

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES

*Département d'Écologie et
Conservation de la nature*



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 Halcyon senegalensis.....	25
3.1.2. Deuxième forme ou type de cri de Halcyon sengalensis	26
3.1.3. Troisième forme ou type de cri de Halcyon senegalensis.....	27
3.1.4. Quatrième forme ou type de cris de Halcyon sengalensis.....	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 Halcyon A.....	30
3.4.2. Cri Halcyon B.....	30
3.4.3. Cri Halcyon C.....	31
3.4.4. Cri Halcyon D.....	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.

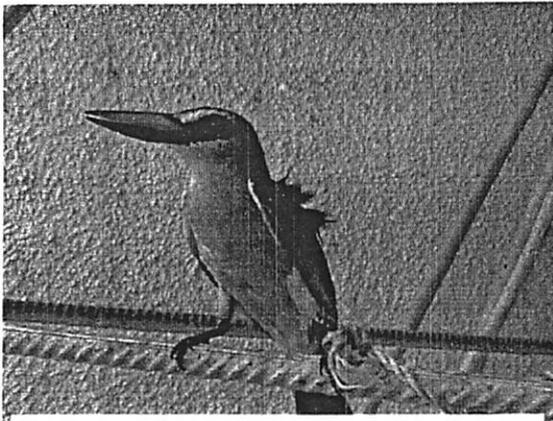


Fig. A : Halcyon senegalensis ; vue antérieure
(Photo/Gédéon B)

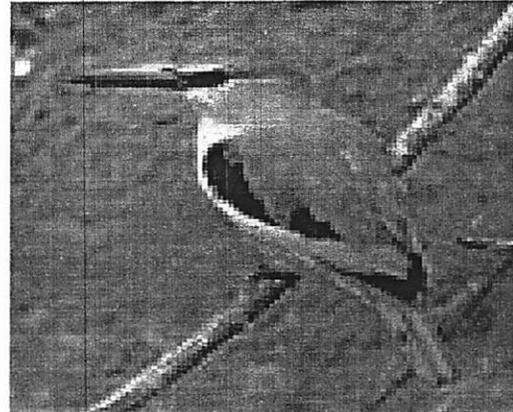


Fig. B : Halcyon senegalensis ; vue latérale
(Photo/www.wikipedia.net)

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

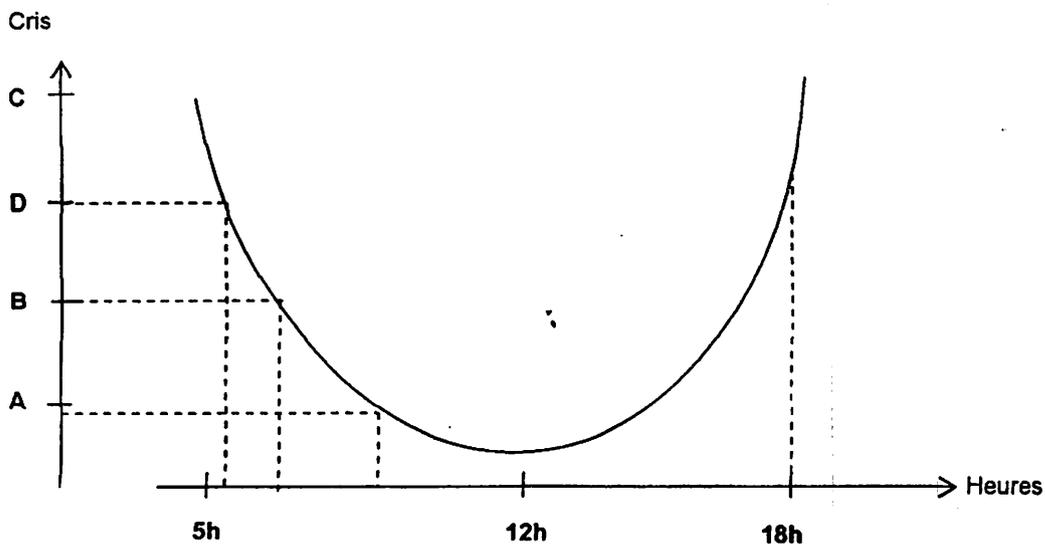


Figure 1. Diagramme de régression cris - temps

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	50.000	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	Cr1s	T1	T2	F1	F2	T3	T12	D1	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	2981	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	590	28485	3188	4555	28885	220	9170	-1488	4447	2749	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	54985	3155	4882	55385	370	12470	-1421	4539	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	4490	2918	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	38925	720	39845	3133	4841	39875	30	3760	-1723	4533	3028	1140	40815	1330	42145	1615	3715	2121	-1507	2767
	15	45085	570	45885	3133	4819	45835	170	2850	-1916	4884	3004	1270	47105	1330	48435	1981	3542	2272	-1680	2810
Chant 2	16	51885	520	52515	3112	4819	52785	270	3560	-1916	4841	2832	1180	53975	1280	55255	1938	3521	2143	-1808	2880
	17	59175	560	59735	3028	4884	59845	210	3920	-2087	4882	2789	1380	61305	1230	62535	2045	3542	2078	-1673	2881
	18	68425	630	67055	2918	4578	67235	180	3880	-1830	4705	2724	1230	68485	1270	69735	1959	3349	2272	-1681	2789
	19	74215	580	74885	3004	4841	75085	280	4480	-1917	4533	2748	1230	78285	1310	77805	1808	5584	22017	-1787	2880
	20	82378	457	82835	3089	4555	83235	400	4773	-1637	4576	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	1862	3542	2014	-1852	2838
	22	8155	370	8525	2401	4588	10045	620	4480	-1831	4232	2832	1380	11405	1330	12735	1485	3478	2164	-1400	2595
	23	18845	520	18385	2881	4819	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	2121	-1389	8880
	25	39785	550	40335	3020	4588	40885	350	7180	-1808	4588	2840	1110	41785	1520	43315	1808	3872	2057	-1658	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*

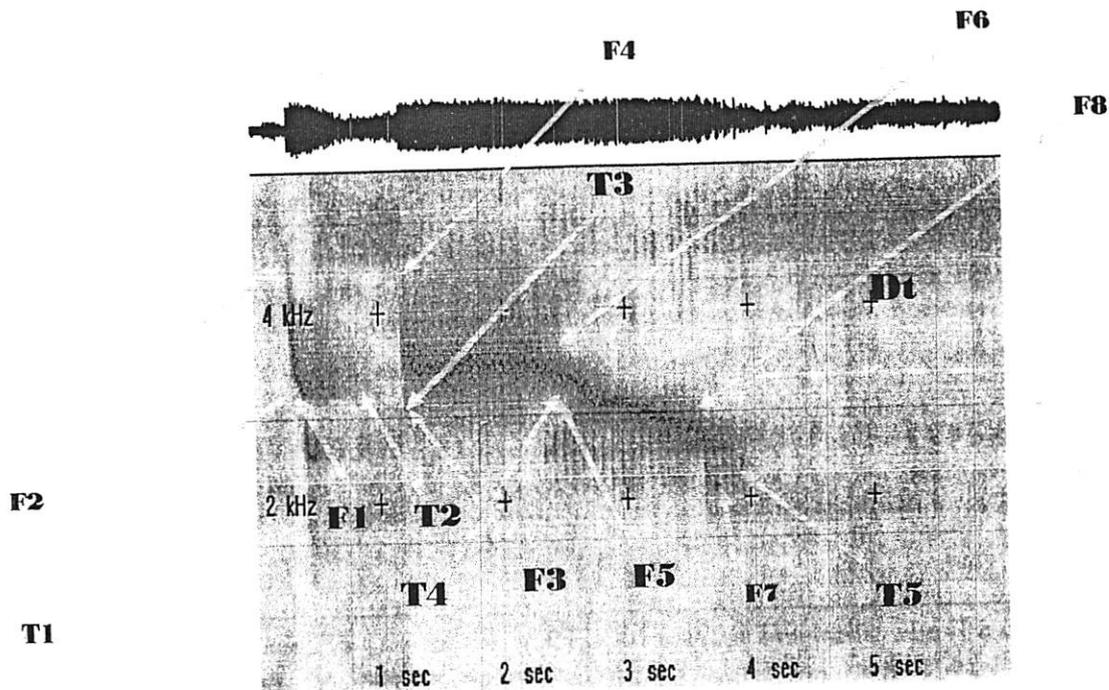


Fig. 1 Sonogramme de la première forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon A)

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*

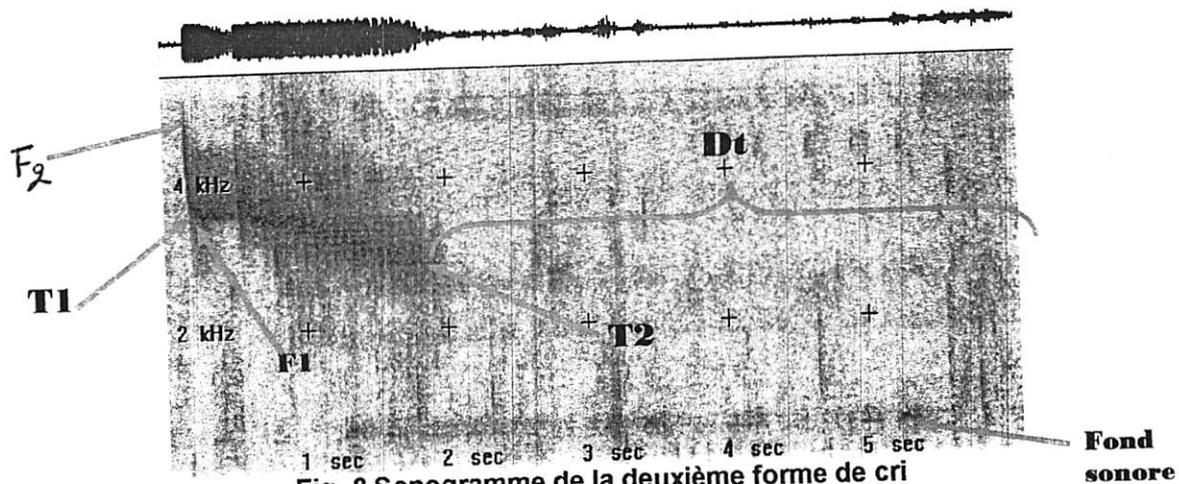


Fig. 2 Sonogramme de la deuxième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon B)

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*

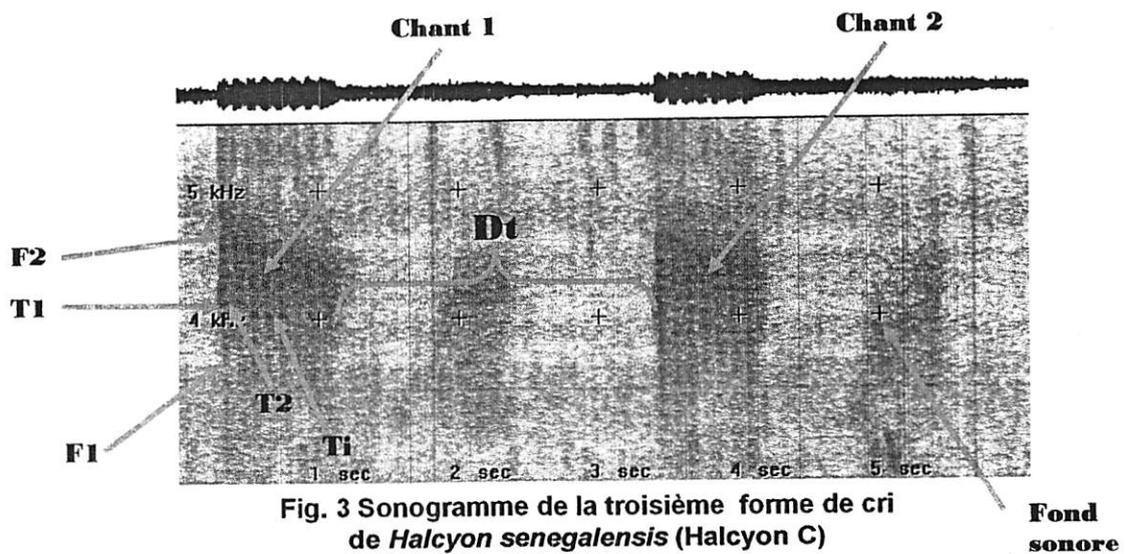


Fig. 3 Sonogramme de la troisième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon C)

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*

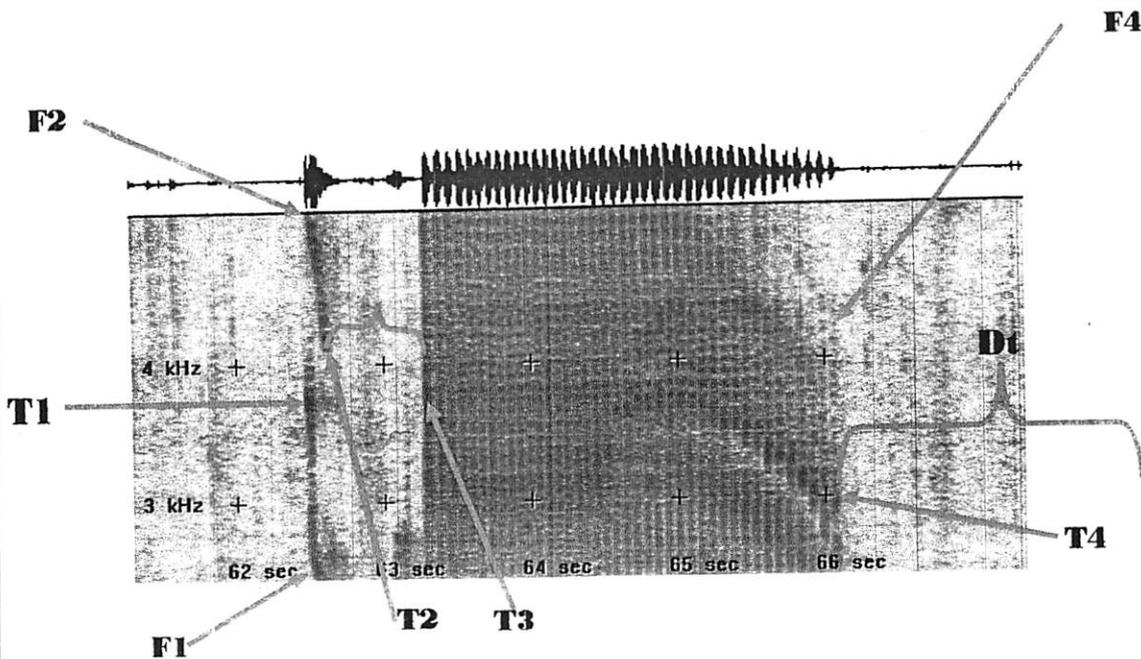


Fig. 4 Sonogramme de la quatrième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon D)

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	3738	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	3805	2207	-1880	2724
39	88125	500	88625	3047	1508	4555	88025	400	8870	2787	-1788	4841	2888	1310	90335	1840	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	3738	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	3805	2207	-1880	2724
39	88125	500	88625	3047	1508	4555	88025	400	8870	2787	-1788	4841	2888	1310	90335	1840	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	1529	4533	80825	420	3550	2810	-1823	4339	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	80725	1840	82385	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	-2067	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	-1546,52	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	4964		
	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	4965		
	8	56355	4360	1730	58085	2724	2261	4965		
	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	1640	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	

	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	

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	Chrs	T1	T11	T2	F1	F11	F2	T3	T31	T32	T4	F3	F31	F32	F33	F4	Moment
Chant 1	1	805	190	965	2094	3402	5498	1575	590	4905	1211	-4285	4231	5442			
	2	10875	210	10885	1900	3607	5507	11425	540	6070	14375	1609	-3988	3975	5485		
	3	20385	220	20575	2081	3435	5498	21185	580	5960	24025	1468	-4038	4038	5498		
	4	30865	210	30875	2083	3413	5498	31425	560	6640	34405	1555	-3941	3909	5484		
	5	41495	200	41695	1899	3553	5442	42295	600	7090	45225	1415	-4027	4027	5442		AM
	6	54375	200	54575	2018	3435	5453	65115	540	9150	69045	1308	-4145	4037	6345		
	7	65965	220	65985	2029	3467	5498	66415	530	7820	68365	1254	-4242	4242	6406		
	8	75975	230	76205	1943	3467	5410	78765	560	8590	79755	1188	-4242	4308	5474		
	9	88325	240	88585	1968	3445	5431	89055	490	8570	92045	1780	-3871	3747	5507		
	10	97985	2200	100195	2040	3402	5442	100765	570	9650	101725	1319	-4123	4064	5383		
Chant 2	12	10875	220	11195	1943	3445	5388	11765	570	6580	14785	1297	-4091	4091	5388		
	13	23335	210	23545	1954	3488	5442	24085	520	6570	27025	1792	-3850	3886	5378		
	14	33015	200	33215	2040	3424	5484	33775	580	6990	36775	1382	-4102	4048	6410		
	15	45015	210	45225	2104	3349	5453	56825	600	18240	58875	1491	-3982	3950	6441		
	16	55425	230	55655	2018	3370	5388	66175	520	6750	69225	1340	-4048	4070	6410		AM
	17	76855	210	76865	1900	3653	5453	76355	490	8430	79195	1488	-3966	3963	6421		
	18	83625	210	83635	1975	3392	5387	84335	600	4430	87195	1437	-3930	4005	6442		
	19	94995	210	95205	2008	3423	5431	95775	570	7830	96705	1372	-4089	3882	6334		
	20	107095	210	107305	1921	3500	5421	107845	540	8390	110705	1329	-4082	4135	6484		
	21	12195	220	12395	2040	3402	5442	12905	570	6190	15825	1319	-4123	4145	6464		
Chant 3	22	12195	200	12395	2040	3402	5442	12905	540	6190	15825	1319	-4123	4145	6464		
	23	23285	210	23495	1943	3542	5485	24045	550	7480	26075	1577	-3908	3965	6442		
	24	33635	200	34035	1943	3402	5345	34985	550	6960	37645	1328	-4016	4124	6453		
	25	48425	220	48645	1975	3467	5442	48165	520	7880	49095	1698	-3747	3747	6442		
	26	59985	210	60195	2008	3488	5498	60785	590	10920	63625	1415	-4081	4027	6442		AM
	27	71695	200	71895	2029	3467	5498	72485	570	8070	75285	1674	-3822	3811	5485		
	28	106985	60	106745	1654	3477	5431	108815	70	31440	109825	1429	-4002	4024	6483		
	29	119055	120	119175	1319	4134	5453	119775	600	6630	122395	1308	-4145	4048	6356		
	30	131415	210	131625	1943	3900	5543	132135	610	9020	134715	1631	-3912	3833	6464		
	31	12065	160	12205	2128	3318	5442	12735	530	6990	16735	1383	-4059	4070	6453		
Chant 4	32	12065	160	12205	2128	3318	5442	12735	530	6990	16735	1383	-4059	4070	6453		
	33	22315	220	22535	1943	3456	5399	23095	590	6590	26055	1286	-4113	4048	6334		
	34	34865	210	34875	1955	3488	5453	35415	540	8610	36385	1781	-3872	3693	6474		
	35	44325	210	44535	2018	3403	5421	45095	580	5840	48085	1372	-4049	4010	6382		
	36	66425	120	66545	2083	3391	5474	67165	610	18380	69645	1771	-3703	3671	6442		
	37	76745	240	76965	2081	3327	5388	77495	510	6800	80475	1489	-3919	3998	6367		
	38	86985	190	87175	1889	3363	5442	87685	510	6510	90595	1415	-4027	3993	6378		
	39	94945	200	95145	1965	3391	5356	95645	500	4350	98445	1426	-3930	3961	6377		
	40	108315	210	108525	2018	3403	5421	107095	570	7670	110015	1340	-4081	3984	6324		
	Moyenne	64837,78	250,76	64888,5	1978,78	3488,33	5444,1	66424,25	638,76	8881,887	88280,25	1468,6	-3988,6	3975,925	6429,425		
SD	37196,047	318	37249,562	123,121	128,266	43,7849	37227,71	81,893	4888,385	37108,613	169,693	162,312	168,8021	60,74415			

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

TI : T2-T1
 FI : F2-F1
 SD : Ecart type

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