



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
Faculté des Sciences



Latimeria chalumnae

Département de Biologie Animale

Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes
Approfondies (D . E . A)

Formation Doctorale Sciences de la Vie

Option: Biologie, Ecologie et Conservation Animales

Présenté par:

RASAMISON Andrianarivelosoa Solohery

ETUDE DE LA BIOLOGIE DE REPRODUCTION de *Foudia madagascariensis* (Linné, 1766) et de *Foudia omissa* Rothschild, 1912 dans le Parc National de Ranomafana

Soutenu publiquement le 29 Mai 2008

.....
Devant les membres de jury composés de:

Président: **Madame RAMILJAONA RAVOAHANGIMALALA Olga, Professeur titulaire**

Rapporteur: **Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide, Maître de conférences**

Examineurs: **Monsieur RAKOTOMANANA Hajanirina, Professeur**

Monsieur RASELIMANANA Achille, Maître de conférences



Département de Biologie Animale

Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'Etudes
Approfondies (D. E. A)

Formation Doctorale Sciences de la Vie

Option: Biologie, Ecologie et Conservation Animales

Présenté par:

RASAMISON Andrianarivelosoa Solohery



Soutenu publiquement le 29 Mai 2008

.....

Devant les membres de jury composés de:

Président: **Madame RAMILJAONA RAVOAHANGIMALALA Olga, Professeur titulaire**

Rapporteur: **Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide, Maître de conférences**

Examineurs: **Monsieur RAKOTOMANANA Hajanirina, Professeur**

Monsieur RASELIMANANA Achille, Maître de conférences

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le Parc National de Ranomafana en collaboration avec le Département de Biologie Animale de l'Université d'Antananarivo et I.C.T.E / M.I.C.E.T. Je suis reconnaissant pour le soutien intellectuel, moral et financier de tous ceux qui ont œuvré avec moi à la réalisation de cette étude. Alors je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à:

Madame RAMILJAONA RAVOAHANGIMALALA Olga, Responsable du 3^{ème} cycle, Professeur titulaire au Département de Biologie Animale, Université d'Antananarivo. Malgré vos diverses fonctions, vous m'avez fait l'honneur d'être le Président de Jury de ce Mémoire. Veuillez accepter mes sincères remerciements.

Docteur ANDRIANARIMISA Aristide, Maître de conférences au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences, Encadreur rapporteur de ce mémoire. Je ne saurais jamais énumérer tout ce que vous avez fait pour la correction et l'amélioration de cet ouvrage. Permettez-moi d'exprimer mes remerciements les plus sincères.

Docteur RAMAROSON Luna, Maître de conférences au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences et membre de la commission de lecture pour avoir corrigé ce mémoire.

Monsieur RAKOTOMANANA Hajanirina, Professeur au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences, examinateur et membre de la commission de lecture, qui a accepté d'examiner et de juger ce travail. Merci également d'avoir corrigé ce mémoire et de l'avoir enrichie de vos conseils.

Docteur RASELIMANANA Achille, Maître de conférences au Département de Biologie Animale de la Faculté des Sciences, examinateur et membre de la commission de lecture. Malgré vos occupations, vous avez consacré votre précieux temps pour la correction, les conseils et les critiques constructives.

Tous les enseignants et les personnels administratifs ainsi que les techniciens de la Faculté des Sciences, le Département de Biologie Animale. Je ne serais jamais à ce stade de connaissance sans votre aide.

Mademoiselle Laura ESTEP, Yale University, qui m'a beaucoup aidé sur la réalisation de recherche tant sur le plan financier que matériel. Grâce à ses supports, j'ai pu collecter mes données et élargir ma connaissance en ornithologie et l'éthologie.

Les guides de recherches de Ranomafana: Jean Claude, Mamy, Clet dit « Raprezy », Benoit, Johny et la cuisinière: Vaosolo, Je vous serai reconnaissant de vos efforts inestimables déployés lors de la réalisation de cette étude.

Monsieur ANDRIAMIHAJA Benjamin, Directeur de l'I.C.T.E pour l'encouragement et les compliments. Je vous adresse mes sincères remerciements.

Tous les Staff de VALBIO Ranomafana, merci pour la qualité de service et l'inoubliable amitié.

Tous les personnels administratifs de l'I.C.T.E / M.I.C.E.T pour l'aimable service et la logistique.

Toutes les équipes de PINUS et mes amis vu l'aimable aide et support moral qu'ils ont apporté pendant mes études universitaires.

Mes parents, mon frère, mes sœurs et toute ma famille, merci pour le perpétuel encouragement et le support financier.

Je suis heureux d'exprimer ma gratitude et mes vifs remerciements à tout ce qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Izay tsy mbola hitan'ny maso ary tsy mbola ren'ny sofina, na niditra tao am-pon'ny olona, na inona na inona no efa namboarin'Andriamanitra ho

Résumé

Cette étude porte sur la biologie de reproduction de deux espèces endémiques du genre *Foudia* à Madagascar. Au cours de cette étude qui a été entreprise de novembre 2003 à avril 2004 dans le Parc National de Ranomafana, 340 individus de *Foudia madagascariensis*, 156 individus de *Foudia omissa* et 133 individus supposés comme hybrides ont été capturés. La forme des nids des deux espèces de Fody est similaire. Au total, 366 nids de *Foudia madagascariensis* et 7 pour *Foudia omissa* ont été localisés. La construction du nid se fait en quatre stades et c'est le mâle qui s'en occupe jusqu'au stade 2 avant la formation du couple. Ensuite, la femelle continue et achève la construction jusqu'au stade 4. La durée d'incubation est de 13 à 17 jours et le nombre d'œufs par ponte varie de 1 à 5. Les mâles assurent la protection de leurs territoires et n'approvisionnent en nourriture leurs congénères que rarement. Les femelles garantissent l'incubation, le toilettage des nids et l'élevage des poussins. Les oisillons procèdent leurs premiers vols dès le 13^{ème} au 15^{ème} jour après l'éclosion sous l'assistance des parents. Les intempéries et surtout la destruction des nids d'origine anthropique contribuent jusqu'à 26% d'échec de nidification.

Mots clés: *Foudia madagascariensis*, *Foudia omissa*, reproduction, éthologie, Ranomafana, Madagascar.

Abstract

This study examines the breeding biology of two bird's species in genus of *Foudia*. Among the 629 birds captured at Ranomafana National Park from November 2003 to April 2004, 340 individuals were *Foudia madagascariensis*, 156 were *Foudia omissa* and 133 were supposed to be hybrids. In total, 366 nests of *Foudia madagascariensis* and 7 nests of *Foudia omissa* were located during this survey. The nest of the both species of Fody has the same shape. Nest building can be divided into four stages. The male starts to make a nest up to stage 2 before the couple gathering. Then the female partner continues and finishes the nest building till stage 4. Incubation lasts 13 to 17 days and the number of eggs varies from 1 to 5 per brood. Males of the both species protect their territory and feed rarely their chicks. The females do all the incubation, nest cleaning and chick rearing. The nestlings fledge under their parents help after 13 to 15 days. Bad weather and especially the man-induced nest destruction contributed up to 26% of the nest failures.

Key-words: *Foudia madagascariensis*, *Foudia omissa*, reproduction, behaviour, Ranomafana, Madagascar.

SOMMAIRE

I- INTRODUCTION	1
II- MILIEU D'ETUDE	3
II.1- Situation géographique	3
II.1.1- Choix et description des sites d'études	5
II.1.1.1- Vohiparara	6
II.1.1.2- Sahamalaotra	6
II.2- Climat	10
II.2.1- Diagramme ombrothermique de Gaussen	10
II.3- Hydrologie	11
II.4- Pédologie	11
II.5- Végétation et flore	12
II.6- Faune.....	13
III- MATERIELS ET METHODES	14
III.1- Matériels biologiques étudiés	14
III.1.1- Position systématique	14
III.1.2- Description de l'espèce étudiée	14
III.1.3- Distribution et statut des espèces du genre <i>Foudia</i>	16
III.2- Méthodologie.....	18
III.2.1- Capture par filet et mensuration des individus près des rizières	18
III.2.2- Recherche intensive du nid.....	21
III.2.2.1- Mesure des paramètres du nid	21
III.2.2.2- Vérification du nid.....	21
III.2.3- Observation du nid	22
III.2.4- Vérification et pesage des oisillons	22
III.2.5- Capture et baguage des parents.....	23
III.3- Analyses statistiques des données	24

III.3.1- Analyse de distribution par test de Kolmogorov Smirnov	24
III.3.2- Analyse de ressemblance morphologique par le test d'Anova	24
III.3.3- Analyse de ressemblance morphologique par test de Mann -Whitney	26
IV- RESULTATS ET INTERPRETATIONS	28
IV.1- Communauté de Fody dans les sites d'études	28
IV.1.1- Composition.....	28
IV.1.2- Etude de la morphométrie.....	29
IV.1.3- Coloration du plumage nuptial du mâle	30
IV.2- Biologie de reproduction.....	32
IV.2.1- Nidification	32
IV.2.1.1- Construction du nid.....	32
IV.2.1.2- Description d'évaluation des stades de construction des nids	33
IV.2.2- Evaluation des stades de chaque nid	35
IV.2.2.1- Evolution des nids au stade 1	35
IV.2.2.2- Evolution des nids au stade 2	35
IV.2.2.3- Evolution des nids au stade 3	37
IV.2.2.4- Evolution des nids au stade 4	37
IV.2.3- Description des nids du genre <i>Foudia</i>	38
IV.2.4- Dispersion et orientation du nid	40
IV.2.5- Caractéristique des nids.....	41
IV.2.6- Choix de l'emplacement des nids.....	41
IV.2.7- Etudes des matérielles de construction et de support du nid.....	42
IV.2.8- Menace et pression anthropique	43
IV.2.8.1- Pression anthropique.....	43
IV.2.8.2- Effet du climat	43
IV.2.8.3- Effet de la prédation.....	44
IV.3- Accouplement	45
IV.4- La ponte	46
IV.4.1- Morphologie des œufs.....	46
IV.4.2- Nombre des œufs par ponte	47

IV.4.3- Nombre de ponte par saison.....	48
IV.4.4- Œuf de remplacement	48
IV.4.5- Incubation.....	48
IV.4.6- Effectif des oisillons par nids	49
IV.4.7- Taux de survie des oisillons	50
IV.4.8- Période d’envol	51
IV.5- Ethologie	51
IV.5.1- Fabrication du nid.....	51
IV.5.1.1- Observation du nid au stade 1 en construction.....	51
IV.5.1.2- Observation des nids au stade 2 en construction.....	52
IV.5.1.3- Observation des nids au stade 3 en construction.....	53
IV.5.1.4- Observation des nids au stade 4 en construction.....	54
IV.5.2- Incubation et éclosion.....	55
IV.5.2.1- Comportement des mâles.....	55
IV.5.2.2- Comportement des femelles	56
IV.5.3- Elevage des oisillons	56
IV.5.3.1- Comportement des mâles.....	57
IV.5.3.1.1- Nourrissage des oisillons	57
IV.5.3.2- Comportement des femelles	57
IV.5.3.2.1- Nourrissage des oisillons	57
IV.5.3.2.2- Protection des oisillons	57
IV.5.3.2.3- Toilettage des nids	58
IV.5.3.2.4- Comparaison des activités femelles lors de l’incubation et l’élevage des oisillons	58
IV.5.4- Assistance au premier vol des oisillons.....	59
IV.5.4.1- Comportement des oisillons avant l’envol	59
IV.5.4.2-Description du premier vol des oisillons	59
IV.5.5- Quelques comportements des mâles observés pendant la nidification.....	60
IV.5.5.1- Cas des mâles de <i>Foudia madagascariensis</i>	60
IV.5.5.1.1- Comportement de type 1	60
IV.5.5.1.2- Comportement de type 2	61

IV.5.5.2- Cas des mâles <i>Foudia omissa</i>	61
IV.5.5.2.1- Comportement de type 1	61
V- DISCUSSION	62
V.1- Capture par filet et baguage.....	62
V.1.1- Peuplement du genre <i>Foudia</i> capturé près des rizières	62
V.1.2- Capture des couples reproducteurs.....	63
V.1.3- Morphologie	64
V.2- Biologie de la reproduction	64
V.2.1- Nidification	64
V.2.1.2- Fabrication des nids aux stades 1 et 2	64
V.2.1.3- Fabrication des nids aux stades 3 et 4	65
V.2.1.3- Comparaison des nids de <i>Foudia</i> avec ceux des autres espèces	67
V.2.1.4- Forme et structure des nids.....	67
V.2.1.5- Dispersion des nids	68
V.2.1.6- Pression et menace	68
V.2.1.7- Influence des intempéries	69
V.3 - Formation du couple.....	69
V.3.1- Accouplement	69
V.3.2- Ponte et incubation.....	70
V.3.3- Etude de l'attitude des mâles lors de la nidification	70
V.4- Relation inter spécifique	71
VI- CONCLUSION	73
VII- RECOMMANDATION.....	74
BIBLIOGRAPHIE	75

LISTE DES CARTES

Carte 1: Localisation des trois parcelles du Parc National de Ranomafana.....	4
Carte 2: Localisation de la zone d'étude.....	7
Carte 3: Répartition géographique de <i>Foudia omissa</i> et <i>Foudia madagascariensis</i> à Madagascar.....	17

LISTE DES PHOTOS

Photo 1: Site de Vohiparara.....	8
Photo 2: Site d'Ambodirina.....	8
Photo 3: Dortoir à Vohiparara	9
Photo 4: Individu mâle <i>Foudia madagascariensis</i>	15
Photo 5: Individu mâle <i>Foudia omissa</i>	15
Photo 6: Répartition des plumages rouges d'un mâle juvénile.....	31
Photo 7: Répartition des plumages rouges d'un mâle juvénile.....	31
Photo 8: Répartition des plumages rouge d'un mâle adulte	31
Photo 9: Répartition des plumages rouge d'un mâle adulte	31
Photo 10: Nid au stade 1.....	36
Photo 11: Nid au stade 2.....	36
Photo 12: Nid au stade 3.....	36
Photo 13: Nid au stade 4.....	36
Photo 14: Nids de <i>Ploceus sakalava</i>	39
Photo 15: Nid de <i>Terpsiphone mutata</i>	39
Photo 16: Nid de <i>Ploceus nelicourvi</i>	39
Photo 17: Nid de <i>Ploceus cuculatus</i>	39
Photo 18: Œufs de <i>Foudia madagascariensis</i>	46

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Situation géographique de chaque site	5
Tableau 2: Distribution des cinq autres espèces du genre <i>Foudia</i> dans les autres îles de l’Océan Indien	16
Tableau 3: Moyenne des paramètres morphologiques des deux espèces et l’hybride	29
Tableau 4: Liste des nids des deux espèces trouvés durant l’étude	32
Tableau 5: Critère d’évaluation des nids selon leurs stades de construction	33
Tableau 6: Evolution des nids de <i>Foudia madagascariensis</i> au stade 1	35
Tableau 7: Evolution des nids de <i>Foudia madagascariensis</i> au stade 2	35
Tableau 8: Evolution des nids de <i>Foudia madagascariensis</i> trouvés au stade 3	37
Tableau 9: Evolution des nids des deux espèces de Fody trouvé au stade 4	37
Tableau 10: Emplacement des nids fabriqués par le mâle de <i>Foudia madagascariensis</i>	40
Tableau 11: Emplacement des nids fabriqués par le mâle de <i>Foudia omissa</i>	40
Tableau 12: Récapitulation des mesures morphométriques des nids	41
Tableau 13: Localisation des nids de <i>Foudia madagascariensis</i> selon les types d’habitats	41
Tableau 14: Liste des espèces végétales utilisées par les deux espèces du genre <i>Foudia</i>	42
Tableau 15: Récapitulation de l’effet des prédateurs sur les nids, l’œuf et l’oisillon	44
Tableau 16: Observation des accouplements autour du nid de <i>Foudia madagascariensis</i>	45
Tableau 17: Mensuration des œufs de <i>Foudia madagascariensis</i>	46
Tableau 18: Effectif des œufs par ponte chez <i>Foudia madagascariensis</i>	47
Tableau 19: Effectif des œufs par ponte chez <i>Foudia omissa</i>	47
Tableau 20: Illustration des résultats de nids de <i>Foudia madagascariensis</i> pourvus d’œufs	49
Tableau 21: Illustration des résultats de nids de <i>Foudia madagascariensis</i> pourvus d’oisillons	49
Tableau 22: Illustration des résultats de nids de <i>Foudia omissa</i> pourvus d’oisillons	50
Tableau 23: Durée des activités des mâles de <i>Foudia madagascariensis</i> lors de la fabrication du nid au stade 2	52
Tableau 24: Récapitulation des observations près des nids au stade 3 en construction	53
Tableau 25: Récapitulation des observations près des nids au stade 4 en construction	54
Tableau 26: Nids de <i>Foudia madagascariensis</i> construits par mâle lors de l’incubation de son partenaire	55
Tableau 27: Nids de <i>Foudia omissa</i> fabriqués par le mâle lors de l’incubation	56
Tableau 28: Observation effectuée sur un mâle qui nourrit des oisillons	57
Tableau 29: Liste des nids occupés par le mâle dans son territoire	60

Tableau 30: Observations effectuées pendant l'accouplement de mâle avec d'autre partenaire	61
Tableau 31: Liste des nids occupés par un mâle <i>Foudia omissa</i> dans son territoire.....	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Diagramme ombrothermique de Gaussen établi à partir des relevés météorologiques du Parc National de Ranomafana en 2004	10
Figure 2: Illustration schématique des mensurations effectuées sur chaque individu capturé du genre <i>Foudia</i>	20
Figure 3: Nombre respectifs des mâles et femelles des deux espèces du genre <i>Foudia</i> et ceux des hybrides dans les deux sites	28
Figure 4: Représentation schématique des nids du genre <i>Foudia</i>	34
Figure 5: Diagramme de comparaison des nids détruits et abandonnés des 4 stades de <i>Foudia madagascariensis</i>	38
Figure 6: Histogramme d'effectif des nids et des oisillons morts, envolés et disparus de <i>Foudia madagascariensis</i>	50
Figure 7: Proportion de la durée des activités d'un mâle de <i>Foudia madagascariensis</i> lors de la fabrication du nid au stade 1.....	51
Figure 8: Fréquence des activités femelles dans les nids pourvus des oisillons de <i>Foudia madagascariensis</i>	58
Figure 9: Histogramme des activités des femelles lors de l'incubation et l'élevage des oisillons	58

ANNEXES

Annexe 1: Donnée climatique du Parc National de Ranomafana.....	I
Annexe 2: Résultats du test Kolmogorov-Smirnov	I
Annexe 3: Résultats Test d'Anova	I
Annexe 4: Comparaison multiple de Tukey	II
Annexe 5: Résultat du Test Mann-Whitney.....	II
Annexe 6: Liste des individus mâles de <i>Foudia madagascariensis</i> qui possède au moins trois nids dans son territoire	III
Annexe 7: Liste des individus mâles de <i>Foudia omissa</i> possédant sept nids dans son territoire	III

I- INTRODUCTION

Parmi les 119 espèces de la famille des Plocéidés dans le monde (Dickinson, 2003), quatre espèces sont inféodées et endémiques à Madagascar, à savoir: *Foudia madagascariensis*, *Foudia omissa*, *Ploceus nelicourvi* et *Ploceus sakalava*. Les deux espèces du genre *Foudia* paraissent phénotypiquement semblables. Le dimorphisme sexuel se manifeste par le changement de la couleur de leur plumage en rouge pendant la période nuptiale chez le mâle pour le genre *Foudia*. C'est le modèle de la répartition de cette couleur qui constitue les principaux traits distinctifs entre *F. madagascariensis* et *F. omissa*.

Jusqu'à présent, des recherches sur la biologie de reproduction de *Foudia madagascariensis* et l'impact de l'invasion de cette espèce sur la récolte rizicole ont déjà été réalisées (Andriantsilavo, 1997; Sama, 1999). Toutefois, ces études sont plutôt axées sur la lutte biologique contre cette espèce qui fait des ravages énormes sur la riziculture. Auparavant, une étude comparative sur la biométrie des mâles et femelles de *F. madagascariensis* en dehors de la saison de reproduction a été réalisée par Koenig en 2005. Malgré l'étude moléculaire basée sur le cytochrome b effectuée par Craig en 1999 (non publié) qui révèle la similarité génétique entre les deux espèces du genre *Foudia* de Madagascar, les informations sur leur biologie de reproduction sont encore insuffisantes. Aucune information sur les différents stades de construction du nid et sur le soin des oisillons n'existent avant la présente étude.

L'aire de répartition géographique de ces deux espèces n'est pas tellement similaire. *Foudia madagascariensis* est une espèce ubiquiste et se répartit sur tout le territoire même au delà des îles voisines de Madagascar, à savoir: Maurice, La Réunion, Rodrigue, Aldabra et Comores (Sinclair et Langrand, 2003). C'est l'oiseau le plus populaire à Madagascar, connu sous le nom de "*Fodilahimena*". Par contre, l'aire de distribution de *F. omissa* se limite sur la partie orientale de l'île ; d'autant plus il est peu commun sur l'ensemble de son aire de répartition (Langrand, 1995). C'est ainsi que le Parc National de Ranomafana a été choisi comme site d'étude pour la réalisation de ce travail car les deux espèces y sont sympatriques et assez fréquemment observées.

Tenant compte des informations citées ci-dessus, la présente étude vise à apporter une amélioration des connaissances sur la biologie de reproduction de deux espèces de Fody. Donc cette étude a pour objet de:

- déterminer la communauté de Fody dans les sites
- étudier la morphologie des espèces pendant la période nuptiale
- analyser les processus et le mode de nidification
- voir et explorer les modalités de la vie reproductive de ces espèces depuis la formation du couple jusqu'au 1^{er} vol des oisillons
- étudier le comportement des mâles et femelles pendant la construction du nid
- déterminer le rôle de chaque partenaire lors de la couvaison, le nourrissage des oisillons et ses premiers envols

De telles informations pourraient contribuer à la conservation des espèces connues comme dévastateurs de la riziculture et aussi à trouver des solutions sur leur lutte biologique pendant la saison d'épiaison du riz entre décembre et juin. Ainsi le plan suivant a été adopté pour effectuer ce travail:

- milieu d'étude
- matériels et méthodes
- résultats et interprétations
- discussions et recommandations
- conclusions

II- MILIEU D'ETUDE

II.1- Situation géographique

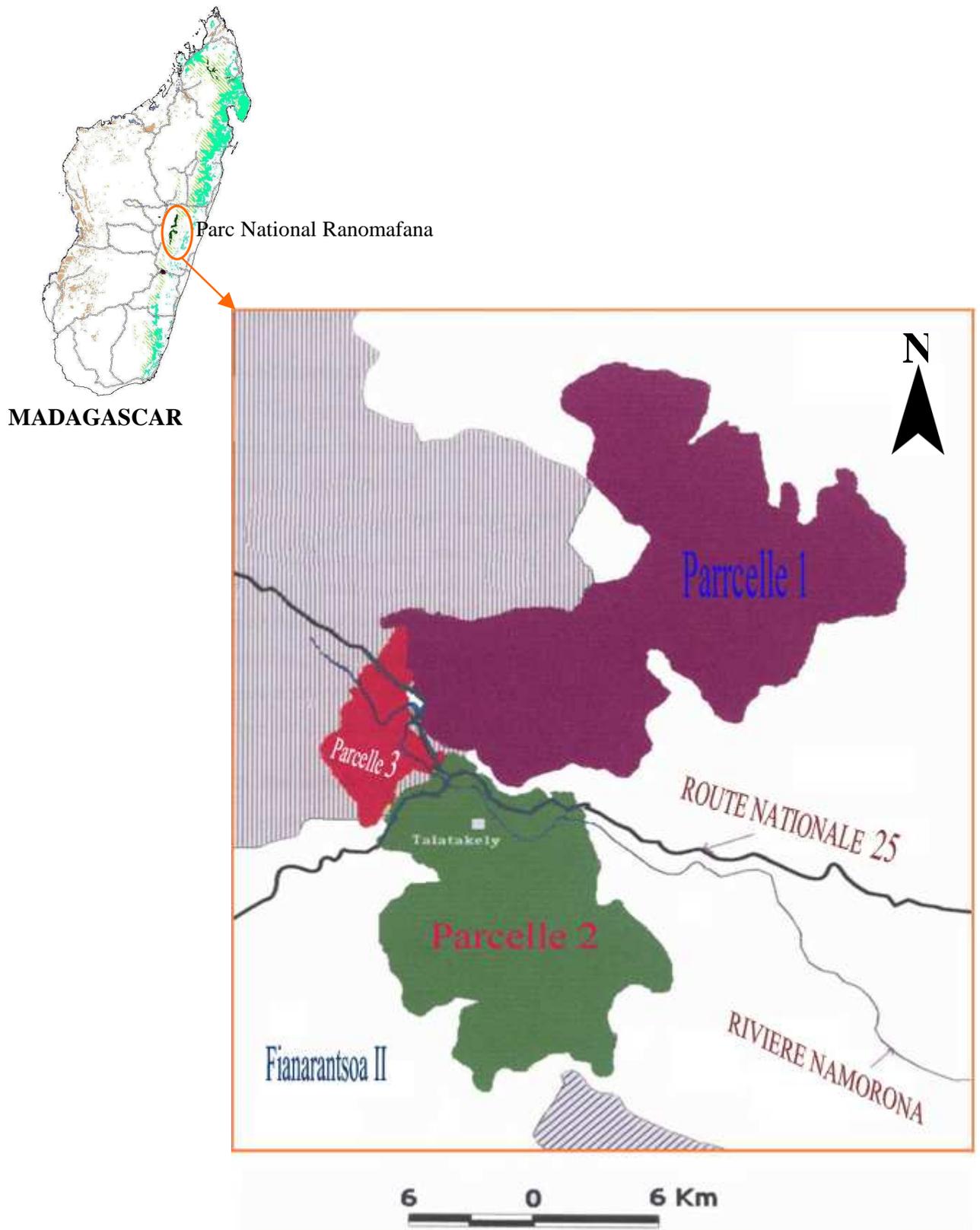
Le Parc National de Ranomafana forme une zone de transition entre les Hautes Terres et la côte sud-est de Madagascar; il correspond au bassin versant de Namorona (Raharison, 2002). Depuis son inauguration officielle le 31 mai 1991, il est classé comme le quatrième Parc National créé à Madagascar. Il se situe à 60 km au Nord Est de Fianarantsoa et est localisé entre les longitudes 47°18 et 47°37 Est et les latitudes 21°02 et 21°35 Sud. L'altitude varie de 900 m à 1 200 m (Wright, 1997). Les sites d'études font parties de ce parc. Le Parc a une superficie de 40 601 ha et est subdivisé en trois parcelles (carte 1), à savoir:

- parcelle 1: elle constitue la plus grande parcelle du Parc et couvre une étendue de 25 260 ha, sa localisation est située sur la partie la plus au Nord du Parc.

- parcelle 2: elle se trouve plus à l'Ouest du Parc, sa surface est de 1 613 ha

- parcelle 3: sa superficie est de 13 740 ha, elle est située dans la partie Sud du Parc. Cette parcelle est la plus exploitée du Parc et la majorité des recherches y sont menées.

Il faut noter que tous les sites d'études font parti du parc.



Carte 1: Localisation des trois parcelles du Parc National de Ranomafana. Source FTM, BD500, 2004
 Réalisation: RAMANAKOTO Jean, RASAMISON A. Solohery

II.1.1- Choix et description des sites d'études

La présence de la forêt secondaire entourant le site, l'étendue des rizières, l'abondance des nids trouvés et la présence du dortoir font le principal critère du choix de site d'étude. Plusieurs sites ont été inspectés pour augmenter la chance de trouver le maximum de nid appartenant à ces deux espèces. De ce fait, les études sont effectuées aux alentours des points de références (Tableau 1) des six sites suivants:

Tableau 1: Situation géographique de chaque site

Nom du site	Latitude	Longitude	Altitude
Ambalamahasoa	21°15'19 Sud	47° 26'59 Est	638 m
Ambodirina	21°15'30 Sud	47° 26'27 Est	660 m
Ambatovory	21°14'19 Sud	47° 25'32 Est	673 m
Ankevohevo	21°16'25 Sud	47° 28'48 Est	643 m
Sahamalaotra	21°14'23 Sud	47° 23'37 Est	1.132 m
Vohiparara	21°14'20 Sud	47° 22'57 Est	1.135 m

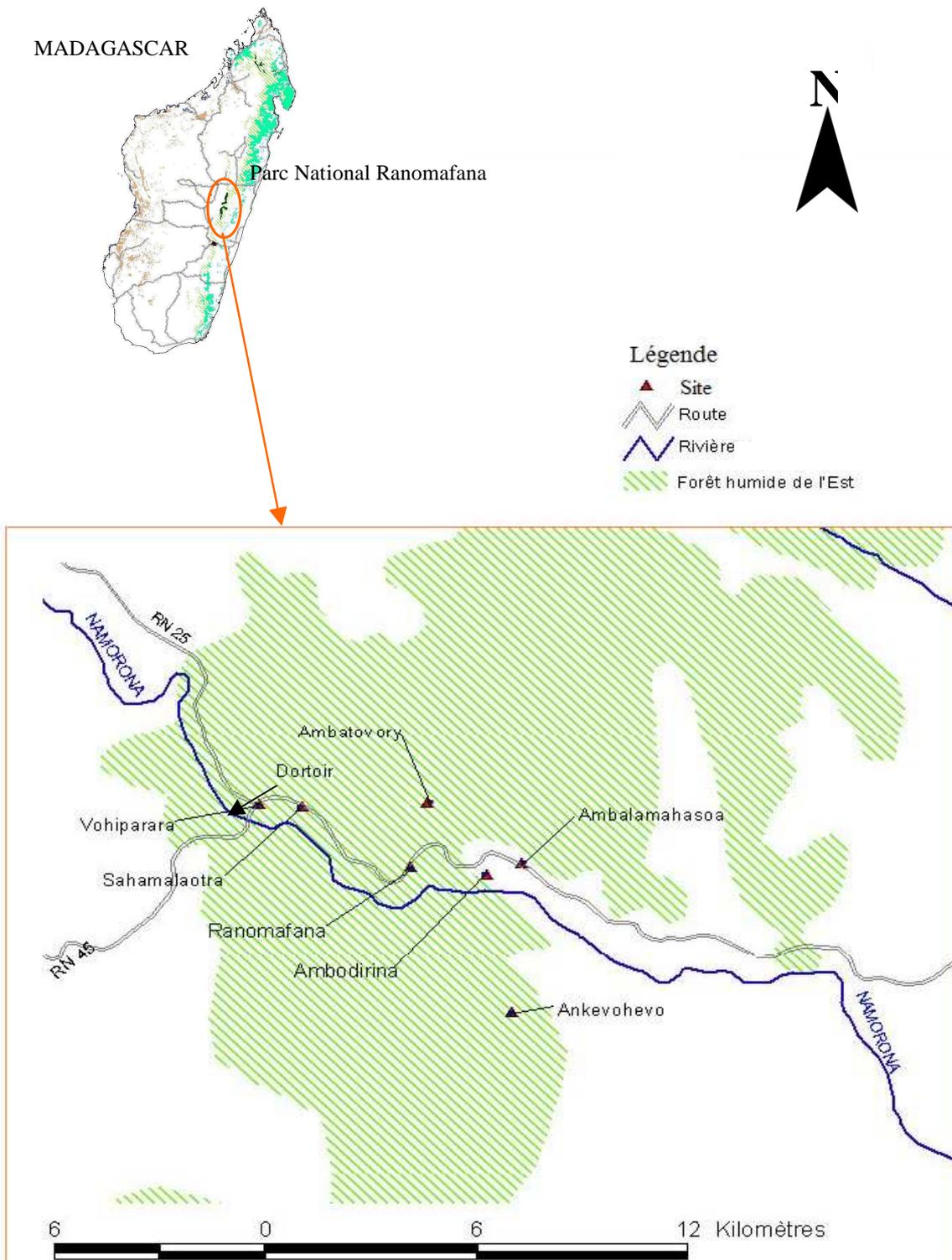
Tenant compte de l'étendus des rizières qui résulte de la reconversion de la forêt dégradée en Savoka ou l'aménagement des lisières, la présence des forêts secondaires qui entourent chaque site et l'abondance des Fody rencontrés, Vohiparara et Sahamalaotra ont été choisi parmi les six sites visités. Les études sur la biologie de reproduction de ces deux espèces y ont été principalement focalisées.

II.1.1.1- Vohiparara

Le site se trouve à proximité d'un village de 32 toits, largement voué à la riziculture (Photo 1). Le riz reste la principale culture vivrière des villageois, c'est ainsi qu'il dispose d'une étendue de rizière. Il est entouré par des forêts secondaires et possède un dortoir actif des deux espèces du genre *Foudia* (Photo 3). Ce dortoir se situe sur les bords des rivières de Namorona et se trouve à 100 m du village de Vohiparara. Sa localisation géographique demeure entre la longitude 47°22'55 Est et la latitude 21°14'16 Sud. Les nombreuses ramifications des bambous constituent un perchoir approprié pour les groupes de centaines d'individus des deux espèces le soir.

II.1.1.2- Sahamalaotra

Il se trouve à 1,5 km de Vohiparara et est constitué principalement par des forêts primaires dégradées. Ce site fait parti du Parc et est recommandé spécialement pour l'observation des oiseaux pour les touristes (ANGAP Ranomafana, 2005). Aucune rizière n'est observée dans ce site suite à l'interdiction d'accès à l'intérieur. Ceci diminue la perturbation et le risque de destruction des nids. C'est ainsi qu'il a été choisi pour exercer la recherche du nid de Foudi de Madagascar (*Foudia madagascariensis*) et de Foudi de Forêt (*Foudia omissa*).



Carte 2 : Localisation de la zone d'étude. Source OMS (Organisation Mondiale de la Santé) 2002.
 Réalisation: RAKOTONDRAZAFY A. M. Ny Aina, RASAMISON A. Solohery. 7 Juillet 2006



Photo 1: Site de Vohiparara, Ranomafana-janvier 2004
(Cliché: RASAMISON A. Solohery)



Photo 2: Site d'Ambodirina, Ranomafana-décembre 2004
(Cliché: RASAMISON A. Solohery)

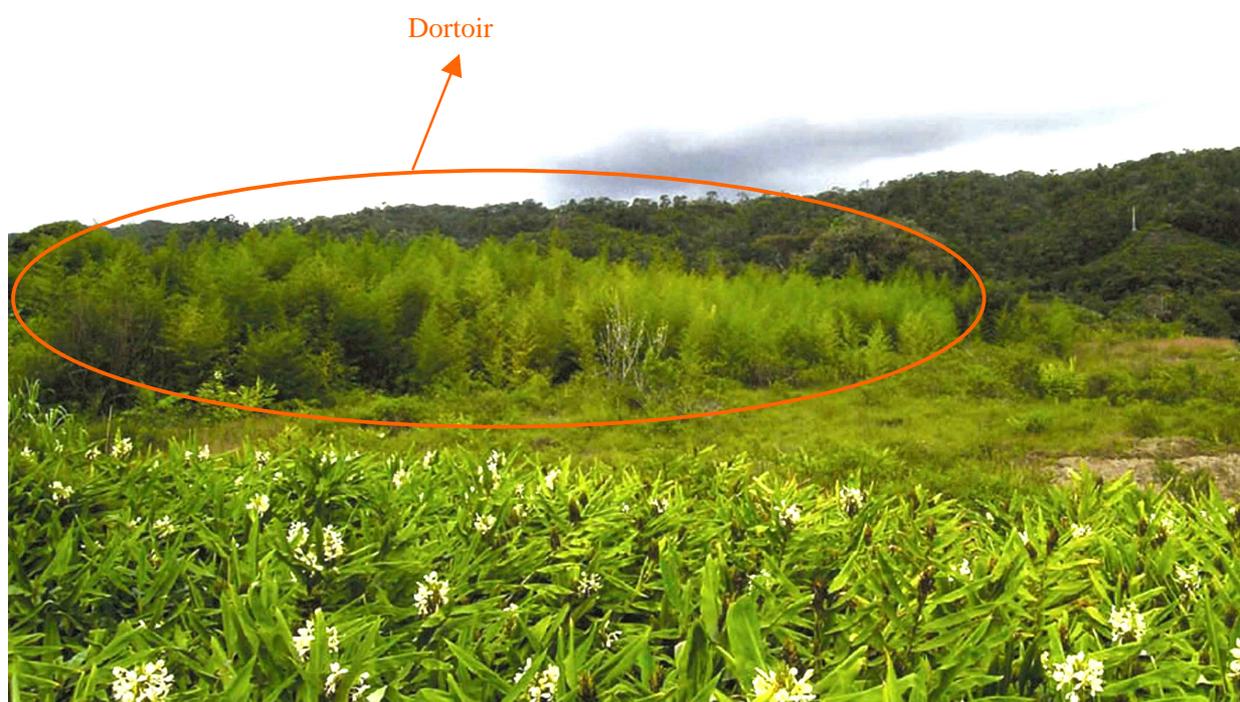


Photo 3: Dortoir à Vohiparara, Ranomafana-février 2004
(Cliché: RASAMISON A. Solohery)

II.2- Climat

Le régime climatique associé au Parc National de Ranomafana est de type tropical humide. Tous les relevés climatiques de l'année 2004 sont collectés dans la petite station météorologique érigée à l'intérieur du Parc (21°15'17,8'' Sud, 47°25'27,1'' Est, altitude 947 m). La pluviométrie annuelle atteint 2 600 mm en moyenne et il pleut pendant 200 jours par an. La température moyenne mensuelle varie entre 14°C et 20°C, le minimum est de 3°C et le maximum est de 37°C (Wright, 1997).

II.2.1- Diagramme ombrothermique de Gausсен

Le diagramme de Gausсен représente la relation entre les variations annuelles de température et la précipitation. Selon cette méthode la précipitation est le double de la température sur l'échelle.

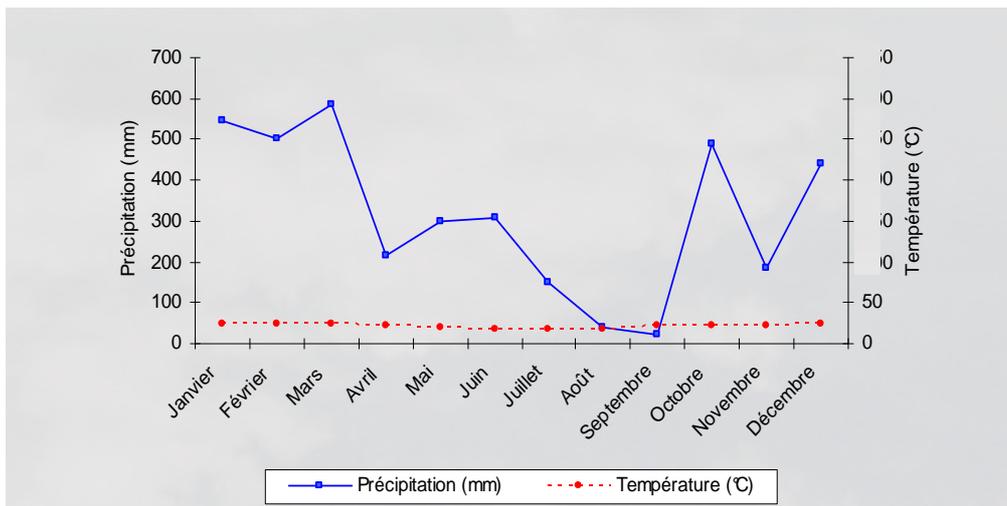


Figure 1: Diagramme ombrothermique de Gausсен établi à partir des relevés météorologiques du Parc National de Ranomafana en 2004

D'après ce diagramme, la précipitation mensuelle la plus élevée se situe entre les mois de janvier et mars. Cette élévation est due au passage violent de deux cyclones en cette année 2004: Helita du 31/01/04 au 02/02/04 et Gafilo du 7/03/04 au 10/03/04 dans cette région. Par ailleurs la précipitation reste faible pendant le mois d'août et septembre. La variation de précipitation de cet diagramme vérifie bien l'accentuation de la courbe de précipitation annuelle dans ce Parc, car la précipitation atteint la maximale (600 mm) entre décembre et mars et minimale avec 90 mm entre mai et octobre (Wright, 1997).

II.3- Hydrologie

Selon les informations publiées par l'ANGAP (Association Nationale pour la Gestion des Aires Protégées) Ranomafana en 2005, la forêt pluviale de Ranomafana forme le plus grand réservoir hydrique du sud-est de Madagascar. De multiples ruisseaux prennent leur source dans ce massif forestier et forment des petites rivières qui tombent en cascade pour rejoindre les basses altitudes. Les trois grandes rivières qui ravitaillent le réservoir hydrique de cette région sont :

-Faraony, située dans la partie sud du Parc.

-Namorona qui est située dans la partie centrale du Parc. Elle traverse une forte déclivité et fait particulièrement tourner la centrale Hydroélectrique de Ranomafana.

-Mananonoka, localisée dans la partie Nord du Parc.

II.4- Pédologie

Du point de vue géologique, Ranomafana appartient aux vieux socles cristallins hautement métamorphisés qui affleurent largement à l'Ouest de l'axe d'Ambohimanga du Sud, Ifanadiana et Fort Carnot (Chantraine, 1968). Ces socles sont principalement constitués par des gneiss et des migmatites ainsi que d'une formation à granites rubanés et œillet.

Dans les zones dégradées, le sol est ferralitique et de couleur rouge jaune ou parfois brun. L'acidité du sol est élevée et se caractérise par un pH variant entre 3,6 et 5 (Johnson, 1994; Raherilalao, 1998). Une forte proportion d'Aluminium et un taux de Phosphore plus faible s'y rencontrent. La présence de Sodium sous forme de trace baisse la fertilité du sol (Balko, 1998) dans les zones dégradées suite au lessivage du sol. Ce facteur contribue à inciter les gens à exploiter les zones forestières qui restent les plus humifères et productives.

II.5- Végétation et flore

Selon les informations publiées par l'ANGAP Ranomafana en 2005, la forêt du Parc National Ranomafana est une forêt qui s'installe au relief d'inclinaison altitudinal varié. Avant la création du Parc, elle a fait encore l'objet d'une exploitation forestière de type sélectif à petite échelle. Depuis toujours, la culture sur-brûlis "Tavy" ainsi que la collecte de bois de construction en particulier les espèces à grande valeur commerciale telles le Palissandre (*Dalbergia* sp.), le "Maka" ou le Bois de rose (*Weinmannia* sp.) et le "Varongy" (*Mespilodaphne tapack*) sont les plus grandes ressources forestières de la région. Seule la partie Est, éloignée de l'axe routier, paraît encore considérée comme plus ou moins intacte de la forêt primaire.

Suivant l'altitude et les degrés de perturbations forestières Grenfell, 1995 a défini trois types de forêt au sein du parc:

-Les forêts indigènes du Haut Plateau : elles se situent entre 1 100-1 300 m d'altitude et se trouvent sur le côté Ouest du Parc. Ces forêts jouent un rôle essentiel à la protection des ressources hydriques, particulièrement celles de la rivière Namorona laquelle fait tourner le central hydroélectrique de Ranomafana. Les plantations de Pins et d'Eucalyptus génèrent des nouvelles alternatives dans cette zone et épargnent les forêts indigènes des exploitations.

-Les forêts de la zone intermédiaire: ces forêts sont situées entre 600 m et 1 100 m d'altitude. Elles paraissent être les plus exposées aux pressions anthropiques car les villageois y cherchent divers produits forestiers pour leur subsistance. Trois catégories de forêts y sont rencontrés, tels que: les forêts secondaires régénérées après la culture sur-brûlis (*Tavy*), les forêts primaires sélectivement abattues et les forêts primaires intactes.

-Les forêts des basses altitudes: ces formations primaires sont localisées à moins de 600 m d'altitude et se situaient à l'Est du Parc. Elles s'avèrent pratiquement anéanties à cause de la culture sur-brûlis et n'existent plus que sur les terres sacrées d'une superficie de 10 à 20 ha où le défrichement demeure interdit selon la tradition.

Au cours des vingt dernières années, 15% des formations préexistantes ont disparues par le déboisement intensif et les bambous occupent ces zones déboisées (Petter et Peyerias., 1975; Jolly et Coll., 1984; Grassi, 1997; Raharison, 2002).

II.6- Faune

La faune du Parc National de Ranomafana comporte de nombreuses espèces. Presque tous les groupes y sont représentés.

Parmi les six espèces de poissons recensées dans ce Parc, deux endémiques de Madagascar s'y rencontrent, à savoir: *Betodia* sp. ou "Jono", *Paratylapia* sp. ou "Soafony".

Parmi les lémurien, 12 espèces sont répertoriées dans ce Parc. La découverte de *Hapalemur aureus* en 1986 fût à l'origine de la création de ce Parc (Zack, 1994).

Six espèces de carnivores sont répertoriées dans ce Parc. Les plus représentés parmi eux sont *Fossa fossana*, *Galidia elegans*; cependant le plus rare est *Cryptoprocta ferox*.

En ce qui concerne les autres groupes, les rongeurs sont représentés par 6 espèces, 11 espèces pour les insectivores et 8 espèces de Chiroptère ou Chauves-souris dont l'une est rare: *Myzopoda aurita* qui est pourvu de pied-ventouse et appartient au genre endémique malgache.

Quarante et une (41) espèces d'amphibiens et 36 espèces de reptiles sont actuellement connues dans la région de Ranomafana. Parmi les reptiles, citons 10 espèces de lézards, 12 espèces de caméléons et 14 espèces de serpents.

Quelques oiseaux rares comme *Accipiter henstii*, *Atelornis crossleyi*, *Brachypteracias leptosomus*, *Caprimulgus enarratus*, *Crossleya xanthophrys*, *Dromaeocercus seebohmii*, *Mesitornis unicolor*, *Phyllastrephus cinereiceps*, et *Xenopirostris polleni* paraissent bien représentés parmi les 114 espèces aviaires inféodées dans le Parc.

Soixante quatorze (74) espèces d'insectes sont rencontrées dans le Parc. Le taux de découverte d'une nouvelle espèce est de 30% à 90% dont 95% sont endémiques de Madagascar (ANGAP Ranomafana, 2005). Parmi les 90 espèces de papillons (Grenfell, 1995), 4 espèces classées rares sont connues dans le Parc. Il s'agit de: *Acreaea boya*, *Charaxes cowani*, *Euxanthe madagascariensis*, *Graphium endochus*.

III- MATERIELS ET METHODES

III.1- Matériels biologiques étudiés

III.1.1- Position systématique

Règne	: ANIMAL	Règne	: ANIMAL
Embranchement	: VERTEBRES	Embranchement	: VERTEBRES
Classe	: OISEAUX	Classe	: OISEAUX
Ordre	: PASSERIFORMES	Ordre	: PASSERIFORMES
Famille	: PLOCEIDAE	Famille	: PLOCEIDAE
Genre	: <i>Foudia</i> (Linné, 1766)	Genre	: <i>Foudia</i> (Linné, 1766)
Espèce	: <i>madagascariensis</i> (Linné, 1766)	Espèce	: <i>omissa</i> Rothschild, 1912
Nom vernaculaire	: Fody mena, Fody, Fodilahimena	Nom vernaculaire	: Fodiala

III.1.2- Description des espèces étudiées

La mue des mâles au cours de la période de reproduction définit bien la présence de dimorphisme sexuel chez *Foudia*. En effet, le plumage de mâle de *F. madagascariensis* devient rouge vif à l'exception des ailes et la queue qui sont brunes lors de la période nuptiale (Photo 4) alors que celle de la femelle demeure verdâtre. Toutefois cette couleur de plumage de mâle, se distingue facilement de celui de *F. omissa* (Photo 5) car ce dernier ne possède théoriquement qu'une faible partie rouge sur la poitrine (Langrand, 1990).

La couleur de plumage des femelles chez les deux espèces reste inchangée même au cours de la saison de reproduction. Cette ressemblance de couleur du plumage des femelles rend souvent difficile l'identification de l'espèce. Seules, la dimension du bec et la taille de chaque individu pourraient différencier les femelles après mensuration (Langrand, 1990). Etant donné que l'observation visuelle des femelles ne permet pas de faire une identification fiable de l'espèce, il faudrait capturer les individus. Selon Sinclair et Langrand (2003), leurs tailles moyennes sont généralement similaires car elles mesurent 14 cm. Cependant la moyenne de poids se diffère. Le poids chez *Foudia madagascariensis* est de $16,3 \pm 2,1$ g alors qu'il est de $18,9 \pm 1,6$ g chez *F. omissa* (Ravokatra, 1998). Le cas d'hybridation s'affirme par l'existence de morphologie intermédiaire entre les deux espèces (Langrand, 1990).



Photo 4: Individu mâle de *Foudia madagascariensis*, Ranomafana-décembre 2004
(Cliché: RASAMISON A. Solohery)



Photo 5: Individu mâle de *Foudia omissa*, Ranomafana-décembre 2004
(Cliché: RASAMISON A. Solohery)

III.1.3- Distribution et statut des espèces du genre *Foudia*

Le genre *Foudia* est endémique des îles situées à l'ouest de l'Océan Indien (Moreau, 1960; Safford, 1997). Au total, 7 espèces de ce genre sont localisées dans ces îles. Parmi ces espèces, l'une est inféodée uniquement à Madagascar, cinq sont confinées dans les îles voisines (Tableau 2), et seule l'espèce *F. madagascariensis* est communément distribuée dans l'ensemble de l'ouest de l'Océan Indien. Toutes les deux espèces du genre *Foudia* sont endémiques de Madagascar. La présence de *F. madagascariensis* dans les autres îles voisines de l'océan Indien telles que: La Réunion, Comores, Maurice, Seychelles, Rodrigues provenait d'une introduction accidentelle (Sinclair, 2003).

La répartition géographique de ces deux espèces à Madagascar n'est pas semblable. *Foudia madagascariensis* se distribue sur tout l'ensemble de l'île tandis que l'aire de distribution de *F. omissa*, qui semble être inféodé à la zone forestière, se limite sur la partie orientale de Madagascar (Carte 3).

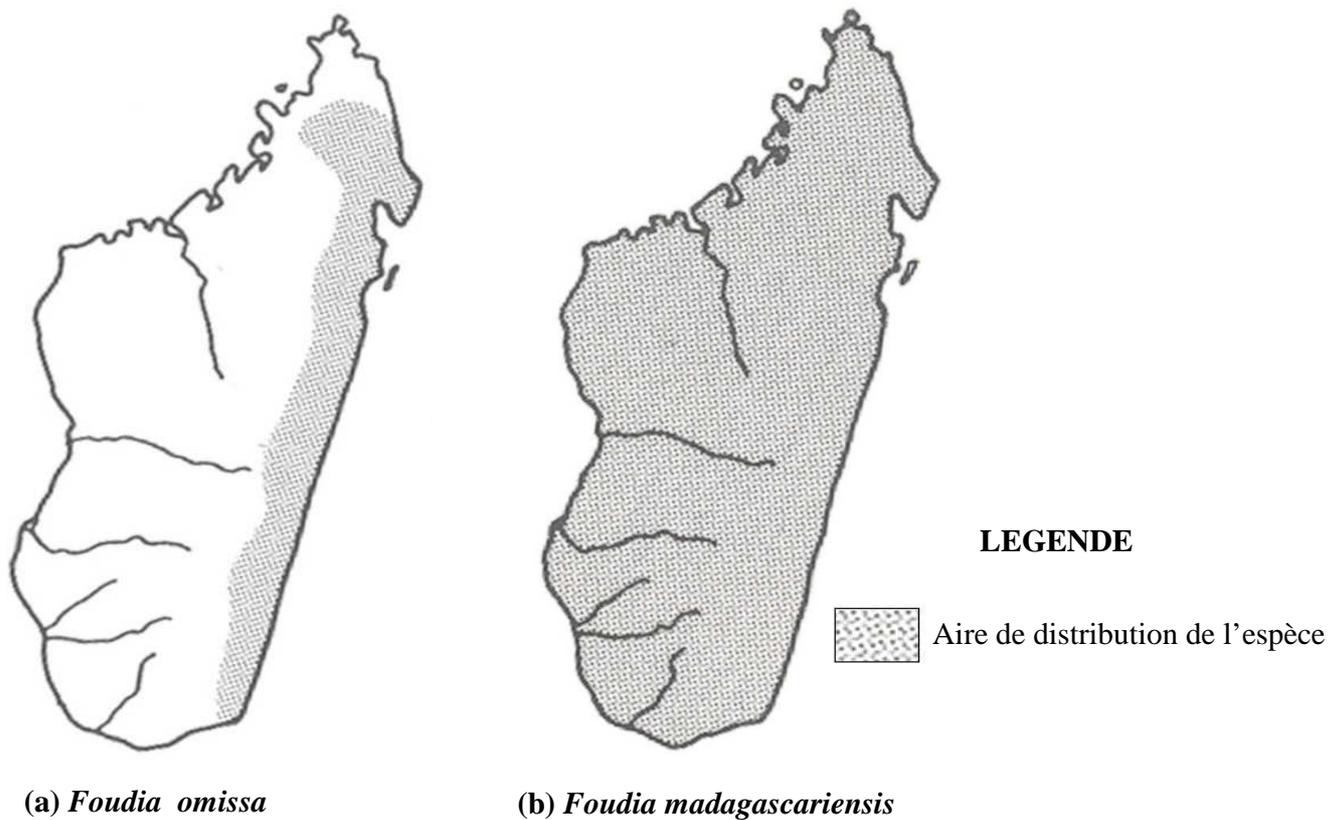
Tableau 2: Distribution des cinq autres espèces du genre *Foudia* dans les autres îles de l'Océan Indien selon Sinclair, 2003

Nom d'espèce	Localisation	Statut	Taille (cm)	Figure
<i>Foudia rubra</i>	île Maurice	endémique	14	
<i>Foudia eminentissima</i>	île Comores	endémique	12-14	
<i>Foudia flavicans</i>	île Rodrigue	endémique	12-13	
<i>Foudia aldabrana</i>	île Aldabra	endémique	13-15	
<i>Foudia sechellarum</i>	île Seychelles	endémique	12-13	

LEGENDE

A: mâle

B: femelle



Carte 3: Répartition géographique de *Foudia omissa* et *Foudia madagascariensis* à Madagascar (Source: Langrand, 1995)

III.2- Méthodologie

La présente étude s'est déroulée entre 25 novembre 2003 et 19 avril 2004. Les différentes données relevées sont l'effectif de leurs populations, la morphologie de chaque oiseau, les modalités de la vie reproductive de ces espèces depuis la construction du nid, la formation du couple jusqu'au 1^{er} vol des oisillons. Ceci vise à apporter des connaissances sur la biologie de reproduction des deux espèces. De ce fait, cinq méthodes complémentaires ont été adoptées :

- capture par filet et mensuration des individus
- observation du nid
- contrôle et pesage des oisillons
- capture par filet et mensuration des individus de chaque couple

III.2.1- Capture par filet et mensurations des individus près des rizières

Cette méthode consiste à capturer les oiseaux en vol. Un dispositif de filet nommé « Filet japonais » est installé dans des endroits aménagés ou pistes préalablement établies. Au total, 88 m de filet japonais dont 2 x 12 m et 8 x 8 m de long ont été employés. Tous ces filets sont pourvus de 4 poches avec 36 mm de maille et mesurent 2,5 m de hauteur. En général, ces filets sont installés aux alentours des rizières pour capturer sélectivement le maximum d'individus de *Foudia madagascariensis* et de *Foudia omissa* près des rizières. Le taux de capture s'évalue à partir du nombre des individus capturés par jour et par filet.

Lors de cette étude, la durée du jour de capture par site reste variable du fait de la limite des moyens matériels, la présence des nids trouvés sur le site et l'éloignement du site de capture par rapport au campement. C'est le cas des sites d'Ambalamahasoa, Ankevohevo et Ambodirina qui se situent entre 6 et 12 km du campement.

L'ouverture des filets commence à 6 heures et se termine à 18 heures. Le contrôle des filets pour le ramassage des individus capturés doit se faire au moins une fois par heure. En cas de pluies torrentielles et de vague de chaleur, une inspection tout le 30mn pourrait se faire pour éviter la mort des oiseaux capturés. Cet intervalle de temps est aussi nécessaire pour l'extraction des oiseaux sur les filets car des dizaines, voire même une centaine d'individus, pourraient être piégés simultanément.

Chaque oiseau capturé est placé dans un pochon. Ensuite, différentes mensurations ont été effectuées pour chaque individu (Figure 2). Un pied à coulisse en plastique de 0,1 mm près, deux

balances Pesola (10 g et 30 g) et des règles doubles centimètres spéciales ont été employées pour les mensurations suivantes:

- longueur du bec
- hauteur du bec
- distance intra narine
- longueur du tarse
- longueur de l'aile
- longueur de la rectrice
- poids

Après la mensuration, chaque individu est bagué au niveau de ses tarses à l'aide de trois bagues en plastiques de couleur vive (rouge, vert, violet, orange, jaune, blanc) et une bague en Aluminium numérotée avant leur relâchement. Une combinaison des 6 bagues colorées avec la bague en Aluminium permet l'identification de chaque individu capturé et facilite ultérieurement la reconnaissance en cas de recapture. Deux bagues en plastiques sont posées sur le tarse gauche tandis que les deux autres dont l'une en plastique et l'autre en aluminium qui est numérotée sont posées sur le tarse droit. Ce baguage pourrait distinguer les groupes d'individus migrants et les sédentaires et aussi permet d'évaluer leur longévité dans le futur.

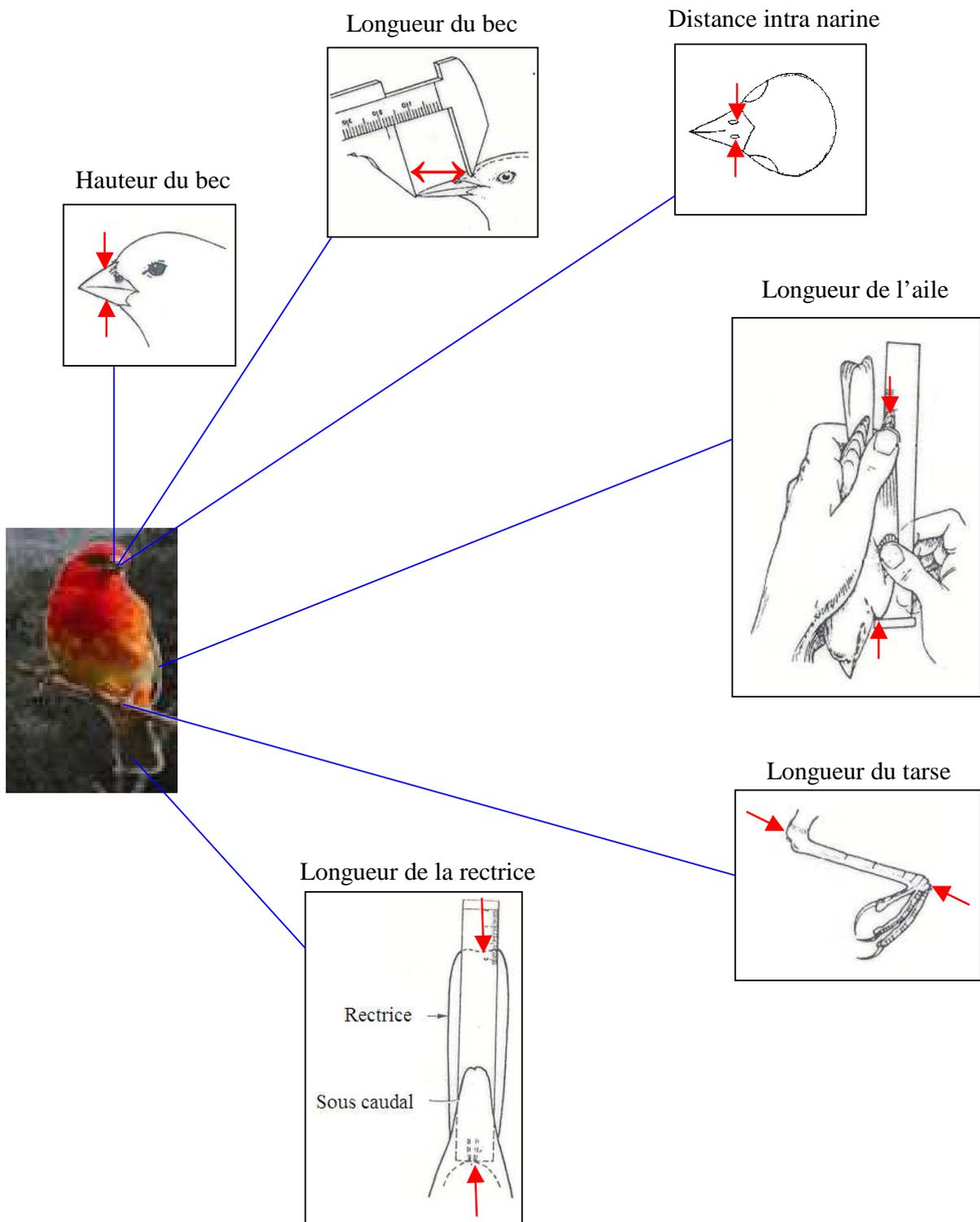


Figure 2: Illustration schématique des mensurations effectuées sur chaque individu capturé du genre *Foudia*

III.2.2- Recherche intensive du nid

Elle consiste à chercher quotidiennement des nids dans les sites supposés favorables. La recherche active des nids a commencé le 2 décembre 2003 jusqu'au 5 avril 2004. Elle nécessite la connaissance des lieux et les types d'habitats fréquentés par les deux espèces. Deux techniques ont été adoptées pour trouver le maximum de nid dans un site :

- Repérage par écoute et par observation directe des individus dans leurs territoires.
- Recherche systématique des nids autour des rizières et à l'intérieur des forêts secondaires environnant les champs de rizières.

Les nids trouvés sont numérotés et marqués par des bandes colorées sur le pied d'arbre qui le supporte, puis leurs positions géographiques sont prises à l'aide d'un GPS (Global Positioning System) de marque Magellan.

III.2.2.1- Mesure des paramètres du nid

Quatre types de mesures ont été réalisés sur chaque nid, à savoir:

- la hauteur du nid par rapport au sol en utilisant un mètre ruban
- l'orientation de l'ouverture du nid déterminée à partir d'une boussole
- la profondeur interne du nid
- la distance entre les nids construits dans un territoire

Le type de végétation constituant le support et les matériels de construction sont aussi relevés sur chaque nid.

III.2.2.2- Vérification du nid

Elle consiste à faire des contrôles quotidiens de tous les nids repérés. Cette visite régulière permet à évaluer l'évolution de chaque nid et leur présence. Quatre critères sont à déterminer à chaque séance de vérification:

- l'état du nid si c'est actif ou non en tenant compte de la présence de nouvelles herbes sur les nids en construction
- stade d'évolution de la fabrication du nid
- la présence ou l'absence du couple dans leur territoire
- la présence des œufs ou d'oisillons

III.2.3- Observation du nid

Lors des séances d'observation, l'observateur dispose d'une paire de jumelles et de télescopes. Pour éviter la perturbation, il doit s'installer au moins à 5 m du nid. Au cours d'une observation, toutes les activités journalières faites par chaque couple sont enregistrées de façon détaillée selon la durée de tous les comportements observés. La durée d'une observation est fixée à 8 heures d'affilées par jour, souvent de 7 heures à 11 heures le matin et de 14 heures à 18 heures l'après-midi. Cette période correspond à l'activité de chaque couple pour la quête de nourriture et l'approvisionnement en nourriture des oisillons. C'est ainsi que l'observation du nid a été consacrée dans cet intervalle de temps.

Les résultats obtenus au cours des observations définissent les comportements et permettent d'obtenir des informations sur la biologie de reproduction de Fody, à savoir:

- la formation du couple lors de la parade nuptiale;
- rôles de chaque partenaire pendant la fabrication du nid;
- rôles de chaque partenaire au cours de l'incubation des œufs;
- rôles des parents dans l'élevage des oisillons;
- rôles des parents lors de l'apprentissage des oisillons au cours du premier vol;
- la notion de polygenie ou polyandrie chez les deux espèces.

En effet l'observation commence dès la découverte du nid jusqu'à l'envol des oisillons mais elle peut être arrêtée après la destruction du nid ou le pillage des œufs et oisillons effectué par les villageois. De ce fait, l'observation de l'évolution des nids au stade 1 en construction jusqu'au stade 4 et l'incubation jusqu'au moment du 1^{er} envol des oisillons paraît parfois estompée.

III.2.4- Vérification et pesage des oisillons

Ils sont réservés aux nids pourvus d'oisillon ou d'œuf et oisillon à la fois. Cette inspection est effectuée quotidiennement dès la ponte jusqu'à l'envol des oisillons pour suivre leurs croissances.

Les oisillons sont pesés quotidiennement à l'aide d'un pesola. Lors de pesage, chaque oisillon est placé dans un sac en plastique préalablement examiné et doit se remettre dans le nid.

Des vernis à ongles sont utilisés pour colorer l'ongle des pattes gauches ou droites des oisillons âgés de 1 à 4 jours. Cependant, une bague en aluminium et deux bagues en plastique dès le 6^{ème} jour pour les identifier.

A partir du 9^{ème} jour, les oisillons sont devenus robustes et prêts à voler. C'est ainsi que la durée de vérification ne peut pas dépasser de 8 jours pour éviter le risque des premiers vols inattendus.

III.2.5- Capture et baguage des parents

Cette partie reste aussi la plus importante pour cette étude. La capture par filet des parents doit se faire lorsque l'âge des oisillons atteint plus de 10 jours, c'est le moment jugé crucial pour la survie des oisillons. Il faut aussi bien étudier préalablement l'orientation du filet car la moindre erreur d'emplacement pourrait prolonger la durée de capture et augmenter le risque d'abandon des oisillons par leurs parents surtout par la femelle.

Au cours de la capture des couples, un filet Japonais de 8 m de long et 2,5 m de haut est installé autour du nid. La distance du filet par rapport au nid est toujours plus de 10 m et leur emplacement doit s'orienter dans la direction du vol détecté à la suite des observations préliminaires dans le territoire du couple.

Après la capture, une séance de mensuration biométrique des individus est effectuée avant le baguage. Ensuite, le couple est bagué à l'aide des trois combinaisons de bagues en plastique colorées et une bague en aluminium numérotée avant leurs relâchements. Ce système de marquage permet d'identifier chaque individu propriétaire du nid. Ainsi il facilite l'observation directe des autres individus de la même espèce qui fréquente le même territoire ou participe à l'incubation ou à l'approvisionnement en nourriture des oisillons. Cette technique de baguage donne des informations sur la polygamie chez ces deux espèces et sur le cas de la polyandrie pendant ou après la formation du couple. Enfin il permet de déterminer le nombre de ponte par saison des femelles reproductrices chez les deux espèces car les femelles baguées qui possèdent un nouveau nid sont facilement reconnaissables.

III.3- Analyses statistiques des données

III.3.1- Analyse de distribution par test de Kolmogorov Smirnov

Ce test non paramétrique vérifie la normalité des données (Zar, 1984). Il doit s'opérer au préalable sur l'ensemble des données pour permettre de choisir le test approprié. Ainsi lorsque la distribution est normale, l'analyse statistique fait appel à des tests paramétriques. Dans le cas d'une distribution anormale, elle nécessite de tests non paramétriques.

Le test de Kolmogorov Smirnov consiste à calculer les fréquences relatives cumulées (pourcentages) des distributions théoriques et observées. Soit $F_0(i)$ le pourcentage cumulé observé jusqu'à la modalité i de la distribution et $F_t(i)$ le pourcentage cumulé théorique. Pour chaque modalité, il est possible de calculer la différence maximale existant entre ces 2 fréquences cumulées telles que :

$$Z = \max |F_0(i) - F_t(i)|$$

La comparaison entre Z calculé (Z_{cal}) et Z table (Z_{tab}) avec un risque α : 5% donne le résultat d'analyse du test. Deux cas sont possibles:

- si $Z_{cal} > Z_{tab}$ et la probabilité $p > 0,05$, la distribution des paramètres de mensurations suit une loi normale
- si $Z_{cal} < Z_{tab}$ et la probabilité $p < 0,05$, la distribution des paramètres de mensurations ne suit pas une loi normale

III.3.2- Analyse de ressemblance morphologique par le test d'Anova

Ce test permet de déterminer l'effet de deux ou plusieurs variables indépendantes sur une ou plusieurs variables. Il permet aussi de détecter les interactions entre les variables. De ce fait, il propose que le traitement d'un facteur affecte au moins une des variables de l'échantillon de telle sorte que la moyenne des variables venant de cette population n'est pas semblable.

Cette méthode d'analyse sert à comparer les paramètres de mesures prises à chaque individu appartenant au *F. madagascariensis*, *F. omissa*, et la forme hybride capturée. Le principe est basé sur l'hypothèse nulle H_0 qui suppose que tous les individus appartenant aux deux espèces et les formes hybrides sont identiques entre eux. L'hypothèse alternative indique le cas contraire c'est-à-dire que tous les trois types d'individus ne sont pas identiques du point de vue morphométrique.

La formule adoptée par Madrigal en 1998, consiste à calculer la valeur F:

Origine de la variation

Degrés de liberté

Entre variance du facteur

$$= a - 1$$

Erreur aléatoire

$$= \sum n - a$$

Total

$$= \sum n - 1$$

Somme des carrés des écarts (SCE)

Entre variante du facteur

$$= \sum \frac{(\sum Y_i)^2}{n_i} - \frac{(\sum \sum Y)^2}{\sum n}$$

Erreur aléatoire

$$= (SCE_e) = SCE_{total} - SCE_a$$

Total

$$= \sum \sum Y^2 - \frac{(\sum \sum Y)^2}{\sum n}$$

Carrés moyens (CM)

Entre variante du facteur

$$\frac{SCE_a}{a - 1}$$

Erreur aléatoire

$$\frac{SCE_e}{\sum n - a}$$

F est calculé suivant le rapport entre les variantes du facteur : $F = \frac{CMa}{CMe}$

a : est le nombre de colonnes des variables comparées

$(\sum n - a)$: est le degré de liberté du dénominateur

$(a - 1)$: est le degré de liberté du numérateur

n_i : Taille de l'échantillon (i varie de 1 à a)

SCE : somme des carrés des écarts (à la moyenne)

CM : Carrés moyens

Si la valeur $F > F$ critique de la table, l'hypothèse nulle est rejetée (au moins une des variables de l'échantillon est différente des autres).

L'analyse consiste à calculer la variable de SNEDECOR notée par « F » à partir des données collectées puis la compare avec sa valeur limite lue dans la table. Par ailleurs, le logiciel SPSS version 10.0 (SPSS Inc, 1989-1999) est utilisé pour l'exécution de ce test. Dans ce cas le test est significatif si la probabilité p est inférieure à 0,05. Si les résultats du test montrent que H_0 est rejetée, ceci signale la différence significative et nécessite l'application du test de Tukey. Ce test est plus sensible par rapport au test d'Anova pour l'analyse des variations des moyennes. Le test de Tukey T suit la formule suivante:

$$T = (q) \times \sqrt{\frac{CMe}{n}}$$

CMe : Carré moyen des écarts ou la variance à l'intérieur des groupes

N : Taille de l'échantillon

III. 3.3- Analyse de ressemblance morphologique par test de Mann-Whitney

Le test de Mann-Whitney ou Test U est un test non paramétrique qui sert à vérifier si les éléments des deux groupes, classés par ordre croissant sur une même échelle ordinale, occupent des positions (rangs) équivalentes révélant ainsi la similitude des deux distributions (Runyon et Haber, 1974; Scherer, 1984).

L'analyse permet de répondre à la question suivante : Est-ce qu'il y a une différence entre les paramètres morphométriques des mâles et femelles des deux espèces du genre *Foudia* et les hybrides? Ceci conduit à poser deux hypothèses H_0 et H_1 .

H_0 : Les deux espèces et l'hybride n'ont pas de différence morphologique

H_1 : Les deux espèces et l'hybride ont une différence morphologique.

Ce test est fondé sur la variable U de Mann-Whitney. Il consiste à classer les éléments des deux échantillons par ordre croissant, puis à calculer U_1 et U_2 qui correspondent au nombre de fois qu'un élément du deuxième groupe précède un élément du premier et réciproquement.

- Cas des petits échantillons : n_1 et $n_2 \leq 20$

Lorsque le plus grand des deux échantillons a un effectif compris entre 9 et 20 éléments, le principe du test reste rigoureusement identique au précédent, mais comme le calcul de U_1 et U_2 devient laborieux, Wilcoxon (1964) a élaboré une méthode équivalente mais plus rapide qui consiste à assigner un rang à l'ensemble des données classées par ordre croissant puis à calculer:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2} - R_2$$
$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2 (n_2 + 1)}{2} - R_1$$

Où R_1 et R_2 représentent respectivement la somme des rangs des éléments du premier et du second échantillon.

- Cas des grands échantillons : n_1 ou $n_2 > 20$

Mann et Whitney (1947) ont montré que, lorsque n_1 et n_2 augmentent, la distribution d'échantillonnage de U converge rapidement en probabilité vers une loi normale de moyenne.

$$\mu_u = \frac{n_1 n_2}{2}$$

et d'écart type

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{n_1 + n_2 + (n_1 + n_2 + 1)}{n_1 + n_2}}$$

Par conséquent, la probabilité α doit être comparée avec l'écart réduit Z :

$$Z = \frac{u - \mu_u}{\sigma_u}$$

La valeur de z est systématiquement négative, car il n'est retenu dans le calcul que la plus petite valeur de U_1 et U_2 . Donc il suffira de travailler avec les valeurs absolues de z .

L'hypothèse nulle H_0 est rejetée si $|z_{\text{cal}}| \geq z_{\text{table}}$. Le test est donc significatif.

L'hypothèse nulle H_0 est acceptée si $|z_{\text{cal}}| < z_{\text{table}}$. Le test est donc non significatif.

Avec $z_{\text{table}} = 1,64$ pour $\alpha = 0,05$

IV- RESULTATS ET INTERPRETATIONS

IV.1- Communauté de Fody dans les sites d'études

IV.1.1- Composition

Les résultats de capture ont donné 629 individus dont 340 *Foudia madagascariensis*, 156 *F. omissa* et 133 supposés comme hybrides. Ces derniers présentent des plumages nuptiaux rouges régulièrement repartis entre le ventre et la poitrine chez les mâles (Photo 8 et 9). De même leurs mensurations sont trouvées entre les valeurs numériques des deux espèces. Toutefois, la faute d'analyse génétique poussée, ces hybrides ont été exclus des analyses relatives à la reproduction. Le taux de capture journalier pendant 67 jours est de 9,388 individus/jour/Filet si le taux de recapture atteint 9,23%. La durée de capture n'est pas la même dans les 2 sites, elle a duré 5 jours à Ambatovory et 62 jours à Vohiparara.

L'analyse des résultats de capture dans les deux sites montre que les mâles sont moins nombreux que les femelles. Seuls les juvéniles de *Foudia omissa* dépassent l'effectif des mâles et femelles de cette espèce.

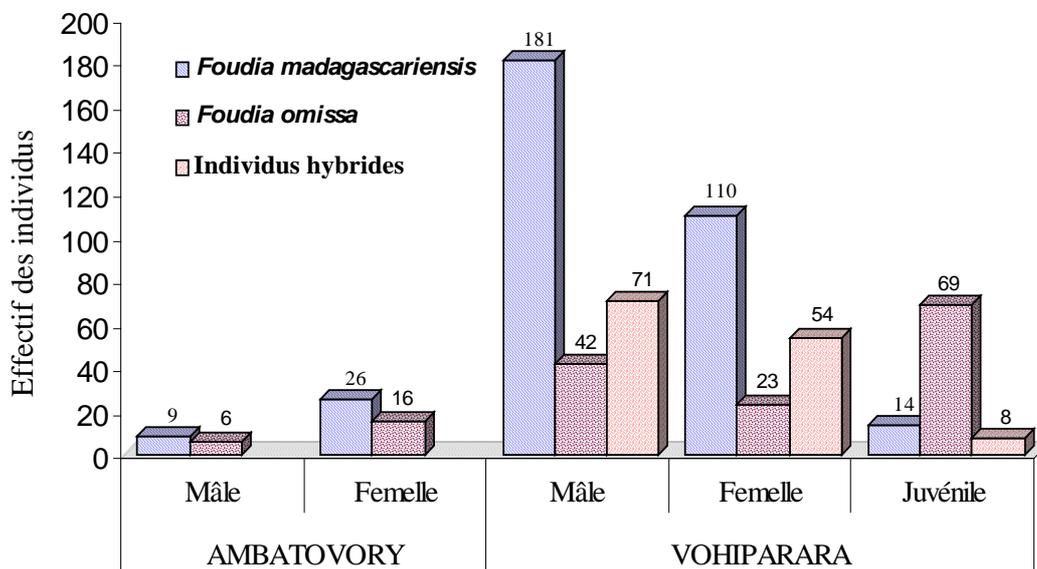


Figure 3: Nombre respectif des mâles et femelles des deux espèces du genre *Foudia* et ceux des hybrides dans les deux sites

IV.1.2- Etude morphométrique

La valeur moyenne de chaque paramètre morphométrique des individus capturés semble avoir une légère différence entre *Foudia madagascariensis* et *F. omissa*. La longueur des ailes, la longueur de la rectrice, la hauteur et longueur du bec ainsi que la distance intra narine sont presque semblables (Tableau 3). Il en est de même pour le poids.

Le résultat d'analyse de ressemblance morphologique des deux espèces à partir du test Mann-Whitney est significatif ($p < 0,05$). Ceci indique que la hauteur et la longueur du bec ainsi que le poids chez les deux espèces du genre *Foudia* sont différents. Le même cas est observé pour *Foudia madagascariensis* et les hybrides car les valeurs de p restent inférieures à 0,05 (Annexe 5). Par contre, les probabilités p de ces trois paramètres sont toutes supérieures à 0,05 chez *F. omissa* et les hybrides. Donc ces trois paramètres sont similaires entre les individus hybrides et *Foudia omissa*.

Le résultat d'analyse de ressemblance morphologique entre les individus de *F. madagascariensis*, *F. omissa* et les hybrides à partir du test d'Anova (Annexe 2) et la comparaison multiple de Tukey (Annexe 4) est significatif ($p < 0,05$). Donc la longueur des rectrices, la longueur du tarse et la longueur des ailes sont différentes entre les individus de *F. madagascariensis*, *F. omissa* et les hybrides. Par ailleurs, les résultats de ces tests sont non significatifs pour la distance intra narine des deux espèces et leurs formes hybrides ($p > 0,05$). Alors, la distance intra narine des oiseaux des deux espèces et les formes hybrides est similaire.

Tableau 3: Moyenne des paramètres morphologiques des deux espèces et l'hybride

	<i>Foudia madagascariensis</i>	<i>Foudia omissa</i>	Individus hybrides
Poids (g)	17,86 ± 1,16 (n= 315)	19,72 ± 2,44 (n= 88)	19,89 ± 1,95 (n= 178)
Longueur des ailes (mm)	65,51 ± 3,49 (n= 297)	68,36 ± 4,30 (n= 89)	67,72 ± 3,74 (n= 161)
Tarsus (mm)	18,99 ± 1,05 (n= 287)	19,61 ± 1,21 (n= 84)	19,62 ± 1,11 (n= 178)
Longueur du bec (mm)	9,79 ± 1,29 (n= 275)	10,63 ± 0,72 (n= 83)	10,30 ± 0,82 (n= 161)
Hauteur du bec (mm)	7,76 ± 0,65 (n= 275)	8,20 ± 0,81 (n= 83)	8,07 ± 0,72 (n= 161)
Distance intra narine (mm)	3,32 ± 0,27 (n= 272)	3,37 ± 0,26 (n= 82)	3,31 ± 0,26 (n= 160)
Longueur des rectrices (mm)	44,45 ± 3,49 (n= 291)	45,54 ± 3,62 (n= 86)	45,18 ± 3,96 (n= 156)

IV.1.3- Coloration de plumage nuptial

Les plumages des femelles des Fody ne changent pas de couleurs lors de leurs périodes de reproductions. Donc l'identification des deux espèces à partir de leur coloration de plumage reste difficile, seule la mensuration des individus reste le moyen le plus approprié pour distinguer les deux espèces mêmes les individus supposés comme des hybrides.

Les tailles moyennes des individus hybrides mâles et femelles se trouvent entre les tailles moyennes des deux espèces de Fody surtout pour la longueur et la hauteur du bec, la longueur des ailes, la longueur des tarse, la distance intra narine et la longueur de la rectrice. Chez les hybrides femelles, leurs colorations de plumages restent difficiles à différencier avec les deux autres espèces. Par contre, l'apparition des plumages nuptiaux rouges qui est répartie du tête jusqu'au ventre est identifié lors de la capture des individus près des rizières. Cette mode de répartition de plumage nuptial rouge sur la moitié supérieure de la partie ventrale des mâles hybrides pourrait être difficilement détecté chez les mâles juvéniles car les plumes rouges sur la partie sous caudale de leurs corps apparaissent simultanément avec la partie de leurs poitrines (Photo 6). Donc, la comparaison visuelle de la répartition de la couleur de plumage nuptial rouge des mâles ne montre pas des différences remarquables entre les trois types de formes chez les juvéniles et même chez les adultes quelquefois.

Même si la différence de répartition de plumage nuptial rouge des mâles entre les deux espèces paraît théoriquement définie lors de la saison de reproduction, d'autres formes de répartitions ont été observées entre le mâle de *Foudia madagascariensis* et *F. omissa* (Photo 7). La ressemblance de la répartition de la coloration rouge des deux espèces rend souvent presque difficile leur identification. Les plumes rouges qui ne sont pas entièrement réparties sur les poitrines et la partie sous caudale des individus adultes capturés ont été considérés comme appartenant aux formes hybrides.



Photo 6: Répartition des plumages rouge d'un mâle juvénile de *Foudia omissa*, Ranomafana-décembre 2004
cliché : RASAMISON A. Solohery



Photo 7: Répartition des plumages rouge d'un mâle juvénile de *Foudia madagascariensis*, Ranomafana-décembre 2004
cliché : RASAMISON A. Solohery



Photo 8: Répartition des plumages rouge d'un mâle adulte de *Foudia madagascariensis*, Ranomafana-décembre 2004
cliché: RASAMISON A. Solohery



Photo 9: Répartition des plumages rouge d'un mâle adulte de *Foudia madagascariensis*, Ranomafana-décembre 2004
cliché: RASAMISON A. Solohery

IV.2- Biologie de reproduction

IV.2.1- Nidification

Pendant les 54 jours de recherche intensive des nids, 375 ont été trouvés. Les séries de contrôle et d'identification des individus qui ont entrepris les nids révèlent que 368 appartiennent au *Foudia madagascariensis* et 7 à des *F. omissa* (Tableau 4). Ces nids sont classés selon le stade de leur fabrication, la présence d'œuf ou d'oisillon. Aucun des nids trouvés ne correspond apparemment à ceux des individus bagués près des rizières. Il faut noter que les formes hybrides ne sont pas trouvés propriétaires du nid car aucun mâle ou femelle hybride formant le couple n'y est ni observé ni capturé lors des captures des couples nicheurs.

Tableau 4: Liste des nids des deux espèces trouvés durant l'étude

		<i>Foudia madagascariensis</i>	<i>Foudia omissa</i>
Nids abandonnés		185 (50,27%)	1 (14,28%)
Nids détruits		91 (24,73%)	1 (14,28%)
Nid avec œufs	Abandonnés	3 (0,81%)	
	Disparus	50 (13,59%)	2 (28,57%)
Nid avec oisillons	Morts	10 (2,72%)	1 (14,28%)
	Disparus	11 (2,99%)	
	1er vol	18 (4,89%)	2 (28,57%)
Total		368	7

Ce tableau indique que la moitié des nids en construction (50,27%) a été abandonné par *Foudia madagascariensis* contre 14,28% seulement pour *F. omissa*. Ce qui indique que le risque d'abandon des nids de *F. madagascariensis* est supérieur à celui de *F. omissa*. Toutefois, aucun nid pourvu d'oisillon n'est abandonné par les individus des deux espèces. Ce qui signifie qu'après éclosion, les parents n'abandonnent plus leurs progénitures. Par ailleurs les destructions d'origines diverses affectent les nids quel que soit leur état: en construction, pourvus d'œufs ou d'oisillons.

IV.2.1.1- Construction du nid

Suite à la destruction massive des nids, l'estimation de la durée de construction d'un nid du début jusqu'à la fin était difficile. De ce fait, seul le déroulement des stades est observé au cours de cette étude. Les mâles de *Foudia madagascariensis* et de *F. omissa* sont territoriaux. Seuls les nids de *F. madagascariensis* en construction de différents stades ont été observés au

cours de cette étude. C'est le mâle qui entame la fabrication du nid du stade 1 jusqu'au stade 2 dans son territoire avant la formation du couple. Il s'active beaucoup pendant ce temps en faisant de va-et-vient pour transporter les matériaux de construction. Il essaie en même temps d'impressionner à côté de son territoire les femelles qui passent. D'un coup, il cherche à poursuivre et change brusquement la direction de vol de la femelle vers son nid en construction.

Après cette visite guidée, le mâle diminue sa participation à la construction du nid au moment où la femelle accepte d'être son partenaire. La femelle qui lui succède continue la construction du nid jusqu'au stade 4.

IV.2.1.2- Description des stades de construction des nids

Aucune information sur la fabrication des nids de *Foudia madagascariensis* n'est disponible auparavant. C'est la première fois que la nidification de cette espèce a été étudiée dans la nature. Les séries de contrôles effectuées sur chaque nid ont permis de constater que la dimension des mailles de chaque nid varie suivant l'étape de fabrication. Par le biais de ce paramètre, l'évolution de fabrication des nids a été divisée en 4 stades:

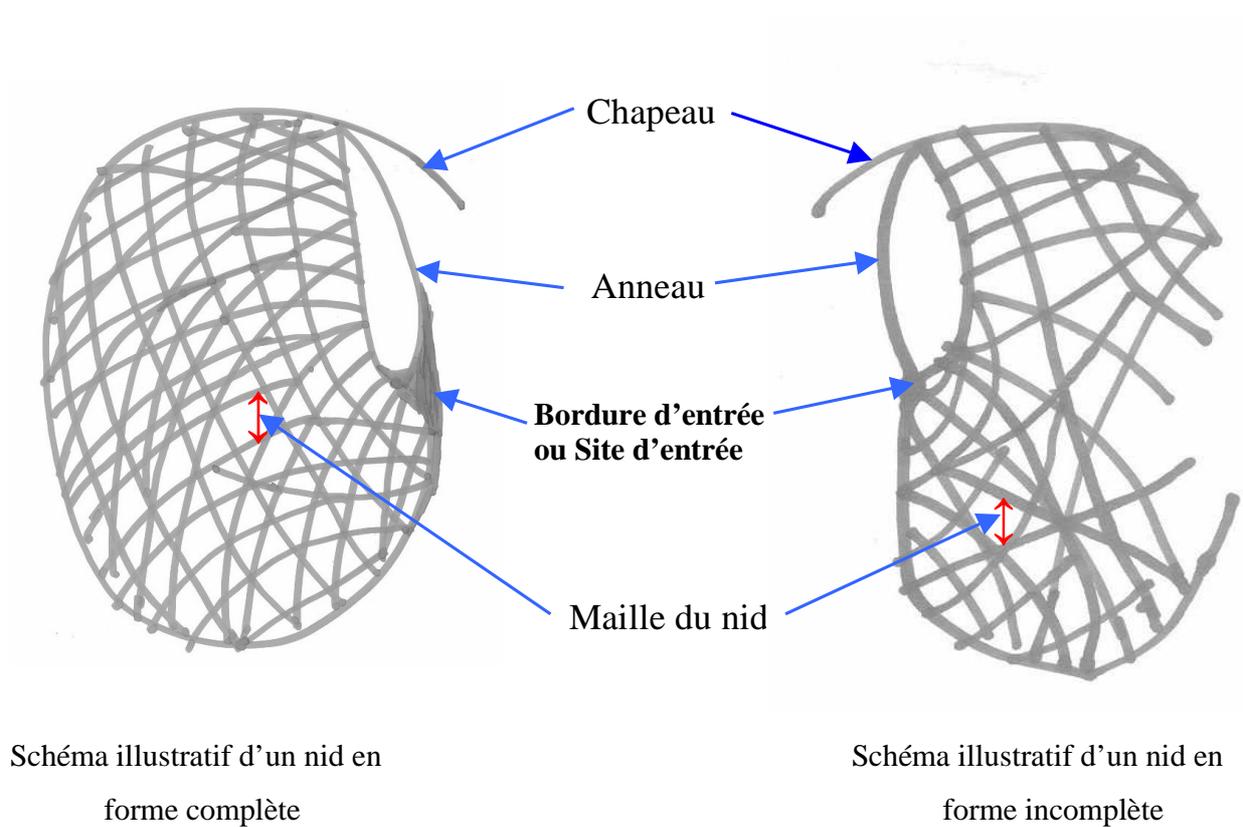
- Stade 1: commence au moment de la fabrication du nid, c'est-à-dire de la formation de l'anneau jusqu'à la mise en place de la chambre d'air. La dimension des mailles du nid est de 2 à 3 cm. La forme du nid n'est encore complète mais pourrait se munir souvent d'un chapeau
- Stade 2: la dimension des mailles du nid est de 1-2 cm, le nid prend une forme complète encore assez dense (Figure 4)
- Stade 3: la dimension des mailles du nid est de 1- 0,5 cm, la forme du nid est complète
- Stade 4: la dimension des mailles du nid est inférieure à 0,5 cm, la forme du nid est complète

Tableau 5: Critères d'évaluation des nids selon leurs stades de construction

Critères	Nid au stade 1	Nid au stade 2	Nid au stade 3	Nid au stade 4
Maille de nid	2 à 3 cm	1 à 2 cm	1 à 0,5 cm	Inférieur à 0,5 cm
Forme du nid	incomplète	complété	complète	complète

En général, la construction des nids commence à partir du stade 1 et se termine au stade 4. Mais les facteurs qui limitent l'évolution de chaque stade de nid à terme demeurent la pression anthropique, le climat, la prédation, la fréquentation de cette espèce sur leur territoire.

Figure 4: Représentation schématique des nids du genre *Foudia*,
(Dessin: RASAMISON A. Solohery)



IV.2.2- Evaluation des stades de chaque nid

Avant de récapituler les résultats des nids recensés, il faut noter que les nids trouvés ne sont pas toujours un nid en construction. C'est ainsi que les stades de fabrication des nids trouvés ne sont pas semblables. Cinq possibilités pourraient être observées pour chaque nid localisé: soit un nid de 1^{er} stade, soit un nid de 2^{ème} stade, soit un nid de 3^{ème} stade, soit un nid de 4^{ème} stade vide, pourvu d'œuf ou oisillon. Il faut noter que les nids trouvés au 4^{ème} stade sont parfois des anciens nids dont les oisillons étaient envolés, et les couples ne les réutilisent plus.

IV.2.2.1- Evolution des nids au stade 1

Parmi les nids recensés, 78 sont au stade 1. A la suite des séries de contrôle journalier des nids, 20 parmi eux sont abandonnés au stade 1, 12 nids au stade 2 et 7 nids au stade 3. Seuls deux nids ont évolué jusqu'au stade 4 mais ils ont été laissés abandonner plus tard. Par ailleurs, 33 nids se trouvent détruits et aucun nid n'est disposé d'œufs ou oisillons. Le tableau suivant résume ces résultats.

Tableau 6: Evolution des nids de *Foudia madagascariensis* au stade 1

EVOLUTION		Stade 1	Stade 2	Stade 3	Stade 4
Nids abandonnés		20	12	7	2
Nids détruits		17	7	6	4
ŒUFS	Disparus				4

IV.2.2.2- Evolution des nids au stade 2

Le nombre des nids trouvés au stade 2 est de 98 nids. Parmi eux, 60 nids sont abandonnés et 33 détruits. Cinq nids évoluent au stade 4 et contiennent des œufs. Parmi ces dernières, trois sont détruits, les œufs des deux nids étaient éclos. Seuls les oisillons d'un seul nid survivent et atteignent l'âge de l'envol. Le tableau suivant résume ces résultats.

Tableau 7: Evolution des nids de *Foudia madagascariensis* au stade 2

EVOLUTION		Stade 2	Stade 3	Stade 4
Nids abandonnés		29	24	7
Nids détruits		19	13	1
ŒUFS	Abandonnés			1
	Disparus			2
OISILLONS	Morts			1
	1er vol			1

Nids des différents stades



Photo 10: Nid au stade 1, Ranomafana février-20004
Cliché : RASAMISON A. Solohery



Photo 11: Nid au stade 2, Ranomafana, février-2004
Cliché : RASAMISON A. Solohery



Photo 12: Nid au stade 3, Ranomafana, mars 2004
Cliché : RASAMISON A. Solohery



Photo 13: Nid au stade 4, Ranomafana, février 2004
Cliché : RASAMISON A. Solohery

IV.2.2.3- Evolution des nids au stade 3

Parmi les 82 nids de stade 3 répertoriés, 62 demeurent au stade 3 et ils sont tous détruits sinon abandonnés, 8 nids ont évolué au stade 4 et contenaient des œufs. Cependant, les cinq nids pourvus d'œufs sont abandonnés après la disparition des œufs. Parmi les trois nids qui sont pourvus des oisillons, un nid seulement contient des oisillons qui ont effectué leurs premiers vols. Les autres oisillons qui vivent dans les deux autres nids sont tous morts. Le tableau suivant résume ces résultats.

Tableau 8: Evolution des nids de *Foudia madagascariensis* au stade 3

EVOLUTION		Stade 3	Stade 4
Nids abandonnés		44	7
Nids détruits		18	5
ŒUFS	Abandonnés		1
	Disparus		4
OISILLONS	Morts		2
	1er vol		1

IV.2.2.4- Evolution des nids au stade 4

Parmi les 116 nids des deux espèces au stade 4 identifiés, 82 ont été trouvés avec œufs dont 14 abandonnés et 34 dépourvus d'œufs dont 23 abandonnés. Selon les contrôles effectués au niveau des nids contenant d'œufs, 40 sont abandonnés et 28 contiennent des œufs en éclosion. 6 nids sont pourvus des oisillons morts, 10 sont dépourvus de leurs oisillons et 12 sont délaissés après le premier vol des oisillons. Parmi les 11 nids trouvés sans œuf, un est pourvu d'œuf plus tard, 10 contiennent des oisillons.

Tableau 9: Evolution des nids des deux espèces de Fody au stade 4

EVOLUTION		Sans œuf	Avec œuf	Avec oisillon
Nids abandonnés		20	14	
Nids détruits		3		
ŒUFS	Abandonnés		1	
	Disparus	1	39	
OISILLONS	Morts	6		2
	Disparus	10		1
	1er vol	12		7

L'analyse de diagramme des nids des quatre stades indique que l'effectif des nids détruits et abandonnés diminue progressivement au stade 4. En outre les nids en construction au stade 3 qui sont physiquement détruits et abandonnés restent les plus nombreux parmi les quatre stades d'évolution de la construction des nids de *Foudia madagascariensis*.

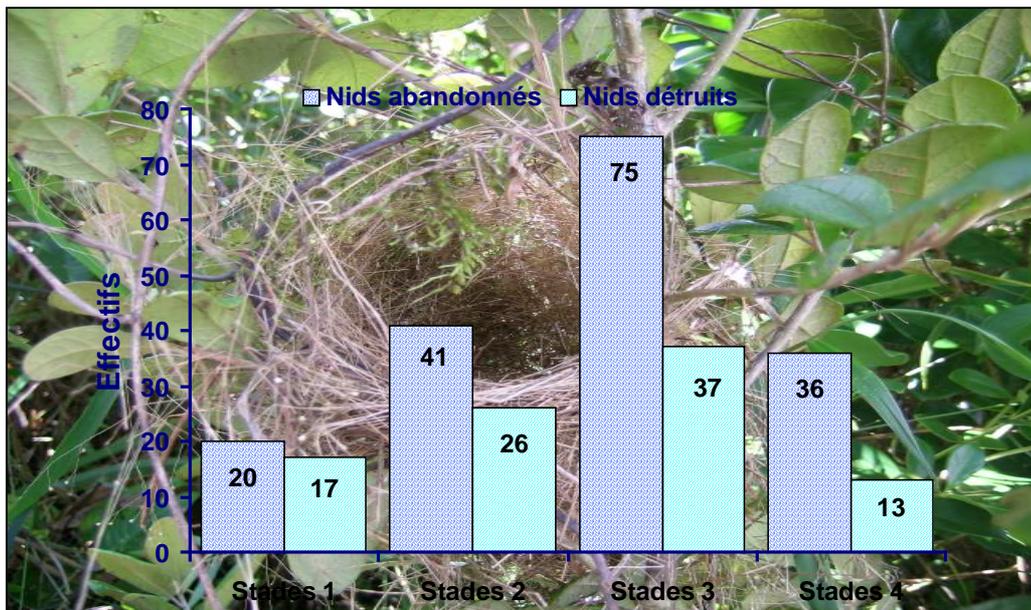


Figure 5: Diagramme des nids détruits et abandonnés des 4 stades chez *Foudia madagascariensis*

IV.2.3- Description des nids du genre *Foudia*

D'après les observations directes, les nids sont tous construits dans le territoire occupé par le mâle. En effet il n'y a pas de nidification en colonie comme chez les autres espèces de la famille de Ploceidae, à savoir: *Ploceus nelicourvi*, *P. sakalava*, *P. cuculatus*. (Photo 14 et 17). Leurs nids sont en colonie et appartiennent à plusieurs individus mâles du groupe (observation personnelle).

Les nids fabriqués par *Foudia madagascariensis* et *F. omissa* ont une forme de coupelle. L'ouverture du nid est couverte par un chapeau à la partie supérieure, ces nids sont tous attachés sur les branches ou dissimulés dans une touffe d'herbes. Même les individus appartenant aux *Ploceus nelicourvi* et *P. sakalava* possèdent des nids en forme de coupelle mais leurs ouvertures se trouvent à l'extrémité d'un tube allongé qui est orienté vers le bas, leurs nids sont suspendus sur un arbre. Par ailleurs, la forme des nids d'autre famille de Monarchidae n'adopte pas cette structure: c'est le nid de *Terpsiphone mutata* (Photos 14, 15, 16 et 17).

Nids des autres espèces de la Famille de Ploceidae et d'autres espèces



Photo 14: Nids de *Ploceus sakalava*, Namakia, mars 2005
Cliché: RASAMISON A. Solohery



Photo 15: Nid de *Terpsiphone mutata*, Andasibe, octobre 2004
Cliché : RASAMISON A. Solohery



Photo 16: Nid de *Ploceus nelicourvi*, Vondrozo, novembre 2005
Cliché : RASAMISON A. Solohery



Photo 17: Nid de *Ploceus cuculatus*, Kibale-Uganda, août 2006
Cliché : RASAMISON A. Solohery

IV.2.4- Dispersion et orientation du nid

Les nids de ces deux espèces du genre *Foudia* sont tous localisés dans les territoires occupés par les mâles. Même si plusieurs nids pourraient être localisés dans chaque territoire contrôlé par le mâle. L'emplacement des nids diffère selon l'orientation de l'ouverture du nid et la distance de chaque nid par rapport à ceux qui sont localisés sur un territoire, (Tableau 10 et 11).

Tableau 10: Emplacement des nids fabriqués par le mâle de *Foudia madagascariensis*

Rang du nid	1	2	3	4	5
Nid n°	164	151	85	149	
Stade	4	4	4	4	
Etat du nid à la fin de contrôle	3 oisillons morts	Détruit	1 oisillon envolé	3 oisillons envolés	
Distance par rapport au 1 ^{er} nid (m)		90	40	40	
Orientation par rapport au 1 ^{er} nid		280°	230°	335°	
Nid n°	75	62	63	115	114
Stade	4	4	4	2	4
Etat du nid à la fin de contrôle	Détruit	3 oisillons morts noyés	2 oisillons morts noyés	Délaissé	3 œufs volés
Distance par rapport au 1 ^{er} nid (m)		80	130	120	40
Orientation par rapport au 1 ^{er} nid		220°	15°	345°	45°

Tableau 11: Emplacement des nids fabriqués par le mâle de *Foudia omissa*

Rang du nid	1	2	3	4	5	6	7	8
Nid n°	6	8	5	132	171	215	350	309
Stade	4	4	2	4	2	4	4	2
Etat du nid à la fin de contrôle	Délaissé	1 oisillon mort	Détruit	3 oisillons envolés	Délaissé	3 oisillons disparus	3 oisillons disparus	Délaissé
Distance par rapport au 1 ^{er} nid (m)		100	60	30	20	60	20	50
Orientation par rapport au 1 ^{er} nid		255°	145°	30°	165°	280°	130°	300°

IV.2.5- Caractéristique des nids

La forme des nids de ces deux espèces est similaire. La présence de chapeau sur chaque nid protège les oisillons à l'infiltration du soleil à l'intérieur et sert en quelque sorte de parapluie. La bordure de l'entrée du nid constitue un lieu d'atterrissage des adultes pendant l'élevage des oisillons.

Tableau 12: Récapitulation des mesures morphométriques des nids

Espèce	Diamètre (cm)	Profondeur (cm)	Hauteur (cm)	Longueur du chapeau (cm)	Nid n°
<i>Foudia madagascariensis</i>	6,08	4,6	13,8	5,6	137
<i>Foudia madagascariensis</i>	5,7	5,7	17,77	6	287
<i>Foudia madagascariensis</i>	5,5	7,7	14,3	6,41	13
<i>Foudia madagascariensis</i>	5,4	5,4	14,5		68
<i>Foudia madagascariensis</i>	5,8	4,7	12,3	6,2	329
Moyenne	5,69±0,12	5,62±0,56	14,53±0,90	6,05±0,17	
<i>Foudia omissa</i>	5,5	6,2	13,8	7,4	350

IV.2.6- Choix de l'emplacement des nids

Il est à noter que le mâle possède au moins 3 nids dans son territoire. Les deux espèces fréquentent les zones périphériques des champs de rizières. Ces zones ouvertes sont constituées par des cultures vivrières ou entourées par des forêts dégradées et quelque fois des vestiges de forêt primaire. C'est le cas des nids n° 153, 167 et 216.

La localisation des nids selon les types d'habitats fréquentés par les individus de *F. madagascariensis* (Tableau 13) indique que plus de la moitié des nids, c'est-à-dire 61,68% sont installés près des rizières. Les nids construits dans la forêt et le long des cours d'eau et de la rivière Namorona restent moins nombreux.

Tableau 13: Localisation des nids de *Foudia madagascariensis* selon les types d'habitats

Localisation des nids	Autour des champs des rizières	Le long de la rivière ou cours d'eau	Autour des cultures vivrières	Forêt loin des rizières
Effectifs des nids	227	36	79	26
Pourcentages	61,68	9,78	21,47	7,06

Tous les sept nids de *Foudia omissa* sont installés collectivement autour d'un terrain de culture vivrière (maïs et patate douce) entouré par des forêts dégradées et près de la rivière Namorona. Leurs emplacements se trouvent loin des rizières (entre 400 et 900 m)

IV.2.7- Etudes des matériels de nidification et de support du nid

Les plantes qui entourent leurs territoires sont utilisées comme matériel de nidification des nids. D'après l'identification des espèces sur place avec l'aide d'un Botaniste du PBZT, les matériaux utilisés par les deux espèces pour la fabrication du nid sont les mêmes.

Tableau 14: Liste des espèces végétales utilisées par les deux espèces du genre *Foudia*

Familles	Genres	Espèces	Nom vernaculaire Malagasy
Acanthaceae	<i>Ruellia</i>	<i>cowanii</i>	Velatra
Araliaceae	<i>Dypsis</i>	<i>vantsilana</i>	Mananitra
Asteraceae	<i>Cotlea</i>	<i>appendiculata</i>	Harongana
Fabaceae	<i>Acasia</i>	sp.	
Hypericaceae	<i>Psorospermum</i>	sp.	Arongampanihy
Lanniaceae	<i>Cryptocarya</i>	sp.	Vahitsingotroka
Loganiaceae	<i>Nuxia</i>	<i>coriacea</i>	Valanirana
Melastomataceae	<i>Gravesia</i>	<i>laxiflora</i>	
	<i>Gravesia</i>	<i>vestita</i>	
	<i>Gravesia</i>	sp.	
Myrcinaceae	<i>Oncostenum</i>	sp.	
Myrtaceae	<i>Psidium</i>	<i>cattleyanum</i>	Goavitsinahy
	<i>Eucaluptus</i>	sp.	
Rosaceae	<i>Rubus</i>	sp.	
Rubiaceae	<i>Psychotria</i>	sp.	Maintihatoka
Poaceae	<i>Bambusa</i>	sp.	Volo

IV.2.8- Menace et pression anthropique

IV.2.8.1- Pression anthropique

Les Fody sont considérés comme des oiseaux nuisibles, leurs rassemblements près des champs de rizières à la quête de nourriture peuvent engendrer plusieurs dégâts sur la culture et la récolte du riz. De ce fait, les villageois les méprisent en les tuant afin que la population entière soit éradiquée. Cette forme de pression anthropique pesant sur la survie de ces deux espèces avait des répercussions sur notre étude. Car les villageois ne cessent de détruire volontairement les nids et même de prendre les œufs ou oisillons trouvés et suivis depuis plusieurs jours. Malgré les sensibilisations des villageois et la descente des autorités pour réduire ces actes, cette pratique persiste et ne récompense pas tous les efforts déployés pour collecter le maximum de résultats.

IV.2.8.2- Effet du climat

D'après les résultats de contrôles des nids, la tombée quasi quotidienne des pluies les ont endommagés. Cette situation incite les oiseaux à abandonner leurs nids et à en fabriquer un nouveau.

Le passage violent du cyclone Elita du 31/01/04 au 02/02/04 et celui de cyclone Gafilo du 7/03/04 au 10/03/04 dans cette région dans la zone d'étude apportaient des vents violents, des pluies torrentielles ont aggravé la situation. Par exemple, ceci a entraîné l'inondation et le ravage de quelques nids autour des rizières, cas des nids n° 43, 62, 243, 248, 249, 287 et 289.

IV.2.8.3- Effet de la prédation

A la suite des suivis effectués sur les nids, trois cas de prédatons ont été enregistrés sur les nids contenant des œufs ou des oisillons observés (Tableau 15):

- *Centropus toulou* qui a cassé les œufs ou dévoré les oisillons dans le nid surtout à l'absence de la femelle.

- *Rattus rattus* qui a troué la partie inférieure du nid et cassé l'œuf ou mangé les oisillons. La présence d'un grand trou traversant la partie inférieure des nids indique cette action. Les nids dissimulés sur les touffes d'herbes ou près des rizières sont les plus vulnérables à cet acte.

- *Microcebus* sp. qui a décortiqué l'œuf et habite à l'intérieur. Il prend possession du nid comme dortoir. L'intérieur du nid occupé par Microcèbe est rempli de feuilles sèches. Ces nids ont été par la suite délaissés par l'oiseau.

Tableau 15: Récapitulation de l'effet des prédateurs sur les nids, l'œuf et l'oisillon

Date	Prédateur	Nid n°	Etat	Observations
26/01/2004	<i>Centropus toulou</i>	17	3 œufs	œufs cassé
03/02/2004	<i>Centropus toulou</i>	19	2 œufs	œufs cassé
17/02/2004	<i>Centropus toulou</i>	44	3 œufs	œufs cassé
16/02/2004	<i>Centropus toulou</i>	91	4 œufs	œufs cassé
15/02/2004	<i>Centropus toulou</i>	114	3 œufs	œufs cassé
26/01/2004	<i>Rattus rattus</i>	9	3 œufs	disparition d'œuf et présence de trou sur la partie inférieure du nid
20/01/2004	<i>Rattus rattus</i>	32	3 œufs	disparition d'œufs et présence de trou sur la partie inférieure du nid
01/03/2004	<i>Rattus rattus</i>	117	un œuf et un oisillon	disparition d'œuf et présence d'un trou sur la partie inférieure du nid
18/02/2004	<i>Microcebus</i> sp.	178	un œuf	disparition d'œuf et nid rempli des feuilles sèches
14/02/2004	<i>Microcebus</i> sp.	46	en construction au stade 3	nid rempli de feuilles sèches et délaissé par leur propriétaire
21/03/2004	<i>Microcebus</i> sp.	255	en construction au stade 4	nid rempli de feuilles sèches et délaissé par leur propriétaire

IV.3- Accouplement

Très peu d'information existe sur l'accouplement de Fody. Au cours de la présente étude, aucun cas d'accouplement n'est observé chez *Foudia omissa*. Seules 5 occasions d'accouplement de *Foudia madagascariensis* ont été observées autour des nids n° 166 et 283. La durée de la copulation varie de 4 à 9 secondes. Le tableau suivant note l'observation lors de ces accouplements. Les observations effectuées autour du nid n° 283 démontrent que les accouplements entre mâle et son partenaire ont eu lieu durant la fabrication du nid et après une parade nuptiale.

Tableau 16: Observation des accouplements autour du nid de *Foudia madagascariensis*

Date	Heure	Durée	Nid n°	Etat du nid	Accouplement
24/02/04	08: 45	9s	166	avec 4 œufs	mâle et autre femelle
05/03/04	17: 35	4s	166	avec 4 œufs	mâle et autre femelle
11/03/04	08: 45	6s	283	stade 4	mâle et son partenaire
11/03/04	09: 33	7s	283	stade 4	mâle et son partenaire
11/03/04	09: 47	5s	283	stade 4	mâle et son partenaire

Pour le nid n° 166, le mâle propriétaire du nid s'est accouplé avec d'autres femelles qui passaient sur son territoire au moment où son partenaire était en incubation.

IV.4- La ponte

IV.4.1- Morphologie des œufs

L'œuf de ces deux espèces est de forme ovale, leur couleur varie souvent entre bleue-pâle ou bleue vert-pâle. Le tableau suivant montre leur dimension. En moyenne leur masse est de 1,875 g, leur longueur est de 18,41 mm et le diamètre de l'œuf est de 13,41 mm.

Tableau 17: Mensuration des œufs de *Foudia madagascariensis*

	Effectifs des œufs	Minimum	Maximum	Moyenne	Standard erreur
Masse	14	1,75 g	2 g	1,875 g	± 0,129
Longueur	14	17,66 mm	20,11 mm	18,41 mm	± 0,640
Diamètre	14	12,84 mm	13,94 mm	13,41 mm	± 0,329



Photo 18: Œufs de *Foudia madagascariensis*, Ranomafana-avril 2004.

Cliché: RASAMISON A. Solohery

IV.4.2- Nombre d'œufs par ponte

Les 82 nids de *Foudia madagascariensis* pourvus d'œufs démontrent que le nombre d'œufs par ponte varie de 1 à 5. Plus de la moitié des nids observés renferment 2 ou 3 œufs. Par ailleurs, deux nids seulement en avaient respectivement 5 et 1 et 8 nids avec 4 œufs (Tableau 18).

Tableau 18: Nombre d'œufs par ponte chez *Foudia madagascariensis*

Nid N°	Nids		Œufs		
	Effectif	%	Nombre d'œufs	Effectif	%
8, 26, 27, 40, 158, 179, 199	7	8,54	1	7	3,12
18, 23, 44, 50, 82, 91, 146, 156, 193, 246, 271, 325, 327, 352	14	17,07	2	28	12,5
3, 9, 10, 14, 15, 17, 19, 21, 32, 33, 34,35, 36, 65, 66, 86, 92, 94,100, 106,107,115, 118, 147, 150, 153, 165, 166, 170, 181, 183, 184, 202, 21,220, 225, 229, 230, 231, 248, 281, 288, 293, 320, 321, 328, 347, 351, 365, 366	52	63,41	3	156	69,64
101, 130, 133, 167, 182, 292, 296, 314	8	9,76	4	32	14,29
272	1	1,22	5	1	0,45
Total	82			224	

Pendant notre étude, cinq nids de *Foudia omissa* seulement sont pourvus d'œufs. Le nombre d'œuf par ponte varie de 1 à 3 (Tableau 19).

Tableau 19: Nombre des œufs par ponte chez *Foudia omissa*

Nid N°	Nids		ŒUFS		
	Effectif	%	Nombre d'œufs	Effectif	%
8	1	25	1	1	11,11
7	1	25	2	2	22,22
247 et 350	2	50	3	6	66,67
Total	5			9	

IV.4.3 - Nombre de ponte par saison

Le suivi de la femelle de *Foudia madagascariensis* (5/02/04 à 24/02/04) du nid n° 117 avec un oisillon démontre qu'elle a occupé un nouveau nid n° 187 au stade 4 en construction vers 3/03/04 après l'attaque de son oisillon par un prédateur le 24/02/04. Donc, le nombre de ponte de cette femelle devient deux lors de cette saison.

IV.4.4- Œuf de remplacement

Pour le nid de *Foudia madagascariensis* n° 48, il contient trois œufs avant le passage du cyclone Gafilo le 29 janvier 2004. Mais suite à l'inondation causée par ce cyclone du 3 au 4 février 2004, l'un de ces trois œufs a été emporté par l'eau. Le nombre d'œuf dans ce nid devient alors deux. Sept jours après c'est-à-dire le 11 février 2004, le nombre d'œufs revient à trois. Il y a en effet un œuf de remplacement.

IV.4.5- Incubation

D'après les contrôles des 22 nids de *Foudia madagascariensis*, la durée d'incubation est située entre 13 et 17 jours, le temps moyen d'incubation est égal à 32mn 48s ± 2mn 55s. L'éclosion des œufs dans chaque nid ne se fait pas simultanément, c'est le cas du nid n° 341 dont la 1^{ère} éclosion se fait le 27 avril 2004 à 7h 46mn 25s tandis que la 2^{ème} éclosion a lieu à 10h 20mn 18s le même jour. La couvaison des œufs varie de 1mn à 1h 59mn. Mais ce décalage d'éclosion des œufs dans un nid pourrait aller jusqu'à un jour (nid n° 245 le 7 mars 2004. éclosion des deux œufs puis 8 mars 2004, éclosion du 3^{ème} œuf). Il existe des cas où les œufs restent non éclos même après 5 jours de la première éclosion. C'est le cas du nid n° 85: avec 2 œufs éclos et un œuf non éclos, le nid n° 106: avec 2 œufs éclos et un non éclos et le nid n° 184: avec 3 œufs non éclos même si la femelle incube les œufs plus de 34 jours.

Au total, 221 œufs de *Foudia madagascariensis* ont été recensés lors de cette étude. Ces œufs sont répartis dans les 79 nids. Parmi eux, 44,34% sont éclos, 7,41% délaissés, 4,94 détruits, 26,54% disparus, 10,49% pillés, 1,85% inondés par l'eau et 10,49% étaient attaqués par les prédateurs. De ce fait, le taux de réussite d'incubation est moins de 50%. A part l'effet de la pression anthropique exercée par les villageois, l'effet des intempéries comme la pluie diluvienne pourrait ralentir la durée d'incubation et rendre l'œuf non éclos ou abandonné par les femelles.

Tableau 20: Illustration des résultats de nids de *Foudia madagascariensis* pourvus d'œufs

NIDS		ŒUFS		
Effectifs	Pourcentages		Effectifs	Pourcentages
30	37,97	Eclos	98	44,34
24	30,38	Disparus	63	28,51
6	7,59	Attaqués par prédateur	16	7,24
6	7,59	Délaissés	15	6,79
7	8,86	Piqués	14	6,33
4	5,06	Détruits	11	4,98
2	2,53	Inondés	4	1,81
79	100	TOTAL	221	100

Seuls cinq nids contenant 12 œufs de *Foudia omissa* sont détectés. Parmi ces œufs, 6 sont éclos, le taux de réussite d'incubation atteint alors 50%. Les six œufs restants sont abandonnés et détruits.

IV.4.6- Effectif des oisillons par nids

L'analyse des 121 oisillons qui sont repartis dans 44 nids de *Foudia madagascariensis* démontre que le nombre d'oisillon par nid varie de 1 à 5. Lors de cette étude, 65,91% des nids contiennent 3 oisillons et 20,45% renferment 2 oisillons. Pourtant, la présence d'un ou 4 ou 5 oisillons dans un nid est occasionnel.

Tableau 21: Illustration des résultats de nids de *Foudia madagascariensis* pourvus d'oisillons

Nid N°	Nid		Oisillons		
	Nombre	%	Effectif par nid	Nombre	%
86, 118 et 263	3	6,82	1	3	2,48
7, 10, 14, 35, 55, 107, 183, 193 et 342	9	20,45	2	18	14,88
15, 21, 24, 42, 52, 63, 64, 66, 94, 106, 130, 133, 147, 150, 152, 153, 165, 170, 181, 182, 216, 225, 292, 293, 296, 307, 320, 330 et 334	29	65,91	3	87	71,90
101 et 167	2	4,55	4	8	6,61
272	1	2,27	5	5	4,13
Total	44			121	

D'après le suivi des 3 nids de *Foudia omissa* pourvus d'oisillons, le nombre d'oisillons est varié de 1 à 3. Plus de leurs moitiés sont pourvus de 3 oisillons et 36,36% n'en ont que 2 (Tableau 22). Alors le seul oisillon dans le nid n° 8 pourrait être exceptionnel.

Tableau 22: Illustration des résultats de nids de *Foudia omissa* pourvus d'oisillons

Nid N°	Nid		Oisillons		
	Nombre	%	Effectif par nid	Nombre	%
8	1	20	1	1	9,1
7 et 247	2	40	2	4	36,36
132 et 350	2	40	3	6	54,54
Total	5			11	

IV.4.7- Taux de survie des oisillons

Parmi les 121 oisillons de *Foudia madagascariensis* recensés, 38,56% sont morts, 7,78% sont disparus et 52,9% sont arrivés à s'envoler. Pour les six oisillons de *Foudia omissa*, 3 oisillons achèvent leurs premiers vols et 3 oisillons sont morts. L'historgramme suivant montre l'effectif des nids et oisillons qui sont disparus, morts ou envolés (Figure 6).

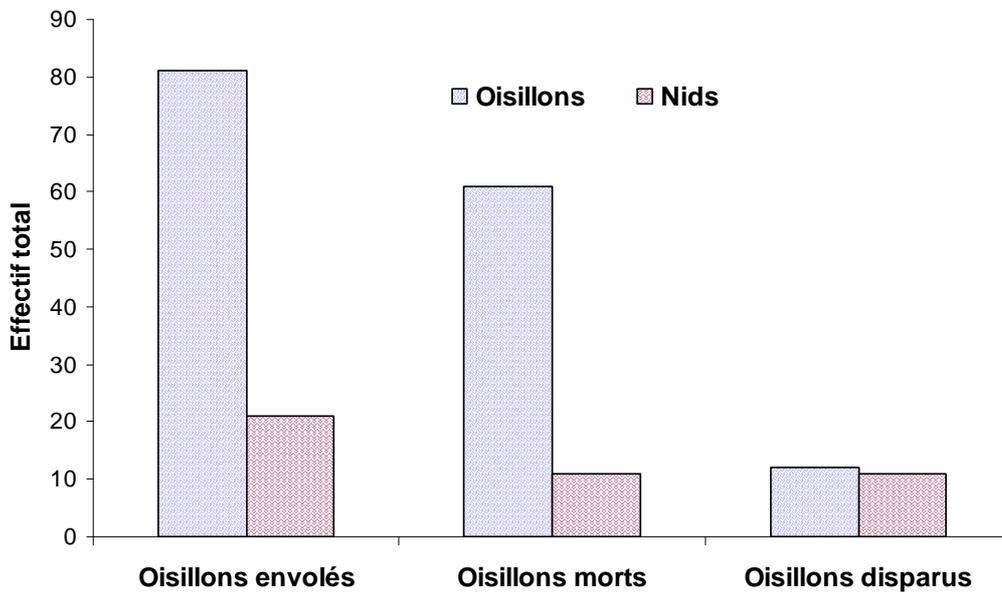


Figure 6: Historgramme d'effectif des nids et des oisillons morts, envolés et disparus de *Foudia madagascariensis*

IV.4.8- Période d'envol

Après l'éclosion des œufs, les oisillons de *Foudia madagascariensis* restent pendant 13 à 15 jours dans leurs nids et effectuent leurs premiers vols en sortant de leurs nids. L'insuffisance des données d'observations sur les deux nids de *Foudia omissa* ne permet pas de déterminer cette durée.

IV.5- Ethologie

IV.5.1- Fabrication du nid

L'observation des modalités de construction des nids est occasionnelle car aucune méthode n'est disponible pour déterminer préalablement l'emplacement du nid. C'est pourquoi, 15 nids de *Foudia madagascariensis* en construction seulement sont observés parmi les 375 nids localisés. Aucun nid de *Foudia omissa* en construction n'a été observé durant cette étude.

IV.5.1.1- Observation du nid au stade 1 en construction

L'observation du nid n° 307 pendant 2h 51mn 30s, montre que le mâle ne fréquente le nid qu'au cours de sa construction. Au stade 1, il commence à transporter des matériaux comme les brindilles pour tisser l'anneau qui va servir comme site d'entrée ou de bordure d'entrée du nid. La construction se fait petit à petit mais pas continue. De ce fait, il passe son temps à la surveillance de son territoire et en même temps repère les femelles qui passent aux alentours. Alors la construction de ce nid dépend de la présence des femelles car leurs absences pourraient l'inciter à un abandon et à en construire de nouveau.

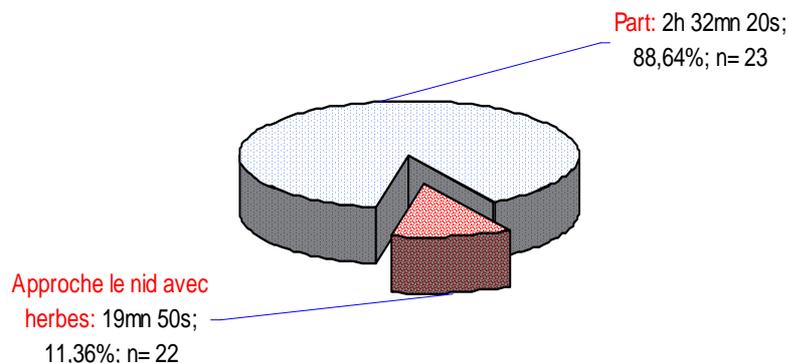


Figure 7: Proportion de la durée des activités d'un mâle de *Foudia madagascariensis* lors de la fabrication du nid au stade 1

IV.5.1.2- Observation des nids au stade 2 en construction

Après la construction du nid au stade 1, le mâle continue son travail et multiplie son activité autour de son territoire. Selon les 5 séances d'observation des 3 nids de *Foudia madagascariensis* n° 80, 96 et 396 pendant 10h 34mn 30s, il arrive 28 fois avec des brins pendant 29mn. Ce transport ne représente que 4,51% de son activité, car plus de 90% de son temps a été dépensé à la surveillance de leur nid ou des vols en dehors ou autour de son territoire. En outre, il repère toujours les femelles qui passent sur son territoire.

Avant la formation du couple les mâles de *Foudia madagascariensis* s'activent beaucoup dans leur territoire lors du stade 1 et stade 2 pour construire leurs nids et trouver une partenaire femelle en même temps. Au cours de la construction des nids au stade 2, les observations indiquent l'approche des mâles vers la femelle. Ceci se termine souvent par une visite guidée des femelles vers le nid. Cette visite facilite la succession de la femelle à poursuivre le travail de construction. C'est ainsi qu'une femelle a été observée lors de la visite de son nid (Tableau 23).

Tableau 23: Durée des activités des mâles de *Foudia madagascariensis* lors de la fabrication du nid au stade 2

Activités	Mâles et femelles		Mâles		Femelles	
	Durée	Fréquence	Durée	Fréquence	Durée	Fréquence
Part du loin du nid	8mn	1	14mn	39	6mn	1
Répare le nid			3mn	2		
Reste autour du nid	3mn	1	2h 13mn	15		
Reste autour du nid et chante			23mn	2		
Sort du nid			42mn 50s	9		
Suit la femelle			6mn	1		
Approche le nid	3mn	2	36mn 10	17	1mn 50s	2
Entre dans le nid			42mn	9		
Part loin du nid et chante			5mn	1		
Chante autour du nid			2mn	1		
Attaque d'autre oiseau			3mn	1		
Approche la femelle			2mn	10		
Arrive autour du nid et reste			2mn	4		
Arrive autour du nid			5mn	3		
Arrive autour du nid et chante			2mn	2		
Approche le nid			36mn	17		

IV.5.1.3- Observation des nids au stade 3 en construction

La femelle succède le mâle à la construction du nid au stade 3. Selon les 9 séances d'observations des 9 nids de *Foudia madagascariensis* n° 38, 80, 81, 98, 156, 191, 276, 281 et 283 pendant 23h 27mn, 36s, les femelles arrivent plus de centaines de fois aux nids en transportant des herbes et tissent les nids. La participation des femelles à la construction des nids à ce stade dure 2h 32mn 5s si 12mn seulement sont dépensées par le mâle. Donc c'est plutôt elle qui s'occupe de la construction.

Au total 10h 39mn 5s ont été dépensées par la femelle lors de cette construction, La fréquence de va-et-vient avec des brins témoigne la contribution considérable de femelle à cette activité. Même si les mâles participent peu à la construction, ils déboursent plus de 12h 36mn 20s car ils dépensent assez de temps pour surveiller leurs territoires, c'est pourquoi ils restent plus de 5h 2mn autour du nid. D'autres activités ont été effectués par les mâles en faisant des chants et des vols autour nid, ils suivent parfois leurs partenaires en dehors du territoire et s'accouplent (Tableau 24).

Tableau 24: Récapitulation des observations près des nids au stade 3 en construction

Activités	Mâles		Femelles		Mâles et femelles	
	Durée	Fréquence	Durée	Fréquence	Durée	Fréquence
Approche de nid	1h 9mn	18	9mn	7	50s	1
Approche et pause autour du nid	19mn	3	1mn	1		
Approche du mâle vers femelle	47mn 20s	14				
Arrivée au nid avec des herbes	12mn	7	2h 32mn 5s	120		
Arrivée au nid sans herbes					3mn	2
Accouplement					21s	3
Départ loin du nid	2h 11mn	15	4h 44mn 30s	33	1mn	1
Pause autour du nid	5h 2mn	21	13mn	2	7mn	2
Pause et chant autour du nid	8mn	2	7mn	1		
Sort du nid	42mn	6	2h 53mn	34		
Suivi des femelles par les mâles	2mn	1				
Vol autour du nid	18mn	1				
Vol et chant autour du nid	6mn	2				
Total	12h 36mn 20s	110	10h 39mn 5s	198	12mn 11s	9

IV.5.1.4- Observation des nids au stade 4 en construction

La construction des nids est terminée au stade 4. Selon les 6 séances d'observations de 9h 7mn 50s sur les 6 nids de *Foudia madagascariensis* n° 38, 80, 107, 124, 190 et 270, les femelles transportent des herbes plus de dix fois pendant 12mn 50s. La plupart des 7 tâches des femelles sont axées sur les nids. Par contre, les mâles restent plus longtemps autour de leurs territoires, et ne transportent que 2 fois pendant 3mn des matériaux de nidification. Ils ne font pas de réparations. Plus de 6h 49mn ont été enregistrées pour ses 13 activités (Tableau 25).

Même si les activités mâles et femelles autour du nid et de leurs territoires se ressemblent, chaque partenaire joue son rôle. Les femelles achèvent la fabrication des nids tandis que les mâles assurent le contrôle de leurs territoires. L'accompagnement du mâle avec son partenaire en volant autour de leur territoire est révélé au cours de ce stade.

Tableau 25: Récapitulation des observations près des nids au stade 4 en construction

Activités	Femelles		Mâles		Mâles et femelles	
	Durée	Fréquence	Durée	Fréquence	Durée	Fréquence
Approche de nid	8mn	1	7mn	3		
Approche des femelles par les mâles			8mn	4		
Arrivée autour du nid	1mn	1	2mn	1		
Arrivée près du nid avec herbes	12mn 50s	11	3mn	2		
Arrivée et chant autour du nid			1mn	1		
Arrivée et pause autour du nid			14mn	2		
Chant autour du nid			24mn	2		
Entrée dans le nid	1mn	1				
Part loin du nid	53mn	3	31mn	4		
Réparation du nid	3mn	1				
Pause autour du nid			1h 48mn	10		
Pause et chant autour du nid			2h 25mn	4		
Sorti du nid	54mn	5				
Suivi de la femelle			44mn	12		
Vol autour du nid			13mn	3		
Vol et chant autour du nid					6mn	1
Vol et pause autour du nid			9mn	2		
Total	2h 12mn 50s	23	6h 49mn	50	6mn	1

IV.5.2- Incubation et éclosion

Lors de cette étude, 25 nids de *Foudia madagascariensis* ont été suivis pendant 126h 24mn tandis que 2 nids de *Foudia omissa* ont été observés au cours de 12h 37mn. L'analyse des données d'activité effectuée par le mâle et femelle affirme les comportements suivants :

IV.5.2.1- Comportement des mâles

Les mâles des deux espèces n'entrent pas dans le nid et ne participent pas à l'incubation. Ils sont territoriaux, c'est ainsi qu'ils volent souvent autour de leurs territoires et chantent pour marquer leurs présences. Ils surveillent leurs territoires en attaquant les autres mâles qui y passent. C'est le cas observé autour des nids n° 164, 165, 166 et 170. En outre, ils contrôlent les activités de la femelle et assurent sa sécurité lorsqu'elle sort du nid. Il la suit et revient avec elle en chantant autour du nid.

Lors de l'incubation les mâles commencent à fabriquer de nouveaux nids autour de leurs territoires. C'est ainsi que 9 autres nids en construction sont détectés autour des territoires de trois individus mâles de *Foudia madagascariensis*. Ces nids sont tous construits pendant la période de l'incubation faite par la femelle (Tableau 26).

Tableau 26: Nids de *Foudia madagascariensis* construits par le mâle lors de l'incubation effectué par son partenaire

Espèce	Nombre de mâle	Date de découverte	Nid n°	Stade	Etat du nid
<i>Foudia madagascariensis</i>	1	22/01/2004	62	4	3 œufs
		22/01/2004	63	4	3 oisillons
		28/01/2004	75	4	en construction
		05/02/2004	114	3	en construction
		05/02/2004	115	1	en construction
	1	03/02/2004	85	4	2 œufs
		11/02/2004	149	3	en construction
		16/02/2004	164	4	en construction
	1	15/01/2004	27	2	délaissé
		15/01/2004	28	4	1 œuf
		21/01/2004	29	1	en construction
		05/02/2004	104	4	en construction
		05/02/2004	105	4	3 œufs
		05/02/2004	107	1	en construction
		05/02/2004	108	1	en construction
11/02/2004	152	4	3 œufs		

Chez *Foudia omissa*, 3 autres nids en construction ont été détectés fabriqués par un mâle lors de l'incubation. Des nids aux stades 3 et 4 en construction effectués par le mâle et sa nouvelle partenaire ont été détectés les 24 et 25 février 2004 et le 4 mars 2004. Ces nids sont construits au moment où la femelle est entrain de couvrir les œufs (Tableau 26).

Tableau 27: Nids de *Foudia omissa* fabriqués par le mâle lors de l'incubation

Espèce	Nombre de mâle	Date de découverte	Nid n°	Sta de	Etat du nid
<i>Foudia omissa</i>	1	21/01/2004	6	4	délaissé
		14/01/2004	7	4	2 œufs
		16/01/2004	8	4	1 œuf
		09/02/2004	132	4	3 œufs
		25/02/2004	216	4	en construction
		24/02/2004	350	3	en construction
		04/03/2004	247	3	en construction

IV.5.2.2- Comportement des femelles

Pendant l'incubation, les femelles sont sédentaires dans leurs nids. La femelle en couvaision ne sort de son nid que pour se ravitailler ou lorsqu'elle est perturbée.

Lors de l'éclosion des œufs, elle éjecte les débris de coquilles d'œufs à l'extérieur du nid. Cette rare occasion est enregistrée dans le nid n° 341 de *Foudia madagascariensis* le 27 avril 2004 de 7h 46mn 25s à 10h 20mn 18s. Elle éjecte deux fois les coquilles des deux nouveaux nés.

Les œufs n'éclosent pas simultanément en général. Dans ce cas, la femelle s'engage au nourrissage des oisillons et la couvaision des œufs non éclos à l'intérieur de son nid. Les observations effectuées sur les nids n° 65, 117, 231 et 341 indiquent que la femelle de *Foudia madagascariensis* nourrit ses oisillons sur la bordure d'entrée et entre ensuite dans le nid.

IV.5.3- Elevage des oisillons

Le seul nid de *Foudia omissa* pourvu des oisillons est difficilement accessible suite à son emplacement, aucun résultat sur l'élevage des oisillons n'est disponible pour ce phénomène. Pourtant 29 nids de *Foudia madagascariensis* ont été observés pendant 204h 56mn.

IV.5.3.1- Comportement des mâles

IV.5.3.1.1- Nourrissage des oisillons

Parmi les 27 nids suivis, les mâles participent à l’approvisionnement en nourriture des oisillons dans les 4 nids (n° 149, 210, 215 et 271) pendant 12 fois en se perchent sur la bordure d’entrée et partent après. Par contre les femelles nourrissent 353 fois dans tous les nids suivis. Donc, les mâles ne ravitaillent que temporairement ces congénères.

Tableau 28: Observation effectuée sur un mâle qui nourrit des oisillons

DATE	HEURE	Nid	Nombre d'oisillons	Sexe
17/2/04	09:59	T149	3	Mâle
19/3/04	08:58	T215	3	Mâle
20/3/04	08:30	T210	2	Mâle
20/3/04	08:49	T210	2	Mâle
20/3/04	08:20	T210	2	Mâle
20/3/04	09:42	T210	2	Mâle
20/3/04	10:18	T210	2	Mâle
20/3/04	10:40	T210	2	Mâle
29/3/04	10:32	T271	5	Mâle
29/3/04	14:21	T271	5	Mâle
5/4/05	15:04	T271	5	Mâle
5/4/05	15:37	T271	5	Mâle

IV.5.3.2- Comportement des femelles

IV.5.3.2.1- Nourrissage des oisillons

Ce sont les femelles de *Foudia madagascariensis* qui assurent en grande partie le nourrissage des oisillons. Sur les 27 nids suivis, elles nourrissent 353 fois les oisillons si 12 fois seulement sont pour les mâles. Elles se perchent sur la bordure d’entrée du nid et nourrissent les oisillons en régurgitant les bols alimentaires à l’intérieur des bords ouverts des oisillons. Les femelles entrent ensuite dans leurs nids et elles chantent parfois à l’intérieur pour se communiquer avec les mâles qui restent en dehors. Sinon, elles partent à la recherche de nourriture encore pour les oisillons.

IV.5.3.2.2- Protection des oisillons

Les femelles arrivent de temps en temps au nid pour surveiller et prendre soins des oisillons en montant sur les sites d’entrée ou bordure d’entrée du nid et partent après.

IV.5.3.2.3- Toilettage des nids

La femelle enlève avec son bec régulièrement les sacs de fèces déposées par les oisillons dans ce nid. L'historgramme suivant démontre ces différents rôles selon leurs fréquences dans les nids.

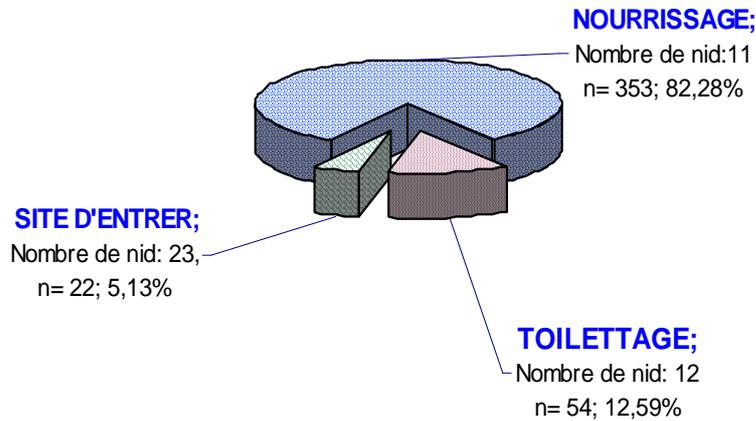


Figure 8: Fréquence des activités femelles dans les nids pourvus des oisillons de *Foudia madagascariensis*

IV.5.3.2.4- Comparaison des activités femelles lors de l'incubation et l'élevage des oisillons

L'analyse des observations sur les nids avec œufs ou oisillons indique que la fréquence d'entrée dans les nids exercés par les femelles pour l'incubation et l'élevage des oisillons sont proportionnels. Par ailleurs, l'élévation de la fréquence de sortie des femelles dans leurs nids pendant l'élevage des oisillons est due à la sortie des femelles après l'approvisionnement des oisillons.

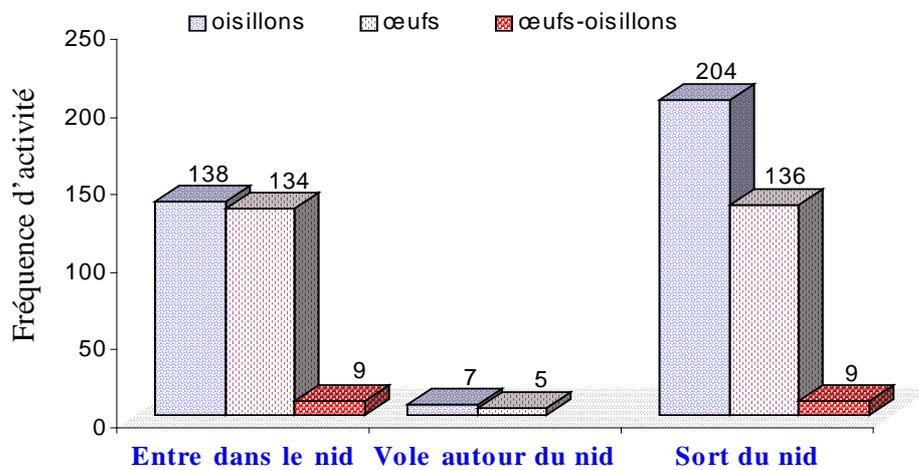


Figure 9: Histogramme des activités des femelles lors de l'incubation et l'élevage des oisillons

IV.5.4- Assistance au premier vol des oisillons

Aucune observation sur le premier vol des oisillons de *Foudia omissa* n'a été réalisée durant cette étude. Cependant, deux nids de *Foudia madagascariensis* n° 181 et 333 sont observés.

IV.5.4.1- Comportement des oisillons avant l'envol

Le comportement des oisillons change à partir du 10^{ème} jour après leurs éclosions. Ils sortent souvent leurs têtes à l'extérieur du nid et essaient de partir. C'est le cas du nid n° 271 à partir du 5 avril 2004.

IV.5.4.2- Description du premier vol des oisillons

Le premier vol des oisillons nécessite l'assistance de leurs parents, deux nids ont été observés durant 4h 10mn pour cet événement.

Nid de *Foudia madagascariensis* n° 181

Le 7 mars 2004 vers 5h 25mn, la femelle a laissé dans son nid avec les trois oisillons. Vers 6h 4mn elle revient et nourrit les oisillons en se perchait sur l'ouverture du nid et part encore. Ensuite elle revient et reste près de son nid. Puis les oisillons sortent un à un du nid et se perchent sur des branches à côté. L'un d'eux est tombé dans l'eau du fait de l'emplacement du nid près du cours d'eau. Ensuite, les deux oisillons suivent leur « mère », en faisant des petits vols. Le mâle chante autour de son nid tandis que la femelle s'avance de quelques mètres et reste près des oisillons. La femelle les nourrit encore une fois et enfin elle vole avec les deux oisillons en s'éloignant du nid.

Nid de *Foudia madagascariensis* n° 333

Le 26 mars 2004 vers 5h 45mn, la femelle ne restait pas dans son nid avec ses trois oisillons. Elle reste autour du nid avec le mâle et ils chantent ensemble. Un oisillon sort du nid vers 6h 46mn et suit le mâle. Les deux autres oisillons restent à l'intérieur jusqu'à 7h 20mn et ils sortent du nid après un court atterrissage de la femelle sur bordure d'entrée vers 7h 26mn. Enfin les trois oisillons et leurs parents s'éloignent rapidement du nid à 7h 48mn.

IV.5.5- Quelques comportements des mâles observés pendant la nidification

Au cours de l'incubation effectuée par la femelle, les mâles entament d'autre construction du nid. La conquête des femelles exercées par les mâles lors de la construction des autres nids autour de leurs territoires identifient quelques comportements chez les deux espèces.

IV.5.5.1- Cas de *Foudia madagascariensis*

Deux sortes de comportements ont été enregistrées chez les mâles de cette espèce:

IV. 5.5.1.1 Comportement de type 1

Le mâle dispose de plusieurs femelles dans son territoire. De ce fait, il commence à fabriquer un nouveau nid lorsque son premier partenaire est en train de couvrir ses œufs dans son nid. Pendant la construction d'autre nid, le mâle essaie de trouver une nouvelle partenaire pour le continuer et l'achever. C'est pourquoi, de nombreux nids pourvus d'œufs ou oisillons et nid en construction sont localisés dans chaque territoire occupé par le mâle (Annexe 5).

Selon le cas des nids n° 23, 24, et 32, le mâle fabrique le nid n° 32 pour sa 2^{ème} partenaire avant le 9 janvier 2004 quand sa 1^{ère} partenaire couve dans le nid n° 24. Puis il fabrique encore un autre pour sa 3^{ème} partenaire vers le 29 janvier 2004. Donc ce mâle possède trois partenaires dans son propre territoire.

Pour le cas des nids n° 62, 63, 75, 114 et 115, le mâle commence à fabriquer d'autre nid (nid n° 62) quand sa 1^{ère} partenaire occupe le nid n° 63. Ensuite, il en a construit d'autres, le nid n° 75 le 28 Janvier 2004 pour sa 3^{ème} partenaire, le nid n°115 pour sa 4^{ème} partenaire durant l'incubation et enfin construit un autre nid n° 114 pour une autre femelle. Donc le mâle possède quatre partenaires dans son territoire (Tableau 28).

Tableau 29: Liste des nids occupés par le mâle dans son territoire

Nombre de mâle	Date de découvert	Nid n°	Stade	observation au 1er contrôle	Fin de contrôle	Résultat à la fin du contrôle	Remarque
1	20/1/04	23	4	2 œufs	8/2/04	2 œufs disparus	
	19/1/04	24	4	3 oisillons	31/1/04	3 oisillons sont envolés	
	9/1/04	32	4	3 œufs	20/1/04	3 œufs pris par prédateur	
1	22/1/04	62	4	3 œufs	2/2 /04	3 oisillons morts	Nid inondé
	22/1/04	63	4	3 oisillons	27/1/04	les oisillons sont envolés	
	28/1/04	75	4	en construction	17/2/04	détruits	Pas d'évolution
	5/2/04	114	3	en construction	15/2/04	3 œufs sont disparus	
	5/2/04	115	1	en construction	15/2/04	stade 2	délaissé

IV.5.5.1.2- Comportement de type 2

Le mâle profite de s'accoupler avec les autres femelles qui passent sur son territoire même s'il ne fabrique pas un nouveau nid. C'est le cas du nid n° 166. Le mâle s'accouple deux fois avec d'autre femelle sans bague dans son territoire. L'observation de cet acte semble facile car le mâle et sa propre femelle partenaire sont déjà bagués.

Tableau 30: Observations effectuées pendant l'accouplement de mâle avec d'autre partenaire

Date	Heure	Nid n°	Nid	Copulation	Remarque
24/02/04	8:45	166	avec 4 œufs	mâle et autre femelle	mâle et femelle sont bagués
05/03/04	17:35	166	avec 4 œufs	mâle et autre femelle	mâle et femelle sont bagués

IV.5.5.2- Cas des mâles de *Foudia omissa*

IV.5.5.2.1- Comportement de type 1

Le mâle utilise la stratégie 1 pour avoir plusieurs partenaires femelles dans son territoire. En fait, il entame la fabrication des nouveaux nids lors de l'incubation, puis essaie de trouver d'autres partenaires en même temps. Cette nouvelle partenaire femelle continue et achève cette construction. C'est pourquoi, de nombreux nids pourvus d'œufs ou d'oisillons et du nid en construction sont localisés dans chaque territoire occupé par le mâle (Annexe 6).

Sept nids de *Foudia omissa*, ont été localisés. Ces nids sont tous localisés dans un territoire appartenant à un mâle. En effet, le mâle débute la fabrication du nouveau nid n° 7 pour sa 2^{ème} partenaire et ne réutilise pas l'ancien nid n° 8 occupé. Ensuite, il construit un nouveau nid pour son 3^{ème} partenaire et ainsi de suite.

Tableau 31: Liste des nids occupés par un mâle *Foudia omissa* dans son territoire

Date de découvert	Nid n°	Stade	Observation du nid au 1er contrôle	Fin de contrôle	Observation à la fin du contrôle	Remarque
21/01/04	6	4	délaissé	16/03/04	délaissé	Ancien nid
14/01/04	7	4	2 œufs	21/01/04	2 oisillons morts	
16/01/04	8	4	1 œuf	06/02/04	l'oisillon est mort	
09/02/04	132	4	3 œufs	04/03/04	3 oisillons envolés	
25/02/04	216	4	en construction	16/03/04	délaissé	
24/03/04	350	3	en construction	09/04/04	3 œufs disparus	
04/03/04	247	3	en construction	07/04/04	2 œufs piqués et abandonnés. 1 abandonné	

V- DISCUSSION

V.1- Capture par filet et baguage

V.1.1- Peuplement du genre *Foudia* capturé près des rizières

Les 628 individus capturés pendant 67 jours avec un taux de capture de 9,39 individus/jour/filet paraissent insuffisants. En effet, 58 oiseaux sont recapturés parmi ces individus. L'absence de la capture par filet près des dortoirs comme Sama l'a fait en 1999 montre que tous les individus qui fréquentent les rizières ne sont pas capturés entièrement. Vu l'abondance des individus dans leurs dortoirs et l'absence d'individus bagués près des rizières propriétaires des nids trouvés, tous les individus du genre *Foudia* capturés pourraient être des individus erratiques et il paraît ainsi que tous les oiseaux capturés ne représentent pas toute la communauté aviaire du genre *Foudia* localisée dans ces sites. Néanmoins, tous les individus capturés sont mesurés et bagués avant les relâchements. Donc les résultats obtenus restent importants pour l'identification de chaque individu capturé et les paramètres morphométriques.

A part les 340 individus de *Foudia madagascariensis* recensés, 156 individus de *Foudia omissa* ont été capturés. Le cas d'hybridation pourrait exister entre les deux espèces du fait de leur cohabitation sur le même site et de leur ressemblance morphologique. Ceci affirme la capture des 198 individus hybrides. Cette existence de spécimen à la morphologie intermédiaire entre *Foudia madagascariensis* et *Foudia omissa* et a déjà été signalée par Benson et al (1977) et Langrand (1990).

La cohabitation entre les deux espèces du genre *Foudia* et les formes hybrides pourraient entraîner une compétition interspécifique. C'est ainsi que les 156 individus de *Foudia omissa* capturés parmi les 628 individus indiquerait une dominance de *Foudia madagascariensis* et éventuellement les formes hybrides. Compte tenu de cette domination numérique, *F. omissa* y paraît moins compétitif par rapport à *F. madagascariensis*. Toutefois, comme les types d'habitats peuvent aussi jouer un rôle dans la distribution de ces espèces, plus d'investigation sera nécessaire avant que des conclusions plus adéquates soient évoquées.

V.1.2- Capture des couples reproducteurs

Seuls 11 individus de *Foudia madagascariensis* capturés et bagués constituent les parents des oisillons. Ces individus capturés représentent 5 couples propriétaires des nids n° 66, 129, 132, 153 et 169 et le mâle du nid n° 149. Au cours de cette étude, plusieurs facteurs pourraient influencer l'évolution des nids, comme les pressions anthropiques à travers la destruction et les pillages des œufs à tout moment de la reproduction. Par conséquent les parents des oisillons abandonnent leurs nids et ils ne peuvent pas être capturés après. Pour éviter de tels abandons aucune capture des couples n'est tentée avant l'éclosion. Pourtant les mâles demeurent facilement identifiables par leur plumage nuptial rouge. Alors l'identification des couples pourrait se faire à partir de l'identification des mâles et tous oiseaux suivis appartiennent plus aisément à *Foudia madagascariensis* et à *Foudia omissa*.

Parmi les nids pourvus des œufs ou oisillons, seuls 7 nids de *Foudia omissa* sont justifiés lors d'une série de suivi. Le nombre assez faible des individus clairement appartenant à cette espèce et la difficulté de trouver leurs nids respectifs explique ce chiffre assez faible. En effet, la capture par filets des mâles et femelles propriétaires des 7 nids de *Foudia omissa* suivis ne donnent aucun résultat même après 3 jours de capture intensive. Ils volent beaucoup trop haut au delà de portée du filet. De même cette espèce paraît plus sensible à l'abandon suite à une perturbation, ce qui nous a obligé de limiter les captures près des nids, d'où un taux de capture relativement faible.

V.1.3- Morphologie

Par le biais du test d'Anova et Mann Whitney, la hauteur du bec, la longueur du bec et le poids entre *Foudia madagascariensis* et *Foudia omissa* affirment des différences significatives. Il en est de même pour *Foudia madagascariensis* et les hybrides. Pourtant aucune variation significative n'est constatée pour les mêmes paramètres entre *Foudia omissa* et les hybrides. Ces résultats indiquent l'importance des paramètres morphologiques notamment la hauteur du bec, la longueur du bec et le poids des deux espèces pour pouvoir séparer les 3 formes (*Foudia madagascariensis*, *Foudia omissa* et les hybrides). En ce qui concerne *Foudia omissa* et les hybrides, l'insuffisance des données ne permet pas encore de dresser des conclusions plus fiables sur les principales raisons de similarité morphométrique. Il serait alors intéressant de continuer plus d'investigation dans ce champ.

V.2- Biologie de la reproduction

V.2.1- Nidification

Lors des recherches intensives des nids, un total de 375 nids a été trouvé dont 368 appartenant à *Foudia madagascariensis* et 7 au *Foudia omissa*. Les observations directes des nids ont permis la détermination de la saison de reproduction. Chez *Foudia madagascariensis*, cette période se situe entre novembre et avril (100% des 368 nids). Chez *Foudia omissa*, les données insuffisantes n'ont pas permis de bien déterminer cette période. L'étude basée sur la nidification de *F. rubra* et *F. madagascariensis* dans l'île Maurice a confirmé cette différence de la saison de reproduction entre espèces du genre *Foudia* (Safford, 1997). En effet l'effort déployé sur le terrain pour chercher plus de nid de *F. omissa* paraît intense, mais seuls 7 nids ont été trouvés malgré que 156 individus de cette espèce fussent capturés. Il semble alors que la saison de reproduction de *F. omissa* ne synchronise pas avec celle de *F. madagascariensis*. Toutefois, l'absence d'étude préalable sur cette espèce rend difficile la confirmation de cette hypothèse.

V.2.1.1- Fabrication des nids aux stades 1 et 2

Les observations nids de *Foudia madagascariensis* pendant le stade 1 et 2 n'affirment aucune participation des femelles. Seuls les mâles assurent la construction (nid n° 307 au stade 1). C'est à partir du stade 2 que le mâle tente de faire visiter sa construction à son partenaire (nid n° 80, 96, 396). Au cours de ces stades 1 et 2, le mâle choisit l'emplacement du nid, assure seul la construction en même temps que la recherche de partenaire. Au cas où aucune femelle n'accepte, il change d'endroit et commence à fabriquer d'autres nids (n° 90, 135, 163, 185, 196, 243, 324, 331 et 358). L'observation faite par Rand en 1936 sur un nid de *Foudia madagascariensis* suggérant la participation de la femelle dès la première construction n'est alors pas vérifiée au cours de la présente étude.

Le dynamisme des mâles de *Foudia madagascariensis* pendant la fabrication de nid aux stades 1 et 2 demande suffisamment d'énergie. Ceci les oblige à rester assez longtemps dans leur territoire et n'utiliser que des matériels végétaux tout près de leurs territoires. De plus ce comportement leur permet à la fois de surveiller leurs territoires et d'attirer des partenaires potentiels. En général, ils dépensent plus de 63 % de leur temps à rester sur leurs territoires.

Parmi les 176 nids aux stades 1 et 2, 37 se trouvent à l'état abandonné au stade 1, 67 détruits au stade 2 et 72 nids seulement sont trouvés évolués vers les stades 3 et 4. La durée de chaque stade de construction dépend de la formation du couple. Au stade 1, le mâle paraît très actif avant la formation de l'anneau qui va servir de bordure d'entrée de chaque nid. Une fois l'anneau établi, les activités des mâles sont au ralenti et elles varient en fonction de la présence des femelles dans leurs territoires. En effet les mâles pourraient abandonner les nids aux stades 1 ou 2 en construction suite à l'absence des femelles qui fréquentent leurs territoires. C'est ainsi que 72 nids seulement sont évolués aux stades 3 et 4.

Les nids au stade 1 abandonnés par le mâle sont moins nombreux par rapport au stade 2. Ceci indique que le risque d'abandon des nids par les mâles pourrait augmenter en fonction de leur stade d'évolution. L'absence de fréquentation des femelles qui prennent le relais après la fabrication du nid au stade 2 semble être principalement la raison de l'abandon des nids par le mâle (n =29).

L'exposition des nids au soleil facilite le séchage de matériaux de construction. Parfois les nids aux stades 1 et 2 ne résistent pas à la tombée des pluies, c'est ainsi que 35 nids des stades 1 et 2 ont été détruits. Ces deux facteurs pourraient faciliter la destruction et l'abandon volontaire des nids. En effet, la destruction effectuée par les villageois semble négligeable par rapport à l'abandon des nids aux stades 1 et 2. Par conséquent, la plupart des nids qui ne sont pas évolués aux stades 3 et 4 sont abandonnés de façon volontaire suite surtout à l'absence de femelle partenaire.

V.2.2.2- Fabrication des nids aux stades 3 et 4

Les observations effectuées près des nids aux stades 3 et 4 montrent la participation des femelles et un faible apport des mâles. D'une part, pour la construction des nids au stade 3 les femelles dépensent 5,02% de leur temps pour le transport des matériaux de nidification (nid n° 38, 80, 81, 156 et 283, avec n= 120) alors que le mâle n'intervient qu'à 1,85% au nid (n° 81, 98 et 156 avec n= 7). D'autre part, la durée de transport des matériaux de nidification au stade 4 reste largement différente chez les deux sexes. La femelle dépense 9,03%, de son temps (n° 124, 270 avec n= 11) tandis que le mâle débourse 0,037% seulement (nid n°124 avec n= 2). La différence de la durée de transport d'herbes par les mâles et femelles pour la construction des nids montre un rôle imposant des femelles à partir des stades 3 et 4.

Les activités principales des mâles sont axées sur la surveillance permanente de leur territoire. La durée de fréquentation auprès des nids aux stades 3 et 4 reste plus longue que celle effectuée par la femelle. En conséquence, les mâles dépensent 53,02% (n= 9 nids de stade 3) et 71,14% (n= 6 nids de stade 4) de leurs temps à la surveillance du territoire alors que les femelles y passent et dépensent 28,48% (n= 6 nids de stade 3) et 15,82% (n= 9 nids de stade 4).

Après la formation du couple, l'observation des nids au stade 3 indique que le mâle s'accouple avec son partenaire et l'accompagne lorsqu'elle part. Ces phénomènes ont été observés sur deux nids de *Foudia madagascariensis* parmi les 9 suivis (nid n° 191 et 283). Le mâle semble montrer à la femelle le bon endroit pour chercher les matériaux de construction (n= 4 couples). Cette coopération entre le mâle et femelles paraît maintenir la relation entre eux.

Parmi les 198 nids aux stades 3 et 4, 75 sont abandonnés aux stades 3 et 36 aux stades 4. En effet, les nids au stade 4 servent un abri contre les prédateurs, lieu approprié pour l'incubation, berceau des oisillons jusqu'à la période d'envol et finalement une chambre de perchoir des parents afin de garder les œufs (Gill, 1990). A ce stade, les femelles abandonnent rarement les nids, car théoriquement elles sont prêtes à pondre d'autant plus que la fréquence de l'accouplement atteint le maximum.

Les 75 nids abandonnés au stade 3 démontrent que les femelles pourraient les quitter volontairement. Ceci pourrait être dû à l'absence d'accouplement et l'intérêt que le mâle a son rencontre. Ainsi l'abandon des nids au stade 3 paraît supérieur au nombre de nids abandonné en stade 4. Seuls 7 nids contenant des œufs se trouvent abandonnés suite à une disparition soudaine des œufs ou encore à l'élongation de la période d'incubation dépassant 1 mois (comme le cas des nids n° 134 et 314). Aucun abandon d'oisillon n'est observé au cours de la présente étude. Il paraît alors que la présence des œufs ou des oisillons jouent un rôle important pour garantir l'occupation des nids au stade 4 par les femelles.

Généralement le dommage physique des nids semble diminuer au fur et à mesure que le stade de construction avance car 37 nids au stade 3 sont détruits et 16 en sont détruits au stade 4. Ceci pourrait s'expliquer par la résistance des nids en stade 4 aux intempéries par rapport à ceux du stade 3 suite à la compactations de leur structure. Par ailleurs, les nids au stade 4 demeurent vulnérables à la pression anthropique lorsqu'ils contiennent des œufs ou des oisillons car c'est à ce stade que les nids pillés abondent et les conséquences s'avèrent catastrophiques pour la colonie reproductrice. Cette constatation s'accroît par le fait que la possibilité de remplacement

des nids diminue à ce stade. Ce qui fait que la pression anthropique a des répercussions sur le déroulement de l'incubation et la croissance des oisillons. Etant nicheur en colonie, les Fody paraissent avoir une période de reproduction simultanée, correspondant à la maturité des riz, ce qui expose l'espèce aux impacts des pillages d'origine anthropique. Si quelques couples ratent cette période, des risques se présentent pour le déroulement de la reproduction suite à l'intempérie et la manque de nourriture (Sama, 1999). C'est pourquoi le mâle assure l'obtention maximale de nids et de partenaires dans son territoire au cours d'un laps de temps relativement court.

V.2.1.3- Comparaison des nids de *Foudia* avec ceux des autres espèces

Les nids des espèces du genre *Ploceus* sont suspendus sur les arbres et forment un tube allongé à son ouverture, ces dispositifs favorisent la protection de l'individu contre l'attaque des prédateurs terrestres. Par ailleurs les nids des espèces du genre *Foudia* sont attachés aux arbres, et paraissent facilement accessibles aux prédateurs, mais ils résistent à l'intempérie et aux rafales des vents. Par comparaison, ceux des *Terpsiphone mutata* sont dépourvus de chapeau et sa forme facilite l'attaque des prédateurs et il ya une forte exposition des oisillons aux intempéries. Donc la forme et la structure des nids des deux espèces du genre *Foudia* qui sont en coupelles pourraient favoriser la protection des nids contre l'attaque des prédateurs et le mauvais temps. Toutefois, la reproduction suffisamment simultanée qui provoque des impacts sur la riziculture engendre des destructions volontaires de la part des riziculteurs sur les nids.

V.2.1.4- Forme et structure des nids

Les nids de *Foudia madagascariensis* semblent les plus primitifs parmi les nids de Ploceidae (Collias et Collias, 1964; Safford, 1997) car leurs formes sont très simples. La boucle de tissage des nids de *F. madagascariensis* est très simple par rapport aux autres espèces de Ploceidae qui possèdent un remarquable nœud de tissage, comme le nid de *Ploceus nelicourvi* avec une structure bien tissée (Safford, pers.com). En effet les nids de *F. madagascariensis* et de *Foudia omissa* ont des formes et structures semblables. Donc les nids fabriqués par *F. omissa* paraissent aussi primitifs.

D'après l'analyse de la structure et forme des nids, ces derniers sont soumis en permanence à des facteurs climatiques et pressions anthropiques lors de leurs constructions ou

encore pendant les quatre stades. Parfois, une autre forme de pression qui est la force gravitationnelle pourrait peser sur la résistance des nids lors de l'élevage des oisillons. C'est le cas du nid n° 272 qui contient 5 oisillons. Lors de la croissance des oisillons, le nid ne semble pas supporter leur poids et commence à fondre progressivement avant leur envol. Alors le poids des oisillons joue aussi un rôle important dans la résistance des nids puisqu'ils ne sont pas construits en fonction du nombre d'œufs ou d'oisillons.

V.2.1.5- Dispersion des nids

Parmi les 368 nids de *Foudia madagascariensis*, plus de la moitié se trouve près des rizières (61,68%) puis viennent ceux proches des cultures vivrières (21,47%). Par ailleurs tous les nids de *Foudia omissa* sont localisés dans les cultures vivrières (n= 7). L'emplacement des nids près des rizières semble faciliter le déplacement des oiseaux pour la quête du riz qui assure la nourriture de base des adultes et secondairement pour celles des oisillons. Ce constat explique pourquoi la majorité des nids se trouvent non loin des rizières. En outre la dépense d'énergie au cours de l'incubation et la défense du territoire par le mâle obligeraient le couple à choisir un emplacement qui permet de réduire des déplacements suffisamment lointains. Ce phénomène est communément observé chez les oiseaux.

Le facteur climatique favorise la destruction des nids en construction et incite les femelles à les abandonner même en cours d'élaboration. C'est ainsi que plusieurs nids aux stades 3 et 4 sont abandonnés dans le territoire occupé par le mâle. C'est le cas des nids n° 153, 216 et 167. L'emplacement du nid aux stades 1 et 2 dans un endroit non fréquenté par la femelle incite le mâle à le quitter même en pleine construction. Dans ce cas, le mâle fabrique à nouveau un nid pour attirer une partenaire. Ce phénomène contribue à la dispersion des nids autour des endroits favorables.

V.2.1.6- Pression et menace

La prédation s'intensifie lors de l'incubation et tout au long de la croissance des oisillons. Trois types de prédateurs ont été identifiés à savoir: *Centropus toulou*, qui casse les œufs en l'absence des parents dans leurs territoires (n=5 nids de *Foudia madagascariensis*); *Rattus rattus*, troue la partie inférieure des nids et mange l'œuf (n=3 nids de *Foudia madagascariensis*) et *Microcebus*, qui envahissent et habitent dans les nids (n=3 nids de *Foudia madagascariensis*).

D'autres espèces d'oiseaux sont connues comme prédateurs de *Foudia madagascariensis* telles que: *Polyboroides radiatus* et *Acridotheres tristis* (Ruempler et Ruempler 1996; Andrianarimisa, pers.comm). Ces espèces n'ont pas été observées au cours de cette étude.

V.2.1.7- Influence des intempéries

Le stade 1 est l'étape cruciale pour la fabrication du nid. La fréquence des pluies diminue sa dureté, car il est facilement mouillé et abîmé. La disponibilité alimentaire près des territoires et le type de végétation existante pourraient être considérés comme des facteurs qui agissent sur la construction du nid. Au cours de la présente étude, les types de brindilles végétales utilisées paraissent expliquer l'état du nid. Par exemple, si les éléments mous comme brindille sèche sont en majorité, le nid devient de moins en moins compacté. Pourtant ces observations ne sont qu'à titre indicatif puisque aucune mesure de dureté n'a été prise.

L'abondance des pluies et le passage violent des deux cyclones Helita du 31/01/04 au 02/02/04 et le cyclone Gafilo du 7/03/04 au 10/03/04 dans cette région ont particulièrement augmenté le taux de mortalité des oisillons chez les deux espèces de Fody. Donc les oisillons paraissent être sensibles à l'intempérie.

V.3.- Formation du couple

Le processus de la formation du couple des deux espèces du genre *Foudia* débute au moment où la femelle accepte de continuer et d'achever la construction du nid à partir du stade 2. L'accouplement se produit généralement pendant cette période. La Fréquence de l'accouplement, la persistance de mâle et femelle dans le même territoire, la réussite de la construction du nid constituent notamment les facteurs qui pourraient entretenir la formation et la stabilité du couple.

V.3.1- Accouplement

La durée de cette période est courte chez *Foudia madagascariensis*, c'est-à-dire entre 4 et 9 secondes. Toutefois, l'accouplement se répète au moins 3 fois au cours de la journée (nid n° 283 le 11/03/04). Même des accouplements extra-couple pourrait exister de la part du mâle et de la femelle (mâle du nid n° 166 le 24/02/04). Cette fréquence de l'accouplement pourrait avoir un effet sur la fertilisation de la femelle (Village, 1990). Aucun accouplement de *Foudia omissa* n'est observé lors de cette étude.

V.3.2- Ponte et incubation

Malgré le nombre minime des nids de *Foudia omissa* (n=5), cette étude a montré que leur ponte est de 1 à 3 œufs. Chez *Foudia madagascariensis*, elle varie entre 1 et 5 (n= 82 nids). Ainsi, l'observation faite par Langrand en 1990 qui estime que le nombre d'œuf par ponte est de 3 ou 4 est vérifiée car parmi les 82 couples, 8,54% ont 1 œuf, 17,07% ont 2 œufs et 1,22% des couples ont 5 œufs. Par ailleurs, plus de 61,41% des couples ont 3 œufs, il semblerait alors que les femelles de *Foudia madagascariensis* pondent 3 œufs par ponte en général.

Le nid joue un rôle crucial après la fécondation, il maintient la température ambiante de l'abri, protège les œufs et oisillons de la prédation et contre la variation de la température à l'extérieur. Par rapport au nid de *Terpsiphone mutata* qui est incomplètement couvert (Photo 15), la forme complète des nids de la famille des Ploceidae à Madagascar donne une bonne protection contre les prédateurs et le changement de température à l'extérieur du nid. Cette structure proviendrait probablement du fait que ces espèces nichent dans les zones ouvertes.

Les œufs couvés par la femelle n'éclosent pas simultanément. C'est ainsi que les nids pourraient contenir des œufs et des oisillons à la fois (nid n° 3, 40, 65, 86, 91, 92, 100, 101, 107, 118, 130, 167, 281 et 288). Parfois les œufs non éclos sont jetés à l'extérieur du nid par les femelles (n°: 85, 117, 291 et 341).

Même si la température ambiante du nid est favorable à la couvaison des œufs, le changement de facteur écologique à l'extérieur des nids suite au passage des cyclones ou des pluies torrentielles pourrait prolonger la durée d'incubation. C'est le cas du nid n° : 184, l'incubation dure jusqu'à 42 jours.

V.3.3- Etude des comportements des mâles lors de la nidification

La plupart des mâles des deux espèces du genre *Foudia* possède au moins 3 nids (n=9). Cette possession lui permet d'avoir plusieurs partenaires. Les nids installés dans chaque territoire occupé par les mâles pourraient traduire la présence de nombreuses femelles partenaires. Au cours de cette étude, un mâle de *Foudia madagascariensis* possèdent trois différentes partenaires (cas des nids n° 23, 24 et 32) et même cinq (cas des nids n° 62, 63, 75, 114 et 115). En outre, cinq femelles ont été trouvées partenaires d'un seul mâle de *Foudia omissa* dans son territoire (nid n° 7, 8, 132, 247 et 350). Ceci pourrait indiquer une sorte de polygamie chez les mâles de *Foudia*

madagascariensis et *Foudia omissa*. Donc, l'observation faite par Craig en 2003 qui a défini l'espèce *Foudia madagascariensis* comme monogame n'est pas vérifiée durant cette étude.

Chez les deux espèces du genre *Foudia* et leurs formes hybrides, le nombre des mâles capturés par filet est toujours inférieur au nombre des individus femelles capturés. En effet le sex-ratio ou le rapport du nombre de mâle et le nombre des femelles des trois types d'individus sont toujours inférieurs à 1. Il est respectivement de 0,57 chez *Foudia madagascariensis* 0,49 chez *Foudia omissa* et 0,64 chez les hybrides. Chaque mâle a toujours la tendance d'accompagner avec de nombreuses femelles pendant la période de reproduction. Ce comportement semble être la cause de l'abondance de la population de ces deux espèces surtout chez *Foudia madagascariensis* car les mâles pourraient se reproduire sans cesse tout au long de la saison de reproduction vu leurs activités après la fabrication des nids au stade 2. C'est pourquoi, ils n'assurent que l'emplacement du nouveau nid, la fabrication du nid, la recherche des nouvelles partenaires femelles pour la construction des nids, l'accouplement et ainsi la protection de leur territoire. Par ailleurs les femelles passent leurs temps à l'incubation et l'élevage des oisillons dans leurs nids après la construction des nids aux stades 3 et 4. La disponibilité temporelle des mâles font qu'ils ont assez de temps pour construire le maximum de nouveaux nids et de se reproduire au maximum avec leurs partenaires.

V.4- Relation inter spécifique

Lors des captures par filets près des rizières, 340 individus de *Foudia madagascariensis* et 156 individus de *Foudia omissa* sont capturés. La différence en nombre d'individus qui fréquente les rizières pourrait expliquer une compétition inter spécifique au niveau trophique et sur l'habitat entre les deux espèces. Cette concurrence pourrait mettre en jeu la survie de la population locale des *Foudia omissa*, car l'effectif de leurs individus est minime. De ce fait ils risquent d'être toujours perdants vis-à-vis des individus hybrides et *Foudia madagascariensis*. La compétition intra spécifique entre les deux espèces du genre *Foudia* pourrait alors menacer la survie de la population locale des *Foudia omissa* dans cette zone.

D'après l'enquête effectuée auprès des villageois, la plupart d'entre eux ne distinguent pas ces deux espèces. En fait, les villageois ont l'habitude de dénicher sans exception les nids des Fody. La densité de *Foudia omissa* pourrait ainsi décroître à chaque saison d'épiaison des riz et après l'exploitation des récoltes rizicoles.

Le nombre des nids construits dans chaque territoire varie d'un individu à l'autre. En général ils varient entre 3 et 5 chez *Foudia madagascariensis*. De ce fait le nombre des femelles partenaires de chaque mâle de *Foudia madagascariensis* et même *Foudia omissa* pourraient définir la sélection de type inter-sexuelle chez les femelles. Ce nombre jauge l'élévation du coût du potentiel reproducteur du mâle. En effet, cette élévation faciliterait l'aptitude des mâles à conquérir leurs partenaires pour disperser leurs gènes. Donc la compétition inter-sexuelle pourrait engendrer la variation du nombre de partenaire propriétaire du nid dans chaque territoire occupé par les mâles.

Les activités et comportements se diffèrent entre les mâles et femelles des deux espèces du genre *Foudia*. En effet, les individus mâles de *Foudia madagascariensis* et *Foudia omissa* consacrent leurs temps à conquérir les femelles pour disperser leurs gènes, c'est l'investissement sexuel tandis que les femelles s'investissent dans l'incubation et l'élevage des jeunes, c'est l'investissement parental (Trivers, 1972). Donc les rôles joués par les mâles et femelles sembleraient être bien définis durant leurs périodes de reproductions.

VI- CONCLUSION

Cette étude vise à éclaircir la biologie de reproduction des deux espèces du genre *Foudia* au sein du Parc National de Ranomafana. Au total, 629 individus ont été capturés, constitués par 340 *Foudia madagascariensis*, 156 *Foudia omissa* et 133 supposés comme hybrides. Les relevés morphométriques effectués lors des captures sélectives affirment l'existence de spécimens à la morphologie intermédiaire entre les deux espèces du genre *Foudia* à Madagascar, fait déjà signalé par d'autres auteurs.

C'est la première fois qu'une étude sur la nidification et l'élevage des oisillons a été réalisée sur les deux espèces. En fait, leurs nids sont similaires et en forme de coupelles. Pendant la fabrication du nid, les mâles de *F. madagascariensis* choisissent l'emplacement du nid et entament leur construction du stade 1 jusqu'au stade 2 avant la formation du couple. La femelle qui accepte d'être sa partenaire continue cette construction du stade 3 jusqu'au stade 4. Au cours de cette période, le mâle surveille le territoire et déclenche l'accouplement. Aucun nid de *Foudia omissa* en construction n'est observé lors de cette étude. Plusieurs nids sont localisés dans chaque territoire occupé par les couples, ceci affirme que les mâles des deux espèces possèdent plus d'une partenaire femelle. Les intempéries, l'attaque des prédateurs comme *Centropus toulou*, *Rattus rattus* et *Microcebus* sp. et surtout la destruction des nids d'origine anthropique contribuent jusqu'à 26% d'échec de nidification et limitent le suivi et le déroulement de la nidification à terme.

Selon les observations effectuées sur les nids pourvus d'œufs et d'oisillons, les mâles de *F. madagascariensis* et *F. omissa* ne participent pas à l'incubation et ils approvisionnent rarement en nourriture les oisillons. Par contre les femelles de deux espèces assurent entièrement l'incubation des œufs et l'élevage des oisillons. Chez *Foudia madagascariensis*, la durée d'incubation est de 13 à 17 jours. Les oisillons effectuent leur 1^{er} vol après 13 ou 15 jours de l'éclosion sous l'assistance de leurs parents. Malgré le grand effort déployé pour trouver assez de nids de *Foudia omissa*, les résultats semblent insuffisants pour élucider sa biologie de reproduction à cause de la discrétion de cette espèce et l'emplacement de son nid sur la canopée. En outre, sa période de reproduction semble être non synchrone avec celle de *Foudia madagascariensis* qui coïncide avec la période d'étude.

VII- RECOMMANDATIONS

L'élevage en captivité des individus hybrides est recommandé pour évaluer le taux de la productivité entre les hybrides mâles et femelles.

La révision systématique à base d'ADN des deux espèces du genre *Foudia* à Madagascar est aussi sollicitée pour savoir si l'héritabilité génétique des individus supposés comme hybrides est issues des deux espèces ou une sous espèce à part entière.

L'analyse génétique des oisillons est recommandée pour connaître le taux de paternité des oisillons. Cette analyse permet aussi d'étudier le cas des polyandries chez la femelle de ces deux espèces.

Même si l'effort déployé pour trouver assez de nids de *Foudia omissa* est intense, les résultats semblent insuffisants et ne permettent pas d'élucider leur biologie de reproduction. De sorte que, d'autre investigation sur la biologie de reproduction de *Foudia omissa* est sollicitée pour compléter l'information déjà récoltée.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- **ANDRIANTSILAVO, M. M. 1997.** *Impact du Foudia madagascariensis sur la production rizicole dans la région de Moramanga (cas de riz de contre saison 1996-1997)*. Mémoire de fin d'études, Ecole supérieure des Sciences agronomiques. Université d'Antananarivo.
- 2- **BALKO, E. 1998.** *Behaviorally plastic Responses to forest composition and logging disturbance by Varecia variegata in Ranomafana National Park Madagascar*. Thèse de Ph.D. Syracuse University, Syracuse N.Y. Pp 107-128.
- 3- **BENSON, C. W., COLEBROOK-ROBJENT, J. F. R. & WILLIAMS, A. 1977.** Contribution à l'ornithologie de Madagascar. *L'oiseau et la Revue Française d'Ornithologie* 47: 167-91.
- 4- **CHANTRAINE, J. 1968.** Géologie et prospection de la région d'Ambohimahasoa, Fianarantsoa –Ifanadiana. *Rapport de fin de mission. Service géologique*. 60p.
- 5- **COLLIAS, N. E. & COLLIAS, C. E. 1964.** The evolution of nest building in the weaverbirds (Ploceidae); University of California. *Publs zool*; 73: 1-162.
- 6- **CRAIG, A. F. J. K. 2003.** *Foudia madagasacriensis*, Madagascar Fody, Fody, Fodimena. Pp 1045-1046. In: *The Natural history of Madagascar*. University of Chicago Press. 1709p.
- 7- **DICKINSON, E. C. 2003.** The Howard and Moore complete checklist of the birds of the world, 3rd edition, Christopher Helen, London.
- 8- **GILL. F. B. 1990.** *Ornithology*, Pp 348-354.
- 9- **GRASSI, C. B. S. 1997.** *The feeding ecology of the Gentle grey bamboo lemur, Hapalemur griseus griseus in southwester Madagascar*. Master of art. University of Texas (non publié).

- 10- GRENFELL, S. 1995.** Remaining forest cover. Pp: 88-96. In: *The Natural history of Madagascar*, The University of Chicago Press. 1709p.
- 11- JOLLY, A., ALBIGNAC, R. & PETTER, J. J. 1984.** The Lemurs. *Key environments: Madagascar*. Pergamon Press, Oxford. Pp 183-203.
- 12- JONHSON, B. K. 1994.** Soil survey, Ranomafana. *Rapport final*.
- 13- KOENIG, P. 2005.** Sexing Madagascar Red Fody *Foudia madagascariensis* in the non-breeding period. *Afring news* 34: 14-16.
- 16- LANGRAND, O. 1990.** *Guide to the birds of Madagascar*. Yale University Press, New Haven. & London. 364p.
- 17- LANGRAND, O. 1995.** *Guide des oiseaux de Madagascar*. 415p.
- 18- MADRIGAL, L., 1998.** *Statistics for Anthropology*. Cambridge University Press.
- 19- MANN, H. R. & HITNEY, D. R. 1947.** On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than other. *Ann Math.*, 1947, 18: 52-54.
- 20- MOREAU, R. E. 1960.** The ploceine weavers of the Indian Ocean islands. *J. Ornithol.* 101:29-49
- 21- PETTER, J. J. & A. PEYERIAS. 1975.** *Preliminary notes on the behaviour and ecology of Hapalemur griseus*. In. Terrestrial I and Sussman, R.W., *Lemur Biology*. Plenum press, New York. Pp 281-286.
- 22- RAHARISON, F. J. L. 2002.** *Adaptation stratégique de Hapalemur griseus (Link, 1795) selon les conditions du milieu dans le Parc National de Ranomafana*. Mémoire de D.E.A., Département de Biologie Animale, option Ecologie - Environnement, Université d'Antananarivo.

- 23- RAHERILALAO, M. J. 1998.** *Conséquence de la fragmentation de la forêt sur la population d'oiseaux autour du Parc National de Ranomafana.* Mémoire de D.E.A., Département de Biologie Animale, option Ecologie - Environnement, Université d'Antananarivo.
- 24- RAND, A. L. 1936.** The distribution and habitats of Madagascar birds. *Bulletin of American Museum of Natural history* 72: 143-499.
- 25- RAVOKATRA, M., WILME, L., & GOODMAN, S. M., 1998.** Birds weights Remaining Pp: 1059-1063. In: *The Natural history of Madagascar*, eds. University of Chicago Press. 1709p.
- 26- RUEMLER, U. & RUEMLER, G. 1996.** Im lande der Lemuren und Chämeleons. Zeitschirt des Kölner. Pp: 1019-1158. In: *The natural history of Madagascar.* University of Chicago Press. 1709p.
- 27- RUNYON, P. & A. HABER. 1974.** *Fundamentals of behavioural statistics.* 2nd Ed. Addison-Wesley Publishing company. Reading Massachusetts: 350p.
- 28- SAFFORD, R. J. 1997.** The nest of sympatric native and introduced fody Foudia species on Mauritius. *Ostrich* 68 (1): 27-30.
- 29- SAMA, Z. 1999.** *Contribution à l'étude de la biologie et du comportement de Foudia madagascariensis (Linné 1766) dans la région de Tamatave.* Mémoire de D.E.A., Département de Biologie Animale, option Ecologie-Environnement, Université d'Antananarivo
- 30- SHERER, B. 1984.** *Biostatistique.* Gaëton Morin Ed: 850p.
- 31- SINCLAIR, I. & LANGRAND, O. 2003.** *Birds of the Indian Ocean islands (Madagascar, Maurtius, Reunion, Rodrigues, Seychelles and Comoros).* 184 p.
- 32- TRIVERS, R. L. 1972** Parental investment and sexual selection. In *B. Campbell (Ed), Sexual selection and the descent of man, 1871-1971.* Chicago, IL: Aldine Pp 136-179

33- VILLAGE A., 1990. Raptors Biology: Reproduction. *In Bird of prey IAN NEWTON, Fact on File, Inc, U.S.A.* Pp 124 – 140.

34- WILCOXON, F. & WUILCOX, R. A. 1964. *Some Rapid Approximate Statistical Procedures*, Lederle laboratories, Pearl River, N.Y.

35- WRIGHT, P. C. 1997. *The future of biodiversity in Madagascar. A view from Ranomafana National Park.* In: *Natural change and human impact in Madagascar*, eds; GOODMAN, S. M. and B. D. PETTERSON. Washington, D. C. Smithsonian Institution Press. Pp 18-406.

36- ZACK, S. 1994. *The study of birds in Madagascar. Behavior, Ecology and Conservation. A Training course manual.* U.D.P.L. field course. 65p.

ANNEXES

Annexe 1: Donnée climatique du Parc National de Ranomafana,
Source: Station météo Talatakely-2004

MOIS	Précipitation (mm)	T° moyenne (C°)
janvier	548	24
février	502,1	24
mars	584,4	24
avril	213,7	22
mai	297,9	19
juin	308	17
juillet	148,5	18
août	41,7	18
septembre	21,2	22
octobre	488	21
novembre	184,2	23
décembre	440,6	24

Annexe 2: Résultats du test Kolmogorov-Smirnov

	POIDS	Longueur de l'aile	Longueur de la rectrice	Longueur du tarse	Longueur du bec	Hauteur du bec	Distance intra narine
N	581	547	533	549	519	519	514
Kolmogorov-Smirnov Z	1,810	1,358	3,067	1,473	1,990	2,112	1,148
Probabilité: <i>p</i>	0,003	0,050	0,000	0,026	0,001	0,000	0,143

Annexe 3: Résultats du Test d'Anova

		Somme de carrée des écarts	df	Carré moyen	F	Probabilité: <i>p</i>
Longueur des ailes	Entre variantes des facteurs	784,799	2	392,399	29,539	0,000
	Erreur aléatoire	6429,523	484	13,284		
	Total	7214,322	486			
Longueur des rectrices	Entre variantes des facteurs	142,936	2	71,468	8,510	0,000
	Erreur aléatoire	4064,725	484	8,398		
	Total	4207,661	486			
Longueur du tarse	Entre variantes des facteurs	50,791	2	25,396	22,208	0,000
	Erreur aléatoire	553,479	484	1,144		
	Total	604,270	486			
Distance inter Narine	Entre variantes des facteurs	,127	2	6,329	,924	0,398
	Erreur aléatoire	33,163	484	6,852		
	Total	33,289	486			

Annexe 4: Comparaison multiple de Tukey

Dependant Variable	INDIVIDUS (I)	INDIVIDUS (J)	Différence des moyennes (I-J)	Standard déviation	Probabilité p
Longueur des ailes	<i>Foudia madagascariensis</i>	<i>Foudia omissa</i>	-3,01*	0,48	0,000
		Hybrides	-2,24*	0,37	0,000
	<i>Foudia omissa</i>	<i>Foudia madagascariensis</i>	3,01*	0,48	0,000
		Hybrides	0,77	0,51	0,294
	Hybrides	<i>Foudia madagascariensis</i>	2,24*	0,37	0,000
		<i>Foudia omissa</i>	-0,77	0,51	0,294
Longueur des rectrices	<i>Foudia madagascariensis</i>	<i>Foudia omissa</i>	-1,37*	0,38	0,001
		Hybrides	-0,86*	0,30	0,010
	<i>Foudia omissa</i>	<i>Foudia madagascariensis</i>	1,37*	0,38	0,001
		Hybrides	0,51	0,41	0,425
	Hybrides	<i>Foudia madagascariensis</i>	0,86*	0,30	0,010
		<i>Foudia omissa</i>	-0,51	0,41	0,425
Longueur du tarse	<i>Foudia madagascariensis</i>	<i>Foudia omissa</i>	-0,706*	0,139	0,000
		Hybrides	-0,614*	0,110	0,000
	<i>Foudia omissa</i>	<i>Foudia madagascariensis</i>	0,706*	0,139	0,000
		hybrides	0,091	0,151	0,816
	Hybrides	<i>Foudia madagascariensis</i>	0,614*	0,110	0,000
		<i>Foudia omissa</i>	-0,091	0,151	0,816
Distance inter narine	<i>Foudia madagascariensis</i>	<i>Foudia omissa</i>	-0,033	0,034	0,596
		Hybrides	0,017	0,023	0,801
	<i>Foudia omissa</i>	<i>Foudia madagascariensis</i>	0,033	0,034	0,596
		Hybrides	0,050	0,037	0,363
	Hybrides	<i>Foudia madagascariensis</i>	-0,017	0,027	0,801
		<i>Foudia omissa</i>	-0,050	0,037	0,363

* différence des moyennes est significative à 0,05

Annexe 5: Résultat du Test Mann-Whitney

Comparaison	Test	POIDS	Longueur de l'aile	Longueur du bec	Hauteur du bec
<i>Foudia madagascariensis</i> et les formes hybrides	Mann-Whitney U	11,945	16,040	11,423	14,001
	Wilcoxon W	61,400	59,996	49,098	51,676
	Z	-10,592	-5,78	-8,4	-6,364
	Probabilité: p	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Foudia omissa</i> et les hybrides	Mann-Whitney U	7.581,5	6,610	5,331	6,267
	Wilcoxon W	11,586	19,651	18,371	19,308
	Z	-0,572	-1,152	-2,719	-0,939
	Probabilité: p	0,567	0,249	0,007	0,348
<i>Foudia madagascariensis</i> et <i>Foudia omissa</i>	Mann-Whitney U	7.584	79,555	4,036	7,022
	Wilcoxon W	57,039	51,911	41,711	44,697
	Z	-6,611	-5,793	-9,005	-5,406
	Probabilité: p	0,00	0,00	0,00	0,00

Annexe 6: Liste des individus mâles de *Foudia madagascariensis* qui possèdent au moins trois nids dans son territoire

Nombre de mâle	Date de découverte	Nid n°	Stade	Etat du nid au 1er contrôle	Fin de contrôle	Résultat à la fin du contrôle	Remarque
1	20/01/04	23	4	2 œufs	08/02/04	2 œufs sont disparus	
	19/01/04	24	4	3 oisillons	31/01/04	3 œufs sont disparus	
	09/01/04	32	4	3 œufs	20/01/04	3 œufs attaqués par prédateur	
1	22/01/04	62	4	3 œufs	02/02/04	3 oisillons sont morts	Nid inondé
	22/01/04	63	4	3 oisillons	27/01/04	3 oisillons sont envolés	
	28/01/04	75	4	en construction	17/02/04	détruit	pas d'évolution
	05/02/04	114	3	en construction	15/02/04	3 œufs sont disparus	
	05/02/04	115	1	en construction	15/02/04	stade 2	délaissé
1	03/02/04	85	4	2 œufs	09/03/04	un oisillon est envolé	un œuf non éclos
	11/02/04	149	3	en construction	28/02/04	3 oisillons sont envolés	
	11/02/04	151	4	3 oisillons	18/02/04	3 oisillons sont morts après la capture de la femelle	
	16/02/04	164	4	en construction	06/03/04	3 oisillons sont morts	
1	10/01/04	40	4	en construction	02/02/04	l'œuf est disparu	
	10/01/04	41	1	en construction	07/02/04	détruit par les villageois	
	10/01/04	42	4	3 oisillons	14/02/04	les oisillons sont disparus	
	03/02/04	91	4	en construction	17/02/04	3 œufs sont disparus	
	10/02/04	145	3	en construction	10/03/04	2 œufs sont disparus	
1	15/01/04	27	2	délaissé	02/02/04	détruit	
	15/01/04	28	4	1 œuf	21/01/04	nid détruit, œuf disparu	
	21/01/04	29	1	en construction	07/02/04	détruit au stade 1	
	05/02/04	104	4	en construction	28/02/04	délaissé	
	05/02/04	105	4	3 œufs	20/02/04	3 oisillons sont envolés	
	05/02/04	107	1	en construction	21/02/04	délaissé	
	05/02/04	108	1	en construction	19/02/04	délaissé	pas d'évolution
11/02/04	152	4	3 œufs	24/02/04	3 oisillons sont morts	femelle disparue	

Annexe 7: Liste des individus mâles de *Foudia omissa* possédant sept nids dans son territoire

Nombre de mâle	Date de découverte	Nid n°	Stade	Etat du nid au 1er contrôle	Fin de contrôle	Résultat à la fin de contrôle	Remarque
1	21/01/04	6	4	délaissé	16/03/04	délaissé	ancien nid
	14/01/04	7	4	2 œufs	21/01/04	2 oisillons sont morts	
	16/01/04	8	4	1 œuf	06/02/04	l'oisillon est mort	
	09/02/04	132	4	3œufs	04/03/04	3 oisillons sont envolés	
	25/02/04	216	4	en construction	16/03/04	délaissé	
	24/02/04	350	3	en construction	09/04/04	3 œufs sont disparus	
	04/03/04	247	3	en construction	07/04/04	2 œufs sont piqués	

Nom et Prénom	: RASAMISON Andrianarivelosoa Solohery
Titre du mémoire	: Etude de la biologie de reproduction de <i>Foudia madagascariensis</i> (Linné, 1976) et de <i>Foudia omissa</i> Rothschild, 1912 dans le Parc National de Ranomafana.
Pagination	: 78
Tableaux	: 30
Figure	: 10
Cartes	: 3
Photos	: 18

Résumé

Cette étude porte sur la biologie de reproduction de deux espèces endémiques du genre *Foudia* à Madagascar. Au cours de cette étude qui a été entreprise de novembre 2003 à avril 2004 dans le Parc National de Ranomafana, 340 individus de *Foudia madagascariensis*, 156 individus de *Foudia omissa* et 133 individus supposés comme hybrides ont été capturés. La forme des nids des deux espèces de Fody est similaire. Au total, 366 nids de *Foudia madagascariensis* et 7 pour *Foudia omissa* ont été localisés. La construction du nid se fait en quatre stades et c'est le mâle qui s'en occupe jusqu'au stade 2 avant la formation du couple. Ensuite, la femelle continue et achève la construction jusqu'au stade 4. La durée d'incubation est de 13 à 17 jours et le nombre d'œufs par ponte varie de 1 à 5. Les mâles assurent la protection de leurs territoires et n'approvisionnent en nourriture leurs congénères que rarement. Les femelles garantissent l'incubation, le toilettage des nids et l'élevage des poussins. Les oisillons procèdent leurs premiers vols dès le 13^{ème} au 15^{ème} jour après l'éclosion sous l'assistance des parents. Les intempéries et surtout la destruction des nids d'origine anthropique contribuent jusqu'à 26% d'échec de nidification.

Mots clés: *Foudia madagascariensis*, *Foudia omissa*, reproduction, éthologie, Ranomafana, Madagascar.

Encadreur	: Monsieur ANDRIANARIMISA Aristide, Maître de conférences
Adresse e-mail	: soloherivelona@yahoo.fr
Téléphone	: +261 033 05 076 46
Adresse de l'auteur	: Lot IVH 153 Mandialaza Ankadifotsy Antananarivo (101) Madagascar