



Caractéristiques vocales du martin chasseur
***Halcyon senegalensis* Linnaeus 1766**
(Aves: Alcedinidae, Coraciiformes)
aux étangs du Scolasticat Père Léon Dehon
à Kisangani (R.D.Congo)



Par

Gédéon KAMBALE BAKERETHI

TRAVAIL DE FIN D'ETUDE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme
de Licencié en Sciences

Option : BIOLOGIE

Orientation : Protection de la Faune

Directeur : Prof. Dr. UPOKI A.

Encadreur : C.T MULUTWA M.

Année Académique : 2006-2007

DEDICACE

Aux chercheurs et amis de la Nature

Nous dédions ce travail

AVANT - PROPOS

Le présent travail n'est pas une œuvre personnelle. Sa réalisation est la résultante des efforts conjugués de plusieurs acteurs.

Nous remercions très sincèrement le corps professoral scientifique et académique pour la formation reçue et le bon climat de travail durant notre séjour à l'Université de Kisangani.

Au Professeur UPOKI AGENONG'A et au Chef de travaux MULOTWA MASUMBUKO qui ont bien voulu prendre en charge la direction et l'encadrement de ce travail, nous leur réitérons ici l'expression de notre grande reconnaissance.

A nos chers parents, frères, cousins et collègues, pour tous les soutiens consentis pour nous, merci infiniment.

Que toutes celles et tous ceux qui ont toujours souhaité nous voir devenir un jour écologiste, trouvent ici leurs vœux exhaussés.

Gédéon KAMBALE BAKERETHI

RESUME

Cette étude porte sur les caractéristiques vocales du martin chasseur *Halcyon senegalensis* aux étangs du scolasticat Père Léon Dehon à Kisangani (RDCongo).

Le matériel d'étude est constitué d'un échantillon de 412 cris du martin chasseur enregistrés sur le terrain dans le but de les inventorier et d'en interpréter la signification.

Les résultats obtenus après la numérisation et l'analyse statistique montrent que le martin chasseur produit au moins 4 différentes formes ou types de cris exprimant un comportement donné : La territorialité, l'alarme, la parade, la chasse et le stress. Selon le temps et les circonstances de la journée, ces 4 types de cris diffèrent entre eux par leurs sonogrammes et leurs paramètres vocaux (fréquence temps).

SUMMARY

This survey carries on the vocal features of the Woodland Kingfisher *Halcyon senegalensis* in the ponds of the scolasticat Father Léon Dehon in Kisangani RDCongo.

A sample of 412 cries of the Woodland Kingfisher was recorded on the land in order to be digitalized and to analyse the species vocal parameters.

The results reached after the digitalization and the statistical analysis show that the Woodland Kingfisher produces 4 different types of cries expressing a given behaviour: Territoriality, alarm, parade, hunt and stress. According to the time and the circumstances of the day, these 4 types of screams differ between them by their sonograms and their vocal parameters (time and frequency).

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|------------|
| DEDICACE..... | i |
| AVANT – PROPOS..... | ii |
| RESUME..... | iii |
| TABLE DES MATIERES..... | iv |
| INTRODUCTION..... | 5 |
| 1.5. GENERALITES..... | 6 |
| 1.6. BUT ET INTERET DU TRAVAIL..... | 9 |
| 1.6.1. BUT DU TRAVAIL | 9 |
| 1.6.2. INTERET..... | 9 |
| 1.7. TRAVAUX ANTERIEURS | 10 |
| 1.8. DIFFICULTES RENCONTREES..... | 10 |
| 1.6. DESCRIPTION DE L'ESPECE | 11 |
| CHAPITRE PREMIER : MILIEU D'ETUDE..... | 13 |
| 1.6. HISTORIQUE DU MILIEU | 14 |
| 1.7. SITUATION GEOGRAPHIQUE | 14 |
| 1.8. VEGETATION | 14 |
| 1.9. ESPECES ANIMALES..... | 15 |
| 1.10. CHOIX DU MILIEU | 16 |
| CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODE..... | 17 |
| 2.3. MATERIEL..... | 18 |
| 2.3.1. Matériel d'étude..... | 18 |
| 2.3.2. Matériels techniques et informatiques..... | 18 |
| 2.4. METHODES | 19 |
| 2.4.1. Sur le terrain..... | 19 |
| 2.4.2. Au Laboratoire | 20 |
| CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS | 23 |
| 3.1. LES SEQUENCES VOCALES ET LEURS ANALYSES SONOGRAPHIQUES..... | 25 |
| 3.1.1. Première forme ou type de cri de <i>Halcyon senegalensis</i> | 25 |
| 3.1.2. Deuxième forme ou type de cri de <i>Halcyon senegalensis</i> | 26 |
| 3.1.3. Troisième forme ou type de cri de <i>Halcyon senegalensis</i> | 27 |
| 3.1.4. Quatrième forme ou type de cris de <i>Halcyon senegalensis</i> | 28 |
| 3.2. TYPES DE CRIS PAR RAPPORT AUX COMPORTEMENTS OBSERVES..... | 29 |
| 3.3. TYPE DE CRIS AU COURS DE LA JOURNEE..... | 29 |
| 3.4. ANALYSE STATISTIQUES DES PARAMETRES VOCAUX..... | 30 |
| 3.4.1. Cri <i>Halcyon A</i> | 30 |
| 3.4.2. Cri <i>Halcyon B</i> | 30 |
| 3.4.3. Cri <i>Halcyon C</i> | 31 |
| 3.4.4. Cri <i>Halcyon D</i> | 32 |
| CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION..... | 34 |
| CONCLUSION..... | 39 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 41 |
| ANNEXES..... | 45 |

INTRODUCTION

1.1. GENERALITES

En forêt dense, la visibilité est limitée et communiquer visuellement n'est possible qu'à courte distance. En revanche, les sons se transmettent sur de longues distances et beaucoup d'espèces qui ont évolué en milieu forestier ont privilégié le mode de communication acoustique (Anni Gautier et al., 1999).

Les animaux communiquent par des émissions sonores qui permettent de les identifier en tant qu'espèces et même en tant qu'individus.

La reconnaissance individuelle ou spécifique n'est possible que par rapport à une référence connue. Il importe donc d'étudier la variabilité existant entre le chant d'un individu et celle du son congénère ou d'autres espèces (la recherche, 1978).

La voix serait une méthode adéquate dans l'identification des espèces mais l'emploi des outils informatiques pour la numérisation de celle-ci est très difficile d'une part et la reconnaissance des espèces à l'oreille nécessite l'écoute de disque de référence d'autre part. C'est pourquoi nous avons essayé de numériser, d'identifier et de faire l'interprétation noématique des cris et/ou des chants du martin chasseur aux étangs du scolasticat Père Léon DEHON de Kisangani en République Démocratique du Congo.

Pour inventorier et reconnaître les oiseaux, les naturalistes ornithologues utilisent des méthodes de dénombrement en tenant compte de plusieurs paramètres : la stature, le plumage, la voix et certains traits de la biologie permettent la reconnaissance des espèces et parfois même du sexe et de l'âge.

Les phonocomportements qui sont des comportements acoustiques jouent un grand rôle dans la vie des oiseaux. L'importance du chant est fondamentale lors de la reproduction et pour la défense du territoire (Jauventin, 1972).

Néanmoins, il est beaucoup plus facile d'identifier un oiseau par sa voix qu'avec des jumelles (Roche, 1990).

Pour Jauventin, (1972), le dimorphisme vocal est d'autant plus net que le dimorphisme physique l'est moins.

De tout ce qui précède, quelle serait la méthode appropriée pour l'identification des cris de l'espèce nocturne et des grandes forêts ? A quelle distance, fréquence et à combien de temps le chant d'un oiseau peut être audible ?

C'est donc par cette motivation que nous avons porté notre choix à l'étude du comportement vocal de l'espèce *Halcyon senegalensis*.

Le chant des oiseaux est très varié, cette variété repose sur une variété d'espèce, chacune a son chant caractéristique. Cela fait partie des éléments qui servent à identifier diverses espèces (Lévesque, 2003).

Les oiseaux, contrairement aux mammifères, ne possèdent pas de cordes vocales. Ils sont pourvus d'un organe de phonation spécialisé situé à la trachée appelé « Syrinx ».

Chaque espèce aviaire possède son cri ou ses appels et les chants. Les chants sont réservés aux préludes amoureux au cours des rituels pré-nuptiaux ou pour marquer le territoire (Damien, 1996).

Les cris servent aux autres communications vocales qui expriment tantôt la menace, tantôt la peur, un avertissement ou une demande.

Les oiseaux, par leur chant sont considérés par les africains comme indicateurs des heures, notamment de l'apparition du jour et de la tombée de la nuit (Upoki, 1997).

Pour les linguistes, les chants des oiseaux parlent à l'homme, lui transmettent les informations édifiantes et véhiculent différentes expressions :

- du temps pour la planification temporologique des activités sociales ;
 - des renseignements sur les positions des astres ;
 - les phénomènes atmosphériques : pluies, vents, sécheresses ;
 - autres faits naturels : inondation, maturation et récolte des fruits, des champignons, des lichens, apparition et ramassage des chenilles... ;
 - d'autres encore contribuent à l'édification existentielle de l'homme en situation dans le monde, comme maladie, décès, naissances ; grossesses, accidents,...
- (Ohidi, 2006).

Outre leurs chants et leurs cris, les oiseaux font aussi entendre de sons particuliers, certains émettent en volant à grande vitesse un son produit par l'air qui siffle à travers leurs ailes déployées, les plumes et leurs queues (Damien, 1996).

Dans la nature, l'homme entend le chant et les cris d'oiseaux, essaie de les interpréter et de leur donner un sens. Néanmoins, il ne pouvaient pas du tout en identifier les différentes espèces émettrices des chants et cris, pourtant pour les oiseaux, les individus se reconnaissent les cris des autres à partir de ces chants et / ou cris (KING cité par Kambere, 2007).

Quant à notre recherche, nous avons procédé par l'enregistrement des émissions vocales de l'espèce *Halcyon senegalensis*. Cet enregistrement est une opération dite de monitoring vocal qui consiste à suivre méticuleusement le fonctionnement d'un système ou d'un processus en temps réel, c'est la surveillance continue de cris d'oiseaux que nous avons effectuée aux étangs du scolasticat de la ville de Kisangani.

Le petit Larousse (1987) définit un cri comme un éclat de voix poussé avec effort, est un son articulé que possèdent les animaux tandis qu'un chant est une suite de sons modulés, émis par la voix. En musique (Moser, 2006) tout son a quatre caractéristiques qui lui sont propres : la hauteur, l'intensité, la durée et le timbre.

1.2. BUT ET INTERET DU TRAVAIL

1.2.1. BUT DU TRAVAIL

Ce travail a pour but :

- d'inventorier les différentes caractéristiques vocales de l'espèce *Halcyon senegalensis* et d'essayer d'en interpréter la signification ;
- d'apporter une contribution à l'inventaire systématique des oiseaux à l'aide d'une étude phonocomportementale ;
- de numériser les cris pour pouvoir ressortir des sonogrammes caractéristiques pour chaque variable sonore ;
- de faire une analyse statistique des paramètres vocaux de l'espèce sur base de spectogrammes ;
- de ressortir le temps et les fréquences compris entre les harmoniques ; entre les cris et entre les chants des différentes séquences vocales ;
- de mettre au point des sonogrammes de bonne qualité et caractéristiques de l'espèce susceptibles d'être utilisés pour son identification sur le terrain ;
- d'établir les séquences de cris sur un CD – ROM, car la reconnaissance des espèces à l'oreille nécessitent l'écoute de disques de références (Durand et Levêque, 1981).

1.2.2. INTERET

En connaissant le temps, la fréquence et la signification des séquences vocales de chant du martin chasseur. L'intérêt de ce travail est :

- d'obtenir des éléments de référence sur base desquels les oiseaux peuvent être identifiés lors d'un travail d'inventaire même si l'individu n'a pas été observé ;
- de comprendre les comportements des oiseaux à partir des variables de leur cris ;
- d'adopter l'utilisation des différents logiciels informatiques en vue de ressortir le dimorphisme vocal ;

1.3. TRAVAUX ANTERIEURS

L'étude scientifique du chant et des cris des oiseaux est relativement récente. Nous devons les premiers enregistrements d'un oiseau à Ludwig Koch, en Allemagne en 1889 et aux Etats-Unis au biologiste Sylvester Judd en 1898 puis à l'Université de Cornell, par Arthur Allen en 1932 (Damien, 1996).

En Afrique, l'application d'enregistrement des cris des oiseaux n'est pas encore développée comme une technique standard, pourtant elle a beaucoup d'aspects positifs (Davis, 2000).

Les naturalistes de la République Démocratique du Congo ont réalisé différentes recherches en Ornithologie, mais, l'étude scientifique et l'analyse numérique des cris l'est moins.

A Kisangani, AMULA (2006) a réalisé un travail de fin de cycle sur les caractéristiques vocales de certaines espèces aviaires de l'écosystème de la faculté des sciences de l'Université de Kisangani et KAMBERE (2007) sur l'analyse des paramètres vocaux des *Streptopelia semitoquata* et *Turtur afer* dans la ville de Kisangani.

Un mémoire de Licence défendu à la Faculté des Lettres de l'Université de Kisangani (Ohidi, 2006) sur l'Onomastique de l'interprétation noématique des chants des oiseaux chez le peuple Tetela à Kisangani.

Notre travail est le premier mémoire de licence réalisé à la faculté des sciences de l'Université de Kisangani apportant sa contribution sur la reconnaissance acoustique individuelle du martin chasseur dans notre milieu.

1.4. DIFFICULTES RENCONTREES

En réalisant ce travail, nous avons rencontré quelques difficultés pendant la récolte des données sur le terrain et pendant le traitement numérique des chants enregistrés.

a. **Sur le terrain** : notre souci pendant les enregistrements était de capturer uniquement les cris ou les chants de notre espèce cible. Cependant, nous avons eu à enregistrer plusieurs cris ou chants à la fois produits par différentes espèces au même moment quand la cible chantait. Ce sont des fonds sonores des espèces telles que : les insectes, les batraciens, les autres oiseaux, les animaux et les bruits humains. Ces interférences s'observaient au cours de la visualisation en image des sonogrammes pendant la numérisation au laboratoire. Toutefois, ces interférences (fonds sonores) ne pouvaient pas influencer nos résultats.

b. **Traitement numérique** :

- Manque d'outils informatiques en permanence ;
- Difficulté d'utilisation des logiciels due aux connaissances moyennes en informatique ;
- Coupures répétées de l'électricité à Kisangani

1.5. DESCRIPTION DE L'ESPECE (www.wikipedia.org/ martin chasseur; Urban et al, 1993)

Le martin chasseur du Sénégal (*Halcyon senegalensis*, Linnaeus (1766), Woodland Kingfisher ; senegal Kingfisher, martin chasseur du Sénégal) est un oiseau de la famille des Alcedinidae. Il est commun en Afrique tropicale et équatoriale mais on peut le rencontrer dans les savanes boisées, près des lacs, rivières et mangroves, voire près des habitants humains.

C'est une espèce endémique du continent africain. Il n'y a pas de dimorphisme sexuel, sa taille moyenne varie de 20 à 23 cm de long. Les adultes ont le dos, les plumes principales, des ailes et la queue d'un bleu clair mais vif.

Le sommet du crâne et la nuque sont gris-bleu, la face, la gorge et le ventre sont blancs. Cet oiseau présente une bande noire sur l'œil qui s'étend du bec jusqu'à l'arrière de l'œil parfois au delà de l'œil.

Les plumes scapulaires sont noires, le bec est bicolore, la mandibule supérieure est rouge, l'inférieure est noire. Les pattes sont gris - brun, de même que l'iris. Les

plumes primaires et secondaires du dessous des ailes sont noires à l'extrémité mais le dessous de l'aile est blanc en grande partie.

Le martin chasseur est très territorial. Cette espèce s'attaque à tout intrus. Elle a un vol rapide en ligne droite. Son alimentation est variée. Ses proies sont : insectes, arthropodes, serpents et lézards, poissons, petits rongeurs, grenouilles, voire des jeunes oisillons.

Cet oiseau, pour sa reproduction, réalise une parade nuptiale au cours de laquelle il étend ses ailes pour montrer les parties blanches de leur face inférieure. Son nid est bâti à l'intérieur d'un arbre, dans un trou creusé par une autre espèce ou dans le berceau d'une rivière. La ponte est constituée en moyenne de trois œufs qui sont ronds et blancs.

Notre attention dans la nature était fixée sur le chant d'oiseaux. Dès que nous attendions un oiseau chanter, nous cherchions à l'identifier s'il est réellement un martin chasseur, puis à l'agrandir aux jumelles en vue de rendre l'observation plus nette.

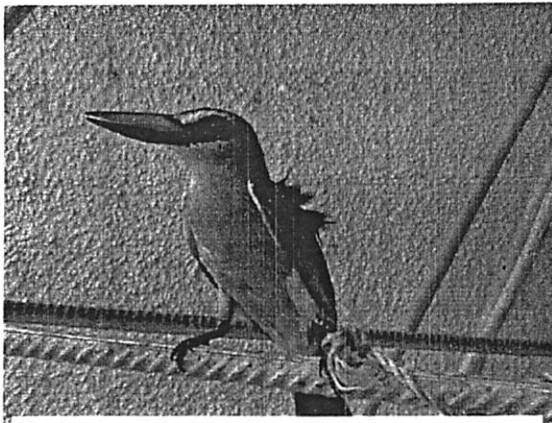


Fig. A : Halcyon senegalensis ; vue antérieure
(Photo/Gédéon B)

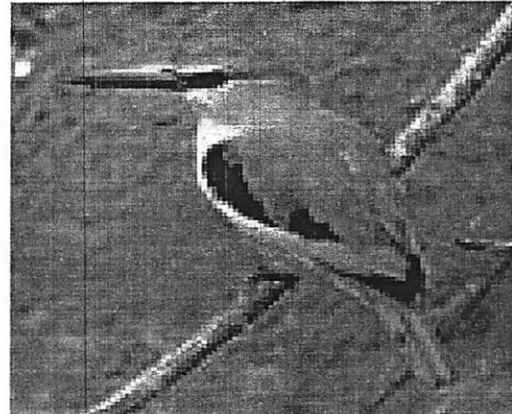


Fig. B : Halcyon senegalensis ; vue latérale
(Photo/www.wikipedia.net)

Chapitre premier :
MILIEU D'ETUDE

- *Persea americana* Miller. (Lauraceae)

- *Psidium guajava* Linne (Myrtaceae)

Au niveau des étangs, la végétation aquatique est dominée de deux espèces :

- *Nymphaea lotus* (Nymphaeaceae) et

- *Cyperus sp* Linne (Cyperaceae).

On rencontre autour des étangs une dominance des Poaceae notamment :

- *Paspalum conjugatum* Berg.,

- *Panicum paniculatum* Linne ;

- *Cypripogon sp.* (DC)

On trouve aussi une espèce de fougère :

- *Cyclosorus tottus* Pic.Ser. (Thelypteridaceae).

1.4. ESPECES ANIMALES

A part les espèces animales élevées, nous avons observé dans la concession plusieurs espèces animales : les petits Mammifères et les oiseaux, les papillons et les Arragnées dans l'enclos scolaire.

Quelques oiseaux :

- *Psittacus erythacus* Linne 1758 (Psittacidae)

- *Bubulcus ibis* Linne 1758 (Ardeidae)

- *Tringa ochropus* Linne 1758 (Scolopacidae)

- *Actophilornis africana* Gmelin 1789 (Jacanidae)

- *Phalacrocorax africanus* Gmelin 1789 (Phalacrocoracidae)

- *Lonchura sp* Hartlaub 1883 (Estridae)

- *Halcyon senegalensis* Linnaeus 1766 (Alcedinidae)

- *Motacilla sp* Linne 1758 (Motacillidae)

- *Nectarinia sp* Illiger 1879 (Nectariniidae)

- *Corvus albus* Muller. (Corvidae)

- *Ploceus cucullatus* Muller. (Ploceidae)

- *Anhinga rufa* Pennaut 1769(Anhigidae)

- *Ardeola ralloides* Scopoli 1769 (Ardeidae)
- *Turtur afer* Linne 1766 et *streptopelia semitorquata* Ruppel 1860 (Columbidae).

1.5. CHOIX DU MILIEU

Nous avons choisi scolasticat comme terrain d'étude parce que, d'abord, le milieu est fréquenté par les oiseaux, ensuite, par le fait que la concession se situe aux environs de la ville d'où la facilité de nous y rendre régulièrement.

Nos enregistrements se faisaient toute la journée et ce milieu est calme avec moins d'interférences.

Chapitre deuxième :
MATERIEL ET METHODES

2.1. MATERIEL

2.1.1. Matériel d'étude

Dans l'ensemble, le matériel d'étude est constitué de 412 cris de différents enregistrements vocaux de *Halcyon senegalensis*.

2.1.2. Matériels techniques et informatiques

Pour enregistrer et traiter les chants, nous avons utilisé les matériels ci-après :

a) Enregistrement

- une radio enregistreur « Dictaphone » de marque SONY – TCM- 150 et / ou une autre marque PANASONIC – RQ – L11 ;
- quatre bandes cassettes audio de marque TDK et HP de 30 x 2 minutes ;
- des piles crayons Tiger, Ninwa et Duracell ;
- une paire de jumelles de marque DOKOTA 12 x 50 pour l'observation des oiseaux
- une caméra numérique pour filmer les oiseaux en vue de produire des photos ;
- Stylo, crayon et cahier de terrain pour le pointage ;

b) Traitement

- un ordinateur fixe de marque Touchmate et un autre portable de marque Toshiba satellite pour la numérisation ;
- un câble de transfert de cris de la radio enregistreur vers l'ordinateur ;
- des CD (marque disk recordable) audio Imation – CDR de 700 MB – 80 minutes et marque Sony de 700 MB sur lesquels les cris et les programmes (logiciels) informatiques sont gravés ;
- un Flash disk EMTEC de 1 GB nous permettant de déplacer les données d'un ordinateur à un autre ;
- un écouteur Airstar (NP – 303 MV) branché à l'ordinateur pendant le traitement de cris en vue de faciliter l'audition de l'ordinateur à l'oreille ;
- le logiciel Goldwave pour la numérisation de chant enregistré ;
- le logiciel Gram pour produire les sonogrammes.

2.2. METHODES

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour numériser et traiter les cris de martin chasseur. Certaines ont été appliquées sur le terrain et d'autres au laboratoire d'Ecologie et de Gestion des Ressources animales (LEGERA) de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani.

2.2.1. Sur le terrain

Notre terrain de récolte de données, la concession scolasticat, où nous avons réussi à faire les enregistrements de différents cris de *Halcyon senegalensis* est constituée de différentes variétés d'espèce aviaire comme indiquée dans le chapitre précédent. L'identification et l'enregistrement se faisaient sur le terrain.

a. Observation et identification des oiseaux

L'observation était faite à l'œil nu et / ou aux jumelles ; les ouvrages de Perlo (1995) et de Urban et al (1993) ont été utilisés pour la précision.

Nous notons les caractéristiques de la morphologie externe telles : la coloration, le plumage, la forme et la couleur du bec, des pattes,... pour confirmer l'authenticité de l'espèce cible.

L'Internet a servi pour compléter nos données de la bibliographie.

b. Enregistrement des chants

Après avoir localisé et identifié l'oiseau produisant les cris, nous faisons un déplacement pedestre et calme vers le lieu de celui-ci en vue d'enregistrer son cri d'une façon audible et claire. Nous avons considéré une distance de 0 et 100 mètres selon l'intensité des cris. De fois, nous nous mettions sous l'arbre sur lequel l'oiseau était perché.

2.2.2. Au laboratoire

Pour numériser les chants enregistrés sur le terrain à l'aide d'une radio enregistreur, le traitement de ceux-ci s'effectuait au laboratoire LEGERA de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, dans la salle du cyber café. Pour représenter un son sur un ordinateur, il faut arriver à le convertir en valeurs numériques pour qu'il ne soit travaillé que sur ce type de valeur. Il s'agit donc de relever des petits échantillons de sons à des intervalles de temps précis.

On appelle cette action, l'échantillonnage ou la numérisation du son exprimé en Hertz ([www comment ca marche net](http://www.comment.ca/marche.net/) /qu'est ce que le son).

Cinq programmes ou logiciels informatiques ont été utilisés pour cette fin. Il s'agit des logiciels :

- Goldwave pour la numérisation ;
- Gram pour la production des sonogrammes ;
- Excel et SPSS (14.0) pour la saisie de données et leurs traitements statistiques ;
- Power point pour la représentation des images.

1° Goldwave : Goldwave est une fonction audio numérique qui consiste à enregistrer le son, le compresser, le jouer ou le modifier.

Dans ce programme, les chants ou cris des espèces ont été transformés de leur forme initiale à la forme numérique. La commande FFT (Fast Fourier Transform) a permis de compresser le chant afin de permettre son analyse sur un échantillon considéré. Pour chaque chant, une série de 8 à 10 cris était sélectionnée et enregistrée à laquelle on donnait un nom correspondant à la forme à interpréter.

2° Gram : Ce logiciel a servi à la mise au point des spectogrammes (sonogrammes) de chaque chant pour nous permettre de prélever les fréquences et le temps.

Pour y arriver, nous cliquons sur « Fichier » (File) puis sur « analyse du fichier », cette étape nous renvoyait dans « Mes documents » pour retrouver le chant nommé dans « Gold Wave ». Une boîte de dialogue s'affiche et on clique sur ouvrir

(open) pour sélectionner dans un sous-menu les caractéristiques du chant pour lesquels les valeurs suivantes ont été utilisées.

a) Sample characteristics :

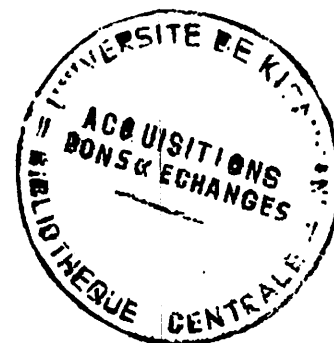
- Sample Rate (Hz) : 22050 et 11025
- Resolution : 8 bits ou 16 bits
- Type : Mono et stéréo
- Sample Length (Kb) : 66
- Variables : Freeze
- Pair pointers (curseur) : White cross
- Display Band (Hz) : 0 to 11025

b) Frequency analysis

- Frequency scale : Linear
- Frequency resolution (Hz) : 21.5

c) Display characteristics

- Scale (db) : 30, 60 or 90
- Palette : CD, BW or User
- Ok : pour valider les opérations



Après avoir sélectionné ces caractéristiques on clique sur Ok pour voir le spectrogramme du chant. Pour ressortir l'échelle de la fréquence (F) en abscisse et celle du temps (T) en ordonnée on clique sur « Toggle grid ». Pour changer la forme du spectrogramme on clique sur file et sur paramètre (change or restore).

C'est ainsi que nous avons prélevé les valeurs de différents paramètres en plaçant le curseur sous forme de croix noire. Pour la fréquence un (F1), on place le curseur en bas (basse fréquence) de chaque harmonique et en haut pour la fréquence (F2), (haute fréquence). Tandis que pour le temps un (T1), c'est au début de chaque harmonique vers la gauche et le temps deux (T2) à la fin de celle-ci vers la droite. Pour le cris suivant d'un même chant, on notera une succession de temps comme de fréquence (T1, T2, T3...Tn) et (F1, F2, F3,...Fn). La différence entre les fréquences et les temps de deux harmoniques, nous appliquons la formule :

Pour la fréquence : $Fix = F2x - F1x$

Pour le temps : $Tix = T2x - T1x$

Pour les différences de temps et fréquences entre deux chants d'une même espèce (Dt et Df) nous avons appliqué les formules suivantes :

$$Dt = T1x2 - T2x1 \text{ et } Df = F2x - F1x$$

Ceci signifie que Dt est le temps initial du premier chant suivant moins le T2 du chant précédent et Df est la fréquence supérieure du cri suivant moins la fréquence inférieure du précédent.

3. Excel et SPSS

C'est à base de ces deux logiciels que nous avons traité statistiquement les données relatives aux différents paramètres pour chaque chant et harmonique de l'espèce. L'Excel pour ressortir le Chi - carré, l'écart type et la moyenne tandis que SPSS l'était pour le test U de MANN - WHITNEY destiné à évaluer si deux échantillons indépendantes sont significativement différents.

4. Power point

Ce logiciel nous a permis de transformer le cri dans le logiciel Gram sous forme d'image pour le traitement et le commentaire.

Dans Gram, on clique sur fichier, ensuite « Save image » et puis « Windows image ». L'image sera enregistrée sous un nom particulier dans un autre fichier, et sera par la suite copiée et écourtée dans Power point.

3.2. TYPES DE CRIS PAR RAPPORT AUX COMPORTEMENTS OBSERVES

Tableau 1. Rapport cris – comportements

| Comportement | Type de cris | Position |
|----------------|--------------|----------------------|
| Territorialité | C, D | Seul, Couple |
| Alarme | A, D | Seul, Groupe |
| Parade | B, C | Couple |
| Chasse | B, A | Couple, Seul, Groupe |
| Stress | C | Seul, Groupe |

Ce tableau 1 montre que, les émissions vocales dans une communication acoustique chez le martin chasseur expriment un comportement donné. Cela selon les relations individuelles de l'espèce comme dans les relations intergroupes.

3.3. TYPE DE CRIS AU COURS DE LA JOURNEE

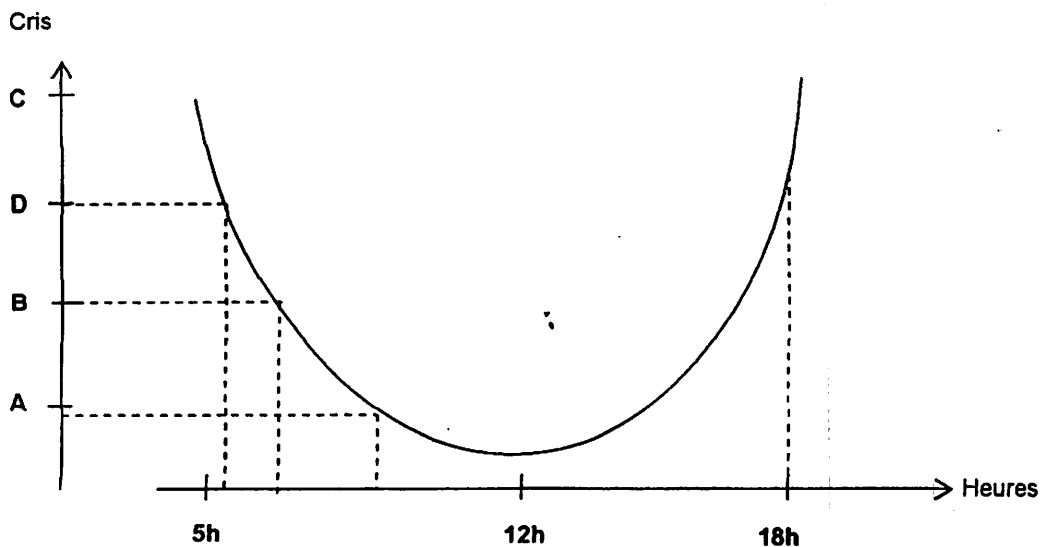


Figure 1. Diagramme de régression cris - temps

Il ressort de ce diagramme qu'il y a simple régression journalière de 4 vocalisations décrites chez le martin chasseur. Il est actif les avant-midi et après midi qu'aux heures des repos.

3.4. ANALYSE STATISTIQUES DES PARAMETRES VOCAUX

Ici, il s'agit de comparer statistiquement pour le même type de cri s'il y a une différence ou pas en fonction du temps de l'émission en fonction de comportement observé au cours de la journée.

3.4.1. Cri Halcyon A

Tableau 2 : Analyse statistique cri – temps

| | Cris | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whisney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|-------|---------|----|-----------------|---------------|----------------|------------|------|-------------|
| Temps | Chant 1 | 10 | 10.50 | 105.00 | 50.000 | 105.000 | .000 | 1.000 |
| | Chant 2 | 10 | 10.50 | 105.00 | | | | |
| | Total | 20 | | | | | | |

Il ressort dans ce tableau 2 que la différence entre les paramètres temps et le cri émis est non significative.

Tableau 3 : analyse statistique cri – comportement

| | Comportement | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whisney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|------|--------------|-----|-----------------|---------------|----------------|------------|--------|-------------|
| Cris | Alarme | 90 | 47.72 | 4295.00 | 200.000 | 4295.000 | -6.994 | .000 |
| | Chasse | 30 | 88.83 | 2965.00 | | | | |
| | Total | 120 | | | | | | |

Ce tableau 3 montre que entre le comportement et le cri il y a une différence significative.

3.4.1. Cri Halcyon B

Tableau 4 : Analyse statistique cri – temps

| | Cris | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whisney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|-------|---------|----|-----------------|---------------|----------------|------------|--------|-------------|
| Temps | Chant 2 | 10 | 5.50 | 55.00 | .000 | 55.000 | -4.359 | .000 |
| | Chant 3 | 10 | 15.50 | 155.00 | | | | |
| | Total | 20 | | | | | | |

Ce tableau 4 relève qu'il y a une différence significative existant entre le paramètre temps et le cri émis.

Tableau 5 : Analyse statistique cri – comportement

| | Comportement | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whisney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|------|--------------|----|-----------------|---------------|----------------|------------|------|-------------|
| Cris | Alarme | 10 | 10.5 | 105.00 | 50.000 | 105.000 | .000 | 1.000 |
| | Chasse | 10 | 10.5 | 105.00 | | | | |
| | Total | 20 | | | | | | |

Il ressort de ce tableau 5 qu'il n'y a pas de différence significative qui existe entre le cri et le comportement.

3.4.1. Cri Halcyon C

Tableau 6 : Analyse statistique cri – temps

| | Cris | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whisney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|-------|---------|----|-----------------|---------------|----------------|------------|------|-------------|
| Temps | Chant 1 | 37 | 24.00 | 888.00 | 185.000 | 240.000 | .000 | 1.000 |
| | Chant 2 | 10 | 24.00 | 240.00 | | | | |
| | Total | 47 | | | | | | |

Il ressort de ce tableau 6 que la différence entre les paramètres temps et cri est non significative.

Tableau 7 : analyse statistique cri – comportement

| | Comportement | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whisney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|------|----------------|----|-----------------|---------------|----------------|------------|--------|-------------|
| Cris | Territorialité | 7 | 29.43 | 206.00 | 178.000 | 206.000 | -6.242 | .000 |
| | Chasse | 89 | 50.00 | 4450.00 | | | | |
| | Total | 96 | | | | | | |

Ce tableau 7 montre que la différence cri et comportement est très significative.

3.4.1. Cri Halcyon D

Tableau 8 : Analyse statistique cri – temps

| | Cris | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whitney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|-------|----------|----|-----------------|---------------|----------------|------------|--------|-------------|
| Temps | Av. midi | 30 | 15.50 | 465.00 | .000 | 465.000 | -4.837 | .000 |
| | Ap. midi | 10 | 35.50 | 355.00 | | | | |
| | Total | 40 | | | | | | |

La comparaison entre cri – temps dans ce tableau 8 montre qu'il y a une différence significative. Cela explique que le moment de l'émission dépend du temps et de circonstance dans lequel l'espèce se trouve.

Tableau 9 : analyse statistique cri – comportement

| | Comportement | N | Moyenne de Rang | Somme de Rang | Mann-Whitney U | Wilcoxon W | Z | Sig. Asympt |
|------|--------------|----|-----------------|---------------|----------------|------------|------|-------------|
| Cris | Chant1 | 10 | 10.50 | 105.00 | .50000 | 105.000 | .000 | |
| | Chant 2 | 10 | 10.50 | 105.00 | | | | |
| | Total | 20 | | | | | | |

Il n'y a pas également dans ce tableau 9 de différence significative entre le cri et le comportement observé.

Chapitre quatrième :
DISCUSSION

Pour se communiquer, les oiseaux comme les autres mammifères, utilisent leur propre langage. C'est celui des appels, cris ou chants pour chaque espèce.

La reconnaissance acoustique individuelle de cris ou chant des oiseaux nécessite une étude approfondie en vue de le numériser pour pouvoir ressortir des sonogrammes caractéristiques pour chaque variable sonore.

Le cri de l'oiseau peut varier de temps ou de fréquence selon l'âge, la période et suivant la position que prend l'oiseau soit pendant le vol, au repos et à la recherche de la nourriture, de partenaires, la menace et le stress.

Pour le martin chasseur nous avons trouvé ces variations après l'interprétation de séquences vocales et l'analyse statistique des paramètres vocaux y relatifs.

Les principaux résultats de notre étude ont permis de classer 4 types ou formes de cris chez le martin chasseur.

Ces 4 types de cris sont différents entre eux par leurs sonogrammes, paramètres et sons émis selon les temps et les circonstances de la journée.

La forme A est une alarme de plusieurs notes (8 à 10). L'individu chante perché pendant une longue durée allant de 30 minutes à 1 heure.

La forme B présente des traits particuliers avec un temps et une fréquence faible par rapport aux formes vocales A et D.

La forme C, ce cri est plus aigu par rapport aux 3 autres et présente un sonogramme à plusieurs harmoniques. Il exprimerait la défense du territoire.

Le type D est un cri grave aigu de 40 strophes produit souvent quand l'oiseau est seul perché.

Par rapport aux cris d'autres espèces, le cri Halcyon C est un peu confondu à celui de *Turdus pelios* (Turdidae). Le cri de ce dernier est moins aigu par rapport à celui de Halcyon C.

A Kisangani et ses environs, le martin chasseur appelé « 5 heures » annoncerait la grossesse, cela pour dire qu'une fois cette espèce chante autour de la parcelle, ou dans un village, une fille de ce milieu est en conception.

Le martin chasseur par son chant marque l'expression du temps annonçant la saison de pluie.

Comme l'indique aussi OHIDI (2006), le chant d'oiseau joue un rôle multiple dans l'édification de l'homme. Il affère de constater qu'en dépit de leurs variétés, chaque chant d'oiseau s'adressant à l'homme lui donne un message soit pour l'individu lui-même, soit pour la communauté. Le cri du martin chasseur par rapport au comportement observé exprimerait tantôt :

- la territorialité : pour les types C et D
- l'alarme : pour les types A et D
- la parade : pour les types B et C
- la chasse : pour les types B et A
- le stress : pour le type C

D'autres recherches ont été réalisées sur la vocalisation de martin chasseur, nous citons par exemple Urban et al (1993), eux à l'issus de leurs études ont identifié 5 types de cris chez cette espèce :

- Le cri 1 pour la saison de reproduction
- Le cri 2 pour la territorialité
- Le cri 3 pour l'alarme
- Le cri 4 pour la construction de nid
- Le cri 5 pour la sollicitation.

Cette différence de résultats peut être due à la période et à la saison d'enregistrement de cris et des techniques utilisées.

Nous avons utilisé une distance de l'enregistrement de 0 à 100 m, alors que BUDDE (2001) utilisait 0,5 à 200 m pour l'enregistrement de cris de Grue royale.

La distance d'enregistrement peut influencer les analyses statistiques des paramètres vocaux (fréquences et temps). Le temps augmente quand l'oiseau produit plusieurs cris ou chants, tandis que la fréquence dépend de la distance de celui qui réalise l'enregistrement par rapport à la position de l'espèce.

Au cours de la journée, les émissions vocales de Martin chasseur s'observent moins pendant les heures de repos. Il manifeste guère sa présence dans le milieu de la journée, car il reste immobile dans le feuillage à l'abris du soleil, en revanche par temps pluvieux et couvert, il est beaucoup plus actif et l'on peut l'apercevoir facilement (www.naturophonia.com).

Ruwet (1965) a classé le martin chasseur sur la liste des oiseaux de la forêt claire. L'importance du son pour cette espèce dans le milieu forestier est capitale pour rendre possible la communication interspécifique.

La transcription graphique des cris a montré des sonogrammes très différents. Les fonds sonores observés sur les graphiques n'ont pas influencé nos analyses statistiques.

Les 412 séquences vocales du martin chasseur ont été analysées par des méthodes statistiques. Nous avons analysé les paramètres vocaux (temps et fréquence) de chaque chant ou cri à partir de leurs sonogrammes. Ces analyses nous ont permis de vérifier ou de comparer les cris soit par rapport au comportement, soit par rapport au temps de l'émission. Cela en vue de ressortir les différences qui peuvent exister entre les cris émis dans un temps donné soit la différence des cris par rapport au comportement observé.

Le CD qui accompagne ce travail comporte une sélection de 412 cris de *Halcyon senegalensis*. groupés en 36 sonogrammes, ces cris nous ont permis de les structurer et de les comparer entre eux au niveau de leurs paramètres vocaux (temps et fréquence).

Par rapport au paramètre dt de comparaison entre l'écart de temps qui sépare deux chants ne montre pas de différence significative ($z > 0,5$) entre t_1 du cri suivant et t_2 du cri précédent.

Par contre, en fonction du cri face au comportement observé au cours de la journée, les analyses relèvent qu'il y a une différence significative non remarquable. Cette différence serait due au hasard ou aux fluctuations de l'échantillonnage au moment du prélèvement des paramètres vocaux.

Conclusion

La présente étude est basée sur les caractéristiques vocales du martin chasseur *Halcyon senegalensis* aux étangs du Scolasticat à Kisangani.

Le but de ce travail est d'inventorier les différentes caractéristiques vocales du martin chasseur. Pour y arriver, nous avons utilisé plusieurs méthodes tant sur le terrain comme au laboratoire. L'enregistrement de cris se faisait sur le terrain et leur traitement numérique au laboratoire.

Cependant, pour représenter un son à l'ordinateur, il faut arriver à le convertir en valeur numérique. Cette numérisation consiste à relever les petits échantillons de sons à des intervalles de temps précis.

Au cours du traitement, en vue de ressortir les caractéristiques vocales, nous avons numérisé 412 cris pour avoir des sonogrammes nous permettant d'établir la différence de cri en rapport avec les circonstances observées chez l'oiseau.

5 programmes ou logiciels informatiques ont été utilisés pour le traitement des cris : Goldwave, Gram, Excel, SPSS et Power pointe.

Au cours du traitement, nous avons trouvé 4 types ou formes de cris de *Halcyon senegalensis* produit au cours de la journée.

Le martin chasseur par rapport à la journée, produit de cris qui correspondent à un comportement donné : Territorialité, Alarme, Parade, Chasse et Stress.

Enfin, nos analyses statistiques, ont abouti à des résultats de comparaison des paramètres vocaux qui ne dégagent pas des différences significatives remarquables soit entre les cris et le comportement ou entre le cri et le moment d'émission. Mais les 4 types de cris sont différents entre eux par leur sonogrammes, paramètres vocaux et sons émis avec une simple régression au milieu de la journée.

Ces cris ou appel sont spécifiques à cette espèce et on peut l'identifier à partir de sa production vocale.

Il est donc possible d'identifier les oiseaux en considérant leurs cris. Par contre pour ressortir ou numériser leurs émissions vocales, il faut des moyens adéquats et des études approfondies.

C'est pourquoi, nous émettons un vœu que les futurs chercheurs en ornithologie nous complètent pour les autres espèces d'oiseaux dans le but d'augmenter le niveau de connaissance acoustique des espèces telles que les oiseaux nocturnes et ceux des grandes forêts avec des matériels d'enregistrement et de numérisation performant.

**Références
bibliographiques**

1. OUVRAGES ET REVUES

- **AMULA, U., 2006:** Caractéristiques vocales de certaines espèces aviaires de l'écosystème « Faculté des Sciences », TFC, Fac. Sc. Unikis, 48 p.
- **ANNI. G. MARC, C., et JEAN PIERRE, G., 1999 :** Histoire naturelle des primates d'Afrique centrale, les primates forestiers et leur cri. ECOFAC, 162 p.
- **ATOCHON, B., 2006 :** Rapport de stage effectué au Scolasticat Père Léon DEHON, Agronomie générale, Zootechnie, IFA/YANGAMBI / Kis – RDC, 20 p.
- **BUDDE, C., 2001 :** Individual features in the calls of the Grey crowned crane, *Balearica regularum gibbericeps*, Zoological Research Institute and Museum Alexander Koenig, research group biology and phylogeny of tropical Birds, Germany, p. 134
- **DAMIEN, T., 1996:** Chants des oiseaux / www.oiseaux.net
- **DAVIS, 2000 :** African forest biodiversity, a field survey manual for vertebras, 147 p
- **DURAND, JR. et LEVEQUE, C., 1981 :** Flore et faune de l'Afrique Sahelo Soudanienne, Oiseaux aquatiques, Paris, p. 827
- **JAUVANTIN, P., 1972 :** Un nouveau système de reconnaissance acoustique chez les oiseaux, Behaviour XLIII, 176 P.
- **KAMBERE, M., 2007 :** Analyse des paramètres vocaux des *streptopelia semitoquata* et *Turtur afer* dans la ville de Kisangani, TFC. Fac. Sc./ Unikis, 23 P
- **La Recherche., 1978 :** Revue mensuelle n° 93, volume 9, Etude phono comportementale chez le Manchot Royal, p. 844
- **LEVESQUE, P., 2003 :** R.S.V. Statut fonctionnel prophétique et sacré de la musique congolaise, in impact de la musique dans la société congolaise contemporaine, Kin XI, CEDI, 2003, P16
- **MOSER, L. ; 2006 :** La musique, la théorie de la musique, Afriespoire, 22 novembre, Fête de Sté Cécile. 320 p
- **OHIDI, O., 2006 :** Interprétation noématique des chants des oiseaux chez les Tetela, mémoire, Fac de lettres et civilisations africaines, linguistique africaines, Unikis, 69 p
- **PERLO, B., 1995:** Birds of Eastern Africa. Collins publishers, London, 301 p
- **Petit LAROUSSE, 1966 :** Dictionnaires de Français, N°3655, France, 1795 p.

- **OHIDI, O., 2006** : Interprétation noématique des chants des oiseaux chez les Tetela, mémoire, Fac de lettres et civilisations africaines, linguistique africaines, Unikis, 69 p
- **PERLO, B., 1995**: Birds of Eastern Africa. Collins publishers, London, 301 p
- **Petit LAROUSSE, 1966** : Dictionnaires de Français, N°3655, France, 1795 p.
- **ROCHE, J., 1990** : Sittelles, édition, de voix de la Nature / www.Sitelle.com.2007
- **RUWET, J.C.,1965** : Les oiseaux de plaine et du lac – barrage de la Lufira supérieure, reconnaissance écologique et éthologique ; F.U.L.R.E.A.C, Université de Liège, p.143.
- **UPOKI, A., : 1997** : Aperçu systématique et Ecologie des espèces aviaires de la Réserve Forestière de Masako et ses environs, Kisangani, Haut Zaïre DES Fac, Sc./Unikis , 77p.
- **URBAN. K, Fry C.H, KEITH.S., 1993**: The birds of africa, Volume II, Academic Press in 2nd ed. SanDiego, p 273.

2. WEBBOGRAPHIE

- [www. Comment ça marche.net](http://www.CommentçaMarche.net) / Qu'est ce que le son ; 2007
- [www. Naturophonia.com](http://www.Naturophonia.com).2008
- [www. Oiseaux.net](http://www.Oiseaux.net) / chant et cris d'oiseau ,1996-2007
- [www. Sitelle.com](http://www.Sitelle.com) / Edition des voix de la nature.2008
- [www. Wikipedia. org](http://www.Wikipedia.org) / Martin chasseur, 2008

Annexes

Tableau I : Paramètres vocaux du premier type de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon A)

| Spéct | Criss | T1 | T2 | F1 | F2 | T3 | T12 | Dt | F3 | F12 | F4 | F8 | T13 | T4 | T14 | T5 | F13 | F6 | F7 | F14 | F8 |
|---------|-------|--------|-----|--------|------|------|--------|-----|-------|-------|------|------|------|--------|------|--------|------|------|-------|-------|------|
| Chant 1 | 1 | 165 | 480 | 3241 | 1034 | 4276 | 1075 | 430 | 2853 | -1422 | 4425 | 2881 | 910 | 1885 | 1420 | 3405 | 1672 | 3779 | 2188 | -1484 | 2881 |
| | 2 | 18575 | 420 | 18985 | 2703 | 4511 | 17485 | 490 | 13170 | -1571 | 4318 | 2787 | 1080 | 18565 | 1140 | 19705 | 1378 | 3772 | 2315 | -1551 | 2724 |
| | 3 | 28876 | 580 | 28485 | 3188 | 4555 | 28885 | 220 | 9170 | -1488 | 4447 | 2748 | 1070 | 30755 | 1500 | 32255 | 1378 | 3779 | 2228 | -1701 | 2703 |
| | 4 | 38545 | 580 | 39125 | 3133 | 4841 | 39405 | 280 | 8290 | -1895 | 4511 | 2853 | 1110 | 40515 | 1470 | 41985 | 1785 | 3736 | 2184 | -1858 | 2881 |
| | 5 | 54455 | 540 | 54895 | 3155 | 4882 | 55395 | 370 | 12470 | -1421 | 4339 | 2881 | 1280 | 56845 | 1280 | 57925 | 1088 | 3650 | 2141 | -1378 | 2573 |
| Chant 2 | 6 | 72575 | 520 | 73085 | 3176 | 4488 | 73485 | 370 | 14850 | -1550 | 4533 | 3047 | 1030 | 74485 | 1280 | 75785 | 1615 | 3607 | 2184 | -1488 | 2767 |
| | 7 | 82925 | 500 | 83425 | 3133 | 4533 | 83735 | 310 | 7140 | -1484 | 4555 | 3047 | 1000 | 84735 | 1280 | 85985 | 1488 | 3844 | 2250 | -1508 | 2881 |
| | 8 | 93325 | 470 | 93785 | 3080 | 4748 | 94175 | 380 | 7330 | -1744 | 4480 | 2818 | 940 | 95115 | 1280 | 98405 | 1488 | 3779 | 2228 | -1572 | 2840 |
| | 9 | 102785 | 580 | 103385 | 3080 | 4511 | 103615 | 280 | 6380 | -1507 | 4588 | 3088 | 1040 | 104855 | 1410 | 108865 | 1694 | 3683 | 2207 | -1528 | 2817 |
| | 10 | 121155 | 640 | 121785 | 3112 | 4555 | 122055 | 280 | 15090 | -1528 | 4533 | 3028 | 1150 | 123205 | 1280 | 124495 | 1507 | 3828 | 2100 | -1507 | 2724 |
| | 11 | 185 | 600 | 785 | 3133 | 4558 | 1085 | 280 | 3069 | -1528 | 4555 | 3004 | 1000 | 2085 | 1440 | 3505 | 1488 | 3779 | 2121 | -1551 | 2860 |
| | 12 | 13825 | 540 | 14485 | 3133 | 4578 | 14885 | 340 | 10420 | -1680 | 4555 | 3028 | 980 | 15785 | 1420 | 17185 | 1659 | 3738 | 2143 | -1528 | 2724 |
| | 13 | 31875 | 440 | 32315 | 3133 | 4533 | 32655 | 340 | 14880 | -1744 | 4511 | 3080 | 1130 | 33785 | 1380 | 35165 | 1722 | 3887 | 2057 | -1421 | 2853 |
| | 14 | 38825 | 720 | 39845 | 3133 | 4841 | 39875 | 30 | 3760 | -1723 | 4533 | 3028 | 1140 | 40815 | 1330 | 42145 | 1615 | 3715 | 2121 | -1507 | 2767 |
| | 15 | 45085 | 570 | 45885 | 3133 | 4818 | 45835 | 170 | 2850 | -1816 | 4884 | 3004 | 1270 | 47105 | 1330 | 48435 | 1981 | 3542 | 2272 | -1880 | 2810 |
| Chant 2 | 16 | 51885 | 520 | 52515 | 3112 | 4818 | 52785 | 270 | 3560 | -1816 | 4841 | 2832 | 1180 | 53975 | 1280 | 55255 | 1938 | 3521 | 2143 | -1808 | 2880 |
| | 17 | 58175 | 560 | 58735 | 3028 | 4884 | 58845 | 210 | 3820 | -2087 | 4882 | 2788 | 1380 | 61305 | 1230 | 62535 | 2045 | 3542 | 2078 | -1873 | 2881 |
| | 18 | 68425 | 630 | 67055 | 2918 | 4578 | 67235 | 180 | 3880 | -1830 | 4705 | 2724 | 1230 | 68485 | 1270 | 69735 | 1959 | 3348 | 2272 | -1881 | 2788 |
| | 19 | 74215 | 580 | 74885 | 3004 | 4841 | 75085 | 280 | 4480 | -1817 | 4533 | 2748 | 1230 | 78285 | 1310 | 77805 | 1808 | 5584 | 22017 | -1787 | 2880 |
| | 20 | 82378 | 457 | 82835 | 3089 | 4555 | 83235 | 400 | 4773 | -1637 | 4578 | 3047 | 1120 | 84385 | 940 | 85285 | 1858 | 3672 | 2121 | -1528 | 2880 |
| | 21 | 1185 | 602 | 1787 | 3080 | 4727 | 2045 | 288 | 2883 | -1834 | 4555 | 2703 | 1330 | 3385 | 1300 | 4888 | 1882 | 3542 | 2014 | -1852 | 2838 |
| | 22 | 8155 | 370 | 8525 | 2481 | 4588 | 10045 | 620 | 4480 | -1831 | 4232 | 2832 | 1380 | 11405 | 1330 | 12735 | 1485 | 3478 | 2164 | -1400 | 2585 |
| | 23 | 18845 | 520 | 18385 | 2881 | 4818 | 18885 | 320 | 8110 | -1830 | 4578 | 3112 | 1020 | 20705 | 1680 | 22385 | 1787 | 3872 | 2078 | -1484 | 2881 |
| | 24 | 28885 | 600 | 28585 | 3047 | 4511 | 28845 | 280 | 6800 | -1830 | 4511 | 3112 | 1140 | 30885 | 1810 | 32585 | 1830 | 3478 | 3478 | -1388 | 8880 |
| | 25 | 39785 | 550 | 40335 | 3020 | 4588 | 40885 | 350 | 7180 | -1808 | 4588 | 2840 | 1110 | 41785 | 1520 | 43315 | 1808 | 3872 | 2057 | -1858 | 2724 |

Chapitre Troisième :
RESULTATS

Au cours de cette étude sur la reconnaissance acoustique de martin chasseur, nous avons produit dix CD – ROM qui accompagnent cet ouvrage comportant une sélection de 412 séquences de cris.

Le martin chasseur est un oiseau à cri puissant grave avec une instabilité acoustique.

C'est ainsi que nous avons réussi à enregistrer quatre formes ou types de chants regroupés en :

- 120 cris pour la première forme (Halcyon A)
- 170 cris pour la deuxième forme (Halcyon B)
- 182 cris pour la troisième forme (Halcyon C)
- 40 cris pour la quatrième forme (Halcyon D)

Ces cris sont transcrits sur :

- 12 spectogrammes pour Halcyon A
- 17 spectogrammes pour Halcyon B
- 3 spectogrammes pour Halcyon C
- 4 spectogrammes pour Halcyon D

3.1. LES SEQUENCES VOCALES ET LEURS ANALYSES SONOGRAPHIQUES

3.1.1. Première forme ou type de cri de *Halcyon senegalensis*

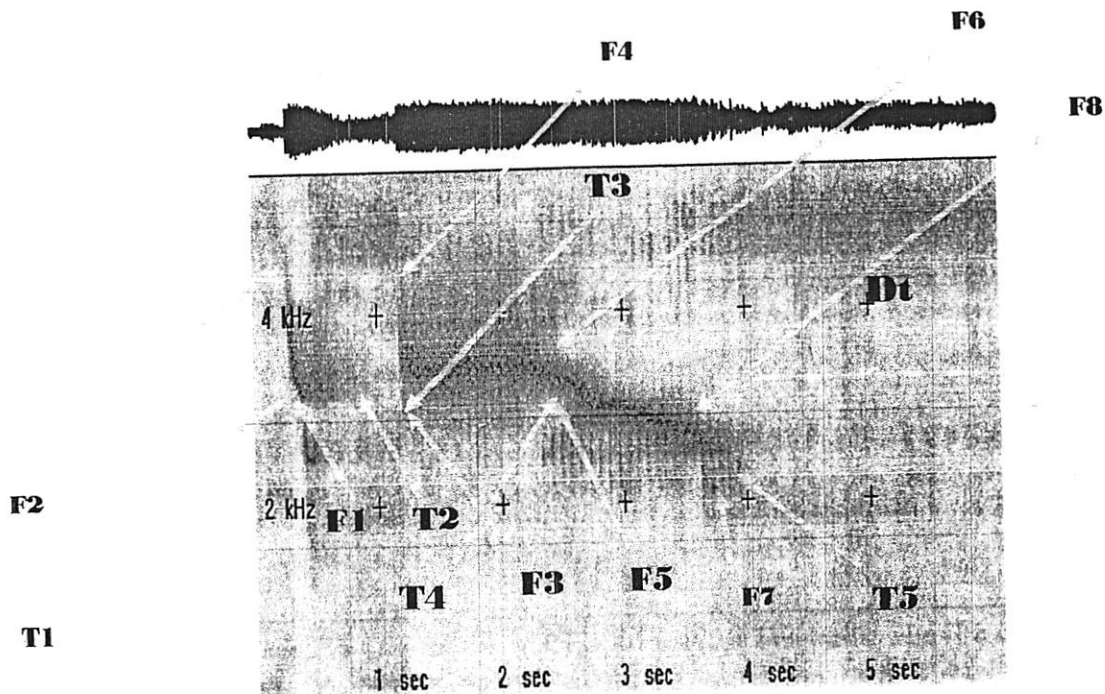


Fig. 1 Sonogramme de la première forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon A)

Ce cri présente une particularité dans sa forme. L'espèce produit un chant pendant une longue durée allant de 30 minutes à 1 heure. Un cri qu'il répète après une courte pause de 7 à 10 secondes formant ainsi un chant d'une mélodie de plusieurs cris audibles à une distance de plus de 200 mètres. L'individu chante seul perché sur un arbre surtout très tôt le matin et en milieu de la journée. Ce cri est une alarme qui peut être considéré comme indicateur des heures. À Kisangani et les villages environnants, le martin chasseur est appelé « 5 heures » suite à cette mélodie qu'il chante vers 5 heures du matin.

T1, T2, T3, T4, T5 = temps;

F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 = fréquences;

Dt = différence entre les cris de même chant (T1 du cri suivant – T2 du cri précédent)

3.1.2. Deuxième forme ou type de cri de *Halcyon senegalensis*

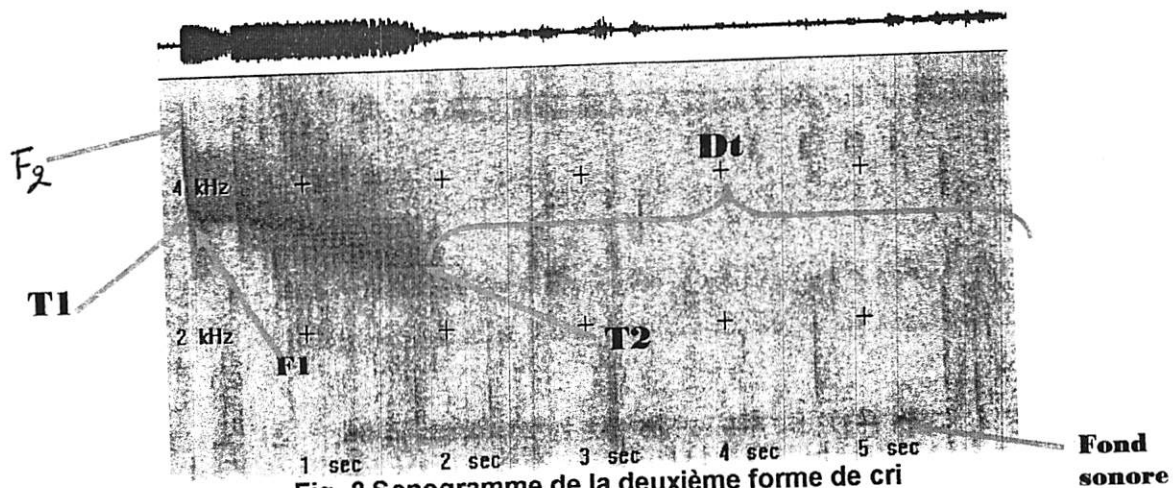


Fig. 2 Sonogramme de la deuxième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon B)

Cette forme présente des traits particuliers avec un temps et une fréquence faible par rapport aux formes vocales A et D. Pendant le vol, 1 ou 2 individus chantent cette mélodie soit au même moment, soit l'un après l'autre. Ce chant exprimerait la poursuite où le prélude amoureux au cours des rituels pré-nuptiaux. Il produit cette séquence aussi pendant la chasse au cours de la journée. Ce cri dure 2 secondes avec un intervalle de pause de 3 à 10 secondes entre les cris d'un même chant. Quelquefois l'individu produit ce cri seul perché sur un arbre.

T1, T2 = temps;

F1, F2 = fréquences;

Dt = différence de temps entre les cris d'un même chant (T1 du cri suivant – T2 du cri précédent)

3.1.3. Troisième forme ou type de cri de *Halcyon senegalensis*

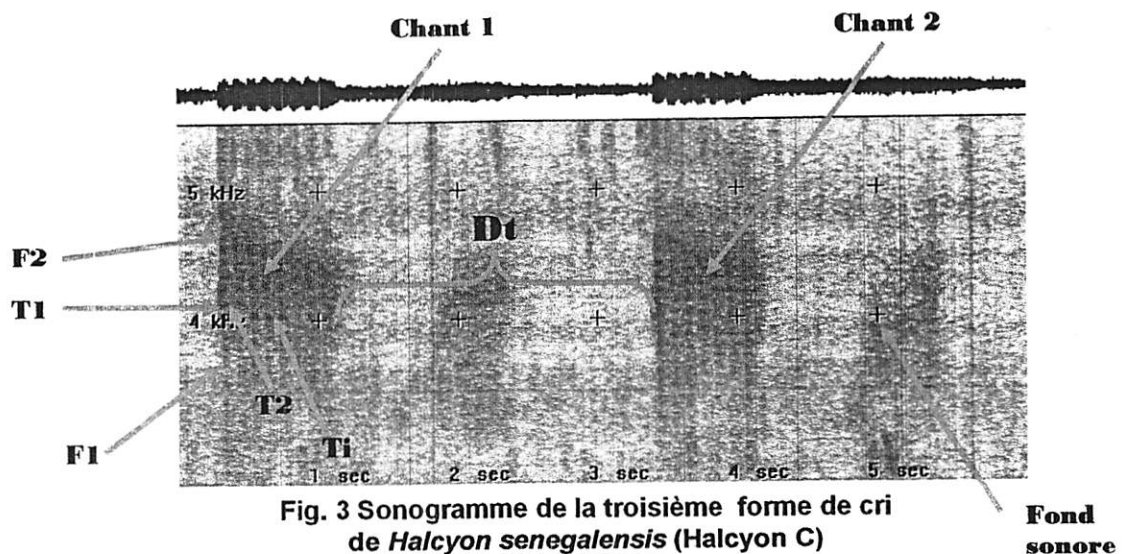


Fig. 3 Sonogramme de la troisième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon C)

Ce chant est très aigu et alertant avec plus de vibration (fréquence). Les cris sont bruyants avec un sonogramme de plusieurs harmoniques de 4 à 8 cris chacune. C'est une sorte de trille aiguë qu'il répète pendant la période de reproduction. Le couple chante en étendant ses ailes pour montrer les parties blanches de leurs faces inférieures. Ce cri exprimerait aussi la défense et le marquage du territoire. Cette espèce est très territoriale. Elle attaque tout intrus en produisant ce cri avec une forte intensité même dans la situation de stress. Un cri de 1- 2 secondes avec une petite pause de 2-4 secondes entre les cris d'un même chant.

- T1, T2 = temps;
 F1, F2 = fréquences;
 Dt = différence T1 du chant suivant – T2 du chant précédent

3.1.4. Quatrième forme ou type de cris de *Halcyon senegalensis*

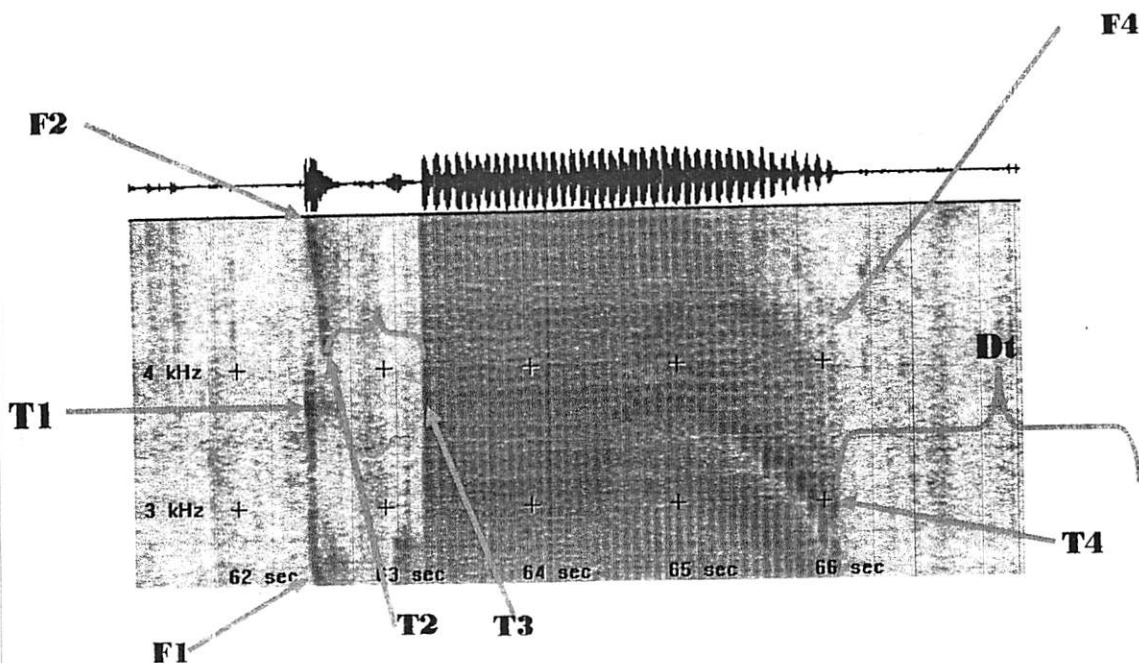


Fig. 4 Sonogramme de la quatrième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon D)

C'est une séquence vocale grave - aiguë différente de types A et B. Un chant d'une durée de 30 minutes avec un rythme identique d'une succession de 40 strophes. Une alarme à 2 notes de 4 secondes souvent émis le matin au départ du site de sommeil et parfois le soir avant le coucher. 4 – 6 secondes d'intervalle de pause entre les cris d'une même mélodie.

| | |
|----------------|--|
| T1, T2, T3, T4 | = temps ; |
| Ti | = différence de temps entre 2 harmoniques ; |
| F1, F2, F3, F4 | = fréquences |
| Dt | = différence de temps entre les cris d'un même chant (T1 du cri suivant – T2 du cri précédent) |

Chart 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|--------|------|------|-------|--------|-----|--------|------|-------|------|------|------|--------|-------|--------|------|------|------|-------|------|
| 26 | 48835 | 530 | 49365 | 3133 | 1422 | 4555 | 48715 | 350 | 5520 | 2703 | -1852 | 4511 | 3069 | 1010 | 50725 | 1880 | 52415 | 1808 | 3822 | 2184 | -1442 | 2703 |
| 27 | 57875 | 800 | 58275 | 3069 | 1488 | 4555 | 58505 | 230 | 5280 | 2703 | -1852 | 4555 | 2840 | 1100 | 58605 | 1850 | 61255 | 1852 | 3850 | 2121 | -1815 | 2552 |
| 28 | 67075 | 580 | 67655 | 3088 | 1572 | 4841 | 67635 | 280 | 5820 | 2724 | -1917 | 4339 | 2883 | 880 | 68825 | 1880 | 70815 | 1815 | 3883 | 1927 | -1356 | 2838 |
| 29 | 76875 | 550 | 77225 | 3112 | 1507 | 4819 | 77535 | 310 | 6060 | 2703 | -1916 | 4511 | 2840 | 1080 | 78595 | 1850 | 80245 | 1808 | 3844 | 2078 | -1571 | 2638 |
| 30 | 86875 | 500 | 87375 | 3112 | 1488 | 4588 | 87785 | 380 | 6830 | 2880 | -1938 | 4578 | 2714 | 1190 | 88965 | 1440 | 90395 | 1818 | 3542 | 2143 | -1882 | 2881 |
| 31 | 285 | 560 | 855 | 3112 | 1658 | 4770 | 1198 | 340 | 2724 | 2724 | -2046 | 4578 | 2840 | 1270 | 2465 | 1500 | 3086 | 1852 | 3542 | 2184 | -1636 | 2880 |
| 32 | 10785 | 520 | 11315 | 3088 | 1658 | 4725 | 11885 | 380 | 6830 | 2724 | -2001 | 4533 | 3047 | 1150 | 12815 | 1540 | 14355 | 1808 | 3872 | 2014 | -1488 | 2724 |
| 33 | 18885 | 550 | 20435 | 3047 | 4484 | 47481 | 20735 | 300 | 5530 | 2724 | -4757 | 4841 | 2881 | 880 | 21715 | 1720 | 23435 | 1917 | 3830 | 1882 | -1880 | 2585 |
| 34 | 28865 | 520 | 30385 | 2883 | 1858 | 4842 | 30705 | 320 | 6430 | 2881 | -2281 | 4578 | 3112 | 1230 | 31835 | 1480 | 33415 | 1895 | 3588 | 2035 | -1484 | 2703 |
| 35 | 40485 | 530 | 41025 | 3112 | 1484 | 4578 | 41385 | 340 | 7080 | 2724 | -1852 | 4488 | 2840 | 1180 | 42555 | 1480 | 44035 | 1772 | 3683 | 2121 | -1556 | 2881 |
| 36 | 50015 | 480 | 50475 | 3112 | 1550 | 4882 | 50875 | 400 | 5880 | 2880 | -2002 | 4511 | 3028 | 1100 | 51875 | 1813 | 53588 | 1851 | 3739 | 2078 | -1485 | 2703 |
| 37 | 58385 | 580 | 58865 | 3028 | 1583 | 4618 | 60255 | 280 | 5787 | 2530 | -2088 | 4588 | 2810 | 1340 | 61885 | 1380 | 62845 | 2088 | 3489 | 2121 | -1788 | 2703 |
| 38 | 78805 | 580 | 78165 | 2883 | 1878 | 4882 | 78525 | 380 | 12880 | 2881 | -1881 | 4841 | 2881 | 1270 | 77785 | 1380 | 78155 | 1880 | 3605 | 2207 | -1880 | 2724 |
| 39 | 88125 | 500 | 88625 | 3047 | 1508 | 4555 | 88025 | 400 | 6870 | 2787 | -1788 | 4841 | 2888 | 1310 | 90335 | 19430 | 100765 | 1874 | 3779 | 2228 | -1745 | 2880 |
| 40 | 101785 | 520 | 102275 | 3080 | 1421 | 4511 | 102885 | 410 | 880 | 2880 | -1851 | 4588 | 3004 | 1210 | 103885 | 1470 | 105385 | 1838 | 3883 | 2143 | -1684 | 2703 |
| 41 | 185 | 550 | 735 | 3133 | 1448 | 4578 | 1018 | 280 | 8870 | 2530 | -2046 | 4578 | 3004 | 1200 | 2215 | 1570 | 3785 | 2048 | 3842 | 2148 | -1572 | 2832 |
| 42 | 11725 | 580 | 12285 | 3028 | 1485 | 4511 | 12575 | 280 | 7840 | 2781 | -1750 | 4533 | 3028 | 1150 | 13725 | 1470 | 15185 | 1772 | 3850 | 2078 | -1507 | 2787 |
| 43 | 21305 | 580 | 21885 | 3028 | 1741 | 4770 | 22155 | 280 | 8110 | 2789 | -1881 | 4480 | 3004 | 1180 | 23285 | 1480 | 24745 | 1701 | 3584 | 2100 | -1488 | 2881 |
| 44 | 34825 | 520 | 35445 | 3004 | 1584 | 4588 | 35815 | 370 | 10180 | 2748 | -1852 | 4588 | 2881 | 1210 | 37025 | 1420 | 38445 | 1852 | 3828 | 2057 | -1837 | 2703 |
| 45 | 41235 | 540 | 41775 | 2840 | 1484 | 4404 | 42135 | 380 | 2780 | 2818 | -1488 | 4253 | 2882 | 1300 | 43435 | 1280 | 44895 | 1335 | 3489 | 2337 | -1371 | 2787 |
| 46 | 53385 | 500 | 53885 | 3047 | 2288 | 5333 | 54275 | 380 | 8880 | 2880 | -2873 | 4578 | 3047 | 1170 | 55445 | 1480 | 56835 | 1818 | 3715 | 1871 | -1528 | 2724 |
| 47 | 63785 | 550 | 64345 | 3080 | 1680 | 4770 | 64885 | 320 | 6880 | 3047 | -1723 | 4841 | 3080 | 1130 | 65785 | 1520 | 67315 | 1584 | 3728 | 2143 | -1551 | 2789 |
| 48 | 75875 | 500 | 76375 | 3080 | 1572 | 4882 | 78735 | 380 | 8580 | 2810 | -1852 | 4382 | 2883 | 1310 | 78045 | 1210 | 78255 | 1572 | 3488 | 2057 | -1388 | 2817 |
| 49 | 87015 | 430 | 87445 | 3047 | 1357 | 4404 | 87855 | 410 | 7780 | 2748 | -1858 | 4511 | 3028 | 1110 | 88985 | 1410 | 90375 | 1785 | 3883 | 2057 | -1485 | 2838 |
| 50 | 98585 | 510 | 98105 | 3133 | 1248 | 4382 | 88885 | 280 | 8220 | 2881 | -1421 | 4588 | 3088 | 1180 | 100525 | 1280 | 101815 | 1837 | 3883 | 2228 | -1528 | 2810 |
| 51 | 1885 | 640 | 2335 | 2883 | 1744 | 4727 | 2805 | 270 | 2817 | 2817 | -2110 | 4882 | 2818 | 1170 | 3775 | 38411 | 42188 | 2045 | 3821 | 2100 | -1744 | 2789 |
| 52 | 14215 | 600 | 14815 | 3088 | 1550 | 4618 | 15125 | 310 | -27871 | 2748 | -1873 | 4511 | 3047 | 1180 | 16315 | 1510 | 17825 | 1785 | 3715 | 2143 | -1484 | 2880 |

Chart 4

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------|-----|--------|------|------|------|--------|-----|--------|------|-------|------|------|------|--------|-------|--------|------|------|------|-------|------|
| 35 | 40485 | 530 | 41025 | 3112 | 1484 | 4578 | 41385 | 340 | 7080 | 2724 | -1852 | 4488 | 2840 | 1180 | 42555 | 1480 | 44035 | 1772 | 3683 | 2121 | -1556 | 2881 |
| 36 | 50015 | 480 | 50475 | 3112 | 1550 | 4882 | 50875 | 400 | 5880 | 2880 | -2002 | 4511 | 3028 | 1100 | 51875 | 1813 | 53588 | 1851 | 3739 | 2078 | -1485 | 2703 |
| 37 | 58385 | 580 | 58865 | 3028 | 1583 | 4618 | 60255 | 280 | 5787 | 2530 | -2088 | 4588 | 2810 | 1340 | 61885 | 1380 | 62845 | 2088 | 3489 | 2121 | -1788 | 2703 |
| 38 | 78805 | 580 | 78165 | 2883 | 1878 | 4882 | 78525 | 380 | 12880 | 2881 | -1881 | 4841 | 2881 | 1270 | 77785 | 1380 | 78155 | 1880 | 3605 | 2207 | -1880 | 2724 |
| 39 | 88125 | 500 | 88625 | 3047 | 1508 | 4555 | 88025 | 400 | 6870 | 2787 | -1788 | 4841 | 2888 | 1310 | 90335 | 19430 | 100765 | 1874 | 3779 | 2228 | -1745 | 2880 |
| 40 | 101785 | 520 | 102275 | 3080 | 1421 | 4511 | 102885 | 410 | 880 | 2880 | -1851 | 4588 | 3004 | 1210 | 103885 | 1470 | 105385 | 1838 | 3883 | 2143 | -1684 | 2703 |
| 41 | 185 | 550 | 735 | 3133 | 1448 | 4578 | 1018 | 280 | 8870 | 2530 | -2046 | 4578 | 3004 | 1200 | 2215 | 1570 | 3785 | 2048 | 3842 | 2148 | -1572 | 2832 |
| 42 | 11725 | 580 | 12285 | 3028 | 1485 | 4511 | 12575 | 280 | 7840 | 2781 | -1750 | 4533 | 3028 | 1150 | 13725 | 1470 | 15185 | 1772 | 3850 | 2078 | -1507 | 2787 |
| 43 | 21305 | 580 | 21885 | 3028 | 1741 | 4770 | 22155 | 280 | 8110 | 2789 | -1881 | 4480 | 3004 | 1180 | 23285 | 1480 | 24745 | 1701 | 3584 | 2100 | -1488 | 2881 |
| 44 | 34825 | 520 | 35445 | 3004 | 1584 | 4588 | 35815 | 370 | 10180 | 2748 | -1852 | 4588 | 2881 | 1210 | 37025 | 1420 | 38445 | 1852 | 3828 | 2057 | -1837 | 2703 |
| 45 | 41235 | 540 | 41775 | 2840 | 1484 | 4404 | 42135 | 380 | 2780 | 2818 | -1488 | 4253 | 2882 | 1300 | 43435 | 1280 | 44895 | 1335 | 3489 | 2337 | -1371 | 2787 |
| 46 | 53385 | 500 | 53885 | 3047 | 2288 | 5333 | 54275 | 380 | 8880 | 2880 | -2873 | 4578 | 3047 | 1170 | 55445 | 1480 | 56835 | 1818 | 3715 | 1871 | -1528 | 2724 |
| 47 | 63785 | 550 | 64345 | 3080 | 1680 | 4770 | 64885 | 320 | 6880 | 3047 | -1723 | 4841 | 3080 | 1130 | 65785 | 1520 | 67315 | 1584 | 3728 | 2143 | -1551 | 2789 |
| 48 | 75875 | 500 | 76375 | 3080 | 1572 | 4882 | 78735 | 380 | 8580 | 2810 | -1852 | 4382 | 2883 | 1310 | 78045 | 1210 | 78255 | 1572 | 3488 | 2057 | -1388 | 2817 |
| 49 | 87015 | 430 | 87445 | 3047 | 1357 | 4404 | 87855 | 410 | 7780 | 2748 | -1858 | 4511 | 3028 | 1110 | 88985 | 1410 | 90375 | 1785 | 3883 | 2057 | -1485 | 2838 |
| 50 | 98585 | 510 | 98105 | 3133 | 1248 | 4382 | 88885 | 280 | 8220 | 2881 | -1421 | 4588 | 3088 | 1180 | 100525 | 1280 | 101815 | 1837 | 3883 | 2228 | -1528 | 2810 |
| 51 | 1885 | 640 | 2335 | 2883 | 1744 | 4727 | 2805 | 270 | 2817 | 2817 | -2110 | 4882 | 2818 | 1170 | 3775 | 38411 | 42188 | 2045 | 3821 | 2100 | -1744 | 2789 |
| 52 | 14215 | 600 | 14815 | 3088 | 1550 | 4618 | 15125 | 310 | -27871 | 2748 | -1873 | 4511 | 3047 | 1180 | 16315 | 1510 | 17825 | 1785 | 3715 | 2143 | -1484 | 2880 |

Chart 5

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-------|-----|-------|------|------|------|-------|-----|--------|------|-------|------|------|------|--------|-------|--------|------|------|------|-------|------|
| 42 | 11725 | 580 | 12285 | 3028 | 1485 | 4511 | 12575 | 280 | 7840 | 2781 | -1750 | 4533 | 3028 | 1150 | 13725 | 1470 | 15185 | 1772 | 3850 | 2078 | -1507 | 2787 |
| 43 | 21305 | 580 | 21885 | 3028 | 1741 | 4770 | 22155 | 280 | 8110 | 2789 | -1881 | 4480 | 3004 | 1180 | 23285 | 1480 | 24745 | 1701 | 3584 | 2100 | -1488 | 2881 |
| 44 | 34825 | 520 | 35445 | 3004 | 1584 | 4588 | 35815 | 370 | 10180 | 2748 | -1852 | 4588 | 2881 | 1210 | 37025 | 1420 | 38445 | 1852 | 3828 | 2057 | -1837 | 2703 |
| 45 | 41235 | 540 | 41775 | 2840 | 1484 | 4404 | 42135 | 380 | 2780 | 2818 | -1488 | 4253 | 2882 | 1300 | 43435 | 1280 | 44895 | 1335 | 3489 | 2337 | -1371 | 2787 |
| 46 | 53385 | 500 | 53885 | 3047 | 2288 | 5333 | 54275 | 380 | 8880 | 2880 | -2873 | 4578 | 3047 | 1170 | 55445 | 1480 | 56835 | 1818 | 3715 | 1871 | -1528 | 2724 |
| 47 | 63785 | 550 | 64345 | 3080 | 1680 | 4770 | 64885 | 320 | 6880 | 3047 | -1723 | 4841 | 3080 | 1130 | 65785 | 1520 | 67315 | 1584 | 3728 | 2143 | -1551 | 2789 |
| 48 | 75875 | 500 | 76375 | 3080 | 1572 | 4882 | 78735 | 380 | 8580 | 2810 | -1852 | 4382 | 2883 | 1310 | 78045 | 1210 | 78255 | 1572 | 3488 | 2057 | -1388 | 2817 |
| 49 | 87015 | 430 | 87445 | 3047 | 1357 | 4404 | 87855 | 410 | 7780 | 2748 | -1858 | 4511 | 3028 | 1110 | 88985 | 1410 | 90375 | 1785 | 3883 | 2057 | -1485 | 2838 |
| 50 | 98585 | 510 | 98105 | 3133 | 1248 | 4382 | 88885 | 280 | 8220 | 2881 | -1421 | 4588 | 3088 | 1180 | 100525 | 1280 | 101815 | 1837 | 3883 | 2228 | -1528 | 2810 |
| 51 | 1885 | 640 | 2335 | 2883 | 1744 | 4727 | 2805 | 270 | 2817 | 2817 | -2110 | 4882 | 2818 | 1170 | 3775 | 38411 | 42188 | 2045 | 3821 | 2100 | -1744 | 2789 |
| 52 | 14215 | 600 | 14815 | 3088 | 1550 | 4618 | 15125 | 310 | -27871 | 2748 | -1873 | 4511 | 3047 | 1180 | 16315 | 1510 | 17825 | 1785 | 3715 | 2143 | -1484 | 2880 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|-----|--------|------|------|------|--------|-----|-------|------|-------|------|------|------|--------|------|--------|------|------|------|-------|------|
| Chant 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 27925 | 480 | 28305 | 3080 | 1400 | 4490 | 28755 | 450 | 10000 | 2880 | -1830 | 4511 | 3047 | 1120 | 28875 | 1830 | 31505 | 1851 | 3807 | 2121 | -1484 | 2703 |
| 54 | 37945 | 590 | 38555 | 3133 | 1400 | 4533 | 38845 | 280 | 8460 | 2703 | -1830 | 4555 | 3089 | 1080 | 38905 | 1840 | 41545 | 1852 | 3584 | 2121 | -1486 | 2789 |
| 55 | 48515 | 580 | 50085 | 2883 | 1550 | 4533 | 50385 | 290 | 7870 | 2788 | -1744 | 4555 | 2818 | 1150 | 51535 | 1380 | 52825 | 1788 | 3585 | 2014 | -1837 | 2832 |
| 56 | 59105 | 590 | 59885 | 3047 | 1378 | 4425 | 59875 | 280 | 6180 | 2788 | -1638 | 4488 | 3088 | 1080 | 61085 | 8940 | 88875 | 1879 | 3885 | 1820 | -1389 | 2860 |
| 57 | 72745 | 430 | 73175 | 2883 | 1550 | 4533 | 73825 | 450 | 2870 | 2810 | -1723 | 4555 | 3028 | 1200 | 74825 | 1350 | 78175 | 1745 | 3584 | 2035 | -1528 | 2789 |
| 58 | 78725 | 480 | 80205 | 3004 | 1528 | 4533 | 80825 | 420 | 3550 | 2810 | -1823 | 4338 | 2881 | 1120 | 81745 | 1420 | 83185 | 1428 | 3718 | 2100 | -1378 | 2724 |
| 59 | 81865 | 410 | 82275 | 2881 | 1550 | 4511 | 92785 | 480 | 8700 | 2787 | -1744 | 4488 | 3004 | 1050 | 83815 | 1570 | 85385 | 1701 | 3488 | 2100 | -1484 | 2787 |
| 60 | 127235 | 530 | 127785 | 3047 | 1723 | 4770 | 128105 | 340 | 31850 | 3047 | -1723 | 4588 | 3080 | 1080 | 128185 | 1410 | 130585 | 1551 | 3883 | 2121 | -1508 | 2703 |
| 61 | 285 | 890 | 845 | 3080 | 1448 | 4533 | 1128 | 280 | | 2788 | -1744 | 4555 | 3028 | 1080 | 2205 | 1830 | 3885 | 1788 | 3542 | 2148 | -1528 | 2787 |
| 62 | 11815 | 570 | 12385 | 3028 | 1484 | 4490 | 12885 | 300 | 7880 | 2832 | -1658 | 4555 | 2881 | 1130 | 13815 | 1400 | 15215 | 1723 | 3584 | 1882 | -1584 | 8788 |
| 63 | 21416 | 580 | 21875 | 3028 | 1378 | 4404 | 22275 | 300 | 8200 | 2748 | -1658 | 4480 | 3028 | 1080 | 23355 | 1483 | 24818 | 1744 | 3521 | 2014 | -1484 | 2703 |
| 64 | 30285 | 450 | 30715 | 3028 | 1507 | 4533 | 31185 | 440 | 5447 | 2728 | -1807 | 4555 | 2888 | 1280 | 32415 | 1370 | 33785 | 1828 | 3588 | 2035 | -1858 | 2748 |
| 65 | 38885 | 440 | 37425 | 2840 | 1378 | 4318 | 37885 | 480 | 3200 | 2818 | -1400 | 4210 | 3088 | 1210 | 38085 | 1310 | 40405 | 1282 | 3542 | 2228 | -1141 | 2881 |
| 66 | 44875 | 440 | 45315 | 3028 | 1528 | 4555 | 45785 | 480 | 4470 | 2748 | -1808 | 4511 | 3004 | 1190 | 48855 | 1440 | 48385 | 1785 | 3542 | 2228 | -1507 | 2748 |
| 67 | 53216 | 530 | 53745 | 3112 | 1421 | 4533 | 54085 | 340 | 4820 | 3028 | -1507 | 4511 | 3088 | 1110 | 55185 | 1400 | 56585 | 1485 | 3850 | 2184 | -1442 | 2724 |
| 68 | 60535 | 480 | 60885 | 3080 | 1528 | 4818 | 61385 | 370 | 3840 | 3047 | -1572 | 4382 | 3028 | 1210 | 62575 | 1300 | 63875 | 1335 | 3738 | 2184 | -1358 | 2838 |
| 69 | 71865 | 410 | 72075 | 3028 | 1358 | 4382 | 72485 | 420 | 7780 | 2881 | -1381 | 4447 | 3004 | 1090 | 73585 | 1380 | 74875 | 1458 | 3872 | 2035 | -1443 | 2748 |
| 70 | 83225 | 480 | 83885 | 3133 | 1282 | 4425 | 84085 | 370 | 8250 | 2881 | -1484 | 4382 | 3047 | 1130 | 85185 | 1230 | 88415 | 1421 | 3778 | 2315 | -1335 | 2788 |
| 71 | 385 | 510 | 845 | 3080 | 1485 | 4588 | 1225 | 380 | | 2880 | -1885 | 4588 | 3074 | 1210 | 2485 | 1430 | 3885 | 1838 | 3542 | 1882 | -1524 | 2703 |
| 72 | 8075 | 540 | 8815 | 3088 | 1858 | 4727 | 8865 | 380 | 5210 | 2888 | -1831 | 4488 | 3004 | 1330 | 11285 | 1480 | 12745 | 1572 | 3488 | 1882 | -1484 | 2881 |
| 73 | 18575 | 480 | 20085 | 3028 | 1701 | 4727 | 20435 | 370 | 8830 | 2875 | -1852 | 4511 | 3004 | 1140 | 21575 | 1680 | 23135 | 1838 | 3588 | 2100 | -1507 | 2881 |
| 74 | 28985 | 550 | 28215 | 3028 | 1722 | 4748 | 28505 | 280 | 5530 | 2748 | -2002 | 4533 | 3080 | 1080 | 30885 | 1820 | 32215 | 1787 | 3738 | 1871 | -1443 | 2881 |
| 75 | 38845 | 480 | 38125 | 2883 | 1838 | 4818 | 38485 | 370 | 8430 | 2748 | -1873 | 4533 | 3080 | 1140 | 40885 | 1480 | 42125 | 1787 | 3850 | 2014 | -1443 | 2703 |
| 76 | 48275 | 480 | 48785 | 3088 | 1550 | 4818 | 50145 | 380 | 7150 | 2703 | -1918 | 4447 | 2883 | 1120 | 51285 | 1530 | 52785 | 1744 | 3807 | 2057 | -1484 | 2724 |
| 77 | 58785 | 480 | 58285 | 3088 | 1528 | 4588 | 58635 | 380 | 8000 | 2787 | -1831 | 4480 | 3088 | 1080 | 60725 | 1840 | 62385 | 1723 | 3872 | 2100 | -1421 | 2748 |
| 78 | 88185 | 540 | 88705 | 3028 | 1858 | 4884 | 84015 | 480 | 5800 | 2881 | -2003 | 4555 | 3047 | 1810 | 88825 | 5880 | 71705 | 1874 | 3883 | 2014 | -1508 | 2880 |
| 79 | 84385 | 480 | 84855 | 2881 | 1550 | 4511 | 85305 | 450 | 12880 | 2880 | -1851 | 4884 | 3028 | 880 | 88185 | 1750 | 87845 | 2024 | 3884 | 2143 | -1858 | 2838 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----------|---------|-----------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 107 | 43865 | 520 | 44385 | 3026 | 1529 | 4555 | 44715 | 330 | 1040 | 2746 | -1809 | 4819 | 2961 | 1050 | 45765 | 1680 | 47445 | 1873 | 3588 | 2164 | -1858 | 2724 |
| | 108 | 53285 | 510 | 53795 | 3004 | 1701 | 4705 | 54135 | 340 | 5840 | 2918 | -1787 | 4298 | 2961 | 1040 | 55175 | 1840 | 58815 | 1378 | 3893 | 2014 | -1335 | 2881 |
| | 109 | 62865 | 530 | 63385 | 3047 | 1529 | 4578 | 63725 | 330 | 6050 | 2918 | -1858 | 4490 | 3090 | 1160 | 64885 | 1550 | 66435 | 1572 | 3829 | 1906 | -1400 | 2881 |
| | 110 | 69355 | 390 | 69765 | 3069 | 1594 | 4598 | 70235 | 470 | 2920 | 2789 | -1809 | 4598 | 3090 | 1100 | 71335 | 1540 | 72875 | 1809 | 3542 | 2143 | -1508 | 2787 |
| | 111 | 74715 | 500 | 75115 | 3004 | 1652 | 4771 | 75315 | 500 | 2424 | | -1938 | | 3004 | 1180 | | 1580 | | 1723 | | | -1551 | |
| | 112 | 11235 | 570 | 11685 | 2918 | 1701 | 4727 | 12095 | 410 | 6840 | 2918 | -1809 | 4533 | 3047 | 1160 | 13255 | 1550 | 14805 | 1815 | 3807 | 2035 | -1486 | 2703 |
| | 113 | 20305 | 340 | 20875 | 3026 | 1830 | 4791 | 21175 | 300 | 5500 | 2703 | -2088 | 4858 | 3026 | 1120 | 22295 | 1570 | 23865 | 2153 | 3850 | 2035 | -1830 | 2724 |
| | 114 | 30295 | 510 | 30635 | 2961 | 1809 | 4878 | 31155 | 520 | 6430 | 2789 | -2089 | 4598 | 3047 | 1090 | 32245 | 1580 | 33805 | 1809 | 3807 | 2014 | -1551 | 2703 |
| | 115 | 40925 | 440 | 41435 | 3069 | 1507 | 4578 | 41795 | 380 | 7120 | 2853 | -1723 | 4511 | 3004 | 1140 | 42935 | 1530 | 44465 | 1858 | 3893 | 2188 | -1507 | 2881 |
| Chant 12 | 116 | 50455 | 410 | 50895 | 3069 | 1837 | 4798 | 51315 | 420 | 5990 | 2787 | -2031 | 4598 | 3090 | 1080 | 52395 | 1840 | 54035 | 1831 | 3807 | 2100 | -1508 | 2703 |
| | 117 | 59825 | 520 | 60235 | 2961 | 1785 | 4705 | 60685 | 450 | 5790 | 2881 | -2024 | 4578 | 2940 | 1200 | 61885 | 1500 | 63385 | 1895 | 3584 | 2143 | -1636 | 2881 |
| | 118 | 76085 | 470 | 76585 | 2940 | 1594 | 4598 | 76955 | 370 | 12880 | 2810 | -1788 | 4598 | 3090 | 1200 | 78155 | 1440 | 79595 | 1788 | 3829 | 2272 | -1508 | 2748 |
| | 119 | 88555 | 450 | 89025 | 3004 | 1632 | 4841 | 89475 | 450 | 8980 | 2724 | -1917 | 4598 | 3047 | 1180 | 90655 | 1520 | 92175 | 1874 | 3893 | 2164 | -1551 | 2724 |
| | 120 | 102205 | 450 | 102655 | 3009 | 1782 | 4791 | 103125 | 470 | 10030 | 2724 | -2087 | 4533 | 3090 | 1160 | 104285 | 1570 | 105855 | 1809 | 3736 | 2204 | -1443 | 2703 |
| Moyenne | | 47871,388 | 519,833 | 48390,858 | 3035,417 | 1945,62 | 4980,533 | 48697,25 | 306,3917 | 6846,7222 | 2797,7667 | -2182,767 | 4544,9583 | 2998,4417 | 1138,8333 | 49834,08333 | 2006,8917 | 51840,975 | 1747,19 | 3659,7167 | 2279,6583 | -1548,52 | 2787,95 |
| SD | | 31835,183 | 63,1306 | 31830,67 | 141,2638 | 3916,48 | 3914,925 | 31810,3 | 466,487 | 6102,3656 | 133,82214 | 3924,4622 | 100,74215 | 86,82992 | 118,27252 | 31807,14121 | 3610,0643 | 31749,866 | 197,515 | 203,93265 | 1819,6484 | 131,401 | 659,23555 |

T1, T2, T3, T4, T5 : Temps

Ti : T2-T1

Dt : temps initial du premier cri du chant suivant - temps final du dernier cri du chant précédent

F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8 : fréquences

Fi : F2-F1

SD: Ecart type

Df1, Df2 : Différences de fréquence initiale du premier cri et la fréquence finale du cri du chant précédent

ApM: Moment d'enregistrement dans les après midi

AM : Moment d'enregistrement dans les avant midi

ANNEXE II:

Tableau II : Paramètres vocaux du deuxième type de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon B)

| Spectrogrammes | Cris | T1 | Dt | Ti | T2 | F1 | FI | FI | F2 | Moment |
|----------------|------|-------|------|------|-------|------|------|------|----|--------|
| Chant 1 | 1 | 165 | | 1780 | 1945 | 2789 | 2218 | 5007 | | |
| | 2 | 10735 | 8790 | 1760 | 12495 | 2810 | 2254 | 5084 | | |
| | 3 | 21685 | 9190 | 1700 | 23385 | 2832 | 2132 | 4984 | | |
| | 4 | 28045 | 4660 | 1720 | 29765 | 2878 | 2193 | 5071 | | |
| | 5 | 35235 | 5470 | 1790 | 37025 | 2746 | 2196 | 4942 | | |
| | 6 | 42885 | 5860 | 1800 | 44685 | 2724 | 2347 | 5071 | AM | |
| | 7 | 50315 | 5630 | 1680 | 51995 | 2810 | 2175 | 4985 | | |
| | 8 | 56355 | 4360 | 1730 | 58085 | 2724 | 2261 | 4985 | | |
| | 9 | 63215 | 5130 | 1740 | 64955 | 2789 | 2196 | 4985 | | |
| | 10 | 69935 | 4980 | 1920 | 71855 | 2789 | 2218 | 5007 | | |
| | 11 | 685 | | 1740 | 2425 | 2724 | 2281 | 4985 | | |
| Chant 2 | 12 | 6725 | 4300 | 1740 | 8465 | 2746 | 2110 | 4858 | | |
| | 13 | 13585 | 5120 | 1750 | 15335 | 2660 | 2304 | 4964 | | |
| | 14 | 20315 | 4980 | 1760 | 22075 | 2789 | 2218 | 5007 | | |
| | 15 | 29115 | 7040 | 1760 | 30875 | 2789 | 2175 | 4964 | | |
| | 16 | 37955 | 7080 | 1840 | 39595 | 2789 | 2218 | 5007 | AM | |
| | 17 | 42755 | 3160 | 1580 | 44335 | 3004 | 1961 | 4985 | | |
| | 18 | 48105 | 3770 | 1620 | 49725 | 2724 | 2111 | 4835 | | |
| | 19 | 55635 | 5910 | 1580 | 57195 | 3064 | 1964 | 5028 | | |
| | 20 | 62755 | 5560 | 1610 | 64365 | 3069 | 1722 | 4791 | | |
| | 21 | 275 | | 1550 | 1825 | 3155 | 1423 | 4578 | | |
| | 22 | 7375 | 5550 | 1570 | 8945 | 3047 | 1766 | 4813 | | |

Chant 3

| | | | | | | | | |
|----|-------|-------|------|-------|------|------|------|-----|
| 23 | 13005 | 4060 | 1650 | 14655 | 2810 | 2089 | 4899 | |
| 24 | 19205 | 4550 | 1600 | 20805 | 2810 | 2024 | 4834 | |
| 25 | 25125 | 4320 | 1590 | 26715 | 3047 | 1852 | 4899 | |
| 26 | 32725 | 6010 | 1710 | 34435 | 2918 | 2089 | 5007 | ApM |
| 27 | 40825 | 6390 | 1690 | 42515 | 2896 | 2154 | 5050 | |
| 28 | 46995 | 4480 | 960 | 47955 | 3416 | 1225 | 4641 | |
| 29 | 49015 | 1060 | 1700 | 50715 | 3069 | 1830 | 4899 | |
| 30 | 53525 | 2810 | 1640 | 55165 | 2810 | 2024 | 4834 | |
| 31 | 1565 | | 1170 | 2735 | 3117 | 1432 | 4549 | |
| 32 | 8685 | 5950 | 1103 | 9788 | 3073 | 1432 | 4505 | |
| 33 | 28485 | 18697 | 1210 | 29695 | 3052 | 1453 | 4505 | |
| 34 | 34925 | 5230 | 1150 | 36075 | 3084 | 1357 | 4441 | |
| 35 | 39225 | 3150 | 1200 | 40425 | 2815 | 1432 | 4247 | |
| 36 | 44435 | 4010 | 1100 | 45535 | 3030 | 1292 | 4322 | ApM |
| 37 | 50735 | 5200 | 1210 | 51945 | 3084 | 1195 | 4279 | |
| 38 | 56475 | 4530 | 1090 | 57565 | 2955 | 1217 | 4172 | |
| 39 | 71215 | 13650 | 2860 | 74075 | 2729 | 1863 | 4592 | |
| 40 | 79455 | 5380 | 2800 | 82255 | 2771 | 1670 | 4441 | |
| 41 | 425 | | 1780 | 2205 | 2769 | 2390 | 5179 | |
| 42 | 10975 | 8770 | 1770 | 12745 | 2810 | 2498 | 5308 | |
| 43 | 21935 | 9190 | 1820 | 23755 | 2724 | 2304 | 5028 | |
| 44 | 28305 | 4550 | 1820 | 30125 | 2724 | 2520 | 5244 | |
| 45 | 35465 | 5340 | 1800 | 37265 | 2703 | 2304 | 5007 | |
| 46 | 43135 | 5870 | 1820 | 44955 | 2746 | 2433 | 5179 | ApM |
| 47 | 50575 | 5620 | 1720 | 52295 | 2724 | 2304 | 5028 | |
| 48 | 56605 | 4310 | 1740 | 58345 | 2703 | 2110 | 4813 | |

Chant 4**Chant 5**

| | | | | | | | | | |
|---------|----|-------|------|------|-------|------|------|------|-----|
| | 49 | 63465 | 5120 | 1750 | 65215 | 2703 | 2282 | 4985 | |
| | 50 | 70195 | 4980 | 1860 | 72055 | 2767 | 2304 | 5071 | |
| | | | | | | | 2132 | | |
| Chant 6 | 52 | 9525 | 6830 | 1760 | 11285 | 2789 | 2196 | 4985 | |
| | 53 | 18485 | 7200 | 1800 | 20285 | 2789 | 2261 | 5050 | |
| | 54 | 26845 | 6560 | 1880 | 28725 | 3026 | 2261 | 5287 | |
| | 55 | 34025 | 5300 | 1890 | 35915 | 2660 | 2411 | 5071 | |
| | 56 | 38465 | 2550 | 1890 | 40355 | 2767 | 2283 | 5050 | ApM |
| | 57 | 45895 | 5540 | 1760 | 47655 | 2789 | 2218 | 5007 | |
| | 58 | 51945 | 4290 | 1740 | 53685 | 2703 | 2239 | 4942 | |
| | 59 | 58785 | 5100 | 1760 | 60545 | 2703 | 2282 | 4985 | |
| | 60 | 65535 | 4990 | 1930 | 67465 | 2789 | 2196 | 4985 | |
| | | | | | | | | | |
| Chant 7 | 62 | 10985 | 8740 | 1750 | 12735 | 2810 | 2283 | 5093 | |
| | 63 | 21945 | 9210 | 1690 | 23635 | 2746 | 2218 | 4964 | |
| | 64 | 28285 | 4650 | 1810 | 30095 | 3069 | 1895 | 4964 | |
| | 65 | 35475 | 5380 | 1790 | 37265 | 2767 | 2154 | 4921 | |
| | 66 | 43115 | 5850 | 1810 | 44925 | 2832 | 2261 | 5093 | ApM |
| | 67 | 50575 | 5650 | 1730 | 52305 | 2703 | 2239 | 4942 | |
| | 68 | 56605 | 4300 | 1740 | 58345 | 2746 | 2045 | 4791 | |
| | 69 | 63475 | 5130 | 1830 | 65305 | 2617 | 2411 | 5028 | |
| | 70 | 70185 | 4880 | 1950 | 72135 | 2832 | 2175 | 5007 | |
| | | | | | | | | | |
| | 72 | 6565 | 2850 | 1790 | 8355 | 3095 | 1303 | 4398 | |
| | 73 | 13105 | 4750 | 1780 | 14885 | 2880 | 1873 | 4753 | |
| | 74 | 18365 | 3480 | 1760 | 20125 | 2998 | 1647 | 4645 | |

| | | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-----|
| Chant 8 | 75 | 24805 | 4680 | 1800 | 26605 | 3063 | 1453 | 4516 | |
| | 76 | 30775 | 4170 | 1820 | 32595 | 3073 | 1497 | 4570 | AM |
| | 77 | 36725 | 4130 | 1780 | 38505 | 2955 | 1669 | 4624 | |
| | 78 | 42845 | 4340 | 1840 | 44685 | 2987 | 1658 | 4645 | |
| | 79 | 50445 | 5760 | 1850 | 52295 | 3041 | 1680 | 4721 | |
| | 80 | 55925 | 3630 | 1780 | 57705 | 2977 | 1572 | 4549 | |
| | | | | | | | | | |
| Chant 9 | 82 | 6625 | 3150 | 1810 | 8435 | 2901 | 1960 | 4861 | |
| | 83 | 13095 | 4660 | 1820 | 14915 | 3095 | 1733 | 4828 | |
| | 84 | 18325 | 3410 | 1860 | 20185 | 3052 | 46203 | 49255 | |
| | 85 | 25885 | 5700 | 1840 | 27725 | 3073 | 1691 | 4764 | |
| | 86 | 30905 | 3180 | 1780 | 32685 | 3063 | 1346 | 4409 | ApM |
| | 87 | 36445 | 3760 | 1820 | 38265 | 3084 | 1680 | 4764 | |
| | 88 | 43765 | 5500 | 1880 | 45645 | 2944 | 1938 | 4882 | |
| | 89 | 49465 | 3820 | 1910 | 51375 | 2966 | 1798 | 4764 | |
| | 90 | 56125 | 4750 | 1910 | 58035 | 317 | 4608 | 4925 | |
| | | | | | | | | | |
| Chant 10 | 92 | 6375 | 2490 | 1560 | 7935 | 2987 | 1712 | 4699 | |
| | 93 | 10805 | 2870 | 1550 | 12355 | 3009 | 1356 | 4365 | |
| | 94 | 15315 | 2960 | 1550 | 16865 | 2912 | 1776 | 4688 | |
| | 95 | 21025 | 4160 | 1580 | 22605 | 3073 | 1615 | 4688 | |
| | 96 | 25875 | 3270 | 1540 | 27415 | 3117 | 1550 | 4667 | AM |
| | 97 | 30915 | 3500 | 1660 | 32575 | 3181 | 1647 | 4828 | |
| | 98 | 39565 | 6990 | 1750 | 41315 | 3030 | 1788 | 4818 | |
| | 99 | 43455 | 2140 | 1860 | 45315 | 3149 | 1679 | 4828 | |
| | 100 | 48415 | 3100 | 1790 | 50205 | 3192 | 1540 | 4732 | |

| | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------|------|-------|------|------|------|
| Chant 11 | 102 | 5835 | 2590 | 1710 | 7545 | 3160 | 1130 | 4290 |
| | 103 | 11035 | 3490 | 1640 | 12675 | 2966 | 1346 | 4312 |
| | 104 | 15335 | 2660 | 1700 | 17035 | 3084 | 1120 | 4204 |
| | 105 | 19985 | 2950 | 1770 | 21755 | 3117 | 1238 | 4355 |
| | 106 | 24825 | 3070 | 1760 | 26585 | 3106 | 1109 | 4215 |
| | 107 | 29415 | 2830 | 1680 | 31095 | 3117 | 1399 | 4516 |
| | 108 | 37345 | 6250 | 1770 | 39115 | 2998 | 1400 | 4398 |
| | 109 | 42035 | 2920 | 1770 | 43805 | 3030 | 1379 | 4409 |
| | 110 | 48555 | 4750 | 0 | 48555 | 3160 | 1582 | 4742 |

| | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------|------|-------|------|------|------|
| Chant 12 | 112 | 9065 | 7110 | 1810 | 10875 | 3413 | 1744 | 5157 |
| | 113 | 17695 | 6820 | 1740 | 19435 | 2789 | 2282 | 5071 |
| | 114 | 26215 | 6780 | 1720 | 27935 | 3026 | 1916 | 4942 |
| | 115 | 34755 | 6820 | 1770 | 36525 | 3155 | 1787 | 4942 |
| | 116 | 43695 | 7170 | 1730 | 45425 | 3284 | 1852 | 5136 |
| | 117 | 54275 | 8850 | 1750 | 56025 | 3026 | 2304 | 5330 |
| | 118 | 65235 | 9210 | 1700 | 66935 | 3069 | 1765 | 4834 |
| | 119 | 71585 | 4650 | 1880 | 73465 | 2746 | 2282 | 5028 |
| | 120 | 78755 | 5290 | 1800 | 80555 | 3284 | 1766 | 5050 |

| | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------|------|-------|------|------|------|
| Chant 13 | 122 | 8885 | 6930 | 1720 | 10605 | 3047 | 2024 | 5071 |
| | 123 | 17385 | 6780 | 1700 | 19085 | 3069 | 1895 | 4964 |
| | 124 | 25935 | 6850 | 1750 | 27685 | 3047 | 1895 | 4942 |
| | 125 | 34885 | 7200 | 1770 | 36655 | 2767 | 2283 | 5050 |
| | 126 | 45435 | 8780 | 1770 | 47205 | 3090 | 2024 | 5114 |

Apm

| | | | | | | | | | |
|----------|-----|-------|------|------|-------|------|------|------|-----|
| | 127 | 56395 | 9190 | 1740 | 58135 | 3176 | 1745 | 4921 | |
| | 128 | 62755 | 4620 | 1820 | 64575 | 3069 | 1918 | 4987 | |
| | 129 | 69955 | 5380 | 1770 | 71725 | 3047 | 1917 | 4964 | |
| | 130 | 77595 | 5870 | 1840 | 79435 | 2961 | 2089 | 5050 | |
| | | | | | | | | | |
| Chant 14 | 132 | 6345 | 4020 | 1680 | 8025 | 3090 | 1831 | 4921 | |
| | 133 | 12565 | 4540 | 1620 | 14185 | 3026 | 1765 | 4791 | |
| | 134 | 18475 | 4290 | 1670 | 20145 | 3090 | 1809 | 4899 | |
| | 135 | 26075 | 5930 | 1880 | 27955 | 3219 | 1659 | 4878 | |
| | 136 | 34185 | 6230 | 1680 | 35865 | 2918 | 2024 | 4942 | ApM |
| | 137 | 40345 | 4480 | 1000 | 41345 | 3349 | 1270 | 4619 | |
| | 138 | 42345 | 1000 | 1950 | 44295 | 3263 | 1615 | 4878 | |
| | 139 | 45755 | 1460 | 900 | 46655 | 3392 | 926 | 4318 | |
| | 140 | 48995 | 2340 | 1650 | 50645 | 2789 | 2110 | 4899 | |
| | | | | | | | | | |
| Chant 15 | 142 | 7215 | 5590 | 1570 | 8785 | 3112 | 1938 | 5050 | |
| | 143 | 12825 | 4040 | 1680 | 14505 | 2724 | 2175 | 4899 | |
| | 144 | 19045 | 4540 | 1630 | 20675 | 3112 | 1744 | 4856 | |
| | 145 | 24945 | 4270 | 1640 | 26585 | 3004 | 1981 | 4985 | |
| | 146 | 32545 | 5960 | 1870 | 34415 | 3176 | 1895 | 5071 | ApM |
| | 147 | 40665 | 6250 | 1660 | 42325 | 3069 | 2045 | 5114 | |
| | 148 | 47095 | 4770 | 1670 | 48765 | 3176 | 1658 | 4834 | |
| | 149 | 50455 | 1690 | 850 | 51305 | 3435 | 883 | 4318 | |
| | 150 | 53725 | 2420 | 1560 | 55285 | 2832 | 2002 | 4834 | |
| | | | | | | | | | |
| | 152 | 8625 | 5950 | 1730 | 10355 | 3198 | 1916 | 5114 | |

Chart 3

| | | | | | | | |
|----|------|------|-----|------|------|------|------|
| 39 | 425 | 50 | 18 | 443 | 3504 | 1303 | 4807 |
| 40 | 515 | 72 | 50 | 565 | 3515 | 1313 | 4828 |
| 41 | 605 | 40 | 70 | 675 | 3515 | 1249 | 4764 |
| 42 | 725 | 50 | 50 | 775 | 3493 | 1271 | 4764 |
| 43 | 815 | 40 | 80 | 895 | 3401 | 1395 | 4796 |
| 44 | 905 | 10 | 70 | 975 | 3515 | 1141 | 4656 |
| 45 | 1005 | 30 | 130 | 1135 | 3816 | 926 | 4742 |
| 46 | 3405 | 2270 | 90 | 3495 | 3246 | 1669 | 4915 |
| 47 | 3525 | 30 | 80 | 3605 | 3321 | 1637 | 4958 |
| 48 | | | | | | | |
| 49 | 195 | 20 | 80 | 275 | 3310 | 1809 | 5119 |
| 50 | 285 | 10 | 60 | 345 | 3321 | 1518 | 4839 |
| 51 | 375 | 30 | 70 | 445 | 3375 | 1486 | 4861 |
| 52 | 465 | 20 | 80 | 545 | 3386 | 1442 | 4828 |
| 53 | 575 | 30 | 60 | 635 | 3364 | 1464 | 4828 |
| 54 | 675 | 40 | 70 | 745 | 3396 | 1443 | 4839 |
| 55 | | 740 | | | | | |
| | | | | | | | AM |
| | | | | | | | ApM |

Chant 4

| | | | | | | |
|----|-------|------|-------|------|------|------|
| 56 | 1615 | 30 | 1845 | 3321 | 1724 | 5045 |
| 57 | 1705 | 60 | 1765 | 3375 | 1443 | 4818 |
| 58 | 1785 | 30 | 1845 | 3353 | 1454 | 4807 |
| 59 | 1895 | 50 | 1895 | 3224 | 1604 | 4828 |
| 60 | | 380 | | | | |
| 61 | 2535 | 140 | 2575 | 3623 | 1421 | 5044 |
| 62 | 2635 | 60 | 2665 | 3644 | 1206 | 4850 |
| 63 | 2725 | 60 | 2765 | 3590 | 1421 | 5011 |
| 64 | 2815 | 50 | 2885 | 3623 | 1216 | 4839 |
| 65 | 2905 | 20 | 2955 | 3384 | 1691 | 5055 |
| 66 | | 650 | | | | |
| 67 | 3705 | 40 | 3755 | 3590 | 1335 | 4925 |
| 68 | 3785 | 40 | 3845 | 3569 | 1119 | 4688 |
| 69 | 3895 | 50 | 3985 | 3384 | 1314 | 4678 |
| 70 | | 890 | | | | |
| 71 | 4965 | 50 | 4985 | 3633 | 1248 | 4881 |
| 72 | 5055 | 60 | 5105 | 3526 | 1227 | 4753 |
| 73 | 5145 | 40 | 5205 | 3332 | 1260 | 4592 |
| 74 | | 1190 | | | | |
| 75 | 6505 | 40 | 6545 | 3407 | 1281 | 4688 |
| 76 | 6595 | 50 | 6645 | 3504 | 1152 | 4656 |
| 77 | 6675 | 30 | 6735 | 3493 | 1174 | 4667 |
| 78 | 6775 | 40 | 6845 | 3504 | 1163 | 4667 |
| 79 | | 490 | | | | |
| 80 | 7415 | 20 | 7475 | 3407 | 1561 | 4988 |
| 81 | 7485 | 20 | 7555 | 3483 | 1518 | 5001 |
| 82 | 7565 | 10 | 7615 | 3515 | 1378 | 4893 |
| 83 | 7635 | 20 | 7685 | 3569 | 1539 | 5108 |
| 84 | 7705 | 10 | 7785 | 3526 | 1539 | 5065 |
| 85 | 7805 | 20 | 7855 | 3515 | 1378 | 4893 |
| 86 | 7895 | 40 | 7945 | 3515 | 1206 | 4721 |
| 87 | 7985 | 40 | 8025 | 3472 | 1206 | 4678 |
| 88 | 8095 | 70 | 8165 | 3472 | 1163 | 4635 |
| 89 | | 830 | | | | |
| 90 | 9105 | 10 | 9165 | 3493 | 1422 | 4915 |
| 91 | 9205 | 40 | 9245 | 3515 | 1432 | 4947 |
| 92 | 9285 | 50 | 9375 | 3526 | 1399 | 4925 |
| 93 | | 890 | | | | |
| 94 | 10355 | 50 | 10425 | 3659 | 797 | 4656 |
| 95 | 10455 | 30 | 10505 | 3612 | 1303 | 4915 |
| 96 | 10555 | 50 | 10625 | 3569 | 807 | 4376 |

| | | | | | | | |
|-----|-------|-----|------|-------|------|------|------|
| 114 | 15515 | 60 | 70 | 15585 | 3472 | 926 | 4398 |
| 115 | | 890 | | | | | |
| 116 | 16565 | 30 | 60 | 16625 | 3396 | 1411 | 4807 |
| 117 | 16665 | 40 | 60 | 16725 | 3407 | 1163 | 4570 |
| 118 | 16765 | 40 | 60 | 16825 | 3332 | 1238 | 4570 |
| 119 | 16845 | 20 | 70 | 16915 | 3590 | 1217 | 4807 |
| 120 | 16965 | 50 | 50 | 17015 | 4129 | 678 | 4807 |
| 121 | 17055 | 40 | 50 | 17105 | 4107 | 732 | 4839 |
| 122 | 17145 | 40 | 60 | 17205 | 4236 | 603 | 4839 |
| 123 | | 810 | | | | | |
| 124 | 18125 | 50 | 40 | 18165 | 3547 | 1281 | 4828 |
| 125 | 18215 | 50 | 50 | 18265 | 3310 | 1292 | 4602 |
| 126 | 18305 | 40 | 1100 | 19405 | 3267 | 1357 | 4624 |
| 127 | | | | | | | |
| 128 | 19315 | 40 | 40 | 19355 | 3596 | 1103 | 4699 |
| 129 | 19395 | 40 | 60 | 19455 | 3569 | 1152 | 4721 |
| 130 | 19485 | 30 | 80 | 19565 | 3515 | 1044 | 4559 |
| 131 | 20335 | 770 | 70 | 20405 | 3623 | 1044 | 4667 |
| 132 | 20445 | 40 | 40 | 20485 | 3440 | 1173 | 4613 |
| 133 | 20525 | 40 | 50 | 20575 | 4461 | 88 | 4549 |
| 134 | 20625 | 50 | 100 | 20725 | 3493 | 1109 | 4602 |
| 135 | | 590 | | | | | |
| 136 | 21415 | 50 | 50 | 21465 | 3709 | 1109 | 4818 |
| 137 | 21515 | 50 | 60 | 21575 | 3569 | 980 | 4549 |
| 138 | | 790 | | | | | |
| 139 | 22475 | 60 | 30 | 22505 | 3666 | 1227 | 4893 |
| 140 | 22535 | 30 | 60 | 22595 | 4075 | 538 | 4613 |
| 141 | 22625 | 30 | 70 | 22695 | 3623 | 1119 | 4742 |
| 142 | 22755 | 60 | 40 | 22785 | 3310 | 1239 | 4549 |
| 143 | 22835 | 40 | 110 | 22945 | 3246 | 1486 | 4732 |
| 144 | | | | | | | AM |
| 145 | 235 | 30 | 80 | 315 | 3192 | 1561 | 4753 |
| 146 | 335 | 20 | 70 | 405 | 3192 | 1636 | 4828 |
| 147 | 425 | 20 | 80 | 505 | 3073 | 1820 | 4893 |
| 148 | 535 | 30 | 70 | 605 | 3203 | 1647 | 4850 |
| 149 | 635 | 30 | 70 | 705 | 3020 | 1701 | 4721 |
| 150 | 765 | 60 | 80 | 845 | 2858 | 1917 | 4775 |
| 151 | 885 | 40 | 60 | 945 | 2794 | 1808 | 4602 |
| 152 | 985 | 40 | 70 | 1055 | 2772 | 1766 | 4538 |

Tableau IV: Paramètres vocaux du quatrième type de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon D)

| Spec | Ch | T1 | T2 | F1 | F2 | T3 | T4 | F3 | F4 | Moment | |
|---------|-----------|----------|-----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|-----------|------|
| Chant 1 | 1 | 805 | 190 | 965 | 2094 | 3402 | 5498 | 1575 | 590 | 4231 | 5442 |
| | 2 | 10875 | 210 | 10885 | 1900 | 3607 | 5507 | 11425 | 540 | -4285 | 4231 |
| | 3 | 20385 | 220 | 20575 | 2081 | 3435 | 5498 | 21185 | 580 | -3988 | 3975 |
| | 4 | 30865 | 210 | 30875 | 2083 | 3413 | 5498 | 31425 | 560 | -4038 | 4038 |
| | 5 | 41495 | 200 | 41695 | 1899 | 3553 | 5442 | 42295 | 600 | -3941 | 3909 |
| | 6 | 54375 | 200 | 54575 | 2018 | 3435 | 5453 | 65115 | 540 | -4027 | 4027 |
| | 7 | 65965 | 220 | 65985 | 2029 | 3467 | 5498 | 66415 | 530 | -4145 | 4037 |
| | 8 | 75975 | 230 | 76205 | 1943 | 3467 | 5410 | 78765 | 560 | -4242 | 4242 |
| | 9 | 88325 | 240 | 88585 | 1968 | 3445 | 5431 | 89055 | 490 | -4242 | 4308 |
| | 10 | 97985 | 2200 | 100185 | 2040 | 3402 | 5442 | 100785 | 570 | -3871 | 3747 |
| Chant 2 | 12 | 10875 | 220 | 11195 | 1943 | 3445 | 5388 | 11785 | 570 | -4123 | 4084 |
| | 13 | 23335 | 210 | 23545 | 1954 | 3488 | 5442 | 24085 | 520 | -4008 | 4039 |
| | 14 | 33015 | 200 | 33215 | 2040 | 3424 | 5484 | 33775 | 580 | -4091 | 4091 |
| | 15 | 50115 | 210 | 50225 | 2104 | 3349 | 5453 | 56825 | 600 | -3850 | 3886 |
| | 16 | 65425 | 230 | 65655 | 2018 | 3370 | 5388 | 66175 | 520 | -4102 | 4048 |
| | 17 | 76855 | 210 | 76965 | 1900 | 3653 | 5453 | 76355 | 490 | -3982 | 3950 |
| | 18 | 83825 | 210 | 83935 | 1975 | 3392 | 5387 | 84335 | 500 | -4048 | 4070 |
| | 19 | 94995 | 210 | 95205 | 2008 | 3423 | 5431 | 95775 | 570 | -3966 | 3983 |
| | 20 | 107095 | 210 | 107305 | 1921 | 3500 | 5421 | 107845 | 540 | -3930 | 4005 |
| | 21 | 117095 | 220 | 117305 | 1921 | 3521 | 5421 | 117845 | 570 | -4089 | 4135 |
| Chant 3 | 22 | 12185 | 200 | 12395 | 2040 | 3402 | 5442 | 12905 | 540 | -4028 | 4145 |
| | 23 | 23285 | 210 | 23495 | 1943 | 3542 | 5485 | 24045 | 550 | -4123 | 4145 |
| | 24 | 33835 | 200 | 34035 | 1943 | 3402 | 5345 | 34895 | 550 | -3908 | 3965 |
| | 25 | 48425 | 220 | 48645 | 1975 | 3487 | 5442 | 48165 | 520 | -4016 | 4124 |
| | 26 | 59985 | 210 | 60195 | 2008 | 3488 | 5498 | 60785 | 580 | -4016 | 4124 |
| | 27 | 71695 | 200 | 71895 | 2029 | 3467 | 5498 | 72485 | 570 | -3747 | 3747 |
| | 28 | 106985 | 50 | 106745 | 1654 | 3477 | 5431 | 108815 | 70 | -4081 | 4027 |
| | 29 | 119035 | 120 | 119175 | 1319 | 4134 | 5453 | 119775 | 600 | -3822 | 3811 |
| | 30 | 131415 | 210 | 131625 | 1943 | 3900 | 5543 | 132135 | 510 | -4002 | 4024 |
| | 31 | 141415 | 210 | 141625 | 1943 | 3434 | 5434 | 141635 | 530 | -4145 | 4048 |
| Chant 4 | 32 | 12065 | 180 | 12205 | 2128 | 3318 | 5442 | 12735 | 530 | -3912 | 3833 |
| | 33 | 22315 | 220 | 22535 | 1943 | 3456 | 5399 | 23095 | 530 | -3850 | 3704 |
| | 34 | 34865 | 210 | 34875 | 1955 | 3488 | 5453 | 35415 | 540 | -4059 | 4070 |
| | 35 | 44325 | 210 | 44535 | 2018 | 3403 | 5421 | 45095 | 580 | -4113 | 4048 |
| | 36 | 66425 | 120 | 66545 | 2083 | 3391 | 5474 | 67155 | 510 | -3872 | 3893 |
| | 37 | 76745 | 240 | 76965 | 2081 | 3327 | 5388 | 77495 | 510 | -4049 | 4010 |
| | 38 | 86985 | 190 | 87175 | 1889 | 3363 | 5442 | 87685 | 510 | -3703 | 3671 |
| | 39 | 94945 | 200 | 95145 | 1965 | 3391 | 5356 | 95645 | 500 | -3819 | 3898 |
| | 40 | 108315 | 210 | 108525 | 2018 | 3403 | 5421 | 107095 | 510 | -4027 | 3983 |
| | Moyenne | 64837,78 | 250,76 | 64888,5 | 1978,78 | 3488,33 | 5444,1 | 64842,25 | 538,76 | -3930 | 3961 |
| SD | 37196,047 | 318 | 37249,562 | 123,121 | 128,286 | 43,7849 | 37227,71 | 81,893 | 4888,385 | 37108,613 | |
| | | | | | | | | | | 158,893 | |
| | | | | | | | | | | 182,312 | |
| | | | | | | | | | | 158,8021 | |
| | | | | | | | | | | 60,74415 | |

Dt : temps initial du premier cri du chant suivant - temps final du dernier cri du chant précédent

SD: Ecart type

T1, T2, T3, T4 : Temps

F1, F2, F3, F4 : fréquences

ApM : Moment d'enregistrement dans les après midi

AM : Moment d'enregistrement dans les avant midi