



UNIVERSITE DE LIEGE
FACULTE DES SCIENCES
Département de Biologie des Organismes et Ecologie



Biologie et Ecologie du Martin- pêcheur huppé (Alcedinidae : *Alcedo cristata*, PALLAS 1764) de la région de Kinshasa: habitat, tactique alimentaire et reproduction.

Robert KISASA KAFUTSHI

Biologiste

Promoteurs :

Pr. J-CI. PALATA & Dr. A. VANDERPOORTEN

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en sciences/Biologie et Ecologie des Organismes.

Année académique 2012-2013

REMERCIEMENTS

*"Le sentier est unique pour tous,
les moyens d'atteindre le but
varient avec chaque voyageur"
Proverbe tibétain*

Ce proverbe tibétain prend tout son sens quand le travail de thèse vous soumet à des choix difficiles dans la vie, tant au niveau social que professionnel, des remises en cause, mais ce qui compte, c'est l'état d'esprit et la motivation nécessaire, et l'essentiel, c'est d'avoir des proches de son côté, des encadreurs, des amis, de la famille sur qui on peut compter pour suivre son chantier et garder le cap.

Toute ma reconnaissance au Pr. Jean Claude PALATA pour m'avoir inscrit à l'Ulg, proposé le sujet de thèse, pour le temps consacré à la lecture de cette dissertation et tout le plaisir que j'ai eu dans sa participation financière dans le cadre du projet KIN 06.

Je tiens à remercier les Drs Alain VANDERPOORTEN et Johan MICHAUX pour la confiance qu'ils m'ont accordée, leur appui scientifique permanent tout au long de ce travail, leur soutien constant et une disponibilité jamais démentie. Grâce à leur plaidoirie à la faculté et leurs encouragements au cours de cette recherche, j'ai pu retrouver la force nécessaire pour poursuivre cette recherche passionnante.

Je remercie le Dr Jean-Yves PAQUET d'avoir accepté d'être dans mon jury de DEA et de nouveau dans mon comité de thèse, d'avoir consacré du temps à la lecture de ma dissertation, de m'avoir prodigué les conseils et avis scientifiques nécessaires pour améliorer cette recherche.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance et mon profond respect aux Prs. Jean Pierre THOME, Jacques BLONDEL et Jean-Pierre QUERE pour leur présence dans mon jury et le temps consacré à la lecture de cette dissertation.

J'exprime ma reconnaissance à la Coopération Technique Belge (CTB), à l'Ambassade de la RD Congo près le Royaume de Belgique, à la CUD/ CECODEL et à l'opération 1111(CNA) pour le soutien financier.

Que Mme Vinciane SHOCKERT qui m'a communiqué les pensées positives ainsi que tous les personnels de la faculté des Sciences de l'Université de Liège et de Kinshasa, trouvent à travers ces lignes l'expression de ma profonde gratitude.

Toute ma reconnaissance à Mr NDA-GYE (responsable des symphonies naturelles), à mon ami Lucien LOKUMU (responsable de la réserve et domaine de chasse de Bombo-Lumene) et aux Prieurés de monastère notre Dame d'Assomption de Mont-Ngafula, pour nous avoir cédé leurs concessions comme laboratoire de recherches écologiques appliquées.

Hommage au docteur Gérard.J.MOREL (président d'honneur de la Société d'Ornithologie de l'Afrique de l'Ouest) qui avait accepté et bien voulu compter parmi les membres de jury de ma

thèse mais la mort l'a arraché au moment où nous avons toujours grandement besoin de lui. Paix à son âme et que la terre lui soit douce.

Toute ma reconnaissance au Dr. Alan TYE (SOOA), Dr. Ivonne MOREL (SOOA), Dr. Jean-François LIEGEOIS (Ulg), Dr. Julien HANSON (Ulg), Dr. Mohamed BELLUTI (FIE/Liège), Mrs. Dominique DELSATE, Philippe NEVEN (Ulg), Jacques KABONGO (CPAS de Liège), Albert KALONJI, John MITIMA et José ABERI MOSKA pour le soutien moral et contribution à l'amélioration de la forme de cette dissertation.

Enfin, mes pensées vont à ma famille, à qui je dois d'être celui que je suis. Cette famille qui me supporte depuis toujours et dans toute circonstance et sans qui tout cela n'aurait ni la même saveur ni la même raison d'être.

RESUME

Pour expliquer la rareté de sites de nidification du Martin-pêcheur huppé dans la région de Kinshasa, trois hypothèses ont été successivement testées au cours de ce travail. Une première hypothèse suggérait que le choix de son habitat de reproduction résulterait d'un compromis entre le taux de survie de ses nids, de son succès reproducteur et de la qualité des sols utilisés pour la construction des nids. Le résultat obtenu a révélé qu'un sol propice à l'excavation est constitué de $10,8 \pm 6,1\%$ de limon, $7,5 \pm 6,6\%$ d'argile et de $81,4 \pm 11,4\%$ de sable. Par contre les falaises dont les sols sont constitués en moyenne de $8,5 \pm 5,6\%$ de limon ; $11,6 \pm 6,5\%$ d'argile et de $78,9 \pm 13\%$ de sable, étaient soit abandonnées, soit non occupées. Il semble que la teneur en argile pour un sol favorable chez la plupart des oiseaux nichant dans le terrier est généralement inférieure à 10%. Une différence d'environ 1% de teneur en argile, en comparaison avec les falaises abandonnées ou sans nids dans la région, nous a paru inconcevable pour relier l'absence des nids dans certains habitats naturels avec la dureté des sols. La seconde hypothèse confirme le rôle de la relation structure fonction à partir des suivis réguliers de 138 poussins de l'éclosion à la sortie des nids. Le résultat obtenu montre que la croissance et le développement des organes expliquent le patron de consommation de l'espèce et les paramètres plus ou moins importants à la survie de l'espèce en milieux urbanisés (Kisasa Kafutshi sous presse). Et enfin, la troisième hypothèse suggère que le choix de proies à capturer par les adultes dépendrait des exigences des poussins et leur disponibilité dans le site. Pour toute la durée d'élevage, la consommation d'une nichée a été estimée à environ 17 proies. Il s'agissait des insectes, des grenouilles et de poissons de tailles variant de 2-6,5cm. Nous avons montré que le Martin-pêcheur huppé module le choix de son habitat de reproduction non seulement en fonction de la texture du sol des falaises (Kisasa Kafutshi & Aloni Kumanda 2011), de la disponibilité des proies (Kisasa Kafutshi 2012a), mais surtout de la chance de survie de ses nids d'une année à l'autre (Kisasa Kafutshi 2012b).

Mot- clefs : Perturbations ; Reproduction ; Habitat, Régime alimentaire.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	II
RESUME	IV
INTRODUCTION GENERALE	1
Choix du Martin-pêcheur huppé.....	1
Objectif général de la thèse	3
Cadre de la thèse	3
Résultats attendus.....	4
CHAPITRE 1. METHODOLOGIE GENERALE	6
1.1 Modèle biologique.....	6
1.1.1 Description	6
1.1.2 Quelques Martins-pêcheurs de la R.D.Congo	8
1.1.3 Distribution mondiale du Martin-pêcheur huppé.....	9
1.1.4 Statut de conservation	1
1.2 Méthodologie générale.....	1
1.2.1 Localisation des nids	1
1.2.2 Suivi des nids	2
CHAPITRE 2. REPRODUCTION, CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DU MARTIN- PÊCHEUR HUPPE.....	4
2.1 Préambule.....	4
2.2 Phénologie de la reproduction	5
2.3 Croissance et développement de poussins.....	6
2.4 Rapport morphologique adulte-jeune (à la sortie du nid).....	7
2.5 Discussion	8
CHAPITRE 3.REGIME ALIMENTAIRE	11
3.1 Préambule.....	11
3.2 Le régime alimentaire en fonction des sites	11
3.3 Le régime alimentaire en fonction de l'âge des poussins.....	12
3.4 Relation entre longueur des proies capturées et âge des poussins	13

3.5 Distribution de fréquences de tailles de poissons consommés.....	14
3.6 Discussion.....	15
CHAPITRE 4.IMPACT DE LA TEXTURE DU SOL SUR LE CHOIX DE L'HABITAT.....	17
4. 1 Préambule.....	17
4.2 Caractéristique des falaises de Martin-pêcheur huppé.....	17
4.3 Discussion.....	18
CHAPITRE 5. REACTIONS DU MARTIN-PECHEUR HUPPE AUX PERTURBATIONS DE SON HABITAT.....	20
5.1 Préambule.....	20
5.2 Distribution des nids dans le temps.....	20
5.3 Succès de reproduction.....	21
5.4 Bagueage.....	22
5.5 Effort parental de nourrissage des juvéniles.....	23
5.6 Discussion.....	26
DISCUSSION GENERALE.....	28
CONCLUSION GENERALE.....	31
PERSPECTIVES.....	32
REFERENCES.....	33
ANNEXES.....	39
Annexe 1 :.....	39
- Chronologie de pontes dans la région de Kinshasa.....	39
- Exemple de calcul de Global test.....	39
- Fluctuation de nombre des nids dans le site de Monastère et des Symphonies. .	39
Annexe 2 : Publications relatives au mémoire.....	49

INTRODUCTION GENERALE

Choix du Martin-pêcheur huppé

Les oiseaux constituent une classe intéressante parce qu'ils tiennent un grand rôle dans les recherches environnementales. Ils sont présents dans tous les habitats, des plus artificiels aux plus naturels. Par leurs spécialisations et leurs exigences spatiales, de nombreuses espèces d'oiseaux sont sensibles aux variations des habitats, ce qui leur confère une valeur bio-indicatrice évidente de la qualité de l'environnement (Couvet et al. 2005 ; Doctrinal et al. 2005 ; Aizen et al.2009). C'est le cas du Martin-pêcheur huppé, une des espèces afro tropicales, sans intérêt économique évident mais qui est réputé sélectif pour son habitat de reproduction. Il semble qu'il compte aussi parmi des oiseaux indicateurs de la qualité de l'habitat (Imboma & Nalianya 2007). Cependant, dans l'optique de l'utilisation de la plupart des oiseaux comme bio-indicateurs de la qualité d'un habitat, de nombreuses recherches sont encore nécessaires (Lemaître 2009).

Dans le contexte de la sélection de l'habitat de reproduction, le succès reproducteur local des congénères dans un habitat donné a récemment été suggéré comme l'un des meilleurs indicateurs de la qualité de l'environnement (Couvet et al. 2005, Morris et al.2009).

La sélection de l'habitat est un des principaux processus qui régit la répartition des espèces et les patrons de biodiversité (Rosenzweig 1991, Pulliam 2000). C'est un processus hiérarchique dans lequel un organisme sélectionne son domaine vital et ses microsites d'alimentation, de nidification ou de protection contre les prédateurs (Johnson 1980, Boyce 2006, Lemaître 2009).

A Kinshasa, les falaises sont nombreuses et les cours d'eau riches en proies sont disséminés à travers la région. Cependant, les sites de nidification de Martin-pêcheur huppé (*Alcedo cristata*) deviennent de plus en plus rares. L'information sur la qualité de son sol de prédilection pour l'installation des nids fait défaut.

La texture du sol est un facteur crucial contrôlant la distribution, la fréquence et le succès de reproduction des oiseaux nichant dans les terriers (Heneberg 2004). Par exemple, les sols des falaises des Guêpiers d'Europe (*Merops apiaster*) est prédominé par des particules de sable de taille de 28,0 et 9,2 μm ce qui est 20 fois supérieure à celle observée sur les falaises des Hirondelles de rivage, *Riparia riparia* (Henerberg 2004, Yuan et al. 2006). La taille de grains de sable détermine particulièrement la profondeur du tunnel, laquelle est corrélée avec le succès de reproduction (Heneberg 2009). Chez les Hirondelles de rivage, les Guêpiers d'Europe et les Martins-pêcheurs d'Eurasie (*Alcedo atthis*), Heneberg (2001, 2004) a démontré que le succès de

reproduction était plus élevé pour les textures du sol contenant des particules de tailles respectivement inférieures à 900 µm et 40,000 µm.

Bien ailleurs, le Martin-pêcheur huppé est identifié comme un concurrent indésirable par les pêcheurs, qui le piège et le tue en conséquence. Ses sites de nidification deviennent de plus en plus rares dans nombreuses villes africaines en pleine expansion; c'est la situation de l'espèce dans la région de Kinshasa (Kisasa Kafutshi 2012), dans le Parc National des Iles Ehotilé au sud-est de la Côte d'Ivoire (Yaokokoré-Béibro 2010) et à Nairobi (Imboma & Nalinya 2007), et aucune mesure de protection n'est envisagée. Selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, l'espèce n'est pas menacée et son statut de conservation est une préoccupation mineure (Birdlife 2000).

Les informations concernant son régime alimentaire sont particulièrement fragmentaires voire anecdotiques. Celui-ci est composé de Coléoptères aquatiques, notonectes, larves d'insectes aquatiques, libellules, insectes terrestres, crevettes, crabes, têtards, grenouilles, lézards et poissons (Brian 1977, Lippens & Wille 1976, Fry *et al.* 1992). Dans des cas extrêmes, le Martin-pêcheur huppé peut être totalement insectivore, si les poissons disparaissent du milieu (Libois & Laudelout 2004) ou totalement piscivore avec une préférence pour les cichlidae en présence de plusieurs types de proies (Reyer *et al.* 1988, Fry *et al.* 1992). Reyner *et al.* (1988) et Fry *et al.* (1992) ont comparé les différentes proies consommées par le Martin-pêcheur huppé et le Martin-pêcheur pie *Ceryle rudis*, du lac Nokoué au sud du Bénin, afin d'évaluer le niveau de chevauchement de leur niche écologique. Ils ont constaté que les deux oiseaux consommaient en grande partie des poissons dans la végétation flottante du lac, notamment *Kribia* spp., *Hemichromis fasciatus* et *Sarotherodon melanotheron*, et que le Martin-pêcheur pie pouvait étendre sa chasse vers la zone pélagique, au contraire de l'autre espèce. Son régime alimentaire est ainsi plus diversifié (14 espèces proies) que celui de Martin-pêcheur huppé (quatre espèces proies).

Le besoin alimentaire d'une espèce est très important et varie en fonction de divers facteurs tels que l'âge des poussins (Doucet 1971, Hallet-Libois 1985), le changement de la composition gastrique (White 1939), le nombre des jeunes (Hallet-Libois 1985) et la localisation des proies (Carlson & Moreno 1981). Dans la foulée de ces facteurs, les mécanismes d'adaptation du comportement des adultes Martins-pêcheurs huppés aux besoins de leur progéniture et aux sites sont encore inconnus. Et pourtant, ces informations sont importantes pour comprendre l'impact de la prédation de l'oiseau sur la faune piscicole.

L'un des maillons clefs de la compréhension des réponses adaptatives apportées par un organisme pour réaliser sa reproduction est la connaissance de l'évolution de sa masse corporelle et de ses

réserves énergétiques (Ricklefs 1968, Durant 2000). Les informations sur la croissance et développement des poussins font défaut. Et pourtant, elles sont importantes pour mettre en évidence des paramètres plus ou moins importants pour la survie de l'espèce en milieux urbanisés.

Objectif général de la thèse

Notre objectif a été d'affiner le diagnostic sur le devenir de la population de Martin-pêcheur huppé en estimant des paramètres démographiques tels que le succès de reproduction et la fidélité au site de nidification.

Le présent travail est une contribution à une meilleure connaissance de la biologie et l'écologie de cet oiseau, une des meilleures stratégies pour mieux comprendre comment certaines espèces d'oiseaux ajustent leurs comportements¹ dans des habitats naturels ou fortement modifiés par l'activité humaine.

Nous avons considéré un habitat naturel lorsque le succès de reproduction enregistré est $>$ ou $=$ 70%. Dans le cas contraire, c'est-à-dire pour des valeurs $<$ ou $=$ 70%, l'habitat a été considéré comme modifié. Le 30% a été imputé à un échec de reproduction dû probablement aux ennemis naturels.

Cadre de la thèse

Le présent travail va d'avril 2004 à septembre 2009 et s'articule autour de quatre publications relatives à la biologie de la reproduction, à la sélection de l'habitat, au régime alimentaire et à la biologie de conservation de l'espèce.

Le premier chapitre, décrit la méthodologie générale, les milieux d'étude et présente brièvement le Martin-pêcheur huppé. Cette présentation porte sur sa position systématique, sa morphologie, sa distribution géographique et son statut de conservation.

Au deuxième chapitre, nous avons émis une hypothèse concernant le patron de croissance de l'espèce, en suivant régulièrement 138 poussins de Martin-pêcheur huppé de l'éclosion à la sortie de nids. Chez le Martin-pêcheur huppé, la maturation des fonctions physiologiques, la chronologie et le mode de croissance des différents organes répondraient à une pression sélective et leur croissance est susceptible de mettre en évidence des paramètres plus ou moins importants pour sa survie.

¹ Selon **Alcock** (2005) « le comportement est une action exprimée par un organisme, en réponse à son environnement, biotique ou abiotique, et excluant les activités physiologiques de l'organisme ».

Au troisième chapitre, nous avons émis une hypothèse concernant l'impact de la prédation de l'oiseau sur la faune piscicole dans les deux sites de la région de Kinshasa, en analysant 198 poignées de pelotes de réjection récoltées dans ses nids. En comparant les différentes proies énumérées dans les études antérieures (Lippens & Wille 1976, Laudelout & Libois 2004) à celles que j'ai trouvées (Kisasa Kafutshi 2012a), Nous avons émis l'hypothèse que le Martin-pêcheur huppé est un prédateur opportuniste et sans impact évident sur la faune piscicole. Il serait identifié à tort comme compétiteur aux éleveurs de poissons.

Le quatrième chapitre concerne la répartition des nids du Martin-pêcheur huppé dans la région de Kinshasa. Bien que les proies, les falaises et les perchoirs soient disponibles dans presque toute la région, les nids ne sont pas répartis uniformément. Nous avons vérifié l'influence de la texture du sol sur la sélection de falaises, en initiant les analyses granulométriques des échantillons de sols des falaises avec nids et sans nids de la région. L'information recueillie devrait permettre d'établir une référence écologique en vue de connaître le sol de prédilection pour l'excavation des nids.

Au cinquième chapitre, nous avons émis l'hypothèse que les activités anthropiques constitueraient la principale cause de la rareté des nids et répartition de l'espèce dans la région. En effet, en comparant la texture du sol des falaises avec nids et sans nids, la différence d'environ 1% de teneur en argile nous a paru inconcevable pour relier l'absence des nids dans certains habitats naturels avec la dureté des sols.

Nous avons fait le lien entre ces différents chapitres dans le cadre de la discussion générale. Le lecteur trouvera dans cette discussion générale notamment les paragraphes sur la biologie de conservation de l'espèce et des perspectives pour des études ultérieures relatives aux autres oiseaux en milieux urbanisés.

Résultats attendus

Les différentes hypothèses se proposent :

- a. d'estimer le nombre des populations nicheuses et de leur fluctuation dans le temps ;
- b. de contribuer à la connaissance de la période de reproduction ;
- c. d'estimer le succès reproducteur (nombre des nichées, nombre d'œufs pondus, nombre des jeunes à l'envol...) ;
- d. d'étudier le comportement de reproduction (fidélité au site, au partenaire, longévité, dispersion des jeunes...) ;

- e. d'étudier la croissance des jeunes et l'évolution de leurs besoins alimentaires en fonction de l'âge ;
- f. de déterminer le régime alimentaire de l'espèce :
 - ✓ son aspect qualitatif ;
 - ✓ son aspect quantitatif ;
- g. d'évaluer la compétition entre l'espèce étudiée et les pêcheurs.

Chapitre 1.

METHODOLOGIE GENERALE

1.1 Modèle biologique

1.1.1 Description

Woodall (2001) classe le Martin-pêcheur huppé, *Alcedo cristata*, dans la famille des Alcedinidae dans l'ordre des Coraciiformes. Dans cet ordre, on trouve également les Meropidae (guêpiers), les Upupidae (huppés), Phoeniculidae (moqueurs), Bucerotidae (calaos), Todidae (todiers), Motmotidae (motmots), les Coraciidae (rolliers), les Brachyptéraciidae (brachyptérolles) et les Leptosomatidae (courol).

Le Martin-pêcheur huppé adulte possède des plumes au front et au sommet du crâne, longues surtout sur les côtés, et tachetées de noir et de bleu pâle ou de bleu verdâtre (Fig.1). Les parotiques, les joues et les moustaches affichent une teinte rousse bien délimitée du menton et de la gorge blanche, ainsi qu'une tache blanche du côté du cou. La nuque et le reste du dessus sont bleu outremer brillant. La poitrine, les flancs, le ventre et les sous caudales présentent une couleur rousse assez foncée. Le bec est rouge, l'iris brun foncé et la patte rouge orange. Aucun trait de dimorphisme sexuel n'a été mis en évidence chez les adultes (Bouet 1961, Serle & Morel 1994)

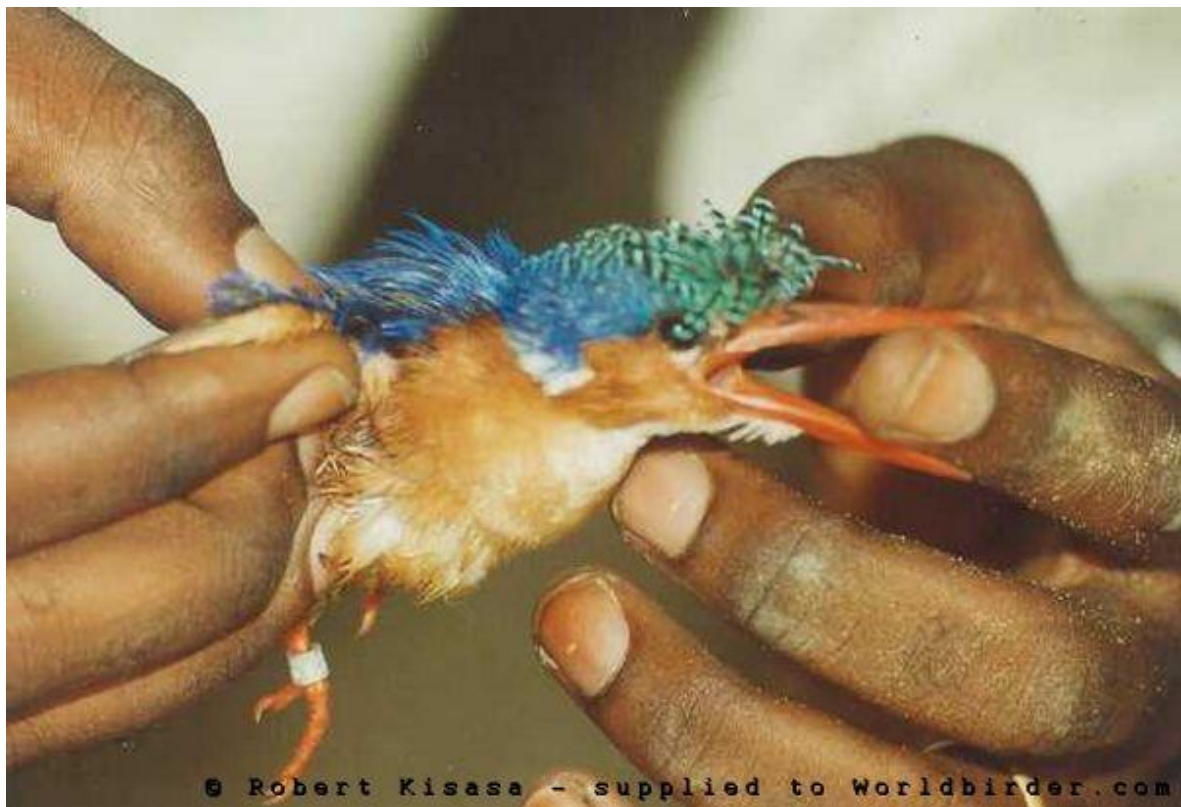


Figure1. Martin-pêcheur huppé de la région de Kinshasa (Photo R. Kisasa)

Chez le poussin, les plumes sont plus ternes et plus foncées (Fig.2). Le bec est noir, les plumes du front et du vertex sont plus larges et courtes. Elles sont de couleur bleue verdâtre avec des barres noires plus larges. Le manteau et les couvertures alaires affichent une teinte noire de suie tachetée de bleu vif. La tache frontale est chamois et non pas rousse. Les moustaches sont en partie tachées de noir. Le bec noir commence à devenir rouge à environ 3 mois (Gill et Donsker, 2011).

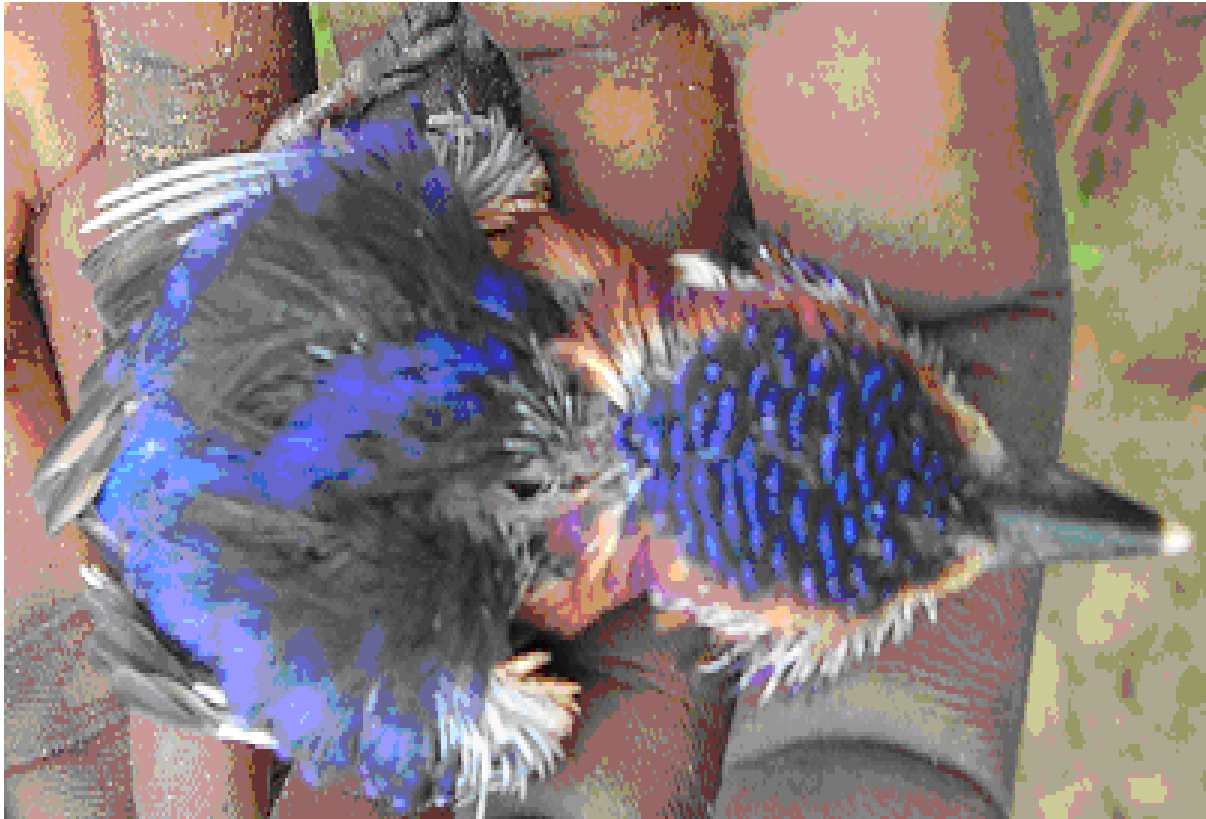


Figure 2 Un Martin-pêcheur huppé âgé d'environ 13 à 15 jours (Photo R. Kisasa)

1.1.2 Quelques Martins-pêcheurs de la R.D.Congo

Au cours de leur expédition en République démocratique du Congo (excluant la partie Ouest du pays), Lippens & Wille (1976) ont inventorié 14 espèces de Martins dont 8 Martins-pêcheurs (Martin-pêcheur géant, *Megaceryle maxima* ; Martin-pêcheur pie, *Ceryle rudis* ; Martin-pêcheur à demi-collier, *Alcedo semitorquata*); Martin pêcheur huppé, *Alcedo cristata*; Martin-pêcheur à ventre bleu, *A. leucogaster* ; Martin-pêcheur azuré, *A. quadribrachys* ; Martin-pêcheur pygmée à tête marron, *Ceyx picta*) et 6 Martins-chasseurs à tendance omnivore (Martin-chasseur à poitrine bleue, *Halcyon malimbica* ; Halcyon strié, *Halcyon chelicuti* ; Halcyon à tête brune, *Halcyon albiventris*; Halcyon à tête grise, *Halcyon leucocephala* ; Halcyon marron, *Halcyon badia* et halcyon du Sénégal, *Halcyon senegalensis*).

1.1.3 Distribution mondiale du Martin-pêcheur huppé

Le Martin-pêcheur huppé occupe toute l'Afrique intertropicale (Fig.3). Il est absent des zones arides. Sa présence est signalée surtout près de rivières poissonneuses à végétation ouverte. C'est un oiseau partiellement migrateur en plusieurs endroits de son aire de répartition (en République démocratique du Congo, au Nord du Nigeria, Soudan, Kenya, Sud Angola, au Gabon, Botswana, Afrique du Sud, Uganda, Nord Namibie, Zimbabwe, Sud Congo Brazzaville (Serle & Morel, 1994 ; Woodall, 2001 ; Sinclair & Ryan, 2003).

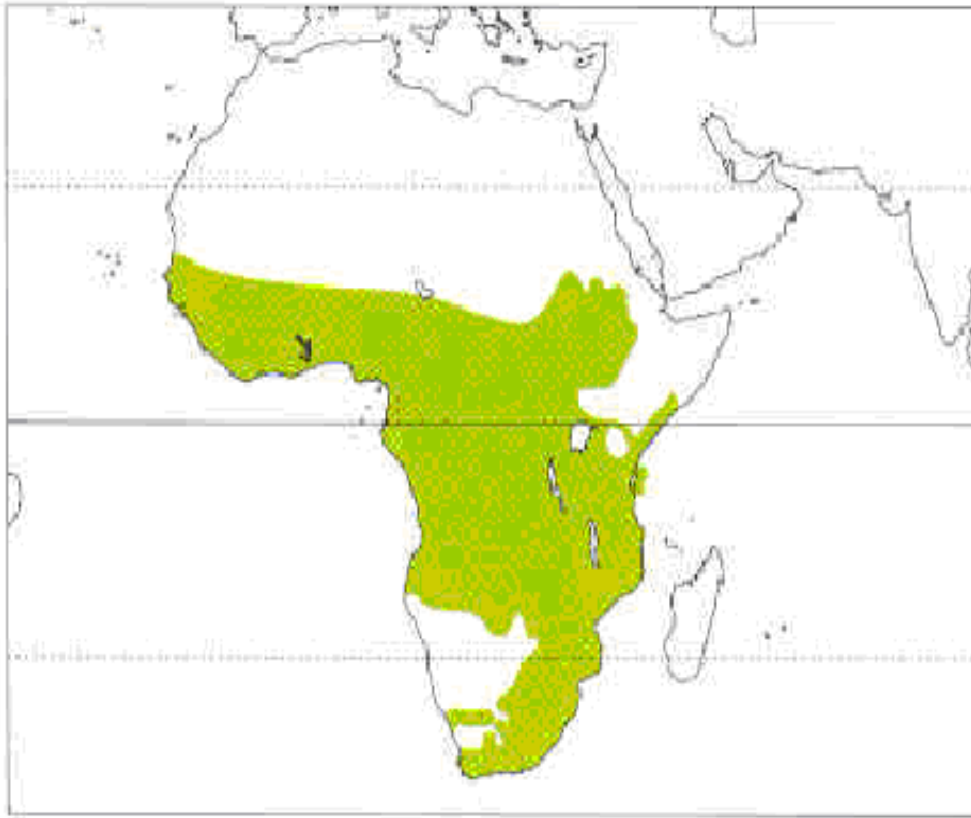


Figure 3. Répartition de Martin-pêcheur huppé, *Alcedo cristata* (Woodall, 2001)

La reproduction et le régime alimentaire du Martin pêcheur huppé feront l'objet des chapitres des publications scientifiques (en annexe).

1.1.3.1 Distribution des nids de Martin-pêcheur huppé dans la région de Kinshasa.

Kinshasa (9.965 km²), capitale de la République Démocratique du Congo, est comprise entre 4° et 5° S, 15° et 16°30'E. La ville province de Kinshasa est caractérisée par un climat tropical humide avec quatre mois de saison sèche de mi-mai à mi-septembre et huit mois de saison des pluies de mi-septembre à mi-mai (Koy Kasongo 2010).

La ville province de Kinshasa compte 24 communes subdivisées en ancienne et nouvelle cité. Les communes de l'ancienne cité sont Ngaliema, Kintambo, Linguala, Bandalungua, Kasa-Vubu, Barumbu, Kinshasa la commune, Gombe et Limete (Fig.4). Celles-ci sont caractérisées par l'absence de forêts, la présence de cours d'eau et de caniveaux insalubres dans lesquels se développent divers insectes et le petit poisson Gambusie *Gambusia affinis*. La nouvelle cité regroupe les communes à la périphérie de la région. Il s'agit des sites de Monastère (commune de Mont-Ngafula), Kemi (commune de Lemba), Symphonies de Nda-Gye (dans la périphérie de la commune de Ngaliema), et de la réserve et domaine de chasse de Bombo-Lumene (commune de Maluku). C'est dans ces derniers que tous les sites de nidification et nids du Martin-pêcheur huppé ont été observés. On y trouve des étangs de piscicultures et falaises potentiellement propices à l'excavation de nids, disséminés dans ses lambeaux forestiers.

Pour les sites de Kemi et Bombo-Lumene, les nids ont été détruits tous en plein élevage des poussins (Bombo) ou de couvaison des œufs (Kemi). Ainsi donc, ces deux sites ont été omis expressément des analyses.

a. Site de Monastère

Le site de Monastère est une galerie forestière (environ 45 hectares) adjacente à des savanes défrichées et aménagées pour les cultures. Cependant, il y a des sablières qui créent des talus et ravins offrant des berges artificielles propices à l'établissement des Martins pêcheurs. Une forte concentration de nids a été observée à 328m d'altitude, S 04° 25' 06,3" ; E 15° 17' 54,8" (Fig.5).

En plus du Martin-pêcheur huppé, le site héberge de nombreuses espèces animales réparties dans les six classes :

1. Classe de mammifères : Les écureuils (*Sciurus sp.*), les rats (*Mastomys sp.*, *Potamogale verox*) ;
2. Classe des insectes : on y trouve les espèces de l'ordre des coléoptères, orthoptères et odonates) ;

3. Classe des reptiles : on compte des petits serpents (*Eunetes sp.*, *Dendroaspis sp.*) et des lézards (*Agama agama*)
4. Classe des oiseaux : on dénombre beaucoup d'espèces d'oiseaux notamment le Martin-chasseur du Sénégal (*Halcyon senegalensis*), Martin-pêcheur pygmée (*Ceyx pictus*), Martin-pêcheur huppé (*Alcedo cristata*), les guêpiers (*Merops sp.*), les hirondelles (*Hirundo sp.*), les moineaux (*Lonchura striata domestica*), etc... ;
5. Classe des batraciens : dans les étangs abandonnés prolifèrent les larves de grenouilles (*Rana esculenta*) ;
6. Classe des poissons : deux espèces sont élevées. Il s'agit de Tilapia, *Oreochromis niloticus* et de *Clarias sp.* Les cours d'eau alimentant les étangs hébergent aussi la Gambusie, *Gambusia affinis*.



Figure 5 Etangs aux alentours de la forêt de Monastère

Les étangs de Monastère sont aussi des gîtes des mouches Tsé-Tsé, *Glossina sp.* (vectrices de la maladie du sommeil) et moustiques, vecteurs de la malaria. On y distingue deux types de moustique; le Culex (*Culex quinquefasciatus*) et les Anophèles *Anophela Gambiae*.

Le Martin-pêcheur huppé construit son nid sur une falaise verticale (Fig.6 et 8) ou dans un ravin au voisinage des étangs de pisciculture ou d'une rivière poissonneuse (Fig. 7). Le nid est installé

au fond d'un tunnel de 0,37 à 1m de profondeur, excavé sur une falaise ou une berge. Les diamètres horizontal et vertical à l'entrée de ce tunnel sont respectivement de 8 et 6 cm (Kisasa Kafutshi 2006).



Figure 6. Falaise favorable aux nids du Martin-pêcheur huppé dans le site de Monastère.



Figure 7. Un nid construit dans le ravin situé entre l'université de Kinshasa et Monastère.

b. Site des Symphonies

Le site de Symphonies “ Zamba ya Nda-Gye”, est une forêt secondaire de 500 hectares. Une forte concentration de nids a été observée à 295m d'altitude, S 04° 21' 56,4" et E 15° 13' 47,4". L'unique activité qui s'y exerce est la pisciculture. Des étangs y ont été aménagés et leurs eaux regorgent de poissons (*Oreochromis niloticus*, *Clarias sp.*, *Hemichromis elongatus*) et divers insectes (Orthoptères, Odonates, Coléoptères terrestres et aquatiques) . Le site héberge aussi des reptiles (divers serpents et lézards), des batraciens (*Rana esculenta*), de petits et de grands mammifères notamment des écureuils, singes, antilopes et des chéoptères (des chauves souris). Ce site est considéré “ comme protégé” car son accès nécessite une autorisation de la part des autorités responsables. Les touristes sont autorisés à visiter le site deux fois par semaine, tandis que les chercheurs peuvent y aller tous les jours.

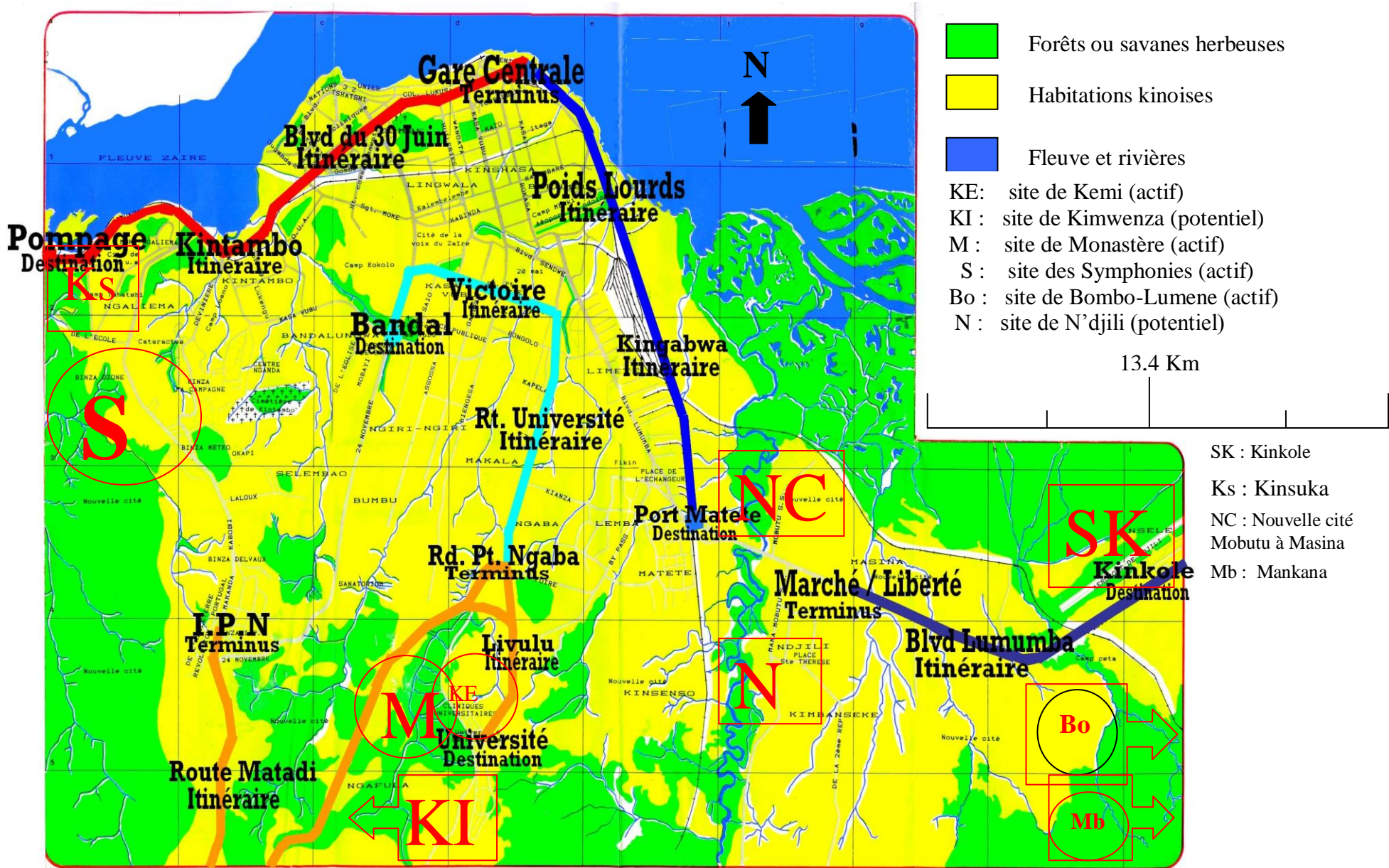


Figure 4. Distribution des forêts et nids du Martin-pêcheur huppé dans la région de Kinshasa

1.1.4 Statut de conservation

Selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), Le Martin-pêcheur huppé est un résident commun dans son habitat. Par conséquent, son statut de conservation est jusque là une préoccupation mineure (BirdLife, 2000).

1.2 Méthodologie générale

Le travail de terrain consistait à la localisation de sites de nidification, à la surveillance régulière de ces sites, à la collecte des pelotes de réjection et au prélèvement des échantillons de sols sur les falaises pour les analyses granulométriques. Le lecteur trouvera les détails sur le matériel et méthodes suivies dans les publications en annexe.

1.2.1 Localisation des nids

La localisation des sites de nidification a été faite par parcours à pied (Fig.8) ou en pirogue le long des rivières (Fig.9) à la recherche des berges favorables au creusement des terriers dans lesquels niche le Martin-pêcheur huppé.



Figure 8 Localisation par parcours à pied.



Figure 9 Localisation en pirogue.

1.2.2 Suivi des nids

Les nids repérés ont été surveillés régulièrement pour le comptage des œufs, le contrôle et le baguage des jeunes, bref, pour assurer le suivi de la phénologie et du succès de la reproduction (voir les détails dans l'article 3 et 4 en annexe). Le comptage des œufs a été fait au moyen d'une lampe de terrier



Figure10 Suivi d'un nid à l'aide d'une lampe de terrier.

La capture et baguage des oiseaux ont été réalisés sur les sites de nidification après l'ouverture des terriers. A l'occasion, nous avons récolté les pelotes de régurgitation soit dans les nids, soit sur les falaises en vue de l'étude du régime et des besoins alimentaires de l'espèce en période de reproduction.

Le régime alimentaire d'un animal peut être étudié de plusieurs manières. La méthode idéale est celle qui permet un grand nombre d'observations sans pour autant mettre en danger l'espèce étudiée surtout si cette dernière est peu fréquente. En général, l'observation directe est malaisée et, dans le cas du Martin-pêcheur, elle s'avère impraticable en raison de la vitesse de l'oiseau et de la petitesse de ses proies. L'analyse systématique des contenus stomacaux se révèle peu intéressante car elle ne permet qu'un nombre fort restreint d'observations et surtout parce qu'elle est incompatible avec la protection d'espèces peu abondantes.

La détermination des restes de proies contenus dans les réjecta (fèces ou pelotes de réjection) a retenu notre attention. Cette technique a été utilisée avec succès chez des mammifères et chez de nombreux oiseaux tels les Martins-pêcheurs (Hallet-Libois, 1985), les cormorans (Vanderlinden, 2005).

L'identification des poissons a été facilitée grâce aux équations de références. Celles-ci ont été établies à partir de squelettes de référence de poissons locaux préalablement identifiés (voir les détails dans l'article relatif au régime alimentaire).

Les enquêtes effectuées auprès des pêcheurs locaux, nous ont donné idée de la portion de l'ichtyofaune exploitée pour la consommation de la population kinoise.

A la fin de chaque descente, nous avons pris une poignée de sable sur les falaises avec et sans nids pour les analyses granulométriques.

Chapitre 2.

REPRODUCTION, CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DU MARTIN-PÊCHEUR HUPPE.

2.1 Préambule

Chez les oiseaux nidicoles, la maturation des fonctions physiologiques, la chronologie et le mode de croissance des différents organes répondent à une pression sélective et leur croissance est susceptible de mettre en évidence des paramètres plus ou moins importants pour la survie de l'oiseau (Hallet-Libois 1985). Dans la présente étude, nous avons suivi attentivement la croissance et développement des poussins afin de cerner les besoins de la nichée et d'expliquer le patron de consommation de l'espèce en période de la reproduction.

Au total 195 Martins-pêcheurs huppés dont 57 adultes nicheurs et 138 poussins ont été bagués. Les résultats obtenus montrent que chez le Martin-pêcheur huppé la taille de la ponte est de 2–4 œufs et la période d'incubation va de 15 à 16 jours. La durée d'élevage des poussins a varié de 16 à 17 jours. La vitesse de maturation des organes est fonction de leurs rôles pendant l'élevage et à la sortie du nid. Cette vitesse a été estimée par comparaison de quelques structures anatomiques telles que la taille des rémiges, des mandibules et des tarse des jeunes à la sortie des nids, à celles des adultes.

Les exigences physiologiques (par ex. l'émergence des plumes) et écologiques (activités anthropiques et disponibilité des proies) peuvent expliquer le patron de croissance de l'espèce.

2.2 Phénologie de la reproduction

Les pontes ont été observées exclusivement dans la région pendant la saison pluvieuse. Le nombre des pontes le plus important a été enregistré entre février et mai (Fig. 11).

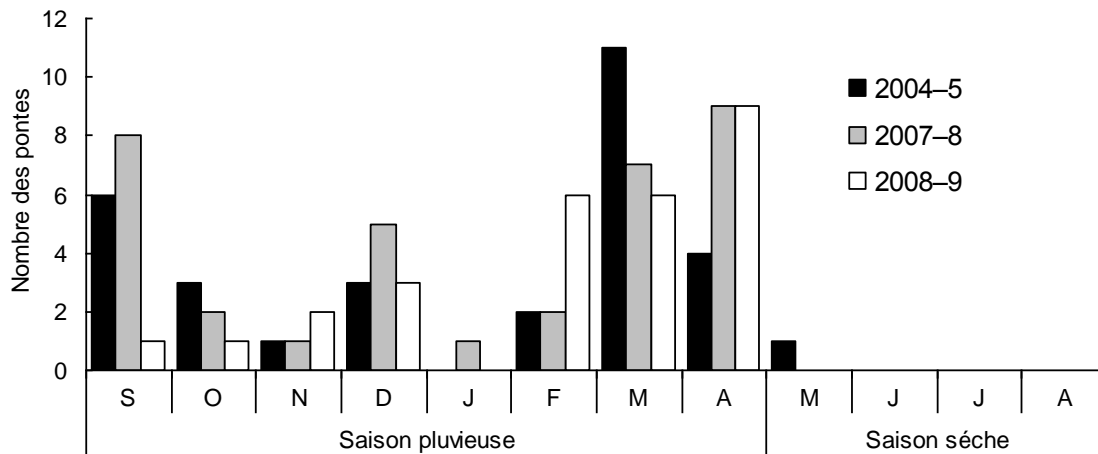


Figure 11 Distribution du mois de ponte pour les 94 pontes du Martin-pêcheur huppé observées dans la région de Kinshasa. Le seul nid de mai était du début du mois, et tous les nids de septembre étaient de la deuxième partie du mois.



Figure 12. Trois petits œufs blancs et ovales du Martin-pêcheur huppé.

Le tableau 1 présente les variables de nidification pour les premières et les deuxièmes nichées. La différence n'est pas significative entre les valeurs des premières et des deuxièmes nichées (Mann-

Whitney U, $P > 0,05$). La taille de ponte était de 2–4 œufs (soit 32 pontes de deux œufs, 55 de trois et 7 pontes de quatre); en plus, cinq œufs ont été trouvés détruits dans un nid qui nous a semblé récemment abandonné. Sur les 257 œufs pondus dans l'ensemble ($n = 94$ pontes), 138 jeunes ($n = 67$ nichées) ont pu survivre et être élevés, bagués et envolés. La destruction des nids paraît la principale cause de la diminution de taux de reproduction pour les secondes nichées (Kisasa Kafutshi & Aloni Komanda 2011, Kisasa Kafutshi 2012). Cette destruction peut être involontaire (le sable utilisé dans les constructions anarchiques des maisons au voisinage des sites de nidification est extrait sur les falaises de nidification occasionnant ainsi la destruction des nids, des œufs et parfois des jeunes) ou volontaire (l'oiseau est souvent piégé, chassé et tué comme concurrent indésirable aux pisciculteurs lorsqu'il installe son nid au voisinage des étangs). Les nids ayant survécu à la destruction étaient soigneusement nettoyés par les couples nicheurs avant de les réutiliser pour de nouvelles pontes, ce qui justifierait l'absence des ectoparasites chez tous les oiseaux capturés.

Tableau 1. Variables de nidification pour première et deuxième nichée chez le Martin-pêcheur huppé. Les données présentées sont: moyenne \pm écart type (n) minimum–maximum.

	Première nichée	Deuxième nichée	Dans l'ensemble
Intervalle (jours) entre deux pontes du même couple (n = nombre des deuxièmes pontes)			46,4 \pm 30,62 (37) 28–111
Taille de pontes (n = nombre de pontes)	2,3 \pm 0,57 (57) 2–4	2,8 \pm 0,45 (37) 2–4	2,5 \pm 0,59 (94) 2–4
Durée d'incubation (n = nombre des pontes)	15,1 \pm 0,36 (57) 15–16	15,2 \pm 0,50 (37) 15–17	15,0 \pm 0,49 (94) 15–17
Taille de nichées (n = nombre des nichées)	2,5 \pm 1,33 (40) 0–4	2,5 \pm 1,10 (27) 0–3	2,7 \pm 0,97 (67) 0–4
Durée d'élevage (n = nombre des nichées)	16,1 \pm 0,34 (40) 16–17	16,2 \pm 0,27 (27) 16–17	16,1 \pm 0,31 (67) 16–17
Jeunes produits (n = nombre de nichées)	2,7 \pm 0,73 (40) 2–4	2,8 \pm 0,54 (27) 2–4	2,8 \pm 0,62 (67) 2–4
Durée de nidification (incubation + élevage) (n = nombre de nichées)	31,4 \pm 0,62 (40) 31–33	31,0 \pm 0,52 (27) 31–33	31,1 \pm 0,58 (67) 31–33
Succès de reproduction (% des jeunes envolés par rapport au nombre total des œufs pondus)	87,7	45,5	67,3

2.3 Croissance et développement de poussins

Jusqu'à l'âge d'environ trois jours, les poussins étaient nus, aveugles, avec la mandibule inférieure plus longue que la mandibule supérieure (les deux mandibules étant noires), et deux de trois doigts soudés. Le plumage des jeunes émerge essentiellement entre le 5ème et le 9ème jour. Les gaines des plumes sont perceptibles sous la peau dès le 5ème jour. Les rémiges primaires et secondaires percent les premières ; puis les ptéryles spinaux et ventraux émergent presque au 7ème jour. Les rectrices, les plumes des faces dorsales et latérales de la tête, des ptéryles huméraux et fémoraux émergent aux environs du 9ème jour et les trois doigts sont libres, les yeux sont ouverts et la mandibule supérieure dépasse légèrement la mandibule inférieure (de 2,8 mm). Dès le 11ème jour, tout le corps des poussins est couvert à la fois des fourreaux et des plumes. Et enfin, du 13 au 17ème jour, tout le corps des poussins est complètement couvert des plumes.

La Figure 13 montre une croissance de masse pondérale jusqu'au 13ème jour suivi d'un léger plafonnement. La courbe obtenue présente donc deux phases de croissance: une phase d'augmentation du poids caractérisée par l'émergence de plumes et l'ouverture d'yeux (9–13ème jour) puis une phase de perte du poids d'environ 0,8 g à la sortie du nid.

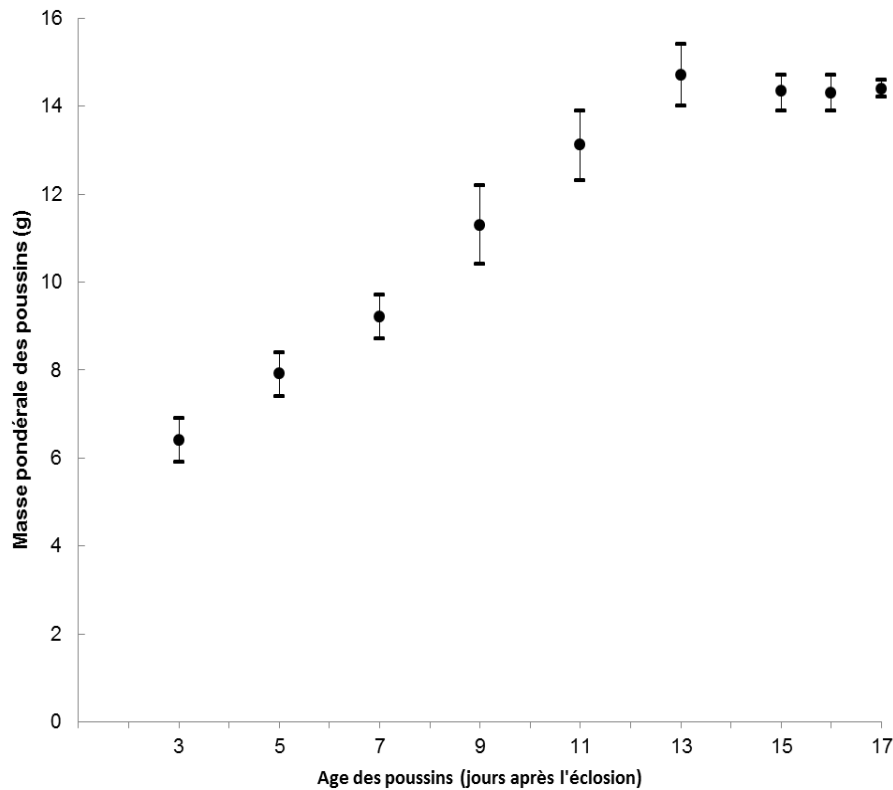


Figure 3. Croissance pondérale de 121 poussins (seulement sept le 17ème jour) du Martin-pêcheur huppé (moyenne \pm écart-type).

2.4 Rapport morphologique adulte-jeune (à la sortie du nid)

Les données morphologiques et masses corporelles des poussins et des adultes sont consignées dans le Tableau 2. Elles nous ont permis de suivre le développement des jeunes lorsqu'ils quittent le nid et l'évolution de leur croissance après l'envol. En effet, les jeunes quittent le nid à la taille corporelle presque des adultes, mais toutes les structures chez les poussins continuent à croître après l'envol. Cependant les différents rapports de tailles obtenus montrent que cette croissance varie d'une structure à l'autre. Le tarse et la rémige primaire ont pratiquement leur taille adulte tandis que les mandibules, les rectrices et les rémiges secondaires doivent encore croître de manière substantielle.

Tableau 2. Données morphométriques (mm) et masse corporelle (g) des poussins (n = 121 jusqu'à l'âge de 11 jours, et 121 dès le 13ème jour) et de 57 adultes du Martin-pêcheur huppé.

Age (jour)	Mandibule supérieure	Mandibule inférieure	1ère rémige primaire	1ère rémige secondaire	Rectrices	Tarse	Taille du corps	Masse
3	9,8 ± 0,6	10,2 ± 0,7	–	–	–	5,4 ± 0,7	55,9 ± 5,5	6,4 ± 0,5
5	13,9 ± 1,9	14,1 ± 1,8	–	–	–	6,2 ± 0,8	61,0 ± 4,5	7,9 ± 0,5
7	16,1 ± 1,3	16,0 ± 1,7	–	–	–	6,8 ± 0,6	66,0 ± 4,1	9,2 ± 0,5
9	18,1 ± 1,4	17,8 ± 1,6	21,8 ± 6,4	9,7 ± 2,1	7,0 ± 3,4	7,0 ± 0,0	66,7 ± 3,2	11,3 ± 0,9
11	20,3 ± 1,3	19,8 ± 1,1	23,5 ± 6,6	10,7 ± 2,2	10,0 ± 2,3	7,0 ± 0,5	71,0 ± 4,2	13,1 ± 0,8
13	22,0 ± 1,0	21,0 ± 1,0	26,8 ± 4,0	13,0 ± 1,9	10,4 ± 2,0	7,1 ± 0,0	73,3 ± 4,0	14,7 ± 0,7
15	23,0 ± 0,8	22,1 ± 1,0	30,1 ± 3,6	13,6 ± 1,5	12,2 ± 1,7	7,1 ± 0,6	75,5 ± 2,3	14,3 ± 0,4
16 (J16)	24,1 ± 1,1	23,2 ± 1,1	32,7 ± 3,8	14,8 ± 1,7	13,1 ± 1,8	7,2 ± 0,4	78,0 ± 1,3	14,3 ± 0,4
Adultes (A)	35,0 ± 0,3	33,0 ± 0,2	39 ± 1,1	22,0 ± 3,3	19,0 ± 0,8	8,0 ± 0,1	120,0 ± 2,7	17,0 ± 1,8
Rapport J16:A	0,69	0,70	0,84	0,67	0,69	0,90	0,65	0,84

2.5 Discussion

Dans la région de Kinshasa, la ponte du Martin-pêcheur huppé a été observée uniquement en saison des pluies (Fig. 11). Au sud du Katanga en République Démocratique du Congo, Lippens & Wille (1976) ont observé sa ponte en saison sèche comme en saison pluvieuse (déjà à partir de janvier). Au Kenya, c'est aussi pendant la saison des pluies que les pontes ont été observées (Imboma & Nalinya 2007). C'est probablement la disponibilité de la nourriture, fortement corrélée avec la latitude, qui serait un facteur déterminant l'activité reproductrice (Morel & Morel 1971).

A Kinshasa, à chaque saison sèche, les feux de brousse sont provoqués dans les savanes herbeuses pour préparer le sol à l'agriculture sur brûlis. Les étangs sont vidangés (une des techniques les plus utilisées habituellement pendant la saison sèche pour capturer les poissons et nettoyer les étangs). Ces deux pratiques contribueraient à la diminution de la disponibilité des petits poissons et insectes exploités par le Martin-pêcheur huppé et pourraient expliquer l'absence de ponte pendant la saison sèche dans la région de Kinshasa.

La taille des pontes de Martin-pêcheur huppé varie de deux à quatre (mode trois) œufs. Lippens & Wille (1976) parlent de trois œufs et Woodall (1991) de trois à quatre.

La durée d'incubation et d'élevage chez le Martin-pêcheur huppé est de 31–33 jours; il est court comparativement aux autres espèces de la famille. Chez le Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis*, elle est de 46–48 jours (21 jours d'incubation et 25–27 jours d'élevage des poussins: Doucet 1971, Hallet-Libois 1985), et pour le Martin-pêcheur pie *Ceryle rudis* 44 jours (18 jours d'incubation et 26 jours d'élevage: Reyer 1980). La taille de l'espèce ainsi que le climat pourraient expliquer la durée de nidification (Ricklefs 1968).

La première partie de la courbe de croissance pondérale des poussins (Fig. 13) présente une allure sigmoïdale. L'augmentation du poids (soit 6–15 g) est particulièrement prononcée entre le 5^{ème} et 13^{ème} jour. Par la suite, les jeunes maigrissent concomitamment avec la restriction alimentaire partielle (Kisasa Kafutshi 2012) et, au moment de l'envol, ils pèsent environ 14 g. Ce fait a été aussi signalé chez le Martin-pêcheur d'Europe (Hallet-Libois 1985). La perte de la masse corporelle ne modifie pas les autres paramètres de la croissance tels que la taille corporelle et la maturation des fonctions (Tableau 2).

Eastman (1969) suggère que chez les poussins inexpérimentés des Martins-pêcheurs, le mouillage constant des plumes suite aux tentatives répétées de pêche est une cause majeure de mortalité juvénile. La nécessité d'un vol rapide et précis pour la pêche et d'une protection efficace du corps contre l'eau pourraient expliquer la maturité des rémiges primaires au moment de la sortie du nid. Ce fait a également été observé chez le Martin-pêcheur d'Europe (Hallet-Libois 1985) chez qui les jeunes sont encore nourris quelques jours après la sortie du nid. Il est cependant difficile de confirmer le nourrissage de jeunes du Martin-pêcheur huppé quelques jours après l'envol. Tous les nids étaient très secs, et ne présentaient aucun signe de vie après l'envol des poussins. Le nombre faible des jeunes recapturés ne serait-il pas imputé d'une part à l'existence d'une structure sociale basée sur une territorialité stricte et l'intolérance des adultes reproducteurs vis-à-vis de leurs jeunes une fois envolés comme chez le Martin-pêcheur d'Europe (Libois 1994) et d'autre part à la quiétude du site ?

La croissance du bec est régulière mais lente (Tableau 2). Il en résulte qu'à l'envol, le bec des jeunes est beaucoup plus petit que celui des adultes (69–70 %). Cela signifierait qu'un long bec n'est pas un élément capital pour la survie des oiseaux, c'est-à-dire pour la pêche (O'Connor 1977). Chez le Martin-pêcheur d'Europe, les jeunes sont capables de se nourrir eux-mêmes dès l'envol et ce malgré leur petit bec (Codourey 1967, Hallet-Libois 1985).

Jusqu'au 5^{ème} jour environ, la mandibule inférieure des poussins du Martin-pêcheur huppé dépasse la supérieure, ensuite c'est le contraire à partir du 9^{ème} jour (Tableau 2). Ce fait a été aussi signalé chez d'autres alcédinidés comme le Martin-pêcheur d'Europe (Hallet-Libois 1985) et Alcyon géant, *Ceryle maxima* (Dowsett 1971). On peut dès lors se demander si ces différences répondent à une fonction. Les poussins des Martins-pêcheurs sont nourris avec des poissons entiers qui sont engagés tête première dans leur gosier. Chez les petits poussins qui réclament la nourriture en dressant le cou verticalement et dont la dimension du bec est faible, la présence d'une mandibule inférieure plus grande faciliterait le positionnement de la proie.

Par contre, pour la préhension une mandibule supérieure légèrement plus grande que l'inférieure est probablement plus commode. Hallet-Libois (1985) note que les différences s'inversent au moment où les jeunes commencent à rester seuls, lorsqu'ils sont capables d'assurer eux-mêmes leur thermorégulation par l'acquisition des plumes; ils se tiennent alors à l'entrée de la chambre, la tête tournée vers le tunnel et le nourrissage se fait dans une position horizontale. Dans ces conditions, l'avantage pour tous les jeunes alcédinidés d'avoir une mandibule inférieure plus longue serait indiscutablement moindre.

Chez le Martin-pêcheur canadien *Megaceryle alcyon*, la thermorégulation augmente avec la croissance et le développement du plumage, les plumes ne jouant toute fois un rôle isolant qu'une fois sorties de leur fourreau (Hamas 1994). Ces observations sont vraisemblablement transposables au Martin-pêcheur huppé. Ces trois espèces ont en effet des mœurs fort semblables: nidification saisonnière dans le terrier, jeunes nus et aveugles à l'éclosion et restant plus d'une semaine au nid ; les paupières se forment puis s'ouvrent dès 9ème jour après l'éclosion.

Lorsque les parents arrêtent le réchauffement, les poussins sont donc capables de voir. Ceci faciliterait le nourrissage, les jeunes pouvant mieux se positionner pour quémander la becquée (Hallet-Libois 1985).

Chapitre 3.

REGIME ALIMENTAIRE

3.1 Préambule

Au total 182 poignées de pelotes de réjection ont été traitées, dont 61 récoltées dans six nids (20 nichées) des 70 nids repérés au Monastère et 122 récoltées dans 13 nids (45 nichées) des 107 repérés aux Symphonies. Les différentes pelotes ont été nettoyées, séchées et triées. L'identification et l'estimation des proies dans chaque pelote de réjection ont été facilitées par les équations de référence pour les poissons.

Dans les deux sites (Monastère et Symphonies), le régime alimentaire a été dominé par les poissons et les odonates. Parmi les poissons dont le tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Hemichromis elongatus* et Gambusie, *Gambusia affinis* ont représenté 92% du régime alimentaire contre 8% d'autres proies (insectes, reptiles, larves et batraciens). La taille de ces poissons soumis à la prédation de Martin-pêcheur huppé a varié de 2 à 6,5 cm. Le Martin-pêcheur huppé est un opportuniste qui sélectionne ses proies en fonction de l'âge de ses poussins.

Certaines proies consommées par les différentes nichées ne pouvant probablement pas laisser des traces (cas des vers de terre, des têtards d'amphibiens ou de certaines larves), il serait donc difficile sur base de cet échantillon de pelotes analysées, d'aboutir à une conclusion fiable sur la consommation et l'impact réel de ce petit prédateur sur la faune piscivore.

3.2 Le régime alimentaire en fonction des sites

Dans les deux sites d'étude, le régime alimentaire identifié a montré une prédominance des poissons notamment les tilapia *Oreochromis niloticus* et des insectes, les odonates (Tableau 3). Pour toute la durée d'élevage, 1100 proies ont été trouvées aux 65 nichées, soit une consommation moyenne de 17 proies par nichée. Les poissons *O. niloticus* sont représentés à 87 %, *Hemichromis elongatus* à 5,5 %, la Gambusie, *Gambusia affinis* à 0,2 %, les insectes (odonates à 5,3% et orthoptères à 0,6%) et les grenouilles à 0,5%.

Tableau 4 Résultats du test d'homogénéité de proportions entre les espèces proies trouvées dans les nids du Monastère et des Symphonies.

Proie	Symphonies n (%)	Monastère n (%)	G_{partiel}	
Batraciens	5 (1)	1 (0)	2.03	Homogène
<i>Gambusia affinis</i>	0 (0)	2 (0)	0.63	Homogène
<i>Hemichromis elongatus</i>	27 (4)	33 (7)	2.95	Homogène
Odonates	32 (5)	26 (5)	0.02	Homogène
<i>Oreochromis niloticus</i>	546 (88)	421 (87)	0.06	Homogène
Orthoptères	7 (1)	0	3.72	Homogène
G_{global}	14.4			Homogène

3.3 Le régime alimentaire en fonction de l'âge des poussins

Deux périodes ont été considérées ; avant que les jeunes n'aient atteint l'âge de huit jours et après. Le nombre des proies trouvées a varié significativement avec l'âge des poussins (Fig. 14: $F_{6, 229} = 10,4$; $P < 0,00001$). La première période peut en effet comporter des pelotes émises au nid par les adultes (premier prélèvement) alors qu'ils réchauffaient leurs jeunes. C'est après le huitième jour qu'une consommation élevée a été observée, suivie d'une restriction à partir déjà du 13ème jour.

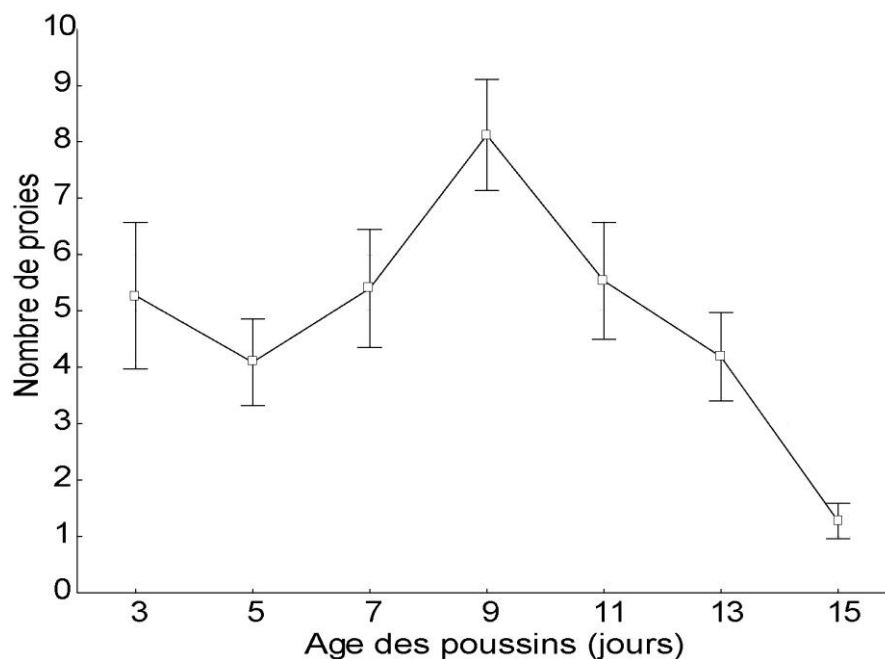


Figure 14. Évolution du nombre des proies trouvées dans les pelotes collectées du nid, en fonction de l'âge des poussins (moyen \pm 0.95 CI).

En dépit de ce que la quantité des proies semble varier significativement avec l'âge des jeunes, les G_{partiel} pour les deux sites montrent qu'il y a hétérogénéité uniquement au niveau de *Hemichromis elongatus* au site Monastère (Tableau 4).

Tableau 4. Évolution de la proportion des proies en fonction de l'âge des poussins (n = 138 poussins).

Site	Proie	Age des poussins		G_{partiel}	
		≤ 8 jours	> 8 jours		
Symphonies (n = 107, $G_{\text{global}} G_4 = 7.2$, Homogène)	Batraciens	1	4	1.4	Homogène
	<i>Hemichromis elongatus</i>	9	18	1.5	Homogène
	<i>Oreochromis niloticus</i>	254	292	0.6	Homogène
	Odonates	12	20	0.7	Homogène
	Orthoptères	1	6	3.0	Homogène
Monastère (n = 31, $G_{\text{global}} G_4 = 34.4$, Hétérogène)	Batraciens	1	0	0	Homogène
	<i>Gambusia affinis</i>	2	0	0.5	Homogène
	<i>Hemichromis elongatus</i>	30	3	30.2	Hétérogène
	<i>Oreochromis niloticus</i>	176	245	3.0	Homogène
	Odonates	14	12	0.6	Homogène

3.4 Relation entre longueur des proies capturées et âge des poussins

La sélection de la taille des poissons capturés a évolué au cours de l'élevage des poussins ($F_{6, 2604} = 45,4$, $P < 0,00001$). À l'éclosion, la taille était supérieure à celle observée cinq jours plus tard. Dans cet intervalle de temps, il s'agirait vraisemblablement d'un mélange de pelotes de parents et des jeunes. A partir du 5ème jour à l'envol, la taille des poissons trouvés semble croître concomitamment avec l'âge des nichées (Fig.15).

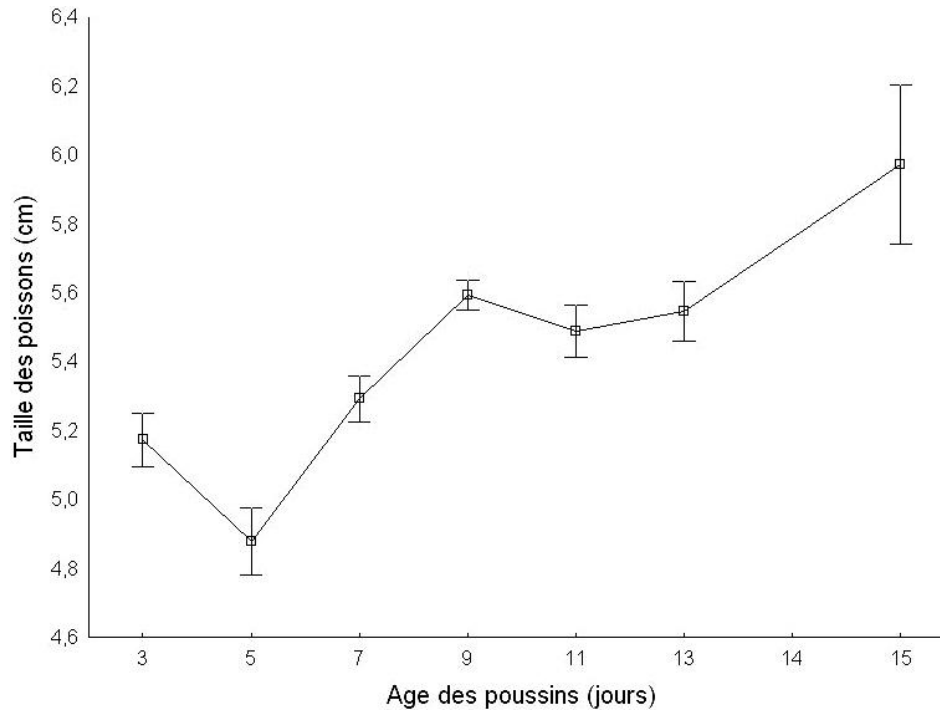


Figure 15. Évolution de la taille moyenne des poissons consommés en fonction de l'âge des poussins (moyen \pm 0.95 CI).

3.5 Distribution de fréquences de tailles de poissons consommés.

La taille des poissons a varié de 2 à 6,5 cm, ceux de taille comprise entre 5,5 et 6 cm étant prédominants (Fig.16).

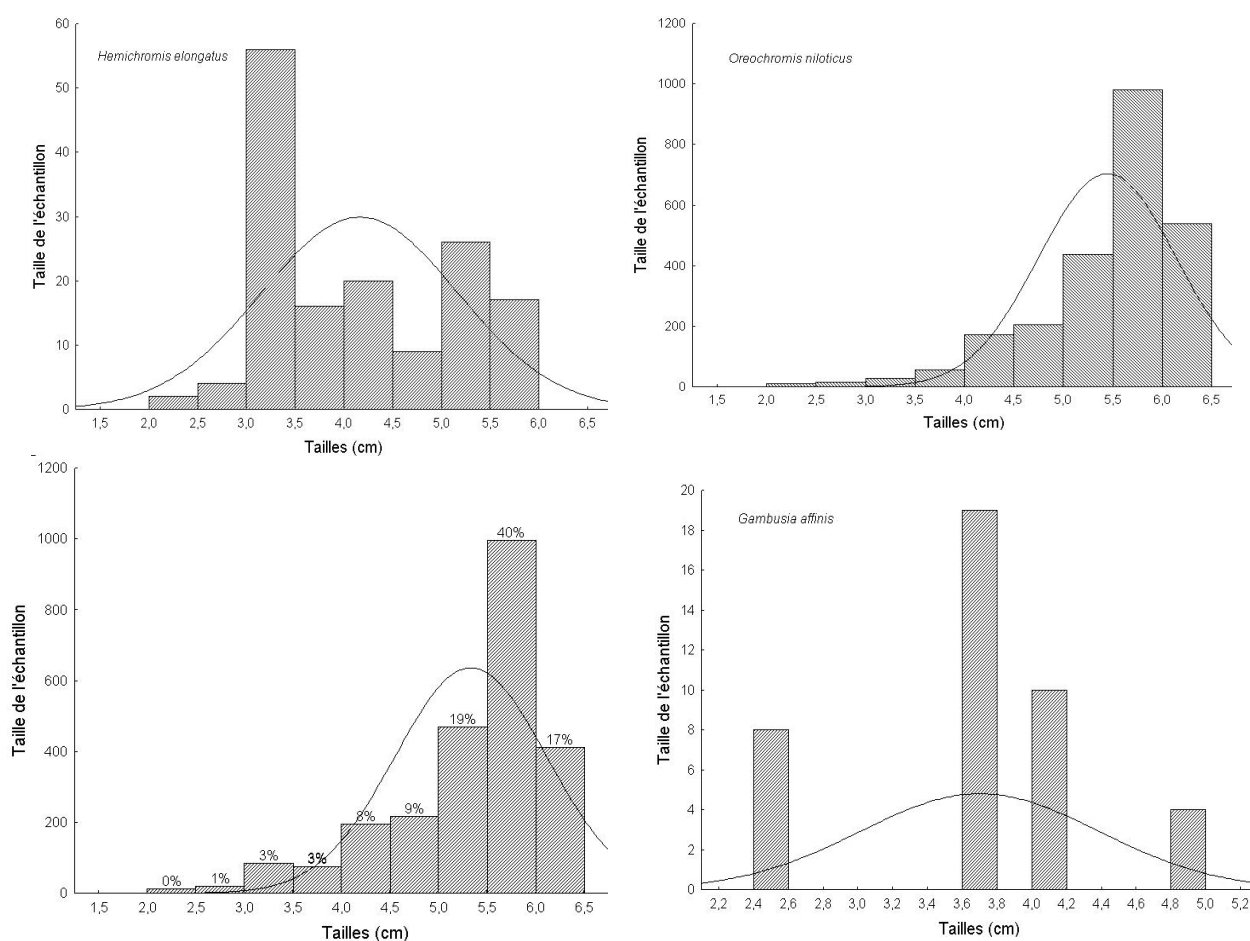


Figure 16 Distribution de fréquence de la taille des poissons capturés par *Alcedo cristata* dans la région de Kinshasa.

3.6 Discussion

Au Monastère, le régime alimentaire était constitué beaucoup plus de poissons de petites tailles avant le 8ème jour d'âge des poussins et peu des poissons mais de grande taille après le 8ème jour. Ces résultats corroborent ceux de Hallet-Libois (1985) pour le Martin-pêcheur d'Europe et de Libois & Laudelout (2004) pour le Martin-pêcheur pie, qui montrent que des proies plus grandes sont apportées aux jeunes dès qu'ils atteignent un certain stade de développement, correspondant pratiquement à l'acquisition d'une "homéothermie de groupe". Par contre la quantité de proies consommées au site des Symphonies n'a pas semblé varier significativement avec l'âge des poussins. La qualité du site et l'effort de nourrissage des poussins auraient sans doute un impact non négligeable sur la disponibilité des proies (Jan & Keeps 1994). Les Symphonies constituent un site relativement calme, par conséquent les proies sont disponibles à chaque période d'élevage

contrairement au site du Monastère très menacés par la déforestation, les feux de brousses et les activités agropastorales.

Quant à l'estimation quantitative de la consommation des proies par nichée, le nombre de 17 proies en moyenne obtenues paraît très faible comparativement aux travaux réalisés sur Martin-pêcheur d'Europe (Iribarren & Nevado 1982, Hallet-Libois 1985). Ce fait pourrait être lié au fait que certaines proies n'ont laissé aucune trace dans les pelotes analysées. C'est le cas par exemple de têtards d'amphibiens ou des lombrics.

La taille des poissons capturés a varié de 2 à 6,5cm. Avant le 8ème jour, les différentes pelotes pourraient être un mélange des proies consommées par les parents et les jeunes ou être uniquement constituées de proies des jeunes. On peut s'étonner qu'au 3ème jour, il y ait des poissons de plus de 5 cm de longueur. En effet, les poussins de Martins-pêcheurs peuvent ingurgiter des proies bien plus longues qu'eux: une fois tué, le poisson est engouffré dans le bec, tête en avant. La tête atteint l'estomac, commence à être digérée alors que le corps dépasse le bec. Le poisson avance dans le tube digestif au fur et à mesure de sa dissolution dans l'estomac. En revanche, un adulte ne peut pas se permettre ce genre d'exercice: il ne volera pas la bouche pleine sauf s'il transporte une proie pour ses jeunes. Les adultes ont donc tendance à consommer de petites proies alors que, sans doute pour des raisons d'efficacité énergétique, ils apportent des proies plus grosses à leurs jeunes. Lorsque les jeunes grandissent, cela a été vu chez le Martin-pêcheur d'Europe, les proies apportées au nid ont tendance à être plus grosses (Hallet-Libois 1985, Raven 1986).

La diversité des proies trouvées dans ces pelotes en général et les poissons en particulier montre que ce petit prédateur pourrait compter parmi les bons échantillonneurs de la faune piscicole d'un site. En majorité, il s'agit de petits poissons de taille de 2–6,5 cm (Fig.16), en faible quantité (17 proies diversifiées pour une nichée) et sans grand intérêt économique évident, qu'il capture pour nourrir ses poussins jusqu'à la sortie du nid (16–17 jours après l'éclosion).

Parmi les poissons consommés par le Martin-pêcheur huppé compte la Gambusie, qui représente 0,2 % de son spectre alimentaire. Il s'agit d'un petit cyprinidé pullulant dans les cours d'eau très pollués de la région. Une étude de dosage de quelques polluants courants de la région dans ses plumes ou ses œufs est envisagée dans le but de contrôler la chaîne trophique qui est l'un des paramètres importants à maîtriser dans la stratégie de la gestion de la biodiversité.

Chapitre 4.

IMPACT DE LA TEXTURE DU SOL SUR LE CHOIX DE L'HABITAT.

4. 1 Préambule

Dans le présent travail, nous voulons comprendre l'origine de la rareté de sites de nidification du Martin-pêcheur huppé dans une région où les falaises, les étangs et rivières poissonneuses sont disponibles. Sur ce, une première analyse granulométrique des échantillons de sol de falaises avec et sans nids de Martin-pêcheur huppé a été effectuée en vue de connaître le sol de prédilection pour l'excavation des nids.

Au total 56 échantillons de sol ont été récoltés et analysés par la méthode de Köhn. L'analyse a consisté en la détermination et la comparaison du pourcentage du sable, de l'argile et de limon de deux catégories de falaises. Le résultat obtenu a révélé qu'un sol propice à creuser serait constitué de $10,8 \pm 6,1\%$ de limon, $7,5 \pm 6,6\%$ d'argile et de $81,4 \pm 11,4\%$ de sable. Par contre les falaises dont les sols étaient constitués en moyenne de $8,5 \pm 5,6$ de limon, $11,6 \pm 6,5\%$ d'argile et $78,9 \pm 13\%$ de sable, étaient soit abandonnées (tentative d'occupation), soit non occupées. Selon Petersen (1955), la teneur en argile pour un sol propice à creuser serait inférieure à 10% (au-delà de cette teneur le sol est généralement dur et difficile à creuser). Une différence d'environ 1% de teneur en argile en comparaison avec les falaises abandonnées ou sans nids dans la région de Kinshasa, nous a paru inconcevable pour lier l'absence des nids dans certains habitats naturels avec la dureté des sols. Dans l'hypothèse où le Martin-pêcheur huppé éviterait une falaise à cause de sa dureté, on pourrait envisager une stratégie visant une bonne gestion de l'énergie nécessaire à l'incubation des œufs, à l'élevage des jeunes (pour la chasse des proies, le réchauffement des jeunes et le nettoyage du nid).

4.2 Caractéristique des falaises de Martin-pêcheur huppé

De 56 falaises étudiées, 68% ont été utilisées d'une année à l'autre par les oiseaux de 2004 et 2009. Le résultat des analyses granulométriques des échantillons de sols avec et sans indices de nidification est présenté dans le tableau 1 dont les détails sont repris à l'annexe de l'article relatif à l'habitat.

Tableau 5 La granulométrie des sols de falaises avec (n=23) et sans (n=23) indice de nidification du Martin-pêcheur huppé de la région de Kinshasa.

Caractéristiques	Falaises occupées			Falaises non occupées		
	Sable	Limon	Argile	Sable	Limon	Argile
Taille des particules (%)						
moyenne ± s	81,4 ± 11,4	10,8 ± 6,1	7,5 ± 6,6	78,9 ± 13	8,5 ± 5,6	11,6 ± 6,5
Minimum	66,2	4,9	2,1	56,9	3,1	2,7
Maximum	92,6	18,8	18,9	92,4	14,7	18,7

Le test de student a révélé une différence significative dans la teneur en argile entre les falaises avec et sans nids ($t = 3,27$; $p < 0,05$). Par contre, la teneur en sable et en limon est presque constante d'une falaise à l'autre.

4.3 Discussion

Des études antérieures sur l'habitat des Martins-pêcheurs soulignent l'importance de la présence de perchoirs de 2-4m de haut pour les Martin-pêcheur pie (*Ceryle rudis*) et Martin-pêcheur géant (*Megaceryle maxima*), <2m pour le Martin-pêcheur à demi collier, *Alcedo semitorquata* (Brown 1934, Monadjem & Owen-Smith 1994) et <1m pour le Martin-pêcheur huppé, *Alcedo cristata* (Bonnington et al 2007). Les résultats de notre étude suggèrent comme dans la littérature sur d'autres espèces nichant sous sol (Heneberg 2009), que la texture du sol détermine la sélection de sites de nidification chez le Martin-pêcheur huppé. Une différence dans la teneur en argile peut considérablement affecter la qualité de falaises pour creuser de nids de Martin-pêcheur huppé. Une teneur argile de 7% et 10% de limon semble suffisante pour creuser des nids sans risque d'effondrement par le Martin-pêcheur huppé de la région. Par contre pour des teneurs en argile (> 10%) les falaises ont été non occupées. Selon Gilroy et al. (2008), Des oiseaux nicheurs cherchent des sols propices dont le mélange de différentes fractions du sol (% sable, argile et limon) est un compris entre la dureté et la stabilité du sol (Heneberg 2004, Gilroy et al.2008). Une corrélation significative a été mise en évidence entre la profondeur du tunnel du terrier, le diamètre d'entrée de nid, le % de la pente et hauteur de la falaise ou berge occupée par les Hirondelles de rivage (Heneberg 2001). L'auteur suggère que la profondeur du tunnel serait un des facteurs important influençant le succès de reproduction de cet oiseau nicheur sur des berges dont la taille des particules du sol (<900µm) est prédominante. Par contre, le Martin-pêcheur d'Europe (*Alcedo atthis*) ne semble pas choisir les berges dont la taille des particules dépassent 40,000µm (Heneberg

2004). Heneberg (2009) stipule que la taille des particules détermine la pénétrance d'un sol qui est un des facteurs affectant la nidification des oiseaux.

Une différence d'environ 1% de teneur en argile en comparaison avec les falaises abandonnées ou sans nids dans la région de Kinshasa, nous a paru inconcevable pour lier l'absence des nids dans certains habitats naturels avec la dureté des sols. Dans l'hypothèse où le Martin-pêcheur huppé éviterait une falaise à cause de sa dureté, on pourrait envisager une stratégie visant une bonne gestion de l'énergie nécessaire à l'incubation des œufs, à l'élevage des jeunes.

Chapitre 5.

REACTIONS DU MARTIN-PECHEUR HUPPE AUX PERTURBATIONS DE SON HABITAT.

5.1 Préambule

La région de Kinshasa connaît une dégradation alarmante de son environnement naturel, consécutivement à un accroissement² de la densité de sa population humaine. La pression qui s'exerce sur les oiseaux piscivores a tendance à augmenter. Dans le présent chapitre, nous nous proposons l'évaluation de la réaction de Martin-pêcheur huppé aux perturbations de ses nids.

Deux colonies de cet oiseau ont été suivies par le baguage des adultes et juvéniles, le comptage des œufs et la description des activités journalières des adultes au nid de site des Symphonies et de Monastère.

Il ressort de ces observations que 10 % des nids étaient détruits par les gens au site des Symphonies contre 78 % au site du Monastère. Par conséquent, le nombre des nids potentiellement favorables à la nidification est faible au Monastère et plus élevé aux Symphonies. Le nombre de jeunes produits par nid aux Symphonies était le double du nombre par nid au Monastère. Le degré de fidélité au site est plus élevé pour les adultes nichant aux Symphonies (26 %) que ceux du Monastère (11 %). Cela suggère que le site du Monastère est moins favorable à la survie du Martin-pêcheur huppé que celui des Symphonies. Un compromis adaptatif semble se dégager entre le nombre de nids disponibles et le succès de reproduction chez le Martin-pêcheur huppé. La destruction des nids justifierait indiscutablement l'échec de nidification et l'abandon des sites observés chez les adultes nicheurs de deux sites.

5.2 Distribution des nids dans le temps

Au total, 177 nids potentiellement favorables aux activités de nidification ont été repérés dans les deux sites, dont 70 au Monastère, 107 aux Symphonies (Tableau 6). Au Monastère, la plupart des nids construits ont été détruits la même année, mais aux Symphonies, la plupart des nids ont survécu pour être réutilisés à la prochaine année ($\chi^2 = 59,45$; $P < 0,05$) et le nombre de nouveaux nids construits d'une année à l'autre est faible. Aux Symphonies en 2004, quatre nids seulement, construits dans la zone défrichée aux alentours du site, ont été détruits. Contrairement au site du

² D'après Toulhier et al. 2010, la population kinoise est passée de 60,76400 habitants en 2005 à 10,076099 habitants en 2009.

Monastère (nids construits à l'extérieur de la forêt et à environ 150 m des habitations humaines), les nids aux Symphonies sont concentrés à l'intérieur du site (à l'abri de la population humaine dans les alentours de ce site).

Tableau 6 Fluctuation des nids potentiellement favorables à la nidification, des nids détruits et des nids non détruits (survécus à la fin de l'année pour être réutilisés pendant la prochaine), dans les sites du Monastère et des Symphonies.

	N nids disponibles*	N nids détruits	N nids non détruits
Monastère			
2004	16	7	9
2005	11	11	0
2007	13	12	1
2008	13	12	1
2009	17	11	6
Total	70	53 (78 %)	17 (22 %)
Symphonies			
2004	24	4	20
2005	21	0	21
2007	22	2	20
2008	20	0	20
2009	20	5	15
Total	107	11 (10 %)	96 (90 %)

*Y compris le nombre des nids non détruits de l'année antérieure avec le nombre construits de nouveau cette année.

5.3 Succès de reproduction

La taille de la ponte observée chez 67 nichées du Martin-pêcheur huppé a varié de deux œufs ($n = 1$ nichée) à quatre (5 nichées), la plupart (61 nichées) de trois œufs. Ces œufs sont incubés 15–16 jours dans le nid creusé sur une falaise verticale. Aux Symphonies, le succès d'éclosion était presque le double du Monastère (Tableau 7: Mann Whitney U, $z = -2,2$, $P < 0,03$). Par contre, l'élevage des poussins du Monastère semble presque égale par rapport à cela du site des Symphonies. Le succès de reproduction était respectivement de 31 jeunes produits sur 70 nids potentiellement favorables au Monastère (= 0.44 jeunes par nid) et 107 jeunes produits sur 107 nids potentiellement favorables aux Symphonies (= 1 par nid).

Tableau 7 Nombre d'œufs pondus et nombre de jeunes produits aux sites du Monastère et des Symphonies.

	Monastère				Symphonies			
	Nids actifs	Œufs pondus	Œufs éclos	Jeunes élevés et envolés	Nids actifs	Œufs pondus	Œufs éclos	Jeunes élevés et envolés
2004	7	23	17	17	7	22	21	19
2005	4	14	14	11	3	10	7	4
2007	1	3	0	0	7	21	18	18
2008	1	3	3	3	13	39	36	35
2009	6	19	0	0	17	51	39	31
Total	19	62	34	31	47	143	121	107
% succès			55	91			85	88

5.4 Bagueage

Au Monastère, 18 adultes ont été capturés, bagués et relâchés dont deux seulement ont été recapturés. Par contre aux Symphonies, 39 adultes ont été capturés, bagués et relâchés dont 2–4 recapturés chaque année à l'exception de l'année 2005 (Tableau 8). Le taux de fidélité des adultes nichant au site des Symphonies était de 26 % (10 recapturés sur 39 bagués) soit deux fois supérieur à celui observé chez ceux du Monastère avec 11 % (2 recapturés sur 18 bagués). D'autre part, sur 31 jeunes bagués au Monastère, aucun n'a été recapturé, et aux Symphonies, deux sur 107 jeunes bagués et relâchés en 2004 ont été recapturés en 2008 et 2009.

Tableau 8 Fidélité au site des adultes et des jeunes du Martin-pêcheur huppé de 2004 à 2009 dans la région de Kinshasa.

	Adultes bagués	Adultes recapturés	Jeunes bagués	Jeunes recapturés
Monastère				
2004	8 (jan-avr)	1 (oct)	17	0
2005	5 (jan-avr)	0	11	0
2007	1 (avr)	1 (bagué mars 2004)	0	0
2008	0	0	3	0
2009	4 (jan-avr)	0	0	0
Total N (%)	18	2 (11 %)	31	0
Symphonies				
2004	16 (jan-avr)	4 (oct)	19	0
2005	1 (jan-avr)	0	4	0
2007	3 (jan-avr)	2 (bagués avr 2004)	18	0
2008	10 (mars)	2 (1 bagué 2005; 1 (oct) bagué mars 2008)	35	1 (bagué 2004)
2009	9 (jan-avr)	2 (oct: 1 bagué 2008; 1 bagué mars 2009)	31	1 (bagué 2004)
Total N (%)	39	10 (26 %)	107	2(2)

5.5 Effort parental de nourrissage des juvéniles

Des 26 nichées suivies, dont 13 au Monastère et 13 aux Symphonies, l'apport journalier en proies aux nichées n'a pas présenté de différence significative dans les deux sites, bien qu'au Monastère qu'il soit marqué par deux pics dans l'avant et après midi. Aux Symphonies, un seul pic a été observé le matin (Fig. 17). Dans les deux sites, cet apport était plus élevé l'avant-midi et a diminué l'après-midi.

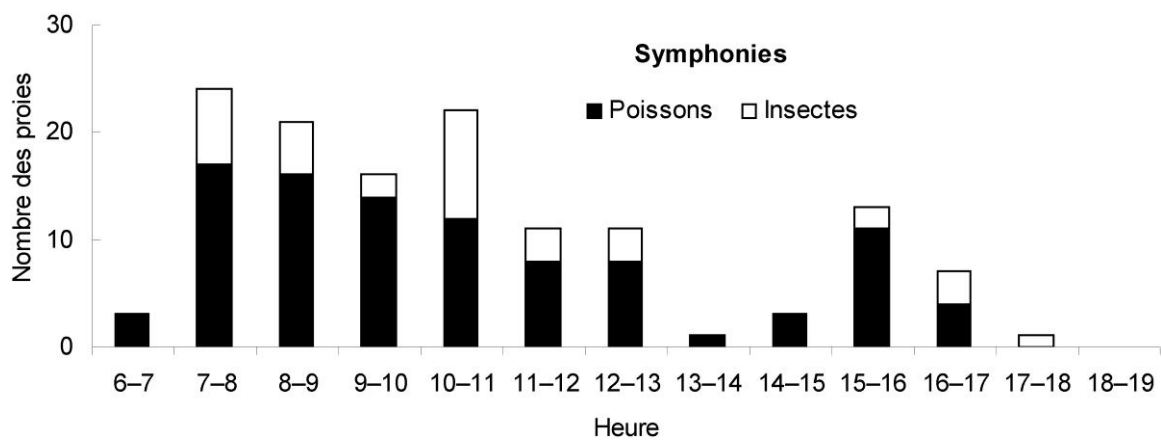
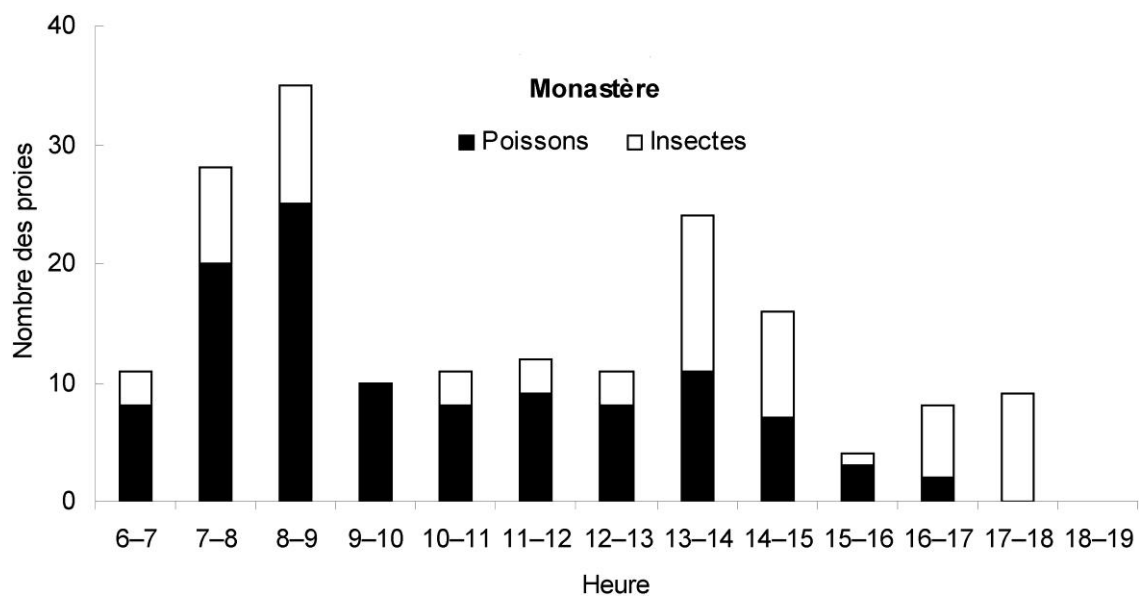


Figure 17. Apport journalier de proies aux poussins issus de 13 nichées de chacun des deux sites.

L'apport en proies aux poussins dans les deux sites semble relativement faible avant le 8 ou 9ème jour dès l'éclosion, avec un pic environ le 9 ou 10ème jour, puis diminuant jusqu'à l'envol des poussins (Fig. 18).

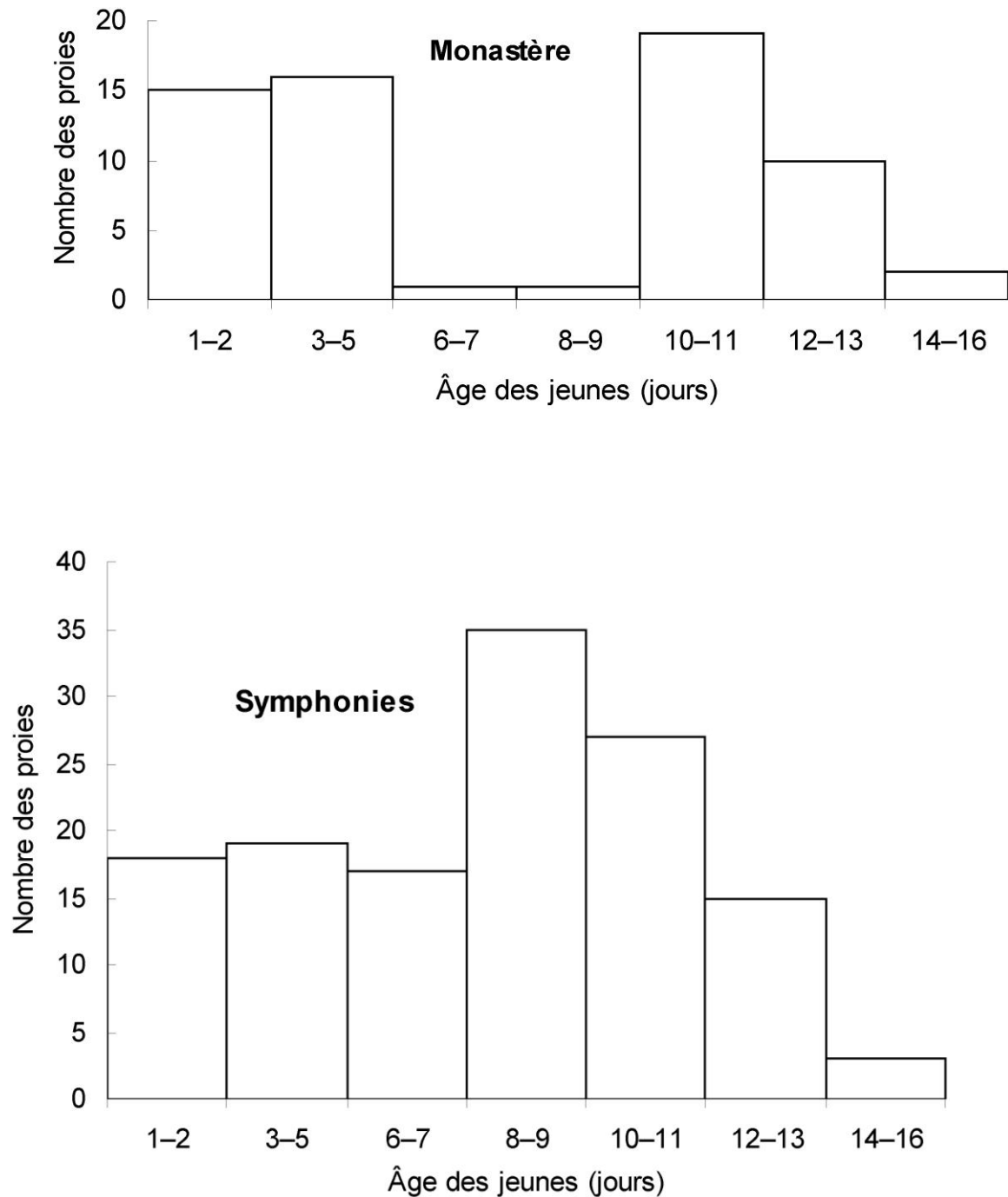


Figure 18. Apport en proies à 13 nichées de chaque site, en fonction de l'âge des poussins.

5.6 Discussion

Les résultats de nos travaux démontrent qu'un compromis adaptatif semble se dégager entre le nombre de nids disponibles et l'optimisation de l'effort du succès de reproduction chez le Martin-pêcheur huppé. Le succès de reproduction du Martin-pêcheur huppé a varié selon le site. Il était deux fois supérieur aux Symphonies à celui obtenu au Monastère. Le succès de reproduction était influencé par le succès d'éclosion des œufs et de la survie des poussins. Le taux de destruction de nids est plus élevé au Monastère qu'aux Symphonies. Par conséquent, aux Symphonies, on peut observer un nombre plus important des jeunes produits. Les adultes des Symphonies seraient probablement dispensés de l'effort supplémentaire lié à l'excavation des nids étant donné que la plupart des ces nids (90 %) ont été réutilisés d'une année à l'autre. Par contre, ceux du Monastère

ont reconstruit les nids chaque année (la chance de survie d'un nid d'une année à l'autre étant de 22 %), et peut-être ils ne peuvent pas avoir suffisamment d'énergie à dépenser pour la suite de nidification (la couvaison et l'élevage).

Les adultes semblent ajuster l'apport en proies aux nids dans les deux sites en fonction de l'heure et de l'âge des poussins. La fréquence d'apport en proies aux nids des Symphonies était plus basse qu'à celle observée aux nids du Monastère de 13h00 à 15h00. Le soleil est très accablant dans cet intervalle de temps. La plupart des activités humaines au site du Monastère sont à l'arrêt. La diminution des activités serait probablement favorable aux oiseaux pour maximiser l'apport en proies aux nids à l'abri des éventuels curieux. Ce qui ne semble pas être le cas aux Symphonies, un site relativement calme et à l'abri de dérangement. De 15h00 à 17h00, une augmentation d'apport était observée. Cependant, dans les deux sites aux environs de 18h00, les adultes semblaient apporter plus d'insectes que de poissons. En effet, la rétine des martins-pêcheurs est adaptée pour une bonne visibilité des proies dans l'eau mais cette visibilité diminuerait avec le coucher du soleil (Moroney & Pettigrew 1987). Lorsque les proies sont rares, le prédateur a tendance à capturer tout ce qu'il rencontre (Royama 1970, Estabrook & Dunham 1976). L'augmentation d'apport en proies observée dans les deux sites chez les jeunes de plus de neuf jours pourrait se justifier par les exigences physiologiques liées à l'émergence des plumes et la maturation des organes (Hallet-Libois 1985).

Des jeunes bagués, seulement 1,4% (2 sur 138) ont été recapturés 2–3 ans plus tard. La dispersion des jeunes serait un compromis entre la durée de la période d'immaturité sexuelle avant de se reproduire, le taux de mortalité après avoir quitté les nids et la structure sociale de l'espèce. Chez le Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis* (Hürner & Libois, 2004) par exemple, la structure sociale est basée sur une territorialité stricte et l'intolérance des adultes vis-à-vis des jeunes après

l'envol.

En ce qui concerne le Martin-pêcheur huppé, les études similaires par microsatellite sur un grand échantillon des jeunes, sont envisagées pour connaître la structure sociale de l'espèce, un des paramètres importants dans le suivi des populations des oiseaux.

En outre, le taux de fidélité chez les adultes nichant au site des Symphonies (26 %) est deux fois supérieur à celui observé chez ceux du Monastère (11 %). Le degré de fidélité au site d'un animal est souvent corrélé avec la qualité de son habitat (Peris & Rodriguez 1996, Malcolm et al 2006), et la présence d'un nombre important des nids potentiellement favorable à la nidification est un atout décisif pour le succès de reproduction du Martin-pêcheur huppé (Libois 1994, 2001).

La destruction des nids justifierait indiscutablement l'échec de nidification et l'abandon des sites observés chez les adultes nicheurs de deux sites. Protéger le Martin-pêcheur huppé sous-entend donc le maintien d'un nombre important des nids favorables à la nidification.

DISCUSSION GENERALE

Les différentes études que nous avons réalisées ont permis de nuancer certaines idées générales “très bien établies” concernant le comportement des oiseaux en période de reproduction. Bien que le Martin-pêcheur huppé soit identifié comme un bon indicateur de la qualité de l’environnement, il était intéressant de mettre en évidence de différents indices biologiques et écologiques permettant une meilleure évaluation de l’impact de l’urbanisation sur son comportement. Les principaux indices qui nous ont semblé intéressants pour le suivi de cet oiseau sont le succès de reproduction, la fidélité au site et la courbe de croissance pondérale enregistrée chez ses poussins.

Nous avons montré que l’urbanisation anarchique de la ville province de Kinshasa a un impact négatif sur les composantes de l’habitat de l’oiseau tels que les nids, les perchoirs et la disponibilité des proies. De 2004 à 2009, le succès de reproduction était deux fois supérieur aux Symphonies en comparaison du site de Monastère. Ce résultat pourrait être expliqué par le caractère très anthropisé du site de Monastère. Le nombre des nids potentiellement favorables à la nidification apparaît plus stable d’une année à l’autre dans le site des Symphonies qu’au Monastère. En réalité, le site des Symphonies est une concession privée et protégée dans laquelle toutes les visites sont réglementées, à l’opposé du site du Monastère, où les activités humaines empêchent probablement les Martins-pêcheurs de chasser ou de nourrir leurs poussins en toute quiétude.

Le Martin-pêcheur huppé apparaît extrêmement farouche et sensible au dérangement puisqu’une série de tests tendent à montrer qu’une présence humaine à moins de 15 mètres suffit pour que l’adulte venant de chasse, ne pénètre pas dans son nid.

Symphonies est un site relativement calme par conséquent les proies sont disponibles et les activités de nidification sont fréquentes. Par contre, Monastère est un site très menacé par la déforestation, les feux de brousses et les activités agropastorales, les activités de nidification sont rares.

La rareté de l’espèce pourrait s’expliquer aussi bien par l’existence probable d’une compétition intra et interspécifique qui découle de la réduction de nourriture dans un milieu perturbé (Morris 1999, Lemaître 2009). Une étude de régime alimentaire des autres oiseaux de la région est envisagée afin d’avoir une idée sur le chevauchement de niches écologiques

Bien ailleurs, l’absence de perchoir le long de la rivière ou d’un étang (comme point de guet)

réduirait le succès de chasse à l'affût effectué généralement par les espèces de cette famille. Plusieurs auteurs soulignent l'importance des perchoirs. A titre illustratif, le Martin-pêcheur pie (*Ceryle rudis*) et le Martin-pêcheur géant (*Megaceryle maxima*) sélectionnent les perchoirs de 2 à 4 m de haut, inférieurs à 2m pour le Martin-pêcheur à demi collier, *Alcedo semitorquata* (Monadjem & Owen-Smith 1994) et inférieurs à 1m pour le Martin-pêcheur huppé, *Alcedo cristata* (Bonnington et al 2007).

Dans le présent travail, nous avons constitué une référence écologique de sol de prédilection pour l'installation de nids. Un sol propice à creuser est constitué de $10,8 \pm 6,1\%$ de limon, $7,5 \pm 6,6\%$ d'argile et de $81,4 \pm 11,4\%$ de sable. Ce pendant l'étendue de l'espace vital de l'espèce reste encore non connue.

L'oiseau observé s'est avéré un modèle exceptionnel d'étude d'une stratégie de reproduction. Cette étude a montré l'existence des compromis adaptatifs entre certains traits comportementaux et l'optimisation du succès de reproduction chez le Martin-pêcheur huppé.

Le degré d'affinité des adultes et des jeunes à l'un ou l'autre site pourrait s'expliquer par la limite de tolérance de l'espèce à la destruction de ses nids et probablement à la disponibilité de proies. Des jeunes bagués, seulement 1,4% (2 sur 138) ont été recapturés 2–3 ans plus tard. La dispersion des jeunes serait un compromis entre la durée de la période d'immaturité sexuelle avant de se reproduire, le taux de mortalité, la quiétude de l'habitat et la structure sociale de l'espèce. Chez le Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis* (Loncin & Libois 1994, Hürner & Libois 2004) par exemple, la structure sociale est basée sur une territorialité stricte et l'intolérance des adultes vis-à-vis des jeunes après l'envol. En ce qui concerne le Martin-pêcheur huppé, les études similaires par microsatellite sur un grand échantillon des jeunes sont envisagées pour connaître la structure sociale de l'espèce, un des paramètres importants dans le suivi des populations des oiseaux. En plus, le taux de fidélité chez les adultes nichant au site des Symphonies (26 %) est deux fois supérieur à celui observé chez ceux du Monastère (11 %). Le degré de fidélité au site d'un animal est souvent corrélé avec la qualité de son habitat (Peris & Rodriguez 1996, Jenkins et al. 2003, Malcolm et al 2006), et la présence d'un nombre important des nids potentiellement favorables à la nidification est un atout décisif pour le succès de reproduction des oiseaux nicheurs (Libois 1994, Kisasa Kafutshi 2011, Kisasa Kafutshi 2012b).

Le profil de croissance pondérale des jeunes du Martin-pêcheur huppé est en forme de “ cloche ” (Fig.13). Un pic de masse pondérale a été observé chez ses jeunes (entre le 9 et le 13^{ème} jour de naissance) puis une perte de la masse (enregistrée 2 à 3 jours avant l'envol) probablement liée à la diminution spontanée de l'apport journalier en proies par les adultes nicheurs (Fig.17) Cette

évolution de la masse corporelle commune aux juvéniles de nombreuses espèces d'oiseaux nidicoles serait liée à une accumulation d'eau probablement associée aux intenses synthèses protéiques des plumes et des muscles (Hallet-Libois 1985, Durant 2000, Kisasa Kafutshi 2012b). Un compromis semble se dégager entre le développement de différents organes et leur rôle pendant et après l'élevage. La compréhension d'importants problèmes comme celui du caractère spontané d'une restriction alimentaire ou "jeun" imposé aux jeunes par les parents (Fig.14 &18), la diminution de la masse corporelle avant le premier envol et l'importance de la texture du sol sur le choix d'une falaise (tableau 5), nécessitent de réduire le panel des facteurs qui pourrait interagir, et implique donc d'envisager d'études approfondie sur la phénologie de la reproduction des proies identifiées, de l'économie de l'énergie (par la connaissance de l'actogramme de l'espèce).

Nous avons montré que les perturbations de l'habitat ont un "effet mécanique³" sur le Martin-pêcheur huppé de la région. Elle affecte principalement le Martin-pêcheur huppé par la destruction de ses nids, support principal de son succès de reproduction.

³ Selon Wilcox & Murphy (1985) « il s'agit d'une perte immédiate des espèces endémiques à la zone fragmentée suite à la disparition d'un certain nombre d'éléments qui était nécessaire à la survie de l'espèce ».

CONCLUSION GENERALE

1. Le Martin-pêcheur huppé est très sensible à la modification de son habitat. Sa conservation dépendrait fortement de la volonté humaine de préserver son habitat naturel. Dans ce sens, comme le soulignent André et al. (2003), l'éducation à l'amour de l'environnement de tout un chacun, notamment des jeunes qui vont prendre en main notre destinée future, constitue une action prioritaire.
2. Le Martin-pêcheur huppé est diurne, ce qui rend son observation facile. Il pourrait de ce fait, compter parmi des outils exceptionnels pour la sensibilisation à la préservation des ressources naturelles, à l'éveil scientifiques (par l'observation précise, p.ex.) et à l'éveil esthétique (par sa coloration).
3. Le régime alimentaire du Martin-pêcheur huppé est riche et varie avec l'âge des poussins. Il mérite de ce fait, d'être protégé par ce qu'il peut avoir un rôle sanitaire potentiel dans la région. Son régime alimentaire pourrait contenir aussi bien les mouches tsé-tsé, *Glossina sp.* (vectrices de la maladie du sommeil), les nymphes de moustiques ou les moustiques, *Anophela gambiae* (vecteurs de la malaria) et *Culex quinquefasciatus* (vecteur de la filariose).
4. À la sortie du nid, certaines structures chez les jeunes ont presque la taille de celles des adultes (les tarsi et rémiges primaires par ex.) D'autres par contre, continuent à croître de manière substantielle telles que les deux mandibules. L'aptitude au percher (à l'aide de ses tarsi par ex.), à la protection contre le mouillage et à la réussite du premier vol seraient plus importantes pour la survie des jeunes par rapport à la capture des proies (à l'aide de ses mandibules par ex.).

PERSPECTIVES

L'ensemble des données originales recueillies dans ce travail constitue maintenant une base solide sur laquelle appuyer notre réflexion pour aborder un certain nombre de questions en suspens comme :

- Le dimorphisme sexuel entre mâle et femelle qui est resté encore non connu. Et pourtant, cette information est importante pour le contrôle de *sex ratio* et la compréhension de la contribution de chaque sexe à l'investissement parental et au succès reproducteur. A Cet effet, deux études sont envisagées : recherche du dimorphisme en se basant sur le sonagramme (chant de l'oiseau) et une anatomie comparée des organes ano-génitaux de quelques adultes ;
- Les différences de comportements observées dans les deux sites (par ex. l'effort de construction de nids, l'ajustement de l'effort journalier d'apport des proies aux juvéniles, l'affinité au site de reproduction ou au partenaire sexuel), sont-ils des facteurs qui découlent de différences dans leur bagage génétique ou bien uniquement de leur environnement passé ou présent ?
- Par quel (s) critère (s) s'opère les choix de partenaire sexuel chez le Martin-pêcheur huppé ? Le suivi régulier des individus bagués est envisagé pour avoir une idée sur la formation de couple et dans la mesure du possible l'existence ou non des "helpers"⁴, la longévité de l'espèce et sur l'étendu de son espace vital.
- Quelle est la signification du changement de la coloration de bec de noir au rouge observé dans le développement des juvéniles du Martin-pêcheur huppé ?

⁴ Selon Libois (1987) « Un Helper est un oiseau qui aide à la nidification d'un individu autre que son partenaire ou qui nourrit ou s'occupe d'un oiseau d'âge quelconque qui est ni son partenaire ni son descendant ».

REFERENCES

- ALCOCK, J. (2005) *Animal behaviour* (8^{ème} édition). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- AIZEN, M. A., GARIBALDI, L.A, CUNNINGHAM, S.A & KLEIN, A.M.(2009) *How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production.* *Annals of Botany* 103:1579-1588.
- ANDRE, P., DELISLE, C.E. & REVERET, J.P. (2003) *L'évaluation des impacts sur l'environnement : processus, acteurs et pratique pour un développement durable.* 2^{ème} Ed. Ecole Polytechnique de Montréal, 419p.
- ARNETT, R.H. (2000) *American Insects: a handbook of the insects of America north of Mexico.* 2^{ème} éd., CRC Press, Boca Raton.
- BATTEN, L.A. (1972) Breeding bird species diversity in relation to increasing urbanisation. *Bird Study* 19: 157–166.
- BRIAN, S.M. (1977) The food of a Malachite Kingfisher *Alcedo cristata* holding a territory on a fishless river. *Scopus* 1: 24–25.
- BROOKS, T. M., PIMM, S. L. & OYUGI, J. O. (1999) Time lag between deforestation and bird extinction in tropical forest fragments. *Conservation Biology* 13:1140-1150.
- BROOKS, T., BALMFORD, A., BURGESS, N., HANSEN L.A., MOORE, J., RAHBEK, C., WILLIAMS, P., BENNUN, L., BYARUHANGA, A., KASOMA, P., NJOROGE, P., POMEROY, D. & WONDAFRASH, M. (2001) Conservation priorities for birds and biodiversity: do East African Important Bird Areas represent species diversity in other terrestrial vertebrate groups? *Ostrich supplement*: 000–000.
- BEISSINGER, S. & OSBORNE, D.R. (1982) Effects of urbanization on avian community organization. *Condor* 84: 75–83.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL (2000) *Threatened Birds of The World.* Lynx, Barcelona.
- BLONDEL, J, DIAS, P.C, PERRET, P, MAITRE, M & LAMBRECHTS M.M. (1999) Selection-based biodiversity a small spatial scale in a lowdispersing insular bird. *Science* 285: 1399–1402.
- BONNINGTON, C, WEAVER, D. & FANNING, E (2007) The habitat preference of four kingfisher species along a branch of the Kilombero River, southern Tanzania. *African Journal of Ecology* 46: 424–427.
- BOUET, G. (1961) Oiseaux de l'Afrique tropicale (deuxième partie). ORSTOM, 421-798.
- BOYCE, M. S. (2006) Scale for resource selection functions. *Diversity and Distributions* 12:269-276.

- BURGESS, N., BALMFORD, A., CORDEIRO, J., FJELDSÅ, J., KÜPER, W., RAHBEK, C., SANDERSON, E.W., SCHARLEMANN, J.P.W., SOMME, J.H. & WILLIAMS, P.H. (2007) Correlations among species distributions, human density and human infrastructure across the high biodiversity tropical mountains of Africa. *Biol. Conserv.* 134: 164–177.
- CARLSON, A. & MORENO, J. (1981) Central place foraging in the Wheatear *Oenanthe oenanthe*: an experimental test. *J. anim. Ecol.* 50: 917–924.
- CODOUREY, J. (1967) Becs anormaux chez le martin-pêcheur et la pie. *Nos Oiseaux*, 29: 99–100.
- COUVET, D, JIGUET, F., JULLIARD, R., & LEVREL, H. (2005) ‘Les indicateurs de Biodiversité’ : Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche, adpf-Ministère des Affaires Etrangères, 241p.
- DEGRAAF, R., HESTBECK, J.B. & YAMASAKI, M. (1998) Associations between breeding bird abundance and stand structure in the White Mountains, New Hampshire and Maine. *Forest Ecol. Manag.*, 103: 217–233.
- DOCTRINAL, D, BICOUT, D, GAUTHIER-CLERC, M, ARTOIS, M, SANDOZ, A & SABATIER, P. (2005) Rôle des oiseaux dans l’écologie de la fièvre du Nil occidental : exemple du Héron garde boeuf en Camargue. *Environnement, Risques & santé.* 4 :101-108.
- DOUCET, J. (1971) Contribution à l’étude de la mue des rémiges et des rectrices chez le Martin-pêcheur d’Europe. *Gerfaut* 61: 14–42.
- DOUTHWAITE, R.J (1976) Fishing techniques and foods of the pied kingfisher on Lake Victoria in Uganda. *Ostrich* 47: 153–160.
- DOWSETT, R.J. (1971) Growth of nestling Giant Kingfishers, *Ceryle maxima*. *Ostrich* 42: 297–298.
- DURANT, J. (2000) *Energétique de la reproduction chez la chouette effraie (Tyto alba)*. Thèse, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France.
- ERIKSSON, MOG (1985) Prey detectability for fish-eating birds in relation to fish density and water transparency. *Ornis Scandinavica* 16: 1–7.
- EASTMAN, R M. (1969) *The Kingfishers*. Collins, Londres.
- ESTABROOK, G.F & DUNHAM, A.E. (1976) Optimal diet as a function of absolute abundance, relative abundance and relative value of available prey. *Am. Nat.* 100: 401–413.
- ESTADES, C.F. (2001) The effects of breeding-habitat patch size on bird population density. *Landsc. Ecol.* 16: 161–173.
- FRY, C.H., FRY, K. & HARRIS, A. (1992) Kingfishers: Bee-Eaters and Rollers. *Christopher Helm*, London, 324p.
- GANZHORN, J.U. & EISENBEIß, B. (2001) The concept of nested species assemblages and its utility for understanding effects of habitat fragmentation. *Basic appl. Ecol.* 2: 87–95.

- GILL, F. & DONSKER (EDS) (2011) World Bird List (V2.10).
- GILROY, J.J, ANDERSON, G.Q, GRICE, P.V, VICKERY, J.A, BRAY, I, NICHOLAS WATTS, P & SUTHERLAND,WJ. (2008) Could soil degradation contribute to farmland bird declines? Links between soil penetrability and the abundance of yellow wagtails *Motacilla flava* in arable fields. *Biological Conservation* 141: 3116–3126.
- HALLET-LIBOIS, C. (1985) Modulations de la stratégie alimentaire chez le Martin pêcheur (*Alcedo atthis*). *Cah. Ethol. Appl.* 5: 1–206.
- HAMAS, M.J. (1994) Belted Kingfisher (*Ceryle alcyon*). In: The Birds of North America, No. 84 (A. Poole and F. Gill, Eds.). Academy of Natural Sciences, Philadelphia, and American Ornithologists' Union, Washington D.C.
- HENEBERG, P (2001) Size of sand grains as a significant factor affecting the nesting of bank swallows (*Riparia riparia*). *Biologia* 56: 205–210.
- HENEBERG, P (2004) Soil particle composition of Eurasian Kingfisher (*Alcedo atthis*) nest sites. *Acta Zoologica Academia Scientiarum Hungaricae* 50: 185–193.
- HENEBERG, P (2009) Soil penetrability as a key factor affecting the nesting of burrowing birds. *Ecological Research* 24: 453–459.
- HÜRNER,H. & LIBOIS,R., (2004) Etude par radio pistage de la territorialité chez le Martin-pêcheur (*Alcedo atthis*) : cas de deux mâles voisins. *Aves*, 41: 135-141.
- IMBOMA, T.S. & NALIANYA, N. (2007) The breeding success and seasonal distribution of the Malachite Kingfisher (*Alcedo cristata*) along the Nairobi River. *Ostrich* 78: 510.
- IRIBARREN, I.B. & NEVADO, L.D. (1982) Diet of the Kingfisher (*Alcedo atthis*). *Alauda* 50: 81–91.
- JAN, H.W. & KEEPS, P.C. (1994) Effects of Nile Perch (*Lates niloticus*) introduction into Lake Victoria, East Africa, on the diet of Pied Kingfishers (*Ceryle rudis*). *Hydrobiologia* 279/280: 367–376.
- JENKINS, M., GREEN, R. E. & MADDEN, J. (2003) The challenge of measuring global change in wild nature : are things getting better or worse ? *Conservation Biology* 17:20-23.
- JOHNSON, D. H. (1980) The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61:65-71.
- KISASA KAFUTSHI, R. (2012a) Le régime alimentaire du Martin-pêcheur huppé *Alcedo cristata* pendant la période de reproduction dans la région de Kinshasa (R.D. Congo). *Malimbus* 34: 17–28.
- KISASA KAFUTSHI, R. (2012b) Réponses du Martin-pêcheur huppé *Alcedo cristata* à la perturbation de ses sites de nidification. *Malimbus* 34: 29–38.
- KISASA KAFUTSHI, R. & ALONI KOMANDA, J. (2011) The impact of soil texture on the

- selection of nesting sites by the Malachite Kingfisher (Alcedinidae: *Alcedo cristata* Pallas 1764). *Ostrich* 82: 243–246.
- KISASA KAFUTSHI, R. Contribution à l'étude de la biologie de reproduction du Martin-pêcheur huppé *Alcedo cristata* (sous presse).
- KOY KASONGO, R.(2010) Amélioration de la Qualité des Sols Sableux du Plateau des Batéké (RD Congo) par Application des Matériels Géologiques et des Déchets Organiques Industriels Locaux. Thèse, Université de Gent.
- LEMAÎTRE, J. (2009) Déterminants de la répartition des oiseaux et des micromammifères en forêt boréale naturelle et aménagée. Thèse-Université de Laval, 137p.
- Libois, R.M. (1987) Comportement d'adoption d'une nichée par un Martin-pêcheur (*Alcedo atthis*) adulte. *Cahiers Ethol. Appl.* 7 : 237-292.
- LIBOIS, R.M. (1994) Démographie du Martin-pêcheur (*Alcedo atthis*): incidences climatiques sur le succès reproducteur. *Gerfaut* 84: 19–38.
- LIBOIS, R.M. & LAUDELOUT, A. (2004) Food niche segregation between the Malachite Kingfisher (*Alcedo cristata*), and the Pied Kingfisher (*Ceryle rudis*) at Lake Nokoué, Benin. *Ostrich* 75: 32–38.
- LIPPENS, L. & WILLE, H. (1976) *Les Oiseaux du Zaïre*. Lannoo, Tielt.
- LONCIN, A. & LIBOIS, R., (1994) Utilisation de milieu et étude du domaine vital chez le martin-pêcheur en période de la reproduction. *Aves*, 3: 197-198.
- LOUETTE, M., BIJNENS, L., AGENONGA, U.D. & FOTSO, C.R. (1995) The utility of birds as bioindicators: case studies in Equatorial Africa. *Belg. J. Zool.* 125: 157–165.
- MALCOLM, C.K., NAVJOT, S. & SUSAN, L.H. (2006) High sensitivity of montane bird communities to habitat disturbance in peninsular Malaysia. *Biol. Conserv.* 129: 149–166.
- MARTIN, TE (1987) Food as a limit on breeding birds: a life-history perspective. *Annual Reviews in Ecology and Systematics* 18: 453–487.
- MONADJEM, A & OWEN-SMITH, RN (1994) Perch-site selection by three species of kingfishers. *Ostrich* 65: 342–343.
- MORRIS, D. W. (1999) Has the ghost of competition passed? *Evolutionary Ecology Research* 1:3-20.
- MORRIS, D. W., KOTLER, B. P., BROWN, J. S., SUNDARARAJ, V. & ALE, S. B. (2009) Behavioral indicators for conserving mammal diversity. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1162:334-356.
- MORONEY, M.K., & PETTIGREW, J.D. (1987) some observations on the visual optics of kingfishers (Aves, Coraciiformes, Alcedinidae). *J. Comp. Physiol.* A160: 137–149.
- O'CONNOR, R. J. (1978) Growth strategies in nestling passerines. *Living Bird* 16: 209–38.

- PERIS S.J., & RODRIGUEZ R. (1996) Some factors related to distribution by breeding Kingfisher (*Alcedo atthis* L.). *Ekologia Polska* 54: 31–38.
- RAVEN P. (1986) The size of minnow prey in the diet of young kingfishers, *Alcedo atthis*. *Bird Stud.* 33: 6–11.
- REYER, U.H. (1980) Flexible helper structure as an ecological adaptation in the Pied Kingfisher (*Ceryle rudis* L.). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 6: 219–227.
- REYER, H.U., MIGONGO-BAKE, W. & SCHMIDT, L. (1988) Field studies and experiments on distribution and foraging of Pied and Malachite Kingfishers at Lake Nakuru (Kenya). *J. anim. Ecol.* 57: 595–610.
- RICHER DE FORGES, A, FELLER, C, JAMAGNE, M & ARROUAYS, D (2008) Perdus dans le triangle des textures. *Étude et Gestion des Sol* 15: 97–111.
- ROYAMA, T. (1970) Factors governing feeding rate, food requirements and brood size of nestling Great tits, *Parus major*. *Ibis*, 108: 313-347.
- ROSENZWEIG, M. L. (1991) Habitat selection and population interactions - the search for mechanism. *American Naturalist* 137:S5-S28.
- PERIS, S.J. & RODRIGUEZ, R. (1996) Some factors related to distribution by breeding Kingfisher (*Alcedo atthis* L.). *Ekologia Polska* 54: 31–38.
- PETERSEN, A.J. (1955) The breeding cycle in the Bank Swallow. *Wilson Bulletin* 67: 235–286.
- PULLIAM, H. R. (2000) On the relationship between niche and distribution. *Ecology Letters* 3:349- 361.
- RICKLEFS, R.E. (1968) Patterns of growth in birds. *Ibis* 110: 419–451.
- SANDMANN-FUNKE, S. (1972) Untersuchungen zur Anlage von Uferschwalbenkolonien in Abhängigkeit von Bodentypen. *Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde zu Münster in Westfalen* 34: 88–94.
- SERLE, W. & MOREL, G-Y., (1994) *Les oiseaux de l'ouest africain*. Delachaux et Niestlé, Paris 331 p.
- SINCLAIR, I. & RYAN, P., 2003: *A comprehensive illustrated field guide: Birds of Africa south of the Sahara*. Struik, 759 p.
- SIKAMÄKI, P. (1998) Limitation of reproductive success by food availability and breeding time in pied flycatchers. *Ecology* 79: 1789–1796.
- TOULIER, B., LAGAE, J & GEMOETS, M. (2010) Architecture et paysage urbain. *Somogy éd. d'art*, Paris, 260: 128p.
- VANDERLINDEN, S., (2005) Étude du régime alimentaire du Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo sinensis*). I.S.I HUY-GEMBLOUX. Mémoire Ingénieur Industriel, 79 p.

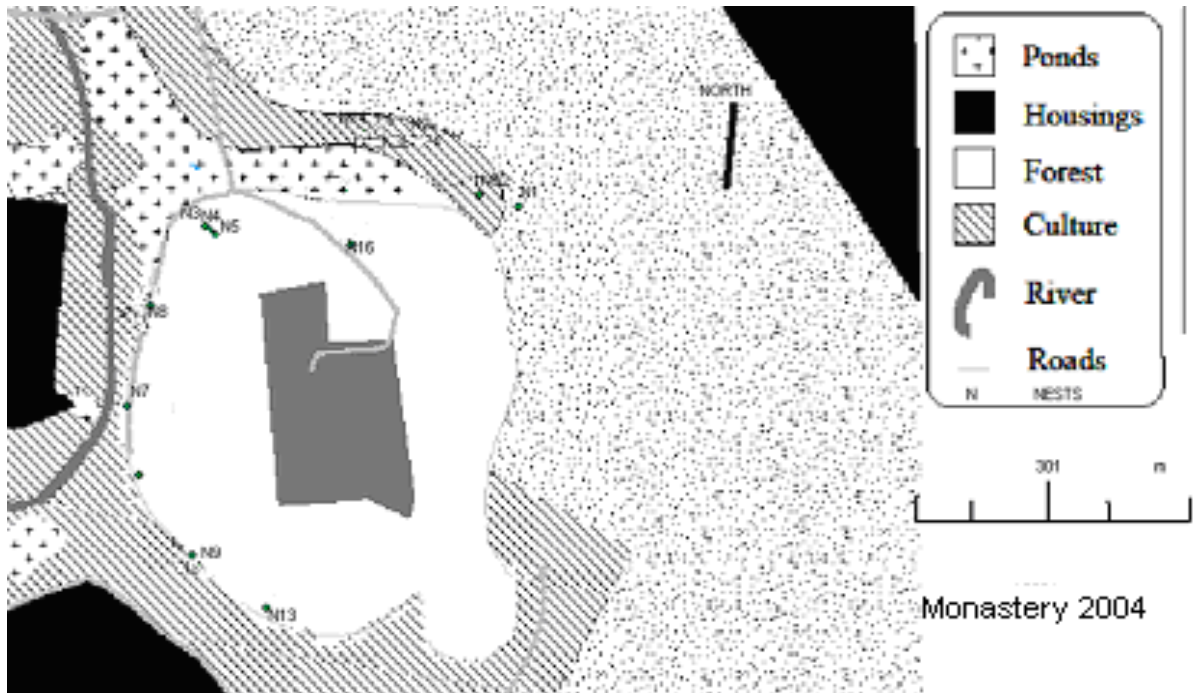
- WHITE, H.C. (1939) Change in gastric digestion of kingfishers with development. *Am. Nat.* 73: 188–190.
- WOODALL, P.F. (1991) Morphometry, diet and habitat in the kingfishers (Aves: Alcedinidae). *J. Zool. Lond.* 223: 79–90.
- YAO KOKORÉ-BEIBRO, H.K. (2010) Oiseaux du Parc National des Iles Ehotilé, sud-est Côte d'Ivoire. *Malimbus* 32: 89–102.
- YUAN, HW, WANG, MK & CHANG, WL. (2006) Soil composition affects the nesting behavior of blue-tailed bee-eaters (*Merops philippinus*) on Kinmen Island. *Ecological Research* 21: 510–512.

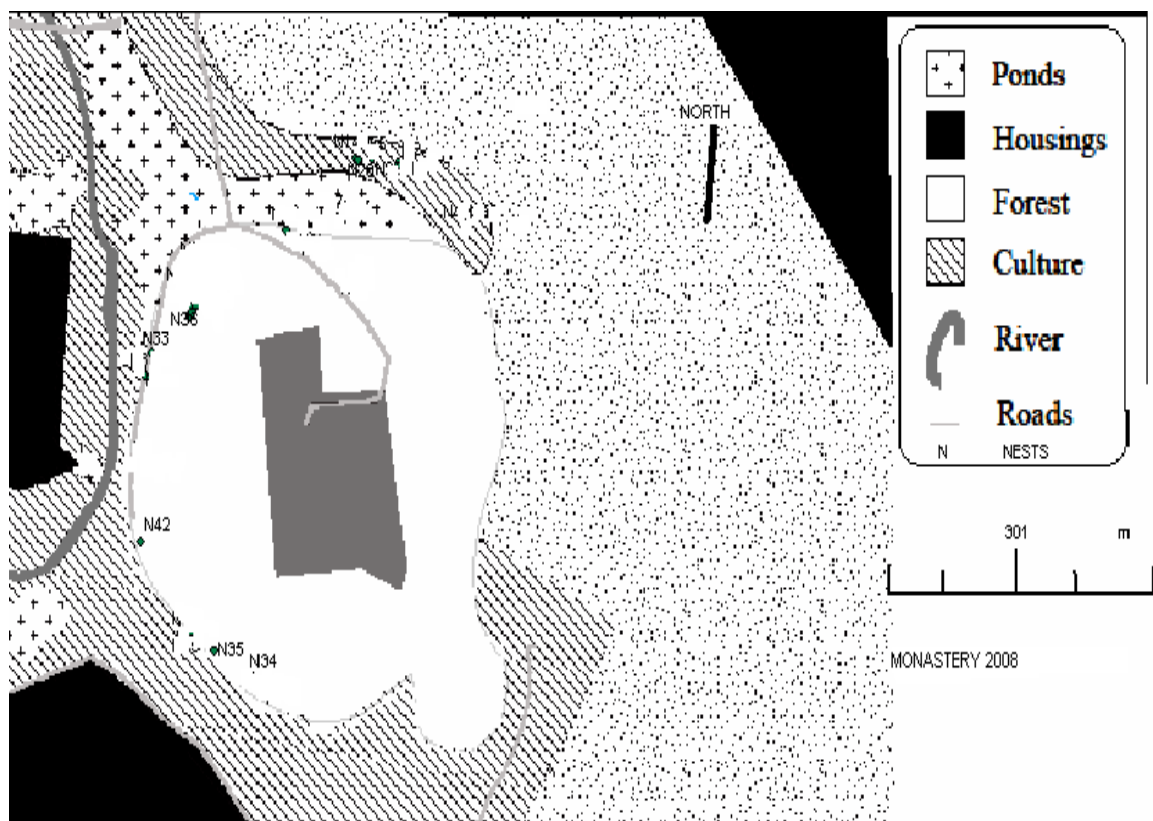
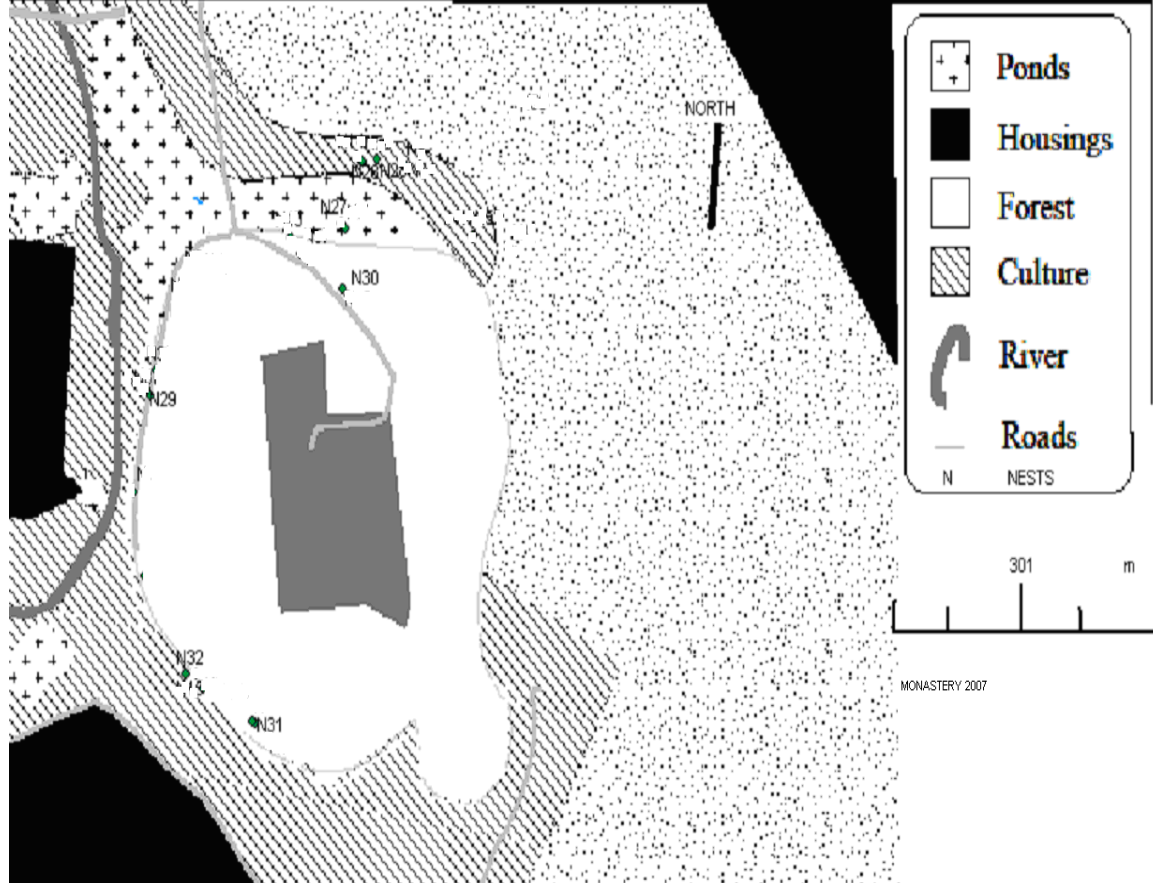
Annexe 1 :

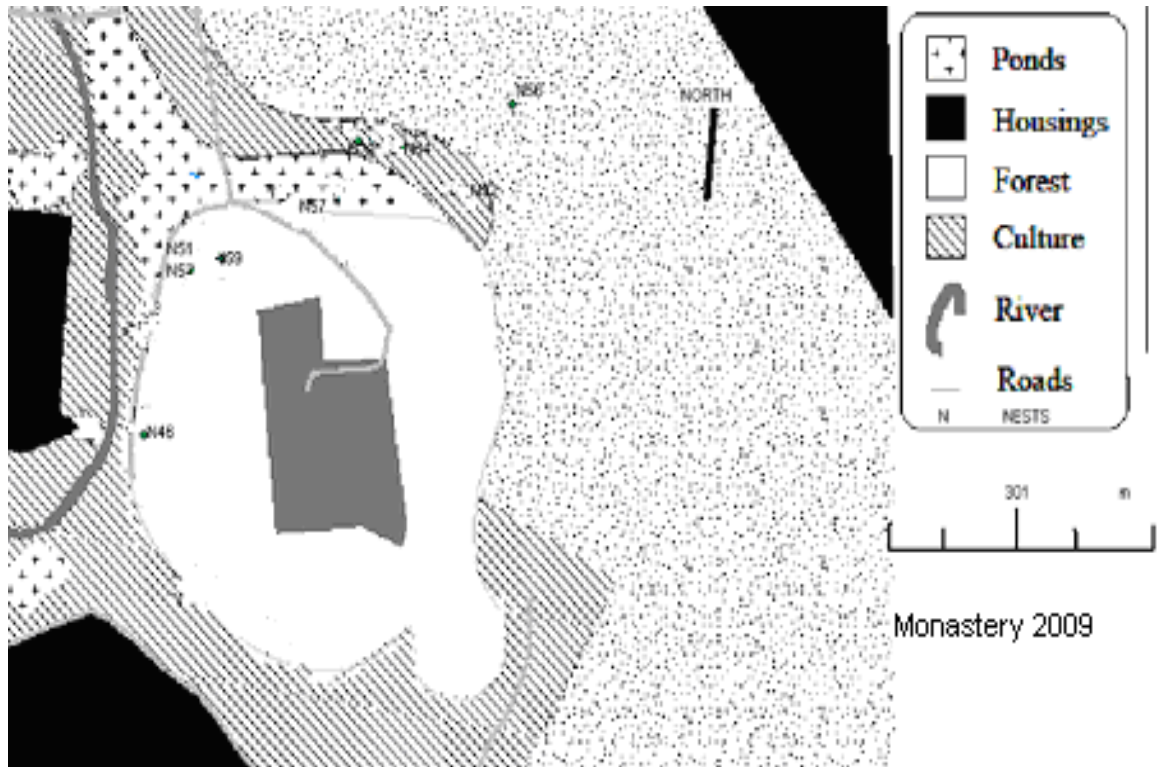
- Chronologie de pontes dans la région de Kinshasa
- Exemple de calcul de Global test.
- Fluctuation de nombre des nids dans le site de Monastère des prieurés de Mont-Ngafula et des Symphonies de Nda-Gye dans la commune de Ngaliema.

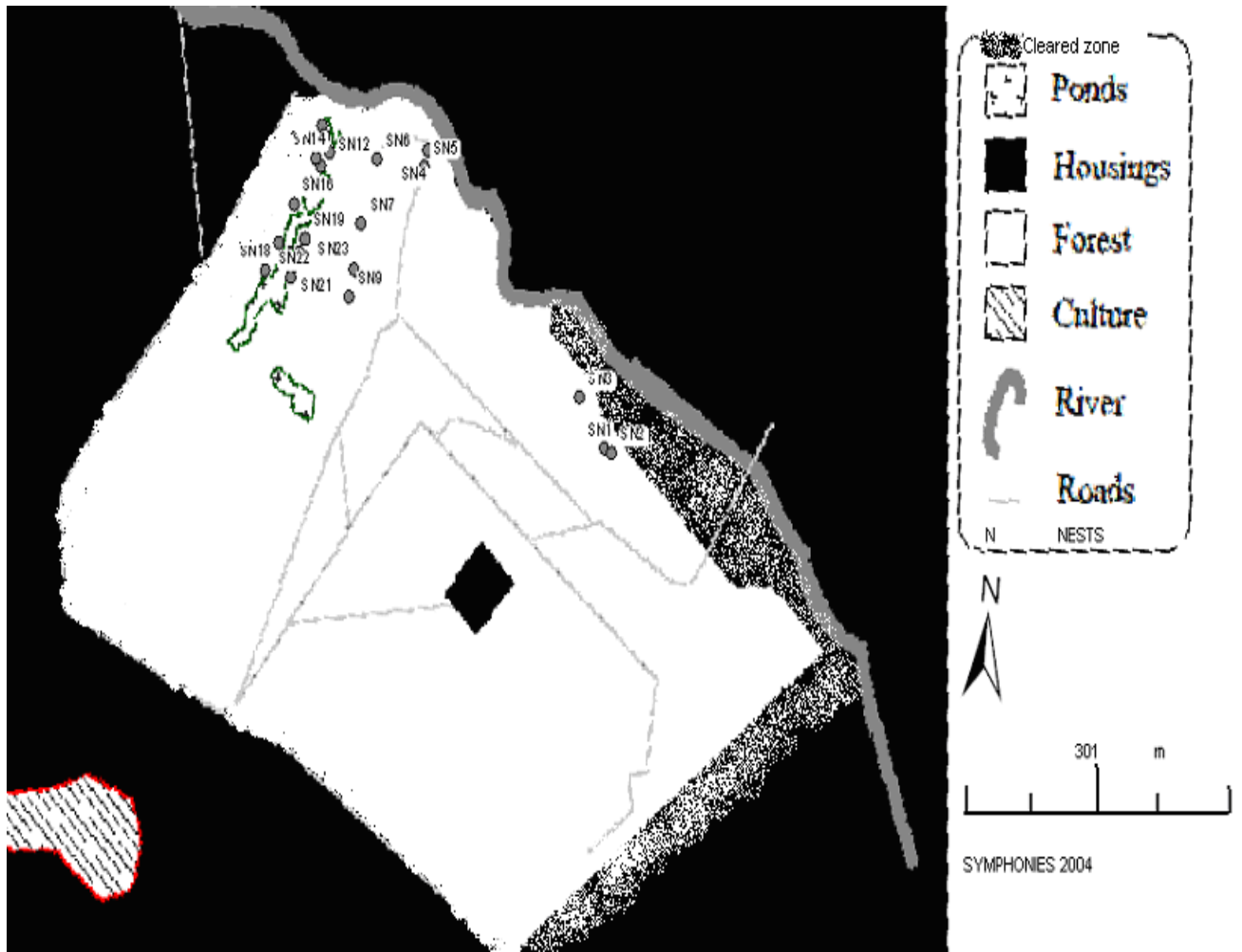
Firsts cluches and incubation ending	eggs laid	incubation period	hatched eggs	nestling period	nestling duration	Fledged chicks
? -16/04/2008	3	?	3	17 to 03th april2008	16	3
?-05/03/2009	3	Destroyed				
?-15/04/2009	3			Killed		
13 to 28th febr 2004	3	15	3	01 to 17mars2004	16	3
11th to 26 march 2004	2	15	2	27th mar- 12th april 2004	16	2
12 to 27th march 2004	3	15	3	28th mar-13th april 2004	16	3
16 to 31th march 2004	3	15	3	01/04/2004 -17th april2004	17	3
16 to 31th march 2004	3	15	3	101/04/2004 -16th april2004	16	3
20th march to 04th april 2004	3	Destroyed				
07 to 22th sept2004	3	15	3	23th sept04 to 07th oct 2004	16	3
31th sept.04	3	Destroyed				
13 to 28th march 05	3	15	3	29th mar- 15th april 2005	16	3
9 to 24th april .05	3	15	3	25th apr- 13th mai 2005	16	3
26th dec.04 to 10th jan. 05	3	15	3	11th Jan- 27th jan 2005	16	3
30th dec-04 to14th jan.05	2	15	2	15th jan - 31th jan 2005	16	2
04 to 19th jan.07	3	Destroyed				
12 to 28th february 2/08	3	16	3	01/03/- 17/03/08	16	0
22/02/2009	2	Destroyed	0			31
03/03/2009.	2	Destroyed	0			
03/03/2009.	3	Destroyed	0			
03/03/2009-?	3	Destroyed				
13-avr-09	3	Destroyed	0			
Fledged chicks to monastery site	62	15-16.	34		16-17.	31
11to26th mar2004	3	15	3	27th mar- 13april 2004	17	2
11to 26 mar 2004	3	15	3	27th mar- 12april 2004	16	3
13 to 28mar 2004	3	15	3	29th mar- 14april 2004	16	3
13 to 28thmar2004	3	15	3	29th mar-15april 2004	17	1
13 to28 mar2004	3	15	3	29th mar-14th april 2004	16	3
06/04/2004 - 21/04/04	3	16	3	22/04 - 8 th may 04	16	4
01/05/2004 - 16/05/2004	3	15	3	17th may- 02th june 2004	16	3
05 to20th febr 2005	4	15	4	21th february- 10th march 2005	17	4
11to 26 febr2005	3	15	3	27th february 15th march 2005	16	3
14 apryl 2005	3	15.	1			0
01 to 16 th jan.07	4	17	4	17th January- 3th February07	16	3
05to 20th mar07	4	15	4	21th mar-18th april07	16	3
07 to 22th mar07	3	15	3	23th mar-22th april07	16	3
07to 22thmar 07	3	15	3	23th mar-20th april 07	16	3
10 to 25th april 07	3	16	3	26th april-12th may 07	16	3
11th april 2007	3					
26th dec.06 - 10th jan.07	3	15	3	11th january 07-18 January 07	16	3
04th april 08 - 21/04/2008	3	15	3	22th april- 6 th may 2008	16	3
12 th april 08 - 27/04/2008	3	15	3	28th april-16th may2008	16	3
28th /09/2008	4	15.	4			0
16/01/08 - 31/01/08	3	15	3	01/02/08 - 17/02/08	16	3
24th dec.07 - 08th jan.08	3	15	3	09th january 08-25th January08	16	3
15th febr.08 - 02th ma 08	4	15	3	3th mar 2008	16	3
05th april 08 - 20th april 08	3	15	3	21/04 to 06 may 2008	16	3
05th mar08 - 20/03/2008	4	16.	4	21th mar- 6 th april 08	16	3
09th mar 08 - 24th mar 08	3	17	3	25th mar- 11th april 2008	16	3
12th mar 08 - 17/03/2008	3	15.	3	18th mar-4th april 08	16	3
14/03/08-30/03/08	3	16	3	31/03/08 - 17/04/08	17	3
11/04/2008-27/04/2008	3	16		28th april 08-14th may 08	16	3
11avr 08 - 26/04/2008	4	15	4	27/04 to 16 may 2008	16	3
05th april 09 - 20th april 09	3	15	3	21th april.09 - 07/05/09	16	3
05th mar09- 20th mar09	4	15	4	25th mar.2009-06th april 09	16	3
11th april 09-26th april 09	3	15	3	27april-13th april 09	16	3
14th april l2009-29th april 09	3	15	3	30 th apr09-16th may 09	16	3
17th april2009-01thapril09	3	15	3	02th may 09-19th may 09	16	3
17/04/2009.	4					
25th febr 09- 12/03/2009	3					
27/04/2009.	3					
27-mars-09	3					
28th pril 2009-13thmay 09	3	15	3	14th may-30th may 09	16	3
28 th febr 09-15th mar.09	4	15	4	25th mar 2009 -?	16	3
30th april-16th may 09	3	15	3	17th may -02th june 2009	16	3
31th mar 09 - 15th apr09	4	15	4			0
5th mar 2009 -11th april 09	3	15	3	12th april 09-27th avr09	16	3
Fledged chicks to symphonies site	143	15-16	121		16-17	107
Bombo-Jumene	3	15	3	?	?	3
march 2008	3	Destroyed				
march 2008	3	Destroyed				
march 2008	3	Destroyed				
march 2008	3	Destroyed				
Fledged chicks to Kemi	12		0			0

-Fluctuation de nombre des nids au site de Monastère de 2004 à 2009

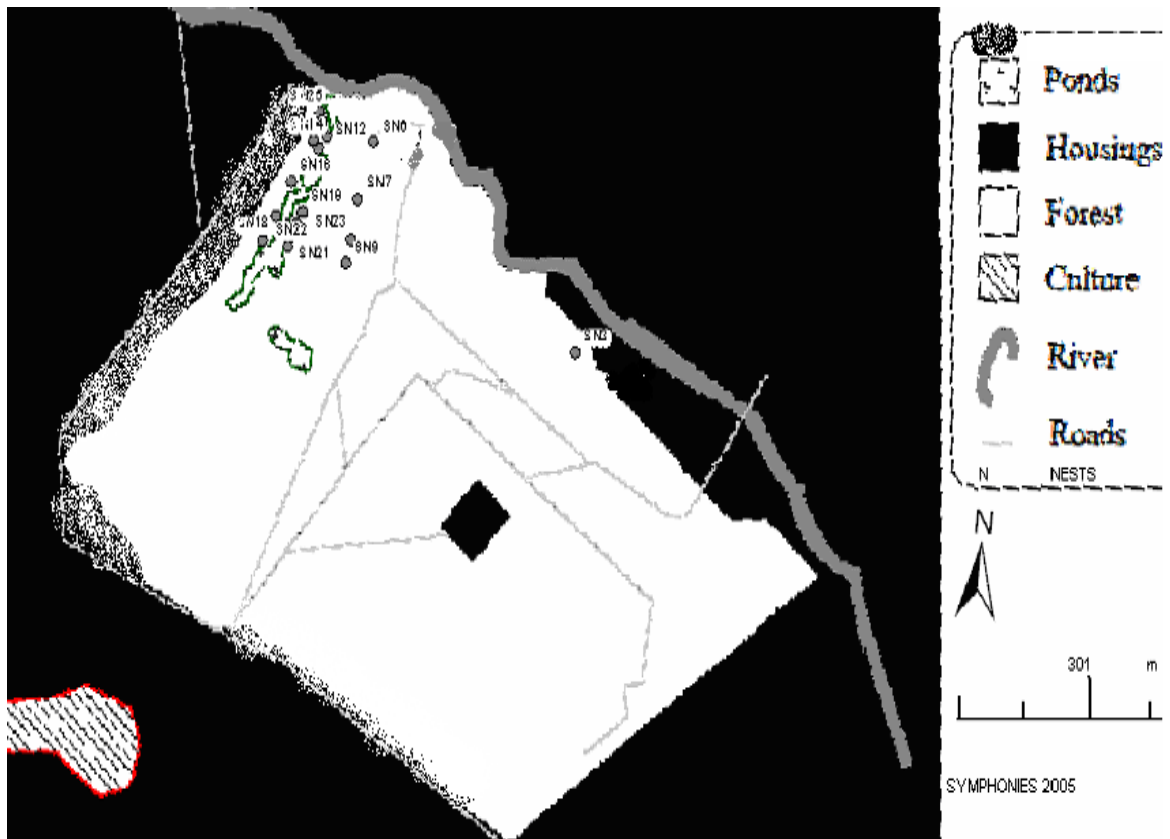


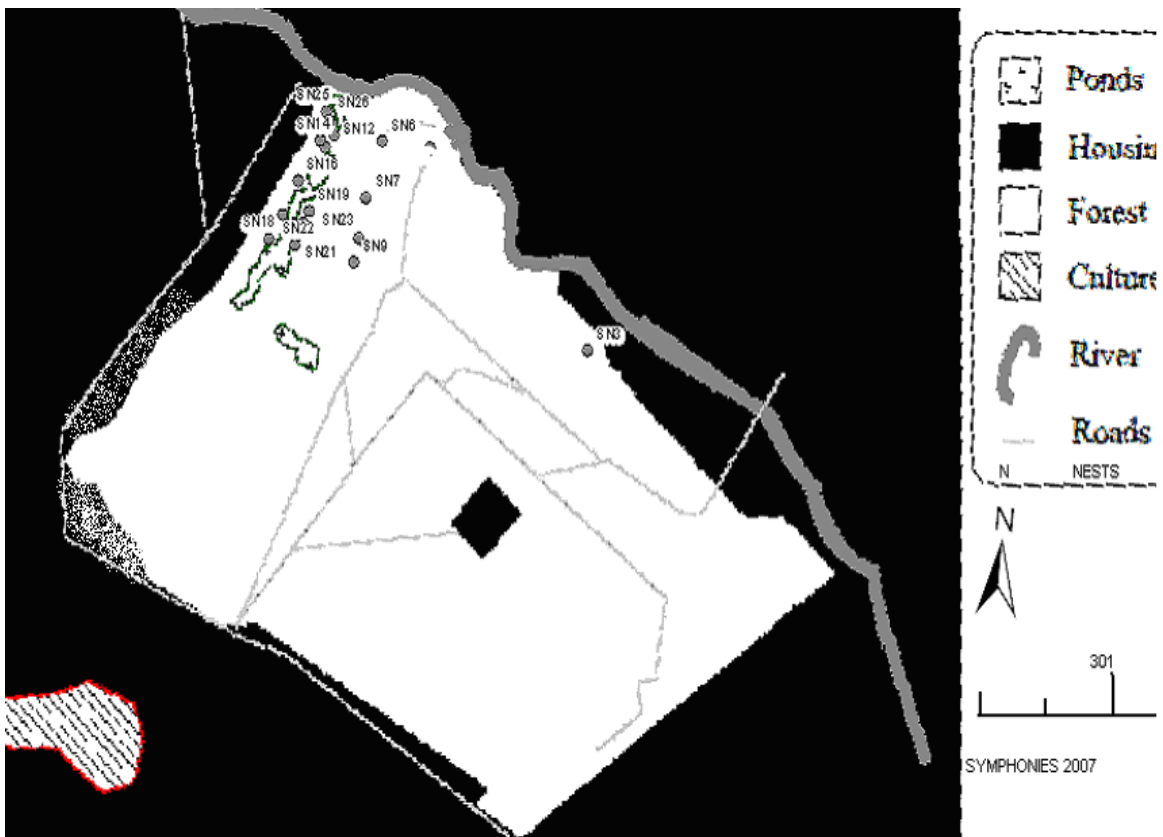
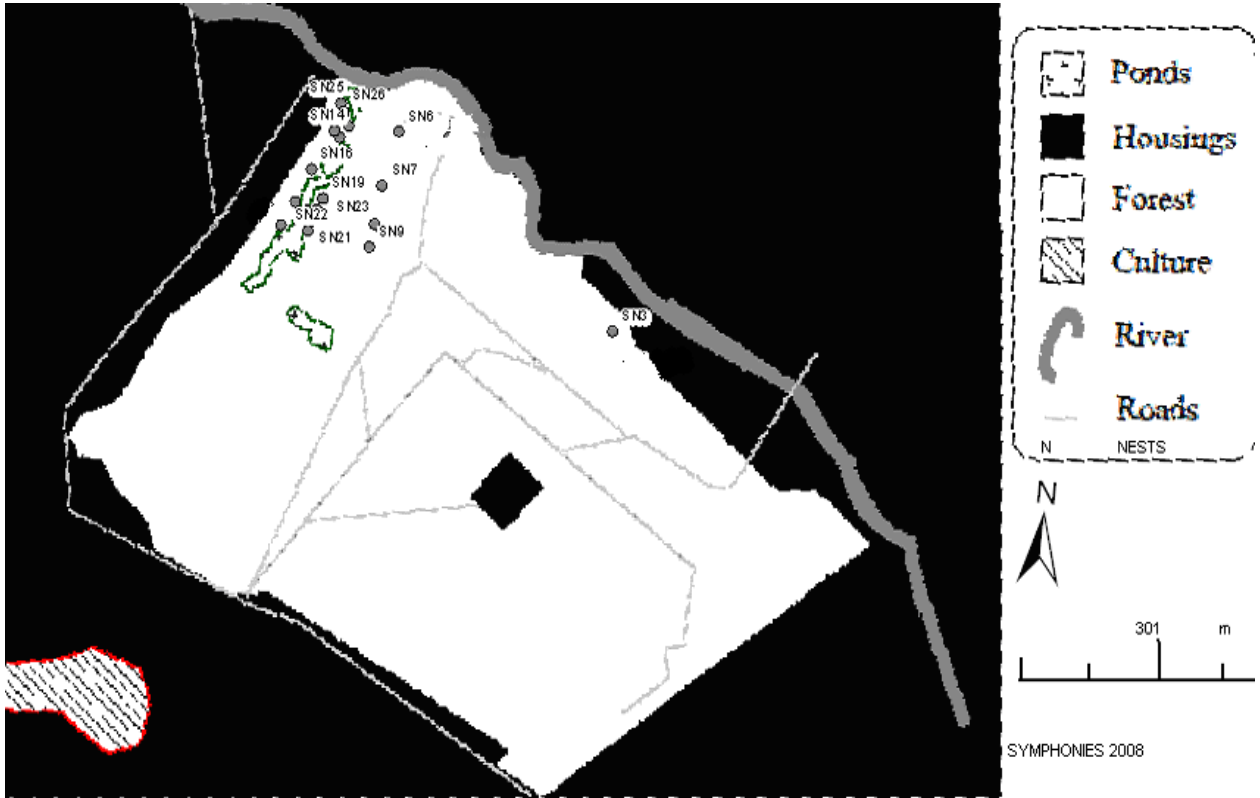


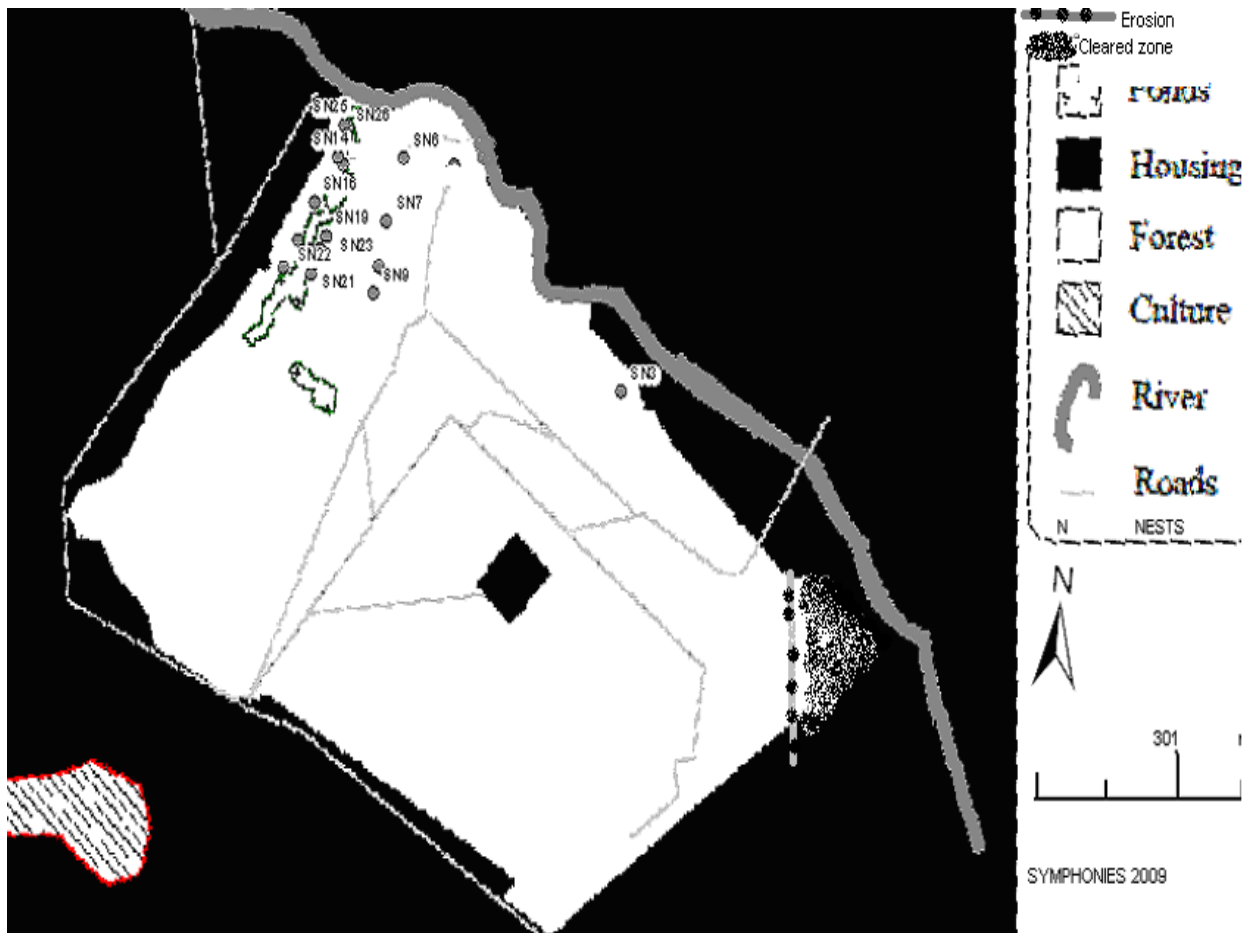




2. Fluctuation de nombre des nids au site de Symphonies de Nda-Gye de 2004 à 2009.







Annexe 2 : Publications relatives au mémoire

Les quatre publications relatives au présent travail sont jointes ci-après.

1. Kisasa Kafutshi, R. 2012. Réponses du Martin-pêcheur huppé *Alcedo cristata* à la perturbation de ses sites de nidification. *Malimbus* 34 : 29-38.
2. Kisasa Kafutshi, R and Aloni Komanda, J. 2011. The impact of soil texture on the selection of nesting sites by the Malachite Kingfisher (Alcedinidae: *Alcedo cristata* PALLAS 1764). *Ostrich* 82 (3) : 243-246.
3. Kisasa Kafutshi, R. 2012. Le régime alimentaire du Martin-pêcheur huppé *Alcedo cristata* pendant la période de reproduction dans la région de Kinshasa (R.D. Congo). *Malimbus* 34 : 17-28.
4. Kisasa Kafutshi, R. Contribution à l'étude de la biologie de reproduction du Martin-pêcheur huppé (Alcedinidae : *Alcedo cristata* PALLAS 1764). Accepté pour publication.