

Le Programme EDULINK :  
les partenariats ACP-EU dans le domaine de l'enseignement supérieur



## Supporting Cooperation for Research and Education

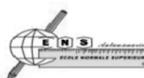
Contrat N. : 9-ACP-RPR-118#36  
31 DECEMBRE 2008-31 DECEMBRE 2011



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ANIMAL  
ET DE L'HOMME  
UNIVERSITE DE TURIN  
Italie



FACULTE DE SCIENCE  
UNIVERSITE DE MAHAJANGA  
Madagascar



ECOLE NORMALE SUPERIEURE  
UNIVERSITE D'ANTANANARIVO  
Madagascar



FACULTE DE SCIENCE ET TECHNIQUE  
UNIVERSITE DES COMORES  
Union des Comores

## MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPÔME DE MASTER

*Étude de la distribution géographique avec  
estimation de la population actuelle pour  
l'identification de stratégies de recherches  
appropriées à la conservation de l'*Otus capnodes**

Présente par :

**Mr. M'MADI Soufiani**

Date : le 28 / 06 / 2012

*Président de jury : Professeur Cristina Giacoma*

*Juge : Professeur Rivoaharinala RAZOANARIVO*

*Rapporteur : Docteur Giovanni Boani*

*Examineur :*

## **Remerciements**

*Cette œuvre est le fruit de la collaboration entre quatre Universités : Turin, Antananarivo, Mahajanga et Comores sous le soutien financier de l'Union européenne.*

*Ce serait ingrat et blâmable de ma part de ne glorifier le nom d'Allah, mon seigneur et seigneur des mondes, qui rien de ma vie ne lui échappe sans qu'il soit le réalisateur et le témoin.*

*Toutes mes reconnaissances, je les dois donc à tous ceux qui, de loin ou de prêt, ont facilité ou contribué à la réalisation de mes études de recherches ; ces personnes chères auxquelles de leurs conseils, de leur assistance et de leur aide en tout genre, mon travail ait pu arriver à son terme.*

*Et tout particulièrement, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :*

- *Au Professeur GIACOMA, pionnier de ce master sans lequel ce dernier n'aurait peut être pas vu le jour de très bonne heure et avec extrême efficacité.*
- *Au Docteur Ouledi Ahmed, ancien Doyen de la faculté des sciences et techniques de l'Université des Comores, pour m'avoir donné le statut d'étudiant de la faculté des sciences et pour toutes ses idées encourageantes et toutes ses conseils judicieuses.*
- *Au Coordinateur du projet ECDD, Mr. Hugh Doulton, pour m'avoir accueillie dans son projet et soutenu moralement et financièrement, en mettant à ma disposition tous les moyens nécessaires, tout au long de mes travaux de recherche sur terrain durant quatre mois.*
- *À mon encadreur pédagogique, Mr. Giovanni Boani, pour n'avoir jamais cessé de me guider et m'orienter dans la bonne voie pour un travail correcte et fructueux.*
- *À Mme. Katie Green, pour m'avoir intégrer dans son équipe de suivi-écologique du projet ECDD et encadrer jusqu'au bout de mes recherches.*

- *À Mlle. Bronwen Daniel, encadreur technique, pour m'avoir assisté, encouragé et orienté sans cesse jusqu'au terme de mes recherches.*
  - *À toute l'équipe de suivi écologique du projet ECDD je cite Mr. Amelaïd Houmadi, Mr. Ishaka Saïd, Mr. Daniel et Mlle. Bronwen Daniel, pour m'avoir accompagné et soutenu inlassablement durant mes quatre mois de stage à Anjouan. Toutes les données que j'ai pu collecté sur terrain c'est grâce à eux.*
  - *Le Projet SCORE, sous le patronage de l'Union européenne, pour sa coordination et son engagement financier envers ce projet d'études pour l'enseignement supérieur. Ce Master International en Développement Durable et Conservation de la Biodiversité à l'Université des Comores en est l'un de ses œuvres.*
  - *À toute l'équipe d'étudiants de Master International en DDCB à l'Université des Comores pour une solidarité et fraternité sans commune mesure, clés de ma réussite dans ce master.*
  - *À mon collègue Artadji Attoumane pour m'avoir aidé dans l'analyse des données.*
  - *À mes meilleurs amis Mohamed Soudjay et Awardine Mohamed pour m'avoir accompagné et soutenu sans relâche dans mon chemin difficile en me couvrant souvent de leurs ailes pour ne sentir mes peines.*
  - *À tous les enfants du KALAM, mes amis et toute ma famille pour m'avoir soutenu et encourager en me comblant d'espoir dans les moments les plus difficiles de ma vie.*
-

# LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

## FIGURES

---

Figure 1 : Position de l'île d'Anjouan par rapport aux autres îles de l'Archipel des Comores..	4
Figure 2 : Courbe des moyennes mensuelles des températures .....	6
Figure 3 : Variations des moyennes mensuelles des précipitations d'Anjouan.....	7
Figure 4 : Systématique de l' <i>Otus capnodes</i> .....	9
Figure 5 : Photo d'un couple d' <i>Otus capnodes</i> perchés sur une fougère arborescente.....	10
Figure 6 : Carte représentative des sites et transects.....	12
Figure 7 : Méthode de mesure de la distance sur un point d'écoute .....	15
Figure 8 : Nombre de petits-duc par rapport aux points d'écoute à l'habitat l'élévation .....	19
Figure 9 : élévation par rapport au point d'écoute.....	20
Figure 10 : Évaluation du nombre de petit-duc par rapport à l'élévation et l'habitat dominant .....	21
Figure 11 : enregistrement de petit-duc par rapport au temps avant et après playback .....	22
Figure 12 : Distance radiale.....	22
Figure 13 : évaluation du nombre de petit-duc par rapport à la distance radiale .....	23
<b>Figure 14</b> : Carte représentative des différents types d'habitat et des points d'écoute .....	24
Figure 15 : Taux de rencontre de petit-duc pour chaque type d'habitat .....	26
Figure 16 : Photo d'une forêt naturelle.....	26
Figure 17 : Photo d'une forêt sévèrement dégradée .....	27
<b>Figure 18</b> : Photo d'une agroforesterie.....	27
Figure 19 : Photo d'une plantation .....	26
Figure 20 : Nombre de petit-duc par rapport au temps .....	27
Figure 21 : Nombre de petit-duc par rapport à la canopée.....	28
Figure 22 : carte de distribution avec comptage de petit-duc dans la saison de pluie .....	29

---

## TABLEAUX

---

Tableau I : Points d'écoute répartis dans les différents types d'habitat .....	18
Tableau II : Nombre de petits-duc évalués par rapport aux points d'écoute et à l'habitat.....	25
Tableau III : Estimation de la densité de l'Otus capnodes.....	30

## LISTE DES ACRONYMES

ANACM	: Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie
BCSF	: Bristol Conservation and Science Foundation
DNEF	: Direction Nationale de l'Environnement et des Forêts
DWCT	: Durrell Wildlife Conservation Trust
ECDD	: Engagement Communautaire pour le Développement Durable
FAO	: Food and Agriculture Organization, une organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
IUCN	: Programme de prévention des extinctions des espèces
PNUD	: Programme des Nations – Unis pour le Développement

## RESUME

L'île d'Anjouan, comme l'ensemble des Comores, présente une biodiversité en faune aviaire marquée par un endémisme riche et menacé. La raison évidente à cette perte croissante de la biodiversité est la dégradation accélérée des habitats forestiers. *L'Otus capnodes* ou petit-duc d'Anjouan, récemment découvert par SAFFORD en 1992, figure parmi les espèces classées dans la liste rouge de l'IUCN comme espèce en danger critique. Cette étude s'avère indispensable car elle offre à un public large (enseignants – chercheurs, étudiants, gestionnaires en biodiversité, ...) la possibilité de s'informer des connaissances actuelles sur la distribution et la densité de la population et aussi des stratégies de recherches appropriées pour la conservation de l'espèce.

C'est pourquoi des études sur la distribution et l'estimation de la densité de la population de *Otus capnodes* de Novembre 2010 à Mai 2011 (saison de pluie) ont été réalisées pour compléter celles de LLOYD de Mai à Octobre 2010 (saison sèche). Les points d'écoute ou points de comptage ont été choisis comme méthode efficace et mieux adaptée pour le comptage des individus à travers tous les différents habitats de l'île. La mise en place de la carte de distribution de l'espèce a été faite à partir des logiciels Mapsource, Google Earth et Google Pro et l'estimation de la densité manuellement et par le logiciel de Distance.

Ainsi, ces études ont révélé la présence de l'espèce avec un pourcentage élevé dans les forêts dégradées (44,67%) et naturelles (20,3%) et beaucoup moins dans les plantations (17,76%) et agroforesteries (17,25%). Le nombre total de petit-duc enregistrés est environ 394. La densité est de 0.6 individus par hectare.

Il a été nécessaire alors de réaliser cette étude afin de réévaluer le statut de distribution et la densité de la population de *Otus capnodes* pour donner une nouvelle vision susceptible d'atténuer voire ressortir son image d'«espèce en danger critique».

## ABSTRACT

The island of Anjouan, like all the islands of the Comoros Archipelago, presents a rich biodiversity in bird's fauna endemic and threatened. The obvious reason to this increasing loss of biodiversity is the accelerated deterioration of the forest habitats. *Otus capnodes* or Anjouan small duke, recently discovered by SAFFORD in 1992, appears among species classified in the red list of the IUCN as critical endangered species. This survey proves to be indispensable because it offers a large public (teachers' researchers, students, managers in biodiversity...) the possibility to inquire about the present knowledge on the distribution and the density of the population and also of the suitable research strategies for the conservation of the species.

It's why studies about distribution and population density estimate of *Otus capnodes* have been made on November 2010 to May 2011 (rain season) to complete those of LLOYD made on May to October 2010 (dry season). Point counts have been chosen as the efficient and better method adapted for the counting of individuals throughout all different habitats of the island. The working out of species distribution card has been made with Map sources, Google Earth and Google Pro software's and the evaluation of the density manually and by the Distance software.

Thus, these studies reveal the presence of the species with a percentage raised in the damaged forests (44.67%) and natural forest (20.3%) and lower less in plantations (17.76%) and agroforestry (17,25%). The total number of small duke recorded is about 394 individuals. The density is 0.6 individuals by hectare.

It was then necessary to achieve this survey in order to revalue the statute of distribution and the density of the population of *Otus capnodes* to give a new vision susceptible to attenuate or to take out his awful image of 'critical endangered species'.

# Table des matières

I.	INTRODUCTION .....	1
II.	Méthodologie .....	4
II-1.	Milieu d'étude .....	4
1.	Situation géographique .....	4
2.	Description physique .....	5
3.	Climat.....	5
4.	Caractéristiques de la forêt et de la biodiversité .....	7
5.	Situation démographique.....	8
6.	Situation économique .....	8
III-1.	Présentation de l'espèce étudiée.....	9
7.	Position systématique .....	9
8.	Description de l'espèce étudiée .....	10
III-1.	Méthodes .....	11
9.	Période d'étude sur terrain .....	11
10.	Sites et transects avec justification .....	11
11.	Choix des sites et transects .....	12
IV-1.	Méthode d'échantillonnage par transect.....	12
12.	Description de transect .....	12
13.	Rôle et choix du transect.....	13
14.	La marche .....	13
VI-1.	Point d'écoute ou point de comptage.....	13
15.	Description générale .....	13
16.	Rôle et choix .....	13
17.	Dénomination et positionnement.....	14
18.	Point d'écoute : heure de début et durée.....	14
19.	Comment retrouver le point d'écoute .....	14
20.	Principe et déroulement du point d'écoute / collecte de données .....	14
21.	Méthode de mesure de la distance radiale.....	15
VII-1.	Méthode d'analyse des données .....	15
22.	Statistiques descriptives.....	15
23.	Statistique analytique.....	16
24.	Taux de rencontre .....	16

25.	Abondance relative .....	17
26.	Superficie au km <sup>2</sup> .....	17
27.	Estimation de la densité .....	17
III.	RESULTATS.....	18
VIII-1.	Résultats de comptage .....	18
28.	Points d'écoute et enregistrement (échantillonnage) .....	18
29.	Altitude .....	19
30.	Le playback .....	21
31.	La distance radiale .....	22
VIII-1.	Habitats et distribution .....	23
IXI-1.	Le temps et la couverture végétale [temps, vent, pluie, % canopée).....	26
32.	Le temps .....	26
33.	La couverture végétale ou canopée .....	27
XI-1.	Densité ou estimation de la population .....	28
34.	Résultats généraux (de l'île d'Anjouan et par rapport aux autres îles avoisinantes).....	28
35.	Densité et menaces .....	29
IV.	DISCUSSION .....	31
XII-1.	Habitats et distribution géographique .....	31
XIII-1.	Playback.....	32
XIII-1.	Altitude .....	32
XVI-1.	Densité et estimation de la population.....	32
XVI-1.	Menaces .....	33
XVII-1.	Identification des stratégies appropriées à la conservation .....	34
V.	Conclusion .....	35
VI.	Bibliographie.....	38
VII.	REFERENCES NUMÉRIQUES.....	40
VIII.	ANNEXES.....	41

## I. INTRODUCTION

L'Union des Comores fait partie des 20 îles ou archipels caractérisés, à l'échelon mondial, par un endémisme remarquable de leur biodiversité (CALEDECOTT *et al.*, 1996) et classé ainsi parmi les zones de conservation d'importance mondiale (MARSH *et al.*, 2010). Dans l'île d'Anjouan, la déforestation et érosion accélérées sont les principales menaces de la biodiversité (SAÏD, 2000 & 2009). De fortes menaces pèsent énormément sur la biodiversité. Cela est dû aux fortes pressions anthropiques d'une population à croissance démographique galopante (MARSH *et al.*, 2010).

En termes de biodiversité, la faune aviaire, comme l'ensemble de la faune, des Comores est faible en nombre d'espèces (LOUETTE, 2004), en revanche, elle connaît un taux élevé de l'endémicité, ce qui est remarquable par une distribution importante des oiseaux (Birdlife International, 2008). Parmi les 19 espèces et sous espèces endémiques de l'avifaune d'Anjouan, 9 espèces et sous espèces lui sont proprement endémiques (LOUETTE *et al.*, 2008). Dans cette liste figure l'*Otus capnodes* (petit-duc d'Anjouan) qui était supposé éteinte jusqu'à sa découverte récente en Juin 1992 (SAFFORD, 1993). La déforestation accélérée et la capture de certains individus par la population environnante constituent des principales menaces pour cette espèce, estimée entre 100 et 200 couples (SAFFORD, 1993).

Selon des études récentes, faites en 2010, le nombre d'individus de petit duc enregistrés est estimé à 4950 (LLOYD, 2010). Cela peut être une preuve pour faire plus d'études sur cette espèce (LLOYD, 2010).

L'*Otus capnodes* est un oiseau nocturne se nourrissant à base d'insectes (MARCHEZI & FABRIZIO 2005). L'espèce habite généralement en altitude (au delà de 800m) dans les restes de la forêt (SAFFORD, 1993), dans la forêt dégradée tout comme dans les champs de plantation proches de la forêt dégradée (LLOYD, 2010).

Le petit duc d'Anjouan, par sa population réduite et qui décline au fur et à mesure que la forêt est détruite, est extrêmement menacée et ainsi inscrite comme en danger critique selon la liste rouge de l'IUCN (IUCN, 2011). Cependant, peu de données scientifiques existent encore sur le petit-duc d'Anjouan comme pour les autres îles de la région de l'Océan Indien (FUCHS *et al.*, 2008). C'est pourquoi le

choix de ce sujet paraît pertinent et nécessaire du moment où il pourrait apporter une contribution importante pour une conservation éventuelle de cette espèce.

Le but de cette étude est d'obtenir une estimation actuelle de la population et une carte de distribution de l'*Otus capnodes*. Et à partir de ces informations, essayer d'identifier les stratégies de recherches possibles basées sur la conservation de cette espèce. Ainsi nous espérons qu'un suivi écologique durant la saison chaude et humide, de Novembre à Avril, pourrait nous conduire à atteindre les objectifs suivants : estimation de la population et la distribution des points de comptage ainsi que l'identification de recherches appropriées à la conservation de l'*Otus capnodes*. Ces recherches complètent celles effectuées par LLOYD durant la saison sèche et fraîche, de Mai à Octobre 2010.

Afin d'obtenir des données sur la distribution géographique du petit-duc pour la mise en place d'un modèle d'habitat approprié à cette espèce, une étude fut réalisée dans la saison sèche, de Mai à Octobre 2010, par LLOYD. Et pour compléter les données de LLOYD en étendant les recherches sur la distribution et l'estimation de la densité de la population pour l'identification de stratégies de recherches appropriées à la conservation de l'*Otus capnodes*, une étude fut réalisée dans la saison de pluie, de Novembre 2010 à Avril 2011. Les deux études réalisées dans les deux saisons, sèche et humide, ont été menées dans les mêmes sites ou presque.

Cette étude a été menée avec le projet Engagement Communautaire pour le Développement Durable (ECDD), un projet de Bristol Conservation et Science Foundation (BCSF) en collaboration avec Durrell Wildlife Conservation Trust, Imperial College London et l'Université des Comores. Et son financement vient de la part du Programme de Prévention des Extinctions de Birdlife International.

Les questions qui se posent sont les suivantes :

- *Otus capnodes*, espèce endémique d'Anjouan, est-elle vraiment menacée d'extinction au point d'exiger une conservation urgente ?
- Quels sont les causes probables et la nature de la menace relative à la vie de cette espèce ?

Ainsi, des hypothèses sont à élucider afin de répondre à cette problématique.

- L'*Otus capnodes* pourrait être une espèce dépendante de l'altitude et de la forêt naturelle.

- La destruction accélérée de l'habitat naturel de cette espèce due à la déforestation au profit de l'agriculture pourrait être une grande menace pour sa distribution et cause probable de la réduction de la densité de sa population actuelle.

Ce présent travail est organisé en quatre parties :

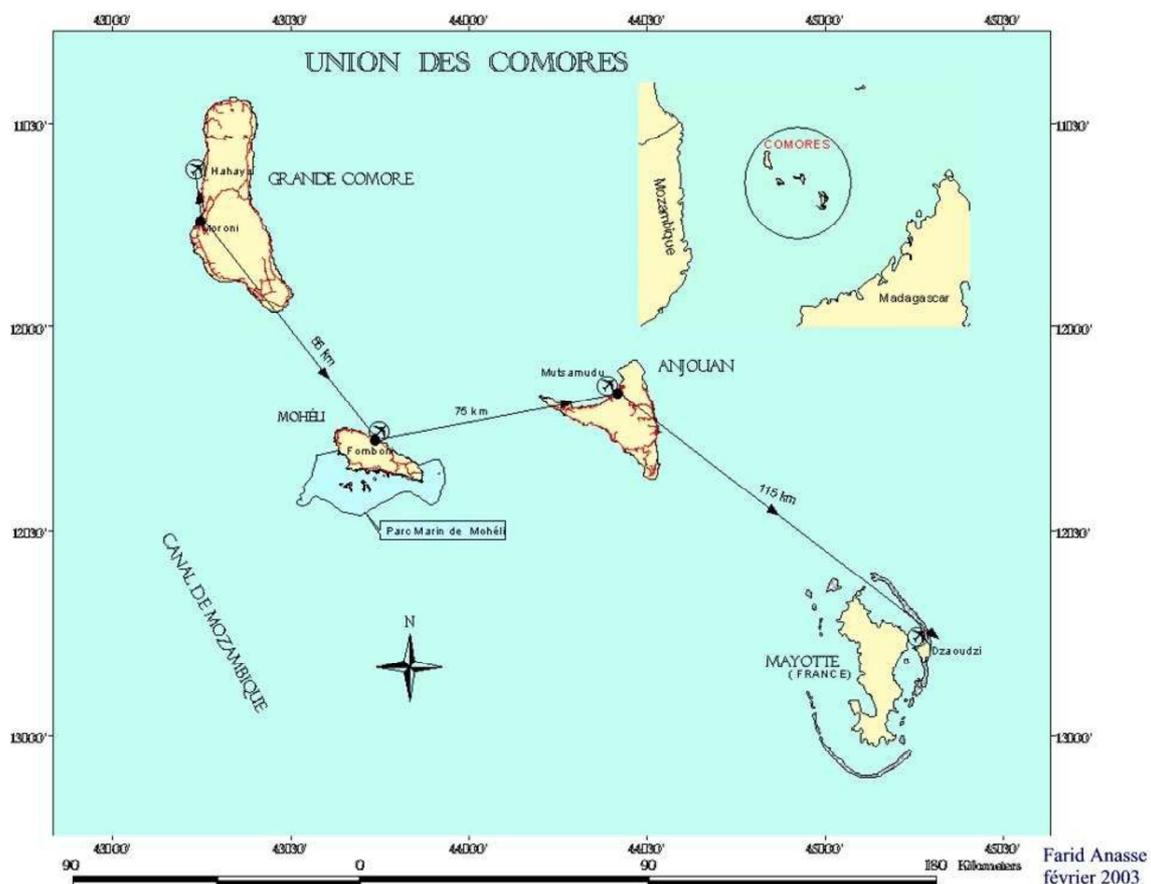
- La première partie comprend les sites (ou milieux) d'études : situation géographique et géodésique, hydrographie, climat, caractéristiques de la forêt et de la biodiversité, situation démographique et économique ainsi que la présentation de l'espèce ;
- La deuxième partie présente les méthodes adoptées pour cette étude ;
- La troisième partie est consacrée aux résultats des travaux et aux interprétations ;
- La quatrième partie est réservée pour la discussion

## II. Méthodologie

### II-1. Milieu d'étude

#### 1. Situation géographique

Anjouan est une des quatre îles volcaniques de l'archipel des Comores, la deuxième île, après la Grande-Comores, en termes de superficie, de l'ordre de 424 km<sup>2</sup> (KASSIM, S. 2002). Elle est située presque à mi-distance entre Grande Comore, en dessus, et Mayotte, en dessous, décalée un peu à l'Est de Mohéli, la plus petite île, d'une distance de 75Km (voire carte ci – dessous) (DNEF 2003).



**Figure 1** : Position de l'île d'Anjouan par rapport aux autres îles de l'Archipel des Comores  
(Source : carte faite par Farid Anasse Février 2003)

## **2. Description physique**

### ***a. Relief***

De forme triangulaire, c'est une île caractérisée par un relief accidenté, constitué de montagnes avec de nombreuses crêtes et quelques pics et des vallées aux versants abrupts. Deux sommets culminent l'île: le mont Trindrini (1474m) et le mont Tringui (1595m) (Direction Nationale de l'Environnement et des Forêts, DNEF, 2006).

### ***b. Hydrographie***

Un réseau hydrogéographique, dont sa densité dépend de ses rivières permanentes, prenant source au grand lac de Dzilandzé, au pied du mont Tringui, arrose et fertilise l'île (DNEF, 2006).

### ***c. Pédologie et géologie***

Les sols, bien que d'origine volcanique, sont latéritiques et d'une grande importance en matière de fertilité. Cependant, à découvert et superficiels, ils sont facilement érodés lorsqu'ils sont dénudés sous l'effet de la déforestation accélérée pour se transformer en terres incultes ou padzas (Ali Soilihi. M, PNUD 2007).

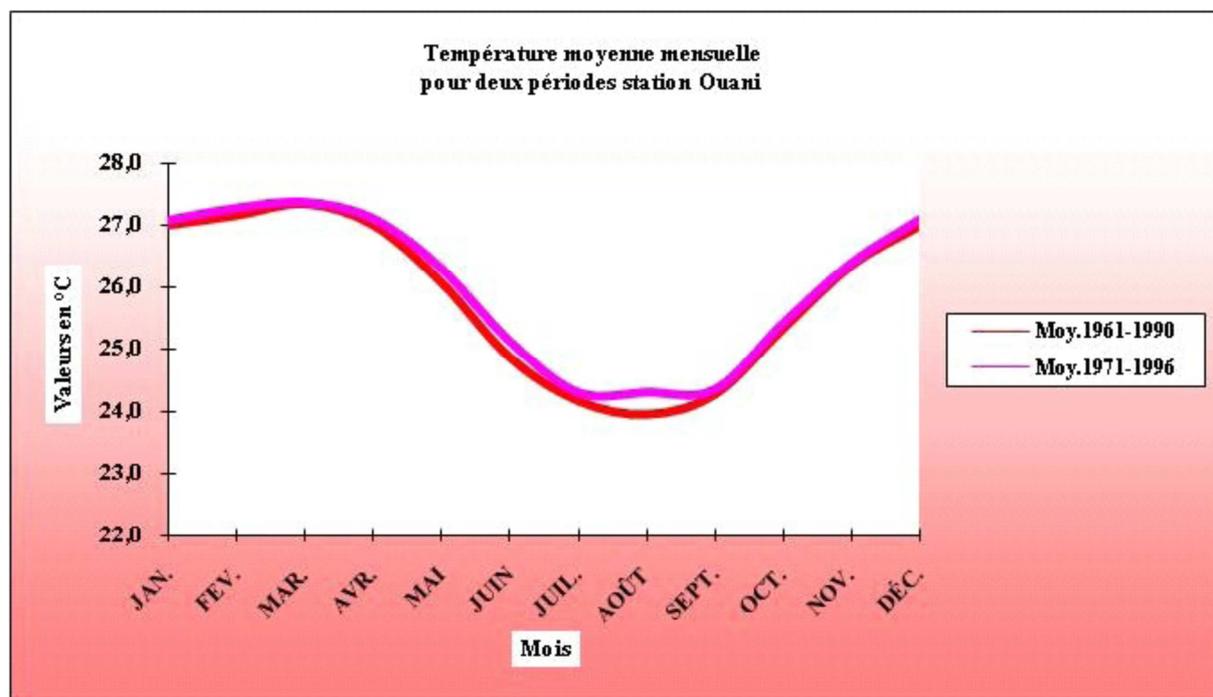
## **3. Climat**

De type tropical humide sous influence océanique, le climat est caractérisé par deux saisons, l'une chaude et pluvieuse de Novembre à Avril et l'autre plus fraîche et moins humide de Mai à Octobre (BACAR DOSAR.M, & ROBY. D, 2000).

### ***d. Variations des moyennes mensuelles des paramètres climatiques***

### ***i. Températures***

D'après les données climatiques relevées dans la ville d'Ouani, située au Nord – Ouest de l'île d'Anjouan (voire figure 2), la température moyenne annuelle est d'environ 26°C. Le mois de Mars est le mois le plus chaud de l'année, dépassant les 27°C. Et les mois les plus froids sont ceux de Juillet, Aout et Septembre avec une température moyenne mensuelle d'environ 24°C (voire tableau annexe 1).

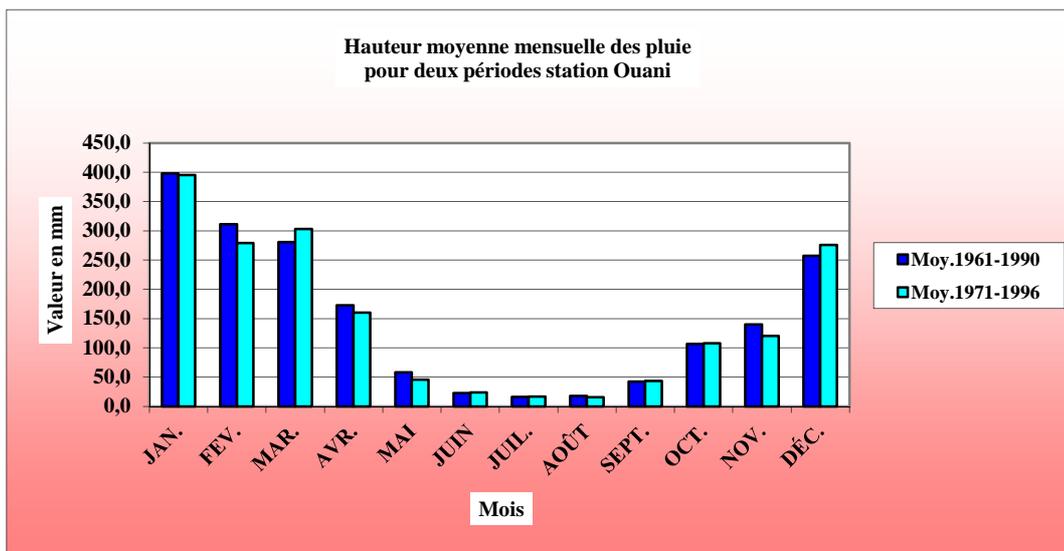


**Figure 2 :** Courbe des moyennes mensuelles des températures

(Source : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACM), stationnée à Moroni)

### ***ii. Précipitation***

La pluviométrie annuelle est d'environ 1806,8 mm, résultant de la moyenne des deux périodes (1961 – 1990 et 1971 et 1996). Le mois de Janvier reste le moi le plus arrosé de l'année, frôlant la barre des 400 mm de pluie. Tandis que les mois de Juin, Juillet et Aout sont les moins arrosés, variant entre 15 et 25mm de pluie (voire figure 3 et tableau annexe 2).



**Figure 3 :** Variations des moyennes mensuelles des précipitations d'Anjouan  
(Source : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACM), stationnée à Moroni)

#### 4. Caractéristiques de la forêt et de la biodiversité

##### e. *Écosystèmes forestiers*

L'île d'Anjouan abrite plusieurs écosystèmes forestiers dont une forêt de montagne, généralement trop humide pour la production de cultures vivrières, une forêt humide, en très forte régression par les pressions anthropiques, une forêt de mangrove, située principalement sur les côtes et les cultures arborescentes et surfaces boisées (KASSIM.S, 2002).

##### f. *Biodiversité*

Anjouan, comme l'ensemble des îles de l'archipel des Comores, recèle des ressources naturelles et une biodiversité riche nécessitant une gestion durable et une conservation d'une importance capitale. Des espèces telles que la Roussette de Livingstone (*Pteropus livingstonii*), le Petit-duc (*Otus capnodes*) et le Maki (*Eulemur mongoz*) abritant dans l'île sont des priorités de conservation (S.A.NADJAT *et al.*, 2009).

### **g. Menaces sur la forêt et sa biodiversité**

L'île d'Anjouan a subi une forte dégradation de son environnement naturel suite à de fortes pressions anthropiques sur les milieux forestiers. Actuellement, on ne compte que quelques traces de forêt naturelle situées en haute altitude et sur des pentes raides. Cela se limite à environ 500 hectares de forêts naturelles de type ombrophile (pluvial) et néphélophile (brouillard), entourant le Mont N'Tringui, et le Mont Trindrini, ainsi que le site de Lingoni (Commission Nationale des Comores, 2007). La pression démographique et la pauvreté constituent des causes de surexploitation entraînant la dégradation de l'environnement (KASSIM.S, 2002). Et l'accélération de cette dégradation globale de la nature est la cause de la perte des éléments constitutifs de la diversité biologique (BACAR DOSAR.M, & ROBY.D, 2000).

### **5. Situation démographique**

La densité de la population est relativement élevée dans l'ensemble de l'archipel. Celle d'Anjouan est une des plus élevées au monde, de l'ordre de 321 habitants au km<sup>2</sup>. La population de l'île a passé de 188953 en 1981 à 253937 en 2000, le plus élevé de l'archipel avec un taux de croissance évalué à 0,03%. Cette population est fortement concentrée en milieu rurale avec un pourcentage de 68,3% contre 31,7% en milieu urbain (BACAR DOSAR.M, & ROBY.D, 2000).

### **6. Situation économique**

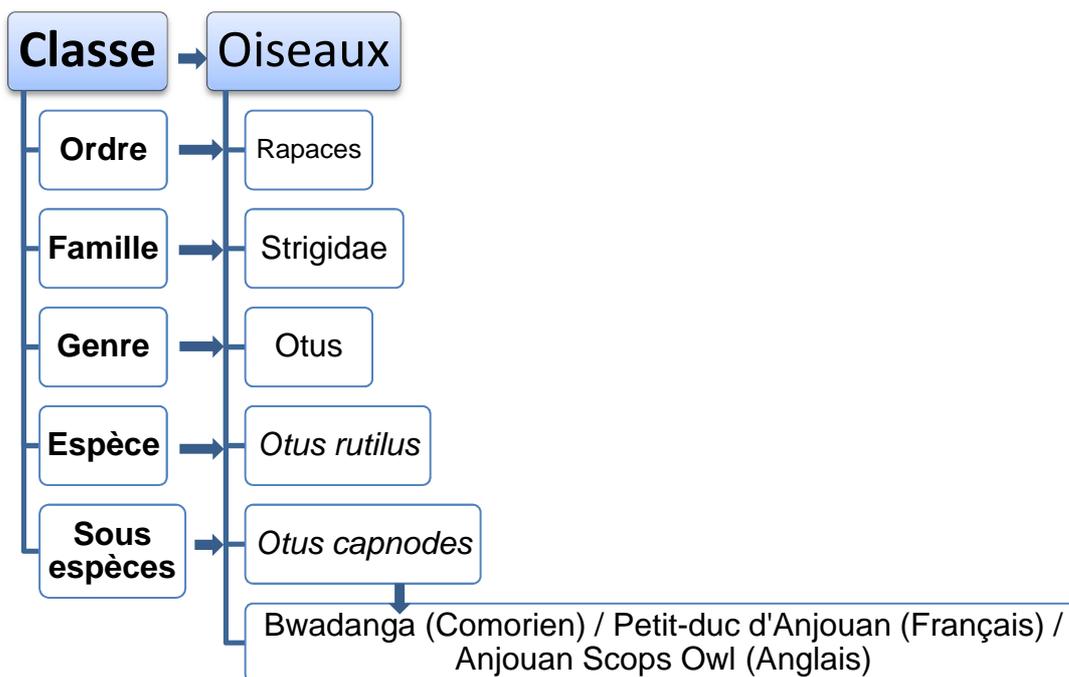
Les Comores étant un pays essentiellement agricole, la plus part des activités de subsistance de la population sont concentrées sur l'exploitation directe des ressources naturelles et de la biodiversité (Mohamed Bacar Dosar & Dominique Roby 2000). Le PIB par habitant du pays est de 37<sup>1</sup> \$ avec une incidence de la pauvreté de 50,6% (S.A. Nadjat *et al.*, 2009).

### III-1. Présentation de l'espèce étudiée

#### 7. Position systématique

Appartenant à la famille des Strigidae (Birdlife International, 2010), l'*Otus capnodes* pourrait être une sous espèce de l'*Otus rutilus* ou petit-duc de Madagascar. Car de nombreux auteurs, tels que Peters 1940, Benson 1960, Clark et al. 1978, Louette 1988 a, Marshall et King 1988, ont affirmé l'appartenance de l'*Otus capnodes* à la race de l'*Otus rutilus* (SAFFORD, 1993).

L'*Otus rutilus* ou petit-duc de Madagascar est considéré comme l'ancêtre, le groupe à l'origine du peuplement de petit-duc dans l'océan indien. Dans ce groupe, on peut citer 5 à 6 espèces : *Otus capnodes* ou petit-duc d'Anjouan, *O. mayottensis* ou petit-duc de Mayotte, *O. moheliensis* ou petit-duc de Mohéli, *Otus pauliani* ou petit-duc de la Grande – Comore, *O. rutilus* ou petit-duc de Madagascar et *O. insularis* ou petit-duc des Seychelles (FUCHS *et al.*, 2008).



**Figure 4** : Systématique de l'*Otus capnodes*

(Sources taxonomiques: Dowsett and Forbes – Watson (1993))



**Figure 5** : Photo d'un couple d'*Otus capnodes* perchés sur une fougère arborescente  
(Photo prise par Charlie Marsh).

## **8. Description de l'espèce étudiée**

### ***h. Biologie***

Mesurant entre 20 et 22 cm, l'*Otus capnodes* est un petit hibou généralement de couleur sombre (Birdlife International, 2010) avec deux colorations distinctes du plumage, l'une pâle et l'autre sombre (SAFFORD, 1993), les deux se rencontrant fréquemment ensemble (Birdlife International, 2010). Elle a la voix distincte avec un sifflement prolongé, souvent répété et séparé par de petits intervalles (Birdlife International, 2010). C'est un petit rapace nocturne se nourrissant à base d'insectes (MARCHEZI & FABRIZIO 2005). La grande majorité des hiboux et chouettes se nourrissent aussi de rongeurs, reptiles et petits oiseaux selon la disponibilité locale en matière de nourriture et la capacité de menace pour chaque espèce (ALVISATOS *et al.*, 2005).

## ***i. Écologie***

L'espèce habite généralement en altitude (au delà de 800m) dans les restes de la forêt naturelle (SAFFORD, 1993), dans la forêt dégradée tout comme dans les champs de plantation proches de la forêt dégradée (LLOYD, 2010). Elle niche dans des cavités ou trous d'arbres forestiers (SAFFORD, 1993).

### **III-1. Méthodes**

Au cours de cette étude, la méthode utilisée a été le point de comptage ou point d'écoute.

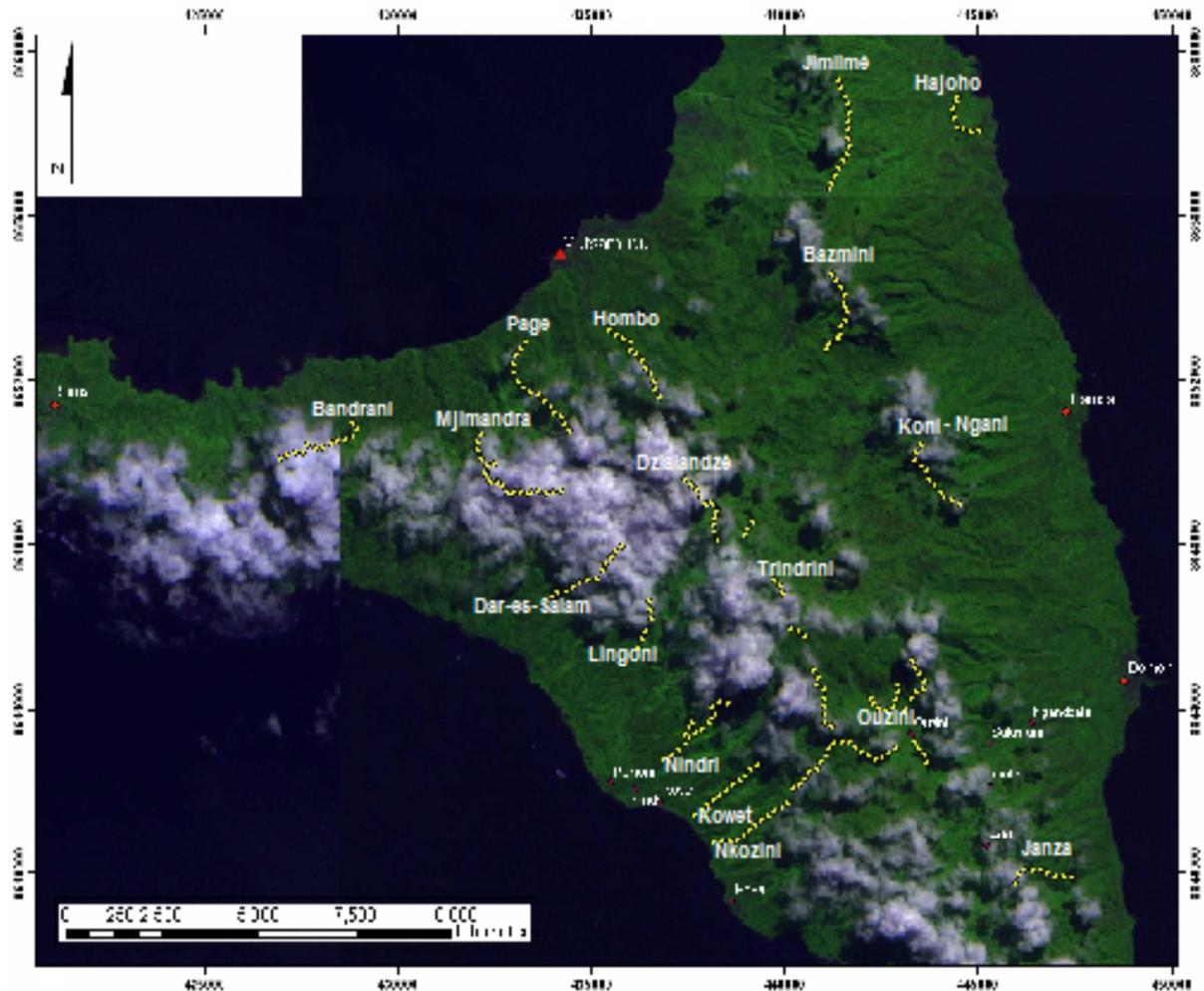
#### **9. Période d'étude sur terrain**

Cette étude s'était déroulée durant la saison chaude et pluvieuse, de Novembre 2010 à Avril 2011 après celle effectuée par LLOYD pendant la saison sèche et fraîche, de Mai à Octobre 2010.

#### **10. Sites et transects avec justification**

##### ***j. Présentation des sites***

Ces sites d'environ 18 sont répertoriés dans toute l'île, du Nord au Sud et d'Est en Ouest, en passant par le centre (voire figure ci-dessous). Chaque site pouvant compter 1 à 5 transects et caractérisé par des types d'habitat et une élévation moyenne qui lui soit propre (voire tableau annexe 2).



**Figure 6 :** Carte représentative des sites et transects

## 11. Choix des sites et transects

Le choix des sites et transects a été fait d'abord en guise de comparaison avec les études faites par S.P. LLOYD (2010) dans la saison sèche et fraîche. Mais toujours est-il que la nature du site, du point de vue élévation, habitat ou couverture végétale et répartition géographique, a beaucoup influencé sur le choix du site et des transects.

### IVI-1. Méthode d'échantillonnage par transect

#### 12. Description de transect

Le transect qui a été utilisé est une bande d'échantillonnage de forme circulaire et allongé, un peu comme un vaisseau sanguin, et dont l'observateur s'était placé le

long de la ligne axiale pour observer, à chaque 200m de distance, un point d'écoute (FAO, 2009).

### **13. Rôle et choix du transect**

La méthode de distance d'échantillonnage ou ligne de transect a été trouvée la plus utile et la plus adaptable selon la nature du terrain d'étude, notamment avec la variation de chemin, pour l'étude estimative de la densité et la taille de la population (BUCKLAND, S.T *et al.*, 2003).

### **14. La marche**

Pour parcourir une vaste étendue de terrain et pour la collecte du maximum d'informations dans un chemin variable, comme dans notre cas, relief accidenté composé de montagnes avec de pentes raides, la marche a été le moyen le plus efficace (BUCKLAND, S.T *et al.*, 2003).

## **VI-1. Point d'écoute ou point de comptage**

### **15. Description générale**

Le point d'écoute rentre dans la catégorie des méthodes de sondage ou méthodes relatives qui renseignent sur l'abondance relative des espèces d'oiseaux (FONDERFLICK, J *et al.*, 2006). Les points d'écoute, souvent nommés plans circulaires, ont été placés dans des intervalles égales le long de la ligne droite du transect (BUCKLAND, S.T *et al.*, 2003). Et en se positionnant comme un observateur immobile au centre du point d'écoute, il a fallu se fixer comme objectif d'effectuer à chaque fois le comptage en un arc de 360° autour d'une station de suivi fixe, limitée à 100m de rayon (FAO, 2009).

### **16. Rôle et choix**

En se servant des points de comptage, on peut donner des estimations sur la densité de la population (FONDERFLICK, J *et al.*, 2006). Ils donnent aussi des informations sur la distribution de l'espèce (BUCKLAND, S.T *et al.*, 2003). Le comptage aux moyens des signaux vocaux restait le moyen fiable de détection.

Étant donné que les signaux visuels étaient faibles pendant la nuit et la végétation luxuriante (FAO, 2009).

### **17. Dénomination et positionnement**

À chaque 200m du transept, s'était observé un point d'écoute. Le nom du point d'écoute a été donné en abrégant le nom de la localité suivi d'un chiffre pour différencier un transept à l'autre. Et le point sera ensuite enregistré dans le GPS.

Exemple: OU5, le nom du transept ; et OU.5.A, le 1<sup>er</sup> point d'écoute sur le transept OU5, qui veut dire transept n°5 dans la localité d'Ouzini.

### **18. Point d'écoute : heure de début et durée**

Jusqu'au mois de Février, les points d'écoutes du Petit-duc débutaient juste après le coucher du soleil, entre 18 : 30 et 19 : 00. Et chaque point d'écoute a été fixé pour une durée de 8 min (BUCKLAND, S.T *et al.*, 2003). Les points d'écoutes prenaient fin généralement vers 23h.

### **19. Comment retrouver le point d'écoute**

À l'aide du GPS, chaque point d'écoute a pu être retrouvé. Le transept et tous ses points d'écoute ont été enregistrés dans l'écran du GPS. Et dans le cas contraire, il fallait suivre le métrage ainsi que le positionnement géographique par rapport aux points pour arriver au point d'écoute choisie.

### **20. Principe et déroulement du point d'écoute / collecte de données**

Et une fois arrivé au point d'écoute choisi, il fallait s'arrêter et observer 5 minutes de silence suivi de trois minutes de Playback du son du petit-duc, temps durant lesquels chaque petit-duc vu ou entendu devait être enregistré dans une base ou fiche de données. Dans cette fiche, les données suivantes ont été relevées pour chaque point d'écoute, à savoir : le site, le point GPS code ou code du point d'écoute, les heures de début et de fin, Le code habitat, le nombre d'individus pour chaque observation, la distance radiale et la direction ou la position géographique.

## 21. Méthode de mesure de la distance radiale

Dans un point d'écoute, l'observateur s'est fixé au centre d'un cercle de rayon égal à 100 m. Et pour chaque individu vu ou entendu à l'intérieur de ce cercle, il a fallu estimer sa distance radiale, comprise entre 0 et 100m, ainsi que sa position.

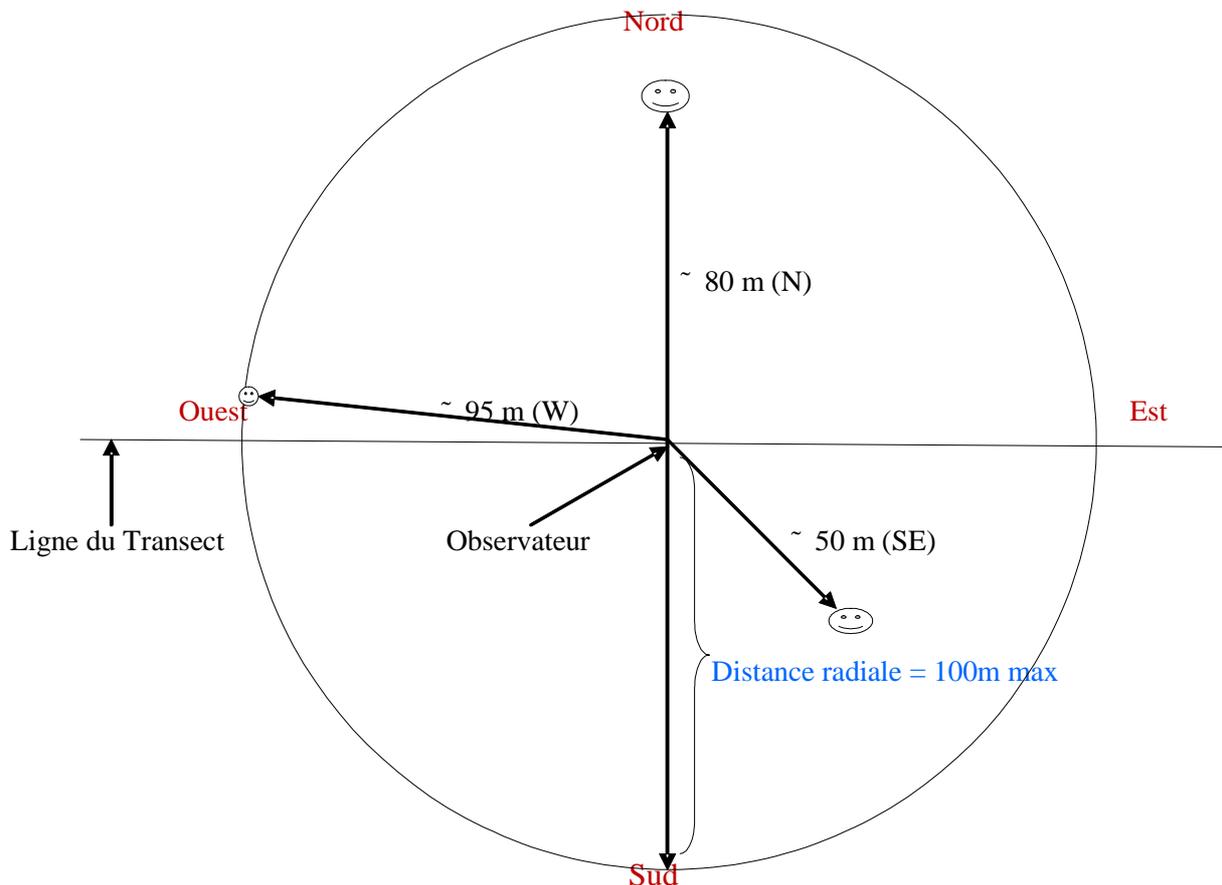


Figure 7 : Méthode de mesure de la distance sur un point d'écoute

### VII-1. Méthode d'analyse des données

#### 22. Statistiques descriptives

Dans le cadre de l'analyse descriptive, la plus grande partie a été faite avec Excel. On peut citer les techniques de calcul de la moyenne, de la somme, du maximum, du minimum et du %, la représentation des données sous forme de tableaux, de diagrammes en bâton ou circulaire, ou de graphiques en se servant souvent des tableaux croisés dynamiques.

### ***k. Moyenne arithmétiques***

**La moyenne arithmétique** ou **moyenne empirique** d'une série statistique est la moyenne ordinaire, c'est-à-dire le rapport de la somme d'une distribution d'un caractère statistique quantitatif discret par le nombre de valeurs dans la distribution. La moyenne c'est la valeur typique de l'échantillon ou de la population ( $X = E.T$ ).

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$x_i$  : Mesures d'une variable dans un échantillon

$n$  : Nombres de mesures d'une variable dans un échantillon

## **23. Statistique analytique**

La statistique analytique a été faite avec le logiciel STATISTICA

### ***I. Tests paramétriques***

Les tests tels que test t et test de corrélation ont été utilisés pour analyser les différences ou les relations qui existe entre deux paramètres.

#### ***iii. Test t***

C'est un test de comparaison des moyennes de deux échantillons. Ce test a été utilisé pour évaluer l'existence ou non d'une influence entre deux quantités comme la distance radiale et le repérage de petit-duc.

#### ***iv. Test de corrélation***

Ce sont des tests de relations linéaires. Ce test a été utilisé pour évaluer l'existence ou non d'une relation entre deux paramètres comme l'altitude et le nombre de petit-duc enregistrés.

## **24. Taux de rencontre**

On peut noter une formule qui nous a permis de calculer le taux de rencontre des petit-duc pour chaque type d'habitat :

$$\text{Taux de rencontre} = \frac{\text{Nombre total de petit - duc}}{\text{Nombre total de points d'écoute}}$$

## 25. Abondance relative

L'abondance relative  $Ar$  dans notre cas est considérée comme l'équivalent de la fréquence de comptage de petit-duc. Elle s'obtient à partir de la formule suivante :

$$Ar = \frac{r}{R} \times 100$$

$r$  : Nombre d'individus recensés dans un point d'écoute

$R$  : Nombre total d'individus recensés dans l'ensemble des points d'écoute

## 26. Superficie au km<sup>2</sup>

C'est la surface couverte par un espace donné qui se calcule comme suit :

- *Dans tout l'espace des transects*

$$A = k\pi w^2$$

$A$  : aire ou surface occupée par une population donnée

$K$  : Nombre de points d'écoute

$W$  : rayon du point d'écoute ( $w = r = 100m$ )

(BUCKLAND, S.T *et al.*, 2003)

## 27. Estimation de la densité

La densité est, par définition, le nombre d'individus au km<sup>2</sup>. Elle s'obtient à partir de la formule suivante :

$$D = \frac{n}{A}$$

$n$  : nombre de petit-duc

$A$  : la superficie au km<sup>2</sup>

(BUCKLAND, S.T *et al.*, 2003)

### III. RESULTATS

#### VIII-1. Résultats de comptage

##### 28. Points d'écoute et enregistrement (échantillonnage)

###### *m. Répartition des points d'écoute*

208 points d'écoute au total ont été observés tout au long des transects des différents sites d'études.

**Tableau I** : Points d'écoute répartis dans les différents types d'habitat

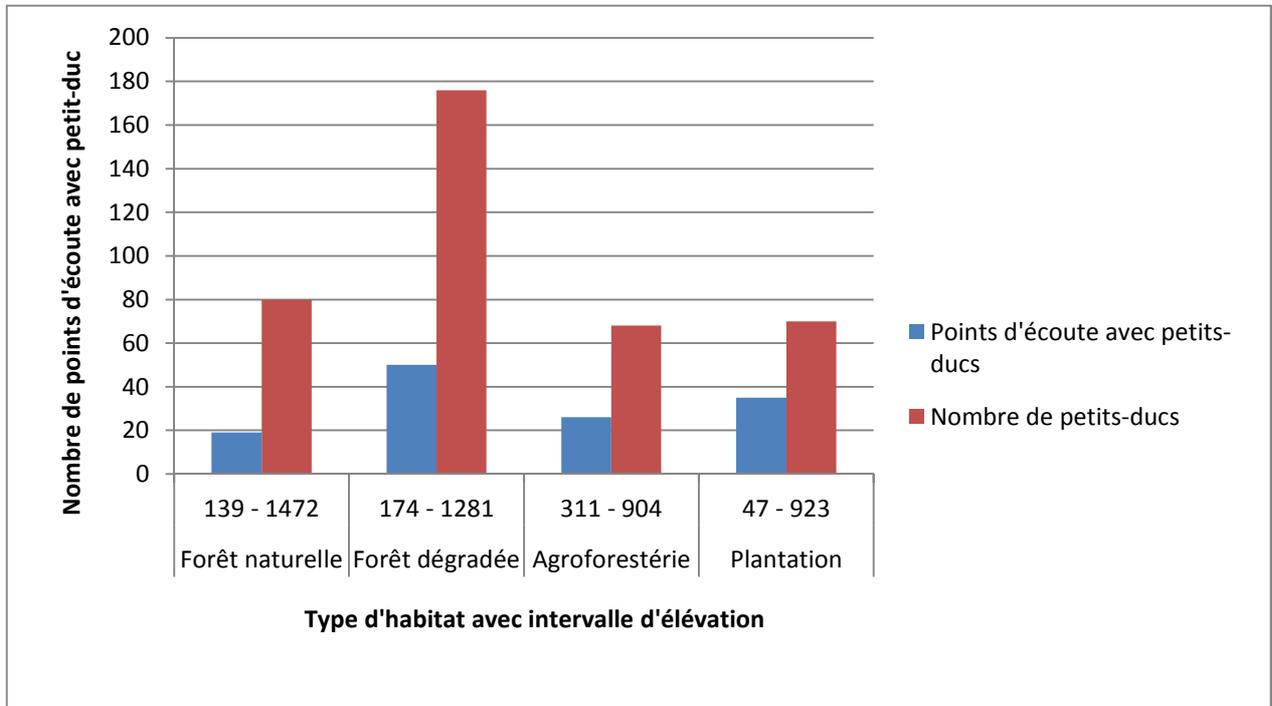
Habitat	Points d'écoute		
	Avec petit-duc	Sans petit-duc	Par type d'habitat
Forêt naturelle	19	0	19
Forêt dégradée	50	6	56
Agroforesterie	26	6	32
Plantation	35	66	101
Total	130	78	208

Le tableau ci-dessus montre que sur 208 points d'écoute, 130, c'est-à-dire 62,5 %, présentent des petit-duc, et seulement 78, environ 37,5 %, n'en présentent guère. Environ la moitié des points d'écoute (101) ont été recensés dans les plantations, cependant les petits-duc n'ont été enregistrés que sur 35 points d'écoute, représentant 16,8 % des points d'écoute avec petit-duc. Par ailleurs, 100 % de points d'écoute recensés dans les forêts naturelles présentent des petits-duc ; et réciproquement 89 % et 81 % pour les forêts dégradées et agroforesterie.

###### *n. Points d'écoute et dénombrement de petit-duc (échantillonnage)*

À travers les 130 points d'écoute, on a pu enregistrer environ 394 petits-ducs. Et pour chaque type d'habitat correspond un nombre défini de petit-duc qui est plus élevé dans les forêts naturelles et dégradées que dans l'agroforesterie et les plantations. Les données sont représentées dans la figure suivante. Cette figure

présente sous forme de diagramme le nombre de petits-ducs rencontrés par rapports aux points d'écoute suivant l'habitat et l'intervalle de l'élévation correspondants. La figure ci-dessus montre un pic trop élevé du nombre de petits-

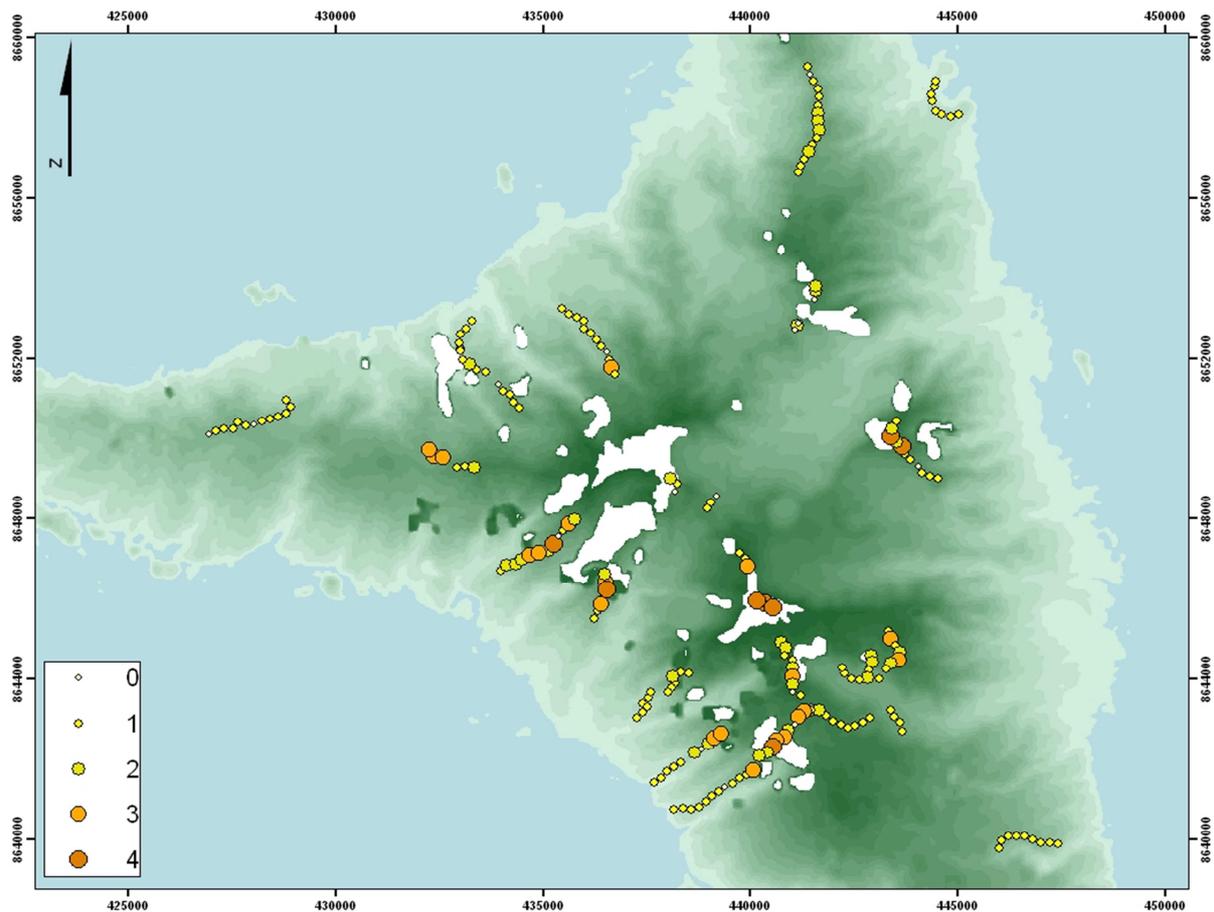


duc dans l'habitat de type forêt dégradée suivi par celui de type forêt naturelle.

**Figure 8** : Nombre de petits-duc par rapport aux points d'écoute à l'habitat l'élévation

## 29. Altitude

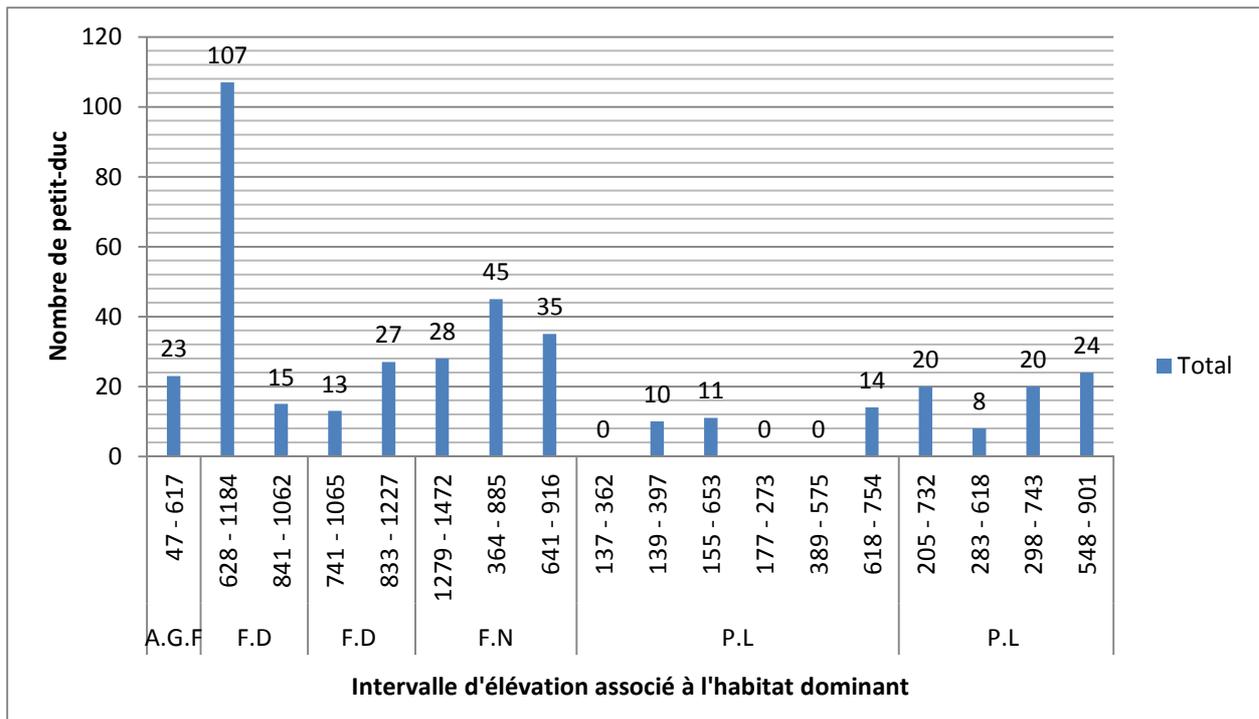
La carte ci-dessous retrace les transects suivis pour l'étude du petit-duc en présentant les points d'écoute associés à leurs élévations. Avec différentes altitudes réparties sur des types d'habitats spécifiques, nous avons enregistré un nombre variable de petits-duc. Sur la carte, l'élévation est en fonction de la couleur et de la taille du point d'écoute : plus la couleur verte est foncée et plus l'altitude est importante. Pareille à travers le transect, les points d'écoute, selon la taille et la couleur foncée ou moins, varient de 100m, 200m, 400 et 800m.



**Figure 9** : élévation par rapport au point d'écoute

Dans la figure ci-dessous, nous pouvons lire qu'au voisinage de 800 m et 1000 m d'altitude selon l'habitat, le nombre de petits-duc enregistrés est plus important, dépassant même la barre de 20 individus pour chaque site (voire tableau annexe III). Il existe une relation entre l'altitude et le nombre de petit-duc (Spearman Rank Order Correlations,  $N < 30$ ,  $p < 0.05000$ ).

La plus petite altitude à laquelle un petit-duc a pu être enregistré est de 139 m. Par contre, la plus grande altitude à laquelle un petit-duc a pu être enregistré est de 1472 m. En outre, l'altitude à laquelle on a pu enregistrer un nombre élevé de petit-duc, plus de 9 individus, environ 14, est de 1039 m (voire tableau annexe 4).



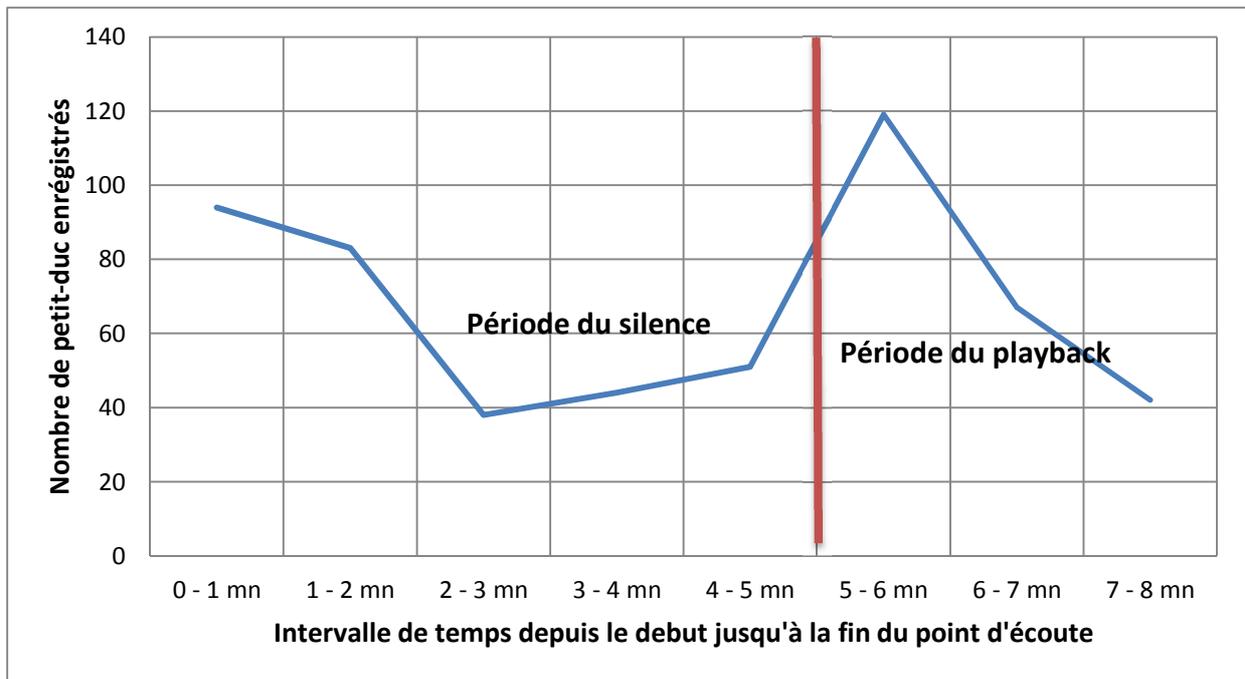
**Figure 10** : Évaluation du nombre de petit-duc par rapport à l'élévation et l'habitat dominant

(Plantation = 107 petit-duc entre 137 - 901 m d'altitude, Agroforesterie = 23 petit-duc entre 47 – 617 m, Forêt Dégradée = 162 petit-duc entre 628 et 1227 m et Forêt Naturelle = 108 petit-duc entre 364 et 1472 m)

### 30. Le playback

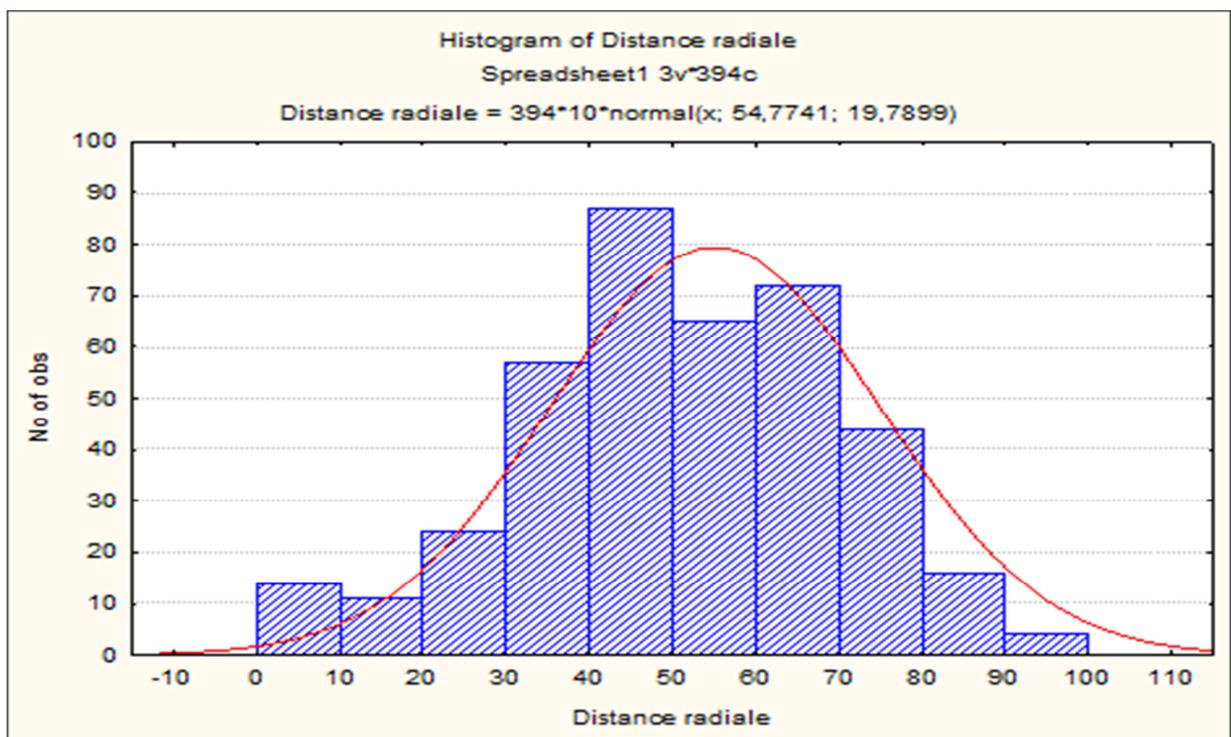
Sur les 545 petit-duc enregistrés, ceux répétés y compris, 310 (environ 57%) sont enregistrés avant le playback et 228 (environ 42%) après le playback. Pour chaque période (avant et après playback), on constate au début un pic qui s'en suit d'une chute : au début du point d'écoute, de [0 à 1mn], 94 (17,4%) petit-duc enregistrés et au début du playback, de [5 à 6 mn], 119 (22%) petit-duc enregistrés. Il existe une corrélation entre la période du silence (5mn) et la période du playback (3 mn) (Spearman Rank Order Correlations,  $N < 30$ ,  $p < 0.05000$ ) 2). Le playback influence sur l'émission de son des petit-duc (voire tableau annexe 5).

Environ 24 petit-duc à moins de 20m et 12 à moins de 10m ont été enregistré après le playback. Les oiseaux sont alors influencés et attirés par le son émis par le MP3.



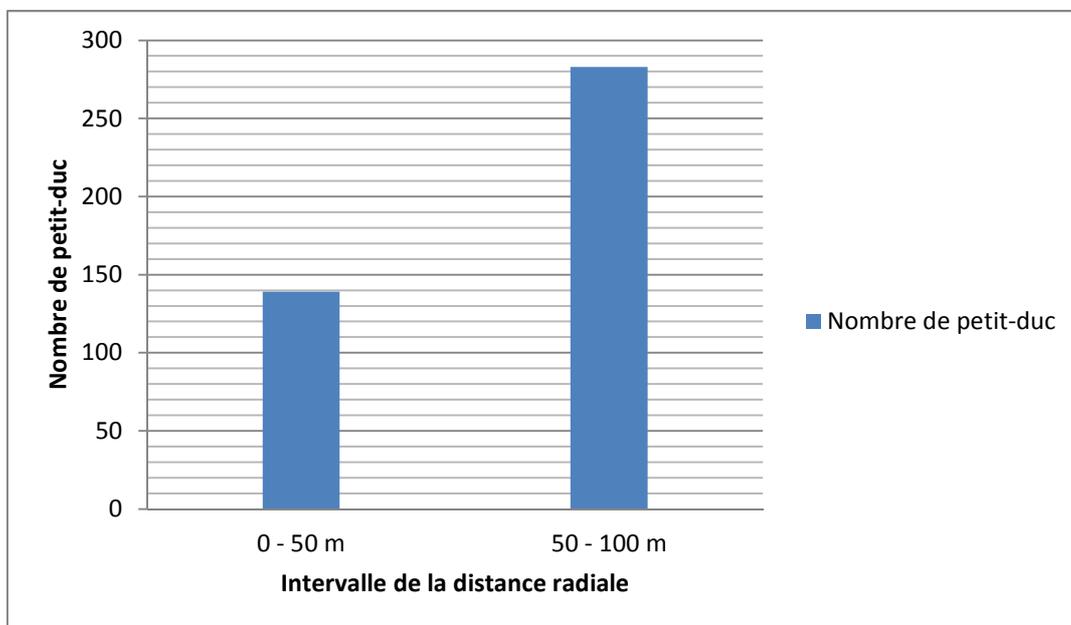
**Figure 11** : enregistrement de petit-duc par rapport au temps avant et après playback

### 31. La distance radiale



**Figure 12** : Distance radiale

La distance radiale variant de 0 à 100m est la mesure estimative de la position du petit-duc par rapport à l'observateur placé au centre du transect circulaire. La figure ci-haut (figure 12) montre la courbe du nombre d'observation qui croit au fur et à mesure que l'on s'approche de 50m et forme un pic entre 40 et 70m pour enfin chuter au-delà de 75m. La figure suivante (figure 13) indique qu'en moins de 50m, le nombre de petit-duc enregistrés est presque la moitié du nombre de petit-duc enregistrés entre 50 et 100m de distance radiale. Environ 35% de petit-duc enregistrés se situait entre 60 et 70m de distance radiale. Il existe une corrélation entre la distance radiale et le nombre de petit-duc enregistrés. On dit aussi que la distance radiale influence sur le repérage ou l'enregistrement de petit-duc (T-Test for Dependant Samples. N=22,  $p < 0.05000$ ).



**Figure 13** : évaluation du nombre de petit-duc par rapport à la distance radiale

### VIII-1. Habitats et distribution

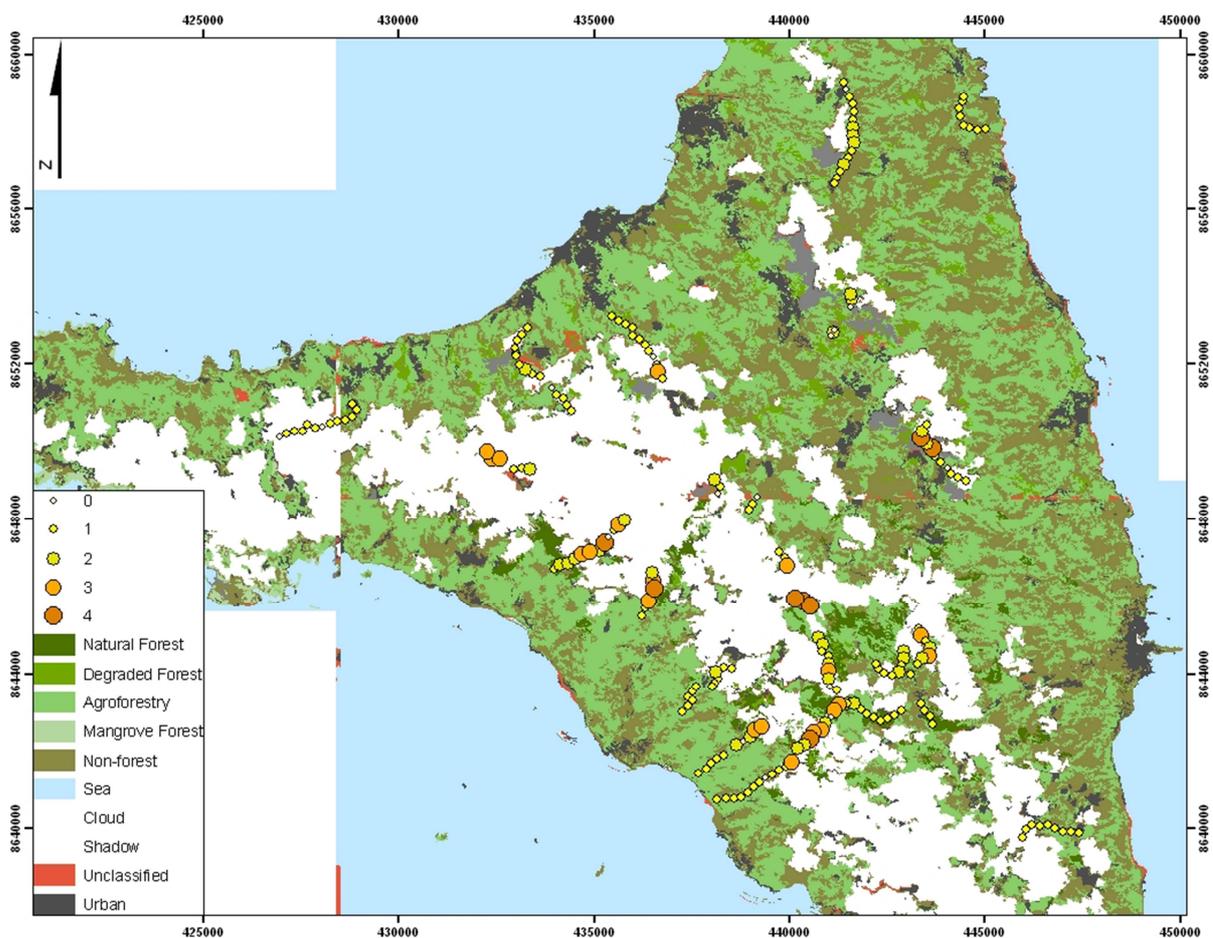
Il s'agit ici de présenter les différents types d'habitats observés à travers les différents sites tout au long des transects. Des habitats au sein duquel les oiseaux ont été recensés (voire figure ...).

#### v. *Etat des différents types d'habitat*

La carte ci-dessus (Figure 13) nous montre que la forêt naturelle représentée en vert foncée n'occupe que très peu d'espaces répertoriés dans les endroits à forte

élévation de l'île, difficile à accéder par l'homme. La forêt dégradée, cependant, domine un peu partout dans l'île, presque partout où la forêt est présente et où l'homme a facilement accès. Dans les zones à moyenne et faible altitudes, domine des espaces exploités par l'homme et transformés en zones d'habitation et de culture vivrière ou commerciale (agroforesterie) et dont une grande partie est classée sans forêt.

D'une façon générale, la forêt ne couvre qu'une petite partie par rapport à l'espace non couvert de forêt. La forêt naturelle, en petits lambeaux, se présente sous forme de traces occupant 19 points d'écoute situés en haute altitude ; la forêt dégradée, occupant 56 points d'écoute, est plus représentée par rapport à la forêt naturelle ; en revanche, la plantation domine les autres types d'habitat, couvrant presque la moitié des points d'écoute et constituant la preuve d'une forte pression anthropique sur la forêt.



**Figure 14 :** Carte représentative des différents types d'habitat et des points d'écoute

#### **vi. Distribution de l'*Otus capnodes* dans les différents types d'habitat**

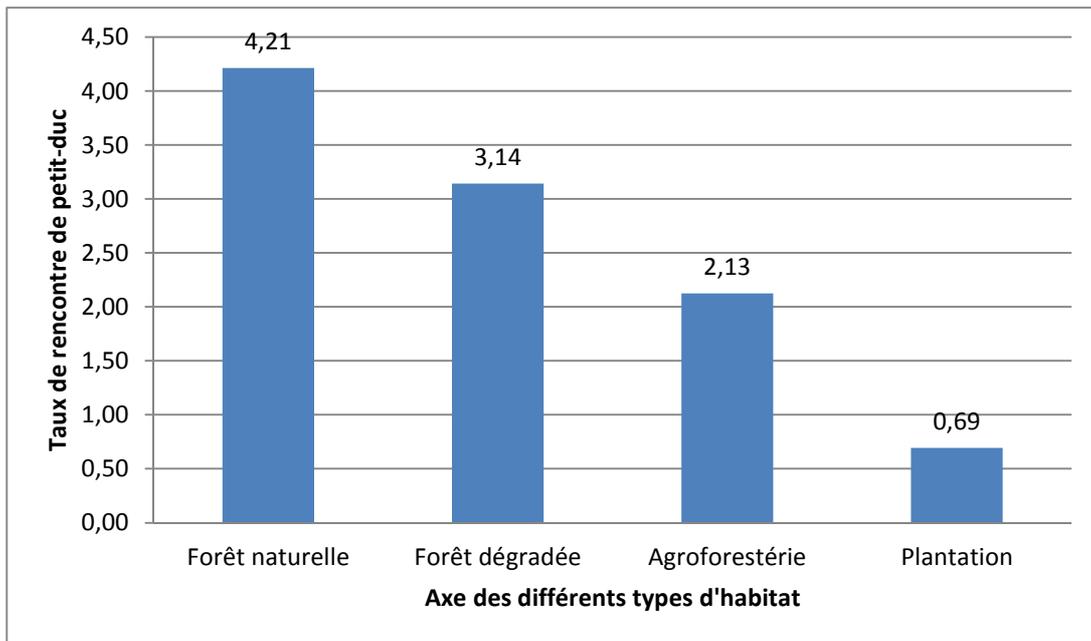
Quatre différents types d'habitats ont été recensés à travers tous les sites de recherches à Anjouan : forêt naturelle, forêt dégradée, agroforesterie et plantation (voire images des photos figures 1, 2, 3 et 4 ci-dessous). Ces types d'habitat sont répertoriés d'une façon inégale à travers toute l'île pour plusieurs raisons telles que les pressions anthropiques et la nature du milieu. Dans les 208 Points d'écoute qui couvrent une superficie d'environ 6,5312 km<sup>2</sup>, le nombre de petits-duc rencontrés dans les différents types d'habitat : forêt naturelle, forêt dégradée, agroforesterie et plantation sont respectivement de 80, soit 20,3%, 176 (44,67%), 68 (17,25%) et 70 (17,76%). Ce qui veut dire que plus de petits-ducs sur moins de points d'écoute ont été enregistré dans la forêt naturelle par rapport à la forêt dégradée, qui a son tour abrite plus de petit-duc sur moins de points d'écoute par rapport à l'agroforesterie et la plantation. En moyenne, 4 petit-duc ont été entendu dans les points d'écoute couverts par la forêt naturelle, 3 dans la forêt dégradée, 2 dans l'agroforesterie et 0.7 dans la plantation. (Voire tableau II).

**Tableau II** : Nombre de petits-duc évalués par rapport aux points d'écoute et à l'habitat

<b>Types d'habitat</b>	<b>Points d'écoute avec petit-duc</b>	<b>Nombre de petit-duc</b>	<b>Total de Points d'écoute</b>
Forêt naturelle	19	80	19
Forêt dégradée	50	176	56
Agroforesterie	26	68	32
Plantation	35	70	101
Total	130	394	208

#### **vii. Probabilité de rencontrer un petit-duc**

La probabilité de rencontrer un petit-duc varie d'un type d'habitat à l'autre et d'une façon croissante : relativement plus bas dans les plantations et plus élevée dans les forêts naturelles (0.7 plantation ; 2,16 agroforesterie ; 3,16 forêt dégradée et 3,95 forêt naturelle). Bref, la probabilité de rencontrer un petit-duc dans l'ensemble des habitats est égale à 1,88 (voire figure 5).



**Figure 15 :** Taux de rencontre de petit-duc pour chaque type d'habitat

**viii. Images des différents types d'habitat**



**Figure 16 :** Photo d'une forêt naturelle

(Source : Projet ECDD, 2011)



**Figure 17** : Photo d'une forêt sévèrement dégradée  
(Source : Projet ECDD à Anjouan, 2011)



**Figure 18** : Photo d'une agroforesterie  
(Source : Projet ECDD à Anjouan, 2011)



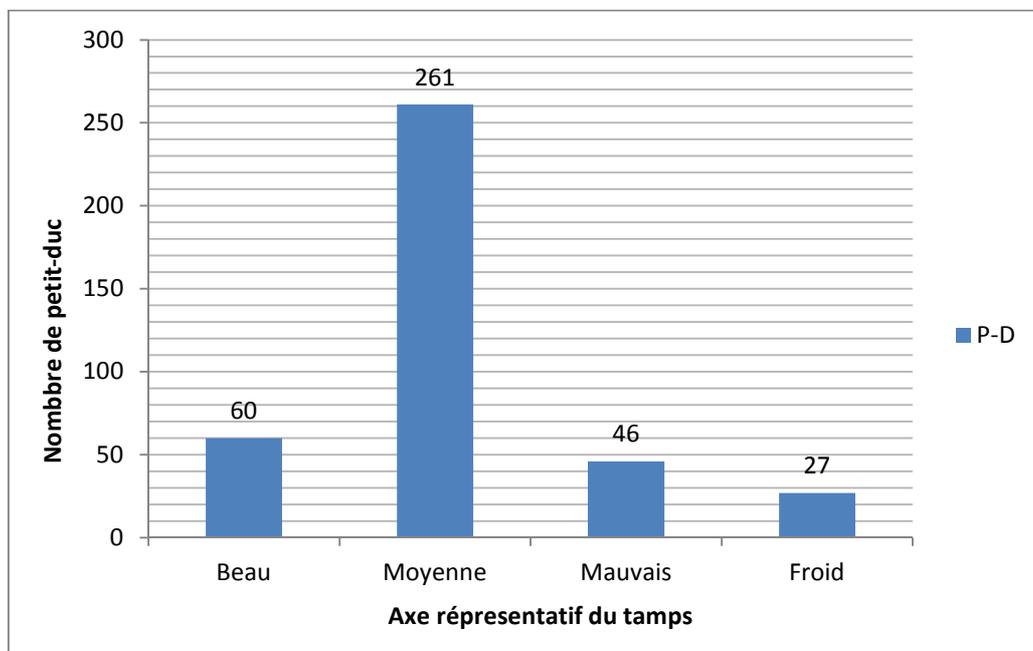
**Figure 19** : Photo d'une plantation

(Source : LLOYD, 2011)

## **IXI-1. Le temps et la couverture végétale [temps, vent, pluie, % canopée)**

### **32. Le temps**

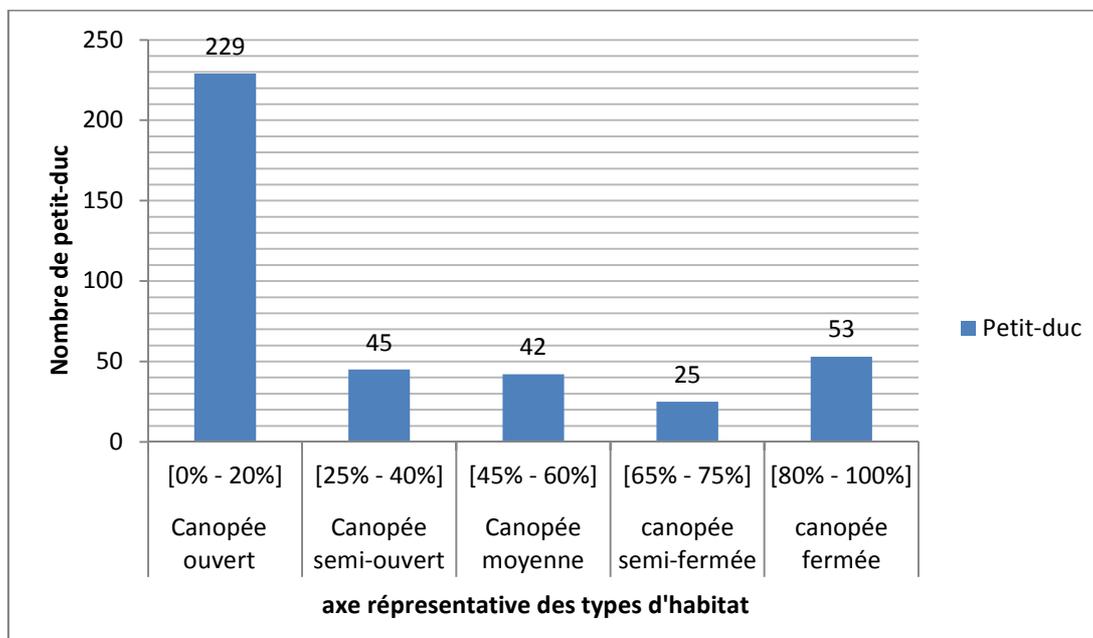
La figure ci-dessous (figure 6) montre que la grande majorité des oiseaux ont été entendu quand le temps faisait beau et moyenne avec un nombre total de petit-duc égale à 321, soit 81% du nombre total de petit-duc. Le temps moyen, à lui seul, représente un pic maximal de 261 oiseaux, soit 66%. Le mauvais temps et le temps froid représente juste 15% en nombre de petit-duc enregistrés. [Le mauvais temps et le temps froid ont rendu difficile les recherches et les activités des oiseaux sont réduites] (Figure 6).



**Figure 20** : Nombre de petit-duc par rapport au temps

### **33. La couverture végétale ou canopée**

La figure suivante (figure 21) montre qu'avec la canopée ouverte, entre 0 et 20%, on a pu enregistrer un grand nombre de petit-duc, environ 229 individus, soit 58%. Quand bien même cette canopée représente juste la couverture végétale au-dessus de l'observateur, placée au centre du point d'écoute circulaire, les canopées de type moyenne, semi-fermée et fermée représentent juste 30% en nombre de petit-duc enregistrés. Alors que les canopées de type ouvert et semi-ouvert représentent à eux seul environ 70%. Il existe une relation entre la couverture végétale ou canopée et le nombre de petit-duc (Corrélations.  $N=208$ ,  $p < 0,05$ ). La canopée fermée enregistrant un nombre de 53 oiseaux, soit 13%, se situe en grande partie dans les forêts dégradée et naturelle. Ce qui donne un peu plus de chance de rencontrer plus d'oiseaux que les autres canopées semi-ouverte, moyenne et semi-fermée.



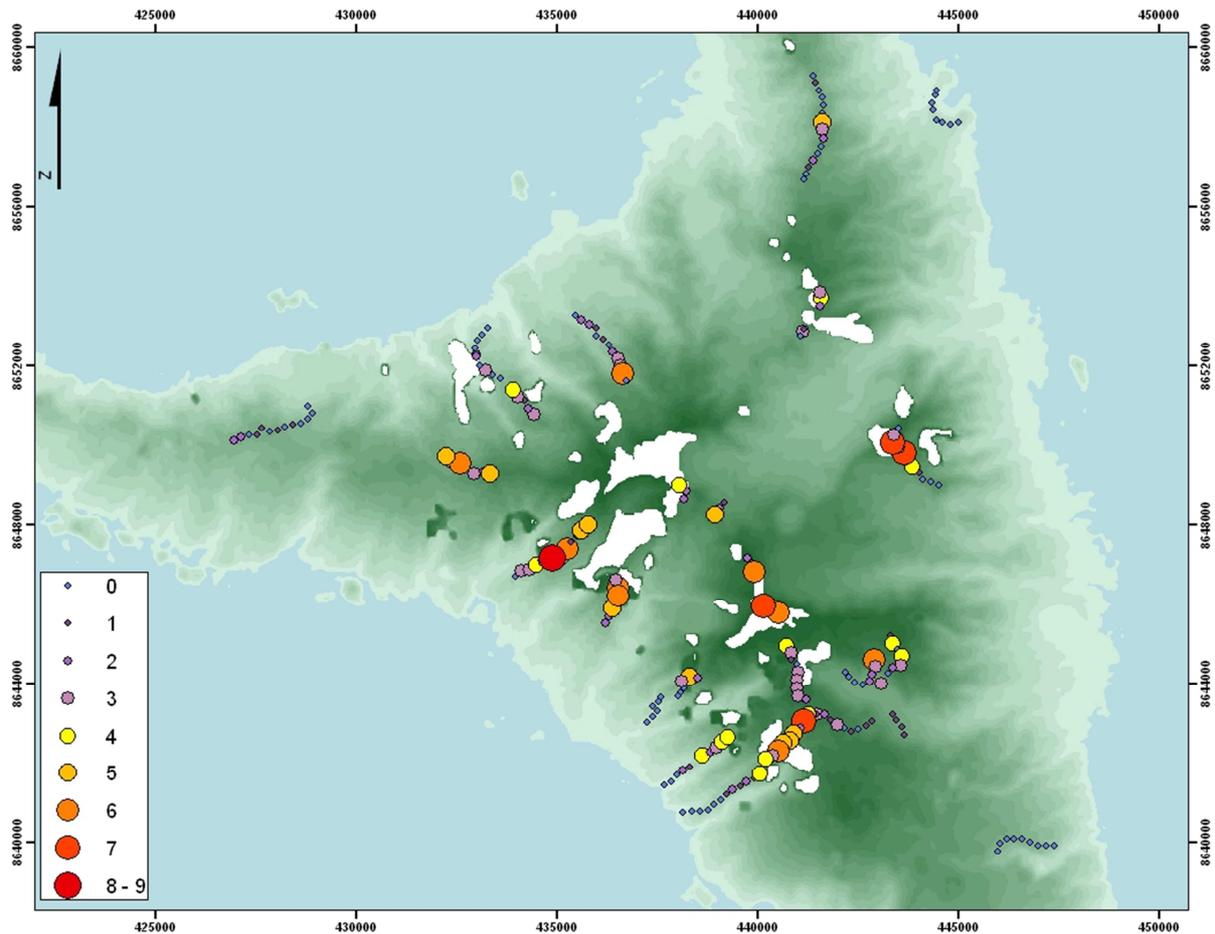
**Figure 21** : Nombre de petit-duc par rapport à la canopée

## XI-1. Densité ou estimation de la population

### 34. Résultats généraux (de l'île d'Anjouan et par rapport aux autres îles avoisinantes)

Sur les 208 points d'écoute, environ 394 petits-duc ont été enregistrés sans tenir compte des répétitions des individus (voire tableau Annexe 4) dans l'île d'Anjouan. La carte suivante permet d'identifier la distribution de l'*Otus capnodes* et d'estimer sa population. L'abondance relative est de 0,5 individus par point d'écoute. La densité de la population est estimée à 7,5 individus par km<sup>2</sup>.

La figure ci – dessous (figure 21) présente la carte de distribution de l'*Otus capnodes* avec comptage du nombre de petit-duc pour chaque point d'écoute réalisé le long des transects. Ainsi, le nombre de petit-duc est compté selon la taille et la couleur du point d'écoute : là où la taille est importante avec une couleur rouge foncée, le nombre de petit-duc est très élevé dépassant les 8 individus. Ce qui prouve que plus on monte d'altitude et plus on a de chance de rencontrer des petit-duc, là où la forêt laisse encore des traces.



**Figure 22** : carte de distribution avec comptage de petit-duc dans la saison de pluie

### 35. Densité et menaces

Il est possible alors d'évaluer par rapport à la densité de la population le statut de l'espèce : si une menace subsiste et à quel degré.

#### *ix. Densité de la population*

Le tableau suivant (tableau III) nous renseigne sur la population de petit-duc. Ce qui nous permet ainsi par rapport à la superficie d'évaluer la densité. Avec un nombre total de 394 individus enregistrés sur un total de 208 points d'écoute, étalés sur une superficie de 6,5312 km<sup>2</sup>, soit 653,12 ha, la densité de la population a été évaluée à 60 petits-ducs au km<sup>2</sup>, soit 0,6 petits-ducs par hectare. Par ailleurs, avec une moyenne de 1,89 individu par point d'écoute, sur une superficie de 0,0314 km<sup>2</sup>, soit 3,14 ha, la densité moyenne est de 60 petits-ducs au km<sup>2</sup>, soit 0,6 petits-duc par hectare. Si on considère la superficie totale de l'île qui est de 42400 ha, la densité serait estimée à environ 0,009 petits-ducs.

**Tableau III** : Estimation de la densité de l'Otus capnodes

<b>Données</b>	<b>Point d'écoute</b>	<b>Tous les points d'écoute</b>
<b>Nombre</b>	1	208
<b>Superficie en km<sup>2</sup></b>	0,0314	6,5312
<b>Superficie en hectare (ha)</b>	3.14	653.12
<b>Petit-duc (Moyenne / nombre)</b>	1.89	394
<b>Estimation de la densité (individus / km<sup>2</sup>)</b>	60,1910828	60,3258207
<b>Estimation de la densité (individus / ha)</b>	0,60191083	0,60325821

#### **x. Menaces**

De cette valeur estimative de 394 individus avec une densité de la population de l'ordre de 0,6 individus par ha pour une superficie de 653,12 ha, laisse croire qu'il y a lieu d'une menace. Cette superficie couvre les 1,5% de la superficie totale de l'île. En outre, cette densité est de 0.009 individus pour une superficie totale de l'île qui est de 42400 ha. L'individu pourrait être en danger du fait de sa faible distribution géographique. La destruction de son habitat naturel est un facteur limitant la densité de sa population.

## IV. DISCUSSION

L'habitat et la distribution géographique du petit-duc, l'altitude, le playback, la densité et l'estimation de la population ainsi que les stratégies appropriées à la conservation du petit-duc vont être expliqués.

### XII-1. Habitats et distribution géographique

D'après les données relevées dans l'île d'Anjouan, le petit-duc a pu être observé avec une répartition inégale dans quatre différents types d'habitat à savoir forêt naturelle, forêt dégradée, agroforesterie et plantation. La forêt naturelle représente une très faible proportion par rapport à la forêt dégradée. Car la forêt est sauvagement dégradée au profit de la plantation qui couvre presque la moitié des points d'écoute.

Sur les 19 points d'écoute couverts par la forêt naturelle, on compte 80 petit-duc, soit une moyenne de 4 petit-duc par point d'écoute. La forêt dégradée, quant à elle, couvre 56 points d'écoute et abrite environ 176 petits-duc, soit une moyenne de 3 petit-duc par point d'écoute. Alors que sur les 101 points d'écoute couverts par la plantation, seulement 70 petit-duc répertoriés dans 35 points d'écoute, soit une moyenne de 0.7 petit-duc par point d'écoute. En revanche, sur 39 points d'écoute couvert par la forêt naturelle on a enregistré 118 points d'écoute, soit une moyenne de 3 petit-duc par point d'écoute ; sur 69 points d'écoute pour la forêt dégradée, 134 petit-duc, soit une moyenne de 2 petit-duc par point d'écoute et sur 113 points d'écoute pour la plantation, 33 petit-duc, soit une moyenne de 0,3 petit-duc par point d'écoute (LLOYD, 2010). D'après les études faites par SAFFORD en 1993 dans différentes sites de l'île d'Anjouan, la majorité des petits-duc ont été entendu dans la forêt naturelle au-delà de 800m.

Cela confirme l'idée de LLOYD selon laquelle la forêt naturelle est l'habitat préféré de l'*Otus capnodes* avec la forêt dégradée (LLOYD, 2010). Plantation et agroforesterie sont des habitats où le petit-duc n'est rencontré que rarement. Ainsi, selon l'étude faite par HERREMANS et ses collaborateurs à la Grande - Comore, il s'avère que La majorité des petit-duc sont localisés dans des habitats forestiers.

### **XIII-1. Playback**

D'après les relevées effectuées, il a été constaté que la grande majorité des petit-duc, environ 310, ont été enregistré avant le playback du son, durant les 5mn de la période du silence. Comme l'a affirmé LLOYD dans son étude que le nombre de petit-duc enregistrés en dehors du playback est plus important par rapport à ceux enregistrés durant le playback (LLOYD, 2010). Toutefois, le nombre important de petit-duc enregistrés durant les 3mn du playback, environ 228, a permis de noter l'existence d'une influence du playback sur l'émission de son des petits-ducs. Cette constatation prouve que beaucoup de petit-duc étaient attirés par le son émis par le MP3. Et en réponse à ce playback, ils émettent à leur tour des cris similaires.

### **XIII-1. Altitude**

Les données révèlent qu'il existe une relation entre l'altitude et le nombre de petit-duc. Que plus on monte d'altitude et plus le nombre de petit-duc enregistrés augmente. Entre 800 m et 1000 m d'altitude, selon l'habitat et le site, le nombre d'oiseaux dépasse même la barre de 20 individus. Comme le souligne LLOYD dans son étude que plusieurs détéctions de cet oiseau ont eu lieu dans les habitats situés en altitude (LLOYD, 2010). L'*Otus pauliani* ou petit-duc de la Grande - Comore, chantant la nuit, sa distribution est généralement à des altitudes entre 1000 m et 1900 m (HERREMANS *et al.*, 1991). Ces données nous permettent de confirmer que c'est un oiseau nocturne et sa niche se situe généralement en altitude.

### **XIV-1. Densité et estimation de la population**

On a évalué, d'après les données, que la densité de la population est estimée à 7,5 individus par km<sup>2</sup> sur une superficie de 52,3752 km<sup>2</sup>, répartie sur les 208 points d'écoute. Et sur la superficie totale de l'île, 424 km<sup>2</sup>, la densité de la population est estimée à 0.9 petit-duc par km<sup>2</sup>. LLOYD, quand à lui, a évalué la densité de la population à 0,53 petit-duc par hectare avec un nombre totale estimé à 4950 individus (LLOYD, 2010). Sachant que le nombre total de petit-duc est estimé à 394 individus sans répétitions. Car pendant l'observation, on enregistrerait les oiseaux par leurs cris en considérant leurs répétitions. Ce qui fait que sur une totale de 541 échantillonnage, le nombre de petit-duc entendus sans les répétitions est de 394. Par rapport au point d'écoute, l'abondance relative est de 0,5 individus. SAFFORD

qui a découvert l'espèce, nommée *Otus capnodes* en Juin 1992 à Anjouan, a estimé le nombre de couples entre 100 et 200.

D'après la carte de distribution de l'*Otus capnodes*, le nombre de petit-duc est plus important en altitude et là où la forêt est encore présente même sous forme de traces. C'est-à-dire que la densité de la population est dépendant de l'altitude et de l'habitat forestier. Les transects bien que limités sont représentatifs des différents types d'habitat (plantation, agroforesterie, forêt dégradée et forêt naturelle) repartis dans différents sites de l'île. Et cela pour avoir le maximum de chances d'évaluer la population de petit-duc dans toute l'île.

L'*Otus moheliensis* (petit-duc de Mohéli), découvert tout récemment en 1998, est estimé, après une étude faite en 2000, à une population d'environ 400 individus (ARKIVE, 2008). En outre, en écartant le fait que la superficie de l'habitat ne dépasse pas les 5 ha, le nombre de petit-duc à la Grande-Comore dépasserait les 1000 couples (HERREMANS *et al.*, 1991). Dans l'île des Seychelles, on a pu estimer, sur 134 à 159 territoires, une population de petit-duc variant de 268 à 318 individus sans un espace de 34 km<sup>2</sup> dont les 31 partagé en 125 à 142 territoires enrégistre environ 250 à 284 individus (CURRIE *et al.*, 2004).

La population de petit-duc partout dans l'océan Indien comme dans le monde est limitée en raison de la faible distribution géographique. Il s'ajoute aux exemples ci-dessus, celui de l'*Otus scops* de l'Eurasie dont seulement un total de 137 cris d'oiseaux mâles fut compté de 2004 à 2006 (DENAC, 2009).

## **XVI-1. Menaces**

L'idée d'une menace plane ou subsiste, une menace en rapport avec la destruction accélérée de son habitat naturel. Car étant une espèce dépendante de la forêt, la destruction de ce dernier pourrait être cause de la régression de sa population. Cette faible densité, estimée à 0.9 individus par km<sup>2</sup> à l'échelle de l'île avec un nombre totale estimé à 394 individus et une distribution limitée prouve que l'espèce est menacée. Du fait de sa faible population qui décline progressivement au rythme de la destruction rapide de l'habitat forestier, l'*Otus capnodes* a été classée 'espèce en

danger critique' par Birdlife International et figure dans la liste rouge de l'IUCN (IUCN, 2010). L'espèce est ainsi fortement menacée en raison de l'accélération rapide de la déforestation et la capture des oiseaux par la population environnante. (SAFFORD, 1993). *L'Otus capnodes*, qui est une espèce endémique d'Anjouan, est menacée, tout comme son habitat, et ainsi classée comme espèce en danger critique (LLOYD, 2010). Toutes fois, le nombre de 4950 individus s'avère plus élevée pour mettre en cause ce statut d'espèce en danger critique attribué à l'*Otus capnodes*, suscitant une étude approfondie (LLOYD, 2010).

La dégradation des habitats idéals causée par des pressions anthropiques (feux de brousses, déboisements, ...) et des croissantes compétitions avec un espèce comme l'*Acridotheres tristis* pour le partage de la même niche écologique font de l'*Otus pauliani* une espèce en danger critique (HERREMANS *et al.*, 1991). A l'échelle de l'Océan Indien, la dégradation très alarmante des habitats forestiers des Rapaces, dont fait partie le petit-duc, est due principalement à l'élevage des bétails et à l'exploitation agricole (VIRANI & WATSON, 1998).

Le Petit-duc des Alpes, en guise d'exemple, *Otus scops*, est connue comme l'espèce la plus en danger et qui reste, malgré cela, la moins étudiée des petit-duc de l'Europe (SERGIO, F *et al.*, 2009). Le petit-duc eurasiens (*Otus scops*), a connu un déclin d'environ 52.4% durant la période d'étude de l'année 2005 (MARTINEZ *et al.*, 2008).

### **XVII-1. Identification des stratégies appropriées à la conservation**

Aucune stratégie ne serait en mesure de pouvoir contribuer efficacement à la conservation de l'espèce s'il ne privilégie pas son habitat naturel. Car la préservation des restes de la forêt d'Anjouan est devenue une préoccupation majeure pour les projets de conservation nationale et internationale à fin de sauver les espèces endémiques et menacées comme le petit-duc d'une possible disparition future. Pour cela offrir des moyens alternatifs à la population, comme le fait le projet ECDD, à fin de survivre sans avoir recours à la destruction de la forêt est une solution pour remédier aux problèmes de destruction de la forêt.

L'habitat des oiseaux forestiers des îles Comores étant menacé et des processus de conservation toujours en vain, l'unique solution susceptible d'apporter des

résultats pour un long terme serait d'éduquer la population locale et d'établir entre autre une véritable liaison avec les autorités (LOUETTE *et al.*, 1992). VIRANI et WATSON, quand à eux, la priorité est de mettre en œuvre des études à la fois pour la biologie et l'écologie des espèces afin de promouvoir une meilleure conservation (VIRANI & WATSON, 1998). Puisque le petit-duc a la capacité de survivre dans la forêt dégradée, comme on le rencontre aussi dans l'agroforesterie et la plantation, l'espoir d'une conservation de l'espèce existe en mesure que ses habitats appropriés sont respectés (LLOYD, 2010). Ainsi, étudier les modèles de distribution des oiseaux pour identifier leurs habitats idéales est l'une des stratégies appropriés pour la conservation de l'espèce.

## **V. Conclusion**

La biodiversité des Comores n'étant pas à l'abri des menaces, malgré sa richesse et son endémisme remarquable, exige, pour sa sauvegarde, des études de prêt de ses ressources. Pour cela, la valorisation et la bonne gestion de cette

biodiversité sont à prendre en compte comme un devoir civique afin de palier les risques qu'en coure notre patrimoine naturel. C'est pourquoi notre étude, comme tant d'autres, cadrant sur le principe de percer le mystère de la nature et le faire découvrir au grand public dans le but de rendre cette nature prospère, a un grand intérêt. D'où ce projet d'étude d'une espèce endémique et inscrite dans la liste rouge de l'IUCN comme une espèce en danger critique, menacée d'extinction. Et l'objectif primordial de ce projet était avant tout d'obtenir une estimation actuelle de la population et une carte de distribution de l'*Otus capnodes*. Et pour des perspectives d'avenir, identifier des stratégies de recherches appropriées à la conservation de cette espèce s'est avéré comme le but ultime du projet.

Cependant le manque de donnée suffisante constitue un frein pour l'amélioration des connaissances et limite ainsi l'efficacité des recherches et des mesures de gestion ou de protection à l'égard d'une ou des espèces donnée(s). Après sa récente découverte par SAFFORD en 1992, très peu de publications lui concernant existent. LLOYD qui a commencé ce projet dans la saison sèche de Mai à Octobre 2010 a pu étudier la densité de la population et dresser un model d'habitat convenable pour la survie de l'espèce. Selon lui, la densité de l'ordre de 0.53 individus par hectare et le nombre d'individus estimé à 4950 pour le model d'habitat convenable (HSM) sont revu à la hausse par rapport aux données anciennes. Suite aux études qui viennent complétant ceux de LLOYD, le nombre de petit-duc enregistrés est évalué à 394 avec une densité de la population estimé à 0.6 individus par hectare.

Les recherches précédentes donnant état de 100 à 200 individus de Petit-duc ont conduit à la classification de l'espèce comme en danger critique dans la liste rouge de l'IUCN. Cependant, les résultats actuels sur l'estimation de la population de Petit-duc, paraissent largement supérieurs pour mettre en cause cette dernière version. Bref, avec sa densité revue à la hausse et sa distribution répertoriée dans les quatre types d'habitat (forêt naturelle, forêt dégradée, agroforesterie et plantation), plus particulièrement dans les milieux forestiers, n'empêche de croire tout de même que la préservation de la forêt, en nette régression, est une condition évidente pour la conservation de cet Oiseau endémique d'Anjouan qu'est le Petit-duc. Car l'espèce reste toujours menacée tant que son habitat subit des dégradations accélérées par les pressions anthropiques incessantes.

C'est pourquoi des stratégies de recherches pour la conservation de l'espèce s'imposent. D'abord une étude de l'espèce et de ses différents types d'habitat idéals

à pu être réalisée. Reste alors à disposer à la population et personnes concernés des informations utiles concernant l'importance et le statut de l'espèce par rapport à son milieu naturel. L'éducation par l'approche participative sera alors la clé pour transformer les destructeurs en conservateurs de l'environnement. Car pour faire des populations de base des acteurs actifs pour la préservation de la biodiversité et de ses ressources, et de les appeler à leur responsabilité. Gérer alors d'une façon rationnelle et continue les ressources naturelles est l'unique espoir pour sauver notre biodiversité d'une extinction future. Car le développement durable est à la fois pour le bien être des générations présentes et futures.

L'*Otus capnodes* étant inscrite alors dans le cadre des espèces endémiques et menacées de l'île d'Anjouan, la priorité d'être conservée est plus que jamais justifiée.

## VI. Bibliographie

1. Ali Soilihi, M., (2007) Diagnostic des forêts naturelles d'Anjouan en vue du lancement d'un projet d'inventaire pour la conservation et la gestion des forêts naturelles d'Anjouan. Programme des Nations-Unis pour le Développement.
2. ALVISATOS, H., GOUTNER, V & ZOGARIS, S. (2005) Contribution to the study of the diet of four owl species (Aves, Strigiformes) from mainland and areas of Greece. 10 pp 109 – 118.
3. BACAR DOSAR, M. & ROBY, D. (2000) Stratégie nationale et plan d'action pour la conservation de la diversité biologique. Direction général de l'environnement de la République Fédérale Islamique des Comores.
4. Birdlife International. (2010) IUCN Red List Category.
5. Buckland, S. T., Anderson, D. R, Burnham, K. P & Laake, J. L. (2001 – 2004) Distance sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University press, Inc., New York.
6. CURRIE, D., FANCHETTE, R., MILLETT, J., HOAREAU, C & SHAH, N.J. (2004) The distribution and population of the Seychelles (Bare-legged) Scops Owl *Otus insularis* on Mahé: consequences for conservation. British Ornithologists' Union .146, pp.27-37.
7. CURRIE, D., MILLETT, J., HILL, M & SHAH, J. (2002) Factors affecting the response of Seychelles Scops-owl *Otus insularis* to playback of conspecific calls: consequences for monitoring and management. Bird Conservation International. 12:353 – 364. DOI: 10.1017/S0959270902002228 Printed in the United Kingdom.
8. DENAC, K., (2009) Habitat Selection of Eurasian Scops owl *Otus scops* on the northern Border of its Range, in Europe. Netherland Ornithologists' Union. Ardea 97(4):535-540. 2009. doi: 10.5253/078.097.0419.
9. DNEF (Direction Nationale de l'Environnement et des Forêts) (Octobre 2006) Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar “ le mont Tringui ”.
10. Fuchs J, Pons J-M, Goodman SM, Bretagnolle V, Melo M, Bowie RCK, Currie D, Safford R, Virani MZ, Thomsett S, Hija A, Cruaud Corrine & Pasquet E. (2008) Tracing the colonization history of the Indian Océan scops-owls (Strigiformes : *Otus*) with further insight into the spatio-temporal origin of Malagasy avifauna. BMC Evolutionary Biology. 8: 197. 15pp. 1-13. doi: [10.1186/1471-2148-8-197](http://www.biomedcentral.com/1471-2148/8/197). <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/8/197>.
11. HERREMANS, M., LOUETTE, M. & STEVENS, J. (1991) Conservation status and morphological description of the Grand Comoro Scops owl *Otus pauliani* Benson 1960. Bird Conservation International. 1 : 123 – 133.

12. Kleemann-Roches, C., Farina, G., Farmandez, M. & Michel, M. (2003) Comment rédiger un rapport, un mémoire, un projet de recherche, une activité de recherche en cours ? Centre de langues de l'institut universitaire européen.
13. Lloyd, S.P. (2010) Habitat Suitability Modeling for the Anjouan Scops Owl, a Cryptic Unstudied Species. 63 pp 1-55.
14. LEWIS, A. (1996) In search of the badanga. African Bird Club, 3.2.
15. LOUETTE M., ABDÉRÉMANE H., YAHAYA I. & MEIRTE D. (2008) Atlas des oiseaux nicheurs de la Grande Comore, de Mohéli et d'Anjouan. Mus. Roy. Afr. Centr. 294. ISBN : 978-9-0747-5237-4.
16. LOUETTE, M. (2004) Oiseaux. in: LOUETTE, M., MEIRTE, D. & JOCQUE, R. (eds). La faune terrestre de l'archipel des Comores. Studies in Afrotropical Zoology (MRAC,Tervuren). 293 pp 1-456. ISBN : 90-75894-63-5.
17. MARCHEZI, L. & SERGIO, F. (2005) Distribution, density, diet and productivity of the Scops Owl *Otus scops* in the Italian Alps. British Ornithologists' Union, Ibis. 147 pp 176 – 187.
18. MARSH, C.J., LEWIS, O.T., SAÏD, I. & EWERS, R.M. (2010) Community – level diversity of birds and butterflies on Anjouan, Comoro Islands. Biological Conservation. 11pp. doi:[10.1016/j.biocon.2010.03.010](https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.03.010)
19. MARTINEZ, J.A., ZUBEROGOITIA, I., MARTINEZ, J.E., ZABALA, J. & CALVO, J.F. (2008) Patterns of territory settlement by Eurasian scops-owl (*Otus scops*) in altered semi-arid landscapes. Journal of Arid Environments. 10pp. doi:[10.1016/j.jaridenv.2006.10.011](https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2006.10.011)
20. Safford, R.J. (1993) Rediscovery, taxonomy and conservation of the Anjouan Scops Owl *Otus capnodes* (Gurney, 1889), Bird Conservation international, 3, 57-74.
21. SAÏD ABDALLAH, N., *et al.*, (2009) Quatrième rapport national sur la diversité biologique. Rapport du Ministère de l'agriculture, de la Pêche, de l'Environnement chargée de l'Industrie et de l'artisanat Union des Comores.
22. RASOLONDRAlBE, L.T. (2007). Comparaison des comportements alimentaires de deux espèces d'oiseaux : *Hypsipetes madagascariensis* et *Zosterops maderaspatana* dans la station forestière de Maromizaha (Andasibe). Mémoire de DEA. Université d'Antananarivo. Antananarivo.
23. VIRANI, M. & WATSON, R.T. (1998). Raptors in the east African tropics and western indian ocean islands : state of ecological knowledge and conservation status. The raptors research foundation. 32 (1): pp 28 – 39.

## VII. REFERENCES NUMÉRIQUES

24. <http://www.arkive.org>. Moheli scops – owl (*Otus moheliensis*). Consulté le 24 Avril 2012.
25. <http://www.cbd.int/countries/?country=km> . Said, M. (2000) *2<sup>nd</sup> National Report to the convention on Biological Diversity*.
26. <http://www.cbd.int/countries/?country=km> . Said, M. (2009) *3<sup>rd</sup> National Report to the Convention on Biological Diversity*.
27. <http://www.iucnredlist.org> . IUCN Red List of Threatened Species. IUCN 2011. *Otus capnodes*. Consulté le 15 Décembre 2011.
28. <http://www.iucnredlist.org/> . IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) (2011) *Otus capnodes*. Consulté le 06 Décembre 2011.
29. <http://www.mnhn.fr/mnhn/crbpo/> ou <http://www.oncfs.gouv.fr/doc/liste/fiches.php> Fonderflick, J., Julliard, R. & Jiguet, F. (2006) Suivi de la faune : méthodes de dénombrement des oiseaux. Consulté le 02 Décembre 2011.
30. <http://www.mnhn.fr/mnhn/crbpo/> ou <http://www.oncfs.gouv.fr/doc/liste/fiches.php> Jocelyn FONDERFLICK, Romain JULLIARD & Frédéric JIGUET. (2006) Suivi de la faune : méthodes de dénombrement des Oiseaux. Consulté le 02 Décembre 2011.
31. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/q1521f06.pdf> FAO, département de l'agriculture. (2009) Oiseaux sauvages et influenza aviaire. Consulté le 25 Décembre 2011.

## VIII. ANNEXES

**Annexe 1** : Les données climatologiques mensuelles de l'île d'Anjouan relevées dans la station d'Ouani pour deux périodes 1960 – 1990 et 1971 – 1996.

Mois	Pluviométrie (mm)			Températures		
	Moyenne 1961-1990	Moyenne. 1971-1996	Cumul 2010	Moyenne 1961-1990	Moyenne 1971-996	Cumul 2010
Janvier	398,2	395,476	1109,8	27,0	27,1	27,6
Février	311,1	279,4	-	27,1	27,3	-
Mars	280,8	303,1	155,4	27,3	27,4	27,9
Avril	172,9	160,2	194,9	27,0	27,1	27,4
Mai	58,2	45,77	13,0	26,1	26,3	26,6
Juin	23,0	24,04	24,7	24,8	25,1	25,5
Juillet	16,5	16,86	22,5	24,1	24,3	24,7
Aout	18,1	15,8	22,8	23,9	24,3	24,7
Septembre	42,6	43,54	5,9	24,3	24,4	24,7
Octobre	106,6	108	135,2	25,3	25,4	25,9
Novembre	140,0	120,5	139,3	26,3	26,4	26,8
Décembre	257,3	275,7	-	27,0	27,1	-

Source : Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACM), stationnée à Moroni

**Annexe 2** : Les données sur les sites d'études dans l'île d'Anjouan pour les recherches sur le petit-duc

Sites	localisation	Types d'habitat	Elévation moyenne
MJIMANDRA	Nord - Ouest	F.N <sup>1</sup> et F.D <sup>2</sup>	765,33 m
BAZMINI	Nord - Est	P.L <sup>3</sup> , A.G.F <sup>4</sup> et F.D	931 m
DZIALANDZÉ	Centre	A.G.F, F.D et F.N	907 m
NINDRI-SOURCE	Sud - Ouest	F.N, F.D et P.L	261 m
NINDRI-CAPTAGE	Sud - Ouest	P.L	216 m
TRINDRINI	Centre	F.D et F.N	1354 m
LINGONI	Sud - Ouest	P.L, A.G.F et F.N	706 m
KOWET	Sud - Ouest	F.D, A.G.F et P.L	342 m
NKOZINI	Sud - Ouest	F.D, A.G.F et P.L	393 m

<sup>1</sup> F.N : Forêt naturelle

<sup>2</sup> F.D : Forêt dégradée

<sup>3</sup> P.L : Plantation

<sup>4</sup> A.G.F : Agroforesterie

BANDRANI	Sud - Ouest	P.L et A.G.F	527 m
KONI	Est	F.D, P.L et A.G.F	1017 m
HOMBO	Nord - Ouest	P.L et A.G.F	436 m
PAGE	Nord - Ouest	A.G.F et P.L	457,8 m
HAJOHO	Nord	P.L	226,5 m
JIMLIME	Nord	P.L, A.G.F et F.D	697,4 m
OUZINI	Sud - Ouest	F.N, F.D, A.G.F et P.L	935,8 m
JANZA	Sud	P.L	513 m
DAR-ES-SALAMA	Ouest	A.G.F, F.D et F.N	470m

**Annexe 3** : Nombre de petit-duc pour un intervalle d'élévation associé à chaque type d'habitat dominant pour chaque site

Sites	Intervalle d'élévation	Nombre de petit-duc	Habitat dominant
Mjimandra	641 - 916	35	F.N
Bazmini	841 - 1062	15	F.D
Nindri-source	741 - 1065	13	F.D
Nindri-captage	139 - 397	10	P.L
Trindrini	137 - 362	0	P.L
Lingoni	1279 - 1472	28	F.N
Kowet	548 - 901	24	P.L
Nkozini	47 - 617	23	A.G.F
Bandrani	155 - 653	11	P.L
Koni	283 - 618	8	P.L
Hombo	833 - 1227	27	F.D
Page	298 - 743	20	P.L
Hajoho	205 - 732	20	P.L
Jimlime	177 - 273	0	P.L
Ouzini	618 - 754	14	P.L
Janza	628 - 1184	107	F.D
Dar-es-salama	389 - 575	0	P.L
Total		400	

**Annexe 4** : Tableau représentatif du nombre de petit-duc sans répétition et avec répétition avec l'habitat et le point code GPS pour chaque site

Sites	Point GPS code	Habitat	Élévation en mètre (m)	P-D sans répétition°	P-D répétés	Total P-D
Mjimandra	MJ.1.S	F.D	641	6	1	7
	MJ.1.2	F.D	645	3	0	3
	MJ.1.3	F.D	702	7	0	7
	MJ.2.S	F.N	836	3	6	9
	MJ.2.2	F.N	852	5	3	8
	MJ.2.3	F.N	916	6	1	7

Dzialandzé	DZ.1.S	A.G.F	791	1	0	1
	DZ.1.2	A.G.F	841	2	0	2
	DZ.1.3	F.D	897	3	0	3
	DZ.2.S	A.G.F	904	2	0	2
	DZ.2.2	F.D	947	2	2	4
	DZ.2.3	F.N	1062	5	1	6
Bazmini	BAZ.1.S	P.L	741	0	0	0
	BAZ.1.2	A.G.F	803	3	0	3
	BAZ.1.3	F.D	866	1	0	1
	BAZ.2.S	F.D	1046	2	0	2
	BAZ.2.2	F.D	1065	4	0	4
	BAZ.2.3	F.D	1065	3	0	3
Nidri-source	K.3.S	F.N	139	2	1	3
	K.3.2	F.D	174	5	0	5
	K.3.3	F.D	232	3	2	5
	K.4.S	P.L	303	0	0	0
	K.4.2	P.L	322	0	0	0
	K.4.3	P.L	397	0	0	0
Nindri-captage	NI.1.C	P.L	362	0	0	0
	NI.1.D	P.L	232	0	0	0
	NI.1.E	P.L	254	0	0	0
	NI.1.F	P.L	204	0	0	0
	NI.1.G	P.L	137	0	0	0
	NI.1.H	P.L	109	0	0	0
Trindrini	TR.1.S	F.D	1279	2	0	2
	TR.1.2	F.D	1281	2	2	4
	TR.1.3	F.D	1265	6	3	9
	TR.2.S	F.N	1472	7	6	13
	TR.2.2	F.N	1431	5	2	7
	TR.2.3	F.N	1399	6	3	9
Lingoni	LING.1.S	P.L	548	2	2	4
	LING.1.2	P.L	557	2	0	2
	LING.1.3	P.L	629	5	3	8
	LING.2.S	A.G.F	768	7	2	9
	LING.2.2	F.N	835	5	2	7
	LING.2.3	F.N	901	3	3	6
Kowet	KO.1.A	P.L	47	0	0	0
	KO.1.B	P.L	150	0	0	0
	KO.1.C	P.L	216	0	0	0
	KO.1.D	P.L	274	2	0	2
	KO.1.E	A.G.F	311	1	1	2
	KO.1.F	A.G.F	333	3	0	3
	KO.1.G	P.L	382	4	2	6
	KO.1.H	A.G.F	398	2	0	2
	KO.1.I	A.G.F	478	3	2	5
	KO.1.J	A.G.F	562	4	2	6

	KO.1.K	F.D	617	4	1	5
Nkozini	KO.2.A	P.L	155	0	0	0
	KO.2.B	P.L	205	0	0	0
	KO.2.C	P.L	276	0	0	0
	KO.2.D	P.L	320	0	0	0
	KO.2.E	P.L	362	0	0	0
	KO.2.F	P.L	376	0	0	0
	KO.2.G	P.L	395	1	1	2
	KO.2.H	P.L	424	2	0	2
	KO.2.I	A.G.F	458	1	0	1
	KO.2.J	A.G.F	506	2	1	3
	KO.2.K	A.G.F	588	1	1	2
	KO.2.L	F.D	653	4	2	6
Bandrani	MA.1.A	P.L	283	0	0	0
	MA.1.B	P.L	395	0	0	0
	MA.1.C	P.L	470	0	0	0
	MA.1.D	P.L	505	0	0	0
	MA.1.E	P.L	528	1	1	2
	MA.1.F	P.L	551	0	0	0
	MA.1.G	P.L	608	1	0	1
	MA.1.H	P.L	618	0	0	0
	MA.1.I	P.L	581	1	0	1
	MA.1.J	P.L	608	1	0	1
	MA.1.K	A.G.F	581	0	0	0
	MA.1.L	A.G.F	574	2	2	4
	MA.1.M	P.L	550	2	0	2
Koni	KON.1.A	A.G.F	848	0	0	0
	KON.1.B	A.G.F	833	0	0	0
	KON.1.C	P.L	836	0	0	0
	KON.1.D	P.L	892	1	0	1
	KON.1.E	P.L	923	4	2	6
	KON.1.F	F.D	990	2	2	4
	KON.1.G	F.D	1129	7	3	10
	KON.1.H	F.D	1145	3	2	5
	KON.1.I	F.D	1199	7	5	12
	KON.1.J	F.D	1227	3	0	3
	KON.1.K	F.D	1171	0	0	0
Hombo	HO.2.A	P.L	298	0	0	0
	HO.2.B	P.L	301	2	0	2
	HO.2.C	P.L	318	2	0	2
	HO.2.D	P.L	334	1	0	1
	HO.2.E	P.L	376	0	0	0
	HO.2.F	P.L	408	0	0	0
	HO.2.G	P.L	461	1	0	1
	HO.2.H	P.L	491	0	0	0
	HO.2.I	P.L	543	2	0	2
	HO.2.J	A.G.F	563	3	0	3

	HO.2.K	A.G.F	553	3	1	4
	HO.2.L	A.G.F	587	6	6	12
	HO.2.M	A.G.F	743	0	0	0
Pajé	P.1.A	A.G.F	732	3	1	4
	P.1.B	A.G.F	692	2	0	2
	P.1.C	A.G.F	652	1	0	1
	P.1.D	P.L	593	3	0	3
	P.1.E	P.L	534	4	0	4
	P.1.F	P.L	498	2	0	2
	P.1.G	P.L	470	0	0	0
	P.1.H	P.L	454	0	0	0
	P.1.I	P.L	428	3	1	4
	P.1.J	P.L	394	0	0	0
	P.1.K	P.L	359	2	0	2
	P.1.L	P.L	326	0	0	0
	P.1.M	P.L	291	0	0	0
	P.1.N	P.L	239	0	0	0
	P.1.O	P.L	205	0	0	0
Hajoho	HA.1.A	P.L	272	0	0	0
	HA.1.B	P.L	270	0	0	0
	HA.1.C	P.L	252	0	0	0
	HA.1.D	P.L	273	0	0	0
	HA.1.E	P.L	221	0	0	0
	HA.1.F	P.L	177	0	0	0
	HA.1.G	P.L	163	0	0	0
	HA.1.H	P.L	184	0	0	0
Jimlime	JIM.1.A	P.L	663	0	0	0
	JIM.1.B	A.G.F	638	1	0	1
	JIM.1.C	A.G.F	624	0	0	0
	JIM.1.D	P.L	618	0	0	0
	JIM.1.E	P.L	659	0	0	0
	JIM.1.F	P.L	692	0	0	0
	JIM.1.G	P.L	695	5	1	6
	JIM.1.H	F.D	712	3	2	5
	JIM.1.I	F.D	754	2	1	3
	JIM.1.J	P.L	727	0	0	0
	JIM.1.K	F.D	710	0	0	0
	JIM.1.L	A.G.F	728	2	0	2
	JIM.1.M	P.L	739	1	0	1
	JIM.1.N	P.L	752	0	0	0
JIM.1.O	P.L	750	0	0	0	
Ouzini	OU1.A	F.N	1158	1	0	1
	OU1.B	F.D	1176	4	0	4
	OU1.C	F.D	1129	0	0	0
	OU1.D	F.D	1092	4	1	5
	OU1.E	F.D	1079	3	1	4
	OU1.F	F.D	1026	2	0	2

	OU1.G	F.D	879	0	0	0
	OU1.H	P.L	628	3	1	4
	OU2.A	F.D	929	6	4	10
	OU2.B	F.D	841	3	3	6
	OU2.C	P.L	685	2	0	2
	OU2.D	P.L	654	2	1	3
	OU2.E	P.L	646	0	0	0
	OU2.F	P.L	656	0	0	0
	OU2.G	P.L	688	0	0	0
	OU2.H	P.L	705	0	0	0
	OU3.A	P.L	649	1	0	1
	OU3.B	P.L	647	1	1	2
	OU3.C	P.L	653	1	1	2
	OU3.D	P.L	667	1	0	1
	OU4.A	F.D	1184	4	4	8
	OU4.B	F.D	1177	3	3	6
	OU4.C	F.D	1198	1	0	1
	OU4.D	F.D	1163	0	0	0
	OU4.E	F.D	1166	3	0	3
	OU4.F	F.D	1219	3	2	5
	OU4.G	F.D	1220	3	0	3
	OU4.H	F.D	1176	3	0	3
	OU4.I	F.D	1078	2	1	3
	OU5.A	P.L	823	1	0	1
	OU5.B	P.L	845	1	0	1
	OU5.C	P.L	886	0	0	0
	OU5.D	F.D	998	1	0	1
	OU5.E	F.D	997	0	0	0
	OU5.F	F.D	1030	3	0	3
	OU5.G	F.D	1030	1	0	1
	OU5.I	F.D	1044	2	1	3
	OU5.J	F.D	1025	1	0	1
	OU5.K	F.D	1079	4	4	8
	OU5.L	F.D	1039	7	7	14
	OU5.M	F.D	1003	2	0	2
	OU5.N	F.N	973	5	0	5
	OU5.O	F.N	905	5	3	8
	OU5.P	F.D	885	5	3	8
	OU5.Q	F.D	826	6	2	8
	OU5.R	A.G.F	750	3	2	5
	OU5.S	A.G.F	678	4	4	8
Janza	JA.1.A	P.L	389	0	0	0
	JA.1.B	P.L	460	0	0	0
	JA.1.C	P.L	501	0	0	0
	JA.1.D	P.L	549	0	0	0
	JA.1.E	P.L	561	0	0	0
	JA.1.F	P.L	575	0	0	0

	JA.1.G	P.L	575	0	0	0
	JA.1.H	P.L	522	0	0	0
	JA.1.I	P.L	485	0	0	0
Darsalama	DAR.1.A	A.G.F	364	0	0	0
	DAR.1.B	A.G.F	396	3	3	6
	DAR.1.C	A.G.F	444	3	1	4
	DAR.1.D	F.D	469	4	2	6
	DAR.1.E	F.D	526	3	1	4
	DAR.1.F	F.D	615	9	2	11
	DAR.2.A	F.N	627	4	0	4
	DAR.2.B	F.N	676	6	1	7
	DAR.2.C	F.N	698	1	1	2
	DAR.2.D	F.N	746	1	0	1
	DAR.2.E	F.N	824	5	3	8
	DAR.2.F	F.N	885	5	0	5
18 sites	208	462	630,069811	394	151	545

#### Annexe 5 :

Intervalle de temps depuis le début du point d'écoute	Nombre de petit-duc enregistrés avec répétitions
0 – 1 mn	94
1 – 2 mn	83
2 – 3 mn	38
3 – 4 mn	44
4 – 5 mn	51
<b>Total avant playback</b>	<b>310</b>
5 – 6 mn	119
6 – 7 mn	67
7 – 8 mn	42