



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 MULÓTWA 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

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.

Nous n'avons pas beaucoup tenu sur ces caractéristiques. Nous avons tout simplement distingué, numérisé et interprété les appels de martin chasseur.

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 susceptible 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 Ludwing 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 ; sengl Kingfisher, martin chasseur du Sénégal) est un oiseau de la famille des Alcedinidae. Il est commun en Afrique tropicale et équatoriales 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'arrière de l'œil parfois au delà de tempe.

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

1.1. HISTORIQUE DU MILIEU

Nous avons effectué nos enregistrements aux étangs du Scolasticat «Père Léon DEHON» de Kisangani, République Démocratique du Congo.

Cette concession des Prêtres de Sacré Cœur, était créée en 1988 par l'initiative de deux prêtres : Père Wilson et Père Dino dans le but de loger des séminaristes, futurs prêtres en formation dans la congrégation des Prêtres de Sacré Cœur de Jésus.

Elle s'étend sur une superficie de 130 hectares. A part les habitations, le reste de la superficie est comblé, par des activités subsidiaires pour l'autosuffisance alimentaire de locataires tels que agriculture, élevage des porcs, des bovins et pisciculture (Atochon, 2006).

1.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La concession de Scolasticat est située à environ 5 km au Nord Est du centre ville de Kisangani dans la commune Makiso au quartier Plateau Boyoma et plus précisément entre les limites suivantes :

- Au Nord : l'ancienne route Buta
- Au Sud-Est : les concessions de Pères Mont-fortain (Deo soli) et des Sœurs Comboniennes
- A l'Ouest : le village Motumbe et la concession du Père GEOVANI

1.3. VEGETATION

La végétation de cette concession est variée et comprend plusieurs espèces telles que :

- *Hevea brasiliensis* Willd. (Euphorbiaceae)
- *Mangifera indica* Linne (Anacardiaceae)
- *Elaïs guinensis* Jacques (Arecaceae)
- *Citrus limonia* et *citrus nobilis* Linnaeus (Rutaceae)
- *Alchornea cardifolia* Schum. (Euphorbiaceae)
- *Morinda lucida* Benth (Rubiaceae)
- *Bambusa vulgaris* Schrad.(Poaceae)

- *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 scolasticat.

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 (Estrildae)
- *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(Anhingidae)

- *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, Nirwa 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 notions 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_ça_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.

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*

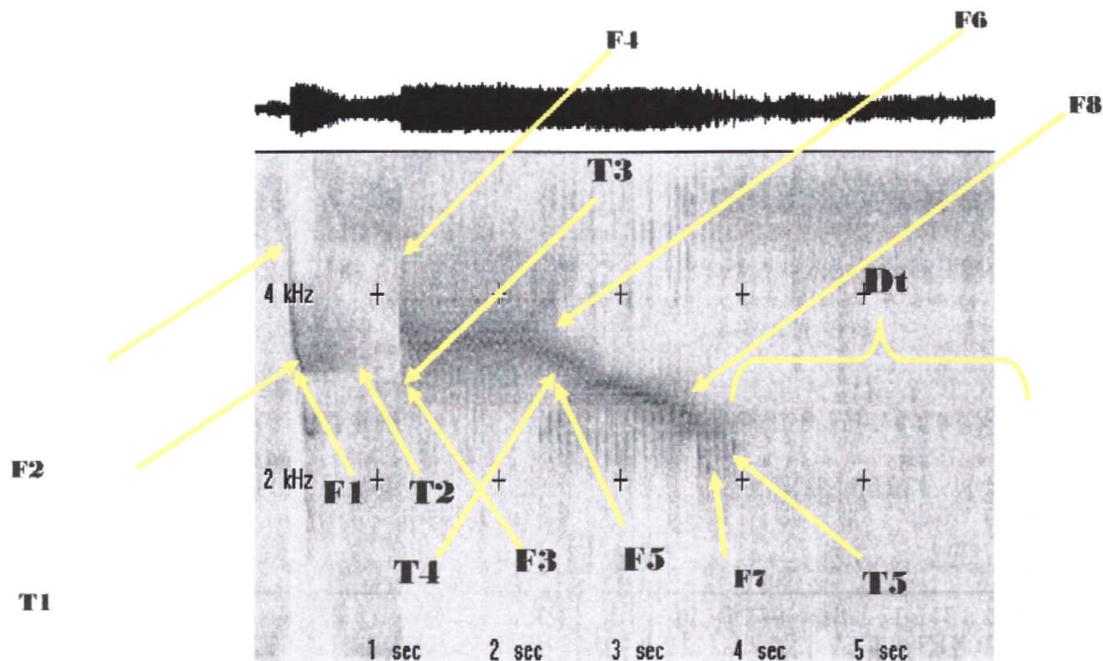


Fig. 1 Sonogramme de la première forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon A)

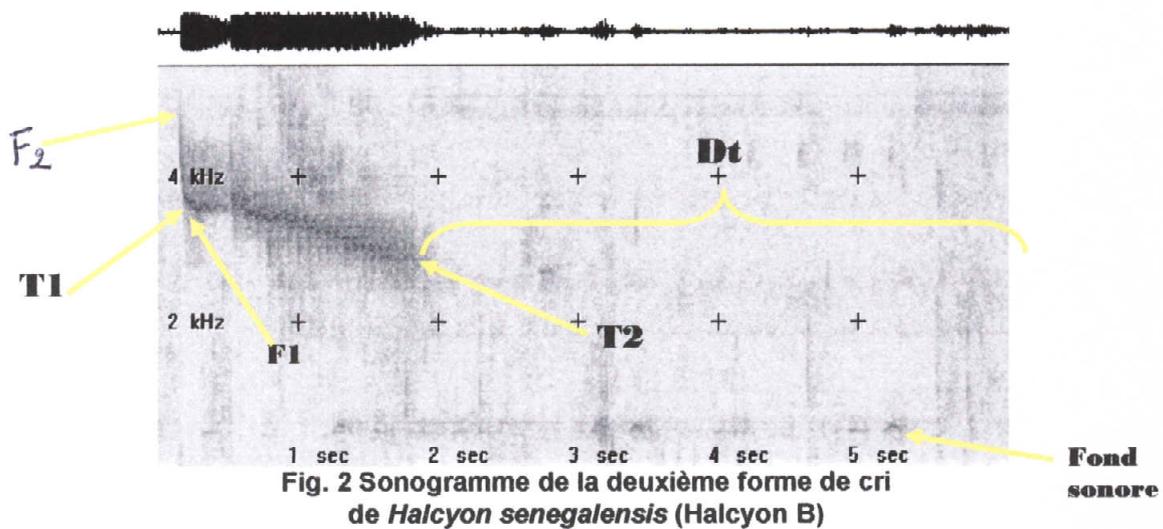
Ce cri présente une particularité dans sa forme. L'espèce produit un chant pendant une longue durée allant de 30 minutes à 1 heure. Un cri qu'il répète après une courte pause de 7 à 10 secondes formant ainsi un chant d'une mélodie de plusieurs cris audibles à une distance de plus de 200 mètres. L'individu 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*



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*

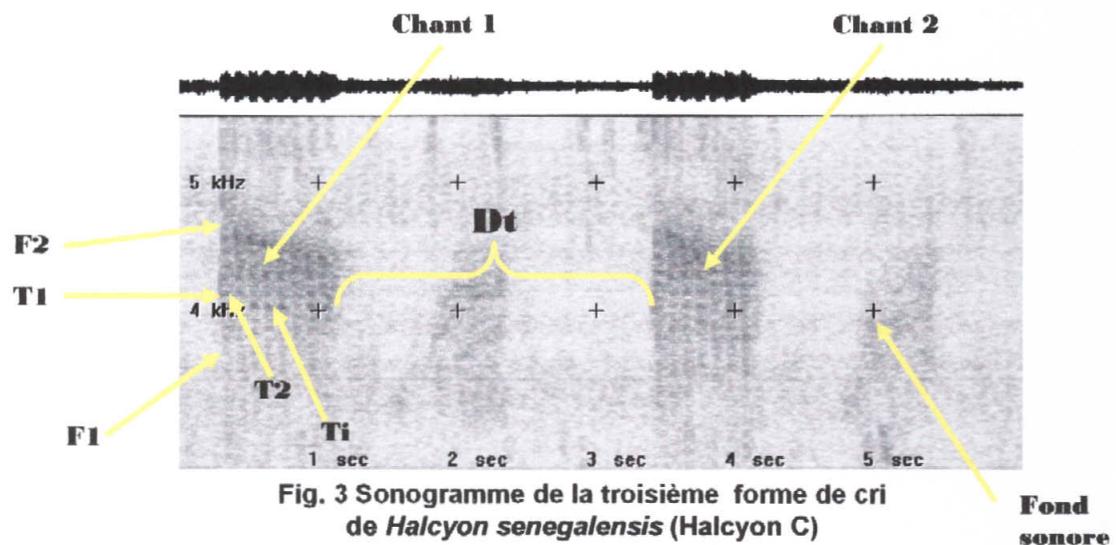


Fig. 3 Sonogramme de la troisième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon C)

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*

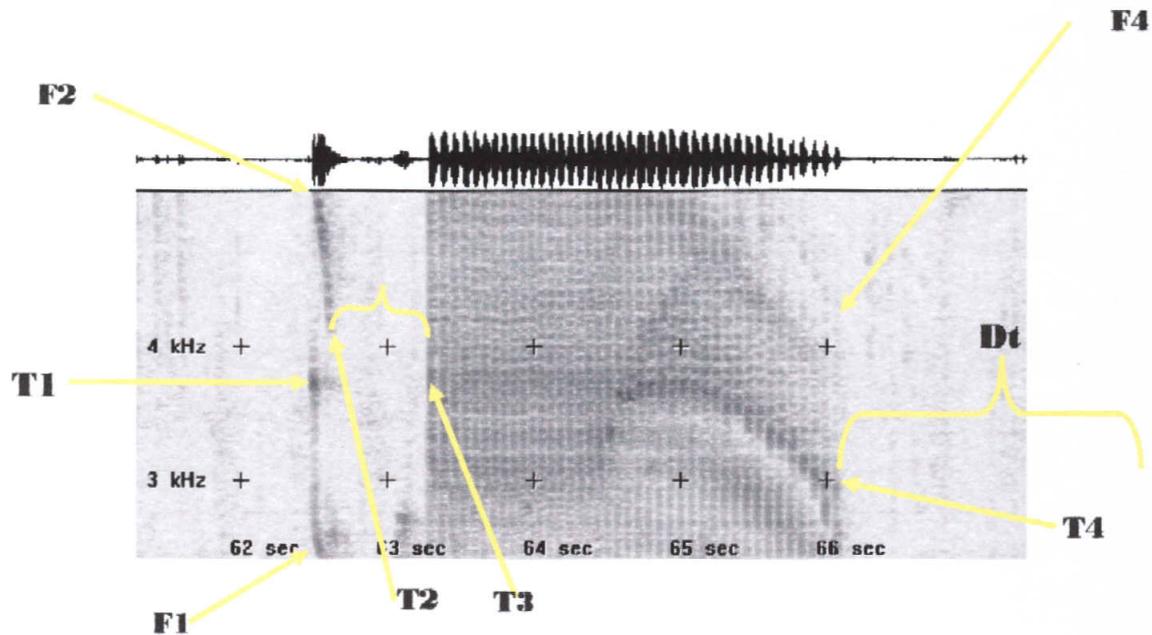


Fig. 4 Sonogramme de la quatrième forme de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon D)

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)

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

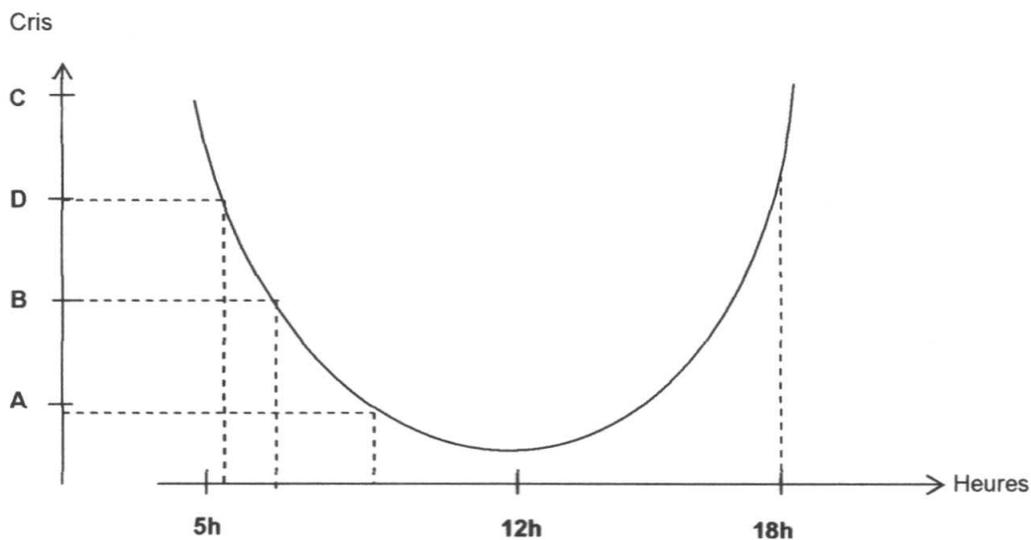


Figure 1. Diagramme de régression cris - temps

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-Whisney 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-Whisney U	Wilcoxon W	Z	Sig. Asympt
Cris	Chant1	10	10.50	105.00	50.000	105.000	.000	.1
	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 Δt 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, IFAYANGAMBI / 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 manuel 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.

Annexes

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

Spect	Cris	T1	Ti1	T2	F1	Fi1	F2	T3	Ti2	Dt	F3	Fi2	F4	F5	Ti3	T4	Ti4	T5	Fi3	F6	F7	Fi4	F8
Chant 1	1	165	480	645	3241	1034	4275	1075	430		2853	-1422	4425	2961	910	1985	1420	3405	1572	3779	2186	-1464	2681
	2	16575	420	16995	2703	1808	4511	17485	490	13170	2940	-1571	4318	2767	1080	18565	1140	19705	1378	3772	2315	-1551	2724
	3	28875	590	29465	3198	1357	4555	29885	220	9170	3069	-1486	4447	2746	1070	30755	1500	32255	1378	3779	2229	-1701	2703
	4	38545	580	39125	3133	1508	4641	39405	280	6290	2746	-1895	4511	2853	1110	40515	1470	41985	1765	3736	2164	-1658	2681
	5	54455	540	54995	3155	1507	4662	55365	370	12470	3241	-1421	4339	2961	1280	56645	1280	57925	1098	3650	2141	-1378	2573
	6	72575	520	73095	3176	1292	4468	73465	370	14650	2918	-1550	4533	3047	1030	74495	1290	75785	1615	3607	2164	-1486	2767
	7	82925	500	83425	3133	1400	4533	83735	310	7140	3069	-1464	4555	3047	1000	84735	1260	85995	1486	3844	2250	-1508	2681
	8	93325	470	93795	3090	1658	4748	94175	380	7330	3004	-1744	4490	2918	940	95115	1290	96405	1486	3779	2229	-1572	2640
	9	102785	580	103365	3090	1421	4511	103615	260	6380	3004	-1507	4598	3069	1040	104655	1410	106065	1594	3693	2207	-1529	2617
	10	121155	640	121795	3112	1443	4555	122055	260	15090	3026	-1529	4533	3026	1150	123205	1290	124495	1507	3629	2100	-1507	2724
	11	185	800	785	3133	1485	4598	1085	280		3069	-1529	4555	3004	1000	2085	1440	3505	1486	3779	2121	-1551	2680
Chant 2	12	13925	540	14465	3133	1443	4576	14805	340	10420	2896	-1680	4555	3026	960	15785	1420	17185	1659	3736	2143	-1529	2724
	13	31875	440	32315	3133	1400	4533	32655	340	14690	2789	-1744	4511	3090	1130	33785	1380	35165	1722	3887	2057	-1421	2853
	14	38925	720	39645	3133	1508	4641	39675	30	3760	2918	-1723	4533	3026	1140	40815	1330	42145	1615	3715	2121	-1507	2767
	15	45095	570	45665	3133	1486	4619	45835	170	2950	2703	-1916	4684	3004	1270	47105	1330	48435	1981	3542	2272	-1680	2810
	16	51995	520	52515	3112	1507	4619	52785	270	3560	2703	-1916	4641	2832	1190	53975	1280	55255	1938	3521	2143	-1809	2660
	17	59175	560	59735	3026	1658	4684	59945	210	3920	2617	-2067	4662	2789	1360	61305	1230	62535	2045	3542	2078	-1873	2681
	18	66425	630	67055	2918	1658	4576	67235	180	3890	2746	-1830	4705	2724	1230	68465	1270	69735	1959	3349	2272	-1981	2789
	19	74215	590	74805	3004	1637	4641	75065	260	4480	2724	-1917	4533	2746	1230	76295	1310	77605	1809	5564	22017	-1787	2660
	20	82378	457	82835	3069	1486	4555	83235	400	4773	2918	-1637	4576	3047	1120	84355	940	85295	1658	3672	2121	-1529	2660
	21	1155	802	1757	3090	1637	4727	2045	288		2893	-1834	4555	2703	1320	3365	1300	4665	1662	3542	2014	-1852	2638
22	9155	370	9525	2401	2197	4598	10045	520	4490	2767	-1831	4232	2832	1360	11405	1330	12735	1465	3478	2164	-1400	2595	
23	18845	520	19365	2961	1658	4619	19685	320	6110	2789	-1830	4576	3112	1020	20705	1660	22365	1787	3672	2078	-1464	2681	
24	28965	600	29565	3047	1464	4511	29845	280	6600	2681	-1830	4511	3112	1140	30985	1610	32595	1830	3478	2121	-1399	6660	
25	39785	550	40335	3020	1578	4598	40685	350	7190	2789	-1809	4598	2940	1110	41795	1520	43315	1809	3672	2057	-1658	2724	

Chant 3	26	48835	530	49365	3133	1422	4555	49715	350	5520	2703	-1852	4511	3069	1010	50725	1690	52415	1808	3822	2164	-1442	2703
	27	57675	600	58275	3069	1486	4555	58505	230	5260	2703	-1852	4555	2940	1100	59605	1650	61255	1852	3650	2121	-1615	2552
	28	67075	580	67655	3069	1572	4641	67935	280	5820	2724	-1917	4339	2983	990	68925	1690	70615	1615	3693	1927	-1356	2638
	29	76675	550	77225	3112	1507	4619	77535	310	6060	2703	-1916	4511	2940	1060	78595	1650	80245	1808	3844	2078	-1571	2638
	30	86875	500	87375	3112	1486	4598	87765	390	6630	2660	-1938	4576	2714	1190	88955	1440	90395	1916	3542	2143	-1862	2681
	31	295	560	855	3112	1658	4770	1195	340		2724	-2046	4576	2940	1270	2465	1500	3965	1852	3542	2164	-1636	2660
Chant 4	32	10795	520	11315	3069	1656	4725	11665	360	6830	2724	-2001	4533	3047	1150	12815	1540	14355	1809	3672	2014	-1486	2724
	33	19885	550	20435	3047	44434	47481	20735	300	5530	2724	-44757	4641	2961	980	21715	1720	23435	1917	3930	1992	-1680	2595
	34	29865	520	30385	2983	1959	4942	30705	320	6430	2681	-2261	4576	3112	1230	31935	1480	33415	1895	3586	2035	-1464	2703
	35	40495	530	41025	3112	1464	4576	41365	340	7080	2724	-1852	4496	2940	1190	42555	1480	44035	1772	3693	2121	-1556	2681
	36	50015	460	50475	3112	1550	4662	50875	400	5980	2660	-2002	4511	3026	1100	51975	1613	53588	1851	3736	2078	-1485	2703
	37	59385	580	59965	3026	1593	4619	60255	290	5797	2530	-2089	4598	2810	1340	61595	1350	62945	2068	3499	2121	-1788	2703
	38	75605	560	76165	2983	1679	4662	76525	360	12660	2681	-1981	4641	2961	1270	77795	1360	79155	1960	3605	2207	-1680	2724
	39	88125	500	88625	3047	1508	4555	89025	400	8970	2767	-1788	4641	2696	1310	90335	10430	100765	1874	3779	2229	-1745	2660
	40	101755	520	102275	3090	1421	4511	102685	410	990	2660	-1851	4598	3004	1210	103895	1470	105365	1938	3693	2143	-1594	2703
		41	185	550	735	3133	1443	4576	1015	280		2530	-2046	4576	3004	1200	2215	1570	3785	2046	3542	2143	-1572
Chant 5	42	11725	560	12285	3026	1485	4511	12575	290	7940	2761	-1750	4533	3026	1150	13725	1470	15195	1772	3650	2078	-1507	2767
	43	21305	590	21895	3029	1741	4770	22155	260	6110	2789	-1981	4490	3004	1130	23285	1460	24745	1701	3564	2100	-1486	2681
	44	34925	520	35445	3004	1594	4598	35815	370	10180	2746	-1852	4598	2961	1210	37025	1420	38445	1852	3629	2057	-1637	2703
	45	41235	540	41775	2940	1464	4404	42135	360	2790	2918	-1486	4253	2882	1300	43435	1260	44695	1335	3499	2337	-1371	2767
	46	53385	500	53885	3047	2286	5333	54275	390	6690	2660	-2673	4576	3047	1170	55445	1490	56935	1916	3715	1971	-1529	2724
	47	63795	550	64345	3090	1680	4770	64665	320	6860	3047	-1723	4641	3090	1130	65795	1520	67315	1594	3726	2143	-1551	2789
	48	75875	500	76375	3090	1572	4662	76735	360	8560	2810	-1852	4382	2983	1310	78045	1210	79255	1572	3499	2057	-1399	2617
	49	87015	430	87445	3047	1357	4404	87855	410	7760	2746	-1658	4511	3026	1110	88965	1410	90375	1765	3693	2057	-1485	2638
	50	98595	510	99105	3133	1249	4362	99395	290	8220	2961	-1421	4598	3069	1130	100525	1290	101815	1637	3693	2229	-1529	2810
		51	1695	640	2335	2983	1744	4727	2605	270		2617	-2110	4662	2918	1170	3775	38411	42186	2045	3521	2100	-1744
	52	14215	600	14815	3069	1550	4619	15125	310	-27971	2746	-1873	4511	3047	1190	16315	1510	17825	1765	3715	2143	-1464	2660

Chant 6	53	27825	480	28305	3090	1400	4490	28755	450	10000	2660	-1830	4511	3047	1120	29875	1630	31505	1851	3807	2121	-1464	2703
	54	37965	590	38555	3133	1400	4533	38845	290	6460	2703	-1830	4555	3069	1060	39905	1640	41545	1852	3564	2121	-1486	2769
	55	49515	580	50095	2983	1550	4533	50385	290	7970	2789	-1744	4555	2918	1150	51535	1390	52925	1766	3565	2014	-1637	2832
	56	59105	590	59695	3047	1378	4425	59975	280	6180	2789	-1636	4468	3069	1060	61035	8840	69675	1679	3585	1820	-1399	2660
	57	72745	430	73175	2983	1550	4533	73625	450	2870	2810	-1723	4555	3026	1200	74825	1350	76175	1745	3584	2035	-1529	2769
	58	79725	480	80205	3004	1529	4533	80625	420	3550	2910	-1623	4339	2961	1120	81745	1420	83165	1429	3718	2100	-1378	2724
	59	91865	410	92275	2961	1550	4511	92765	490	8700	2767	-1744	4468	3004	1050	93815	1570	95385	1701	3499	2100	-1464	2767
	60	127235	530	127765	3047	1723	4770	128105	340	31850	3047	-1723	4598	3090	1080	129185	1410	130595	1551	3693	2121	-1508	2703
	61	265	580	845	3090	1443	4533	1125	280		2789	-1744	4555	3026	1080	2205	1630	3835	1766	3542	2143	-1529	2767
Chant 7	62	11815	570	12385	3026	1464	4490	12685	300	7980	2832	-1658	4555	2961	1130	13815	1400	15215	1723	3564	1992	-1594	6789
	63	21415	560	21975	3026	1378	4404	22275	300	6200	2746	-1658	4490	3026	1080	23355	1463	24818	1744	3521	2014	-1464	2703
	64	30265	450	30715	3026	1507	4533	31155	440	5447	2726	-1807	4555	2896	1260	32415	1370	33785	1829	3586	2035	-1659	2746
	65	36985	440	37425	2940	1378	4318	37885	460	3200	2918	-1400	4210	3069	1210	39095	1310	40405	1292	3542	2229	-1141	2681
	66	44875	440	45315	3026	1529	4555	45765	450	4470	2746	-1809	4511	3004	1190	46955	1440	48395	1765	3542	2229	-1507	2746
	67	53215	530	53745	3112	1421	4533	54085	340	4820	3026	-1507	4511	3069	1110	55195	1400	56595	1485	3650	2164	-1442	2724
	68	60535	460	60995	3090	1529	4619	61365	370	3940	3047	-1572	4382	3026	1210	62575	1300	63875	1335	3736	2164	-1356	2638
	69	71665	410	72075	3026	1356	4382	72495	420	7790	2991	-1391	4447	3004	1090	73585	1390	74975	1456	3672	2035	-1443	2746
	70	83225	460	83685	3133	1292	4425	84055	370	8250	2961	-1464	4382	3047	1130	85185	1230	86415	1421	3779	2315	-1335	2789
		71	335	510	845	3090	1465	4555	1225	380		2680	-1895	4598	3074	1210	2435	1430	3865	1938	3542	1992	-1524
Chant 8	72	9075	540	9615	3069	1658	4727	9965	350	5210	2896	-1831	4468	3004	1330	11295	1450	12745	1572	3499	1992	-1464	2681
	73	19575	490	20065	3026	1701	4727	20435	370	6830	2875	-1852	4511	3004	1140	21575	1560	23135	1636	3586	2100	-1507	2681
	74	28665	550	29215	3026	1722	4748	29505	290	5530	2746	-2002	4533	3090	1090	30595	1620	32215	1787	3736	1971	-1443	2681
	75	36645	480	39125	2983	1636	4619	39495	370	6430	2746	-1873	4533	3090	1140	40635	1490	42125	1787	3650	2014	-1443	2703
	76	49275	480	49755	3069	1550	4619	50145	390	7150	2703	-1916	4447	2983	1120	51265	1530	52795	1744	3607	2057	-1464	2724
	77	58795	490	59285	3069	1529	4598	59635	350	6000	2767	-1831	4490	3069	1090	60725	1640	62365	1723	3672	2100	-1421	2746
	78	68165	540	68705	3026	1658	4684	64015	4690	5800	2681	-2003	4555	3047	1810	65825	5880	71705	1874	3693	2014	-1508	2660
	79	84395	460	84855	2961	1550	4511	85305	450	12690	2660	-1851	4684	3026	890	86195	1750	87945	2024	3664	2143	-1858	2638

	80	96895	500	97395	3069	1572	4641	97805	410	8950	2767	-1874	4555	3069	1100	98905	1610	100515	1788	3715	2182	-1486	2703
	81	785	550	1315	3069	1442	4511	1655	340		2746	-1765	4511	2983	1020	2675	1580	4255	1765	3779	1972	-1528	2595
Chant 9	82	8765	370	9135	2358	2455	4813	9635	500	4510	2810	-2003	4598	2767	1330	10965	1360	12325	1788	3435	1971	-1831	2638
	83	18445	530	18975	2530	2089	4619	19285	310	6120	2746	-1873	4619	3069	1000	20285	1620	21905	1873	3715	2035	-1550	2660
	84	28585	520	29085	3047	1572	4619	29445	380	6660	2660	-1959	4619	3026	1170	30615	1570	32185	1959	3565	2078	-1593	2638
	85	39385	560	39945	3090	1508	4598	40295	350	7200	2789	-1809	4555	3047	1120	41415	1490	42905	1766	3672	2025	-1508	2746
	86	48425	520	48945	3112	1486	4598	46305	380	5520	2681	-1917	4576	3069	1050	50355	1670	52025	1895	3693	2186	-1507	2703
	87	57255	610	57865	3069	1464	4533	58105	240	5230	2789	-1744	4641	2918	1150	59255	1600	60855	1852	3564	1927	-1723	2681
	88	66675	560	67235	3112	1852	4964	67565	330	5820	2573	-2391	4598	3026	1050	68615	1610	70225	2025	3607	2121	-1572	2617
	89	76265	490	76755	3069	1593	4662	77125	370	6040	2746	-1916	4727	2940	1080	78205	1640	79845	1981	3586	2057	-1787	2617
	90	86475	490	86965	3112	1550	4662	87355	390	6630	2746	-1916	4619	3047	1170	88525	9470	97995	1873	3650	2078	-1572	2746
	91	1735	500	2235	2881	2089	4770	2655	420		2896	-1874	4511	2961	1070	3725	1280	5005	1615	3607	2444	-1550	2832
Chant 10	92	14045	480	14525	3155	1679	4834	14845	320	9040	2789	-2045	4576	3090	980	15825	1560	17385	1787	3801	2315	-1486	2746
	93	23725	611	24336	3155	1593	4748	24555	219	6340	2746	-2002	4555	3026	1060	25615	1520	27135	1809	3601	2207	-1529	2703
	94	39615	520	40135	3133	1551	4684	40535	400	12480	2832	-1852	4533	3004	1260	41795	1280	43075	1701	3499	2047	-1529	2724
	95	57735	560	58295	3155	1356	4511	58635	340	14660	2853	-1658	4598	3090	1050	59685	1220	60905	1745	3629	2207	-1508	2789
	96	68085	500	68585	3155	1464	4619	68695	310	7180	3026	-1593	4598	3133	1000	69895	1290	71185	1572	3865	2143	-1465	2729
	97	78475	510	78985	3112	1636	4748	79345	360	7290	2853	-1895	4662	3069	950	80295	1270	81565	1809	3672	2207	-1593	2767
	98	87945	570	88515	3112	1636	4748	88775	260	6380	2983	-1765	4555	3155	1050	89825	1380	91205	1572	3693	2272	-1400	2789
	99	106315	530	106845	3090	1809	4899	107215	370	15110	3026	-1873	4555	3026	1150	108365	1270	109635	1529	3586	2121	-1529	2789
	100	118465	550	119015	3133	1465	4598	119335	320	8830	2983	-1615	4555	3047	1140	120475	1290	121765	1572	3629	2229	-1508	2724
		101	55	610	665	3069	1916	4985	975	310		2703	-2282	4598	3004	1070	2045	1660	3705	1895	3499	1971	-1594
Chant 11	102	4365	400	4765	2337	2067	4404	5255	490	660	2401	-2003	4856	3090	1330	6585	950	7535	2455	3586	2143	-1766	2660
	103	9275	550	9825	3026	1550	4576	10125	300	1740	2703	-1873	4619	3112	1010	11135	1660	12795	1916	3736	1927	-1507	2681
	104	19395	520	19915	3047	1615	4662	20265	350	6600	2638	-2024	4598	2875	1130	21395	1630	23025	1960	3478	1992	-1723	2617
	105	30225	530	30755	3004	1701	4705	31125	370	7200	2767	-1938	4662	3133	1090	32215	1520	33735	1895	3672	2143	-1529	2703
		106	39265	510	39775	3069	1486	4555	40145	370	5530	2746	-1809	4511	3069	1040	41185	1640	42825	1765	3844	2207	-1442

	107	43865	520	44385	3026	1529	4555	44715	330	1040	2746	-1809	4619	2961	1050	45765	1680	47445	1873	3586	2164	-1658	2724
	108	53285	510	53795	3004	1701	4705	54135	340	5840	2918	-1787	4296	2961	1040	55175	1640	56815	1378	3693	2014	-1335	2681
	109	62865	530	63395	3047	1529	4576	63725	330	6050	2918	-1658	4490	3090	1160	64885	1550	66435	1572	3629	1906	-1400	2681
	110	69355	390	69765	3069	1594	4598	70235	470	2920	2789	-1809	4598	3090	1100	71335	1540	72875	1809	3542	2143	-1508	2767
	111	745	450	1135	3004	1852	4770	1635	500		2832	-1938	4555	3004	1180	2815	1580	4395	1723	3825	2121	-1551	2767
	112	11235	570	11685	2918	1701	4727	12095	410	6840	2918	-1809	4533	3047	1160	13255	1550	14805	1615	3607	2035	-1486	2703
	113	20305	340	20875	3026	1830	4791	21175	300	5500	2703	-2088	4858	3026	1120	22295	1570	23865	2153	3650	2035	-1830	2724
	114	30295	510	30635	2981	1809	4878	31155	520	6430	2789	-2089	4598	3047	1090	32245	1560	33805	1809	3607	2014	-1551	2703
	115	40925	440	41435	3089	1507	4576	41795	360	7120	2853	-1723	4511	3004	1140	42935	1530	44465	1658	3693	2186	-1507	2681
Chant 12	116	50455	410	50895	3069	1837	4798	51315	420	5990	2767	-2031	4598	3090	1080	52395	1640	54035	1831	3607	2100	-1508	2703
	117	59825	520	60235	2961	1765	4705	60685	450	5790	2681	-2024	4576	2940	1200	61885	1500	63385	1895	3564	2143	-1636	2681
	118	78065	470	78585	2940	1594	4598	78955	370	12680	2810	-1788	4598	3090	1200	78155	1440	79595	1788	3629	2272	-1508	2746
	119	88555	450	89025	3004	1632	4641	89475	450	8960	2724	-1917	4598	3047	1180	90655	1520	92175	1874	3693	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		47871,358	519,833	48390,858	3035,417	1945,62	4980,533	48697,25	306,3917	6846,7222	2797,7667	-2182,767	4544,9583	2998,4417	1136,8333	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	5102,3656	133,82214	3924,4622	100,74215	95,628992	116,27252	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)

Spectogrammes	Cris	T1	Dt	Ti	T2	F1	Fi	F2	Moment
Chant 1	1	165		1780	1945	2789	2218	5007	
	2	10735	8790	1760	12495	2810	2254	5064	
	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	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	2261	4985	
Chant 2	12	6725	4300	1740	8465	2746	2110	4856	
	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	4965	
	18	48105	3770	1620	49725	2724	2111	4835	
	19	55635	5910	1560	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	
	Chant 4	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	2789	2390	5179	
Chant 5	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	

	49	63465	5120	1750	65215	2703	2282	4985	
	50	70195	4980	1860	72055	2767	2304	5071	
	51	975		1720	2695	2810	2132	4942	
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	
		61	405		1840	2245	2767	2369	5136
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	
		71	1885		1830	3715	2955	1518	4473
	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	
	81	1575		1900	3475	2955	2067	5022	
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	
		91	2265		1620	3885	3030	1680	4710
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	

	101	1465		1780	3245	3063	1399	4462	
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	AM
	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	
		111	95		1860	1955	3090	2046	5136
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	ApM
	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	
		121	235		1720	1955	3435	1766	5201
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	
	131	715		1610	2325	3004	2003	5007	
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	
	141	105		1520	1625	3133	1766	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	
		151	1005		1670	2675	3112	2002	5114
	152	8625	5950	1730	10355	3198	1916	5114	

Chant 16	153	20515	10160	1680	22195	3456	1529	4985	ApM
	154	37535	15340	1700	39235	3176	1981	5157	
	155	43205	3970	1660	44865	3392	1311	4703	
	156	49905	5040	1760	51665	3392	1615	5007	
	157	58875	7210	1650	60525	3456	1766	5222	
	158	65525	5000	3580	69105	3069	1852	4921	
	159	76045	6940	1590	77635	3349	1636	4985	
	160	84575	6940	1760	86335	2832	2089	4921	
	161	555		1560	2115	3004	2067	5071	
Chant 17	162	22235	20120	1720	23955	3069	2153	5222	ApM
	163	34505	10550	1630	36135	3306	2174	5480	
	164	41445	5310	1570	43015	3478	1421	4899	
	165	51375	8360	1580	52955	3047	2132	5179	
	166	58305	5350	1570	59875	3284	1830	5114	
	167	64725	4850	1660	66385	3327	1572	4899	
	168	70395	4010	1610	72005	3176	2025	5201	
	169	77105	5100	1630	78735	3069	1873	4942	
	170	88475	9740	1620	90095	2918	2369	5287	
Moyenne		34563,23529	5481,614379	1700,370588	36263,60588	2974,18824	2153,423529	5127,611765	
SD		22218,51622	2677,145955	302,2361009	22256,89115	286,278261	3423,039797	3414,282679	

T1 , T2 : Temps

Ti : T2-T1

Dt : Temps initial du premier cri du chant suivant - temps final du

F1, F2 : Fréquences

dernier cri du chant précédent

Fi : F2-F1

SD: Ecart type

ApM: Moment d'enregistrement dans les après midi

AM : Moment d'enregistrement dans les avant midi

ANNEXE III:

Tableau III : Paramètres vocaux du troisième type de cri de *Halcyon senegalensis* (Halcyon C)

Spectrogramme	Cris	T1	Dt	Ti	T2	F1	Fi	F2	Moment
	1	275		100	375	3644	1314	4958	
	2	425	50	18	443	3504	1303	4807	
	3	515	72	50	565	3515	1313	4828	
	4	605	40	70	675	3515	1249	4764	
	5	725	50	50	775	3493	1271	4764	
	6	815	40	80	895	3401	1395	4796	
	7	905	10	70	975	3515	1141	4656	
	8	1005	30	130	1135	3816	926	4742	
	9	3405	2270	90	3495	3246	1669	4915	
	10	3525	30	80	3605	3321	1637	4958	
	11	3645	40	50	3695	3321	1497	4818	
	12	3705	10	100	3805	3526	1162	4688	
	13	3845	40	70	3915	3440	1195	4635	
	14	3945	30	70	4015	3526	1141	4667	
	15	4065	50	130	4195	3472	553	4025	
	16	6775	2580	40	6815	3741	1432	5173	
	17	6905	90	90	6995	3763	1238	5001	
	18	7005	10	170	7175	3547	1411	4958	
	19	7185	10	10	7195	3773	1174	4947	AM
	20	7205	10	70	7275	3827	1120	4947	
	21	7315	40	50	7365	3763	1281	5044	
	22	7415	50	40	7455	3687	1346	5033	
	23	7515	60	60	7575	3676	1206	4882	
	24	7625	50	140	7765	3623	1259	4882	
	25	10235	2470	90	10325	3644	1303	4947	
	26	10365	40	50	10415	3655	1227	4882	
	27	10455	40	70	10525	3730	1174	4904	
	28	10565	40	70	10635	3655	1163	4818	
	29	10668	33	47	10715	3719	1163	4882	
	30	10745	30	90	10835	3450	1368	4818	
	31	10875	40	120	10995	3461	1227	4688	
	32	13865	2870	80	13945	3461	1464	4925	
	33	13985	40	50	14035	3418	1443	4861	
	34	14085	50	70	14155	3558	1281	4839	
	35	14195	40	90	14285	3666	1066	4732	
	36	14295	10	50	14345	3590	1120	4710	
	37	14395	50	140	14535	3461	1271	4732	
chant 2	38	275		100	375	3644	1314	4958	AM

Chant 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	95		80	175	3310	1809	5119	
	49	195	20	80	275	3310	1809	5119	
	50	285	10	60	345	3321	1518	4839	
	51	375	30	70	445	3375	1486	4861	AM
	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	1485	740	100	1585	3396	1454	4850

Chant 4

56	1615	30	30	1645	3321	1724	5045
57	1705	60	60	1765	3375	1443	4818
58	1795	30	50	1845	3353	1454	4807
59	1895	50	40	1935	3224	1604	4828
60	2315	380	80	2395	3289	990	4279
61	2535	140	40	2575	3623	1421	5044
62	2635	60	30	2665	3644	1206	4850
63	2725	60	40	2765	3590	1421	5011
64	2815	50	70	2885	3623	1216	4839
65	2905	20	50	2955	3364	1691	5055
66	3605	650	60	3665	3580	1271	4851
67	3705	40	50	3755	3590	1335	4925
68	3795	40	50	3845	3569	1119	4688
69	3895	50	90	3985	3364	1314	4678
70	4875	890	40	4915	3590	1131	4721
71	4965	50	30	4995	3633	1248	4881
72	5055	60	50	5105	3526	1227	4753
73	5145	40	60	5205	3332	1260	4592
74	6395	1190	70	6465	3515	1195	4710
75	6505	40	40	6545	3407	1281	4688
76	6595	50	50	6645	3504	1152	4656
77	6675	30	60	6735	3493	1174	4667
78	6775	40	70	6845	3504	1163	4667
79	7335	490	60	7395	3612	1141	4753
80	7415	20	60	7475	3407	1561	4968
81	7495	20	60	7555	3483	1518	5001
82	7565	10	50	7615	3515	1378	4893
83	7635	20	60	7695	3569	1539	5108
84	7705	10	80	7785	3526	1539	5065
85	7805	20	50	7855	3515	1378	4893
86	7895	40	50	7945	3515	1206	4721
87	7985	40	40	8025	3472	1206	4678
88	8095	70	70	8165	3472	1163	4635
89	8995	830	100	9095	3493	1411	4904
90	9105	10	60	9165	3493	1422	4915
91	9205	40	40	9245	3515	1432	4947
92	9295	50	80	9375	3526	1399	4925
93	10265	890	40	10305	3644	1367	5011
94	10355	50	70	10425	3859	797	4656
95	10455	30	50	10505	3612	1303	4915
96	10555	50	70	10625	3569	807	4376

97	11735	1110	60	11795	3547	1432	4979
98	11845	50	40	11885	3623	1281	4904
99	11925	40	40	11965	3590	1120	4710
100	12015	50	80	12095	3526	1141	4667
101	12825	730	60	12885	3353	1432	4785
102	12925	40	70	12995	3472	1238	4710
103	13015	20	60	13075	3278	1421	4699
104	13125	50	100	13225	3127	1583	4710
105	14005	780	60	14065	3493	1163	4656
106	14105	40	60	14165	3472	1195	4667
107	14195	30	60	14255	3386	1173	4559
108	14285	30	70	14355	3386	1163	4549
109	14415	60	130	14545	3536	1002	4538
110	15125	580	60	15185	3440	1475	4915
111	15235	50	30	15265	3429	1367	4796
112	15315	50	60	15375	3404	1252	4656
113	15405	30	50	15455	3493	1195	4688

114	15515	60	70	15585	3472	926	4398
115	16475	890	60	16535	3440	1528	4968
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	18015	810	60	18075	3558	1357	4915
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	19195		80	19275	3558	1249	4807
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	21315	590	50	21365	3407	1604	5011
136	21415	50	50	21465	3709	1109	4818
137	21515	50	60	21575	3569	980	4549
138	22365	790	50	22415	3526	1335	4861
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	22795	3310	1239	4549
143	22835	40	110	22945	3246	1486	4732
144	145		60	205	3149	1507	4656
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

Chant 5

AM

153	3925	2870	60	3985	2804	2078	4882
154	4035	50	50	4085	2847	1788	4635
155	4135	50	50	4185	2815	1884	4699
156	4225	40	50	4275	2912	1873	4785
157	4335	60	50	4385	2837	1970	4807
158	4435	50	60	4495	2901	1777	4678
159	4555	60	70	4625	2934	1571	4505
160	7825	3200	70	7895	2158	1884	4042
161	7965	70	80	8045	3020	1399	4419
162	8095	50	70	8165	3052	1507	4559
163	8215	50	80	8295	2944	1637	4581
164	8355	60	70	8425	3020	1798	4818
165	8495	70	70	8565	2955	1830	4785
166	8635	70	50	8685	2955	1563	4518
167	8735	50	60	8795	3052	1669	4721
168	8845	50	80	8925	2966	1529	4495
169	9095	170	40	9135	3020	1496	4516
170	9195	60	50	9245	3528	1117	4645
171	9335	90	70	9405	3633	754	4387
172	12915	3510	60	12975	2912	1832	4744
173	13006	31	39	13045	2944	1884	4828
174	13095	50	50	13145	2977	1873	4850
175	13195	50	50	13245	3009	1798	4807
176	13285	40	60	13345	2987	1788	4775
177	13395	50	40	13435	2912	1755	4667
178	13495	60	60	13555	2858	1734	4592
179	13625	70	50	13675	2837	1798	4635
180	13735	60	70	13805	2815	1927	4742
181	13885	80	50	13935	3806	592	4398
182	13985	50	60	14045	3806	753	4559

Moyenne	8878,098901	235,8079096	70,3956044	8948,494505	3417,373626	1346,093407	4763,467033
SD	6495,761671	600,0595021	80,1783067	6502,288244	300,9716181	306,3830107	177,3684759

T1 , T2 : Temps

Ti : T2-T1

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

F1, F2 : fréquences

Fi : F2-F1

SD: Ecart type

ApM: Moment d'enregistrement dans les après midi

AM : Moment d'enregistrement dans les avant midi

ANNEXE IV

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

Spect	Cris	T1	TI1	T2	F1	FI1	F2	T3	TI2	Dt	T4	F3	FI2	FI3	F4	Moment	
Chant 1	1	805	190	995	2094	3402	5496	1575	580		4605	1211	-4285	4231	5442	AM	
	2	10675	210	10885	1900	3607	5507	11425	540	6070	14375	1609	-3898	3876	5485		
	3	20355	220	20575	2061	3435	5496	21155	580	5980	24025	1458	-4038	4038	5496		
	4	30665	210	30875	2083	3413	5496	31425	550	6640	34405	1555	-3941	3909	5464		
	5	41495	200	41695	1889	3553	5442	42295	600	7090	45225	1415	-4027	4027	5442		
	6	54375	200	54575	2018	3435	5453	55115	540	9150	58045	1308	-4145	4037	5345		
	7	65665	220	65885	2029	3467	5496	66415	530	7620	69385	1254	-4242	4242	5496		
	8	75975	230	76205	1943	3467	5410	76755	550	6590	79755	1168	-4242	4306	5474		
	9	86325	240	86565	1986	3445	5431	89055	490	8570	92045	1760	-3671	3747	5507		
	10	97995	2200	100195	2040	3402	5442	100765	570	5950	101725	1319	-4123	4064	5383		
		11	685	200	885	2040	3381	5421	1425	540		4395	1415	-4006	4038		5453
Chant 2	12	10975	220	11195	1943	3445	5388	11765	570	6580	14765	1297	-4091	4091	5388	AM	
	13	23335	210	23545	1954	3488	5442	24065	520	8570	27025	1792	-3650	3586	5378		
	14	33015	200	33215	2040	3424	5464	33775	560	5990	36775	1362	-4102	4048	5410		
	15	55015	210	55225	2104	3349	5453	55825	600	18240	58675	1491	-3962	3950	5441		
	16	65425	230	65655	2018	3370	5388	66175	520	6750	69225	1340	-4048	4070	5410		
	17	75655	210	75865	1900	3553	5453	76355	490	6430	79195	1458	-3995	3963	5421		
	18	83625	210	83835	1975	3392	5367	84335	500	4430	87165	1437	-3930	4005	5442		
	19	94995	210	95205	2008	3423	5431	95775	570	7830	98705	1372	-4059	3962	5334		
	20	107095	210	107305	1921	3500	5421	107845	540	8390	110705	1329	-4092	4135	5464		
		21	335	220	555	1975	3521	5496	1125	570		3985	1458	-4038	4016		5474
	Chant 3	22	12165	200	12365	2040	3402	5442	12905	540	8180	15825	1319	-4123	4145		5464
23		23285	210	23495	1943	3542	5485	24045	550	7460	26975	1577	-3908	3865	5442		
24		33835	200	34035	1943	3402	5345	34585	550	6860	37545	1329	-4016	4124	5453		
25		45425	220	45645	1975	3467	5442	46165	520	7880	49065	1695	-3747	3747	5442		
26		59985	210	60195	2008	3488	5496	60785	590	10920	63625	1415	-4061	4027	5442		
27		71895	200	71895	2029	3467	5496	72465	570	8070	75255	1674	-3822	3811	5485		
28		106695	50	106745	1954	3477	5431	106815	70	31440	109525	1429	-4002	4024	5453		
29		119055	120	119175	1319	4134	5453	119775	600	9530	122395	1308	-4145	4048	5356		
30		131415	210	131625	1943	3600	5543	132135	510	9020	134715	1631	-3912	3833	5464		
		31	695	210	905	2008	3434	5442	1435	530		4365	1792	-3650	3704	5496	
Chant 4		32	12055	150	12205	2126	3316	5442	12735	530	7690	15735	1383	-4059	4070	5453	ApM
	33	22315	220	22535	1943	3456	5399	23095	560	6580	26055	1286	-4113	4048	5334		
	34	34665	210	34875	1965	3488	5453	35415	540	8610	38385	1781	-3672	3693	5474		
	35	44325	210	44535	2018	3403	5421	45095	560	5940	48065	1372	-4049	4010	5382		
	36	66425	120	66545	2083	3391	5474	67155	610	18360	69945	1771	-3703	3671	5442		
	37	76745	240	76985	2061	3327	5388	77495	510	6800	80475	1469	-3919	3898	5367		
	38	86985	190	87175	1889	3553	5442	87685	510	6510	90595	1415	-4027	3963	5378		
	39	94945	200	95145	1965	3391	5356	95645	500	4350	98445	1426	-3930	3951	5377		
	40	106315	210	106525	2018	3403	5421	107095	570	7870	110015	1340	-4081	3984	5324		
		Moyenne	54637,75	250,75	54888,5	1978,78	3465,33	5444,1	55424,25	535,75	8581,667	58280,25	1455,5	-3988,8	3973,925	5429,425	
		SD	37196,047	318	37249,562	123,121	128,266	43,7949	37227,71	81,803	4865,385	37108,513	169,693	162,312	158,8021	50,74415	

T1, T2, T3, T4 : 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 : fréquences

FI : F2-F1

SD : Ecart type

ApM : Moment d'enregistrement dans les après midi

AM : Moment d'enregistrement dans les avant midi