

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau 1. Date de la ponte du premier œuf et date du premier chant.....	25
Tableau 2. Date d'éclosion du premier œuf et le nombre d'œufs éclos.....	26
Tableau 3. Différentes causes qui entraînent la mort des poussins.....	27
Tableau 4. Résultats de tests de corrélation.....	28
Tableau 5. Mensurations des femelles reproductrices.....	30
Tableau 6. Mensurations d'autres individus.....	30
Tableau 7. Caractéristiques du nid de <i>Coracopsis vasa drouhardi</i>	31
Tableau 8. Superficie du site occupée par les femelles reproductrices.....	32
Tableau 9. Listes des espèces végétales consommées par <i>Coracopsis vasa drouhardi</i>	33
Tableau 10. Temps passé par la femelle dans le nid pendant la période d'incubation.....	36
Tableau 11. Résultat du play-back réalisé en dehors des sites des femelles.....	39
Tableau 12. Résultat du play-back fait à l'intérieur du site de la femelle.....	39
Tableau 13. Comparaison des nombres de perchoirs fréquemment utilisés >50 m et < 50 m de l'arbre du nid.....	42
Tableau 14. Nombre de visite de femelles envahisseuses.....	43
Tableau 15. Nombre de femelles envahisseuses attaquées par la femelle résidente dans son site.....	44
Tableau 16. Direction des femelles étrangères quand elles arrivent à l'intérieur du site de la femelle résidente.....	45
Tableau 17. Heure totale du chant dans le temps total d'observation à partir de l'éclosion...	46
Tableau 18. Relation entre le pourcentage du temps actif passé pour chanter et l'emplacement de la femelle durant ce temps.....	46
Tableau 19. Nombre de visite de mâles reçus par chaque femelle à partir de l'éclosion.....	47
Tableau 20. Direction des mâles quand ils arrivent à l'intérieur des sites des femelles.....	48
Tableau 21. Comparaison de la fréquence de visite de mâles pendant le chant et pendant la période sans chant.....	49
Tableau 22. Nombre de femelles qui chantent et qui ne chantent pas juste après l'arrivée des mâles dans leurs sites	50
Tableau 23. Relation entre le nombre de visite de mâles qui visitent la femelle et le temps total passé par cette dernière pour chanter (à partir de l'éclosion).....	51

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1. Diagramme ombrothermique de Morondava 1990-1999.....	4.
Figure 2. Schéma de la méthode de capture au nid.....	14
Figure 3. Fenêtre des ondes.....	15
Figure 3a. Fenêtre des sonogrammes.....	15
Figure 3b. Mesure de fréquence.....	15
Figure 4. Calendrier des différentes phases de reproduction.....	26
Figure 5. Représentation graphique des différentes moyennes de mesures des poussins.....	29
Figure 6. Moyenne du nombre de mâles arrivés par heure pendant la période du chant et sans chant pour les 5 femelles suivies.....	35
Figure 7. Moyenne du nombre de mâles arrivés par heure pendant l’approvisionnement et la période sans chant.....	35
Figure 8. Pourcentages de la durée des chants passés sur l’arbre du nid et sur les autres perchoirs pour chaque femelle étudiée.....	41
Figure 9. Pourcentage d’entrée et non de chaque femelle dans le nid en fonction de la Fréquence de nourrissage	49
Figure 10. Relation entre la durée du chant et le nombre de visite de mâles	51
Figure11. Sonogrammes de F1.....	54

LISTE DES CARTES

	Pages
Carte 1. Carte montrant le site d'étude.....	3
Carte 2. Carte de répartition de deux sous-espèces de <i>Coracopsis vasa</i> à Madagascar.....	8

LISTE DES PHOTOS

	Pages
Photo 1. Milieu d'étude.....	5
Photo 2. Matériels utilisés pour l'expérience de play-back.....	19
Photo 3. Mâle et femelle de <i>Coracopsis vasa drouhardi</i>	21
Photo 4. Pénis de <i>Coracopsis vasa drouhardi</i>	22

ANNEXES

- Annexe I.** Moyennes des températures maximales et minimales mensuelles (°C) de Morondava durant les années 1990-1999.
- Annexe II.** Moyennes des précipitations mensuelles (mm) de Morondava au cours des dix dernières années (1990-1999).
- Annexe III.** Liste des grands arbres qui peuvent servir de site de nidification des perroquets dans le site d'étude.
- Annexe IV.** Mensurations des poussins.
- Annexe V.** Nombre total de copulations courtes reçues par la femelle reproductrice.
- Annexe VI.** Sonogrammes de F2, F3, F4, F5, F6 et F7.
- Annexe VII.** Feuille de donnée A. Comportement au nid.
- Annexe VIII.** Feuille de donnée B. Fréquence du chant.
- Annexe IX.** Feuille de donnée C. Comportement lors du play-back.
- Annexe X.** Exportation des *Coracopsis sp* dans les années 1990.
- Annexe XI.** Relation entre le nombre de becquées reçues par chaque femelle observée et sa pénétration dans le nid à partir de l'éclosion.
- Annexe XII.** Durée totale du temps passé pour chanter sur l'arbre du nid et sur les autres perchoirs pour chaque femelle observée.
- Annexe XIII.** Distance de chaque perchoir utilisé par chaque femelle par rapport à l'arbre du nid.
- Annexe XIV.** Mensurations des œufs.

SOMMAIRE

	Pages
I. INTRODUCTION	1
II. MILIEU D'ETUDE.....	2
II.1. Situation géographique	2
II.2. Climat	2
II.3. Végétation.....	4
II.4. Sol.....	6
II.5. Faune aviaire.....	6
III. MATERIEL ET METHODES	7
III 1- Matériel vivant	7
III 1.1 - Choix et description de l'espèce étudiée.....	7
III.1.1.1 - Position systématique	7
III 2 - Méthodologie	9
III.2.1 - Recherche du nid.....	9
III.2.2 –Paramètres du nid.....	9
III 2.3 - Observation faite au nid	9
III 2.4 – Piégeage	10
III.2.4.1- Nœud	10
III.2.4.2- Capture au nid.....	10
III 2.5 - Bague et identification des individus	11

III 2.6 - Mensurations et pesage	11
III 2.7-Enregistrement des chants.....	12
III 2.8. Méthode d'étude des paramètres des chants par analyses informatiques	12
a-Méthode de mesure des fréquences	13
III 2.9-Territoire	15
III 2.10 -Expériences de «play-back»	16
III 2.11 - Tests statistiques	17
a- Corrélacion de Spearman	17
b- Test de chi-deux (χ^2).....	18
IV. RESULTATS.....	20
IV.1- Quelques changements morphologiques	20
IV.2 - Biologie de la reproduction	23
IV.2.1 - Période de la reproduction	23
IV.2.2- Dispersion du nid.....	23
IV.2.3- Système de la reproduction.....	23
IV.2.4-Interactions sexuelles.....	23
IV.2.5- Accouplement	24
IV.2.6 - Ponte	24
IV.2.7-Incubation	25
IV.2.8- Eclosion	26
IV.2.9- Taux de survie des oisillons.....	27
IV.2.10- Réoccupation du nid	27

IV.3. Mensurations	28
a) Mensurations des poussins	28
b) Mensurations et couleurs des adultes.....	29
IV.4. Ecologie	31
IV.4.1. Caractéristiques du nid.....	31
IV.4.2. Etude de l'habitat	32
IV.4.3. Territoire	32
IV.4.4. Régime alimentaire	33
IV.5. Ethologie	34
IV.5.1. Comportement pendant la période de reproduction.....	34
a- Comportement des mâles.....	34
b- Comportement de la femelle avant la ponte	35
c- Comportement de la femelle pendant la ponte	36
d - Comportement pendant la période d'incubation	36
e - Comportement des femelles à l'égard des mâles approvisionnants	36
f- Comportement de la femelle après éclosion	37
g- Comportement après l'envol des poussins	37
h- Comportement des jeunes.....	37
IV.5.2. Compétition entre les femelles.....	37
IV.5.3. Défense territoriale.....	38
a-. Agressivité intraspécifique	38
b-. Agressivité interspécifique	38
IV.5.4. Etude du chant de la femelle	38
a-. Nature	38
b-. Fonction.....	39
c - Résultats des analyses des paramètres des chants	52
V. DISCUSSION.....	55
VI. CONCLUSION	67
BIBLIOGRAPHIE	69

I. INTRODUCTION

L'avifaune de Madagascar est caractérisée par sa pauvreté relative en nombre d'espèces et par le niveau d'endémisme très élevé au niveau spécifique (52,2 %) (Langrand, 1990). Parmi les 352 espèces de perroquet dans le monde (Juniper & Parr, 1998), Madagascar n'abrite que 3, à savoir le grand perroquet *Vasa Coracopsis vasa*, le petit perroquet noir *Coracopsis nigra* et l'inséparable à tête grise *Agapornis cana*. Les perroquets se trouvent dans une seule famille: Psittacidae (Forshaw & Cooper, 1989). Elles sont largement distribuées dans l'île à l'exception de l'Haut Plateaux central dégradé et semblent adapter à la dégradation du milieu forestier (Dowsett, 2000). Ces trois espèces font l'objet d'un commerce international. Ce qui nous avons conduit à étudier la biologie de reproduction en prenant *Coracopsis vasa drouhardi* comme sujet d'étude. L'investigation a été menée à Marofandilia, dans la région de Morondava entre novembre 2000 en janvier 2001. La présente étude vise donc à apporter une contribution à la connaissance de la biologie, l'écologie et l'éthologie de cette espèce pendant la période de reproduction dans l'objectif de peaufiner des recommandations relatives à leur protection. Dans le présent rapport nous allons suivre le plan suivant:

- milieu d'étude
- matériel et méthodes
- résultats
- discussion.

Et pour conclure cette étude, une conclusion générale sera présentée à la fin du document.

II. MILIEU D'ETUDE

II.1. Situation géographique

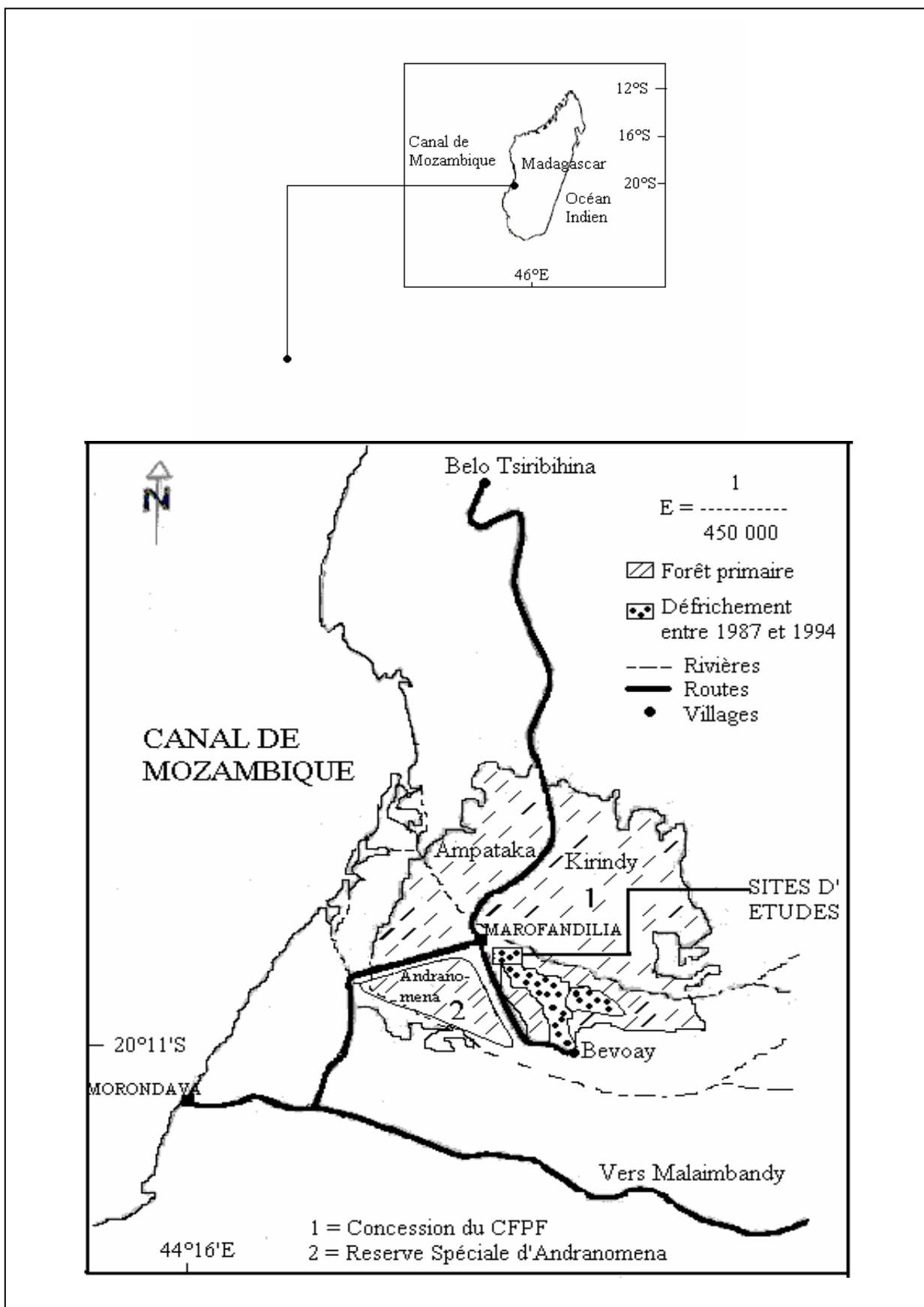
Le présent travail a été réalisé dans des régions dégradées qui se trouvent aux alentours du village de Marofandilia, au Sud de la forêt de Kirindy dans la région de Morondava. Marofandilia se situe à environ 45 km au Nord-Est de Morondava (20°07'E, 44°32'S), sur la route secondaire 8A reliant Morondava et Belo sur Tsiribihina. En général, la zone d'étude se situe à 0 et 100m d'altitude (Nicoll & Langrand, 1989), à environ 3 km au Sud du village de Marofandilia, entre la limite Nord de la Réserve Spéciale d'Andranomena et la route secondaire d'Andalamahitsy vers la forêt d'Ankaraobato et Bevoay (Carte 1).

II.2. Climat

Faute de stations et de données disponibles, le climat de la région est traité suivant celui de Morondava. Le climat est du type tropical sec, chaud et humide pendant l'été austral, entre novembre et mars. Pendant l'hiver, au contraire, le temps devient sec, avec des températures fraîches pendant la nuit. La saison des pluies est ainsi très courte tandis que la saison sèche dure sept à huit mois (Figure 1) pendant laquelle certain des lits de rivières ne présentent que quelques points d'eau.

Selon les données disponibles auprès de la Direction météorologique Nationale entre 1990-1999, la température maximale mensuelle varie de 31°C à 34°C, celle de minimale varie de 13°C à 24°C. La température moyenne mensuelle varie de 22°C à 31°C au cours de cette même période (Annexe I). Les mois les plus froids sont ceux de juin et juillet (la température moyenne mensuelle est de 22°5), et les mois de décembre et janvier sont les plus chauds (la température moyenne mensuelle est 29°C).

La saison humide de décembre à mars dans cette région reçoit la quasi-totalité des précipitations annuelles (en moyenne 800 mm). La plus grande quantité de pluies tombe généralement entre janvier et février et la précipitation est souvent presque nulle pendant le mois de juillet (Annexe II).



Carte 1. Carte montrant le site d'étude (proche du village de Marofandilia à Morondava).
(Source : Sorg & Rhoner, 1996)

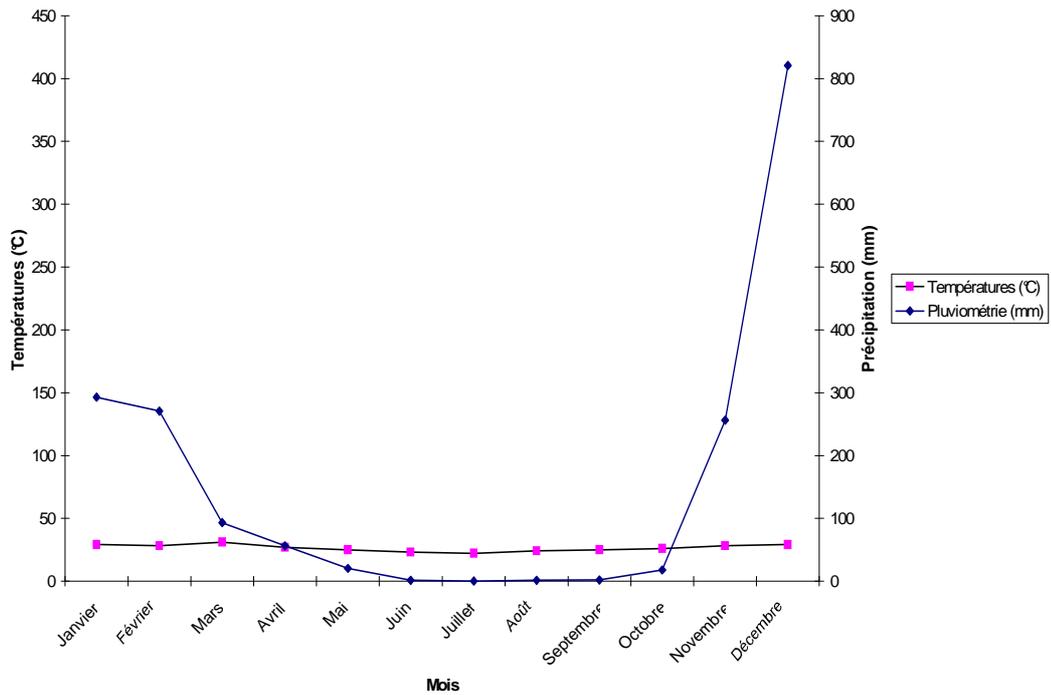


Figure 1. Diagramme ombrothermique de Morondava à partir des données de la Direction météorologique Nationale 1990-1999.

II.3.Végétation

La zone d'étude se caractérise par une forêt sèche caducifoliée comme celle de la forêt de Kirindy, mais largement dégradée à cause de la pratique de la culture sur brûlis. Après le défrichement, différentes formations végétales secondaires se succèdent jusqu'à des associations essentiellement ligneuses (Ravoavy, 1998). On y note aussi une vaste rizière abandonnée à cause de l'assèchement de la rivière «Tomitsy» qui l'alimentait.

D'une manière générale, le site d'étude apparaît comme une mosaïque de formation graminéenne (*Heteropogon contortus*, POACEAE et *Cinnamosma madagascariensis*, CANNELACEAE) avec des plantes ligneuses (Annexe III), en occurrence les baobabs (Photo 1), qui servent souvent de site de nidification des perroquets. Des terrains de culture (de maïs, arachides, manioc) existent aussi au niveau du site d'étude.



*Photo 1. Milieu d'étude : exemple de formation végétale.
(Photo prise par Ekstrom en 2000)*

II.4. Sol

Le sol est du type arénacé, très poreux. Sa capacité de rétention d'eau se trouve réduite car il favorise un écoulement rapide, mais également un assèchement rapide de l'eau pendant la longue saison sèche. Il reste aussi peu lessivé en raison de la faible pluviométrie et le relief relativement plane. Sur les plateaux, les sols sont plus sableux, plus filtrants et moins riches en éléments minéraux que ceux des pentes et des dépressions. Ce qui fait que la forêt est généralement moins haute sur les plateaux tandis qu'au niveau des bas fonds, les arbres peuvent atteindre 25 m de hauteur (Données du CFPF, 1994).

II.5. Faune aviaire

La faune aviaire du site d'étude apparaît plus pauvre en espèce et dominée par des espèces cosmopolites de milieu ouvert (Wilmé, 1997):

- *Agapornis cana*
- *Centropus toulou*
- *Coracopsis nigra*
- *Coracopsis vasa drouhardi*
- *Cuculus rochii*
- *Dicrurus forficatus*
- *Eurystomus glaucurus*
- *Leptosomus discolor*
- *Tyto alba*
- *Neomixis tenella*
- *Polyboroides radiatus*
- *Streptopelia picturata*
- *Terpsiphone mutata*
- *Treron australis*
- *Turnix nigricollis.*
- *Upupa epops*
- *Falco newtoni*

III. MATERIEL ET METHODES

III 1- Matériel vivant

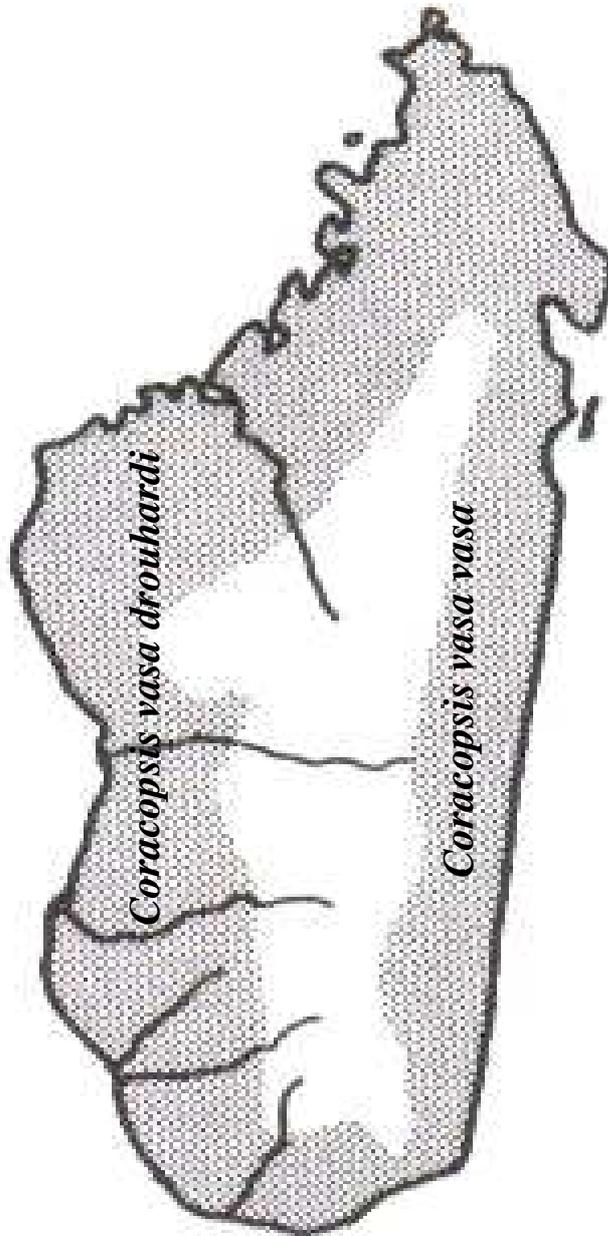
III 1.1 - Choix et description de l'espèce étudiée

III.1.1.1 - Position systématique

Règne	: ANIMAL
Embranchement	: VERTEBRES
Classe	: OISEAUX
Ordre	: PSITTACIFORMES
Famille	: PSITTACIDAE
Genre	: <i>Coracopsis</i> (Shaw, 1811)
Espèce	: <i>vasa</i> (Shaw, 1811)
Sous-espèce	: <i>drouhardi</i> (Lavauden, 1929)

Le perroquet constitue l'un des groupes des oiseaux plus communs et bien connus en captivité. Toutefois, peu de données existent sur leur biologie et leur écologie (Robinet & Salas, 1999). C'est le cas des perroquets à Madagascar, en occurrence *Coracopsis vasa*. Bien qu'étant assez commun partout à Madagascar, des connaissances limitées existent sur sa biologie de reproduction à l'état sauvage. Durant plusieurs années, les anecdotes dans la littérature ont suggéré que *Coracopsis vasa* montre un système de reproduction très inhabituel en captivité (Wilkinson, 1990 ; Blynn & Paul, 1994). Cette étude trouve donc son intérêt par ces faits.

Coracopsis vasa est représenté par les deux sous-espèces endémiques : la sous-espèce nominative *C. v. vasa* qui est considérée comme distribuée à l'Est et la sous-espèce *C. v. drouhardi* se trouve à l'Ouest et au Sud de Madagascar (Langrand, 1995 ; Carte 2). La seule espèce morphologiquement similaire dans son aire de répartition est *Coracopsis nigra*. Parfois, elles apparaissent certainement confondues par les chasseurs et trafiquants (Dowsett, 2000), bien que *Coracopsis nigra* se trouve un peu moins grand que *Coracopsis vasa* (Langrand, 1995). Ces deux espèces font l'objet d'exportation dans le cadre de la Convention CITES (Annexe X) (Dowsett, 2000).



Carte 2. Carte de répartition de deux sous-espèces de *Coracopsis vasa* à Madagascar.

(Source : Langrand, 1995).

III 2 – Méthodologie

III.2.1 - Recherche du nid

Les nids ont été localisés par l'intermédiaire des chants souvent émis par les femelles reproductrices. Comme ces dernières deviennent plus bruyantes et très localisées à partir de la période d'incubation, les nids deviennent relativement plus faciles à localiser.

Le programme de récompense a été aussi employé pour trouver le nid, c'est à dire qu'une certaine somme d'argent a été octroyée à la personne qui conduit à découvrir un nid actif (Watson *et al*, 1992).

III.2.2 –Paramètres du nid

Les mesures du nid retenues au cours de cette étude concernent la hauteur du nid par rapport au sol, la dimension de l'ouverture et sa profondeur interne. Nous avons grimpé chaque arbre où se trouve le nid à l'aide des matériels adéquats (constitués par l'équipement pour la montée et une corde). La profondeur a été mesurée en utilisant une petite corde, à l'extrémité de laquelle un sac à pierre a été fixé. Nous faisons descendre l'ensemble à l'intérieur du nid et lorsqu'on sent que le petit sac à pierre touche le fond du nid, nous marquons l'extrémité à l'entrée du nid. Puis nous remontons la petite corde qui va être mesurée à l'aide d'un mètre ruban.

III 2.3 - Observation faite au nid

Une paire de jumelles a été utilisée pour pouvoir observer tous les comportements de l'oiseau à l'extérieur du nid. La distance entre l'observateur et le nid est d'environ 70m pour éviter toute perturbation. L'observation a été effectuée en se cachant sous l'ombrage des arbres. Pour recueillir des informations concernant les comportements de l'oiseau, nous avons employé deux types de feuilles de données : A et B (Annexes VII et VIII). La feuille A est conçue principalement pour répertorier chaque type de comportement en fonction du temps et la feuille B pour la fréquence du chant. Pour faciliter son remplissage sur terrain, nous avons employé des codes. Les observations sont faites à partir de la date de la découverte du nid jusqu'à l'envol des poussins. Elles ont été effectuées tôt le matin (05:30) et se terminent tard le soir (18:30). Nous

avons consacré deux à quatre heures d'affiler pour chaque série d'observation sur un nid. Lorsque nous avons perdu de vue la femelle, la collecte des données est arrêtée jusqu'à ce que la femelle soit relocalisée ou réapparue. Différentes données ont pu être recueillies au cours de ces observations :

- nombre de visite de mâles approvisionnant ;
- fréquence du chant de la femelle qui est notée sur une feuille de donnée B (Annexe VIII);
- nombre et durée de copulation ;
- relations interspécifiques et intra-spécifiques;
- défense du nid.

III 2.4 – Piégeage

Le but de cette activité est de pouvoir capturer des individus vivants pour prendre leur mensuration et les peser.

Nous avons utilisé deux méthodes.

III.2.4.1- Nœud

La première méthode est celle utilisée par les habitants pour la chasse de cette espèce. Plusieurs nœuds en fil de nylon ont été placés sur une petite branche. Après, cette branche recouverte de nœuds va être fixée sur une branche généralement au sommet d'un arbre fréquenté par l'espèce pour la quête des nourritures. Cette technique est la plus efficace pour la capture, car le filet de capture semble peu efficace à cause du comportement de vol trop haut de ces oiseaux (Ekstrom, 1999).

III.2.4.2- Capture au nid

La deuxième méthode de capture est réservée aux femelles reproductrices. Les femelles étaient capturées à l'intérieur du nid quand ces dernières s'y trouvent. L'installation du piège se fait pendant l'absence de la femelle dans le nid. Pour cela, nous avons suspendu en haut de l'ouverture du nid une portion d'écorce de baobab, *Adansonia sp* de même diamètre que le trou du nid, et munie d'une petite corde. Nous avons fixé légèrement l'extrémité supérieure de

cette écorce à l'aide d'un clou et l'extrémité inférieure par des scotchs, sur le tronc d'arbre du nid. L'extrémité de l'écorce qui est faiblement fixée à l'aide de clous porte une petite corde assez longue et qui va être attachée sur une petite branche proche de l'observateur qui surveille attentivement l'entrée du nid. Quand l'oiseau rentre dans le nid, nous tirons rapidement la corde d'en bas, et l'écorce ferme l'entrée du nid (Figure 2a). Après, nous grimpons l'arbre pour prendre l'oiseau emprisonné dans le trou à l'aide de gant pour se protéger des coups de bec (Figure 2b). Aucun oiseau ne pouvait pas s'échapper en utilisant cette méthode. Par le fait que les mâles n'entrent pas dans le nid, ils demeurent plus difficiles à capturer.

III 2.5 - Bague et identification des individus

Pour chaque oiseau capturé, nous avons utilisé deux types de bagues, pour l'identification des individus : des bagues en plastique colorées et des bagues métalliques. Les bagues en plastique sont fixées sur les ailes sans gêner l'oiseau quand il vole. Nous avons varié leur couleur pour individualiser chaque oiseau pour pouvoir les identifier ultérieurement. Des bagues métalliques qui consistent à des anneaux métalliques en alliage léger à base d'aluminium sont placées au niveau de l'un de deux tarse de l'oiseau. Chaque bague porte une indication comportant un numéro d'ordre qui permet de connaître l'oiseau. Ce numéro est invisible de loin, mais sert à identifier l'oiseau au cours des recaptures. Une seule bague métallique par oiseau a été placée sur le tarse. Elle est fermée par affrontement des deux extrémités à l'aide d'une pince. Chaque bague peut ainsi coulisser le long du tarse sans pouvoir passer sur les doigts et gêner l'articulation.

III 2.6 - Mensurations et pesage

Les mensurations ont été faites à l'aide d'un pied à coulisse de 0,1mm près et d'un double décimètre à 1mm près. Pour pouvoir faire des mensurations des œufs, des poussins, et les paramètres du nid (profondeur, largeur), il faut d'abord grimper sur l'arbre du nid en utilisant des matériels adéquats (figure 2b).

Les dimensions des œufs (longueur et largeur) ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse avec une erreur de 0,1mm près.

Après éclosion, les mensurations des poussins se font en général toutes les deux semaines jusqu'à leur envol. Nous avons pris aussi toutes les mesures possibles comme celles des adultes

(longueur du bec, longueur de la tête, de l'aile et le tarso-metatarse). La présence ou l'absence des ectoparasites sur les adultes capturés est notée. Ces ectoparasites se trouvent surtout sur la peau nue de la tête des femelles reproductrices.

Pour le pesage, l'oiseau a été mis dans une pochette en tissu, l'ensemble a été pesé, puis on pèse la pochette. Le poids de l'oiseau est égal à la différence entre le poids total et celui de la pochette.

$$P_o = P_1 - P_p$$

P_o : poids de l'oiseau

P_1 : poids total

P_p : poids de la pochette

III 2.7-Enregistrement des chants

Pendant la période de la reproduction, c'est seulement la femelle qui chante pour cette espèce. Les mâles ne chantent pas mais des cris de communication ont été échangés entre eux.

L'enregistrement des chants de chaque femelle reproductrice étudiée a été fait sur un magnétophone de marque SONY, muni d'un microphone. Les enregistrements peuvent être faits à tout moment de la journée. Parfois les oiseaux ont produit des chants incomplets selon les circonstances. L'enregistreur était placé le plus proche possible de l'oiseau sans le perturber, pour avoir les meilleurs enregistrements possibles.

Plusieurs enregistrements contenant chacun quinze (15) à vingt (20) chants de chaque individu ont été faits pour avoir différents exemplaires.

III 2.8. Méthode d'étude des paramètres des chants par analyses informatiques

Les chants jugés complets ont été sélectionnés et étaient analysés par un logiciel AVI SOFT-SASlab Version 2. 0 (AVISOFT, 1990-1998). Ceci dans le but de déceler de différences possibles. Chaque chant de l'enregistrement sélectionné a été enregistré par une option «Recorder» dudit logiciel et transformé en signaux sonores qui présentent les ondes constitutives du chant. La capacité de l'enregistreur de ce logiciel ne peut durer plus de 30 secondes mais peut contenir plusieurs chants à la fois selon leurs longueurs. Après ces trente secondes, des ondes correspondantes sont apparues sur la petite fenêtre d'analyse (Figure 3).

Des vérifications ont pu être faites par l'option «play» pour être sûr que ces ondes correspondaient très bien à la section voulue. Ces ondes ont été ensuite transformées en sonogrammes ou spectrogrammes par le même logiciel AVISOFT-SASlab, pour obtenir les différentes caractéristiques des chants des différentes femelles.

Pour cette transformation, une sélection a pu se faire sur les ondes en pointant à l'intérieur de la fenêtre et en faisant glisser le curseur pour former un cadre de sélection. La partie sélectionnée a fait l'objet de transformation par l'option «Analyse / Create spectrogram». Une deuxième fenêtre pour le sonogramme apparaît au-dessus de laquelle se présente les tracées du sonogramme (Figure 3a).

D'après Bremond (1963), le chant est formé par une succession de phrases qui sont à leurs tours formées par l'ensemble de motifs et ces derniers sont constitués de plusieurs notes identiques ou différentes mais qui vont toujours ensembles.

Dans notre cas, les motifs sont toujours constitués d'une répétition de différentes notes. Chaque spectrogramme est donc constitué par des éléments appelés «notes», de différentes notes se rassemblent pour former le motif. L'ensemble de motifs forme la phrase et celui de phrases constitue le chant.

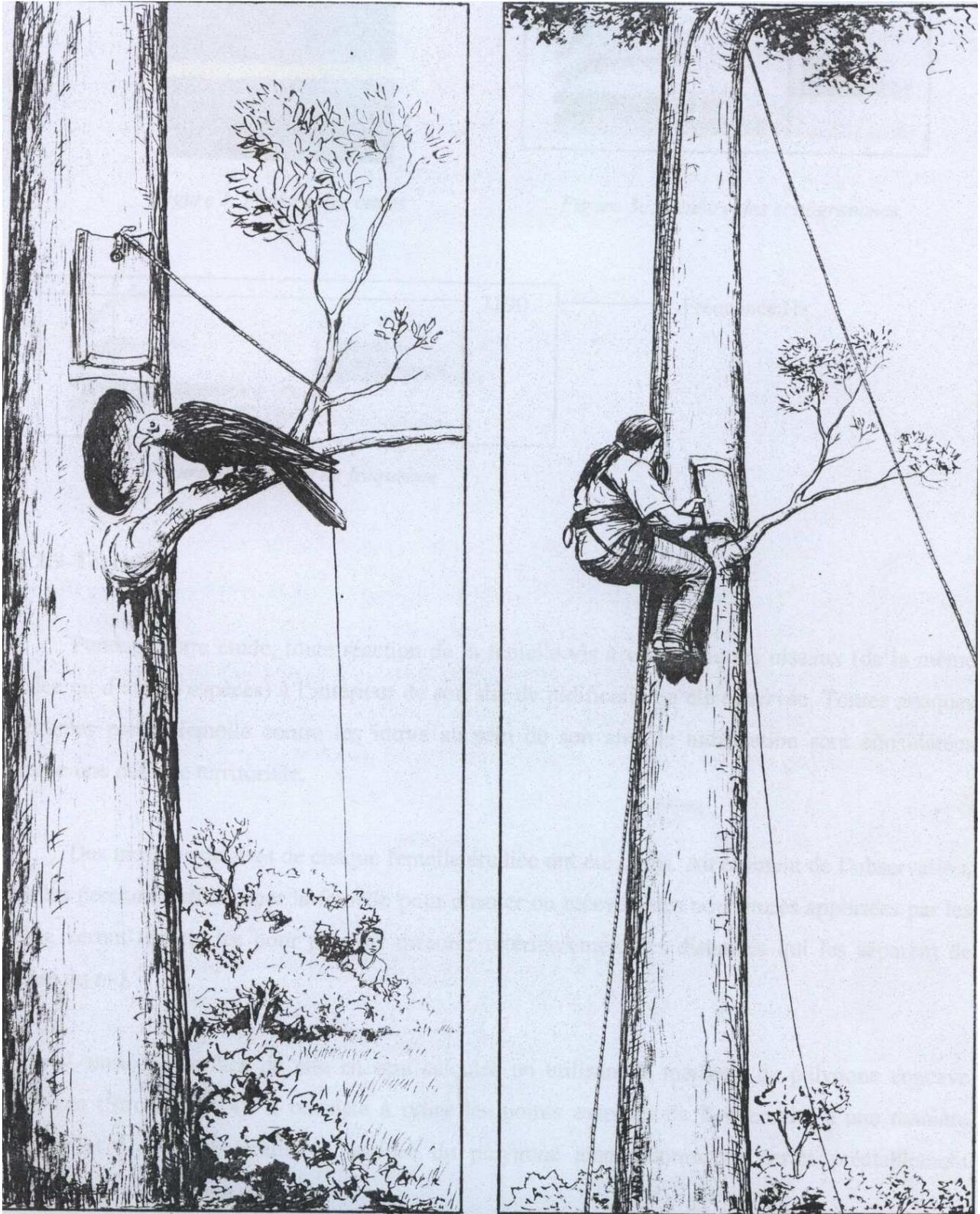
Les éléments suivants ont été vérifiés :

- le nombre de types de notes par phrase ;
- le nombre de types de notes par motif ;
- le nombre de notes dans un chant ;
- la forme des différentes notes pour chaque phrase ;
- le nombre de types de phrases pour chaque chant ;
- la durée de chaque chant.

a- Méthode de mesure des fréquences

Le curseur a été pointé et glissé de l'extérieur gauche de la fenêtre du sonogramme vers l'intérieur jusqu'à la note que l'on a voulu mesurer. Deux lignes perpendiculaires ont été apparues et leur intersection correspondait à la valeur de fréquence mesurée. La valeur obtenue par le logiciel est la fréquence harmonique (Broughton, 1963). Cette valeur a été affichée à gauche de la fenêtre et elle a varié au fur et à mesure que les lignes se sont déplacées selon les besoins (Figure 3b).

Cette méthode a été reprise de Raminoarisoa en 1999.



a)

b)

*Figure 2. Schéma de la méthode de capture au nid.
(Dessiné par Andriamamonjy Alfred en 2003)*

- a) Installation d'un piège
- b) Technique de la capture



Figure 3. Fenêtre des ondes

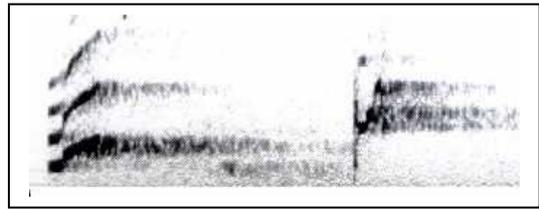


Figure 3a. Fenêtre des sonogrammes

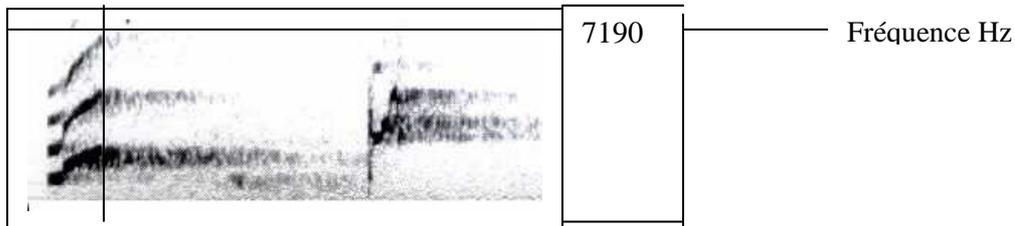


Figure 3b. Mesure de fréquence

III 2.9-Territoire

Pendant notre étude, toute réaction de la femelle vis à vis des autres oiseaux (de la même espèce ou d'autres espèces) à l'intérieur de son site de nidification a été observée. Toutes attaques effectuées par la femelle contre les intrus au sein de son aire de nidification sont considérés comme une défense territoriale.

Des mesures de sites de chaque femelle étudiée ont été faites. Au moment de l'observation, tous les perchoirs utilisés par la femelle pour chanter ou recevoir des nourritures apportées par les mâles, seront répertoriés pour pouvoir mesurer ultérieurement les distances qui les séparent de l'arbre du nid.

L'unité de surface du site en sera calculée en utilisant la méthode de polygone concave minimum (Stickel, 1954). Il consiste à relier les points externes de l'ensemble, d'une manière concave et à calculer ensuite la surface du polygone ainsi obtenu sur cartes préalablement graduées.

III 2.10 -Expériences de «play-back»

Ces expériences ont été effectuées pour mieux comprendre le rôle des chants des femelles. Elles consistent à émettre des chants préalablement enregistrés et d'examiner les réactions engendrées. Deux types d'expériences «play-back» ont été faits. L'une a été effectuée à l'intérieur du site de nidification de la femelle propriétaire et l'autre en dehors. Nous avons utilisé les mêmes matériels pour réaliser ces deux types d'expériences :

- un haut-parleur
- un magnétophone à batterie, et des cassettes des chants.

Le chant des femelles de *Coracopsis vasa drouhardi*, le cri de mâles et celui de Coucal de Madagascar (*Centropus toulou*) ont été utilisés pour ces expériences. Ces deux derniers servent de contrôle pour l'expérience. Pour les cris de mâles de *Coracopsis vasa drouhardi*: les perroquets sont des oiseaux sociaux et la diffusion des cris de mâles en play-back attirerait éventuellement d'autres individus. Quant au cri de Coucal malgache *Centropus toulou*, son cri a été choisi aussi comme contrôle de l'expérience car il demeure très puissant et cette espèce est très commune dans le site d'étude. Par sa diffusion, nous pouvons connaître si l'espèce étudiée est attirée simplement par le son émis. Chaque cassette (qui contient le cri de Coucal, le cri du mâle, et le chant de la femelle) est laissée en marche pendant 30 minutes. Pendant ce temps, nous avons noté toutes les réactions qui se sont passées (comme l'arrivée d'une espèce d'oiseau près du haut-parleur, ses réactions,...). Les résultats de ces expériences ont été notés sur un autre type de feuille de données (Annexe IX).

Pour l'expérience réalisée à l'intérieur d'un site d'une femelle propriétaire, nous avons installé ces matériels au hasard sur une distance au moins de 50 m de l'arbre du nid à l'intérieur de la frontière du site de nidification. Cette frontière est une ligne imaginaire qui limite extérieurement les différents perchoirs utilisés par la femelle pour chanter et recevoir des nourritures. Ainsi, nous pouvons observer les réactions de la femelle propriétaire.

Pour l'expérience réalisée en dehors du site d'une femelle, les matériels de play-back ont été placés au moins à 500 m du perchoir le plus éloigné de l'arbre du nid d'une femelle propriétaire.

Pour ces expériences, nous avons placé le haut-parleur sur un arbre, au moins à une distance de 8 m au dessus du sol. Le magnétophone et la batterie sont placés sur le sol (Photo 2).

Le nombre de mâles ruant vers le dispositif de play-back des chants des femelles a été comparé avec celui des chants de contrôle.

III 2.11 - Tests statistiques

a- Corrélation de Spearman

La corrélation de Spearman (Schwartz, 1963) a été choisie pour vérifier s'il y a une relation entre :

- le temps total du chant et le nombre de visite de mâles chez chaque femelle (c'est à dire si une femelle très bruyante est fréquemment visitée par les mâles).
- l'âge relatif des poussins et les différentes mesures effectuées à ces derniers (poids, aile, bec, tête et le tarso-metatars).

L'utilisation du coefficient de corrélation fait appel à des hypothèses, difficilement vérifiables ou invérifiables si les effectifs se trouvent tellement réduits. Le Test non paramétrique de remplacement le plus courant est le coefficient de corrélation des rangs ou de Spearman qui se calcule ci-dessous:

$$r_s = 1 - \frac{6 \times \sum D^2}{n(n^2 - 1)}$$

où n = nombre total de pair d'échantillons (Femelles).

r_s = coefficient de corrélation de Spearman

D = différence entre les ordres

Hypothèse : il y a corrélation pour chacune de ces deux variables (nombre total de visite des mâles et temps total du chant ; âge et différente mesure de poussins), si : r_s calculé > r_s table ou $P < 0,05$ (corrélation significative) ou $P < 0,01$ (corrélation très significative).

P = la probabilité calculée.

Dans le cas contraire, cas où r_s calculé < r_s table ou la probabilité calculée $P > 0,05$, la relation n'est pas significative.

Le coefficient de corrélation de Spearman r_s a été calculé à l'aide d'un logiciel SPSS 10. 0 (SPSS Inc, 1989-1999).

b- Test de chi-deux (χ^2)

Le test de χ^2 sert à tester l'homogénéité des faits observés avec ceux à espérer pour deux ou plus d'échantillons (Johnson, 1992). Ce test permet de comparer même une seule donnée, entre chaque échantillon. Nous avons choisi ce test pour vérifier s'il y a une différence significative entre:

- la fréquence de l'arrivée de mâles pendant la période du chant et sans chant,
- la fréquence de l'arrivée de mâles pendant l'approvisionnement en nourriture et la période sans chant,
- la fréquence de l'arrivée de mâles pendant la vraie expérience de play-back (diffusion du chant de la femelle) et le contrôle de play-back (diffusion du cri du mâle et cri de Coucal).

La valeur de χ^2 est obtenue par la formule suivante (Fowler *et al*, 1985):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - C_i)^2}{C_i}$$

Comme deux variables seulement sont à comparer (comportement et nombre de visite de mâles ; expérience et nombre de visite de mâles), pour le calcul de χ^2 , il faut appliquer la corrélation de Yates :

$$\chi_{yates}^2 = \frac{(|O - C| - 0,5)^2}{C}$$

O : nombre de visite de mâles,

C : effectif théorique

$$C = \frac{\sum o}{2}$$

ddl = (nombre de colonne -1)x (nombre de ligne -1)

Pour $P = 0,05$ et ddl = 1, $\chi^2 = 3,84$

Pour $P = 0,01$ et ddl = 1, $\chi^2 = 10,83$; P est la probabilité de risque d'erreur

Si $\chi_{calculé}^2 < \chi_{table}^2$, la différence n'est pas significative.

Si $\chi_{calculé}^2 > \chi_{table}^2$ avec $P = 0,05$, la différence est significative,

$\chi_{calculé}^2 > \chi_{table}^2$ avec $P = 0,001$, la différence est très significative.



7/2/02

Photo 2. Matériels utilisés pour l'expérience de play-back. On voit le haut-parleur en hauteur, le magnétophone et la batterie sur le sol, l'observateur se cache pour ne pas perturber l'expérience.

(Photo prise par Ekstrom en 2000).

IV. RESULTATS

IV.1- Quelques changements morphologiques

Normalement, *Coracopsis vasa drouhardi* a un plumage brun noir à l'exception de la partie inférieure plus claire, bec gris sombre, et patte de couleur brune - rosé (Langrand, 1995). Durant la période de reproduction, quelques changements se présentent. Le bec devient progressivement beige jusqu'à la couleur blanchâtre pour les deux sexes. Toutefois, les modifications sont plus prononcées chez la femelle. Elle perd progressivement les plumes de la tête (à partir du sommet de la tête, autour des yeux, au niveau de la mandibule inférieure et sur la gorge) qui devient complètement chauve au cours de l'élevage des poussins. La peau nue révèle ensuite une couleur jaune ocre au sommet de la tête, autour des yeux et sur la gorge. Ce caractère permet de la différencier des mâles au cours de la période de reproduction (Photo 3). Les plumes repoussent après la fin de la saison de reproduction. Pour les mâles, nous avons observé le renflement du pénis, visible sous forme de protubérance rosée dans la partie caudale (Photo 4).

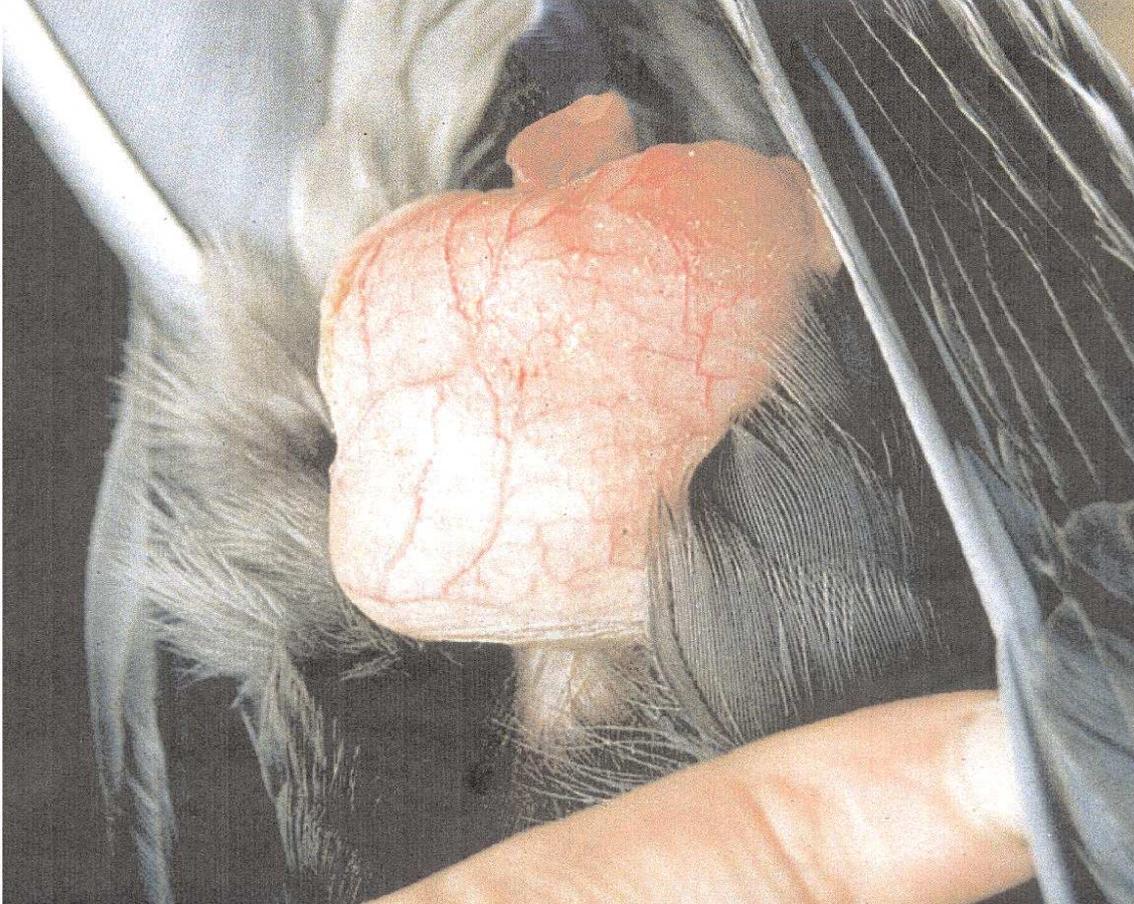


Photo 3. Mâle et femelle de Coracopsis vasa drouhardi.

(Photo prise par Ekstrom en 1999)

Le mâle se trouve à gauche et la femelle à droite (chauve).

Cette photo a été prise au cours de l'approvisionnement en nourriture fait par le mâle.



*Photo 4. Pénis de Coracopsis vasa drouhardi.
(Photo prise par Ekstrom en 2000).*

Le grand renflement correspond au pénis gonflé par le sang.
Le petit renflement qui le surmonte constitue l'organe de transmission.

IV.2 - Biologie de la reproduction

IV.2.1 - Période de la reproduction

Les sept femelles reproductrices que nous avons observées étaient toutes en période de ponte et incubation le début du mois de novembre. Certaines femelles (n = 4) semblent débiter leur ponte la fin du mois d'octobre et les deux autres le début du mois de novembre. Les derniers envois des jeunes poussins ont lieu au mois de janvier. Ces observations suggèrent alors que la période de reproduction de *Coracopsis vasa drouhardi* se situe entre octobre et janvier dans le site d'étude. Ceci concorde avec les observations de Langrand (1995) pour l'Ouest de Madagascar.

IV.2.2- Dispersion du nid

Sept nids occupent une aire de 12,155 ha dans notre site d'étude. Ceci donne une densité de 1,74 nids/ha (Tableau 8, page 32).

IV.2.3- Système de la reproduction

Coracopsis vasa drouhardi semble avoir un système de reproduction du type polygynandrie. En fait nous avons noté qu'une femelle copule avec plusieurs mâles et vice-versa. Cette polygynandrie est un mélange de polygamie et de polyandrie (Lenoir, 2004), et qui signifie que la femelle est avec plusieurs mâles et le mâle copule avec plusieurs femelles. Chacune des femelles suivies a été nourrie par plusieurs mâles qui s'accouplent avec elle. Après avoir nourri la femelle, le même mâle est souvent observé éloigner cette dernière et va approvisionner une autre femelle voisine. Wilkinson (1990) a aussi confirmé ce système de reproduction en élevage en captivité.

IV.2.4-Interactions sexuelles

Deux femelles seulement (parmi les 7 étudiées) sont encore en phase de pré-ponte lors de notre arrivée sur terrain. Nos observations durant cette phase ne durent que quelques jours. A ce moment, leurs endroits de nidification restent encore faiblement défendus. La femelle bouge beaucoup, elle quitte souvent son site pour chercher de la nourriture. Le mâle commence à nourrir

la femelle lors de sa visite. L'arrivée d'un mâle à proximité d'une femelle résulte des attitudes ou d'appels de sollicitation de la femelle. Ces appels se manifestent comme des courts, simples chants, et qui se répètent jusqu'à ce que le mâle approche. Les mâles ne sont pas observés de montrer une posture similaire.

IV.2.5- Accouplement

Nous avons observé que la femelle reproductrice copule avec les mâles même après la période de ponte et ne cesse qu'à l'indépendance des poussins (environ 10 jours après la sortie des poussins du nid). Deux formes distinctes de copulation existent. Il y a la copulation prolongée et la copulation courte. Cette dernière est très brève (de 1 à 3 secondes) comme les copulations typiques des oiseaux. Elle est très fréquente quelque fois avec 2 à 3 mâles en succession rapide. Ce type d'accouplement est toujours précédé par un croisement de tête entre les deux sexes. Ensuite, le mâle vient monter sur le dos de la femelle en écartant ses ailes. Les copulations courtes concernent un bref contact de deux cloaques. Le pénis ne semble pas utiliser au cours de ces accouplements. La copulation courte est plus fréquente au cours de la ponte et l'incubation (en moyenne 5 copulations par heure, pour $n = 7$ femelles) qu'au cours de la phase d'éclosion (en moyenne 1 copulation par heure, $n = 5$) (Annexe V).

Quant à la copulation longue, nous n'avons pas pu observer directement qu'une seule fois le 1^{er} novembre 2000. Elle est caractérisée par l'introduction du pénis dans le cloaque de la femelle suivi des pompes vigoureuses, qui dure environ 15 minutes. Après cette pénétration, le mâle fait nourrir la femelle pendant quelques minutes, ensuite il descend de la femelle en maintenant les deux cloaques noués et ils se sont assis ensemble en position côte à côte avec les queues entrelacées pour le reste de la copulation. Ce type de copulation a été confirmé par l'étude menée par Ekstrom en 1999 sur terrain et par Wilkinson (1990) sur des couples en captivité.

IV.2.6 - Ponte

La ponte se fait vers la fin du mois d'octobre et début du mois de novembre.

Tableau 1. Date de la ponte du premier œuf et date du premier chant

Femelles	Ponte	Nombre d'œufs	Source	Début de période du chant
F ₁	Pas connu	4		Pas connu
F ₂	25 oct	5	Ekstrom, <i>comm.pers</i>	28 oct
F ₃	28 oct	5	Ekstrom <i>comm.pers</i>	31 oct
F ₄	03 nov	7	Cette étude	05 nov
F ₅	29 oct	4	Ekstrom <i>comm.pers</i>	31 oct
F ₆	04 nov	4	Cette étude	05 nov
F ₇	27oct	3	Ekstrom <i>comm.pers</i>	31 oct
Total		32		

Le premier œuf est pondu le 25 octobre 2000 (Ekstrom, *comm.pers*). Aucune double couvée n'a été enregistrée, et l'échec complet d'éclosion n'a pas causé la renidification (n = 7 femelles). La ponte semble avoir lieu en intervalle de 10 jours pour les différentes femelles étudiées. Le nid de la femelle F₁ a été découvert un peu plus tard c'est pourquoi les données concernant la date du premier œuf, du premier chant ne sont pas complètes.

Les œufs sont pondus dans des jours alternés. Ils sont blancs purs, avec une dimension de $40,56 \pm 2,52 \times 31,34 \pm 1,38$ mm (longueur et largeur respectivement) (n = 14 œufs) et la masse moyenne est de $18,61 \pm 0,18$ g (Annexe XIV). Le nombre d'œufs dans une couvée varie de 3 à 7 (n = 7 femelles) (Tableau 1).

IV.2.7-Incubation

L'incubation chez *Coracopsis vasa drouhardi* semble débiter approximativement avec la ponte du premier œuf (n = 2), donc vers la fin du mois d'octobre ou début de novembre jusqu'à la mi-novembre. La durée d'incubation est d'environ 16 jours. C'est la femelle qui assure la totalité de l'incubation et elle octroie des nourritures aux poussins. Toutefois, c'est le mâle qui assure la quête des nourritures et il les transporte au chevet de la femelle dès le début de l'incubation jusqu'au moment où les nids sont abandonnés (n = 7 nids pour 5861mn d'observations).

IV.2.8- Eclosion

L'éclosion a eu lieu aux alentours de mi – novembre (n = 6).

Tableau 2. Date d'éclosion du premier œuf et le nombre d'œufs éclos

Femelles	Nombre total d'œufs	Nombre d'œufs éclos	Eclosion	Jeunes envolés
F ₁	4	3	Pas connu	3
F ₂	5	4	11 nov	0
F ₃	5	3	13 nov	0
F ₄	7	6	19 nov	3
F ₅	4	3	14 nov	0
F ₆	4	3	20 nov	0
F ₇	3	3	12 nov	3
Total	32	25		9

Sur les 32 œufs pondus, 25 œufs sont éclos (78 %). La cause d'échec de l'éclosion est souvent l'infertilité (7 œufs).



Figure 4. Calendrier des différentes phases de reproduction

P: ponte
I: incubation
EP: élevage des poussins
AV: apprentissage de vol

En moyenne, la période de ponte dure environ 9 jours (n = 6 femelles) et 5 œufs ont été pondus durant ce temps. Le jour 0 (zéro) indique le commencement de la ponte. L'incubation a lieu entre le 9^{ème} et 24^{ème} jour. La femelle reste fidèle au territoire durant ces 80 jours et se charge toute seule l'incubation, le nourrissage des poussins et l'apprentissage de vol de ces derniers.

IV.2.9- Taux de survie des oisillons

Le taux de survie d'oisillon est bas (36%) qui donnent seulement 9 jeunes à partir d'un total de 25 poussins (Tableau 2). L'ensemble du succès de la reproduction (oisillon/œufs pondus) est de 28%. Au total, les poussins restent 45 jours dans le nid après leur éclosion. Ils se cantonnent encore près de l'arbre du nid pendant 10 jours environ après leur sortie du nid. C'est au cours de ce moment que la femelle les accompagne pour leurs premiers vols.

Quatre principales causes ont été identifiées comme responsable de la mort des oisillons (Tableau 3). Des insectes minuscules ressemblant à des poux, de couleur blanchâtre constituent les ectoparasites de ces nids. Ils se rencontrent sur la tête dénudée des femelles et existent sur les oisillons au moment de l'éclosion. Il est à noter qu'à l'exception du nid de la femelle F₂ qui est envahi par ces ectoparasites, ces derniers demeurent faiblement présent dans les autres nids.

Tableau 3. Différentes causes qui entraînent la mort des poussins

Femelle	Nombre de poussins morts	Age de poussins (semaine)	Cause de mortalité
F ₂	4	3	Ectoparasites
F ₃	3	5	Arbre du nid tombé
F ₄	3	3	Insuffisance alimentaire
F ₅	3	2	Prédateur
F ₆	3	1	Prédateur

Au niveau du nid de la femelle F₄, 3 des 6 oisillons trouvent la mort, probablement suite à une insuffisance alimentaire, remarquable sur leurs jabots. Quant au nid de F₅ et F₆, les traces de lutte (plume) à l'intérieur du nid F₅ et le reste d'ossements à l'extérieur de celui de F₆, supposent des attaques par des prédateurs. Comme aucun indice ne nous permet de connaître le type de ces prédateurs, nous ne pouvons pas les identifier.

IV.2.10- Réoccupation du nid

Grâce au marquage effectué par Ekstrom en 1999, nous avons pu connaître que 5 femelles sur les 7 (71, 43 %) réoccupent les mêmes nids. Les femelles restent toujours dans leurs sites de nidification à partir de la ponte jusqu'à l'envol des poussins (durant 5861 minutes d'observations, n = 7). Aucun mâle n'a été vu entrer dans le nid au cours de cette étude.

IV.3. Mensurations

a) Mensurations des poussins

Nous n'avons pas pu mesurer les poussins de façon continue pour éviter toute perturbation pouvant causer l'abandon du nid par la femelle. En fait, la femelle reste dans le nid et près de celui-ci et elle semble capable de quitter le nid suite à des manipulations fréquentes de la couvée. De ce fait, les données obtenues sont limitées (Annexe IV). L'évolution de la moyenne de croissance des poussins en fonction de leurs âges se trouve dans la figure 5. D'après cette figure, on constate que les jeunes ont déjà la taille des adultes à l'âge de 33 jours sauf que leurs ailes sont encore un peu courtes. A partir de 37^{ème} jour, leurs ailes ont la même longueur que celles des adultes. A l'exception de la courbe de croissance du poids et des ailes, les courbes présentent de croissance continue qui atteignent vite des valeurs stagnantes vers les 20^{ème} jours.

Tableau 4. Résultats de tests de corrélation

Relation à vérifier	Valeur du coefficient de Spearman r_s	Valeur de la probabilité calculée P	Type de corrélation
Age et Lb	$r_s = 0,897$	$P = 0,000$	Très significative, $P = 0,01$
Age et Lt	$r_s = 0,971$	$P = 0,000$	Très significative, $P = 0,01$
Age et Ltas	$r_s = 0,594$	$P = 0,012$	Significative, $P = 0,05$
Age et L aile	$r_s = 0,976$	$P = 0,000$	Très significative, $P = 0,01$
Age et poids	$r_s = 0,914$	$P = 0,000$	Très significative, $P = 0,01$

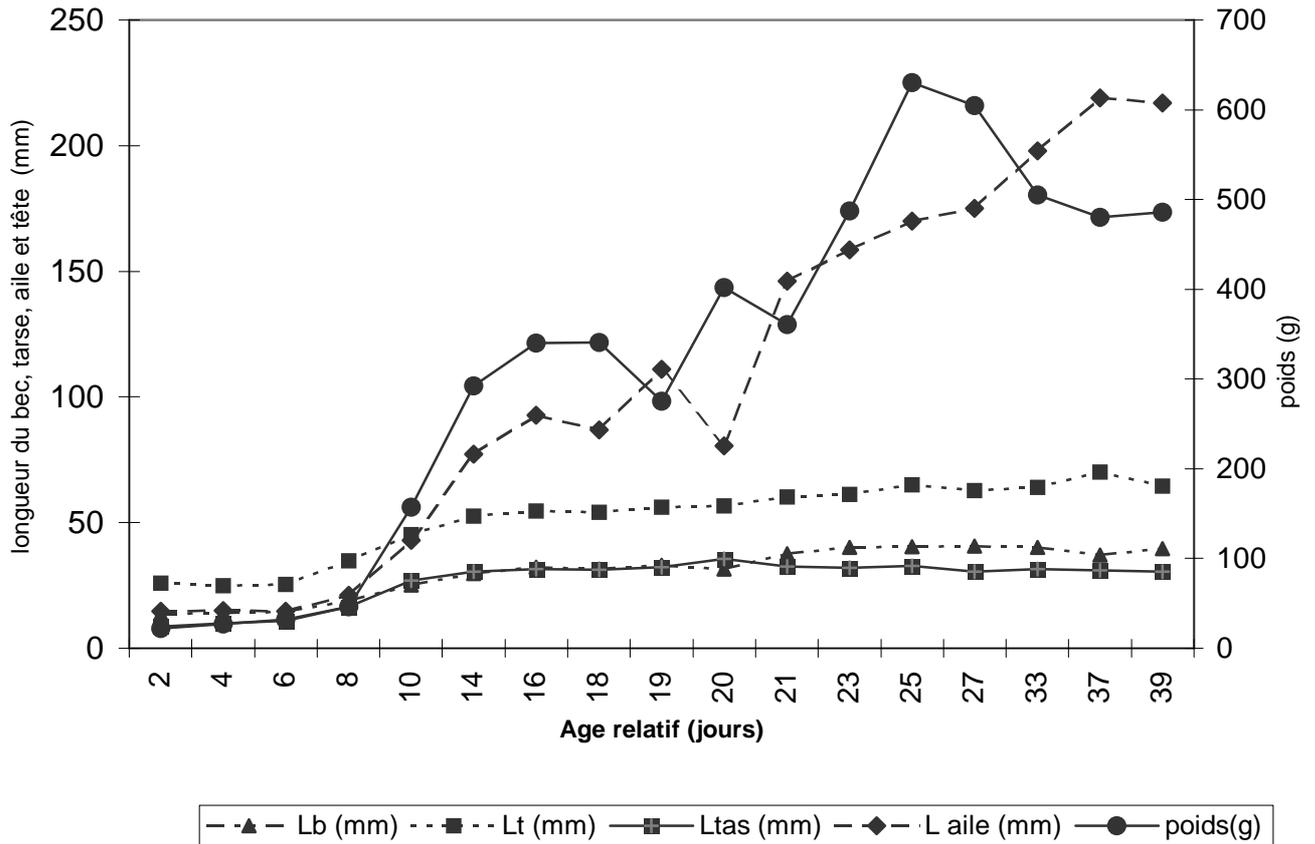


Figure 5. Représentation graphique des différentes moyennes de mesures des poussins par rapport à leur âge

Lb : longueur du bec,

Ltas : longueur du tarso-metatarse,

Lt : longueur de la tête,

L aile : longueur de l'aile.

D'après le tableau 4, il y a toujours des relations entre l'âge relatif du poussin et la longueur du bec, de la tête, de l'aile, du tarso-metatarse et le poids de ce dernier. Cela permet d'avoir une idée sur l'âge d'un poussin en effectuant ces différentes mesures.

b) Mensurations et couleurs des adultes

Les femelles reproductrices ont un poids moyen de $539,6 \pm 62,3g$ ($n = 5$, 462 à 617). Pour les autres individus capturés, il est égal à $425,3 \pm 34,5g$ ($n = 3$, 391 à 460) (Tableau 5 et 6). Ainsi, on constate que la femelle a beaucoup plus de poids quand elle est en état de reproduction. Nous tenons à signaler qu'il est très difficile de connaître le sexe chez cette espèce à part les femelles reproductrices qui sont chauves et chantent pendant la période de reproduction, et le pénis gonflé observé chez un mâle reproducteur capturé.

Tableau 5. Mensurations des femelles reproductrices

Femelles Mesures	F ₃	F ₂	F ₄	F ₇	F ₁
Poids (g)	617	513	588	518	462
Longueur du tarso-metatarse (mm)	32	31,1	32,2	32	31,2
Longueur de l'aile (cm)	31,8	30,6	30	31,0	30,5
Longueur de la tête (mm)	79,4	69,0	67,8	69,5	68,0
Longueur du bec (mm)	41	41,3	41,1	41,2	40,3
Largeur du bec (mm)	22,4	22,0	22,4	21,3	19,6
La manque de plume(%)	65	70	90	100	65
Ectoparasite au niveau de la tête	0	0	0	0	0
Ectoparasite au niveau du corps	0	0	0	0	0
Ectoparasite sur les plumes	0	0	0	0	0
Couleur du bec	Blanche	Blanche	Blanche	Blanche	Blanche
Date de capture	09 novembre	23 novembre	04 décembre	07 décembre	11 décembre
Muscle de la mâchoire (mm)	42,0	37	40,0	35,0	32,4
Numéro de la bague	1746	1736	1760	1743	1749

Tableau 6. Mensurations d'autres individus

Individus Mesures	I	II	III
Poids (g)	391	425	460
Longueur de la tête (mm)	64,4	67,6	67,0
Longueur du bec (mm)	40,5	41,2	39,6
Largeur du bec (mm)	18,2	18,9	20
Muscle de la mâchoire (mm)	35,6	32,7	31,4
Longueur de l'aile (cm)	30,5	29,8	29,4
Longueur du tarso-metatarse (mm)	28,3	30,5	31,2
Date de capture	21 novembre	25 décembre	25 décembre
Couleur du bec	rosâtre	rosâtre	blanc
Manque de plumes (%)	0	0	50
Numéro de la bague	1747	1771	1772
Présence de parasites	0	0	0
Sexe	Mâle (photo 4)	Pas connu	Femelle

IV.4.Ecologie

IV.4.1. Caractéristiques du nid

Dans notre zone d'étude, nous avons répertorié 11 nids de *Coracopsis vasa drouhardi*. Seule sept nids ont fait l'objet de notre étude. Les quatre autres nids se trouvent suffisamment éloigner et qui rend difficile le suivi. Mais deux nids ont été abandonnés assez tôt (respectivement N₅ et N₆), alors nous avons continué nos observations sur les cinq nids qui restent.

Comme la majorité des perroquets, *Coracopsis vasa drouhardi* niche dans des cavités naturelles sur le tronc d'arbre ou branche (d'arbre mort ou vivant) et sur des talus. Dans notre site d'étude, tous les nids se trouvent sur des troncs d'arbre. Les individus suivis ne creusent pas le tronc d'arbre mais se contentent d'utiliser les cavités existantes. Ce qui fait que le nid se situe à une hauteur variable selon la localisation sur l'arbre. Il est à noter que ces nids occupés sont les seules cavités existantes aux environs immédiats.

Tableau 7. Caractéristiques du nid de *Coracopsis vasa drouhardi*.

Nid	Hauteur estimée de l'arbre (m)	Hauteur du nid (m)	Espèce de l'arbre	Profondeur intérieure (cm)	Diamètre de l'ouverture (cm)
N ₁	13	7,5	<i>Commiphora guillaumini</i>	500	17
N ₂	15	5,6	<i>Adansonia rubrostipa</i>	88	12
N ₃	14	6,1	<i>Adansonia rubrostipa</i>	60	10
N ₄	13	9	<i>Commiphora guillaumini</i>	65	21
N ₅	15	4,5	<i>Adansonia rubrostipa</i>	15	10
N ₆	18	3,2	<i>Adansonia rubrostipa</i>	90	20
N ₇	13	11	<i>Poupartia sylvatica</i>	60	14
Moyenne±écart-type	14,42 ± 1,81	6,71 ± 2,68		125,42 ± 167,01	14,86 ± 4,56

IV.4.2. Etude de l'habitat

Les sept nids étudiés sont tous localisés dans la végétation du type formation secondaire et des champs de maïs, arachides et manioc (Photo 1: Milieu d'étude).

L'espèce ne sélectionne pas des arbres pour nicher, mais cherche seulement les arbres qui ont un trou. La hauteur du nid par rapport au sol varie selon la localisation du trou sur le tronc d'arbre, entre 3m à 11m (Tableau 7) (pour n = 7 femelles).

IV.4.3. Territoire

Nous avons délimité le territoire de chaque femelle observée et la superficie occupée à partir de la ponte jusqu'à la fin de la saison de la reproduction.

Tableau 8. Superficie du site occupée par les femelles reproductrices.

Femelles	Superficie (m ²)
F ₁	10.650
F ₂	21.000
F ₃	26.000
F ₄	23.400
F ₅	19.900
F ₆	15.710
F ₇	4.890
Moyenne	17.364,3 ± 7.461,9

Avant la ponte, l'endroit où il y a le nid ne semble pas encore totalement défendu car il demeure chevauché avec ceux des femelles voisines (n = 2). Sa superficie est très large. Ce résultat est aussi confirmé par Ekstrom en 1999 (n = 6). Mais à partir de la ponte, elle devient très réduite, et la femelle commence à la défendre même contre les autres espèces d'oiseaux (surtout *Eurystomus glaucurus*). La femelle propriétaire ne semble pas être dérangée par d'autres femelles congénères pendant la période de ponte et d'incubation. Toutefois, elle devient plus agressive à partir de l'éclosion.

Au sein de ce site, des arbres particulièrement haut (morts ou vivants) dont le nombre varie entre 5 à 12 sont fréquemment utilisés par les femelles à partir desquels elles chantent (Tableau 13).

IV.4.4. Régime alimentaire

Nous n'avons pas fait une étude systématique du régime alimentaire de l'espèce. Toutefois, les quelques espèces d'arbres suivantes sont trouvées consommées par l'espèce.

Tableau 9. Listes des espèces végétales consommées par *Coracopsis vasa drouhardi*

Espèces d'arbres	Familles	Parties consommées
<i>Delonix adansonioïdes</i>	CAESALPINIACEAE	Graines
<i>Cassia leandrii</i>	CAESALPINIACEAE	Fleurs
<i>Berchemia discolor</i>	RHAMNACEAE	Graines
<i>Strychnos decussata</i>	LOGANIACEAE	Chair de fruits

IV.5. Ethologie

IV.5.1. Comportement pendant la période de reproduction

a-Comportement des mâles

Les mâles ne pénètrent jamais dans le nid mais fournissent habituellement de la nourriture à la femelle sur les perchoirs. Ils semblent attirer par le cri des femelles reproductrices (n = 2) avant la ponte. Le mâle vient vers la femelle et commence déjà à lui apporter un peu de nourritures. Cela n'est pas encore très fréquent qu'à partir de la ponte où la femelle ne quitte plus son territoire. Occasionnellement, le mâle tente de visiter le nid, en se penchant sur le bord de l'ouverture mais il ne réussit pas à y entrer car la femelle l'empêche avec agressivité. Le mâle arrive généralement aux environs du nid pendant la période du chant de la femelle. Un petit nombre d'entre eux est venu au sein de ce site en dehors de la période du chant (quand la femelle est dans le nid ou hors du nid sans chanter) (Figure 6, Tableau 21). Deux cas peuvent se produire :

- soit le mâle reste sur l'un des perchoirs pour attendre la sortie de la femelle du nid ;
- soit il part pour visiter (ou approvisionner) d'autres femelles.

D'autres mâles sont attirés par la vue d'une femelle qui est nourrie par un mâle, et par leur accouplement. Ces activités ont lieu souvent au sommet des arbres et ceci les rend visible de loin par les autres mâles. La différence entre la fréquence de l'arrivée des mâles pendant ces activités et pendant la période sans chant émanant de la femelle est significative ($\chi^2 = 5,58$; $P = 0,05$; ddl = 1) (Figure 7, Tableau 21).

En général, les mâles restent en groupe pour chercher de la nourriture sur un arbre fruitier. Et il est possible que ces mâles quittent en même temps cet arbre et pourraient venir ensemble chez les femelles. Ainsi, des mâles peuvent perturber l'approvisionnement en nourriture entre une femelle et un mâle. Cette perturbation finit par renvoyer le mâle qui est entrain de nourrir la femelle. Alors il quitte cette femelle et va visiter d'autres. Le mâle qui a perturbé cet approvisionnement finit pour avoir la place et continue de nourrir la femelle. Parfois, le cas d'approvisionnement est entrecoupé d'accouplement si la femelle accepte. L'approvisionnement en nourriture faite par les mâles augmente à partir de l'éclosion jusqu'à l'envol des poussins (en moyenne 162 becquées par heure, n = 5 femelles). Au cours de la ponte et incubation, la femelle reçoit en moyenne 58 becquées par heure (pour n = 7) (Annexe V).

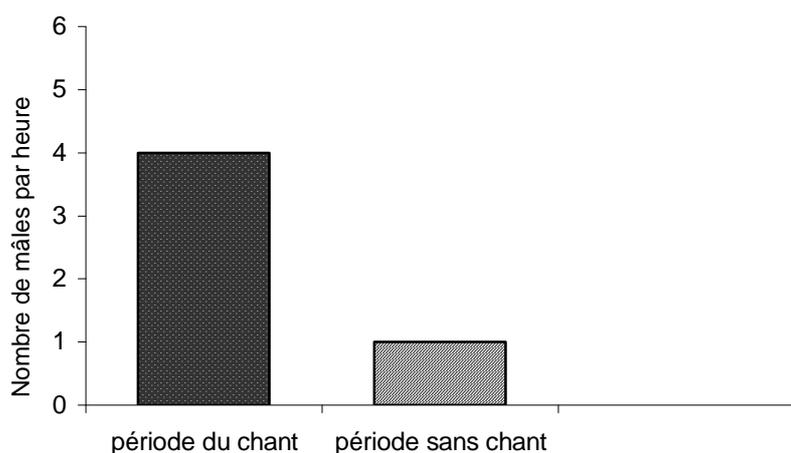


Figure 6. Moyenne du nombre de mâles arrivés par heure pendant la période du chant et sans chant pour les 5 femelles suivies.

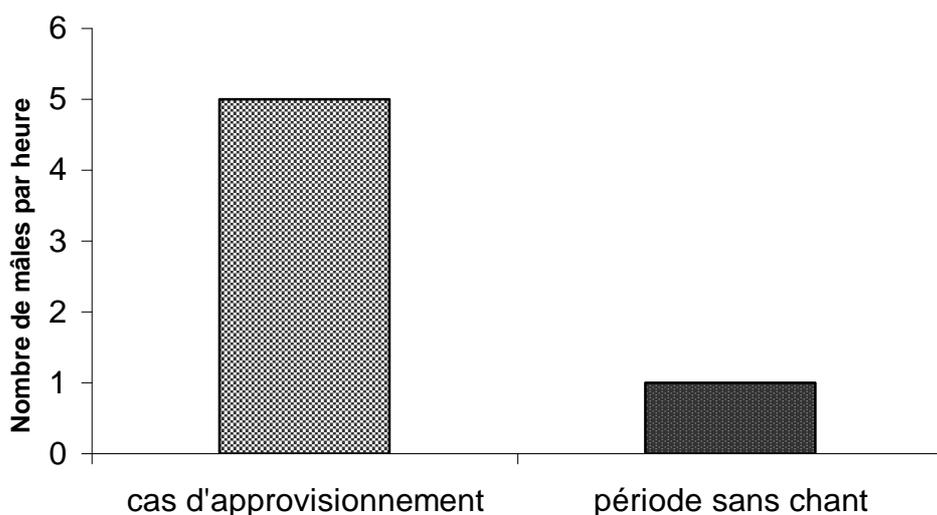


Figure 7. Moyenne du nombre de mâles arrivés par heure pendant l'approvisionnement et la période sans chant.

b- Comportement de la femelle avant la ponte

Au cours de nos observations juste quelques jours avant la ponte de F₄ et F₆, nous avons pu constater que ces dernières quittent des fois leur endroit de nidification pour chercher des nourritures. Ces femelles font des cris qui se répètent jusqu'à ce que le mâle approche. Elles cherchent des copulations aux alentours du nid. Pendant cette période, la femelle ne défend pas encore l'endroit de nidification.

c-Comportement de la femelle pendant la ponte

Comme la plupart des perroquets, la femelle cesse complètement de chercher de la nourriture à partir de la ponte. Elle ne quitte plus son site et elle y devient sédentaire. Ainsi, elle commence à défendre son nid à partir de cette période de ponte. Mais elle n'est pas encore dérangée par d'autres femelles à ce moment et même durant l'incubation. Aucune attaque n'est observée entre la femelle propriétaire et les autres femelles envahisseuses pendant cette période.

Les femelles commencent à chanter avec le commencement de la ponte, mais le chant ne semble complet ou bien développé qu'à l'éclosion. Aucune femelle ne chante avant la ponte (Tableau 1). Les femelles sont nourries par plusieurs mâles à partir de la ponte. En effet 3 à 5 mâles arrivent en même temps en vue de nourrir la femelle (Annexe XI).

d - Comportement pendant la période d'incubation

Seule la femelle incube les œufs. L'incubation prend entre 39,4 % à 46,6 % du temps total d'observation des femelles (n =7 femelles) au cours de cette période (Tableau 10). Les mâles n'entrent pas dans le nid. Les femelles alternent l'incubation avec le chant, elle incube ces œufs pendant certains temps (en moyenne 42,6 %), et après elle sort du nid pour chanter (en moyenne 38,3 %). Durant les mauvais temps, la femelle ne sort du nid que lorsque la pluie cesse.

Tableau 10. Temps passé par la femelle dans le nid pendant la période d'incubation

Femelle	Temps dans le nid (mn)	Temps total du chant (mn)	Temps total d'observation (mn)
F1	229 (40,38 %)	210 (37 %)	567
F2	71 (39,4 %)	62 (34,4 %)	180
F3	151 (41,9 %)	132 (36,6 %)	360
F4	150 (41,6 %)	144 (40 %)	360
F5	159 (44,1 %)	152 (42,2 %)	360
F6	168 (46,6 %)	142 (39,4 %)	360
F7	161 (44,7 %)	134 (37,2 %)	360
Total	1089 (42,6 %)	976 (38,3 %)	2547

e -Comportement des femelles à l'égard des mâles approvisionnants

Quand un mâle arrive dans le site d'une femelle, elle lui approche pour initier l'approvisionnement en nourriture (n = 121 observations). La femelle devient agressive à l'égard du mâle qui termine le ravitaillement. Alors, elle se met à le contourner pendant quelque seconde

comme si elle demandait encore de la nourriture. Quelque fois, la femelle arrive à faire revenir le mâle et l’approvisionnement continue sur un autre perchoir ou sur le même perchoir. Le mâle approvisionne la femelle par régurgitation des nourritures stockées dans le jabot sous forme de becquée répétée envers le bec ouvert de cette dernière.

f- Comportement de la femelle après éclosion

La femelle passe la plupart de son temps à chanter (environ 56 %, pour n = 5 femelles, Tableau 17), pendant l’élevage des poussins. A partir de l’éclosion, elle défend plus son territoire même vis à vis des autres espèces. *Coracopsis vasa drouhardi* semble particulièrement agressif contre les espèces qui nichent dans des cavités naturelles comme le Rollier malgache *Eurystomus glaucurus*.

g- Comportement après l’envol des poussins

La femelle continue encore de nourrir les jeunes durant 10 jours environ après leur sortie du nid. La femelle chante encore pendant cette période car elle devrait nourrir ces jeunes et ce sont toujours les mâles qui assurent le ravitaillement en nourriture.

Pendant ce temps, la femelle reste toujours près de ses poussins pour les protéger et les apprendre progressivement à voler. Ces jeunes ne reviennent plus à l’intérieur du nid mais restent près de l’arbre de celui-ci vers la tombée de la nuit.

h-Comportement des jeunes

Les poussins ou les jeunes poussent un cri du type «*kio --- kio --* ». Ils le font surtout quand la femelle revient de l’approvisionnement par le mâle. Environ 45 jours après l’éclosion a lieu les premiers envols. Autour de 10 jours après leur envol, les jeunes arrivent à chercher leurs propres nourritures. Les adultes font un cri grave du type «*Pi O*» (le plus courant) ou «*Kraar... , Kraar*» (en vol) (Langrand, 1995), à l’exception des femelles reproductrices.

IV.5.2. Compétition entre les femelles

Les femelles reproductrices semblent entrer en compétition au niveau de l’approvisionnement en nourriture par les mâles. Comme l’approvisionnement est toujours précédé

par le chant de la femelle, les différentes occupantes des nids chantent parfois simultanément pour attirer les mâles. Et quand une femelle se trouve à l'intérieur d'un territoire d'une autre, cette dernière la pourchasse.

IV.5.3. Défense territoriale

a.-Agressivité intraspécifique

C'est l'attaque de l'espèce étudiée contre les individus de la même espèce. Toutes femelles envahisseuses dans un territoire sont sujettes à des agressivités acharnées de la part de la propriétaire à partir de l'éclosion. Ni celle qui chante, ni celle qui y entre pour d'autre raison n'échappe à cela.

Pour un total de 23 femelles envahisseuses dans les territoires des 5 femelles reproductrices, 18 (78,26 % des femelles) ont été chassées (Tableau 15 et 16).

b.-Agressivité interspécifique

C'est l'attaque de l'espèce étudiée vis à vis des autres espèces d'oiseaux. La femelle reproductrice s'attaque à *Eurystomus glaucurus*. Sur au moins 8 occasions, *Eurystomus glaucurus* a été agressé par *Coracopsis vasa drouhardi* près du nid.

IV.5.4. Etude du chant de la femelle

a.-Nature

Pendant la saison de reproduction, le chant est l'apanage de la femelle de *Coracopsis vasa drouhardi*. Leur chant est complexe, en moyenne composée de 7 types de notes, avec une durée de 8 à 18 secondes (n = 7 femelles). Chaque femelle a son propre chant et qui est discernable à l'oreille humaine. Le chant commence dès l'incubation. Il évolue avec les différentes phases de reproduction et devient de plus en plus complexe. Au début, le chant est d'abord formé de quelques syllabes ou notes et au fur et à mesure qu'on entre dans les différentes étapes de la reproduction, le nombre de syllabes augmente. En général, c'est au cours de la phase d'élevage des poussins que le chant semble complet. Nous avons analysé quelques chants pendant cette phase (Figure 11 et Annexe VI).

b-Fonction

Les expériences de play-back au sein du site des femelles résidentes et en dehors suggèrent des fonctions importantes jouées par le chant. Un certain nombre de mâles arrivent sur le lieu de l'expérience pendant la diffusion du chant de la femelle, par contre, aucun mâle n'est arrivé à ce lieu pendant le temps où on a diffusé le chant contrôle (chant de Coucal malgache *Centropus toulou*, cri du mâle de *Coracopsis vasa drouhardi*). La différence entre le nombre de mâles arrivés durant ces deux périodes est significative ($\chi^2 = 8,1$; ddl = 1; $P = 0,05$). Le tableau suivant montre cette tendance.

Tableau 11. Résultat du play-back réalisé en dehors des sites des femelles reproductrices

Numéros d'expériences	N _A	N _B
1	2	0
2	3	0
3	2	0
4	3	0

N_A : nombre de mâles qui arrivent sur le lieu d'expérience pendant l'émission du chant de la femelle de *Coracopsis vasa drouhardi*.

N_B : nombre de mâles attirés sur le lieu suite à l'émission des chants contrôles (Coucal malgache et mâle de *Coracopsis vasa drouhardi*).

Le tableau suivant montre le nombre d'approches ou d'attaques du haut-parleur par chaque femelle étudiée et la durée de leurs cris d'alarmes quand on fait passer le chant d'une femelle au sein de leur territoire.

Tableau 12. Résultat du play-back fait à l'intérieur du site de la femelle.

Femelles	Temps de la première réponse de la femelle	Nombre d'approches du haut-parleur	Durée des cris d'alarmes (mn)
F ₁	Après 1 mn de l'expérience	3	11
F ₂	Après 3 mn de l'expérience	4	5
F ₃	Après 4 mn de l'expérience	6	7
F ₄	Après 3 mn de l'expérience	3	1

Quand le play-back a commencé, l'oiseau s'approche progressivement et fini par tourner autour du haut-parleur. La femelle réagit après quelques minutes seulement (entre 3 à 6 minutes pour $n = 4$). Elle commence à chercher la source de l'émission, et quand elle la trouve, elle s'approche et tourne autour en la regardant puis elle l'attaque. Après, elle commence à émettre des cris d'alarmes (dont la durée varie de 1 à 11 minutes, pour $n = 4$). D'autres individus de la même espèce (des mâles et quelque fois des femelles) répondent à ces cris d'alarmes et viennent sur place. Ils restent près du haut-parleur et continuent à s'exciter ensemble pendant quelque minutes puis partent. La femelle propriétaire retourne près de son nid et commence à reprendre ses activités normalement même si le play-back persiste.

Trois hypothèses ont été posées et étudiées pour mieux comprendre l'importance du chant de la femelle de *Coracopsis vasa drouhardi*. Chaque hypothèse est composée par quelques prédictions qui vont être aussi testées avec les données collectées sur terrain. Lorsque toutes les prédictions qui constituent chaque hypothèse seraient testées, une conclusion va être tirée si elle est soutenue ou rejetée. Nous adaptons que si plus de la moitié des prédictions est rejetée, l'hypothèse est rejetée.

Hypothèse 1 : La fonction du chant de la femelle pourrait contribuer à faire fuir les prédateurs.

Prédiction 1 : Pour cela, la femelle ne devra pas utiliser l'arbre où il y a le nid pour chanter.

Explication : Si la femelle propriétaire chante sur l'arbre du nid, il serait facile pour les prédateurs de repérer l'endroit où il y a les poussins ou les œufs.

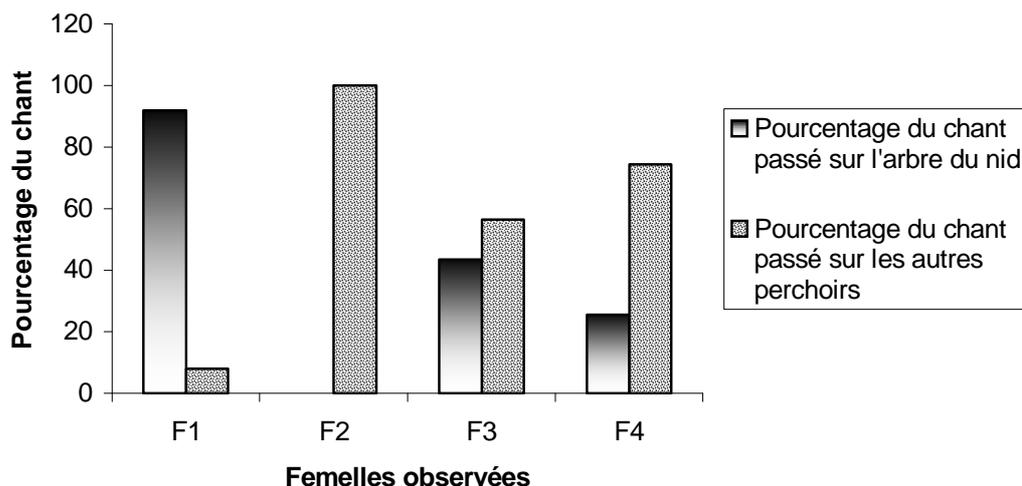


Figure 8. Pourcentage de la durée des chants passés sur l'arbre du nid et sur les autres perchoirs pour chaque femelle étudiée.

D'après cette figure, trois des quatre femelles observées (75 %) utilisent l'arbre du nid pour chanter. Trois cas peuvent se présenter : soit elles chantent surtout sur l'arbre du nid (à 91,95 %, cas de la F₁), soit uniquement sur les autres perchoirs (cas de F₂), soit elles utilisent les deux à la fois (cas de F₃ et F₄). Lors des observations faites sur terrains, F₂ n'a jamais chanté sur l'arbre du nid mais elle l'utilise simplement comme perchoir pour recevoir des nourritures données par les mâles (Annexe XII).

La prédiction est rejetée car d'après ce résultat, les femelles utilisent l'arbre du nid pour chanter.

Prédiction 2 : Plus de 50 % des perchoirs utilisés par chaque femelle devraient se trouver à plus de 50 m de l'arbre du nid.

Explication : Si la femelle propriétaire chante à plus de 50 m de l'arbre du nid, il pourrait être difficile pour les prédateurs de repérer le nid.

Tableau 13. Comparaison des nombres de perchoirs fréquemment utilisés >50 m et < 50 m de l'arbre du nid.

Femelle	Nt	N<50 m	N>50 m
F ₁	5	4 (80 %)	1 (20 %)
F ₃	8	0 (0 %)	8 (100 %)
F ₄	9	1 (11, 11 %)	8 (88, 89 %)
F ₅	11	4 (36, 36 %)	7 (63, 64 %)
F ₆	12	4 (33,33 %)	8 (66,67 %)
Total	45	13 (28,9 %)	32 (71,1 %)

Nt : nombre total de perchoirs privés du nid utilisés par chaque femelle pour chanter.

N<50 m : Nombre de ces perchoirs qui se trouvent à moins de 50 m de l'arbre du nid.

N>50 m : Nombre de ces perchoirs qui se trouvent à plus de 50 m de l'arbre du nid.

Selon ce tableau, le nombre de perchoirs (utilisés pour chanter et en même temps pour recevoir des nourritures) n'est pas le même pour chaque femelle observée, il varie de 5 à 12. Selon chaque femelle, il est possible que presque tous les perchoirs qu'elle utilise se trouvent à une distance supérieure à 50 m (cas des F₃ et F₄) ou le cas contraire (distance <50 m, cas de la F₁). Seul 13 perchoirs parmi les 45 (28,9 %) se trouvent à moins de 50 m de l'arbre du nid (n = 5 femelles, Annexe XIII).

La distance de chaque perchoir par rapport à l'arbre du nid varie entre 11m et 260 m. Comme la défense du territoire de la femelle propriétaire demeure encore très prononcée à 50 m du nid (selon l'expérience play-back), nous avons adopté cette distance pour servir de repère dans cette hypothèse. L'abondance des nombres de perchoirs qui se trouvent à une distance < 50 m ou >50 m du nid dépend de chaque femelle. Mais en moyenne, plus de 50 % des perchoirs se trouvent à une distance à plus de 50 m de l'arbre du nid.

La prédiction 2 est donc acceptée.

Prédiction 3 : La femelle propriétaire ne devra plus chanter après la sortie des poussins du nid ou après l'échec du nid.

Explication : Si les poussins sont déjà sortis du nid (nid vide) ou si le nid est endommagé (sans succès), le chant de la femelle ne serait plus donc nécessaire.

Parmi les sept femelles étudiées (sept nids), trois nids seulement ont eu du succès (Tableau 2). Après la sortie des poussins de ces trois nids, les femelles continuent encore à chanter jusqu'à ce que les jeunes arrivent à se nourrir (environ 10 jours de la première sortie du nid). Pour les quatre femelles où les nids sont sans succès, on a observé que chacune d'elles continue encore à chanter environ 2 semaines après l'échec de la couvée. Cette prédiction est donc rejetée. Nous pouvons déduire d'après ces trois prédictions que le chant de la femelle ne sert pas à faire fuir les prédateurs.

Hypothèse 2 : La fonction du chant de la femelle serait de protéger l'endroit de nidification contre les femelles de la même espèce.

Prédiction 1 : Des femelles étrangères qui pénètrent dans le site de la femelle résidente existent.

Explication : On pense que si les femelles étrangères pénètrent dans le site d'une autre femelle, elles cherchent quelque chose. Supposons qu'elles cherchent un nid, dans ce cas elles ne sont pas les femelles voisines parce que ces dernières ont déjà leur nid. En effet les données suivantes suggèrent que ces femelles ne soient pas les voisines.

Tableau 14. Nombre de visite des femelles envahisseuses (avec ou sans marques).

Sites des femelles	Nombre de visites des envahisseuses	Nombre d'envahisseuses avec des marques sur les ailes.
TF ₁	5	0
TF ₂	5	0
TF ₃	3	0
TF ₄	6	0
TF ₇	4	0
Total	23	0

TF₁ : Site de la femelle 1

TF₄ : Site de la femelle 4

TF₂ : Site de la femelle 2

TF₇ : Site de la femelle 7

TF₃ : Site de la femelle 3

D'après ce tableau, toutes les femelles envahisseuses observées n'ont pas eu des marques sur les ailes. Ainsi, il est difficile de connaître le nombre exact de ces femelles envahisseuses. C'est pourquoi, le terme 'nombre de visite' est adopté.

Cette prédiction est soutenue car les femelles envahisseuses existent et elles ne sont pas des femelles voisines.

Prédiction 2 : La femelle résidente attaque les femelles étrangères (envahisseuses).

Explication : si la femelle résidente attaque la femelle étrangère, c'est pour protéger son territoire (y compris le nid et les nourritures apportées par le mâle).

Tableau 15. Nombre de femelles envahisseuses attaquées par la femelle résidente dans son site.

Sites des femelles visitées par les femelles étrangères	Nombre de femelles envahisseuses	Nombre de femelles attaquées par la femelle résidente
TF ₁	5	5
TF ₂	5	4
TF ₃	3	2
TF ₄	6	4
TF ₇	4	3
Total	23	18

Sur les 23 femelles étrangères qui envahissent les sites des femelles observées, 18 femelles envahisseuses (soit 78,26 %) ont été attaquées par les femelles propriétaires.

La prédiction 2 est donc soutenue.

Prédiction 3 : Les femelles étrangères se dirigent vers l'arbre du nid ou sur les autres perchoirs ?

Explication : Ceci dépend de ce qu'elle cherche : si approvisionnement en nourriture, elle se dirige vers les perchoirs et si c'est le nid qu'elle cherche, elle devrait se diriger vers l'arbre du nid.

Tableau 16. Direction des femelles étrangères quand elles arrivent à l'intérieur du site de la femelle résidente

Sites des femelles	Nombre de femelles envahisseuses et leurs directions dans le site de la femelle résidente		
	Vers le nid	Vers les autres perchoirs	Total
TF ₁	0	5	5
TF ₂	0	5	5
TF ₃	0	3	3
TF ₄	0	6	6
TF ₇	0	4	4
Total	0	23	23

Toutes les femelles étrangères qui envahissent le site des femelles résidentes se dirigent vers les autres perchoirs et pas vers l'arbre du nid (n = 5) d'après ce tableau.

Cette prédiction est donc acceptée.

D'après les analyses de ces prédictions, on constate que la femelle propriétaire protège son endroit de nidification contre la femelle étrangère. Nous pourrions dire que le chant de la femelle a un rôle dans la défense du site de nidification contre les femelles étrangères. En plus, d'après les expériences de play-back effectuées dans le site des femelles propriétaires, ces dernières deviennent agressive lorsqu'elles ont entendu le chant d'une autre femelle dans leurs sites.

Hypothèse 3 : La fonction du chant serait pour attirer les mâles d'emmener les nourritures.

Prédiction 1 : La femelle reproductrice reste au sommet des arbres ou perchoirs plus de 50 % du temps total du chant.

Explication : Si la femelle chante au sommet des arbres, le chant pourrait aller très loin et les mâles puissent l'entendre (jusqu'à 500 m au moins).

Tableau 17. Heure totale du chant dans le temps total d'observation à partir de l'éclosion.

Femelles observées	Temps totaux d'observations	Heures totales des chants
F ₁	16h.04 mn	7h.27 mn (46, 37 %)
F ₂	13h.07 mn	8h.00 mn (60, 99 %)
F ₃	6h.55 mn	3h.54 mn (56, 38 %)
F ₄	13h.08 mn	8h.20 mn (63, 45 %)
F ₇	6h.00 mn	3h.23 mn (56, 38 %)
Total	55h 14mn	31h 04mn

En moyenne, 56,25 % du temps total d'observation est dépensé par la femelle pour chanter au cours de l'élevage des poussins (n = 5). Nous constatons que la femelle chante la majorité de son temps.

Tableau 18. Relation entre le pourcentage du temps actif passé pour chanter et l'emplacement de la femelle durant ce temps.

Femelles observées	T1 (%)	T2 (%)
F ₁	71,41	98
F ₂	72,10	100
F ₃	67,05	100
F ₄	81,83	100
F ₇	63,84	100
Moyenne	71,25	99,60

T1 : temps passé par la femelle pour chanter dans le temps actif.

T2 : pourcentage du temps actif passé au sommet des perchoirs par la femelle.

Le temps actif (TA) est le temps total d'observation (TO) - temps total dans le nid (TN) - temps pendant lequel on a perdu de vue la femelle (TP) ou temps durant lequel elle a fait des cris d'alarmes (TC).

$$TA = TO - TN - TP \text{ ou } TC$$

D'après ce tableau, les femelles reproductrices passent une durée extraordinaire en dehors du nid à chanter (en moyenne 71,25 % du temps actif, n = 5), et elles se placent au sommet des perchoirs presque la totalité de ce temps (99,60 %). On peut conclure que la prédiction est soutenue. La femelle est dite au sommet du perchoir quand elle se trouve entre 0 et -2 m du sommet. Quand il fait très chaud (entre 11h à 14h), elle descend un peu plus bas pour se cacher sous l'ombrage des feuilles et petites branches.

Prédiction 2 : Quand le mâle arrive, il se dirige vers la femelle ou au nid ?

Explication : Le mâle assure le ravitaillement en nourriture de la femelle, alors quand il arrive, il devrait se diriger vers la femelle si la fonction du chant est d'attirer le mâle.

Tableau 19. Nombre de visites de mâles reçus par chaque femelle à partir de l'éclosion

Femelles observées	Nombre de visite de mâles
F ₁	62
F ₂	44
F ₃	27
F ₄	11
F ₇	20

La durée totale du temps d'observation n'est pas le même pour chaque femelle observée (Annexe XI). C'est pourquoi, on a une grande variation sur le nombre de visite de mâles pour chaque femelle. Beaucoup de mâles ne sont pas marqués, alors il est difficile de connaître le nombre exact de mâles qui visitent la femelle. Ainsi, un minimum d'estimation des partenaires de copulation et d'approvisionnement est fait, en observant habituellement le nombre maximum de mâles qui sont trouvés ensemble avec la femelle de s'accoupler ou de l'approvisionner.

Les observations sur ces mâles non marqués suggèrent que les mâles approvisionnants soient des mâles accouplant. En moyenne, chaque femelle est visitée par 2 mâles (au minimum) par jour pendant la phase pré-ponte (n = 2) et par 3 à 5 mâles (au minimum) par jour à partir de la ponte. Nous avons pris ces chiffres en observant la femelle et nous avons vu 4 à 5 mâles qui sont ensembles avec elle pendant cette deuxième période, et ces mâles copulent avec la femelle et la nourrissent. Ainsi, ces nombres maximums ont été pris, car un même mâle peut visiter plusieurs fois la femelle pendant chaque observation.

Tableau 20. Direction des mâles quand ils arrivent à l'intérieur des sites des femelles.

Femelles observées	Mâles vers la femelle (%)	Mâles vers le nid (%)
F ₁	100	0
F ₂	100	0
F ₃	100	0
F ₄	100	0
F ₅	100	0

D'après ce tableau, les mâles se dirigent toujours vers la femelle et jamais à l'intérieur du nid. La prédiction est donc soutenue.

Prédiction 3: La femelle devrait pénétrer dans le nid après la visite du mâle.

Explication : - la femelle devrait entrer dans le nid après la visite du mâle, soit pour couvrir les œufs, soit pour faire nourrir les poussins.

La figure ci-dessous récapitule l'existence de la relation entre la quantité des nourritures reçue par toutes les femelles observées et leurs fréquences d'entrée dans le nid (pour $n = 5$). Plus le nombre de becquées reçues par la femelle augmente, plus le pourcentage d'entrée dans le nid augmente. Si la quantité de la nourriture reçue est insuffisante (nombre de becquées faibles) (cas de la classe [3,42]), le pourcentage d'entrée dans le nid est faible (17,65 %) et celui de non entrée est haut (82,35 %). Les femelles pénètrent toujours dans leur nid quand le nombre de becquées reçues atteint environ 300. En général, la femelle entre toujours dans le nid après la visite des mâles. La prédiction 3 est acceptée.

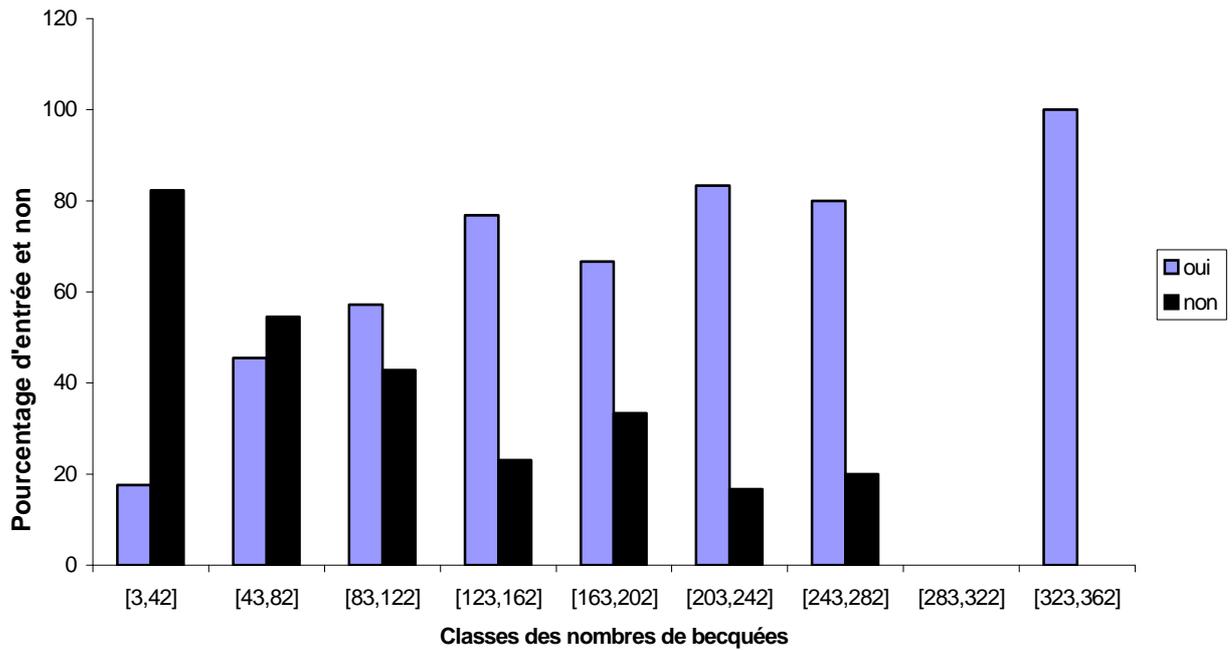


Figure 9. Pourcentage d'entrée et non de chaque femelle dans le nid en fonction de la fréquence de nourrissage.

Prédiction 4 : Les mâles arrivent pendant le chant de la femelle.

Explication : Si le nombre de mâles qui arrivent pendant le chant est élevé par rapport à ceux qui arrivent pendant la période sans chant, cela suggère que les mâles soient attirés par le chant de la femelle.

Tableau 21. Comparaison de la fréquence de visite de mâles pendant le chant de la femelle et pendant la période sans chant.

Femelles	Fréquence de visites de mâle pendant le chant	Fréquence de visite des mâles pendant la période sans chant			
		Femelle hors du nid	Femelle dans le nid	Total	Cas d'approvisionnement
F ₁	41	4	4	8	13
F ₂	19	1	2	3	5
F ₃	11	0	0	0	0
F ₄	32	1	0	1	11
F ₇	15	1	2	3	2
Total	118 (72 %)	7	8	15 (9 %)	31 (19 %)

Pour la femelle F₃, tous les mâles qui l'ont rendu visite sont arrivés pendant la période du chant. En moyenne, 72 % de visite de mâles ont eu lieu pendant la période du chant, 9 % pendant la période sans chant (n = 5), et 13 % de visites de mâles sont provoqués par les cas d'approvisionnements. Donc, on peut soutenir cette prédiction car la différence entre la fréquence de visite de mâles durant la période du chant et sans chant est très significative ($\chi^2 = 79,7$; $P = 0,01$; ddl = 1).

Prédiction 5 : Quand le mâle arrive, la femelle résidente cesse de chanter.

Explication : Si la fonction du chant de la femelle est pour attirer les mâles, lorsqu'un mâle arrive, la femelle devrait cesser de chanter.

Tableau 22. Nombre de femelles qui chantent et qui ne chantent pas juste après l'arrivée des mâles dans leurs sites.

Nombre de visite de mâles	Femelle cesse de chanter	Femelle continue à chanter	Femelles observées
62	Pour n = 62	n = 0	F ₁
27	Pou n = 27	n = 0	F ₂
11	Pour n = 11	n = 0	F ₃
44	Pour n = 44	n = 0	F ₄
20	Pour n = 20	n = 0	F ₇

(n = nombre de visite de mâles)

Ce tableau montre qu'aucune femelle n'est observée continuer à chanter après l'arrivée d'un mâle dans leur site (n = 5). La prédiction est soutenue.

Prédiction 6 : Il y aurait une relation entre la fréquence du chant d'une femelle et la fréquence de l'arrivée du mâle.

Explication : Si une femelle chante beaucoup (durée du temps passé pour chanter élevée), peut être que la visite des mâles est très fréquente chez elle. Par contre si elle chante rarement (durée totale du temps passé pour chanter courte), le nombre de visite de mâles pourraient être très rare.

La corrélation de Spearman permet de vérifier s'il y a une relation entre les deux variables suivantes : temps total du chant et nombre total de visite de mâles chez la femelle.

Tableau 23. Relation entre le nombre de visite de mâles chez chaque femelle et le temps total passé par cette dernière pour chanter (à partir de l'éclosion).

Femelles	Nombre de visite de mâles	Temps total du chant
F ₁	62	447 minutes
F ₂	27	480 minutes
F ₃	11	234 minutes
F ₄	44	500 minutes
F ₇	20	203 minutes

Pour vérifier cette relation, la corrélation de Spearman a été choisie. D'après le calcul obtenu, $r_s = 0,6$ et la probabilité calculée $P = 0,285$.

On constate que P calculé est supérieur à 0,05. La relation n'est donc pas significative.

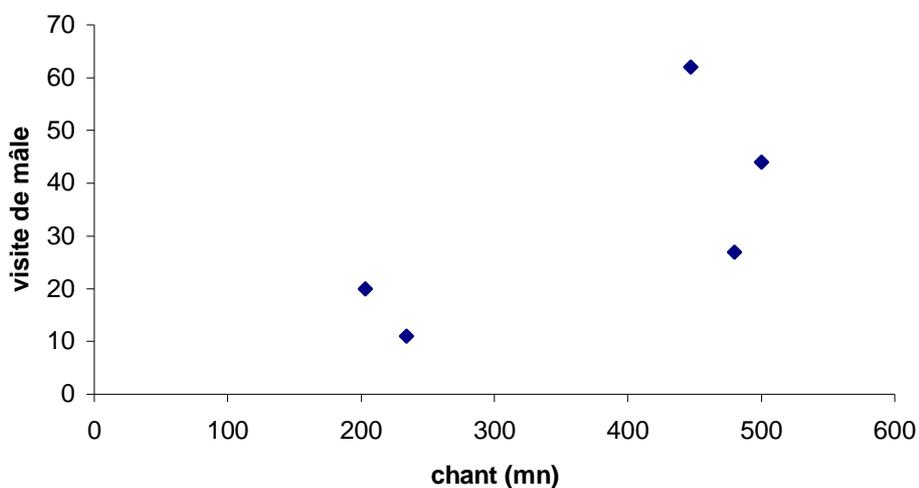


Figure 10. Relation entre la durée du chant et le nombre de visite de mâles.

On peut conclure qu'il n'y a pas de relation significative entre le nombre de visite de mâles chez la femelle et le temps que cette dernière passe pour chanter.

Alors, la doute se pose, c'est peut être à cause de l'insuffisance de l'échantillon analysé ($n = 5$ femelles) qui entraîne cette corrélation non significative.

D'après les analyses de prédictions, l'hypothèse est donc soutenue. Le rôle principal du chant de la femelle est d'attirer les mâles pour apporter les nourritures.

c - Résultats des analyses des paramètres des chants

a- Nombre de phrases par chant

Le nombre de phrases trouvées dans le chant de cette espèce est de trois à quatre (n = 7 femelles) (Figure 11 et Annexe VI).

Chaque phrase est constituée d'une répétition de différentes notes avec une possibilité de variation de fréquence et de durée.

b- Différents types de notes

Les notes représentent les éléments constitutifs de chaque phrase. Chaque motif est constitué d'au moins deux types de notes. En moyenne, l'espèce possède des chants formés de sept types de notes et de trois types de phrases. Le nombre de types de notes par phrase sont compris entre 2 à 4.

Il y a des différences entre les formes de notes. Toutefois, une ressemblance remarquable au niveau de différentes formes de notes a été trouvée chez F₁ et F₂ d'après leurs sonogrammes (Figure 11, Annexe VI).

c- Fréquence du chant

Selon Chapuis (1971), les émissions sonores, chez les oiseaux, sont divisées en trois classes en fonction des fréquences:

- Aiguës : Supérieures à 2000 Hz.
- Moyennes : entre 1000 et 2000 Hz.
- Graves : Inférieures à 1000 Hz.

Pour cette espèce, les fréquences des chants sont aiguës car elles sont en moyenne supérieures à 2000 Hz ($5377,14 \pm 147,16$ Hz, n = 7 femelles). Les valeurs de fréquences harmoniques sont comprises entre $1974,285 \pm 160,60$ (minimales) et $8778,57 \pm 655,65$ (maximales).

d - Durée du chant entier

Les chants ont une durée moyenne de $11,64 \pm 3,24$ secondes avec un nombre moyen de notes par chant égale à 18 (Figure 11 et Annexe VI).

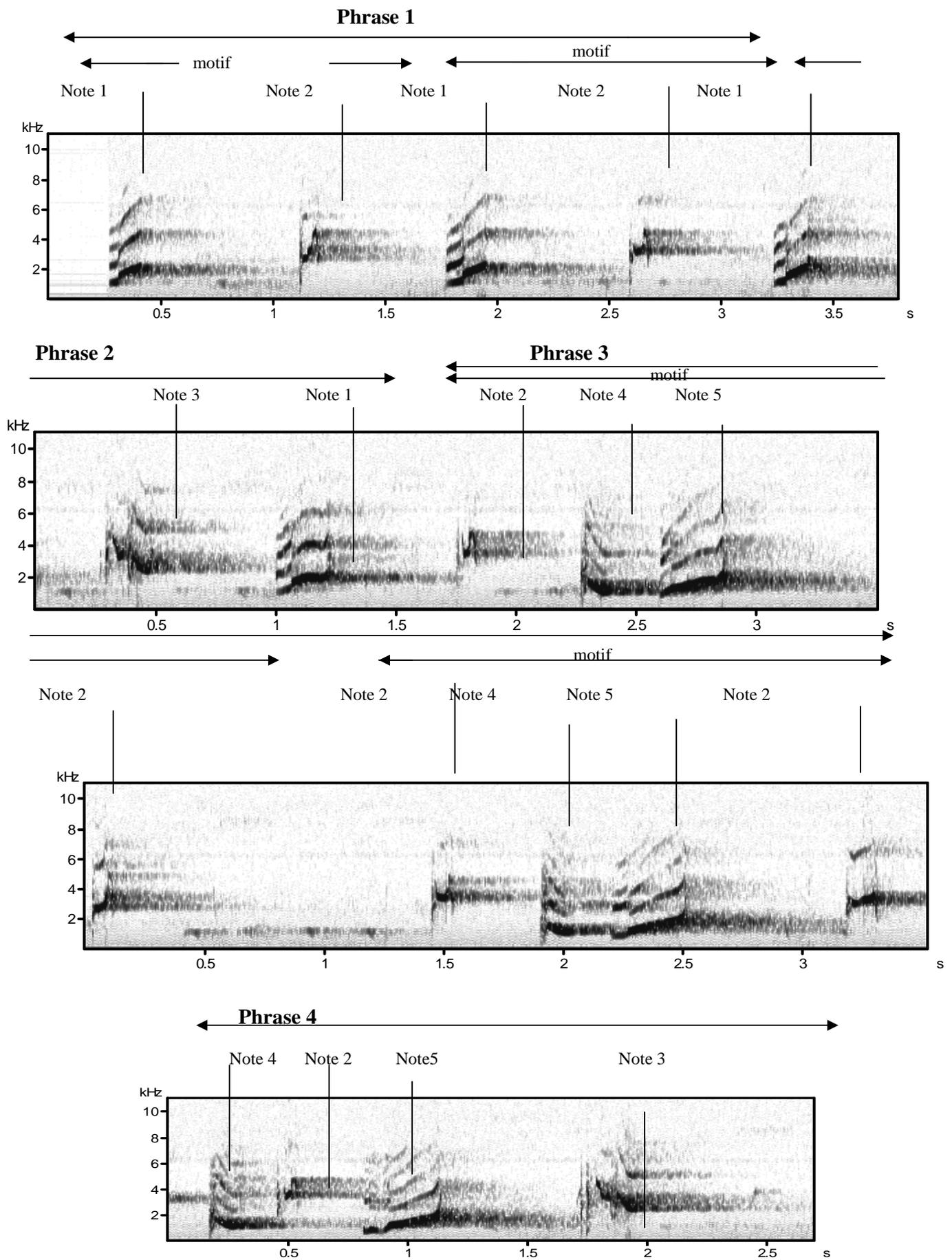


Figure 11. Sonogrammes de F1.

V. DISCUSSION

V.1. Biologie de la reproduction

V.1.1. Comparaison de la période de reproduction de *Coracopsis vasa* avec d'autres espèces de perroquets

Les premières interactions sexuelles chez *Coracopsis vasa drouhardi* sont observées le 22 septembre, la première copulation est observée le 12 octobre (Ekstrom, *comm. pers.*). Le premier œuf est pondu le 25 octobre (Ekstrom, *comm. pers.*) et l'envol des poussins au mois de janvier. La période de reproduction de cette espèce dans la région de Morondava se situe donc d'octobre à janvier. Ce résultat reste similaire à celui suggéré dans la littérature (Langrand, 1995 ; Ekstrom, 1999). Dans la forêt sèche de l'Ouest de Madagascar, cela coïncide avec la période la plus chaude de l'année avant l'arrivée des pluies qui commence généralement en décembre (Ganzhorn & Sorg, 1996). Celle de *Coracopsis nigra* est supposée entre novembre et décembre (Langrand, 1995) suggérant quelques chevauchements à ces congénères. Les observations de *Coracopsis nigra* au site d'étude suggèrent que le comportement sexuel et les appels soient observés à partir du début de janvier. D'après les observations faites par Ekstrom en 1999, des œufs de *C. nigra* dans deux couvées sont pondus entre la fin du mois de février et le début du mois de mars. Les deux *Coracopsis* sont d'apparence très semblables, et ont la même aire de répartition (Langrand, 1995). *Coracopsis nigra* est connu dans l'utilisation des nids de *Coracopsis vasa* (Langrand, 1990). Il paraît plus probable que la vraie saison de reproduction de *Coracopsis nigra* dans cette région d'étude est en effet février à avril (d'après ces données locales disponibles), après la saison des grosses précipitations. Par conséquent, en tant qu'espèces sympatriques, leurs périodes de reproduction paraissent décaler, peut être pour réduire la compétition d'endroit de nidification et la compétition en nourriture, parce que ces deux espèces ont le même régime alimentaire.

Par contre, Smith & Saunders (1986) ont mené une étude sur la reproduction des trois espèces de Cacatoès d'Australie (*Cacatua roseicapilla*, *Cacatua pastinator pastinator*, *Calyptorhynchus magnificus*) qui sont aussi sympatriques (à aires de répartition chevauchantes) dans la région Ouest de l'Australie. Ces deux auteurs ont trouvé que ces trois espèces ont commencé leurs pontes dans une même période (mi-juillet à mi-août). Elles présentent les mêmes périodes de reproduction mais leurs préférences en nourritures sont différentes. En plus, leurs périodes de reproduction coïncident avec la période où les nourritures sont plus abondantes dans le site d'étude. Ce qui explique leurs cohabitations dans le même habitat.

D'autres espèces de perroquets ont leur saison de reproduction qui est basée sur le climat. Les Perruches cornue, *Eunymphicus cornutus uvaensis* (espèce de Nouvelle-Calédonie), le Kakariki à front rouge, *Cyanoramphus novaezelandiae* et *Platycercus elegans* de l'Australie, ont toutes des saisons de reproduction similaires à *Coracopsis vasa drouhardi* (septembre - janvier) (Robinet & Salas, 1999), tandis que le perroquet rouge-brillant du pacifique tropical *Prosopiea tabuensis* se produit plutôt (mai - octobre), peut être pour éviter les forces destructives des cyclones plus tard dans l'année (Rinke, 1989).

V.1.2. Système de la reproduction

Les perroquets sont principalement monogames (Juniper & Parr, 1998). Il y a quelques exceptions comme le cas de «Kakapo» *Strigops habroptylus* espèce de Nouvelle- Zélande qui est polygame. Le système de la reproduction de l'espèce étudiée est du type polygynandrie (à la fois polygamie et polyandrie). Blynn & Paul (1994) ont constaté que les femelles de *Coracopsis vasa* copulent avec plusieurs mâles et il est commun que deux mâles nourrissent une femelle en captivité.

Mais quel bénéfice gagne-t-elle à partir de cette forme de polygynandrie ?

Il se pourrait qu'il n'y ait pas de bénéfice pour les femelles mais on peut dire qu'elles sont comportementalement dominantes aux mâles car ces derniers apparaissent incapables de se défendre ou de solliciter des copulations forcées sur les femelles. Cependant, il existe des bénéfices potentiels à la polygynandrie pour les mâles aussi bien que pour les femelles. En s'accouplant avec plusieurs femelles et en coopérant dans l'approvisionnement de plusieurs nids, le mâle pourraient avoir un succès reproductif élevé. Si un mâle n'approvisionne qu'un seul nid, et si ce nid échoue (à cause des ectoparasites ou prédateurs ou d'autre raison), alors ce mâle n'a pas de nouveau descendant au cours de l'année. Les nids servis par un seul mâle pourraient avoir un taux de succès très bas dû au facteur tel que l'insuffisance de la nourriture. Un tel système de reproduction existe chez *Coracopsis vasa* peut être à cause de la haute demande en nourriture pour satisfaire le développement rapide de poussins.

V.1.3.Changements morphologiques

La tête chauve de la femelle reproductrice, la couleur du bec allant de beige au blanchâtre chez les deux sexes et le gonflement du pénis constaté chez le mâle capturé sont aussi confirmés par Wilkinson (1990) et Silva (1991) en élevage en captivité respectivement dans le Parc Zoologique de Chester en Angleterre et le parc zoologique de Londres.

La tête chauve de la femelle ne semble pas être due aux arrachements par les mâles (au cours de l'accouplement) par le fait que même les plumes autour des yeux et celles au niveau de la mandibule inférieure tombent aussi. La perte de plume se passe d'une manière progressive, du sommet de la tête (au début de la ponte) jusqu'à la gorge. Ces deux auteurs disent que ce caractère chauve est dû à des changements hormonaux.

Selon Hampe (1998), le développement de ce pénis-cloacal pendant la période de reproduction paraît unique au sein de l'ordre des Psittaciformes.

V.1.4. Interactions sexuelles

Les premières interactions sexuelles sont observées par Ekstrom le 22 septembre 2000. D'après ses observations, la femelle cherche d'abord de trou sur les arbres pour servir de nid. Après elle commence à attirer les mâles en s'engageant dans la posture de sollicitation. Environ 4 semaines avant la ponte, les femelles reproductrices cherchent à copuler aux alentours de l'endroit de nidification. Ce comportement paraît identique à la plupart des oiseaux dont le but semble une familiarisation du mâle à se rendre près du nid pour les tâches qui l'attendent ultérieurement. Il semble qu'à ce moment, cet endroit se chevauche encore avec ceux des femelles voisines du fait qu'il demeure encore faiblement défendu. L'absence de la femelle dans son site diminue progressivement et cesse complètement à partir de la ponte. Ceci marque le début de l'incubation où elle se charge seule.

V.1.5. Accouplement

La femelle de *Coracopsis vasa drouhardi* copule avec des mâles tout au long de la période de reproduction. Le taux de copulation et sa durée varient énormément selon les différentes étapes du cycle de reproduction. Le premier accouplement a eu lieu le 12 octobre 2000 (Ekstrom, *Obs.pers.*). La période d'accouplement chez *Coracopsis vasa drouhardi* dans le site d'étude débute

donc à la deuxième semaine du mois d'octobre. Deux sortes de copulations ont été observées chez cette espèce : une copulation de longue durée et une copulation de courte durée. Nous avons observé une seule fois la copulation longue avec une durée de 15 minutes. D'après les observations faites par Ekstrom (1999) avant la ponte, 6 copulations longues ont été enregistrées avec une durée moyenne de $22 \pm 4,52$ minutes (6 à 35 minutes). Le même auteur en 2003 découvre que l'accouplement dure entre 5 à 114 minutes. Il semble que cette copulation n'est pas fréquente car durant les observations, nous n'avons vu qu'à une seule occasion. Ce résultat semble être similaire à celui trouvé par Wilkinson & Birkhead (1995), Bowen (1989), Robiller & Meier (1989) pour les espèces en captivité (12 à 100 minutes). Du fait que nous n'avons pas observé cette copulation qu'une seule fois, il nous est difficile de faire des avances sur cette durée de 100 minutes. Pourtant, nous pouvons dire que cette durée (15 minutes) est déjà suffisamment longue pour un oiseau. Des durées similaires sont connues pour certains mammifères (Dewsbury, 1988) (à titre d'exemple les canidés) mais jamais concernant les oiseaux. En plus, l'existence d'un large pénis utilisé par le mâle de *Coracopsis vasa* au cours de cette copulation longue est unique parmi les oiseaux (Wilkinson & Birkhead, 1995). Selon ces auteurs, ce pénis provient de la poche extérieure du cloaque. D'après les observations sur terrain, cet organe s'est gonflé du sang lorsqu'il se trouve en érection et se rétracte à l'intérieur de l'animal lorsqu'il ne l'est plus. En effet, ce pénis saignerait lorsqu'il serait touché par les épines en se perchait sur un arbre épineux (Silva, 1991).

La copulation courte dure de 1 à 3 secondes. Elle commence à partir de la ponte et ne cesse qu'à l'indépendance des poussins c'est à dire lorsque les mâles n'apportent plus des nourritures pour la femelle. Ceci est très inhabituel car l'accouplement a lieu généralement pendant la période fertile chez les oiseaux c'est-à-dire avant la ponte jusqu'à l'incubation. Alors que chez *Coracopsis vasa*, il y a copulation tout au long de la période de reproduction. Ceci peut jouer un rôle dans la motivation des mâles à continuer à approvisionner la femelle tout au long de ladite période. Dès la ponte, le pénis ne semble pas utiliser par le mâle au cours de ces copulations.

Par contre la copulation longue durée avant la ponte apparaît comme un transfert d'une quantité importante des spermés. En effet en captivité, certains auteurs accordaient une explication semblable pour *Coracopsis vasa* (Wilkinson & Birkhead, 1995). Plusieurs oiseaux n'ont pas de pénis (Briskie & Montgomerie, 1997) à l'exception des Anatidés, les Oies et les Autruches. Certains auteurs ont conclu que le pénis constitue probablement un avantage pour les mâles parce que cela aide le sperme d'être bien déposé plus profondément à l'intérieur de la femelle reproductrice (Briskie *et al.*, 1997). Cependant, leur analyse comparative a suggéré que le pénis des

oiseaux soit ancestral et perdu avec l'évolution du temps chez plusieurs familles d'oiseaux. Nous pensons alors que c'est à cause du système de reproduction du type polygynandrie qui pousse les mâles de l'espèce étudiée à utiliser leur pénis durant les copulations au cours de la phase pré-ponte dans le but de transférer avec sûreté ses gènes car ils ne sont pas capables d'empêcher les femelles de s'accoupler avec d'autres mâles. Ceci est confirmé par le fait que les mâles ne l'utilisent plus après la fin de la période fertile.

V.1.6. Comparaison de la biologie de reproduction avec celle d'autre espèce

Par rapport au Cacatoès funèbre d'Australie, *Calyptorhynchus funereus latirostris* qui a la même taille que *Coracopsis vasa*, cette dernière a une durée d'incubation et une période de surveillance des poussins plus courts (respectivement de 16 et 45 jours). Pour l'espèce d'Australie, la durée d'incubation est de 29 jours, et la période de surveillance des poussins dure 80 jours (Smith & Saunders, 1986). La croissance des poussins de cette espèce apparaît lente par rapport à celle de *Coracopsis vasa*. En plus, *Calyptorhynchus funereus latirostris* n'a que 1 à 2 œufs dans un nid ($n = 4$) (Smith & Saunders, 1986), tandis que *Coracopsis vasa* a en moyenne comme nombre d'œufs 3 à 7 ($n = 7$). Alors, les poussins de l'espèce étudiée s'agrandissent plus vite, probablement car ils reçoivent suffisamment des nourritures, et ceci nécessite une intervention de plusieurs mâles à la fois. Les femelles copulent avec plusieurs mâles afin d'obtenir suffisamment des nourritures pour les poussins. Une insuffisance alimentaire conduirait en effet à un faible taux de succès du nid (cas du F4, 3 des 6 oisillons).

V.1.7. Synchronisme de l'initiation de couvée

L'initiation de couvée chez *Coracopsis vasa* s'avère synchrone. Pour les sept femelles étudiées, les six couvées ont lieu entre la fin du mois d'octobre et le début du mois de novembre. Ceci constitue une différence remarquable avec la plupart d'autres espèces de perroquets. La majorité des espèces amazoniennes ont une période d'initiation de 3 à 5 semaines à chaque saison de reproduction (Gnam *et al.*, 1991, Enkerlin & Hoeflich 1995). Les Perruches souris de l'Amérique, *Myiopsitta monachus* ont une période de ponte un peu plus large de 5 à 8 semaines (Saunders 1982, Smith & Saunders 1986, Rowley & Chapman 1991, Smith 1991). La raison pour cette différence pourrait être liée à la fois au système de reproduction inhabituel de *Coracopsis vasa*, et l'habitat saisonnier dans lequel il vit. Dans le premier cas, les femelles le font peut être

pour maximiser la compétition mâle - mâle (Stutchbury & Morton, 1995), et pour éviter un désordre durant la phase d'élevage des poussins où la tâche principale des mâles demeure l'approvisionnement. En effet, si quelques femelles commencent la reproduction à ce moment, les autres ayant déjà des oisillons peuvent être faiblement approvisionnés, et ceci va porter atteinte à la réussite des nichées, voir l'impact sur la population entière (Hartley, 1995). Deuxièmement, en considérant l'habitat, la saison des ressources des nourritures dans la forêt sèche pourrait provoquer une synchronie pour permettre de bien nourrir tous les poussins. Ceci est connu chez plusieurs espèces de Lémuriens dans quelque habitat, tel que *Propithecus verreauxi* qui ont des jeunes avec le pic des nouvelles feuilles (Ekstrom, 1999). Le pic possible dans la source des nourritures en novembre pour élever les poussins de *Coracopsis vasa* est inconnu. Seul le pic de la fructification dans ces forêts, qui a lieu après les pluies (Ganzhorn & Sorg, 1996), coïnciderait avec la croissance de poussins de *Coracopsis nigra* les plus frugivores par rapport à *Coracopsis vasa*. Ce synchronisme un peu plus en avance (octobre – novembre) par rapport à *C. nigra* pourrait être en réponse à la compétition possible pour les trous disponibles pour la nidification.

V.2. Ecologie

V.2.1. Régime alimentaire

Fruits et graines sont signalés par Langrand (1995) comme nourriture de *Coracopsis sp* à Madagascar. Un grand nombre de graines sont observées dans le jabot d'un poussin de *Coracopsis vasa* trouvé mort sur le sol, en bas d'un arbre où il y a le nid. En outre, les fleurs peuvent constituer une partie importante de l'alimentation pendant la période de nidification ou à certaines époques de l'année. Ceci est confirmé par Dowsett (2000) et Hampe (1998). Le chevauchement des espèces de plantes consommées par les deux perroquets est observé. Ces deux espèces consomment en grande quantité des fleurs de *Cassia leandrii*. Une différence de choix peut s'expliquer par le plus gros bec de *Coracopsis vasa* qui peut casser les gros fruits durs de *Grewia cyclea*, pour en extraire les graines, un exercice qui semble impossible pour le bec plus petit de *Coracopsis nigra* (Dowsett 2000). Dans sa recherche exhaustive, Dowsett (2000) a noté les quelques espèces d'arbres fruitiers suivantes servant des nourritures pour *Coracopsis vasa drouhardi* dans cette région de Kirindy: petits bourgeons de *Commiphora sp* (BURSERACEE), fleurs de *Quivisianthe papinae* (MELIACEE), graines de *Grewia cyclea* (TILIACEAE), fruits verts de petite taille de *Mangifera indica* (ANACARDIACEAE), graines de *Ravenala madagascariensis* (STRELITZIACEAE).

Les perroquets pourraient jouer un rôle dans le maintien de l'écosystème par la régénération des plantes sur les endroits où ils habitent. Ceux qui se nourrissent des fleurs, des nectars ou des pollens jouent sans doute le rôle de pollinisateurs (Juniper & Parr, 1998). D'après l'étude faite par Hampe en 1998, *Coracopsis nigra* en tant que frugivore est un important disperseur de graines. Du côté de *Coracopsis vasa*, aucune information n'est connue sur ce point. En plus, cette espèce s'avère plus granivore que son congénère qui est davantage plus frugivore (Dowsett, 2000).

V.2.2. Sélectivité du site de nidification

Coracopsis vasa utilise principalement des trous dans *Adansonia sp* et *Commiphora sp*, arbres vivants et morts, pour la nidification. Ces arbres sont parmi les espèces les plus grandes tailles et les plus communes de la forêt de la région (Ganzhorn & Sorg, 1996). Les cavités utilisées varient en terme de grandeur de l'ouverture et de la profondeur (par exemple de 10 cm de diamètre et 15 cm de profondeur, et d'autre avec une ouverture de 17 cm de diamètre mais 500 cm de profondeur). En moyenne, la hauteur du trou par rapport au sol est de $6,7 \pm 2,68$ m ($n = 7$ femelles), la profondeur du nid et le diamètre de l'ouverture du nid sont évalués respectivement à $125,42 \pm 167,01$ et $14,86 \pm 4,56$ cm. La grande variation des caractéristiques de l'emplacement du nid suggère que l'espèce étudiée n'ait pas d'exigences strictes pour les trous. Comme elle ne l'excave pas, elle utilise ceux qui sont disponibles. De plus, cette variation de l'ouverture et sa hauteur ne semble pas engendrer des prédateurs notables. Ce qui contribuerait à favoriser le choix de *Coracopsis vasa* à ne pas se limiter sur quelques trous, mais tous ceux qui sont disponibles. Des serpents arboricoles sont communs à l'intérieur de la forêt fermée (Ganzhorn & Sorg, 1996), mais n'ont pas été encore observés en tant que prédateurs dans le champ. Ceci pourrait être partiellement dû au fait que la plupart des nids étudiés sont trouvés dans le champ. Un risque suffisamment faible de prédation du nid pourrait influencer les caractéristiques du site de nidification (Nilsson, 1984 ; Wilcove, 1985), sans besoin des trous très profonds ou des trous avec des entrées étroites pour se nicher. *Coracopsis vasa* paraît être parmi les exceptions des oiseaux tropicaux. En effet, ces derniers souffrent généralement d'une prédation importante du nid (Ricklefs, 1976). Chez l'Inséparable à tête grise, *Agapornis cana*, la moyenne du diamètre de l'ouverture est de $5,01 \pm 1,95$ cm ($n = 9$), celle de la profondeur est de $47,23 \pm 15,08$ cm (Razafimanjato, 2003). En comparant les moyennes du diamètre de l'ouverture et celle de la profondeur chez *Agapornis cana* et *Coracopsis vasa*, nous constatons que ces valeurs sont relatives à la dimension de leurs corps.

Un autre facteur qui pourrait contribuer à la grande variation des caractéristiques du nid est la compétition du site de nidification. Il existe plusieurs autres espèces qui nichent dans des trous d'arbres et qui semblent être en compétition avec *Coracopsis vasa* pour l'occupation des trous sur les troncs d'arbres. Celles-ci incluent *Eurystomus glaucurus* qui sont visiblement agressives à la plupart d'autres espèces d'oiseaux (Langrand, 1990). *Eurystomus glaucurus* entre souvent en agression directe avec *Coracopsis vasa* près du nid. Il s'agit d'une compétition relative à l'occupation des trous pour pouvoir nicher. Les autres concurrents incluent *Tyto alba*, *Otus rutilus*, *Leptosomus discolor* et *Upupa epops* (Ekstrom, 1999). A part *Eurystomus glaucurus*, *Tyto alba* et *Falco newtoni* semblent être des concurrents potentiels car elles sont à la fois communes dans la zone de Kirindy, et ont été observées d'utiliser les trous similaires à *Coracopsis vasa*. La compétitivité entre ces espèces sus citées pourrait être due à la saison de reproduction qui se place entre septembre et janvier excepté *Tyto alba* (avril à juillet) (Langrand, 1995).

Plusieurs perroquets sont territoriaux durant la saison de reproduction et défendent jalousement l'aire autour du nid. A titre d'exemple, il y a le perroquet du Puerto-Rico *Amazona vittata* (Wiley, 1985), *Ara sp* de l'Amérique du sud (*Ara macao*, *Ara nobilis*,...) (Munn, 1992) et les Cocatoès d'Australie (*Calyptorhynchus funerus*, *Cacatua pastinator*,...) (Saunders, 1982).

V.3. Ethologie

V.3.1. Compétition entre les femelles de même espèce

Les quelques faits suivants suggèrent une telle compétition d'avoir lieu :

- a)- l'existence des chants des femelles après l'initiation des couvées. Le chant de la femelle est complexe, audible d'environ 1 à 1,5 km. Ces caractéristiques suggèrent que ce chant soit élaboré dans un contexte de se mettre en compétition pour attirer les mâles approvisionnants.
- b)- les femelles font passer la plupart de leur temps en dehors du nid à chanter :

Les femelles reproductrices font passer une durée extraordinaire de temps à chanter en dehors du nid, ceci pourrait coûter la vie de la femelle par l'énergie dépensée et surtout quand il y a un risque de prédation au nid. Le temps dépensé et l'investissement d'énergie en chantant chez ces femelles suggèrent qu'il existe une forte compétition entre elles pour gagner le soin parental du mâle.

- c)- L'agressivité des femelles résidentes à l'égard des femelles étrangères.

Ces faits suggèrent que les femelles se mettent en compétition entre elles pour être approvisionnées par les mâles. Si ces derniers ne sont pas très sélectifs sur les femelles qu'ils nourrissent dans ces lieux (cas des femelles envahisseuses qui sont nourries) alors ce lieu devient vulnérable à l'exploitation par d'autres femelles.

V.3.2. Défense territoriale

a- Agressivité intraspécifique

Quelque fois, les envahisseurs qui chantent dans un site d'une femelle résidente arrivent à recevoir des nourritures venant des mâles. Cette nourriture aurait probablement été donnée à la femelle résidente et par conséquent, représente une perte réelle à son gain cumulatif dans le soin parental du mâle.

Ces résultats suggèrent que les femelles reproductrices défendent leur territoire contre les autres femelles.

b- Agressivité interspécifique

La femelle de *Coracopsis vasa drouhardi* s'attaque à *Eurystomus glaucurus* pendant la reproduction. Le fait que cet oiseau niche aussi dans des cavités naturelles pourrait expliquer cette réaction de *Coracopsis vasa drouhardi*. *Eurystomus glaucurus* est visiblement agressif à la plupart d'autres espèces d'oiseaux qui nichent dans des trous d'arbres comme *Upupa epops*, *Leptosomus discolor*, etc....Ceci serait dû à la compétition d'endroit de nidification (Langrand, 1990).

V.3.3. Autres agressions

- ***Agression au nid***

Les mâles de cette espèce ne visitent jamais le nid, mais fournissent habituellement de nourriture à la femelle sur des perchoirs. Occasionnellement, les mâles tentent de visiter le nid. Mais ils ne réussissent jamais à entrer dans le nid car les femelles les empêchent. Généralement chez les oiseaux, les mâles entrent toutefois dans le nid. Ceci constitue un caractère particulier pour cette espèce. Chez *Agapornis cana* (appartenant à la même famille que *Coracopsis vasa*), le mâle se charge du nourrissage des poussins avec la femelle après l'éclosion (Razafimanjato, 2003).

- ***Agressivité des femelles à l'égard des mâles après l'approvisionnement***

Les femelles sont agressives envers les mâles juste après l'approvisionnement. Les femelles qui sont moins habiles dans l'attraction des mâles devraient être attendues à être plus agressives en encourageant les mâles de rester et de continuer l'approvisionnement. Cependant, il n'y a pas de relation claire entre le nombre de visites de mâles par heure et le temps passé par la femelle à contourner ces mâles après l'approvisionnement.

V.3.4. Chant des femelles

a-Nature

D'après Bremond (1963), le chant est utilisé dans le phénomène de reproduction. Il est défini comme des vocalisations longues et complexes, produites par les mâles pendant la période de reproduction (Catchpole & Slater, 1995). Mais ceci est valable seulement pour les zones tempérées, car sous les tropiques, les femelles de beaucoup d'espèces émettent des chants réguliers (Langmore, 1998). Le chant de la femelle est rare et aussi inhabituel. Ainsi, chez *Coracopsis vasa drouhardi*, c'est la femelle qui chante pendant la période de reproduction.

b-Evolution du chant des femelles et ses rôles

La femelle commence à chanter pendant la ponte et le chant n'est bien formé (complète) qu'à l'éclosion. Le temps passé par la femelle pour chanter augmente à partir de l'éclosion. Ceci pourrait être dû à la compétition intense entre elle pour la nourriture apportée par les mâles. Selon Langmore (1998), le chant de la femelle est déclenché par une compétition entre femelle.

Cette augmentation du temps dépensé pour chanter pendant la surveillance des poussins suggère que le chant ait une fonction importante. Les expériences sur le chant des femelles en play-back (effectuées en dehors du site des femelles propriétaires) ont attiré constamment les mâles. Mais aucun mâle n'est arrivé dans ce lieu pendant la diffusion du chant de Coucal et cri du mâle en play-back. Les observations montrent que les périodes du chant des femelles sont reliées à l'arrivée des mâles approvisionnants dans le site de la femelle (prédiction 4 de l'hypothèse 3). Les femelles cessent de chanter quand un mâle est arrivé, et approchent ce dernier pour initier

l'approvisionnement, sinon, ces ressources pourraient être perdues car les mâles partent pour approvisionner d'autres femelles. Ces cas apparaissent lorsque :

- Plusieurs mâles arrivent dans un site en même temps et l'un quitte pendant que l'autre approvisionne encore la femelle ;
- Ou les mâles arrivent dans les sites pendant que les femelles se trouvent dans les nids.

L'analyse statistique a montré que le nombre de visite de mâles chez la femelle pendant la période du chant est hautement significatif que pendant la période sans chant. Ces faits suggèrent que le chant des femelles attire les mâles pour emmener les nourritures. Mais la présence de mâles dans le territoire de la femelle au moment où cette dernière est dans le nid, indiquerait que les mâles donneraient toujours un soin parental au nid dans lequel ils ont la paternité.

Si la fonction du chant est seulement de signaler les mâles de la présence des femelles en dehors du nid et prêtes à être nourries, alors un simple appel pourrait être suffisant. Mais ce n'est pas le cas à cause de l'existence de la forte compétition entre les femelles pour être approvisionnées par les mâles, surtout à partir de l'éclosion car les poussins ont besoin d'être nourri. Ainsi, le chant de la femelle semble complexe, avec 18 notes en moyenne et il y a 7 types de notes. Selon Mulder & Ramiarison (1998), la complexité d'un chant est constituée par le nombre de types de notes qui le composent. Pour *Coracopsis vasa drouhardi*, elle est égale à six, et quatre pour *Terpsiphone mutata* (Rakotonindrainy, 2003).

L'attraction d'un partenaire n'est pas une fonction commune du chant des femelles. Dans le cas de *Prunella collaris*, le rôle du chant de la femelle est d'attirer les mâles (Langmore , 1998) comme le cas de *Coracopsis vasa drouhardi*. Cet auteur a étudié *Prunella collaris* dans la Montagne de Pyrénées (entre la France et l'Espagne), et il a trouvé que cette espèce se reproduit avec le système polygynandrie. Les mâles assurent les nourritures des femelles, et ces dernières copulent avec plusieurs mâles. Il a confirmé que les femelles utilisent leurs chants pour attirer les mâles, et les mâles sont attirés par les chants de la femelle en play-back.

Les expériences de play-back chez *Coracopsis vasa drouhardi* ont montré que les femelles résidentes réagissent agressivement vis à vis du chant d'une autre femelle diffusé dans son site. Mais aucune réaction agressive n'est enregistrée en dehors de ce site. Le comportement agressif des femelles résidentes comprend l'attaque du haut-parleur et aussi l'émission des cris d'alarmes. Cette réaction d'agressivité vis- à -vis de la source d'émission veut dire qu'elle a très bien reconnu que le chant émis est identique au chant de sa propre espèce et elle s'est manifestée pour défendre

son territoire. Ces résultats suggèrent que la femelle soit capable de défendre tout seul son territoire contre les autres femelles. Le chant de la femelle pourrait jouer une autre fonction dans la défense du territoire. En plus, les observations sur terrain ont montré que la femelle propriétaire d'un territoire attaque agressivement les femelles étrangères à ce territoire. Il est possible que ces femelles étrangères ne gagnent pas suffisamment des nourritures chez eux, c'est pourquoi elles pénètrent à l'intérieur du site des autres femelles pour y recevoir des nourritures en chantant sur les perchoirs de la femelle résidente. Si elles n'ont pas reçu assez des nourritures, cela veut dire que le nombre de visite des mâles est très bas et les nourritures ne sont pas suffisantes.

D'après les expériences en play-back effectuées par Langmore (1998) à l'intérieur du territoire d'un couple de *Laniarius funebris*, la femelle du couple en duo (le mâle et la femelle chante soit simultanément, soit alternativement) défend le territoire en étant agressive entre femelle. Tandis que le chant des mâles sert à défendre à la fois le territoire et son couple.

La plupart des chants de femelle se passaient pendant les conflits de territoires entre des femelles étrangères et des femelles propriétaires. Les femelles ne chantaient jamais quand des mâles étrangers essaient de s'installer dans leurs territoires. Tout cela implique que la femelle chante pour défendre son territoire.

VI. CONCLUSION

Cette étude nous a permis de connaître la biologie, l'écologie, et l'éthologie au cours de la reproduction de l'une des espèces de Psittacidae malgaches : *Coracopsis vasas drouhardi*, dans la partie Ouest de Madagascar (Région de Morondava).

Nous avons basé notre étude sur 7 femelles pendant la saison de reproduction (2000). A plus forte raison, la présente étude permet d'avoir de plus de connaissance biologique sur la faune sauvage de Madagascar qui est restée pendant longtemps mal connue (Langrand, 1990). Cette étude bio-éco-éthologique est importante pour pouvoir conserver l'espèce si à l'avenir elle devient menacée.

Les références citées par Dee (1986) suggèrent qu'au 19^e siècle, ce perroquet soit très commun, voir abondant par endroits. La plupart des observateurs actuels le considèrent comme généralement commun, mais il n'est vraiment abondant que dans certaines forêts sèches de l'Ouest, telle que Zombitse et Kirindy (Dowsett, 2000).

La dégradation et la disparition d'une grande partie du milieu forestier ont été au moins en partie compensée par le fait que *Coracopsis vasa drouhardi* s'est adapté à certaines cultures, surtout celle du maïs, et d'arachides (Dowsett, 2000). Dans la région de Kirindy, il est tout aussi commun dans les forêts dégradées. De nombreux paysans ont mentionné sa gourmandise pour les graines de maïs et d'arachides ; plus rarement le riz.

Déjà au siècle dernier, il était connu pour ses ravages dans les champs (de maïs et arachides). Cette espèce a maintenu un niveau de population important en profitant de ces cultures (Dowsett, 2000). Ce qui explique qu'il ne bénéficie d'aucune protection légale dans le pays.

A Madagascar, l'espèce peut être chassée librement et vendue comme leur congénère, pendant la saison de chasse (1^{er} mai jusqu'au 1^{er}^E dimanche d'octobre). Au moins, dans la région de Kirindy, le nombre d'oiseaux chassés pour la nourriture par la population locale excède presque certainement ceux qui sont capturés pour le commerce (Fauré, 1996).

Il survit bien dans quelques habitats modifiés par l'homme. La probabilité de survivance de l'espèce dans cette région dépend de l'accès au site de nidification et par conséquent des grands arbres, car l'espèce est prête à se reproduire dans les champs où *Adansonia sp* (baobabs) et d'autres grands arbres sont encore présents. L'abattage de gros arbres par la déforestation, et particulièrement la perte de baobabs en dehors de la forêt pour la construction de maison paraît avoir des effets et continuera de réduire le processus de reproduction de cette espèce, au moins dans cette région de l'Ouest de Madagascar. L'espèce est occasionnellement vendue près du lac Anosy à Antananarivo. Cette espèce n'est pas en extinction, et classée dans l'annexe II de la

CITES en ce qui concerne l'exportation. Nicoll & Langrand (1989) suggèrent que l'espèce doive être classée à l'annexe I de CITES (c'est à dire strictement interdit à l'exportation, sauf les individus élevés en captivité), mais cette recommandation n'est jamais soutenue. A l'étranger, il est déjà bien connu que *Coracopsis vasa* se reproduisent facilement en captivité (Wilkinson, 1990), de même pour les deux autres espèces de Psittacidae malgache (Dowsett, 2000). Nous recommandons de pratiquer cet élevage en captivité à Madagascar car il permettrait de mettre fin à la capture d'oiseaux sauvages. D'après Dowsett (2000), *Coracopsis sp* se vendent plus chère mais en très petit nombre (125 à 300 FF par individu), alors on voit encore plus de raison pour encourager l'élevage en captivité, aussi bien éthiques qu'économiques.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- BLYNN, D. & B. PAUL (1994). Harper, Otis and Milo : a breeding trio of Greater Vasa Parrots. *Bird talk*. April 1994: 81 - 86.
- 2- BOWEN, K. (1989). Greater Black Vasa .*C. vasa* . *Magazine of Parrot Social* **23**: 301 - 302. CFPF / DPZ (document touristique, non publié).
- 3- BREMOND, J. C. (1963). Acoustic behaviour of birds. In *Acoustic behaviour of Animals*. . BUSHNELL, R.G. (Ed). Amsterdam, London 1New York. p 709-746. .
- 4- BRISKIE, J. V. & R. MONTGOMERIE (1997). Sexual selection and the intermittent organ of birds. *Journal Avian Biology* **28**: 73 – 86.
- 5- BRISKIE, J. V., R. MONTGOMERIE, T. R. BIRKHEAD (1997). The evolution of sperm size in birds. *Evolution* **51**: 937 –945.
- 6- BROUGHTON, W. B. (1963). Method in bio – acoustic terminology. In *Acoustic behaviour of animals*. BUSHNELL, R.G.(Ed). Amsterdam, London 1New York.
- 7- CATCHPOLE, C. K. & SLATER, P.J.B. (1995). *Bird song: Biological Themes and Variations*, Cambridge University Press.
- 8- CHAPUIS, C. (1971). Un exemple de l'influence du milieu sur les émissions vocales des oiseaux : l'évolution des chants en forêt équatoriale. La terre et la vie. *Revue d'écologie appliquée*. Société Nationale de la Protection de la Nature et d'Acclimatation de France.
- 9- CFPF (1994). La forêt du Menabe : Une invitation au voyage....Brochure CFPF Morondava.
- 10- DEE, T. J. (1986). *The endemic birds of Madagascar*. Cambridge : International. Council. for Bird Preservation.
- 11- DEWSBURY, D. A. (1988). Copulatory behaviour as Courtship communication. *Ethology*, **79**: 218 – 234.

- 12- DOWSETT, R. J. (2000). *Le Statut de l'Inséparable à tête grise Agapornis cana et des Perroquets vasa et noir à Madagascar*. (Rapport préliminaire).
- 13- EKSTROM, J. M. (1999). *The Breeding, Ecology of Coracopsis vasa* (First year report). Unpubl.
- 14- ENKERLIN & HOEFLICH (1995). *A comparative study of Amazona spp.* Unpubl. PhD thesis, University of A&M, Texas, USA.
- 15- FAURE, J. C. (1996). Traditional utilisation of the forest. Pp. 33-40 in GANZHORN, J.U. & J. P., SORG, (eds) *Ecology and economy of a tropical dry forest in Madagascar. Primate Rep.(spec. issue) 46 : 1-382.*
- 16- FORSHAW, J. M. & W. T. COOPER (1989). *Parrots of the world*. Willoughby, N.S.W: Lansdowne.
- 17- FOWLER, J. W., L. COHEN & J. JARVIS (1985). *Statistique For Ornothologist*. British Trust for Ornithology, London. Guide 22.
- 18- GANZHORN, J. U. & J. P. SORG (1996). *Ecology and Economy of a tropical dry forest in Madagascar. Primate Report 46-1.*
- 19- GNAM & ROCKWELL (1991). Reproductive potential and output of the Bahama parrot. *Ibis 133 : 400-405*
- 20- HAMPE, A. (1998). Field studies on the Black Parrot *Coracopsis nigra* in Western Madagascar. *Bulletin of the African Bird Club Vol 5 No 2: 108 – 113.*
- 21- HARTLEY (1995). The polygynandrous Alpine Accentor: paternity and parental effort. *Animal Behaviour 49:789-803*
- 22- JOHNSON, R. (1992). *Elementary Statistics*. Sixth Edition. PWS-KENT Publishing Company. USA. 377p

- 23- JUNIPER & PARR (1998). *Parrots*. Pica Press, Robertsbridge, UK.
- 24- LANGMORE, N. E. (1998). Functions of duet and solo song of female birds. *Reviews Tree*.
vol. 13 n°4 . Pp 136 -140.
- 25- LANGRAND, O. (1995). *Guide des Oiseaux de Madagascar*. Yale University Press , New Haven. & London. 415p
- 26- LANGRAND, O. (1990). *Guide to the Birds of Madagascar*. Yale University Press , New Haven. & London. 364p
- 27- LENOIR, A. (2004). Ecologie comportementale-Stratégies de reproduction. *Cours Maîtrise Biologie*.
- 28- MULDER, R. & R. RAMIARISON (1998). Polymorphisme chez les mâles et le chant de *Terpsiphone mutata*. *Journal OSTRICHT*.
- 29- MUNN, C. A. (1992). Macaw biology and ecotourism, or ‘when a bird in the bush is worth two in the hand’. In BEISSINGER, S.R & N.F.R. SNYDER (eds) *New world. Parrots in Crisis* : 47 – 72. Washington DC, Smithsonian Institution Press.
- 30- NICOLL, M. E. & O. LANGRAND (1989). Madagascar : Revue de la conservation et des Aires Protégées. W.W.F. international, Gland. Switzerland.
- 31- NILSSON, S. G. (1984). The evolution of nest-site selection among hole-nesting birds - the importance of nest predation and competition *ORNIS SCAND* **15** (3): 167-175.
- 32- RAKOTONINDRAINNY, H.C. (2003). *Contribution à l'étude des chants et du comportement parental dans le cadre du polymorphisme chez les mâles du Gobe Mouche de Paradis de Madagascar Terpsiphone mutata (Hartlaub, 1877) dans la réserve de Bealoka*.
Mémoire de D.E.A., Département de Biologie Animale, option Ecologie-Environnement, Université d'Antananarivo, **48p**.

- 33- RAMINOARISOA , M. V. (1999). *Etude taxinomique de Neomixis striatigula*. Sharpe (1881). Mémoire de D.E.A., Département de Biologie Animale, option Ecologie-Environnement, Université d'Antananarivo, **38p**.
- 34- RAVOAVY, R. I. (1998). *Contribution au suivi et à l'évaluation des Défrichements des forêts primaires du MENABE Central à partir des données de Télédétection. Cas 1960 à 1994*. Mémoire de Fin d'Etudes. Université d'Antananarivo. E.S.S AGRONOMIQUES.
- 35- RAZAFIMANJATO, S. D. E. (2003). *Contribution à l'étude biologique des perruches Agapornis cana (Gmelin, 1788) dans la station forestiere d'Ampijoroa*. Mémoire de D.E.A., Département de Biologie Animale, option Ecologie-Environnement, Université d'Antananarivo, **59p**.
- 36- RICKLEFS (1976). On the evolution of reproductive strategies in birds. *American Naturalist* **111**:453-78.
- 37- RINKE (1989). The reproductive biology of Red shining parrot *Prosopeia tabuensis* on the island of 'Eua, Kingdom of Tonga. *Ibis* **131**:238-249.
- 38- ROBILLER, F. & H. MEIER (1989). The breeding of the Greater Vasa Parrot. *Feathered World* **13**: 77 – 79
- 39- ROBINET, O. & M. SALAS (1999). Reproductive biology of the endangered Ouvea Parakeet. *Eunymphicus cornutus uvaeensis* . *Ibis* **141**: 660-669.
- 40- ROWLEY & CHAPMAN (1991). The breeding biology, food, social, organisation, demography and conservation of Major Mitchell Cockatoo on the margin of the western Australian Wheatbelt. *Australian Journal of Zoology* **39**: 211-61.
- 41- SAUNDERS, D. A. (1982). The breeding behaviour of the white black cockatoo. *Ibis* **124**: 422-431.
- 42- SCHWARTZ, D. (1963). Méthodes statistiques à l'usage des médecines et des biologistes. **261p**.

- 43- SILVA, T. (1991). Vasa Parrots *Coracopsis spp.* *Psittaculture : Breeding, Rearing and Management of parrots*. Chapter **28**: 215 – 219.
- 44- SMITH, G. T. (1991). Breeding ecology of the western long billed Corella. *Wildlife Research* **18**: 91-110.
- 45- SMITH, G. T. & D. A. SAUNDERS (1986). Clutch size and productivity in three sympatric species of cockatoo in western Australia. *Australian Wildlife Research*, **9**:541-556.
- 46- SORG, J. P. & U. RHONER (1996). Climate and tree phenology.of the dry deciduous forest of the Kirindy forest. *Primate report 46-1, june 1996*: 57-61
- 47- STICKEL (1954). In Rabeantoandro, Z. (1997). Contribution à l'étude biologique et écologique de *Mungotictis decemlineata decemlineata* (Grandidier, 1969) dans la forêt de Kirindy à Morondava.. Mémoire de D.E.A, Département de Biologie Animale, option Ecologie-Environnement, Université d'Antananarivo. **45 p.**
- 48- STUTCHBURY, B. J., E. S. MORTON (1995) the effect of breeding synchrony on extra-pair mating systems in songbirds. *Behaviour* **132**: 675-690.
- 49- WATSON, R.T. & R. LEWIS (1992). Raptors studies in Madagascar rain forest. In Raptor conservation today, MEYBURG, B., U. and R., D. CHANCELLOR (eds). *World working group on Birds of Prey and Owls*, Pica Press. Berlin, German.
- 50- WILCOVE, D., S. (1985). Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. *Ecology* **66** (4): 1211-1214
- 51- WILEY, J.W. (1985). The Puerto Rican Parrot and competition for its nest-sites. In *Conservation of Islands Birds*:213-223. ICBP Technical Publication No.3. Cambridge :. International Council for Bird Preservation.
- 52- WILKINSON, R. & T. R. BIRKHEAD (1995). Copulation behaviour of Vasa Parrots *Coracopsis vasa* and *Coracopsis nigra*. *Ibis* **137**: 117 - 119.

53- WILKINSON, R. (1990). Notes on the breeding and behaviour of Greater Vasa Parrots at Chester Zoo. *Avicultural Magazine* **96**: 115 - 122.

54- WILME, L., O. LANGRAND & S. GOODMAN (1997). *Working group on Birds in the Madagascar Region. Newsletter.*

Annexe I. Moyennes des températures maximales et minimales mensuelles (°C) de Morondava durant les années 1990-1999.

Mois	Maximales	Moyennes	Minimales
Janv.	33	29	24
Févr.	33	28	23
Mars	34	31	22
Avril	34	27	20
Mai	32	25	16
Juin	31	23	14
Juillet	31	22	13
Août	32	24	15
Sept	32	25	17
Oct	33	26	19
Nov	34	28	21
Déc.	34	29	23

Source : Direction météorologique Nationale.

Annexe II. Moyennes des précipitations mensuelles (mm) de Morondava au cours des dix dernières années (1990-1999).

Mois	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc
Précipitations (mm)	294	271	93	56	20	0,38	00	0,13	1,26	1,86	256	821

Source : Direction météorologique Nationale.

Annexe III. Liste des grands arbres qui peuvent servir de site de nidification des perroquets dans le site d'étude.

<i>Commiphora mafaïdoha</i> (BURSERACEAE)	A
<i>Commiphora guillaumini</i> (BURSERACEAE)	A
<i>Poupartia sylvatica</i> (ANACARDIACEAE)	A
<i>Dalbergia</i> sp. (FABACEAE)	A
<i>Stereospermum euphorioides</i> (BIGNONIACEAE)	A
<i>Zanthoxylum tsihanimposa</i> (RUTACEAE)	A
<i>Strychnos madagascariensis</i> (LOGANIACEAE)	A

A : arbre

Annexe IV. Mensurations des poussins

Poussins	Nf	date	age (jour)	Lb (mm)	Lt (mm)	Ltas (mm)	L aile (mm)	poids(g)
1756	Nf4	22-nov	6	14,5	25,5	10,9	14,8	32
1756	Nf4	04-déc	18	28,5	51	31,2	60	248
1758	Nf4	22-nov	4	14	24,8	9,8	14,9	27
1758	Nf4	04-déc	16	29	48,2	30,2	59	250
1758	Nf4	27-déc	39	39,6	64,6	30,6	217	486
1759	Nf4	22-nov	2	13,8	25,8	8,6	14,8	22
1759	Nf4	04-déc	14	25,4	44,9	28,3	44	201
1759	Nf4	27-déc	37	37,2	70,1	31	219	480
1757	Nf4	04-déc	10	25,2	45,1	27	43	157
1757	Nf4	27-déc	33	40,1	64,1	31,5	198	505
1760	Nf4	04-déc	8	18,7	34,9	16,4	21	46
1763	Nf7	30-nov	16	33	56	32,2	106	325
1763	Nf7	05-déc	21	37,5	60,1	32,4	146	361
1761	Nf7	30-nov	14	30,4	54,1	32,2	80	250
1761	Nf7	05-déc	19	33	56,1	32,2	111	275
1762	Nf7	30-nov	18	34,2	56,9	32,6	107,5	337
1762	Nf7	05-déc	23	38,9	58,7	32,7	147	370
1749	Nf2	01-déc	20	31,4	56,6	35,5	80,5	402
1750	Nf2	01-déc	18	28,7	49	31,2	60,3	300
1751	Nf3	01-déc	16	34,5	59,6	32,4	113	446
1751	Nf3	10-déc	25	40,5	65	32,8	170	630
1752	Nf3	01-déc	18	35	59,6	29,8	120	479
1752	Nf3	10-déc	27	40,6	62,7	30,5	175	605
1753	Nf3	01-déc	14	33,7	58,9	31	108	427
1753	Nf3	10-déc	23	41,4	63,9	31,4	170	605

Nf : nid de la femelle

Nf4 : nid de la femelle F4

Nf3 : nid de la femelle F3

Nf2 : nid de la femelle F2

Nf7 : nid de la femelle F7

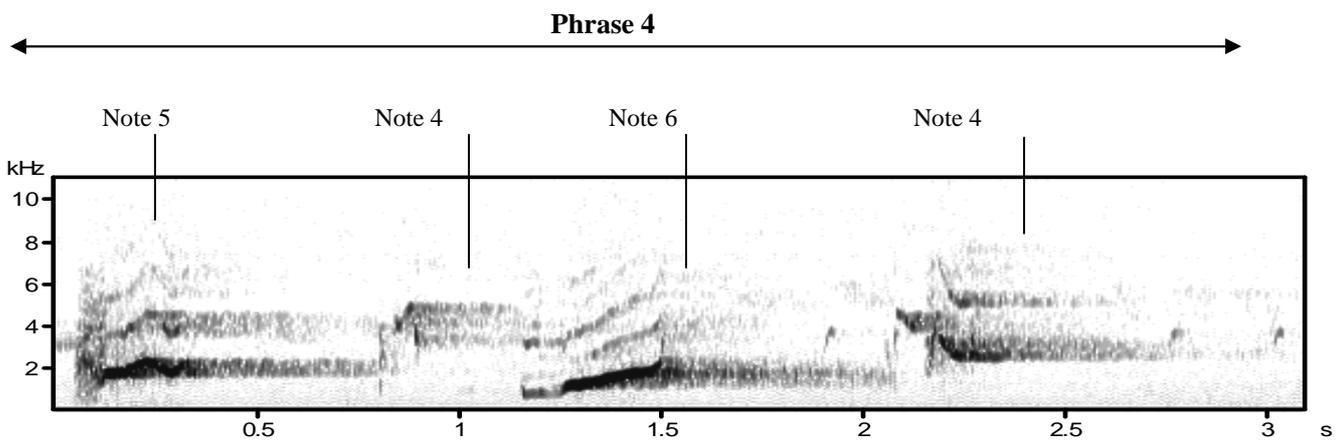
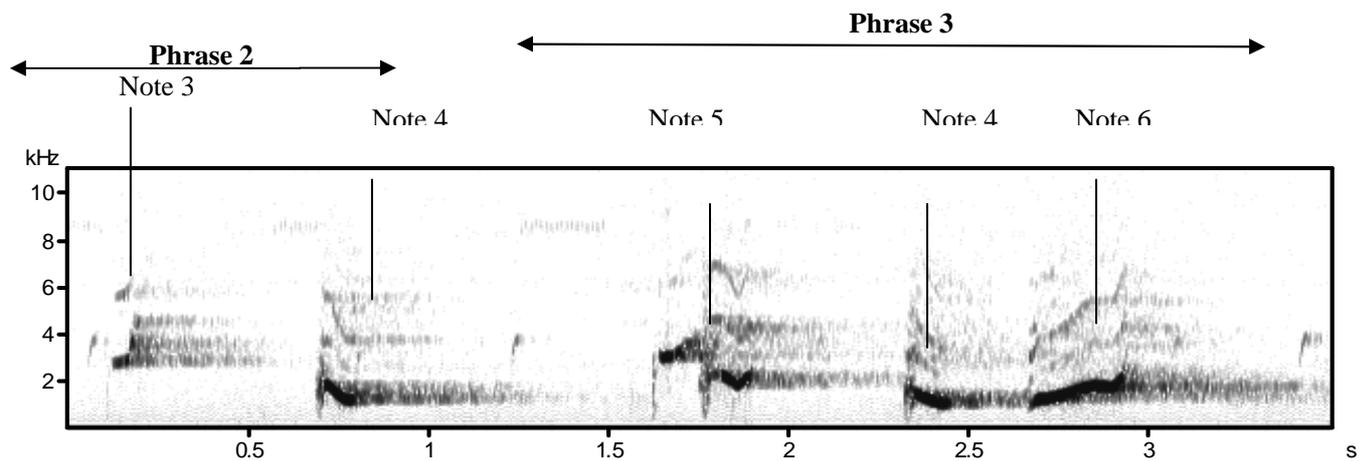
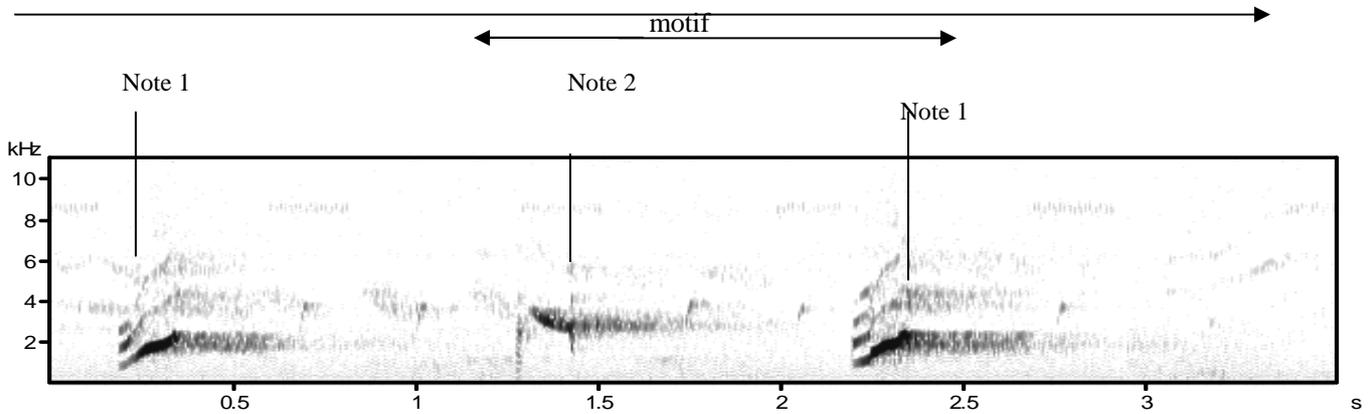
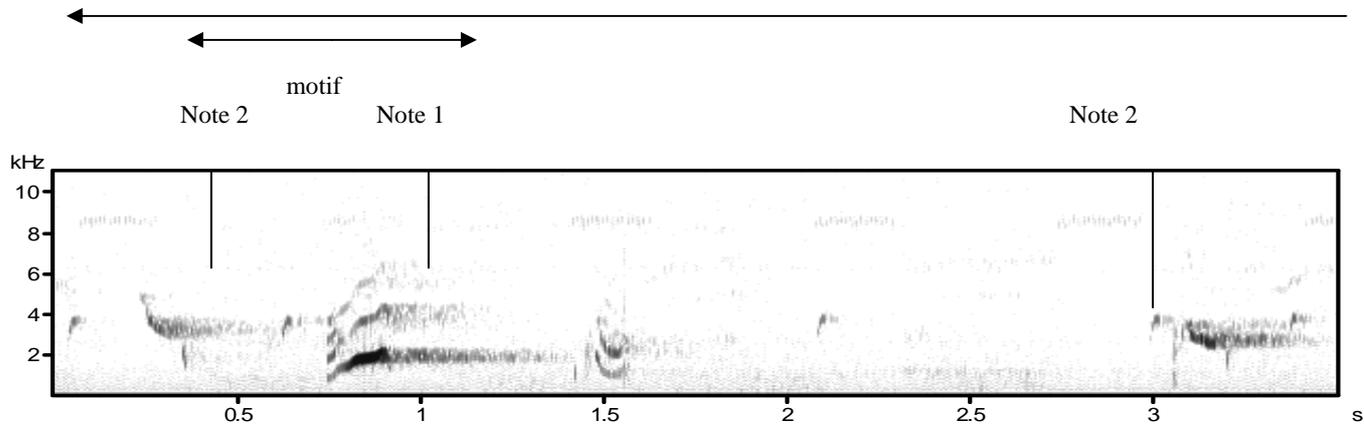
Annexe V. Nombre total de copulations de courte durée reçues par la femelle reproductrice

Femelle	Ponte et incubation			Eclosion		
	Durée d'observations	Nombre de copulations	Nombre de becquées	Durée d'observations	Nombre de copulations	Nombre de becquées
F1	9h 27mn	39	561	16h 04mn	21	2753
F2	3h	18	171	13h 07mn	14	1979
F3	6h	30	349	6h 55mn	11	2070
F4	6h	33	360	13h 08mn	7	1495
F5	6h	35	334			
F6	6h	38	362			
F7	6h	23	355	6h	7	657
Total	42 h 27mn	216	2492	55 h 14mn	60	8954

Annexe VI. Sonogrammes

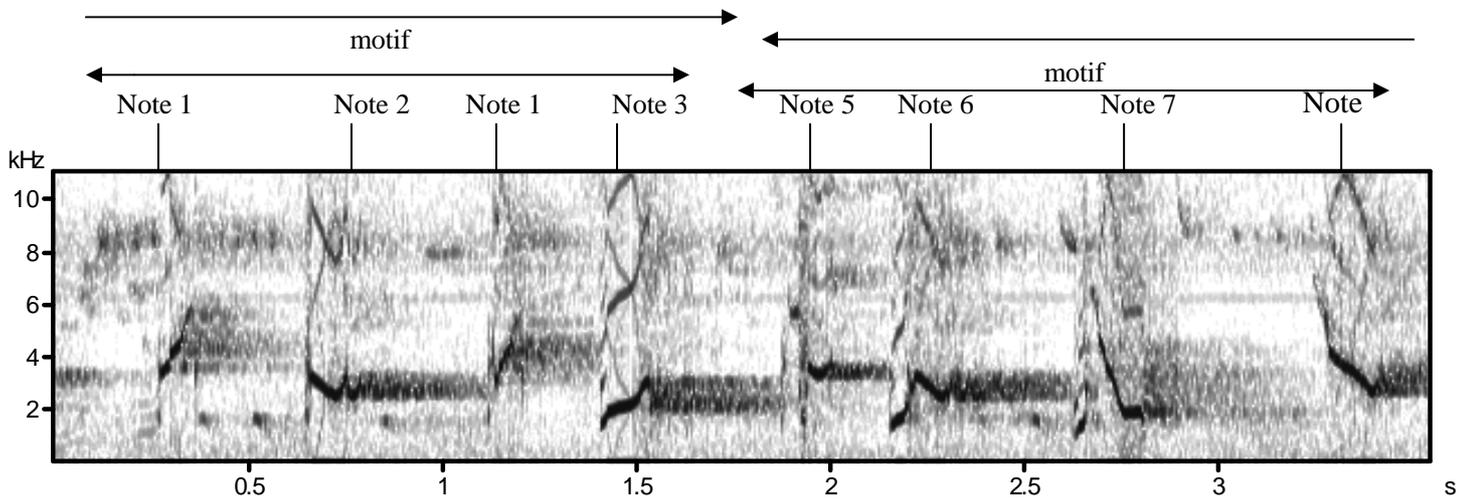
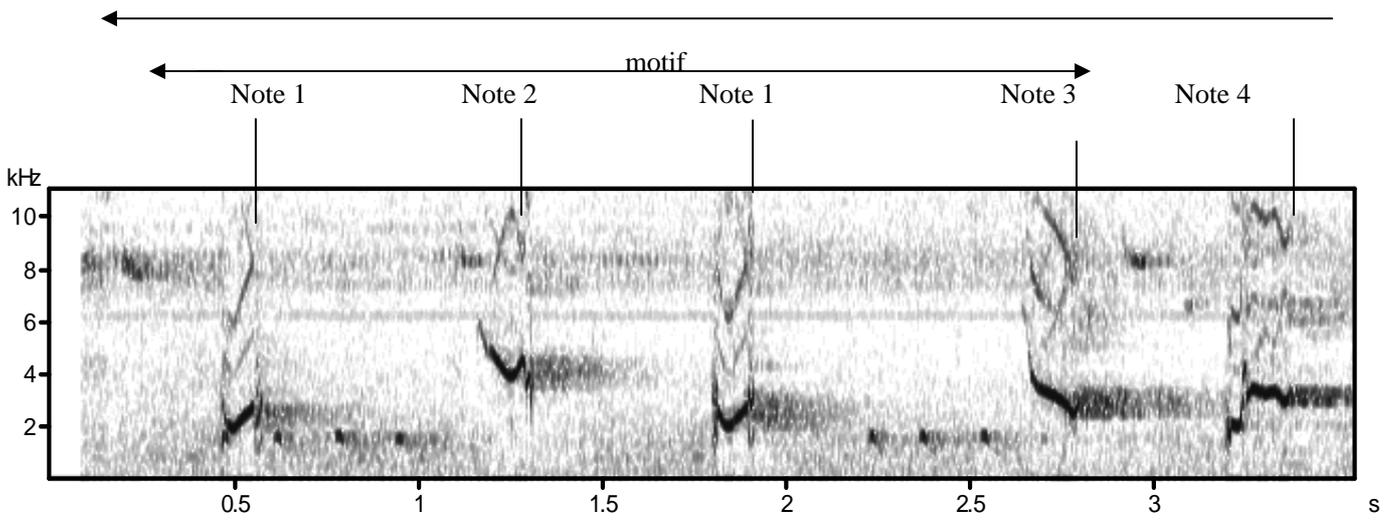
Sonogrammes de F₂.

Phrase 1



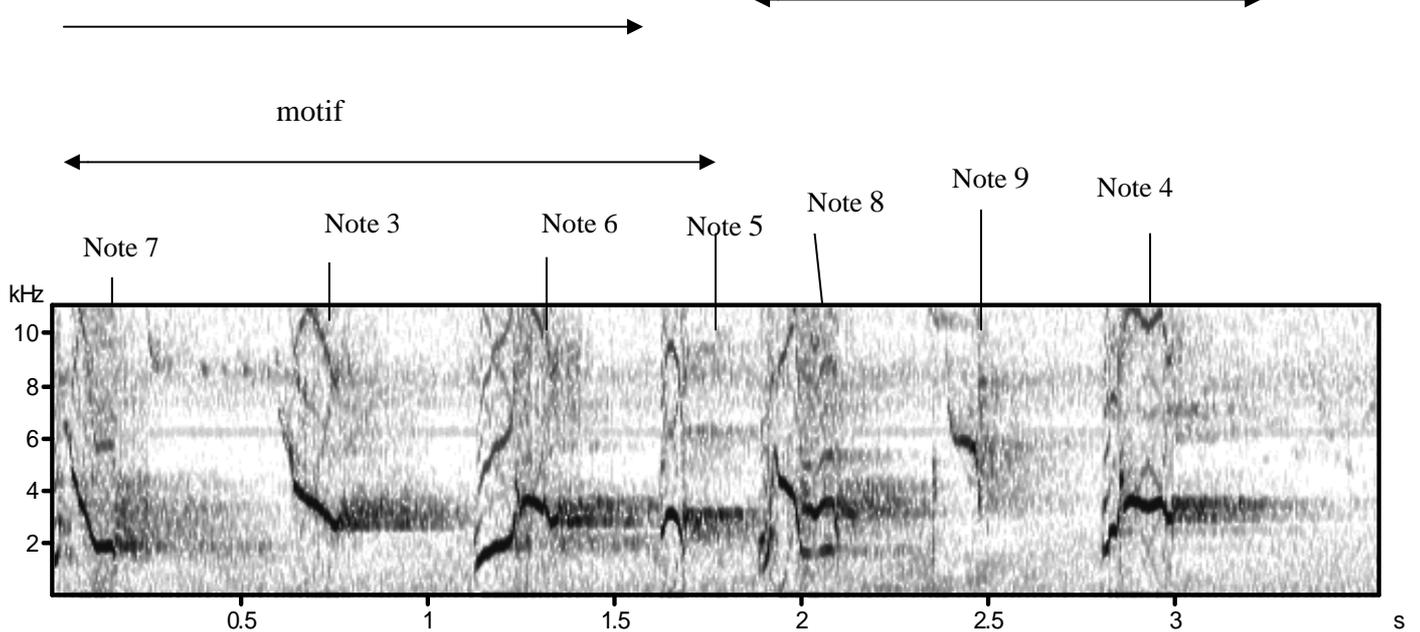
Sonogrammes de F4

Phrase 1

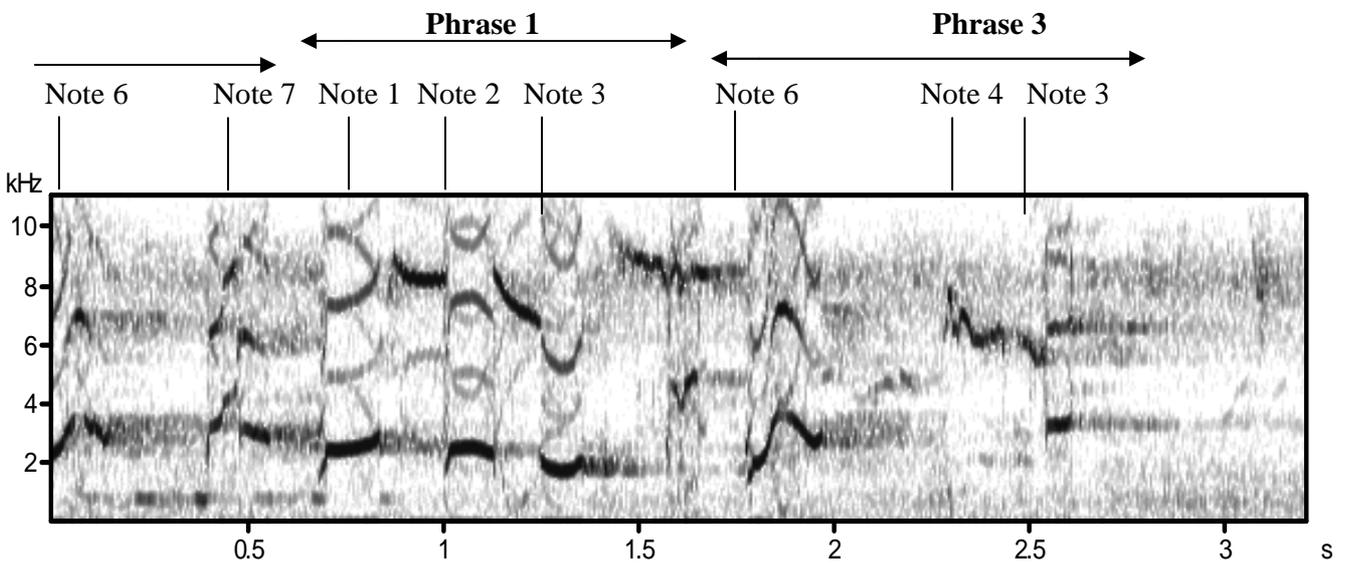
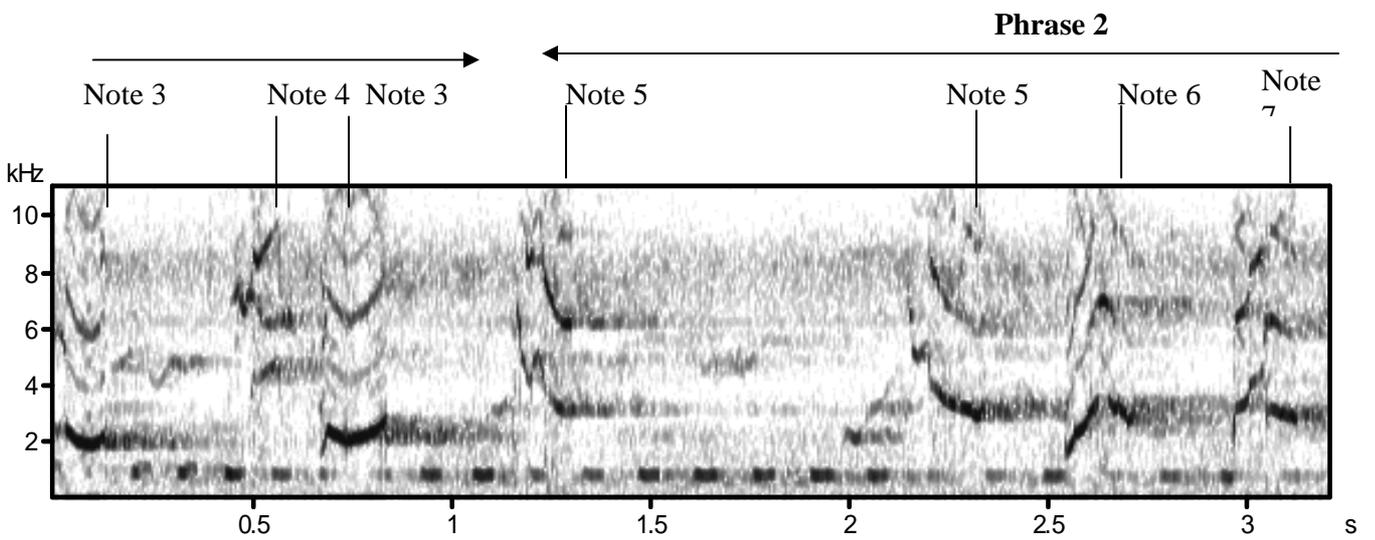
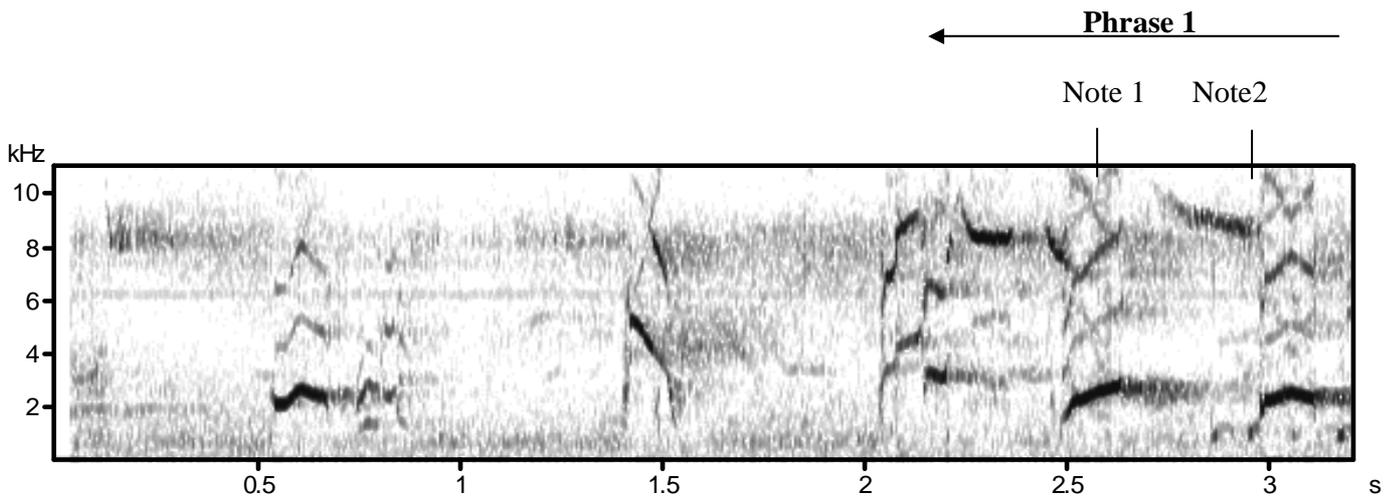


Phrase 2

Phrase 3

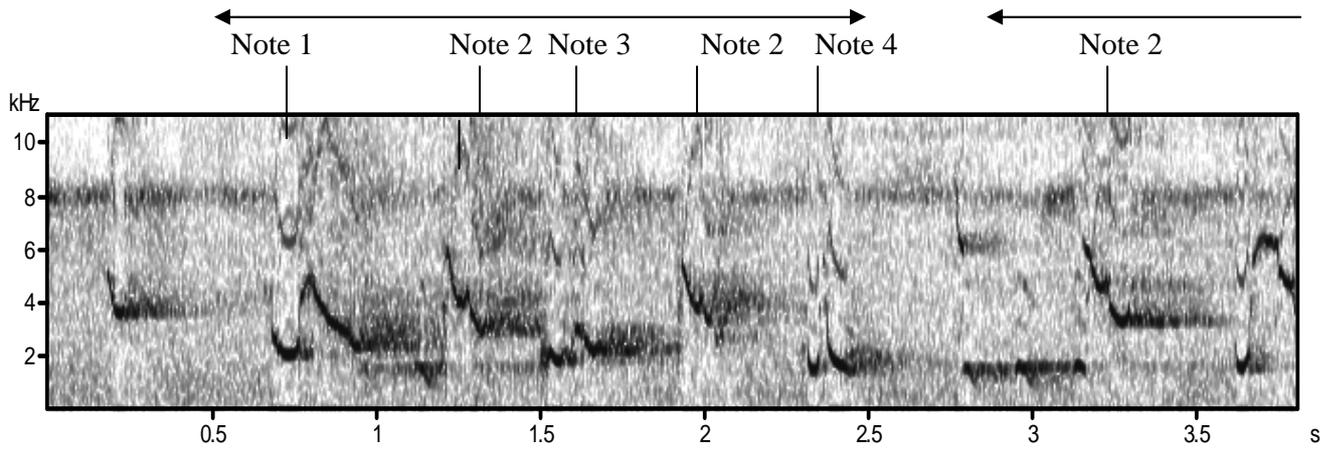


Sonogrammes de F5

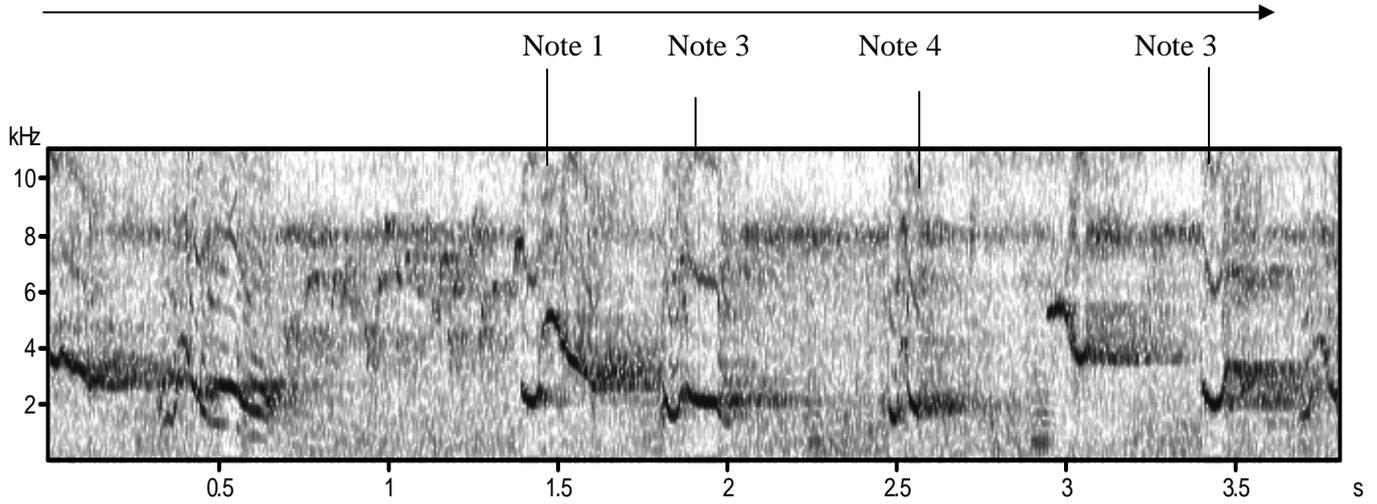


Sonogrammes de F6

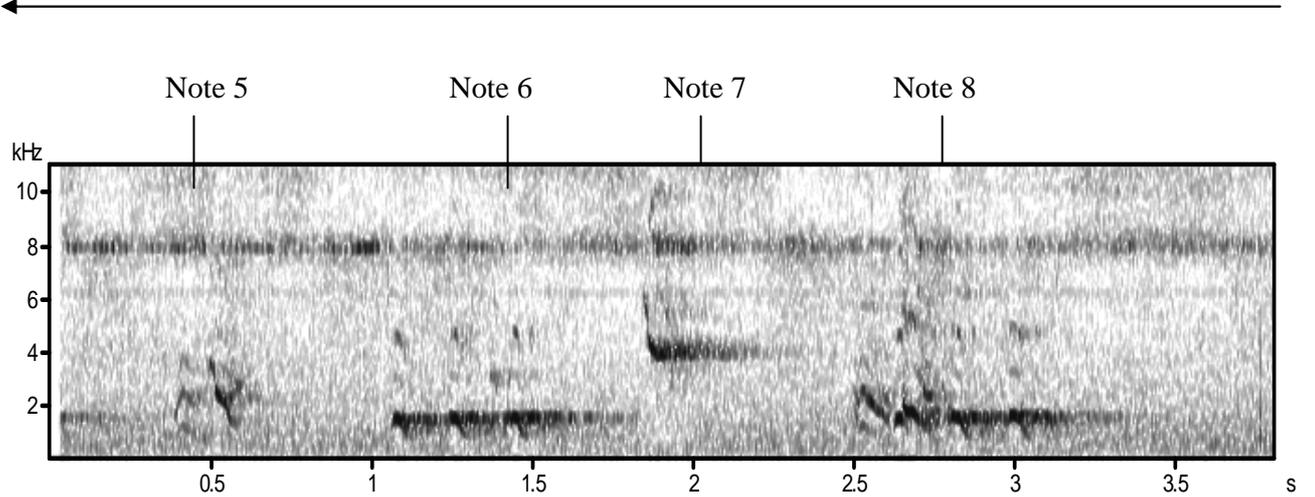
Phrase 1

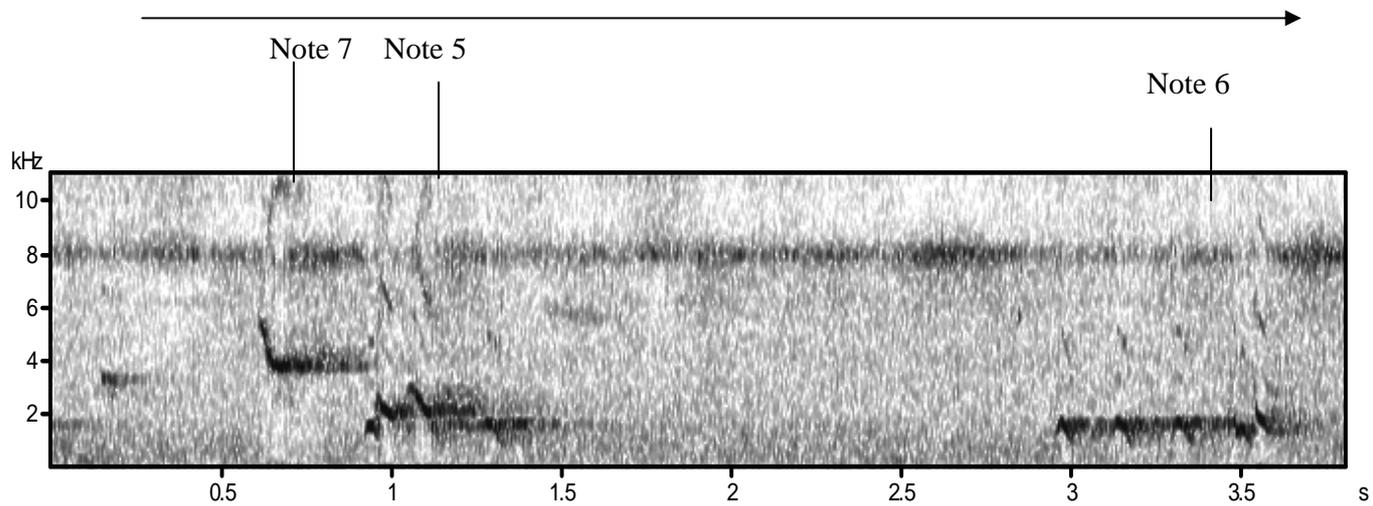
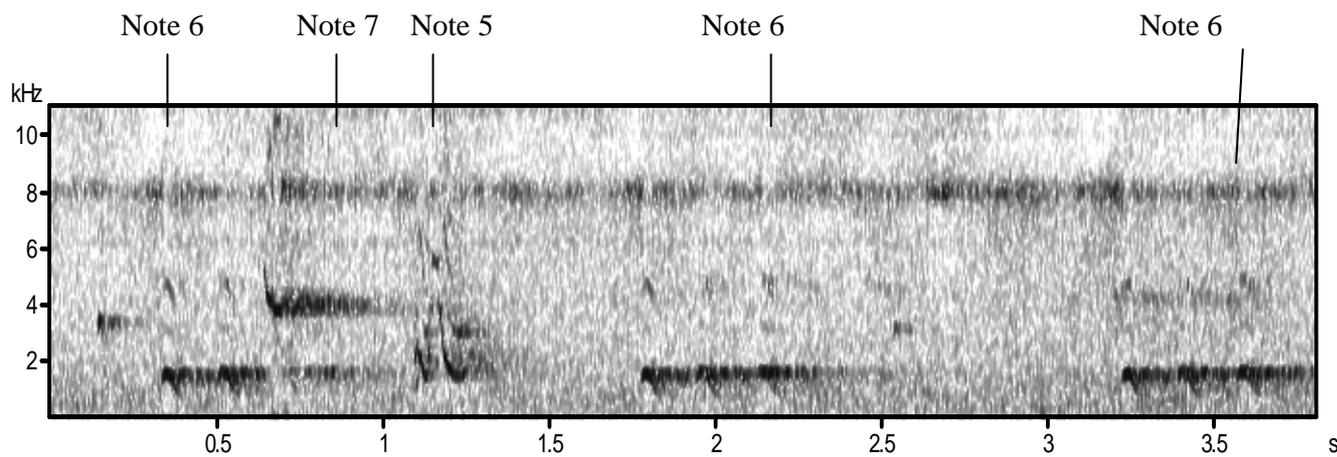


Phrase 2



Phrase 3

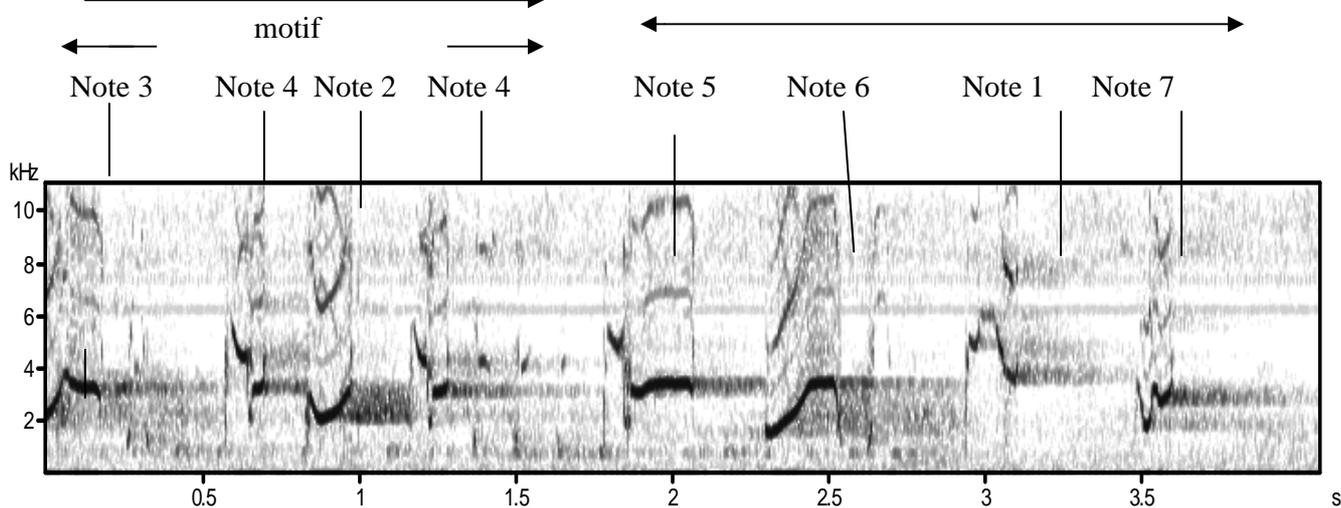
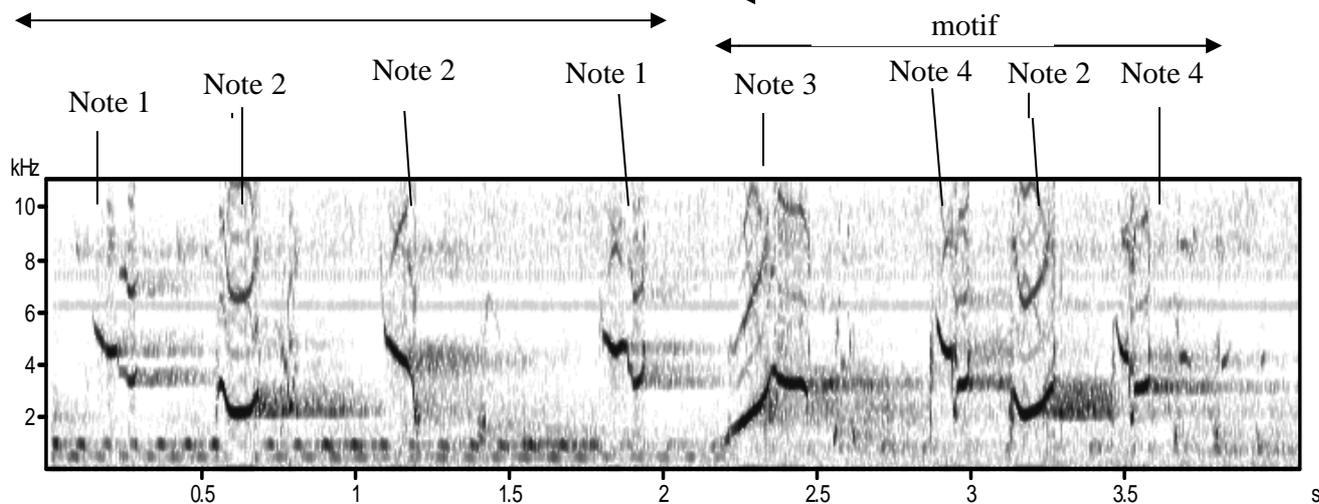




Sonogrammes de F7

Phrase 1

Phrase 2



Signification des différents codes utilisés dans la feuille de donnée A

Ttobs : temps total d'observation

Tl : temps où on a perdu de vue la femelle

Tac : temps actif (ttobs – tl)

% hl : pourcentage de perte de plume sur la tête de la femelle

perc : perchoir

m<n : mâle vers le nid

m<f : mâle vers la femelle

PE : cas d'approvisionnement en nourriture seulement

SE : approvisionnement et copulation

Hira : femelle chante

FM : la femelle approche le mâle

MF : le mâle approche la femelle

BP : nombre de becquées reçues par la femelle

Cop : une interaction concernant une tentative seulement ou un succès de copulation.

Mini : le mâle commence la copulation

Fini : la femelle commence la copulation

Mvol : le mâle vol et quitte la femelle en premier

Fvol : la femelle quitte le mâle en premier

Fch : femelle contourne le mâle

xM : nombre de mâles qui attendent aux alentours

Evepr : approvisionnement perturbé par d'autre mâle

Copr : copulation perturbée par d'autre mâle

Om : femelle placée au sommet du perchoir (sur le canopée)

Annexe IX. Feuille de donnée C : Comportement au cours du play back

	durée	No.d'approches des femelles	durée du cri d'alarme	Autres femelles	No.mâles arrivés
date					
lieu					
Coucal					
perroquet					
Cri du mâle					
date					
lieu					
Coucal					
perroquet					
Cri du mâle					
date					
lieu					
Coucal					
perroquet					
Cri du mâle					

Annexe X. Exportation des *Coracopsis sp* dans les années 1990

Année Lieu	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Réunion	204	185	96	141	5	3	0
Belgique	200	60	90	27	0	0	0
Pays-Bas	100	82	100	131	0	22	45
France	294	5	48	0	45	6	12
Afrique du Sud	0	0	50	61	80	100	50
Allemagne	100	201	0	0	0	0	0
Tchéquie	0	0	0	30	0	0	0
Singapour	0	0	0	20	0	0	0
Japon	0	0	0	2	5	10	0
Ile Maurice	0	0	0	0	5	4	0
Etats-Unis	0	0	0	0	0	5	0
Espagne	0	0	0	0	0	4	0
Italie	0	0	0	1	0	0	0
Suède	0	0	1	0	0	0	0
TOTAL	944	533	385	425	139	139	107

Annexe XI. Relation entre le nombre de becquées reçues par chaque femelle observée et sa pénétration dans le nid à partir de l'éclosion.

Pour la femelle 1 (F₁) :

Durée d'observations	Nombre de becquées reçues	Femelle entre (oui ou non)
2h 45mn	14	Non
	6	Non
	136	Oui
2h 31mn	210	Non
	186	Oui
	260	Oui
2h 52mn	151	Oui
	10	Non
	222	Oui
3h	154	Non
	246	Oui
2h 10mn	148	Oui
	125	Non
	202	Non
	7	Oui
	81	Non
	66	Oui
	146	Oui
2h 46mn	81	Non
	138	Oui
	164	oui

Pour la femelle 2 (F₂) :

Durée d'observations	Nombre de becquées reçues	Femelle entre (oui ou non)
5h 46mn	13	Non
	73	Oui
	354	Oui
	78	Oui
	70	Non
	85	Oui
2h	185	Oui
	10	Non
	180	Non
2h	181	Oui
	217	Oui
	21	Non
	52	Non

3h 20	8	Non
	219	Oui
	83	Oui
	150	Non

Cas de la femelle 3 (F₃) :

Durée d'observations	Nombre de becquées reçues	Femelle entre (oui ou non)
1h 55mn	282	Oui
	102	Oui
	180	Oui
3h	216	Oui
	131	Oui
	275	Oui
	139	Oui
	195	Non
2h	273	Non
	90	Non
	187	Oui

Cas de la femelle 4 (F₄) :

Durée d'observations	Nombre de becquées reçues	Femelle entre (oui ou non)
3h 40mn	10	Oui
	156	Oui
	143	Oui
	155	Oui
2h	174	Oui
	233	Oui
	333	Oui
2h	6	Non
2h 15mn	0	
3h 12mn	111	Oui
	174	Oui

Cas de la femelle 7 (F₇) :

Durée d'observations	Nombre de becquées reçues	Femelle entre (oui ou non)
1h 46	47	Non
	11	Non
	84	Non
	62	Non
4h 15mn	48	Oui
	13	Oui
	167	Non

	3	Non
	13	Non
	8	Non
	15	Non
	115	Non
	26	Non
	45	Oui

Annexe XII. Durée totale du temps passé pour chanter sur l'arbre du nid et sur les autres perchoirs pour chaque femelle observée.

F	P ₁ .(en minutes)						P ₂ (en minutes)					
	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e
F ₁	87	80	12	25	113	9	0	11	6	0	10	
F ₂	0	0	0	0			187	54	103	116		
F ₃	31	48	23				26	60	46			
F ₄	60	13	12	25	18		23	29	82	106	132	

P₁: durée totale du chant de la femelle passé sur l'arbre du nid

P₂: durée totale du chant de la femelle sur les autres perchoirs.

F : Les différentes femelles étudiées :

F₁ : Femelle 1

-F₃ : Femelle 3

F₂ : Femelle 2

-F₄ : Femelle 4

1^e, 2^e, 3^e, 4^e, 5^e, 6^e : Numéros des observations faites sur terrain.

Annexe XIII. Distance de chaque perchoir utilisé par chaque femelle par rapport à l'arbre du nid.

Distance par rapport à l'arbre du nid (m)	Femelle				
	F ₁	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
	35,3	124	53,2	50	99,3
	24,4	258	45,6	75,5	138
	81,4	102	108	18,5	103
	43,4	226	74,6	65,7	72,8
	48,9	195	95,9	77,6	48,9
		154	87,6	13,6	114
		132	74,5	85,2	142
		51	79,8	106	10,9
			74,5	132	30,9
				43,9	62,4
				89	40,7
					51

Explication du mode de remplissage de la feuille de donnée B

La première grille présente les heures de l'observation, de 5 heures à 19 heures ; la deuxième grille montre verticalement les minutes correspondant à chaque heure d'observation allant de 0 à 58 minutes. A chaque fois que la femelle chante, un trait vertical est placé dans la case à côté du chiffre indiquant la minute correspondante au moment du chant.

Annexe XIV. Mensurations des œufs

Femelle	Longueur	Largeur	Masse
F2	43,9	32,6	18,8
F2	42,9	31,5	18,7
F2	44,9	30,4	18,7
F3	43	33,4	18,9
F3	43,5	33,6	19
F4	37,4	29,6	18,4
F4	37,8	32,6	18,5
F4	39,5	31,5	18,6
F4	38,3	32,3	18,6
F5	40	30,8	18,6
F5	38,8	30	18,4
F5	39	30,1	18,5
F7	39	31	18,5
F7	39,9	29,4	18,4
Moyenne ± écart-type	40,56 ± 2,52	31,34 ± 1,38	18,61 ± 0,18

Nom : RANDRIANAINA

Prénoms : Ambininjanahary Linah

Titre : « Contribution à l'étude Bio éco éthologique du perroquet, *Coracopsis vasa drouhardi* (Lavauden, 1929) pendant la période de reproduction dans la région de Morondava. »

Pagination : 72

Tableaux : 23

Figures : 11

Cartes : 2

Photos : 4

Résumé

La présente étude porte sur la reproduction d'une espèce de perroquet à Madagascar, *Coracopsis vasa drouhardi*. Elle a été menée aux alentours du village de Marofandilia situé à 50 km environ au Nord Est de Morondava, de Novembre 2000 à Janvier 2001. Comme la majorité des perroquets, cette espèce niche dans des trous. La période de reproduction dure quatre mois, et l'accouplement s'étale sur toutes les différentes phases de la reproduction même jusqu'à l'indépendance des poussins. Il existe deux types de copulation qui se différencient d'une part par leur durée et d'autre part par leur déroulement. L'incubation dure environ 16 jours ; les poussins nidicoles font leur premier envol autour de 45^{ème} jours après l'éclosion. La femelle chante seulement au cours de la saison de reproduction et le chant a comme rôle principal d'attirer les mâles pour approvisionner en nourriture. Les femelles semblent comportementalement dominantes vis à vis des mâles. C'est elle qui assure l'incubation et la défense du territoire. Quatre à cinq mâles visitent chaque femelle reproductrice quotidiennement. Cette espèce semble pratiquer la polygynandrie comme système de reproduction.

Mots clés : Madagascar, perroquet, reproduction, polygynandrie, Marofandilia, *Coracopsis vasa drouhardi*.

Rapporteur : Docteur ANDRIANARIMISA Aristide

Email de l'auteur : randrianainal@yahoo.fr

Tél. : 033 12 328 72

Adresse: Logt 19 Cité Mandroseza Antananarivo (101).