

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI-OUM EL BOUAGHI
FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Thèse

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de doctorat sciences en sciences de la nature
Option : Écologie des écosystèmes aquatiques

THEME

**Inventaire et écologie des oiseaux urbains de Constantine
et leurs impacts sur l'environnement**

Par

Mr BENDAHMANE Lotfi

Devant le jury :

Président :

Mr. MERZOUG Djemoui, Professeur à l'Université Larbi Ben M'Hidi d'Oum El Bouaghi

Promoteur :

Mr. SAHEB Menouar, Professeur à l'Université Larbi Ben M'Hidi d'Oum El Bouaghi

Examineurs :

Mr. OULDJAOUI Abdallah, Professeur à l'Université Larbi Ben M'Hidi d'Oum El Bouaghi.

Mr. MAAZI Mohamed Cherif, Professeur à l'Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras.

Mr. MAYACHE Boualem, Professeur à l'Université Mohamed Seddik Benyahia de Jijel.

Mr. BAZRI Kamel-Eddine, Maître de conférences classe A à l'Université des Frères Mentouri de Constantine.

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

La réalisation de ce travail de thèse de doctorat a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Mes premières pensées s'adressent à Mr. SAHEB Menouar, pour avoir accepté de diriger cette thèse. Je le remercie de m'avoir orienté dans mes recherches, de m'avoir inculqué une certaine rigueur intellectuelle tout en me laissant libre dans mes axes d'orientation.

Je tiens ensuite à exprimer mes vifs remerciements à:

Mr. MERZOUG Djemoui, Professeur à l'Université Larbi Ben M'Hidi d'Oum El Bouaghi, qui me fait l'honneur de sa présence à mon jury et qui a eu l'amabilité d'accepter de le présider.

J'adresse aussi mes remerciements à:

Mr. OULDJAOUI Abdallah, Professeur à l'Université Larbi Ben M'Hidi d'Oum El Bouaghi.

Mr. MAAZI Mohamed Cherif, Professeur à l'Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras.

Mr. MAYACHE Boualem, Professeur à l'Université Mohamed Seddik Benyahia de Jijel.

Mr. BAZRI Kamel-eddine, Maître de conférences classe A à l'Université des Frères Mentouri de Constantine.

D'avoir accepté la lourde charge d'être les examinateurs de ce travail de recherche et d'avoir suggéré des perspectives pertinentes à ce travail.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde gratitude à:

Mr Bendahmane Mohamed Chérif (mon père), au Pr Sidi Mansour Noureddine (mon beau père) et au Pr Boulebier Mohamed Cherif qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions.

Je remercie également:

Mr. Menaâ Mohcen, Maître assistant classe B à l'Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk-Ahras pour son aide et ses conseils sur la partie statistique de mon travail. Je le remercie également pour la grande disponibilité dont il a fait preuve.

L'association environnementale Aquacirta de Constantine notamment ses membres : Dr Haddad Karim, Dr Chettibi Mehdi, Dr Afoutni Laarbi, Mr Ferah Saad et Mr Filali Aissa Djamel pour toutes leurs aides sur le terrain.

Je remercie aussi celle qui est et qui sera un symbole de courage et qui m'a non seulement accompagné durant toutes les étapes de ma vie, mais aussi guidé et encouragé et n'a lésiner sur aucun moyen. Celle à qui je dois tout, même ma vie, mon adorable mère.

Je tien à remercier très sincèrement une personne qui m'a apporté joie et bonheur : mon épouse Dalila Sidi Mansour, pour son aide, son soutien, sa patience et ses encouragements.

Enfin, tous mes remerciements et toute ma tendresse vont aux membres de ma famille : Yacine, Foudil, Amine, Okba, Soraya, Nanou, Yasmine, Samia, Mohamed, Maram, Malya, Thiziri, Aniss, Racim, mes oncles, et mes tantes...

Résumé :

L'étude effectuée au niveau de la ville de Constantine vise à étudier l'ensemble des espèces d'oiseaux sédentaires et saisonniers et leur répartition selon un gradient d'urbanisation propre à cette ville. L'étude est basée sur la méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) pour recenser les espèces d'oiseaux durant la période de reproduction, où 69 points d'écoute ont été établis au sein du site.

À l'issue des pratiques et le traitement des données, on a recensé 60 espèces d'oiseaux qui ont été classées selon la classification systématique (ordre-famille-genre et espèce), et selon leurs catégories trophiques.

Nous avons compté 16 ordres et 29 familles, l'ordre le plus représenté en familles et en espèces est l'ordre des passeriformes 12 familles, et 25 espèces. Il faut noter que les insectivores sont les constituants majeurs du peuplement avec une proportion de (43%).

L'exploitation des données par les indices écologiques de composition montrent que le peuplement échantillonné est dominé par les espèces omniprésentes qui sont au nombre de 06: le Pigeon biset *Columba livia* et le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*, la Tourterelle turque *Streptopelia decaocto*, la Mésange nord-africaine *Cyanistes ultramarinus*, Merle noir *Turdus merula* et le moineau *Passer sp.* Les indices écologiques de structure montrent que le peuplement est diversifié. Par ailleurs les valeurs de l'indice de diversité (H') des différentes stations varient entre 1.9 et 3.6.

Certaines de ces espèces d'oiseaux recensés peuvent pratiquer une colonisation sur notre écosystème urbain.

Mots clés : Oiseau, Constantine, Inventaire, Écologie, Impact, Environnement..

Abstract:

The study carried out at the city of Constantine aims at studying the population of breeding birds and their distribution according to a gradient of urbanization peculiar to this city. The study is based on the Point Indices of Abundance (IPA) method to identify bird species during the breeding season, where 69 listening points were established within the site.

At the end of the practices and data processing, 60 bird species were identified that were classified according to the systematic classification (order-family-genus and species), and according to their trophic categories.

We counted 16 orders and 29 families, the order most represented in families and in cash is the order of the Passeriforme 12 families, and 25 species. It should be noted that insectivores are the major constituents of the stand with a proportion of (43%).

The exploitation of the data by the ecological composition indices shows that the sampled stand is dominated by the omnipresent species, which number six: the Rock Pigeon *Columba livia* and the Falcon Kestrel *Falco tinnunculus*, the Turkish Turtledove *Streptopelia decaocto*, the Northern Tit African *Ultramarinus cyanists*, Blackbird *Turdus merula* and sparrow *Passer sp.* Ecological structural indices show that the stand is diverse. In addition, the values of the diversity index (H') of the different stations vary between 1.9 and 3.6.

Some of these listed bird species may colonize our urban ecosystem.

Keywords: Bird, Constantine, Inventory, Ecology, Impact, Environment ..

ملخص :

تهدف هذه الدراسة المنجزة على مستوى مدينة قسنطينة الى احصاء الطيور المعششة و كذا المتواجدة في المناطق الحضرية الخاصة بهذه المدينة

هذه الدراسة تعتمد على طريقة مؤشرات التواجد الموضعية من أجل إحصاء الطيور خلال موسم التزاوج, ولهذا الغرض قمنا بتحديد 69 نقطة إستماع على مستوى المنطقة.

بعد إنتهاء العمل الميداني قمنا بمعالجة المعطيات المحصل عليها حيث تم تحديد 60 نوع من الطيور, تم تصنيفها حسب التصنيف المنهجي (مرتبة / عائلة / جنس / نوع).

كما تم تصنيفها كذلك حسب النمط الغذائي المتخذ من طرف هذه الطيور و الذي أظهر أن أكالات الحشرات تتصدر هذا التصنيف بنسبة مئوية مقدرة بحوالي 43%.

قمنا بإحصاء 16 مرتبة و 29 عائلة, حيث أن المرتبة الأكثر تواجد من حيث العائلات و النوع هي مرتبة العصفوريات ب 12 عائلات و 25 نوع.

تجدر الإشارة أن الطيور أكالات الحشرات هي الأكثر تواجد بالمنطقة.

إن استغلال المعطيات المحصل عليها بواسطة الشارات البيئية التركيبية أثبتت أن عشيرة الطيور المنتقاة يغلب عليها 06 انواع من الطيور, هما على التوالي : *Columbia livia, Falco tinnunculus*, كذلك أن عشيرة الطيور المدروسة تعتبر متنوعة حيث ان مؤشر التنوع يختلف من محطة ال اخرى و هو محصور بين 1.9 و 3.6 حسب اختلاف محطات اخذ العينة.

كما انه من خلال هذه الدراسة استطعنا ان نلاحظ ان بعض الطيور المحصاة يمكن ان تمارس ما يسمى بالغزو

الكلمات المفتاحية : قسنطينة, الطيور, إحصاء, البيئة, التأثير

Liste des Tableaux :

Tableau 01 : Répartition des jardins/squares dans la ville de Constantine	21
Tableau 02 : La composition floristique des jardins/squares de la ville de Constantine	22
Tableau 03 : Les stations d'écoute	25
Tableau 04 : La phénologie des espèces d'oiseaux de la ville de Constantine	68
Tableau 05 : Proportion des variables structurelle dans chaque station d'écoute.....	70
Tableau 06 : Classement systématique des espèces contactées dans la ville de Constantine	72
Tableau 07 : Classification systématique des familles des espèces avifaunistiques de la ville de Constantine suivant le nombre d'espèces et le nombre de couples.....	74
Tableau 08 : Abondance, IPA moyen, fréquences centésimales (FC), guildes (site de nidification) et les catégories trophiques des espèces d'oiseaux nicheurs dans la ville de Constantine.....	76
Tableau 09 : La richesse spécifique total (S) dans chaque station d'écoute et dans notre site d'étude.....	80
Tableau 10 : Indice de diversité (H'), indice d'équitabilité (E), richesse spécifique (S) et le nombre d'individus des espèces d'oiseaux nicheurs dans chaque station d'écoute de la ville de Constantine.....	83
Tableau 11 : tableau d'appui explicatif pour le premier axe d'ordination de l'ACC (Côté positif)	85
Tableau 12 : tableau d'appui explicatif pour le premier axe d'ordination de l'ACC (Côté négatif)	86
Tableau 13 : tableau d'appui explicatif pour le second axe d'ordination de l'ACC	87

Liste des figures :

Figure 01 : Carte de localisation de la ville de Constantine	7
Figure 02 : Les températures moyennes calculées sur les 20 dernières années Constantine – Algérie (Source : weatherbase)	8
Figure 03 : La pluviométrie moyenne calculée sur les 20 dernières années Constantine – Algérie (Source : weatherbase)	9
Figure 04 : Photo satellite de la ville de Constantine avec la localisation de chaque station d'écoute	34
Figure 05 : Effectifs du Milan noir <i>Milvus migran</i> dans la ville de Constantine.....	42
Figure 06 : Effectifs de l'Epervier d'Europe <i>Accipter nisus</i> dans la ville de Constantine.....	42
Figure 07 : Effectifs de l'Aigle botté <i>Hieraaetus pennatus</i> dans la ville de Constantine	42
Figure 08 : Effectifs de la <i>Buse variable Buteo buteo</i> dans la ville de Constantine.....	42
Figure 09 : Effectifs du Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i> dans la ville de Constantine	43
Figure 10 : Effectifs du Martinet noir <i>Apus apus</i> dans la ville de Constantine.....	43
Figure 11 : Effectifs du Martinet à ventre blanc <i>tachymarptus melba</i> dans la ville de Constantine.....	43
Figure 12 : Effectifs de l'Engoulevent d'europe <i>Caprimulgus europaeus</i> dans la ville de Constantine.....	44
Figure 13 : Effectifs du Chevalier culblanc <i>Tringa ochropus</i> dans la ville de Constantine....	45
Figure 14 : Effectifs du Chevalier guignette <i>Actitis hypoleucos</i> dans la ville de Constantine	45
Figure 15 : Effectifs du Goéland leucophée <i>Larus michahellis</i> dans la ville de Constantine .	45
Figure 16 : Effectifs de la Cigogne blanche <i>Ciconia ciconia</i> dans la ville de Constantine	46
Figure 17 : Effectifs du Pigeon biset <i>Columba livia</i> dans la ville de Constantine	48
Figure 18 : Effectifs du Pigeon ramier <i>Columba palumbus</i> dans la ville de Constantine.....	48
Figure 19 : Effectifs du Tourterelle des bois <i>Streptopelia turtur</i> dans la ville de Constantine	48
Figure 20 : Effectifs du Tourterelle maillé <i>Spilopelia senegalensis</i> dans la ville de Constantine.....	48

Figure 21 : Effectifs du Tourterelle turque <i>Streptopelia decaocto</i> dans la ville de Constantine	48
Figure 22 : Effectifs du Guépier d'Europe <i>Merops apiaster</i> dans la ville de Constantine	49
Figure 23 : Effectifs du Coucou gris <i>Cuculus canorus</i> dans la ville de Constantine	50
Figure 24 : Effectifs du Faucon crécerelle <i>Falco tinnunculus</i> dans la ville de Constantine ...	51
Figure 25 : Effectifs du Faucon crécerellette <i>Falco naumanni</i> dans la ville de Constantine ..	51
Figure 26 : Effectifs du Faucon pelerin <i>Falco peregrinus</i> dans la ville de Constantine	51
Figure 27 : Effectifs de la Caille des blés <i>Coturnix coturnix</i> dans la ville de Constantine	52
Figure 28 : Effectifs de la Perdrix gabra <i>Alectoris barbara</i> dans la ville de Constantine ...	52
Figure 29 : Effectifs de la Gallinule poule d'eau <i>Gallinula chloropus</i> dans la ville de Constantine.....	53
Figure 30 : Effectifs du Bouscarle de cetti <i>Cettia cetti</i> dans la ville de Constantine	54
Figure 31 : Effectifs du Choucas des tours <i>Coloeus monedula</i> dans la ville de Constantine .	55
Figure 32 : Effectifs du Grand corbeau <i>Corvus corax</i> dans la ville de Constantine.....	55
Figure 33 : Effectifs du Pinson des arbres <i>Fringilla celebs</i> dans la ville de Constantine	55
Figure 34 : Effectifs du Serin sini <i>Serinus serinus</i> dans la ville de Constantine.....	55
Figure 35 : Effectifs du Verdier d'Europe <i>Chloris chloris</i> dans la ville de Constantine	56
Figure 36 : Effectifs de l' Hirondelle des rochers <i>Ptyonoprogne rupestris</i> dans la ville de Constantine.....	57
Figure 37 : Effectifs de l'Hirondelle rustique <i>Hirunda rustica</i> dans la ville de Constantine ..	57
Figure 38 : Effectifs de Bergeronnette des ruisseaux <i>Motacilla cinerea</i> dans la ville de Constantine.....	57
Figure 39 : Effectifs du Rossignole philomèle <i>Luscinia megarhynchos</i> dans la ville de Constantine.....	59
Figure 40 : Effectifs du Gobemouche gris <i>Muscicapa striata</i> dans la ville de Constantine	59
Figure 41 : Effectifs du Monticole bleu <i>Monticola solitarius</i> dans la ville de Constantine.....	59
Figure 42 : Effectifs du Rougegorge familier <i>Eritachus rubecula</i> dans la ville de Constantine	59

Figure 43: Effectifs du Rougequeue noir <i>Phoenicurus ochruros</i> dans la ville de Constantine	59
Figure 44: Effectifs du Traquet rieur <i>Onenthe leucura</i> dans la ville de Constantine.....	59
Figure 45: Effectifs de la Mésange charbonnière <i>Parus major</i> dans la ville de Constantine	60
Figure 46: Effectifs de la Mésange nord-africaine <i>Cyanistes ultramarinus</i> dans la ville de Constantine.....	60
Figure 47: Effectifs du Pouillot véloce <i>Phylloscopus collybita</i> dans la ville de Constantine .	61
Figure 48: Effectifs du Bulbul des jardins <i>Pycnonotus barbatus</i> dans la ville de Constantine	61
Figure 49: Effectifs de la Fauvette à tête noire <i>Sylvia atricapilla</i> dans la ville de Constantine	62
Figure 50: Effectifs de la Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala</i> dans la ville de Constantine.....	62
Figure 51: Effectifs du Troglodyte mignon <i>Troglodytes troglodytes</i> dans la ville de Constantine.....	63
Figure 52: Effectifs de la Grive draine <i>Turdus viscivorus</i> dans la ville de Constantine	63
Figure 53: Effectifs du Merle noir <i>Turdus merula</i> dans la ville de Constantine.....	63
Figure 54: Effectifs de l'Aigrette garzette <i>Egretta garzetta</i> dans la ville de Constantine	64
Figure 55: Effectifs de la Grande Aigrette <i>Ardea alba</i> dans la ville de Constantine	64
Figure 56: Effectifs du Héron cendré <i>Ardea cinerea</i> dans la ville de Constantine	64
Figure 57: Effectifs du Héron garde-bœufs <i>Bubulcus ibis</i> dans la ville de Constantine.....	64
Figure 58: Effectifs du Pic de Levillant <i>Picus vaillantii</i> dans la ville de Constantine	65
Figure 59: Effectifs de la Chevêche d'Athéna <i>Athene noctua</i> dans la ville de Constantine ..	66
Figure 60: Effectifs de la Chouette hulotte <i>Strix aluco</i> dans la ville de Constantine.....	66
Figure 61: Effectifs du Petit Duc Scops <i>Otus scops</i> dans la ville de Constantine	66
Figure 62: Effectifs de l'Effraie des clochers <i>Tyto alba</i> dans la ville de Constantine	67
Figure 63 : Classement systématique des ordres des espèces d'oiseaux de la ville de Constantine selon le nombre de familles et le nombre d'espèces.	71

Figure 64 : Classement systématique des familles d'oiseaux de la ville de Constantine selon le nombre d'espèces (a) et le nombre de couples (abondance) (b).	75
Figure 65 : Représentation des catégories trophiques du peuplement avien nicheur dans la ville de Constantine	78
Figure 66 : Les classes de fréquence d'occurrence F_i des espèces nicheuse dans la ville de Constantine.....	81
Figure 67 : Ordination des espèces d'oiseaux selon l'analyse canonique des correspondances. Plan factoriel (1X3).....	84
Figure 68 : Invasion spontanée en milieu continental. Modèle de « Steps and stages » (Heger et Treppl 2003).	88

Table des matières :

Introduction :	1
----------------	---

Chapitre 1

Site d'étude « Ville de Constantine »	6
---------------------------------------	---

1. Présentation du site d'étude	6
---------------------------------	---

1.1. Données géographiques et physiques	6
---	---

1.1.1. Relief	6
---------------	---

1.1.2. Climat	8
---------------	---

1.1.3. Le réseau hydrographique	9
---------------------------------	---

2. Le milieu urbain de la ville de Constantine	10
--	----

2.1. Site et histoire	10
-----------------------	----

2.1.1. Capitale de la Numidie	10
-------------------------------	----

2.1.2. Ville romaine	11
----------------------	----

2.1.3. L'arrivée des arabes	11
-----------------------------	----

2.1.4. Beylik de l'est	11
------------------------	----

2.1.5. Constantine ville hybride	14
----------------------------------	----

2.1.6. Constantine hors du Rocher	15
-----------------------------------	----

2.1.7. Le plan de Constantine (1958)	17
--------------------------------------	----

2.1.8. Constantine post indépendance :	18
--	----

2.2. Sectorisation de la ville de Constantine :	20
---	----

2.3. Les jardins publics de la ville de Constantine :	21
---	----

Chapitre 2

Matériel et méthodes	23
----------------------	----

1. Présentation du gradient d'urbanisation :	23
--	----

1.1. Le centre-ville :	23
------------------------	----

1.2. Le secteur suburbain :	24
-----------------------------	----

1.3. Le secteur périurbain :	24
------------------------------	----

2.	Station d'écoute :.....	24
2.1.	Présentation des stations d'écoute :.....	24
2.2.	Critère de choix des stations d'écoute :.....	25
2.2.1.	Stations d'écoute du périurbain	26
2.2.2.	Stations d'écoute du suburbain :.....	27
2.2.3.	Stations d'écoute du centre :.....	29
3.	Méthodologie de travail	31
3.1.	Choix de la méthode de dénombrement :.....	32
3.1.1.	La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA).....	32
3.1.2.	La méthode de suivi annuel des oiseaux dans la ville de Constantine	35
3.1.3.	La méthode de suivi des oiseaux nocturne dans la ville de Constantine :.....	35
4.	Relevé des variables de milieu :.....	36
4.1.	Les variables structurelles :.....	36
4.2.	Les variables topographiques :.....	37
5.	Analyses statistiques :.....	37
5.1.	Les indices écologiques :.....	37
5.1.1.	Indice écologique de composition :.....	37
5.1.2.	Indices écologiques de structure :.....	38
5.2.	Analyses canoniques :.....	39
5.2.1.	Analyse canonique des correspondances (ACC) :.....	40

Chapitre 3

	Résultats et Discussion.....	41
1.	Structure de l'avifaune et occupation temporelle de la ville de Constantine :.....	41
1.1.	Accipitriformes :	41
1.2.	Ansériformes :.....	42
1.3.	Apodiformes :.....	43
1.4.	Caprimulgiformes :	44

1.5.	Charadriiformes :	44
1.5.1.	Scolopacidées :	44
1.5.2.	Laridées :	45
1.6.	Ciconiiformes :	46
1.7.	Columbiformes :	46
1.8.	Coraciiformes :	48
1.9.	Cuculiformes :	49
1.10.	Falconiformes :	50
1.11.	Galliformes :	52
1.12.	Gruiformes :	52
1.13.	Passériformes :	53
1.13.1.	Cettidées :	53
1.13.2.	Corvidées :	54
1.13.3.	Fringillidées :	55
1.13.4.	Hirundinidées :	56
1.13.5.	Motacillidées :	57
1.13.6.	Muscicapidées :	57
1.13.7.	Paridées :	59
1.13.8.	Passéridées :	60
1.13.9.	Phylloscopidées :	60
1.13.10.	Pycnonotidées :	61
1.13.11.	Sylviidées :	62
1.13.12.	Troglodytidées :	62
1.13.13.	Turdidées :	63
1.14.	Pélécaniformes:	64
1.15.	Piciformes:	65
1.16.	Strigiformes :	65

1.16.1.	Strigidées :	65
1.16.2.	Tytonidées :	67
2.	Analyses statistiques :	69
2.1.	Résultats de sondage par la méthode d'échantillonnage appliquée	69
2.1.1.	Les espèces contactées pendant la période d'étude :	69
2.1.2.	Analyse du tableau d'espèces nicheuses et de la valeur d'IPA moyenne :	73
2.1.3.	Caractéristiques trophiques du peuplement avien dans la ville de Constantine :	77
2.2.	Dynamique du peuplement avien dans la ville de Constantine	78
2.2.1.	Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition :	78
2.2.2.	Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure :	82
2.3.	Relation du peuplement avien avec l'écosystème urbain : Analyse Canonique des Correspondance (ACC) :	83
3.	L'impact des oiseaux sur l'environnement	87
	Conclusion :	91

Références bibliographiques

Annexe

Introduction

Introduction:

L'urbanisation est un processus récent en passe de devenir le plus important changement induit par l'homme sur son environnement. Le 20^{ème} siècle a connu la révolution industrielle et l'exode rural intensif qui s'ensuivit. Ces profonds changements se sont traduits par une intensification de l'agriculture et parallèlement, par l'extension spatiale des villes. La population mondiale vivant en zone urbaine est passée de 14% au début 20^{ème} siècle (Weber 2003) à plus de 50% au début du 21^{ème} siècle (Fenger 1999). Cette tendance à l'urbanisation des populations est également vraie à l'échelle du territoire algérien où la part de la population algérienne installée en ville est passée de 30% à 71% entre 1960 et 2017 (Perspectives monde). Consécutivement à cette augmentation des populations urbaines, les villes s'étendent de plus en plus.

L'urbanisation est un processus consistant en la mise en place, au détriment d'espaces à caractères naturels ou agricoles, de structures anthropiques c'est-à-dire résultant essentiellement de l'intervention de l'homme telles le bâti ou la voirie, et ayant pour but de répondre aux seuls besoins des populations humaines (Germaine et Wakeling 2001, McKinney 2006).

Ce processus présente deux principales caractéristiques. Tout d'abord, l'ensemble des structures anthropiques mises en place en ville peuvent être considérées comme autant de perturbations permanentes (Blair 1996, Ormerod 2003). Un réseau routier ou un quartier d'habitation collectif sont construits dans des perspectives de durée. La pression foncière et les besoins logistiques en ville sont tels que rares sont les cas où de telles infrastructures sont rasées pour laisser place à un environnement proche de celui qui existait à l'origine. Ainsi l'urbanisation apparaît comme une modification permanente et drastique du paysage et aussi comme une modification irréversible dont la restauration est difficilement envisageable (McKinney 2006).

Ensuite, l'urbanisation a pour objet la mise en place d'un milieu exclusivement anthropique. Quelles que soient les formes qu'elle prend au cours de l'histoire, la ville est une structure mise en place par l'homme et pour l'homme sans questionnement sur la place de la nature en son sein. À ce moment-là deux questions se posent :

La première, comment la biodiversité, c'est-à-dire la diversité des espèces vivantes (micro-organismes, végétaux, animaux, oiseaux) présentes dans ce milieu peut-elle s'adapter à cet environnement ?

En fait une certaine biodiversité s'est maintenue ou s'est mise en place dans un ensemble à priori peu favorable au maintien d'une faune et d'une flore sauvage. Cet ensemble « urbain + faune et flore » constitue l'écosystème urbain.

Et la deuxième, comment une telle biodiversité s'est-elle mise en place dans cet écosystème ?

La forte empreinte de l'homme fait de l'écosystème urbain un écosystème tout à fait original car il est soumis à toutes les formes de concentrations anthropiques (diverses pollutions, perturbations liées à la simple présence de l'homme, et impact des modifications du paysage) (Venn et al. 2003).

L'activité humaine et les structures mises en place en ville engendrent la modification d'un certain nombre de variables environnementales. Par exemple, l'activité automobile et le réfléchissement naturel de la chaleur emmagasinée par les bâtiments provoquent un îlot de chaleur urbain (Voogt et Oke 2003) qui peut avoir un impact sur la végétation. La circulation automobile augmente également les taux de pollutions atmosphériques (Fenger 1999) dont certaines enrichissent les sols en azote ce qui semble favoriser les plantes nitrophiles (Pellissier 2006). L'utilisation des pesticides pour l'entretien des espaces verts par les municipalités ou des jardins privatifs par les particuliers augmente aussi considérablement la pollution des sols. Enfin la fréquentation des espaces verts par les citoyens constitue un véritable dérangement pour les oiseaux lors de leur recherche alimentaire (Blumstein et al 2005). La liste ici n'est pas exhaustive mais illustre la variabilité des formes que peuvent prendre les contraintes anthropiques et leur intensité en ville.

Les contraintes anthropiques ne s'exercent pas de façon homogène et uniforme dans la ville. L'évolution des mœurs a eu une forte incidence sur la place de la nature en ville. Dans un passé récent les espaces verts et jardins publics doivent permettre de jouir du grand air. Actuellement l'espace vert ou le jardin public se doit de rendre accessible une nature de moins en moins proche des citoyens. Parallèlement à cette évolution des mœurs et des attentes sociales, les villes s'étendent toujours plus loin, et toujours de façon centrifuge. Ainsi en règle

générale en Algérie, le cœur de la ville est dense en construction et contient des jardins publics bien entretenus. Ensuite, parce qu'elle est la plus récemment développée, la frange concentrique la plus externe de la ville, appelée suburbaine, présente souvent un réseau de constructions plus lâches. Elle est principalement constituée de quartiers résidentiels ou de zone d'activités, ainsi que des jardins publics moins bien entretenus. À l'extérieur de la ville s'ensuit en général une zone périurbaine constituée principalement de paysages agricoles ou naturels, et dans lesquels on trouve peu de bâti. Cette zone est la partie de la zone rurale la plus proche de la ville.

L'écosystème urbain est un écosystème récent où les taches d'habitat correspondent à des espaces verts, des parcs et jardins publics, des jardins privés, des squares ou des terrains vagues ou même des cimetières. Aussi, ils ont souvent fait l'objet, à un moment de leur histoire, de profonds aménagements perturbant profondément la faune et la flore qui s'y trouvaient (Clergeau et al. 2004). A l'heure actuelle, la biodiversité de ces taches est issue en partie de populations qui se sont maintenues depuis l'isolement des habitats urbains, et en partie de populations qui ont colonisé les taches d'habitat urbains depuis le milieu rural adjacent, ou depuis des taches d'habitat voisins. Dans ce dernier cas, les espèces qui colonisent les taches urbaines doivent traverser une matrice hétérogène et fragmentée pour arriver dans les taches d'habitat où, si les ressources le permettent, elles pourront fonder des populations pérennes.

Le processus de colonisation des taches urbaines apparaît donc assez similaire, dans les grandes lignes, au processus d'invasion biologique. Nous avons transposé les réflexions et approches analytiques faites dans ce domaine à celui de l'étude des mécanismes à l'origine de la présence de certaines populations d'oiseaux urbains.

Une espèce invasive est une espèce qui s'établit (populations pérennes) dans un environnement ou un habitat où elle n'était pas présente auparavant. Ce processus se déroule en trois principales phases : l'arrivée dans le nouvel environnement, l'établissement (la mise en place de populations pérennes) puis, éventuellement, la propagation dans ce nouvel environnement (Williamson 1996, Shigesada et Kawasaki 1997). Trois approches majeures ont été proposées pour expliquer le succès des invasions biologiques: le rôle des caractéristiques des espèces envahissantes, le rôle des particularités de l'écosystème envahi, et le rôle de l'effort d'introduction par l'homme (nombre de tentatives d'introduction et nombres

d'individus introduits) (Heger et Trepl 2003). En Algérie, les communautés d'oiseaux ne contiennent pas ou peu d'espèces introduites. Nous ne tiendrons donc pas compte du facteur « effort d'introduction » pour analyser notre peuplement. En revanche, nous avons essayé d'adopter les deux premières approches: l'analyse des caractéristiques des espèces et l'analyse des caractéristiques de l'environnement.

Le milieu urbain est particulièrement hétérogène et original de par la présence des structures anthropiques. L'écosystème urbain est également spatialement structuré. C'est un milieu propice à l'étude des facteurs impliqués dans la dispersion. Ce milieu s'avère donc tout à fait intéressant pour l'étude des relations entre organisation du paysage et organisation des communautés, ainsi que pour l'étude des phases d'arrivée et de propagation lors d'invasions biologiques. La biodiversité urbaine est devenue aujourd'hui un objet de recherche scientifique et un enjeu important des politiques urbaines. Les oiseaux y occupent une place importante.

Les populations d'oiseaux représentent des indicateurs de l'état de la biodiversité facilement détectables et se trouvent en bout de la chaîne trophique et sont sensibles aux évolutions qui existent tout au long de cette chaîne. Il s'agit aussi de populations animales qui sont faciles à observer en milieu urbain du fait de l'abondance d'un certain nombre d'espèces communes. Enfin, il s'agit d'un groupe taxonomique regroupant des espèces partageant des critères spécifiques et un même ancêtre commun pour lequel la connaissance est relativement bonne comparativement au reste de la biodiversité.

L'état de santé des populations d'oiseaux en ville est fortement dépendant de l'impact de l'urbanisation sur l'évolution des ressources (couverture végétale, nourriture, sites de nidification...). Or, toutes ne recherchent pas les mêmes conditions. Certaines privilégient des milieux urbains plutôt ruraux, d'autres sont sensibles à la présence de végétation autour des constructions, d'autres préfèrent à l'inverse les zones plus densément bâties et peu végétalisées. Enfin, certaines ne manifestent pas d'exigences très marquées quant au faciès de la zone urbaine.

Cette thèse constitue un des premiers travaux de terrain mis en œuvre le long du gradient rural-urbain constantinois. L'objectif essentiel de cette thèse à caractère exploratoire est de connaître la structure du peuplement avifaunistique qui est l'ensemble des espèces d'oiseaux

sédentaires et saisonniers de cet écosystème urbain (ville de Constantine) et de déterminer comment cette structure est liée à celle du milieu tout au long de son gradient (du centre-ville au périurbain), et enfin essayer d'identifier et d'évaluer le risque d'impact de cette avifaune sur l'écosystème urbain.

Cette thèse s'articule sur trois chapitres interdépendants:

Un premier chapitre où nous nous sommes proposé de décrire notre site d'étude qui est la ville de Constantine (données géographiques et physiques, site et histoire de la ville).

Dans le second chapitre nous avons délimité les différentes stations d'écoute installées pour notre recherche. Nous décrivons la méthodologie suivie pour la réalisation de notre travail et les analyses statistiques effectuées.

Le dernier chapitre, consacré aux résultats, est divisé en trois volets. Dans le premier volet nous décrirons sous forme de graphe la phénologie de tous les oiseaux étudiés dans la ville de Constantine. Dans le deuxième volet nous traiterons d'abord la classification systémique des espèces aviaires et les indices écologiques de composition puis les indices écologiques de structure ainsi que les guildes trophiques et la relation des espèces nicheuses avec les variables qui structurent les différents habitats. Dans le troisième volet, nous tenterons d'attirer l'attention par rapport à l'impact que peut provoquer cette avifaune comme par exemple le risque d'invasion par certaines espèces.

Nous terminerons ce travail par une conclusion qui prendra en compte l'essentiel des résultats obtenus.

Chapitre 1

Site d'étude « ville de Constantine »

Chapitre 1

Site d'étude « Ville de Constantine »

1. Présentation du site d'étude:

La wilaya de Constantine se situe dans l'écozone paléarctique entre la latitude 36° 17' et la longitude 6° 37' en plein centre de l'est algérien, précisément à 245 km de la frontière algéro-tunisienne à l'est, à 431 km de la capitale Alger vers l'ouest, à 89 km de Skikda vers le nord et à 235 km de Biskra vers le Sud. Elle est bâtie sur un majestueux rocher situé sur les deux côtés de l'oued Rhumel. Elle est ainsi cernée par de véritables obstacles naturels ; les repères géographiques montrent que la région n'est pas homogène par rapport à sa position et par rapport au niveau de la mer. L'altitude à travers la wilaya varie entre 300 mètres dans la vallée du Rhumel et 1350 mètres à Djebel Sidi Driss (Site officiel de la wilaya de Constantine).

Notre étude a été réalisée au niveau de la ville de Constantine qui couvre une surface d'environ 231 Km², et qui est à une altitude de 640 mètres, avec une population de 448374 habitant en 2008, actuellement estimée à plus de 500000 habitants. La densité atteint les 2000 habitants au Km². Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme découpe la commune de Constantine en dix secteurs: Sidi Rached, Kitouni, Bellevue, Sidi Mabrouk, Boudraa Salah, 05 juillet, El Guemmas, El Kantara, les Muriers et Ziadia (Figure 01).

1.1. Données géographiques et physiques:

1.1.1. Relief:

Un certain nombre de traits définissent le relief de la wilaya de Constantine qui est caractérisée par 3 zones bien distinctes :

1.1.1.1. La zone montagneuse au nord:

Ces formations sont le prolongement de la chaîne tellienne qui s'abaisse vers l'Est. Elles prennent des directions d'ensemble Sud-Ouest et Nord-Est qui sont dominées respectivement par le mont de Chettaba et le massif de Djebel Ouahch. À l'extrême Nord, aux limites de la wilaya de Mila et Skikda, on trouve le mont Sidi Driss qui culmine à 1364 m d'altitude (Site officiel de la wilaya de Constantine).

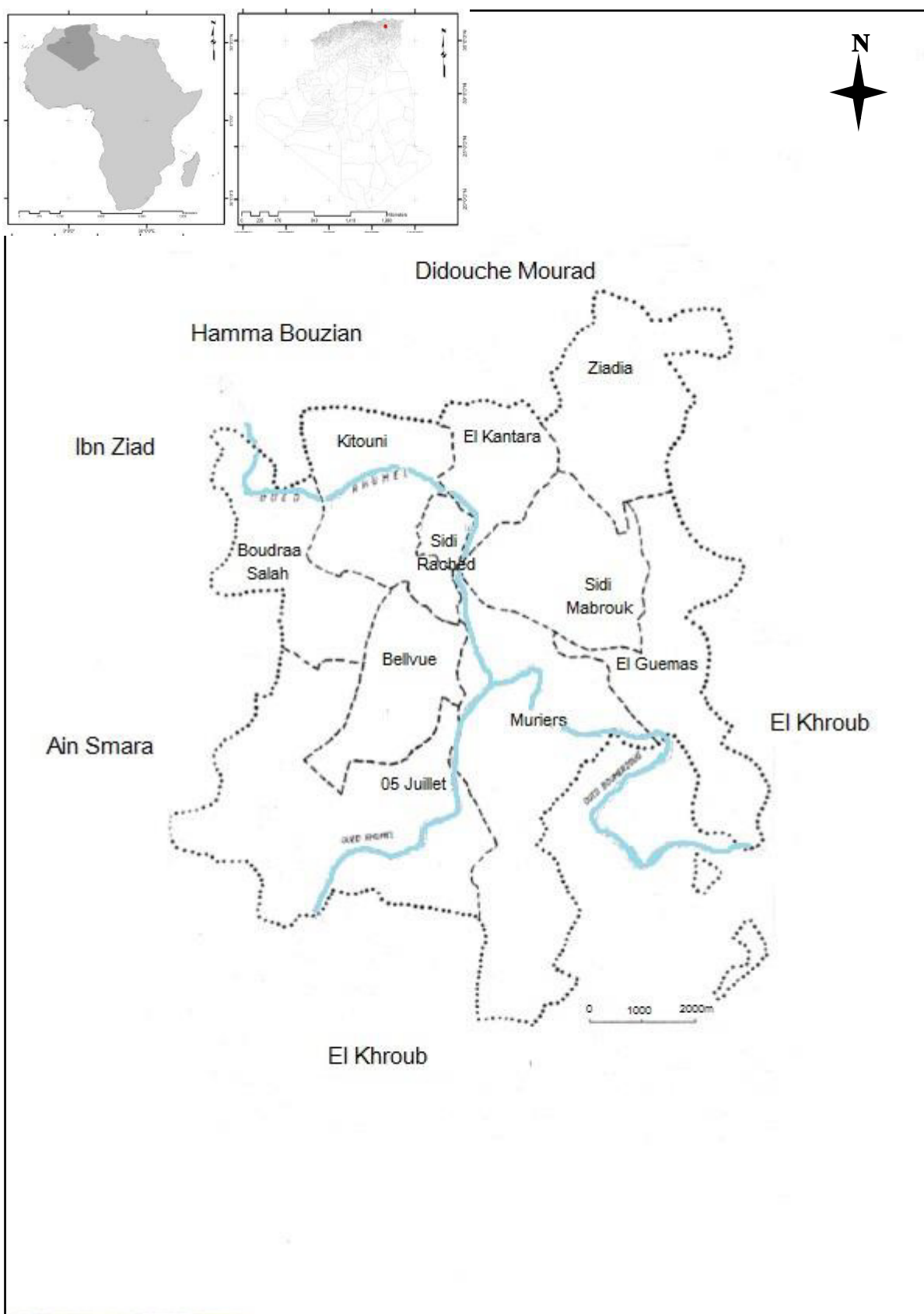


Figure 01 : Carte de localisation de la ville de Constantine

(Source : Service de l'urbanisme de l'APC de Constantine)

1.1.1.2. La zone des bassins intérieurs:

Cet ensemble en forme de dépression s'étend d'est en ouest de Ferdjioua dans la wilaya de Mila à Zighoud-Youcef. Elle est limitée au Sud par des hautes plaines avec une altitude variant de 500 à 600 m ; cet ensemble composée de basses collines est entrecoupé par les vallées du Rhumel et de Boumerzoug (Site officiel de la wilaya de Constantine).

1.1.1.3. La zone des hautes plaines:

Située au sud-est de la wilaya entre les chaînes intérieures de l'atlas tellien et de l'atlas saharien, elles s'étendent sur les communes de Ain Abid et de Ouled Rahmoune (Site officiel de la wilaya de Constantine).

1.1.2. Climat:

Le climat de type méditerranéen, se caractérise par de fortes précipitations en hiver, et par des températures moyennement élevées en été.

1.1.2.1. Les températures:

Elles sont marquées par des variations saisonnières et même journalières, ce qui donne de grandes amplitudes. Les mois les plus froids vont de novembre à avril et le mois le plus froid étant le mois de janvier avec une température moyenne de 7 C°. Les mois les plus chauds se prolongent du mois de juin à septembre, avec une température moyenne qui atteint les 25 C° durant les mois de juillet et d'août (Figure 02).

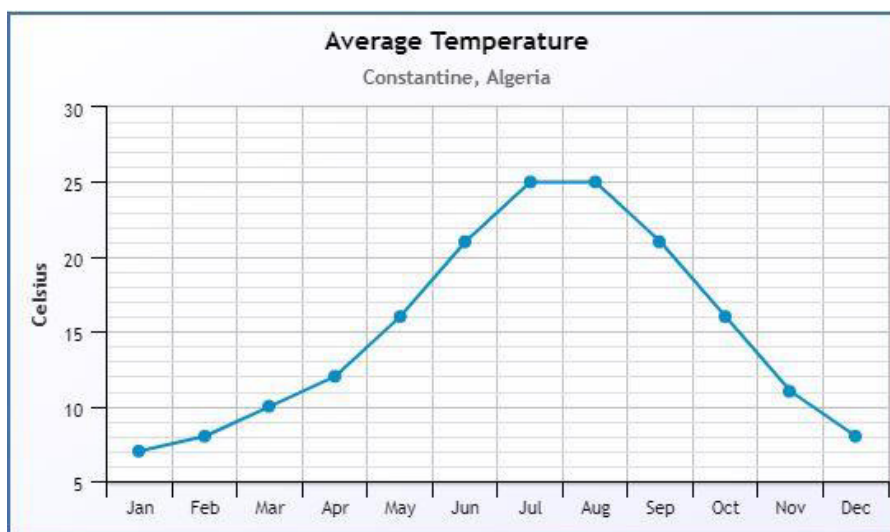


Figure 02 : Les températures moyennes calculées sur les 20 dernières années
Constantine – Algérie (Source : weatherbase)

1.1.2.2. La pluviométrie:

La pluviométrie à Constantine est caractérisée par des précipitations irrégulières dans le temps et dans l'espace. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 400 et 600 mm, les mois les plus arrosés sont les mois de janvier et de décembre avec une pluviométrie moyenne de 76 mm environ. Le mois de juillet reste le mois le moins pluvieux (Figure 03.).

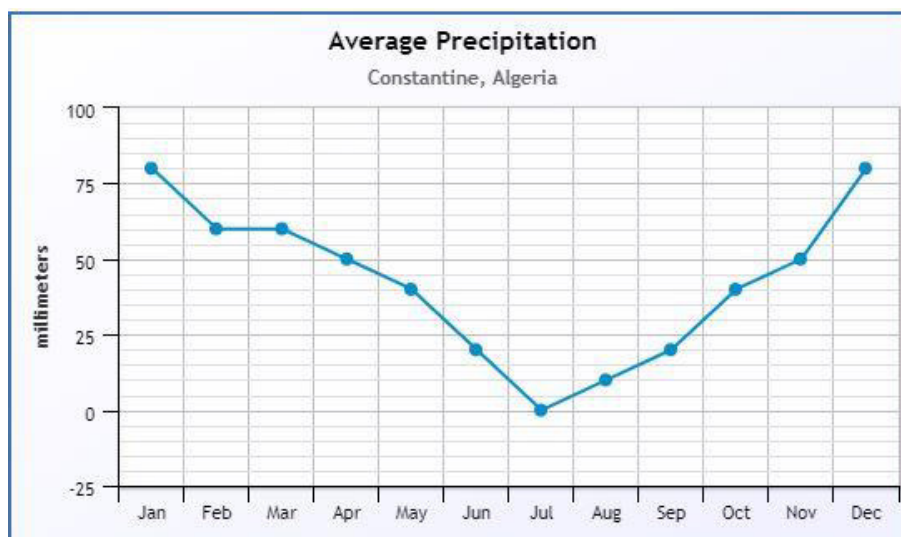


Figure 03 : La pluviométrie moyenne calculée sur les 20 dernières années Constantine – Algérie (Source : weatherbase)

1.1.3. Le réseau hydrographique:

La ville de Constantine est drainée par deux oueds; le Rhumel et le Boumerzoug, vers lesquels convergent plusieurs affluents temporaires. Ces oueds ont joué un rôle majeur dans le développement de la ville. L'oued Rhumel prend sa source dans les hautes plaines sétifiennes, au nord-ouest de la région de Bellâa, à une altitude de 1199 m (Aidat 2010). Il traverse les hautes plaines constantinoises, avec une orientation sud-ouest, nord-est jusqu'à Constantine où il s'encaisse très profondément dans les gorges calcaires. Il change brusquement de direction et coule en oblique vers le nord-ouest pour confluer avec l'oued Endja aux environs de Sidi Mérouane, il prend ensuite le nom d'oued El Kébir (Zebiri 2001).

L'oued Rhumel reçoit plusieurs affluents importants, entre autres: l'oued Dekri long de 12,8 Km, l'oued Athmenia ayant 15 Km de longueur, l'oued Séguen long de 11,9 Km, l'oued Boumerzoug, confluent à l'amont des gorges de Constantine, mesurant 31,5 Km de longueur, l'oued El Begrat, à la confluence du Rhumel aval (rive gauche), ayant une longueur de 18

Km, l'oued Smendou, confluent à l'aval des gorges du Kheneg, long de 56,4 Km et enfin l'oued El Kotone mesurant 12,7 Km de longueur.

À ces cours d'eau principaux, il faut ajouter les chevelus de chaque oued, les ravins, les rigoles qui fonctionnent de façon temporaire, en plus des rejets urbains des agglomérations de Chelghoum Laid, Oued Athmenia, Ain Smara, Constantine, Hamma Bouziane sur l'Oued Rhumel, et de l'agglomération de Ain M'lila, et El Khroub sur l'Oued Boumerzoug. Les rejets industriels gonflent davantage le débit de l'oued, on note essentiellement les rejets de l'usine produisant des détergents de la SNIC (Société Nationale des Industries Chimiques) située dans la ville de Chelghoum Laid, et de l'usine SONACOME de Ain Smara, et les deux zones industrielles donnant sur le Rhumel et le Boumerzoug (Aidat 2010).

2. Le milieu urbain de la ville de Constantine:

2.1.Site et histoire:

Selon l'expression célèbre de Le Corbusier « Et le site créa la ville », dans le cas de Constantine, elle est bien fondée, le site créa vraiment la ville. Un site chahuté intensifié d'une histoire riche et tourmentée, deux éléments fondateurs ont produit cette ville exceptionnelle (Benidir 2007).

Aussi loin que remonte l'histoire, quand les peuples anciens devaient se choisir un site de sédentarisation, ils exigeaient trois éléments fondamentaux : le site défensif, l'existence de l'eau et des pâturages. Le rocher de Constantine jouit d'un site hautement défensif et stratégique. Le Rhumel constitue une importante ressource d'eau, une partie du rocher, les plateaux du Mansourah et Bellevue et même plus loin servaient de pâturage (Benidir 2007).

2.1.1. Capitale de la Numidie:

Les Numides pour édifier leur capitale, lui avaient choisi un site très difficile d'accès, ils l'appelaient Kirta le «nid d'aigles». Le rocher se présente comme une presqu'île cernée presque de toute part par de profondes gorges allant jusqu'à 175 mètres au-delà desquelles il y avait de grandes étendues agricoles. Les gorges sont creusées par l'oued Rhumel (ex Ampsaga). Il avait autrefois un fort débit et de nombreux affluents irriguaient un vaste territoire (Benidir 2007).

Le site défensif, l'eau et les terres agricoles donnèrent à la ville une importance stratégique et économique (Hirèche 1996). Elle était très désirée par les peuples voisins et a connu de nombreuses colonisations et le passage plus ou moins long des civilisations: Romaine, Byzantine, Arabe, Ottomane et Française. Elles ont plus ou moins marqué l'espace de leur passage.

2.1.2. Ville romaine:

Après la troisième guerre punique, Kirta était occupée par les Romains. Elle devenait Cirta, capitale de la confédération cirtéenne (Ruzikada, Chullu et Milev) (Aibèche 2003).

Des auteurs de l'époque romaine font la description d'une ville très importante, dépassant un peu les limites du rocher. Ils parlent aussi d'un forum avec ses équipements en lieu et place du palais Ahmed Bey. Le théâtre de la ville occupait le terrain en amphithéâtre faisant face à Souika, à hauteur de la passerelle Mellah Slimane, à El Kantara. La médina basse dont la pente du terrain est assez raide, était toujours destinée à la résidence de la population autochtone. Étant des constructions populaires, peu solides, elles n'ont pas bien résisté à l'usure du temps et des usages, mais Souika reste toujours plus authentique que le reste de la ville qui a subi d'importantes transformations. En 311 après J-C elle se révolte contre Rome, au prix de sa destruction par l'empereur Maxence. Elle est reconstruite en 313 par l'empereur Constantin qui lui donne son nom. Les quatre siècles allant de Constantin à l'apparition de l'Islam, où l'Empire chrétien, ébranlé par les Vandales de Genséric et prolongé par les Byzantins, a imprimé sa marque. Quatre langues ont été parlées durant cette période: le libyque (Tamazight), le punique, le grec et le latin (Serge Gilard).

2.1.3. L'arrivée des arabes:

Les arabes qui sont venus au 7^{ème} siècle pour l'islamisation de l'Afrique, ont trouvé Constantine presque détruite par les Vandales. L'aspect de Constantine a été modifié par l'islamisation. Constantine a été l'une des villes principales de l'État Hafcide et a rivalisé avec Béjaïa pour la prédominance dans l'Algérie occidentale. La casbah construite à l'époque Almohade, fut restaurée à deux reprises sous les Hafcides. À l'extérieur de la ville, les princes Hafcides avaient leur parc de plaisance (Ryad), il y avait même un hippodrome officiel. La masse de la population était essentiellement berbère, et la ville se partageait en quartiers ou

çoffs inféodés à des familles puissantes appartenant à une vieille et riche bourgeoisie (Kaddache 1980).

2.1.4. Beylik de l'est:

Après la chute du royaume musulman en Andalousie en 1492, les musulmans et les juifs pourchassés se réfugièrent dans les villes côtières du Maghreb où ils furent poursuivis par la flotte espagnole. Le danger espagnol menaçait toute la côte algérienne. Les gouverneurs et notables algériens firent appel aux frères Barberousse pour venir les aider à défendre leur pays contre les attaques des Espagnols (Kaddache 2003).

À partir de cette date, l'Algérie est occupé par les Turcs « l'empire ottoman représentant le khalifat islamique ». En 1565, le pays fut partagé en trois Beylik : l'ouest, l'est et le Titteri. A la tête de chaque beylik, un Bey était nommé par le Dey, lui-même nommé par la porte sublime à Istanbul, les Deys et les Beys étaient tous turcs. Le Dey était installé à Dar Essoultan, territoire comprenant Alger et ses environs et les trois Beys étaient installés dans les capitales des beylik : à Constantine, Médéa et Oran (Benidir 2007).

Constantine était la capitale du beylik de l'est. Il était le plus vaste, le plus peuplé et le plus important par rapport aux deux autres (Temimi 1978). Quarante-cinq Beys se sont succédés sur le trône du beylik est. Certains Beys, s'étaient occupés de la construction et de l'aménagement du beylik, il y avait eu la construction de nombreux équipements publics et des opérations d'embellissement de la capitale du Beylik.

Tous les éléments de structure urbaine se trouvaient sur le rocher ainsi que les différentes activités urbaines, en effet le Rocher était toute la ville. Les équipements structurants sièges des pouvoirs juridique, administratif et économique y trouvaient place. Faisant partie de l'espace de pouvoir, l'élément militaire était bien présent dans la ville de Constantine. S'agissant de sa structuration spatiale, le point le plus haut de la Médina était occupé, comme dans la plupart des villes musulmanes et médiévales, par la casbah (citadelle) : la plus grande caserne de la ville (environ 4 hectares sur 42 hectares de la ville). En plus de la casbah, deux autres casernes étaient occupées par des contingents de janissaires. Elles occupaient l'emplacement actuel du théâtre municipal et de la BNA, bordant la place du 1^{er} novembre (ex place de la Brèche). Les turcs avaient édifié, un fort sur le plateau du Mansourah et un fortin sur le Coudiat-Aty, occupant les points culminants pour surveiller les accès de la ville en vue

de se prémunir contre les attaques surprises. Les écuries du Bey étaient construites sur une grande terrasse au bord du Rhumel au quartier du Bardo (Benidir 2007).

Des écoles coraniques, au nombre de 90, étaient associées à 60 mosquées (masdjid). Elles accueillait 1350 élèves et assuraient la fonction contemporaine de la maternelle (pré scolaire), de l'école primaire jusqu'aux niveaux supérieurs. Pour le niveau universitaire, elles étaient relayées par sept écoles (médersas), totalisant 900 étudiants (Temimi 1978).

Pendant son règne de vingt ans, Salah Bey avait profité pour édifier son pôle gouvernemental près de Souk El Acer. Sans avoir un plan préétabli, mais il avait une idée claire de l'opération à entreprendre puisqu'elle s'était étalée sur plusieurs années, au cours desquelles il avait procédé à l'achat de maisons de boutiques et de terrains non encore construits, il avait aussi procédé à des échanges de battisses avec des habitants du quartier, pour avoir une superficie plus grande en prévision du projet qu'il préparait (Guechi 1998). À côté de ce pôle, il avait construit de nombreuses boutiques et un fondouk (genre de centre commercial) regroupant 77 boutiques et deux écuries, il en avait fait des habous (biens invendables) pour que leurs revenus servent à l'entretien de la mosquée et du mausolée de Sidi El Kettani. La façade principale de la maison du Bey donne sur la place du marché Souk El Acer. Elle garde encore aujourd'hui l'emplacement du Sundjac et le balcon sur lequel se tenait Salah Bey pour s'adresser, pendant les grandes occasions, à la population qui se regroupait sous sa fenêtre sur la place. Un nouveau centre-ville excentré, loin des portes et près de la casbah était ainsi réalisé. Plusieurs autres demeures et dépendances étaient construites dans le quartier qu'occupaient les proches parents du Bey et les familles rapprochées de la cour, appelé « Zkak Lablate ». Après avoir organisé les structures bâties, il s'était occupé de l'organisation de l'administration du beylik et de sa capitale. L'essentiel des équipements administratifs étaient dans la médina haute ainsi que les familles turques et kouloughlies, elles habitaient la casbah et le quartier « Mila S'ghira ». La médina basse abritait principalement les familles arabes et autochtones. (Benidir 2007).

Après l'exécution de Salah Bey en 1792, plusieurs Beys se sont succédés sur le trône du Beylik de l'est, mais celui qui avait le plus marqué de son empreinte le Beylik et la ville de Constantine, fut sans conteste Hadj Ahmed Bey, le dernier Bey de Constantine (1826 – 1837).

Hadj Ahmed Bey n'avait pas eu réellement le temps de s'occuper de la construction ou de l'embellissement de tout le Beylik, Les mauvaises conditions et la tension dans les relations avec la France, surtout après l'occupation d'Alger puis d'Annaba, avaient incité le Bey à revoir les fortifications de sa capitale et certains postes avancés. Il avait quand même choisi de recentrer le centre-ville. Il y avait construit son palais, l'actuel Ksar el Bey qui fut achevé en 1829, avec une grande place publique. Il avait aussi procédé à la restauration de la mosquée Souk Leghzel ou Hassan Pacha limitrophe au palais. L'ensemble est prolongé par le groupement d'équipements de Dar el Bey dont un passage couvert indique toujours l'emplacement, il se prolonge par le quartier des souks (Benidir 2007).

2.1.5. Constantine ville hybride:

Une guerre d'usure menée par Ahmed Bey et son armée avait duré plusieurs mois, mais vu le déséquilibre des forces et avec le temps l'armée française s'était bien installée dans la région conquise à partir de 1837. À travers les différentes lois de dépossession et les répressions exercées sur la population, en dépit de leurs résistances, la colonisation eut raison des résistants. De là avait commencé l'histoire anxieuse de la ville, elle avait entraîné beaucoup de changements sur l'espace et sur la société.

Tous les terrains surplombant la médina ou situés sur les voies d'accès à la ville et présentant un caractère stratégique du point de vue de la situation avaient été choisis pour accueillir des équipements militaires. La plus grande caserne et le bois d'honneur occupent une grande superficie 73 hectares pour la caserne et 74 hectares le bois d'honneur. Ils sont implantés sur le plateau du Mansourah. Cette implantation militaire hypothèque toujours le terrain le plus intéressant et le plus convoité par les responsables locaux qui se sont succédés à Constantine, pour essayer d'apporter une quelconque solution aux dysfonctionnements innombrables de la ville. Le plateau de Bellevue avait lui aussi reçu une caserne de taille moyenne avec des logements pour les familles des militaires. Le stade municipal Benabdelmalek (ex Turpin) était construit sur un terrain vague appartenant à l'autorité militaire. Deux autres casernes de taille moyenne étaient construites, de part et d'autre de la rue de Sétif « Aouati Mustafa » en bas de la cité des combattants. Puis ce fut le tour de la prison et de la gendarmerie d'être construites en continuité sud du quartier le Coudiat-Aty.

Toutes ces constructions militaires, déstructurent davantage l'organisation de l'espace urbain et son expansion, par l'occupation des meilleurs sites urbanisables. Elles se posent

toujours en problèmes sérieux à la cohérence spatio-fonctionnelle de la ville (Benidir F. 2007).

Une population cosmopolite de colons arrivait par vagues successives à Constantine, elle venait essentiellement de l'Europe occidentale, de France, d'Espagne, des îles Baléares, de Malte, d'Italie, de Grèce, d'Allemagne, d'Angleterre.... Cette population étrangère exigeait des lieux de résidence et des emplois immédiatement, conformément aux promesses qui lui étaient faites par les responsables français de la colonisation. Le seul lieu disponible pour accueillir la population qui débarquait à Constantine était la ville existante, ainsi elle fut partagée en deux.

La médina haute (il s'agit de la partie de la médina située à l'ouest de la rue Didouche Mourad (ex rue de France) elle comprenait la casbah, Zkak Lablate,...) elle fut octroyée aux Européens. La médina autochtone (à l'est de la rue de France plus Souika), était destinée à la résidence des populations locales. Elle avait reçu aussi les familles déplacées de la médina haute.

Dès que les européens se soient emparés de la médina haute les adaptations commencèrent. Ce qui avait échappé à la destruction, avait été largement mutilé, le résultat en est cette ville hybride qui a vu le jour dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle.

En plus de tous ces changements, la ville connut les percées de type « haussmannien ». Dans le but d'améliorer la circulation à l'intérieur de leur ville, la rue Didouche Mourad (ex rue de France) fut ouverte en 1857–1861. La construction de la gare ferroviaire, avait nécessité l'ouverture de la voie la plus importante de Constantine (10m de large) dans la partie autochtone de la ville, la rue impériale (inaugurée par Napoléon III en 1865) l'actuelle rue Larbi Ben M'hidi (Trik Jdida).

Souika, cette partie de la ville a conservé son aspect, ses caractéristiques et les pratiques socio spatiales longtemps inchangées.

2.1.6. Constantine hors du Rocher:

Il s'agit des opérations d'extension urbaine que la France coloniale a réalisée hors du Rocher :

Les faubourgs : Les faubourgs Saint Jean et Saint Antoine « Belouizdad » étaient construits, sur les pentes plus ou moins constructibles du côté sud-ouest qui entourent la colline du Coudiat Aty. Les immeubles de 4, 5 ou 6 étages de style néo-classique simplifié, étaient édifiés de façon à avoir une certaine continuité spatiale avec la médina. Le faubourg El Kantara ou faubourg de la gare, cet autre quartier péricentral de la ville actuelle, était réalisé quelques années après Saint Jean, au-delà du ravin qu'enjambe le pont d'El Kantara. En 1864, il y avait eu l'installation de quelques colons sur le terrain situé entre les pentes du quartier militaire du Mansourah et de la gare ferroviaire inaugurée en 1870. La réalisation de l'usine à gaz s'était faite une année avant la réception de la gare, en 1869. L'école normale de garçons fut réalisée en 1878. La première maison d'habitation urbaine fut construite en 1888, puis ce fut l'inauguration des maisons ouvrières «stock Thomery», en 1895. Quelques villas étaient réalisées en 1903, suivies de densification par d'autres programmes de logements et d'équipements (Benidir 2007).

Quartiers résidentiels : Sidi Mabrouk et Bellevue, deux quartiers à caractère résidentiel devaient offrir à leurs habitants des logements sociaux individuels et collectifs et les équipements nécessaires pour leur assurer un bon fonctionnement et surtout une certaine autonomie par rapport au centre-ville.

Le Coudiat Aty: Le plan de ce nouveau quartier dans cette colline fut fixé par arrêté du ministère de la guerre et la construction avait commencé, en 1907. Le Coudiat avait fait l'appoint par les équipements administratifs centraux qui manquaient, tels : le trésor, l'hôtel des mines, l'hôtel des travaux publics, l'académie, les services d'hygiène scolaire, la SONEGAZ ex EGA, l'hôtel de police, le musée, la maison de main d'œuvre, la cathédrale, quatre lycées et un important programme de logements collectifs d'un certain standing et de commerces de superficies très variables. Les terres résultant de l'arasement de la colline avaient servi à combler la dénivellation entre le Coudiat et la médina. La continuité spatiale avec la médina étant ainsi réalisée, c'est au tour de la continuité fonctionnelle d'être réalisée. Au centre de ce remblai furent réalisées les avenues Benboulaïd et de part et d'autre le square Bennaceur (ex Valée) et Hadj Ali (ex square de la République). Un peu plus bas c'est la réalisation du quartier « le remblai » partant de Bab El Djabia, avenue Zaabane (ex Viviani) il s'enfonce dans Bardo. En contact avec la médina côté Bab El Oued fut réalisée, en 1918 la plus grande place publique de Constantine : la place du 1^{er} novembre (ex place de la Brèche).

Ponts et passerelle : Quatre ouvrages d'art. Le pont d'El Kantara date au moins de l'époque romaine et qui a été refait à l'époque coloniale après son effondrement sous les pas cadencés d'une colonne d'infanterie. Le pont Sidi Rached construit entre 1908 et 1912 est un véritable chef d'œuvre et un joyau technique du début du 20^{ème} siècle. Il est resté longtemps le plus important viaduc en pierre, dans le monde. Le troisième pont est celui Sidi M'cid, inauguré le 19 avril 1912 au même temps que le pont Sidi Rached. C'est un pont métallique, il relie la médina aux quartiers nord, sa construction est décidée après l'ouverture de l'hôpital de la ville, il évite aux Constantinois de faire un long détour par le Pont d'El Kantara pour se rendre au CHU. La passerelle Mellah Slimane réalise la jonction piétonne entre la médina à hauteur de la médersa au centre et les quartiers populaires qui lui font face, les entrepôts de Bab el Kantara, Djenane Tchina, Chalet des pins ... Pour régler le problème de la dénivellation qui existe entre les deux points de raccordements, le public se sert d'un ascenseur d'une capacité de 12 personnes jumelé d'un escalier de plus de cent douze marches. Cette passerelle piétonne métallique a la même structure technique que le pont Sidi M'cid mais, de taille beaucoup plus modeste. Elle fut ouverte au public en 1925.

En plus de leur importance stratégique dans les liaisons qu'ils réalisent entre la médina, qui se présente comme une presqu'île entourée par ses profondes gorges, et son environnement, ajoutent de la splendeur à un site féerique. À partir de là, l'espace urbain s'était démesurément étendu sur les terrains de plus en plus loin du Rocher. Les ponts et la passerelle avaient réalisé une continuité même artificielle dans un site physiquement fragmenté. Ils supportent les flux aussi bien mécaniques que piétons dont une bonne partie transite par le centre-ville pour prendre ensuite diverses directions à l'intérieur de la ville ou vers l'extérieur.

2.1.7. Le plan de Constantine (1958):

Constantine était la capitale d'une région très étendue, la crise de l'agriculture de 1929 et la famine qui avait suivi avait emmené une population nombreuse. Elle s'est accrue pendant la guerre de libération, pour la seule période (1954-60), le taux d'accroissement était de 5,70 % pour la population européenne et de 73,40 % pour la population algérienne. Évidemment, une bonne proportion de cette population n'avait pas eu droit à des logements réalisés par les programmes municipaux, ce qui avait encouragé la prolifération des constructions précaires (Hafiane 1989).

La guerre de libération battait son plein en 1958, quand le général De Gaulle avait pris la tête du gouvernement français. Il avait pour priorité de trouver une solution aux troubles que vivait l'Algérie. Pour cela, le choix était double: un volet militaire pour décapiter et déstructurer la révolution et un autre social et économique. Il devait permettre à la population musulmane d'améliorer ses conditions de vie à travers les programmes du plan de Constantine. Ce plan quinquennal de développement socio-économique était lancé en décembre 1958.

En plus des projets d'envergure nationale et locale concernant l'agriculture, l'industrie, l'aménagement du territoire, le plan de Constantine, cherchait à atténuer les grands écarts qui existaient entre la population européenne et la population autochtone. De plus, les quartiers traditionnels et les bidonvilles étaient considérés comme la source du soulèvement populaire contre leurs conditions de vie très misérables dont l'analphabétisme, les maladies, les gourbis et la misère étaient le lot quotidien. Pour cela, le volet social du plan s'était intéressé essentiellement à l'offre de :

Logements bienséants

La construction d'école

L'emploi pour le plus grand nombre de chômeurs.

À Constantine et dans toute l'Algérie, l'année 1960 a vu naître les plans d'urbanisme directeurs, celui de Constantine avait proposé l'extension et la densification des quartiers résidentiels (Sidi Mabrouk, Mansourah, Bellevue et l'extension vers le sud). À cette époque et même un peu avant deux types de logements sociaux avaient fait leur apparition dans le paysage urbain : les habitations à loyer modéré (HLM), et les habitats bon marché (HBM) et les logements de recasement :

Les logements collectifs étaient construits pour les deux communautés. La municipalité leur attribuait des logements en copropriété ou en location dans l'une des nombreuses cités HBM et HLM. Ces cités collectives étaient majoritairement attribuées à la classe moyenne algérienne dont on peut citer à Constantine les grands immeubles du CILOC, Bel Air, Picasso, Djenane Ezzitoun et bien d'autres. Certaines de ces cités ou immeubles n'étaient achevés que de longues années après l'indépendance, à savoir la cité Filali (ex Bellevue les jardins), l'immeuble des chemins des dames, les tours du Bosquet...

Les logements de recasement, collectifs et individuels et les cités évolutives étaient attribués à des acquéreurs habitant les bidonvilles et ne pouvant prétendre aux logements HBM ou HLM du fait qu'ils ne pouvaient assurer le paiement des loyers. Les logements individuels dans les cités de recasement étaient d'un type plus proche du rural que de l'urbain car leurs acquéreurs étaient d'origine rurale. Toutes ces cités (Hattabia, El Bir, Oued El Had, Avenue de Roumanie...) étaient édifiées en périphérie de la ville pour la résorption de l'habitat précaire et l'amélioration des conditions de vie des habitants.

2.1.8. Constantine post indépendance:

Les premières années de l'indépendance ont vu l'immobilisme des plans de développement urbain, il a fallu attendre les années 1970 pour que soient relancés les travaux interrompus durant la guerre.

Avec l'application du premier plan de développement (plan triennal 67-69), un nouveau souffle urbain est apparu. Ce plan prévoyait pour Constantine de grands projets: l'implantation de deux zones industrielles localisées sur la rive gauche de l'Oued Rhumel (Z I Palma), et sur la rive droite de l'Oued Boumerzoug (Z I Chaabet Erssas).

Les deux zones industrielles, Palma et Chaabet Erssas s'étalent respectivement sur environ 70 ha, et 35 ha. Conjointement à l'essor industriel, l'habitat s'est localisé sur la périphérie de la ville.

Ensuite, la ville a bénéficié d'importantes réalisations dont l'université et le complexe sportif dans la partie ouest de la ville, cette phase d'urbanisation correspond au premier plan quadriennal (1970- 1973).

De 1974 à 1977, cette période est caractérisée par un urbanisme planifié, dominé par l'implantation des zones d'habitations urbaines nouvelles (ZHUN). C'est ainsi que se sont créés les quartiers périphériques à l'est et au nord de la ville tels que les cités Ziadia, Sakiet Sidi Youcef, Daksi. Et celles du 20 août, du 5 juillet, Boudjenana et Boussouf au sud-ouest.

Dans les années 1980, l'urbanisation de Constantine s'est déroulée pratiquement en dehors du périmètre urbain avec le développement des zones d'habitat nouvelles comme Zouaghi au sud et Bekira au nord.

À partir des années 1990 les plans d'urbanisation s'intéressent beaucoup plus aux villes satellites de la wilaya de Constantine. La ville quant à elle bénéficie quand même de quelques édifices comme la mosquée et l'université des sciences islamiques Emir Abdel Kader. Le problème des embouteillages à cause de la circulation automobile, surtout au niveau des deux extrémités de l'avenue Ali Zaamouche et du côté de Djenane Ezzitoune de la cité Kouhil Lakhdar en allant vers l'université Mentouri de Constantine, a été apaisé par l'implantation de ponts à usage mécanique. Ensuite, dans les années 2000 la ville de Constantine jouit de quelques structures d'accueils tels que les deux complexes hôteliers Ibis et Novotel en plein centre-ville, qui ont pris racine derrière le marché et le palais de la justice à l'endroit de la station des bus, de la très controversée " Dounia Taraef " et de ce qui reste du square Ahmed Bey.

La suppression des habitations précaires qui se trouvaient au niveau du quartier du Bardo et l'aménagement du site en un parc écologique.

D'autres travaux ont été aussi réalisés durant cette période comme par exemple les différentes trémies comme celles de Zouaghi et de Daksi, la réalisation de la ligne du tramway desservant la ville de Constantine sur un tronçon de 8,1 kilomètres comprenant 10 stations entre le stade Benabdelmalek Ramdane et la cité Zouaghi. Le viaduc Salah Bey qui est un viaduc de type autoroutier reliant le sud-ouest de la ville (quartiers "Les Combattants" et "Bellevue") à l'est de la ville (plateau de Mansourah). La restauration et la rénovation de plusieurs immeubles du centre-ville de Constantine comme par exemple la maison de la culture Med Laid El Khalifa.

2.2.Sectorisation de la ville de Constantine:

Après plusieurs tentatives et projets arrêtés, un dernier découpage en dix secteurs urbains était proposé par les services locaux d'urbanisme. Il est actuellement en application depuis déjà quelques années, mais il ne fonctionne qu'avec seulement neuf secteurs, par manque de locaux et aussi parce que le dixième secteur urbain « Kitouni Ablelmalek » est très fortement perturbé par les glissements de terrain dont une grande partie du territoire est déjà évacuée (Ouinet El Foul), une perturbation qui a même touché la rue Belouizdad, centre dense du secteur. L'ex garage Peugeot se situant à cheval sur les limites de Sidi Rached et Kitouni, abrite de ce fait les services administratifs municipaux des deux secteurs: la médina et Kitouni

Abdelmalek. Ce découpage répartit donc la commune de Constantine en 10 secteurs : Sidi Rached, Kitouni, Bellevue, Sidi Mabrouk, Boudraa Salah, 5 Juillet, El Gammas, El Kantara, Les Muriers et Ziadia (Figure 01).

Ce découpage devait permettre la maîtrise de l'équipement des secteurs urbains ainsi constitués, pour atteindre un niveau acceptable. Le but étant de diminuer les déplacements inutiles vers le centre-ville et permettre aux habitants une vie quotidienne centrée sur leur quartier et de régler ainsi le problème des cités dortoir propices à tous les maux sociaux. Malgré la pertinence de l'objectif, les responsables ne sont pas allés jusqu'au bout du programme. Les efforts consentis sont encore modestes, surtout en ce qui concerne les équipements publics et socio culturels, certains quartiers sont encore sous équipés ou complètement dépourvus.

2.3. Les jardins publics de la ville de Constantine:

Les jardins ou squares sont des espaces de sociabilité et de loisirs qui possèdent deux images, la première est relative à l'esthétique, la deuxième à la morale et au social. À Constantine ville nous comptons environs 12 jardins publics ou squares (Tableau 01).

Tableau 01 : Répartition des jardins/squares dans la ville de Constantine

Nom du Square/jardin	Secteur	Localisation	Date de réalisation	Superficie m2
Bennaceur	Sidi Rached	Centre ville	1865	10000
Guessoum		Belouizdad	1910	5250
Indépendance		Centre ville	1979	2500
Kentouche Said	Bellevue	Bellevue	1945	6000
Guerfi Abdelhamid		Kedour Boumedous	1973	10000
Protection civil		Mostafa Benboulaid	1968	5000
Benouidene Mouhamed		Fadila Saadan	1977	10000
Soussa	El Kantara	Gorges du Rhumel	1935	5000
Boursas		Cité Loucif	1984	20000
Boujnana		El Kantara	1962	3000
Beyrouth	Sidi Mabrouk	Sidi Mabrouk superieur	1923	5200
Daksi (1), (2)		Daksi	1996	6000

Source : APC de Constantine (Bureau d'environnement).

Le tableau 02 présente les différentes compositions floristique des différents jardins et squares de la ville de Constantine selon le bureau de l'environnement de l'APC de Constantine.

Tableau 02 : La composition floristique des jardins/squares de la ville de Constantine

Secteur	Nom du Square/jardin	Végétations existantes
Sidi Rached	Bennaceur	Palmiers, Troène, Vigne vierge, Platane, Rosier, Arum, Robinier, Fusain, Santoline, Marguerite, Iris, Cinéraire maritime
	Guessoum	Palmiers, Fusain, Romarin, Santoline, Frêne.
	Indépendance	Frêne, Troène, Faus poivrier, Eucalyptus, Erable, Acacia, Cyprès, Romarin, Laurier rose, Lavande, Lantana, Géranium, Arum, Canna
Bellevue	Kentouche Said	Palmiers, Romarin, Fusain, Rosiers, Frêne, Platane
	Guerfi Abdelhamid	Saule, Troène, Prunier, Orne, Palmiers, Cyprès, Mélia, Lierre, Romarin
	Protection civil	Géranium, Jasmin blanc, Jasmin jaune, Rosiers, Fusain, Sauge, Palmiers
	Benouidene Mouhamed	Palmiers, Frêne, Mélia, Cyprès, Lantana, Chênes
El Kantara	Soussa	Palmiers, Mélia, Gazania, Iris
	Boursas	Santoline, Eucalyptus, Cyprès, Jasmin jaune, Laurier rose, Platane
	Boujnana	Palmiers, Cyprès, Mélia, Fleurs des saisons
Sidi Mabrouk	Beyrouth	Pruniers, Chênes, Palmiers, Rosiers, Gironflier, Romarin, Lierre
	Daksi (1), (2)	Palmiers, Farines, Cyprès, Chênes, Rosiers, Romarin, Jasmin jaune, Géranium, Vigne vierge

Source: APC de Constantine (Bureau d'environnement).

Chapitre 2

Matériel et méthodes

Chapitre 2

Matériel et méthodes

1. Présentation du gradient d'urbanisation:

Nous souhaitons identifier les facteurs liés à l'organisation de peuplement d'oiseaux urbain dans la ville de Constantine. Pour ce faire, nous avons adopté une démarche synchronique. Nous avons comparé les peuplements d'oiseaux urbains des différents points d'écoute inclus dans des stations d'écoute représentatives de différents degrés d'urbanisation. Nous avons étudié les peuplements d'oiseaux répartis depuis le périurbain rural de Constantine jusqu'à son centre-ville.

Cet ensemble constitue un gradient qui traduit une augmentation progressive de l'urbanisation.

Beaucoup de villes algériennes ont une croissance centrifuge, laquelle, du fait de l'évolution des mœurs et des souhaits des citadins en matière de logement, a abouti à une organisation spatiale constante des villes : un centre-ville dense en bâtiments (logements et commerces) et une périphérie plus lâche principalement constituée de quartiers résidentiels. Dans les environs extérieurs des villes se trouvent en général les zones d'activité, des zones industrielles, et/ou un paysage plus rural. C'est le cas de Constantine, trois grands types de paysage ou secteurs, peuvent être ainsi communément rencontrés le long de gradient d'urbanisation.

1.1.Le centre-ville:

Le « centre » correspond au centre historique de la ville et est le paysage le plus minéralisé de par la présence de la voirie et du bâti. Il contient souvent de vieux jardins publics en général bien entretenus et dont l'histoire est liée à celle de la ville. C'est le cas du jardin Bennaceur et Guessoum. À Constantine, les politiques et gestionnaires des espaces verts privilégient un entretien des espaces verts le plus naturel possible. L'utilisation de pesticides est donc limitée dans ce secteur. La particularité de ce secteur est qu'il renferme les gorges du Constantine (les gorges du Rhumel), qui est un milieu tout à fait naturels en plein centre-ville de Constantine.

1.2.Le secteur suburbain:

Le « suburbain » est le second secteur urbain. Il correspond à un secteur intermédiaire entre le centre de la ville et ses environs ruraux. Ce secteur est principalement constitué de quartiers résidentiels, comprenant des immeubles collectifs et des maisons individuelles ainsi que des espaces verts collectifs ou privés. Le recouvrement végétal y est bien plus important qu'en centre-ville.

1.3.Le secteur périurbain:

Le « périurbain » correspond au dernier secteur du gradient. C'est la zone concentrique externe à la ville et éventuellement juxtaposée au suburbain. Le périurbain correspond donc à la partie rurale du gradient, aux environs immédiats de la ville lesquels équivalent à divers types de paysages agricoles ou naturels.

2. Station d'écoute:

2.1.Présentation des stations d'écoute:

Pour conduire cette étude, la ville de Constantine a été divisée en trois secteurs ou paysages fondés sur le degré d'urbanisation ou le gradient d'urbanisation. Le centre concerne le centre-ville et les quartiers avec une forte proportion de bâtis. Il s'agit du secteur urbain de Sidi Rached, les stations d'écoute sont la Médina, Bardo, Belouizdad ex St Jean et le cimetière central. Pour la partie ouest du secteur urbain de Sidi Mabrouk, la station concernée est El Mansourah. Le flanc sud-est du secteur urbain Bellevue avec la station d'écoute de Djenane Ezzitoun ou Kouhil Lakhdar. Le secteur urbain El Kantara est représenté par les gorges de Constantine.

Le suburbain concerne les habitations collectives et individuelles, les grands équipements et les zones industrielles ou d'activités. Il s'agit des secteurs urbains suivants : le secteur urbain de Ziadia avec ses stations d'écoute de Ziadia et de Djebel Ouahch, le secteur urbain d'El Guemmas avec la station d'écoute ONAMA, le secteur urbain les Muriers avec ses stations d'écoute qui sont le complexe sportif Hamlaoui, l'université des frères Mentouri, la faculté des sciences de la terre à Zouaghi Slimane et le quartier de Chaabat Erssas. Le secteur urbain de Bellevue avec la station d'écoute Bellevue, le secteur urbain 5 juillet avec ses stations d'écoute de Boussof nord-est et de Boussof sud-ouest et la zone industrielle Palma. Le secteur urbain Sidi mabrouk avec la station d'écoute de Sidi mabrouk supérieur.

Le périurbain concerne les paysages qui n'ont pas subis totalement ou partiellement des pressions anthropiques liées à l'urbanisation. Ces taches d'habitat représentent le milieu rural le plus proche de la ville, ce sont des zones agricoles (cérésières ou vergers) ou des grands terrains vagues comme celui qui se trouve du côté du cimetière juif. Contrairement à la règle du gradient d'urbanisation, dans la ville de Constantine certains secteurs périurbains sont juxtaposés au secteur centre. C'est le cas de la station d'écoute du moulin Lavie du secteur Kitouni qui est mitoyenne de la station la Médina, dont seule l'altitude les sépare.

2.2. Critère de choix des stations d'écoute:

Vingt-trois (23) stations d'écoute ont été sélectionnées et dans chaque station trois points d'écoute ont été créés, ce qui fait un total de soixante-neuf (69) points d'écoute constituant notre réseau de sites d'étude de notre travail de thèse. Ces stations ont été choisies de manière à représenter tous les paysages ou secteurs représentatifs du gradient d'urbanisation. Comme nous l'avons vu précédemment, l'intérêt de ces secteurs est qu'ils représentent chacun des degrés différents d'urbanisation. De ce fait, nous avons donné un nom à chaque station selon son appartenance à tels ou tels secteurs (centre, suburbain ou périurbain) et selon son caractère paysager (tableau 03).

Tableau 03 : Les stations d'écoute

Secteur	Code de la station	Paysage de la station / Localité de la station
Périurbain	EV	ESPACES VERTS 1.Cimetiere Juif; 2. Moulin Lavie,
	ZA	ZONE AGRICOLE 1.Route de Massinissa, 2.Boumerzoug
Suburbain	IA	INDUSTRIES, ACTIVITES ET DEPOTS 1.o.n.a.m.a; 2.Chaabat erssas; 3.ZI Palma
	GE	GRANDS EQUIPEMENTS 1.Complexe sportif Hamlaoui; 2.Université des frères Mentouri; 3.Zouaghi(fac sc terre)
	HC	HABITAT COLLECTIFS PEU DENSE 1.Ziadia; 2.Boussouf (Batiment); 3.Djbel ouahch;
	HI	HABITAT INDIVIDUEL PEU DENSE 1.Sidi Mabrouk Sup; 2.Boussouf (Villas); 3.Bellvue
Centre	BD	BATI DENSE 1.La médina ; 2.Mansourah
	BP	BATI PEU DENSE 1.Belouizdad ex St Jean; 2.Bardo ; 3.Djnan ezitoun
	GC	GORGE DE CONSTANTINE Gorge de Constantine
	EV	ESPACES VERTS 3.Cimetiere central;

Ces 23 stations représentent neuf paysages qui caractérisent les trois secteurs.

2.2.1. Stations d'écoute du périurbain:

2.2.1.1. Zone agricole (ZA):

Comprend deux stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (ZA1): cette station se trouve sur la route de Massinissa qui relie le sud de la ville de Constantine notamment les quartiers du plateau de Ain El Bey à l'ouest de la ville en passant par la zone industrielle Palma. Actuellement cette région est typiquement agricole avec des champs de céréales de part et d'autre de la route.
- La station (ZA2): cette station se trouve dans la partie sud du quartier Boumerzoug. Elle s'étend de l'oued Boumerzoug jusqu'à une zone agricole qui se situe à l'ouest du quartier ONAMA. On trouve des champs de céréales, des oliviers et quelques grands arbres (conifères).

2.2.1.2. Espaces verts (EV):

Comprend deux stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (EV1): est située aux alentours du cimetière juif de Constantine, qui se trouve sur le chemin reliant la cité Emir Abdelkader et le côté nord du Centre Hospitalo-Universitaire de Constantine. Au nord du cimetière existe un terrain vague appartenant aux militaires donnant sur une vue panoramique dont nous pouvons observer le quartier Bekira. Le recouvrement végétal est bien présent, le cimetière abrite de grands arbres (conifères).
- La station (EV2): est localisée dans le quartier du moulin Lavie qui se trouve en aval des gorges du Rhumel juste après les chutes. Constitué de quelques petites maisons de part et d'autre de l'oued Rhumel et d'une multitude de jardins avec plusieurs arbres fruitiers. Aux abords de l'oued Rhumel la ripisylve est belle et bien présente offrant ainsi un paysage très naturel.

2.2.2. Stations d'écoute du suburbain:

2.2.2.1. Habitat individuel peu dense (HI):

Comprend trois stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (HI1) : cette station se localise au niveau de Sidi Mabrouk supérieur, plus exactement aux quartiers Ahmed Bey et Benkhebab. Un lotissement de constructions individuelles qui fait partie du plan de Constantine 1958. Les premières maisons sont construites juste après l'indépendance. Ce sont deux quartiers bien aménagés et bien structurés, toutes les maisons ont un jardin contenant des arbres fruitiers et des rosiers. Le bloc minéral n'est pas dense mais d'une proportion plus au moins élevée et une végétation globalement moyenne.
- La station (HI2) : cette station se trouve à l'extrémité ouest de la ville dans le quartier Boussouf. Un lotissement qui date des années 1990, caractérisé par un bloc minéral similaire à la station (HI1) mais avec une végétation plutôt herbacée.
- La station (HI3) : cette station est située dans une partie du quartier de Bellevue et une partie du quartier les Combattants. Cette station est très semblable à la station (HI1) du point de vue urbain, leurs paramètres structurels (minéraux et végétaux) sont presque identiques.

2.2.2.2. Habitat collectifs peu dense (HC):

Comprend trois stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (HC1): localisée à Ziadia. Quartier des années 1970 faisant partie des zones d'habitations urbaines nouvelles (ZHUN), il est caractérisé par un bloc minéral d'une proportion moyenne. Le quartier est pourvu de plusieurs espaces verts laissés à l'état de jachère. La strate arborée est présente par quelques pieds d'eucalyptus, le mélia, le peuplier et des conifères.
- La station (HC2) : se trouve dans la partie nord-ouest du quartier de Boussouf, elle est similaire à la station (HC1) du point de vue urbain. Leurs paramètres structurels (minéraux et végétaux) sont presque identiques, sauf qu'elle est un peu plus récente.

- La station (HC3) : est localisée à Djebel Ouahch dans les cités constituées d'habitats collectifs. Du point de vu structure urbaine, elle est similaire aux deux autres stations précédentes (HC1) et (HC2).

2.2.2.3. Grands équipements (GE):

Comprend trois stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (GE1) : est située au sein du complexe sportif Hamlaoui. Le bloc minéral dans cette station est bien présent avec des infrastructures qui occupent de grandes surfaces (salle de sport, salle de natation, stade...). La structure végétale est représentée par quelques arbustes comme le laurier rose, et quelques arbres (conifères).
- La station (GE2): située dans l'université des frères Mentouri, cette station est caractérisée par l'architecture de son bloc minéral. Les bâtis occupent de grandes surfaces (bloc des lettres, bloc des sciences, bibliothèque...etc.). Les espaces verts sont présents et bien entretenus, nous retrouvons une variété floristique importante avec de grands arbres (conifères, eucalyptus, melia, frêne...).
- La station (GE3): est localisée au niveau de la faculté des sciences de la terre à Zouaghi Slimane sur le plateau de Ain el bey. Les espaces verts sont bien entretenus avec également de grands arbres (conifères, d'eucalyptus, frêne...).

2.2.2.4. Industries, activités et dépôts (IA):

Comprend trois stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (IA1): est située dans le quartier ONAMA qui est de part et d'autre de la route de Batna juste après le quartier 4^{ème} Kilomètre. C'est un lotissement qui date des années 1990 et qui abrite une activité commerciale très active. Le bloc minéral dans ce quartier est très dominant car les propriétaires des lots ont bâtis toutes les a surfaces sans laisser d'espaces pour la végétation. Cette station suburbaine est entourée de zones agricoles et elle est en juxtaposition avec le secteur périurbain.
- La station (IA2): est localisée dans le quartier Chaabet Erssas, qui se trouve derrière le complexe sportif Hamlaoui. Cette cité d'une forte densité populaire a été

construite dans la précipitation, et en toute vraisemblance sans plan et sans aucun souci esthétique nécessaire pour toute cité. Tout au long de sa rue principale nous comptabilisons plus de 30 stations de services et de lavages pour les véhicules qui ne respectent pas les pratiques de l'hygiène, de la sécurité et de la protection de l'environnement. Tous leurs rejets sont déversés dans l'oued Boumerzoug. Le quartier de Chaabet Erssas est entouré soit par des terrains agricoles soit par des paysages plus au moins naturels.

- La station (IA3) : se situe dans la zone industrielle Palma qui se trouve à l'ouest de Constantine sur les berges de l'oued Rhumel. Le bloc minéral est très présent par les grandes infrastructures industrielles et l'ensemble de la voirie. Le couvert végétal est présent seulement grâce aux espaces verts privatifs qui sont dotés de quelques plantes ornementales et quelques arbres (eucalyptus, des conifères, des lauriers, des mimosas ...).

2.2.3. Stations d'écoute du centre:

2.2.3.1. Bâti dense (BD):

Comprend deux stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (BD1): est située à la Médina. Cette région été occupé par les humains depuis l'époque numidienne. Le bloc minéral (bâtiments et voiries) est le composant essentiel de la structure de cette station, le couvert végétal est quasiment absent.
- La station (BD2): située dans le quartier résidentiel d'El Mansourah, créée au début des années 1900 par les français, se caractérise par une structure dense en bloc minéral avec une couverture végétale faible représentée par quelques plantes ornementales et quelques arbres fruitiers des rares jardins privatifs des maisons individuelles. Nous pouvons citer aussi la présence de quelques pieds d'eucalyptus et de conifères.

2.2.3.2. Bâti peu dense (BP):

Comprend trois stations et chaque station est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (BP1) : localisée dans le quartier Belouizdad (ex St Jean), construit par les français à la fin du 19^{ème} siècle est caractérisé par un bloc minéral moins dense que les stations (BD). Le couvert végétal est faible mais appréciable, notamment dans le boulevard Belouizdad où des arbres de Mélia sont plantés de part et d'autre du boulevard depuis plus de cent ans. La présence d'un jardin public (Guessoum) et de quelques jardins privatifs participent eux aussi à la végétalisation de cette station.
- La station (BP2) : se trouve au niveau du quartier du Bardo. Dans un passé récent le quartier était très peuplé. Le bâti était un mélange de constructions précaires qui se trouvaient au sud des berges de l'oued Rhumel et au nord vers le centre-ville de Constantine. Actuellement grâce au programme de relogement que l'état algérien a mis en place pour éliminer ces habitats précaires, toute la partie sud du quartier du Bardo a été transformé en un parc écologique. Notre station se localise donc dans la partie nord du quartier qui se caractérise par un bloc minéral plus au moins dense avec une couverture végétale plutôt faible.
- La station (BP3): située dans le quartier Djenane Ezzitoun qui est un quartier populaire, où nous retrouvons des maisons précaires du côté de l'oued Rhumel et des immeubles HLM du côté du quartier militaire en bas du quartier de Bellevue. Le bloc minéral est potentiellement dense, le couvert végétal est pratiquement très faible, représenté par quelques eucalyptus au niveau des HLM.

2.2.3.3. Espaces verts (EV):

Comprend une station qui est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

- La station (EV3): se trouve dans le cimetière central de la ville de Constantine qui se situe en centre-ville. Ce cimetière d'environ 13 hectares est caractérisé par la présence importante de la strate arbustive. Nous retrouvons aussi quelques grands arbres.

2.2.3.4. Les gorges de Constantine (GC):

Comprend une station qui est constituée de trois points d'écoute choisis arbitrairement et qui sont distants de 200 à 300 m:

La station (GC) : comme son nom l'indique est située le long des gorges de Constantine (Les gorges du Rhumel). La végétation dans cette station est pratiquement buissonnante ou parfois herbacée. La hauteur des falaises rocheuses de ces gorges varie de 60 mètres en amont à environ 200 mètres en aval.

3. Méthodologie de travail:

Les oiseaux sont considérés comme de bons indicateurs de la qualité et de l'évolution des milieux naturels. Mené à des pas de temps réguliers sur un même site, le suivi des populations d'oiseaux peut constituer un élément pertinent pour évaluer les mesures de gestion proposées. Parmi les méthodes de dénombrement existantes, on distingue globalement, des méthodes de recensement absolues, permettant d'obtenir une estimation non biaisée du nombre de couples nicheurs en un lieu, à un moment donné et pour une espèce donnée, et des méthodes dites relatives, utilisées comme des indices d'abondance relative des populations d'oiseaux (Blondel.1969).

Les méthodes de dénombrement ne constituent pas une fin en soi et, comme dans toute démarche scientifique, le choix d'une méthode nécessite de préciser les objectifs poursuivis, de définir une stratégie d'échantillonnage ainsi que les modes d'exploitation des résultats envisagés (Ferry et Frochot 1958).

Les oiseaux représentent par ailleurs un groupe dont l'étude et le suivi sont plus difficiles qu'il n'y paraît au premier abord. En effet, leurs déplacements sont conséquents, tant dans l'espace que dans le temps, et leur détectabilité peut varier considérablement. Cette détectabilité constitue ainsi l'une des difficultés majeures des méthodes de dénombrement. Ses fluctuations sont liées à de nombreux facteurs, notamment l'espèce considérée, le milieu étudié, les conditions atmosphériques, l'heure, la saison, les conditions d'observation (ex : le bruit ambiant) et les compétences de l'observateur lui-même.

L'importance des biais apportés par ces variations de détectabilité ne doit pas être sous-estimée et peut rendre difficile certaines comparaisons de relevés (Blondel1969).

3.1.Choix de la méthode de dénombrement:

Les différentes méthodes d'inventaire de l'avifaune ne produisent pas toutes les mêmes types de résultats et ne sont pas interchangeables. Certaines d'entre elles peuvent produire des données essentiellement qualitatives à différentes échelles alors que d'autres fournissent des dénombrements pratiquement exhaustifs, mais ne peuvent être mises en œuvre que sur de petites et moyennes superficies et avec un investissement lourd en temps.

La méthode de travail doit donc être sélectionnée en priorité sur la base du type de résultats que l'on recherche puis sur sa faisabilité au regard des moyens disponibles. La méthode recherchée pour réaliser ce travail doit donc :

- Prendre en compte le plus grand nombre possible des espèces présentes et des espèces qui se reproduisant dans notre site,
- Fournir une estimation fiable de l'évolution des effectifs de ces espèces à moyen et long terme sur ce même territoire,
- Fournir une estimation acceptable des niveaux de population de ces espèces sur le territoire considéré,
- Mettre en place une couverture représentative et homogène du territoire,
- Prendre en compte un nombre limité d'observateurs,
- Être facilement reproductible d'une année à l'autre.

Parmi les différentes méthodes de dénombrement utilisables, celles des IPA (Indices Ponctuels d'Abondance) et des EPS (Échantillonnage Ponctuel Simple) sont les plus à même de satisfaire les attentes de ce travail. Toutefois l'observateur cherche :

À identifier les variations d'effectifs du plus grand nombre d'espèces possible parmi celles qui reproduisent dans notre site.

À obtenir durant tout un cycle annuel une estimation des effectifs des populations d'un maximum d'espèces.

3.1.1. La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA):

La méthode des Indices Ponctuels d'Abondance IPA a été élaborée et décrite par Blondel, Ferry et Frochot en 1958. Cette méthode consiste, aux cours de deux sessions distinctes de

comptage, à noter l'ensemble des oiseaux observés et/ou entendus durant 20 minutes à partir d'un point fixe du territoire. Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés sans limitation de distance.

Ils sont reportés sur une fiche prévue à cet effet à l'aide d'une codification permettant de différencier tous les individus et le type de contact (chant, cris, mâle, femelle, couple...). Sur la fiche de relevé, le point ou la station peut être matérialisé par un cercle dont le centre est virtuellement occupé par l'observateur. Ce système de notation à l'intérieur d'un cercle facilite le repérage spatial des individus contactés. À la fin de chaque session de dénombrement, le nombre d'espèces et d'individus de chacune d'elles est totalisé en nombre de couples.

- Oiseaux simplement vus ou entendus criant ½ couple
- Mâles chantants..... 1 couple
- Oiseaux bâtissants..... 1 couple
- Groupes familiaux..... 1 couple
- Nids occupés..... 1 couple

Le dépouillement des 2 sessions de dénombrement permet d'obtenir :

Le nombre d'espèces noté sur le point, ainsi que l'identité des différentes espèces.

L'IPA de chacune des espèces présentes. Cet indice s'obtient en ne conservant que la plus forte des 2 valeurs obtenues pour chaque espèce pour l'une ou l'autre des 2 sessions de dénombrement. Ainsi, si lors du premier comptage, 5 couples d'une espèce ont été notés, et 2,5 couples lors du second, l'IPA de cette espèce pour la station et l'année considérée sera égal à 5.

Les 2 sessions de dénombrement doivent être réalisées strictement au même emplacement, qui aura été préalablement repéré cartographiquement à l'aide du GPS.

La première, réalisée en début de printemps permet de prendre en compte les espèces sédentaires et les migratrices précoces. La seconde réalisée plus tard en saison permet de dénombrer les migrateurs plus tardifs. Les comptages doivent être effectués par temps calme (les intempéries, le vent et le froid vif doivent être évités), durant la période comprise entre 30 minutes et 4 à 5 heures après le lever du jour.

Ainsi, nos dénombrements ont été effectués selon la méthode prescrite ci-dessus. Au départ nous avons procédé au repérage des lieux sur le site par des visites de prospection, de connaissance du terrain et de familiarisation avec les oiseaux, puis nous avons fixé les points d'écoute idéaux qui sont au nombre de 69 répartis sur 23 stations d'écoute (figure 04), afin d'avoir une bonne visibilité et moins de bruit. Autrement dit, tourner le dos au soleil, et être le plus loin possible des bruits de la circulation automobile.

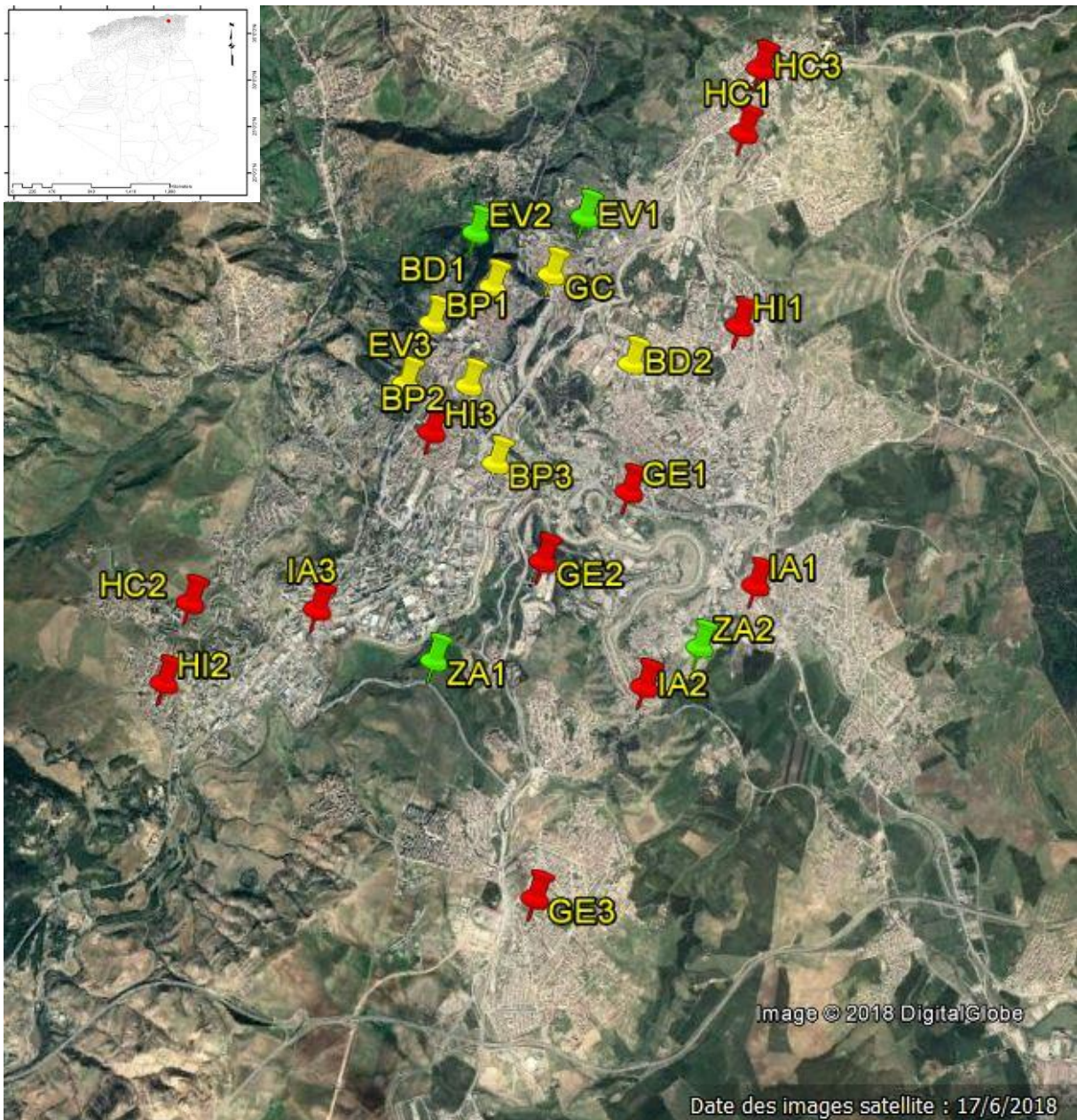


Figure 04 : Photo satellite de la ville de Constantine avec la localisation de chaque station d'écoute

Chaque station appartient à l'un des différents secteurs constituant le gradient : le centre (en jaune) le suburbain (en rouge) le périurbain (en vert).

Il est cependant important de signaler que nous nous sommes fixés pour objectif d'effectuer une sortie par semaine durant toute l'année 2015 afin d'une part, de pouvoir suivre au mieux les mouvements et la répartition des oiseaux urbains. D'autre part, de mettre en place les points d'écoute de manière à représenter tous les paysages ou secteurs représentatifs du gradient d'urbanisation dans la ville de Constantine.

À partir de l'année 2016 et jusqu'à la fin 2017, nos prélèvements ont été effectués, que ce soit, pour les oiseaux nicheurs ou pour le suivi annuel de ces oiseaux et pour le suivi des oiseaux nocturnes.

3.1.2. La méthode de suivi annuel des oiseaux dans la ville de Constantine:

Pour le suivi des oiseaux durant tout un cycle annuel, nous avons procédé de la même manière que la méthode des IPA. De ce fait nous avons gardé les mêmes points d'écoute, nous avons respecté la période, la durée et les conditions du comptage, sauf que celui-ci se fait de manière absolue, c'est-à-dire que nous ne prenons pas compte la codification utilisée lors de la méthode des IPA. Nous avons effectué deux prélèvements par mois.

3.1.3. La méthode de suivi des oiseaux nocturnes dans la ville de Constantine:

La méthode que nous avons suivie combine entre deux techniques : l'écoute passive complétée par la technique de la repasse. L'utilisation de la repasse se révèle comme très efficace pour la plupart des oiseaux, elle permet de stimuler les réponses vocales d'un certain nombre d'espèces réactives à cette technique.

Pour le suivi des oiseaux nocturnes dans la ville de Constantine, nous avons gardé les mêmes stations d'écoute. En fait, pour ce recensement nos stations d'écoute ont été considérées comme des points d'écoute, c'est-à-dire que nos prélèvements ont été réalisés sur 23 stations. Ceci pour assurer la sécurité des observateurs qui ont effectué ces prélèvements en binôme.

Nous avons procédé de la même manière que la méthode des IPA. Nous avons donc, effectué les deux passages pendant la période de reproduction et ainsi respecté la durée de 20 minutes pour chaque point d'écoute. Vu que nous travaillons dans un milieu urbain, et pour

éviter le facteur dérangeant (bruits), nos prélèvements ont été réalisés à partir de la deuxième heure après le coucher du soleil.

Des bandes sonores d'environ deux minutes ont été téléchargées à partir de sites internet. Ces bandes sonores contiennent des chants et des cris de différentes espèces d'oiseaux. Il s'agit des quatre rapaces nocturnes suivants: l'Effraie des clochers *Tyto alba*, la Chouette hulotte *Strix aluco*, Petit duc Scops *Otus scops*, Chevêche d'Athéna *Athene noctua*. Nous avons ciblé uniquement ces 4 espèces car elles ont été rencontrées lors des prospections réalisées durant toute l'année 2015.

Une fois sur le point d'écoute, les séquences de repasse sont lancées à partir d'un smart phone relié par wifi à un haut-parleur sans fil.

Tous les contacts auditifs ou visuels avec les oiseaux sont notés avec le même protocole utilisé pour la méthode des IPA.

4. Relevé des variables de milieu:

Considérant que la variabilité spécifique avienne entre les stations doit être expliquée par les caractéristiques de l'habitat, un relevé des principales variables potentiellement importantes de la station (bloc minéral et autres éléments) ont été associées à chaque relevé d'avifaune. Les mesures des variables de l'habitat sont prises à l'intérieur de chaque station d'écoute mais dans un rayon limité au point d'écoute seulement. Ces variables concernent:

4.1. Les variables structurelles:

- Le bloc minéral (**Bm**) (immeubles, voirie, poteaux électriques, falaises rocheuses....etc.) : proportion de 0 à 100%.
- Les arbres (**Ar**) : proportion de 0 à 100%.
- La végétation buissonnante et arbustes (**Vb**) : proportion de 0 à 100%
- La végétation herbacée (**Vh**) : proportion de 0 à 100%.
- Oued et cours d'eaux (**Ou**) : proportion de 0 à 100%.

4.2. Les variables topographiques:

L'altitude, les coordonnées géographiques et l'orientation des points d'écoute ont été mesurées par le GPS.

5. Analyses statistiques:

5.1. Les indices écologiques:

Afin de déterminer les équilibres des populations aviennes, nous avons calculé les indices écologiques suivant:

5.1.1. Indice écologique de composition:

L'exploitation des résultats concernant les oiseaux se fait par les paramètres correspondants à savoir:

5.1.1.1. La richesse de l'avifaune:

La richesse spécifique représente le nombre d'espèces d'oiseaux observés pendant une date bien précise (Blondel 1969, Legendre et Legendre 1979, Lindstom et Piersma 1993). La richesse spécifique indique les variations temporelles et spatiales de l'occupation d'un milieu par les différentes espèces.

Elle permet aussi de déterminer et de caractériser les périodes les plus riches et les plus pauvres en oiseaux.

Richesse totale (S): C'est le nombre total d'espèces du peuplement d'oiseaux obtenu à partir de l'ensemble des relevés. Il est d'autant plus précis que l'effort d'échantillonnage est plus élevé (Blondel 1975).

Richesse moyenne (s): c'est le nombre moyen d'espèce dans un échantillon du biotope (Ramade 1984).

$$s = S/N$$

S: Richesse totale

N : nombre de relevés

5.1.1.2. La fréquence d'occurrence (Fi):

La Fi d'une espèce est le nombre brut de relevés dans lesquels cette espèce est observée. Elle est définie comme étant le nombre de sondages où l'espèce est présente au moins une seule fois dans l'échantillon. Une espèce est qualifiée de la manière suivante :

- 100%.....Espèces omniprésente
- $75\% \leq Fi < 100\%$Espèce constante dans le cas
- $50\% \leq Fi < 75\%$Espèce régulière
- $25\% \leq Fi < 50\%$Espèce accessoire
- $Fi < 25\%$Espèce accidentelle

5.1.1.3. L'abondance totale (N):

La N se résume au comptage de l'effectif total de tous les oiseaux ayant fréquentés la ville de Constantine pendant une date précise. Elle permet de donner une idée sur la capacité d'accueil de ce site. Son suivi est un moyen d'évaluer cette capacité durant toutes les périodes du cycle annuel (hivernage, période de migration, post et pré-nuptiales de l'avifaune et période de reproduction).

5.1.1.4. La fréquence centésimale ou abondance relative (Fc):

La Fc est le pourcentage des individus d'une espèce n_i par rapport au total de tous les individus N (Daget 1979).

$$Fc = n_i / N \times 100$$

N_i : Effectif de l'espèce n.

N : Effectif total du peuplement.

5.1.2. Indices écologiques de structure:

Ces indices permettent de construire une image du peuplement avien par la prise en compte de certains paramètres :

5.1.2.1. L'indice de diversité de Shannon et Weaver (H')

Cet indice mesure le degré et le niveau de complexité d'un peuplement (Legendre et Legendre 1979). Généralement, quand il est faible, il correspond à un peuplement dominé par une espèce, ou un peuplement composé d'un petit nombre d'espèces avec une grande représentativité. Par contre, quand il est élevé, il correspond à un peuplement composé par un grand nombre d'espèces (riche en espèces) avec une faible représentativité individuelle. Cet indice est souvent utilisé pour déterminer les périodes de climax d'un écosystème (Baaziz N. 2012). Il peut être calculé par la formule qui suit :

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

$$p_i = n_i / N$$

n_i : Effectif de l'espèce n .

N : Effectif total du peuplement.

5.1.2.2. L'indice d'équitabilité (E):

Cet indice permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité ne peut pas déceler. Ainsi, plus il se rapproche de un (100%) plus il est synonyme d'un peuplement équilibré (Legendre et Legendre 1979). Il peut être calculé par la formule suivante :

$$E = H' / (H_{\max})$$

$$H_{\max} = \log_2 (S)$$

H' : Indice de diversité.

S : Richesse spécifique.

5.2. Analyses canoniques:

Les analyses canoniques rassemblent de nombreuses méthodes statistiques combinant les concepts d'ordination et de régression et partageant un but commun, à savoir identifier les relations entre un ensemble de variables réponses (matrice Y décrivant généralement la composition en espèces d'oiseaux) et un ensemble de variables explicatives (matrice X contenant les variables environnementales). Dans notre travail les variables environnementales sont : la proportion du bloc minéral, la proportion des arbres, la proportion

de la végétation buissonnante et arbustive, la proportion de la végétation herbacée et la proportion des oueds.

Ces analyses canoniques nous permettent de tester nos hypothèses écologiques relatives aux descripteurs écologiques de la composition en espèces des communautés avifaunistiques.

Parmi l'ensemble de ces méthodes existantes, nous insisterons ici principalement sur l'analyse canonique des correspondances (ACC).

5.2.1. Analyse canonique des correspondances (ACC):

Pour expliquer directement la distribution spatiale des oiseaux par les descripteurs du milieu, soit au contraire à prédire un ensemble de variables de milieu à l'aide d'une structure avifaunistique, il est indispensable de comparer deux tableaux de données:

- Soit T1 un tableau de contingence correspondant au comptage en n sites des effectifs de p objets.
- Soit T2 un tableau correspondant aux mesures en les mêmes n sites de q variables quantitatives et/ou qualitatives.

L'analyse canonique des correspondances permet d'analyser la relation entre T1 et T2, et d'obtenir une représentation simultanée des sites, des objets, et des variables en deux ou trois dimensions, optimales pour un critère de variance (Ter Braak. 1995).

Chapitre 3

Résultats et discussion

Chapitre 3

Résultats et discussion

1. Structure de l'avifaune et occupation temporelle de la ville de Constantine:

Dans cette première partie de ce troisième chapitre nous tenterons de faire une description réelle de notre peuplement avien recensé durant toute la période de recherche en l'occurrence l'étude du comportement des oiseaux et la phénologie de ces derniers dans la ville de Constantine (Tableau 04). Le recensement des différentes espèces d'oiseaux qui ont été présentes dans notre ville va nous aider à répondre à l'un des objectifs de cette pratique notamment, l'évolution et la structure des effectifs des hivernants, sédentaire et nicheurs.

1.1. Accipitriformes:

Tous les individus de cet ordre aperçus à Constantine appartiennent à la famille des accipitridés tel que l'Aigle botté *Hieraaetus pennatus*, la Buse variable *Buteo buteo*, l'Épervier d'Europe *Accipiter nisus*, et le Milan noir *Milvus migrans*. Fréquemment appelé les rapaces diurnes, ces espèces figurent souvent parmi les oiseaux les plus appréciés des ornithologues. Leur comportement farouche, la symbolique qui leur est associée depuis toujours « Constantine ville des rapaces », leur rareté ne manquent pas de les rendre particulièrement attirants. À Constantine un couple de Milan noir est présent durant toute la période qui s'étale du mois de mars au mois de septembre notamment dans la station d'écoute (EV2), avec un comportement indiquant sa reproduction dans ce site (parade nuptiale, nid, transport de nourriture...) nous l'avons enregistré comme migrateur nicheur (Figure 05). Pour l'Épervier d'Europe l'espèce est considérée comme nicheuse et est présente toute l'année dans le nord algérien (Isenmann et Moali 2000). À Constantine nous l'avons observé à la station d'écoute (EV2) durant toutes les saisons, mais sans pour autant remarquer des indices de reproduction (Figure 06). Les deux autres espèces de cet ordre ont été observées uniquement en vol. En ce qui concerne l'Aigle botté *Hieraaetus pennatus*, nous l'avons observé plusieurs fois entre le mois de mars et le mois de septembre durant les trois années de recherche au-dessus des stations (IA2), (BP1), (GC). Par contre la Buse variable *Buteo buteo*, nous ne l'avons observé qu'une seule fois au mois de mars, il s'agit de deux individus en vol au-dessus de la station (EV2) (Figure 07) (Figure 08).

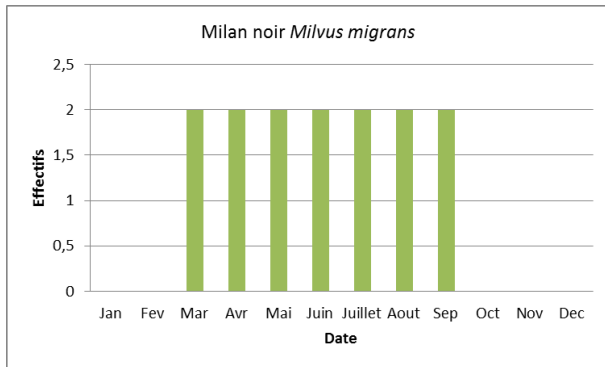


Figure 05 : Effectifs du Milan noir *Milvus migrans* dans la ville de Constantine

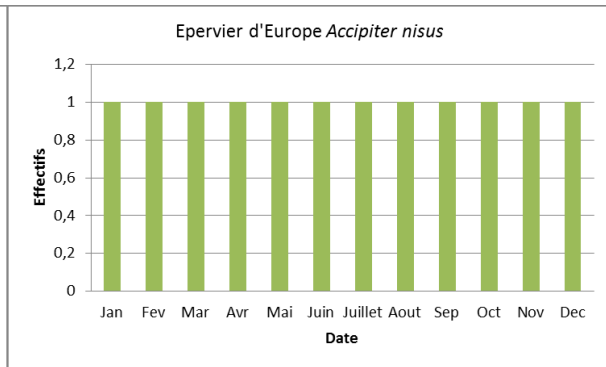


Figure 06 : Effectifs de l'Epervier d'Europe *Accipiter nisus* dans la ville de Constantine

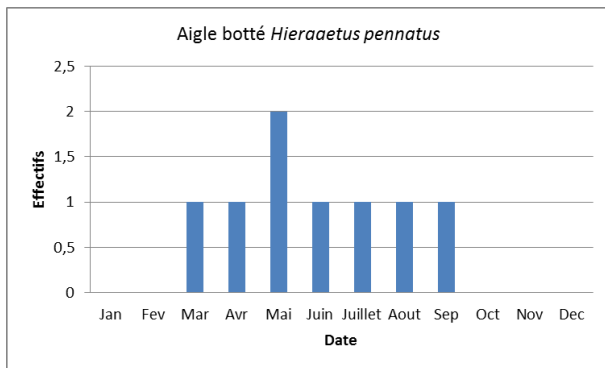


Figure 07 : Effectifs de l'Aigle botté *Hieraaetus pennatus* dans la ville de Constantine

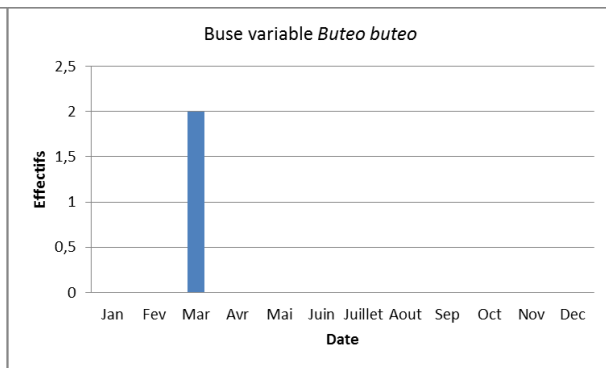


Figure 08 : Effectifs de la Buse variable *Buteo buteo* dans la ville de Constantine

1.2. Ansériformes:

Représenté par le Canard colvert *Anas platyrhynchos* de la famille des Anatidés. Deux familles (femelle et canetons) de cette espèce d'oiseau d'eau ont été observées dans la station (ZA2) en juillet 2015. En 2016 et 2017 nous n'avons enregistré aucun individu dans cette station, probablement à cause des travaux d'aménagement du réseau hydrographique de la ville de Constantine en cours de réalisation dans cette période. D'autres individus du Canard colvert *Anas platyrhynchos*, ont été observés dans la station (EV2) à partir du mois de février jusqu'au mois de Mai durant toute notre période de recherche. Nous n'avons observé aucun comportement indiquant sa reproduction dans cette station ce qui nous amène à constater que cette dernière est considérée comme un site d'alimentation pour cette espèce (Figure 09).

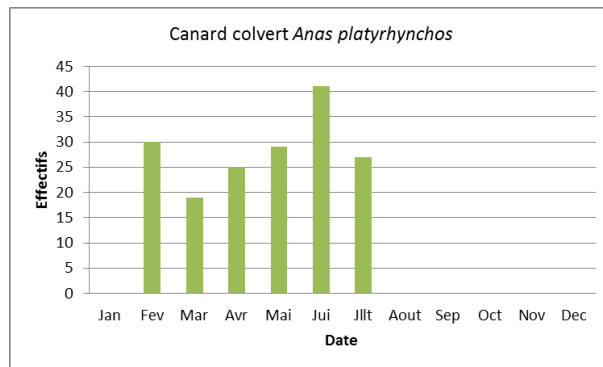


Figure 09 : Effectifs du Canard colvert *Anas platyrhynchos* dans la ville de Constantine

1.3. Apodiformes:

Symbole des soirées estivales, le Martinet noir *Apus apus* nous le retrouvons pratiquement dans toute la ville de Constantine, ils nichent dans les anfractuosités des immeubles et des rochers (GC) à une hauteur qui dépasse les 10 mètres (Figure 10). Le Martinet à ventre blanc *Tachymarptis melba* qui est une espèce typique de zones escarpées de montagne et des falaises (Lars Jonsson. 1994) et est beaucoup plus rare que le Martinet noir *Apus apus* en zone urbaine, mais nous l'avons rencontré dans plusieurs stations d'écoute à savoir (ZA1) (GE3) (BD1) (BP1) (EV2) (EV3) sans pour autant être sûr qu'ils nichent dans ces dernières. Le plus certain est qu'ils nichent dans la partie nord des gorges de Constantine (GC) et les tuiles du centre hospitalo-universitaire de Constantine (Figure 11). Même si nous avons la certitude d'avoir aperçu quelques individus de Martinet pâle tout au long de notre période de recherche, et comme nous n'avons pas de preuves concrètes (Photo par exemple), le Martinet noir *Apus apus* et le Martinet à ventre blanc *Tachymarptis melba* sont les seules espèces de la famille des Apodidés, qui forment notre ordre Apodiformes.

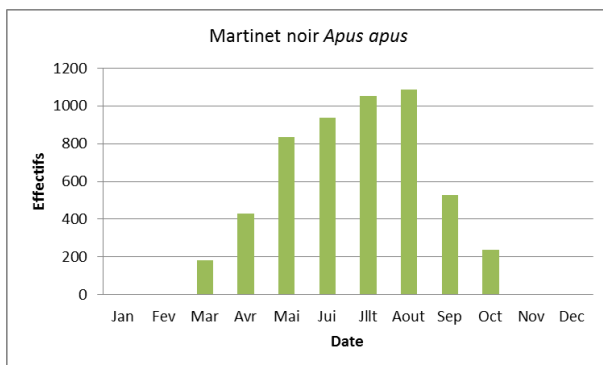


Figure 10 : Effectifs du Martinet noir *Apus apus* dans la ville de Constantine

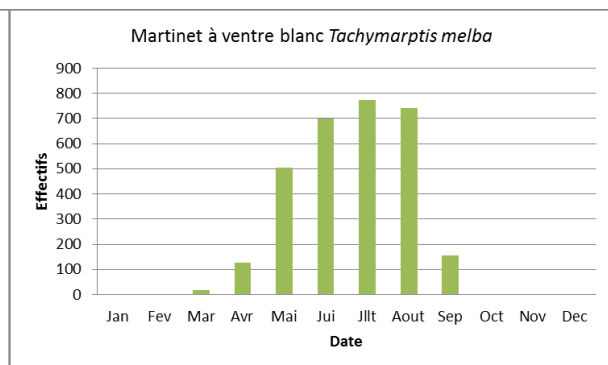


Figure 11 : Effectifs du Martinet à ventre blanc *tachymarptus melba* dans la ville de Constantine

1.4. Caprimulgiformes:

L'Engoulevent d'Europe *Caprimulgus europaeus* de la famille des Caprimulgidés est le seul représentant de cet ordre à Constantine. Actif seulement au crépuscule et la nuit, il passe la journée sur une branche à faible hauteur ou à terre, immobile, remarquablement dissimulé par son plumage qui s'harmonise avec les feuilles mortes, bouts de bois et d'écorce (Cuisin, M. 2000) ce qui le rend très difficile à voir. Malgré ça nous l'avons observé en 2015 plusieurs fois dans plusieurs endroits de la région de Constantine ainsi que dans notre site d'étude où nous l'avons observé une fois au mois de mai à la station d'observation (IA2) (Figure 12). Cependant partout où nous l'avons observé, aucun indice de reproduction n'a été noté pour cette espèce, bien que plusieurs ouvrages le décrivent comme espèce nicheuse présente seulement au printemps et en été (Heinzel, H. 2011).

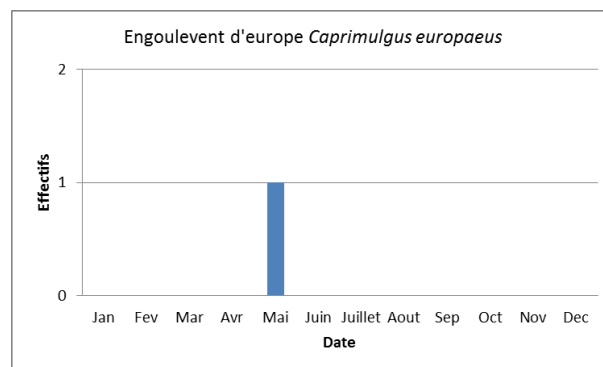


Figure 12 : Effectifs de l'Engoulevent d'Europe *Caprimulgus europaeus* dans la ville de Constantine

1.5. Charadriiformes:

Dans notre site d'étude l'ordre des Charadriiformes est représenté par les deux familles suivantes :

1.5.1. Scolopacidés:

Cette famille est représenté dans notre site d'étude par le Chevalier cul-blanc *Tringa ochropus* et le Chevalier guignette *Actitis hypoleucos* qui ont été observés respectivement en 2015, 2016 et 2017 dans la station (EV2). Ces limicoles définis comme oiseaux migrateurs hivernants, nous les avons observés durant toutes les saisons et les mois de l'année dans les zones humides artificielles (Retenus collinaires) qui entourent la ville de Constantine. En

2015 lorsque nous avons observé le Chevalier culblanc *Tringa ochropus*, il a fréquenté durant deux mois (janvier - février) la partie de Oued Rhumel qui passe par notre station d'écoute (EV2) (Figure 13). Pareil pour le Chevalier guignette *Actitis hypoleucos*, sauf que la période de sa présence dans notre station s'étend du mois décembre jusqu'au mois de mars et durant toute la période de recherche (Figure 14). En effet, théoriquement parlant, ces quelques individus de cette famille font ce qu'on appelle un déplacement entre les zones humides artificielles qui entourent la ville de Constantine et une partie de l'oued Rhumel.

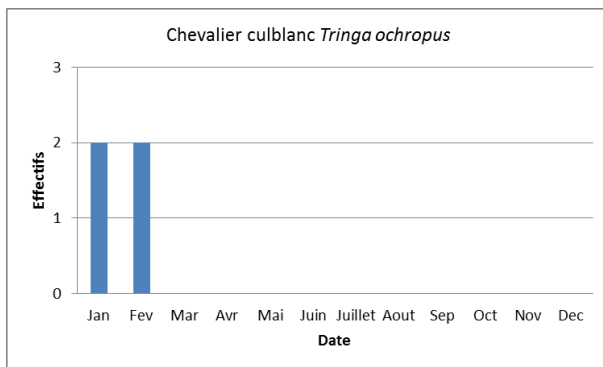


Figure 13 : Effectifs du Chevalier culblanc *Tringa ochropus* dans la ville de Constantine

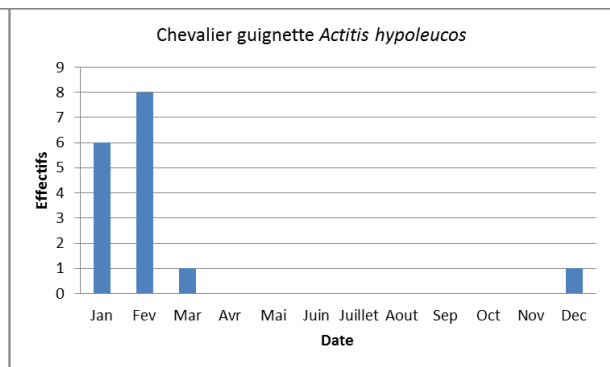


Figure 14 : Effectifs du Chevalier guignette *Actitis hypoleucos* dans la ville de Constantine

1.5.2. Laridés:

Loin de la mer d'environ 80 km, la ville de Constantine aperçoit de temps en temps le passage de quelques individus de Goéland leucophée *Larus michahellis*. En mars et en avril nous l'avons observé en vol se dirigeant vers le sud, au-dessus des stations d'écoutes (IA1) (BP1) et (HI1) (Figure 15).

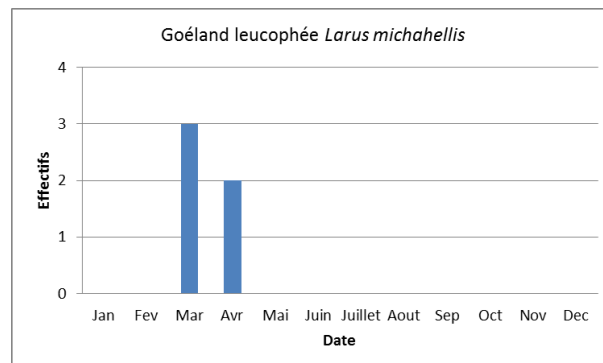


Figure 15 : Effectifs du Goéland leucophée *Larus michahellis* dans la ville de Constantine

1.6. Ciconiiformes:

La cigogne blanche *Ciconia ciconia* de la famille des Ciconiidés est la seule représentante de cet ordre. Nous avons aperçus les premiers individus dans notre site d'étude dès la deuxième quinzaine du mois de décembre. À Constantine la cigogne blanche *Ciconia ciconia* passe tout l'hiver, le printemps et une grande partie de l'été, elle disparaît complètement le mois de septembre, octobre et le mois de novembre (Figure16). Elle niche sur des poteaux électriques, sur des immeubles et rarement sur des arbres. Nous avons enregistré des indices de reproduction (nids, oisillons,...etc.) dans différents stations d'écoute notamment (IA2) (IA3) et (EV2) pour les trois années d'étude, par contre dans la station d'écoute (ZA2) sa reproduction a été enregistré uniquement en 2015, cela est due probablement aux travaux d'aménagement du réseau hydrographique qui a touché la partie de l'oued Boumerzoug qui passe par notre station (ZA2).

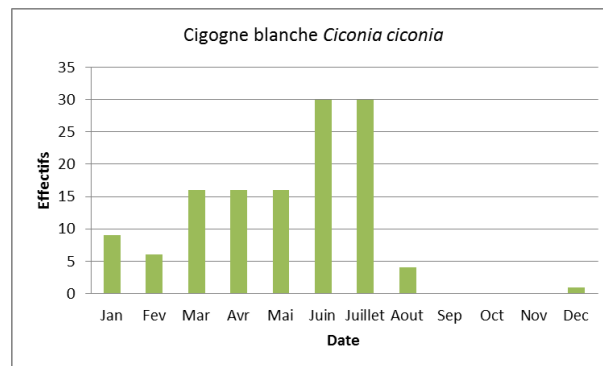


Figure 16 : Effectifs de la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* dans la ville de Constantine

1.7. Columbiformes:

Dans les colombiformes nous ne retrouvons qu'une seule famille, les Colombidés (Gill et al. 2013). À Constantine ville nous avons enregistré la présence de cinq espèces appartenant à la famille des Colombidés, trois d'entre elles sont sédentaires nicheurs, une migratrice nicheuse et la dernière qui est la Tourterelle maillé *Spilopelia senegalensis* nous l'avons aperçue une seule fois en 2015, un couple dans la station (EV2) en fin du mois de mars jusqu'au début de mois d'avril (Figure 20).

Concernant la migratrice nicheuse qui est la Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*, hiverne en Afrique centrale (Holden, P. 2013) et revient chaque printemps dans nos contrées. Bien qu'elle soit considérée comme oiseau des forêts et des bois (Cuisin, M. 2000), nous l'avons enregistré comme nicheuse dans les stations d'observations (GE3) (EV2) et (HI1) (Figure 19), mise à part la station (EV2) les deux autres stations qui sont typiquement urbaines avec une proportion de construction qui dépasse au minimum les 50%, nous pouvons constater que cette espèce a tendance à côtoyer de plus en plus les milieux urbains à condition qu'ils soient aménagés en espaces verts diversifiés (arbres, arbustes, végétations herbacées...).

Pour les trois espèces sédentaires, nous avons en premier lieu le Pigeon ramier *Columba palumbus* qui s'est intégré dans les parcs et jardins des villes du nord de l'Algérie notamment la ville d'Alger, Bejaïa et Jijel en 1995 (Moali et al. 2003). Nous le retrouvons aujourd'hui nicheur à Constantine ville dans pas moins de six stations étudiées (ZA1) (GE2) (IA2) (EV2) (EV3) (GC). L'existence d'espaces verts avec de grands arbres semble être un des éléments essentiels qui détermine son installation dans les centres urbains de même que la présence de zones agricoles (céréales) autour d'eux (Moali et al. 2003) (Figure 18).

La deuxième espèce sédentaire nicheuse dans la ville de Constantine est la Tourterelle turque *streptopelia decaocto*, originaire de l'Inde (Holden 2013) et qui a été observé en Algérie pour la première fois à Annaba en septembre 1994 (Benyacoub 1998). À partir du début des années 2000 l'espèce a été notée dans presque toute la partie nord du pays selon les travaux de Moali et al. en 2003. Aujourd'hui à Constantine ville elle occupe tous les milieux urbains, dense ou moins dense, l'essentiel est qu'il y ait de la végétation (arbres, arbuste) même avec des proportions faibles. Nous avons enregistré des nichées même en période d'hiver, ainsi au mois de janvier 2017 avec une température de 0c° et en pleine neige, nous avons trouvé un nid avec deux oisillons prêts à l'envol (Figure 21).

Et enfin le Pigeon biset *Columba livia* que ce soit la forme sauvage ou domestique, cette espèce est répartie dans tous les milieux de la ville de Constantine, et se reproduisant presque toute l'année (Figure 17). Apprivoisé par les constantinois du centre-ville, le pigeon biset emblème des gorges du Rhumel communément appelé « Hmam erimisse » faisant allusion au chemin des touristes ou chemin de REMES, déserte de plus en plus ce site (GC) et s'installe dans les immeubles administratifs, locaux retranchés, habitats de particuliers.... et est nourrit par ces citoyens le rendant ainsi nicheur durant toutes les saisons de l'année même les plus hostiles.

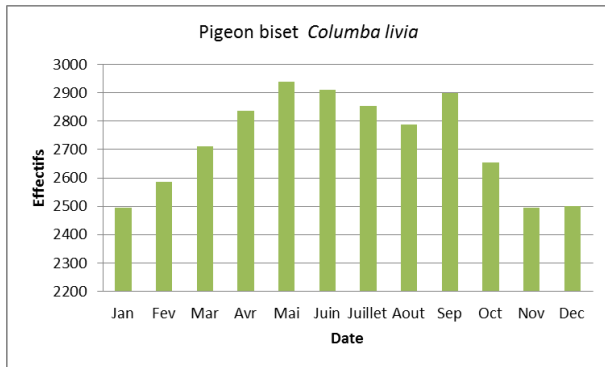


Figure 17: Effectifs du Pigeon biset *Columba livia* dans la ville de Constantine

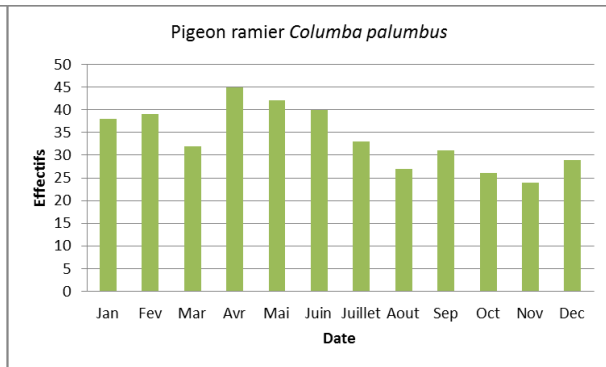


Figure 18 : Effectifs du Pigeon ramier *Columba palumbus* dans la ville de Constantine

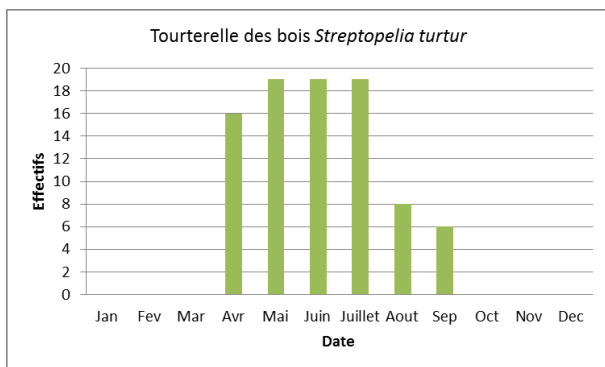


Figure 19 : Effectifs du Tourterelle des bois *Streptopelia turtur* dans la ville de Constantine

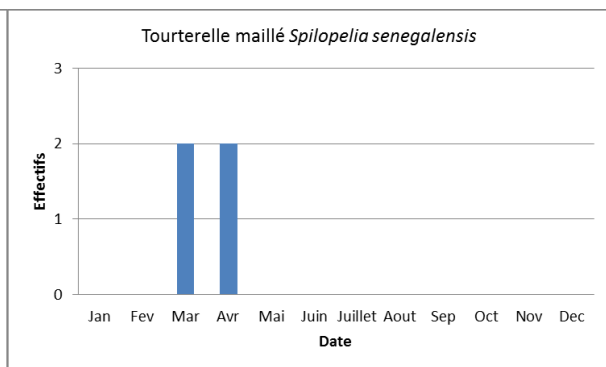


Figure 20 : Effectifs du Tourterelle maillé *Spilopelia senegalensis* dans la ville de Constantine

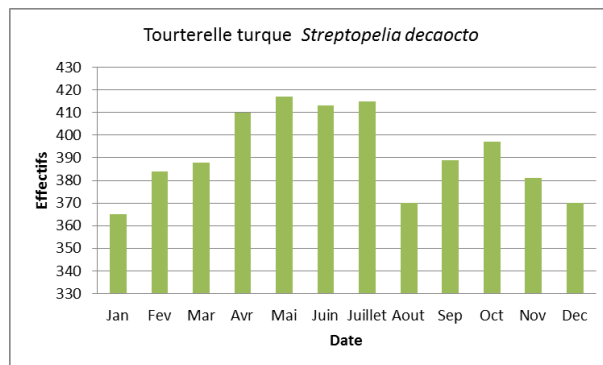


Figure 21 : Effectifs du Tourterelle turque *Streptopelia decaocto* dans la ville de Constantine

1.8. Coraciiformes:

Le Guêpier d'Europe *Merops apiaster*, de la famille des Méropidés est le seul représentant de cet ordre. Selon les travaux de Isenmann et Moali sur le recensement des oiseaux en Algérie jusqu'à 1999, il s'avère que cette espèce est nicheuse, répandue de la côte méditerranéenne jusqu'au nord du Sahara. Elle est présente d'avril à septembre ou début

octobre. Les colonies sont surtout connues au niveau des berges des oueds. L'Algérie est également traversée par de nombreux migrateurs aux deux passages, automne et printemps (Isenmann et Moali 2000). Dans la région de Constantine nous avons enregistré plusieurs colonies nicheuses dans plusieurs endroits comme la retenue collinaire d'El Aria (commune de Benbadis) ($36^{\circ}19'46''$ N, $6^{\circ}50'28.7''$ E) et à la forêt de Draa Enagaa ($36^{\circ}22'27''$ N, $6^{\circ}44'02''$ E) jusqu'à la forêt de Djebel El Ouahch ($36^{\circ}23'56.9''$ N, $6^{\circ}39'58.6''$ E). À Constantine ville en 2017, chaque jours à partir du mois d'avril jusqu'à la fin du mois de septembre (Figure 22), le Guêpier d'Europe *Merops apiaster*, survole la station (HI1) tôt le matin et à la fin de la journée au-dessus d'un espace vert doté de quelques ruches d'abeille à miel *Apis mellifera*. Il faut noter que la colonie nicheuse du Guêpier d'Europe *Merops apiaster*, la plus proche de cette station (HI1) se trouve à environ 4000 mètres vers le nord-ouest est la forêt de Djebel El Ouahch ($36^{\circ}23'56.9''$ N, $6^{\circ}39'58.6''$ E).

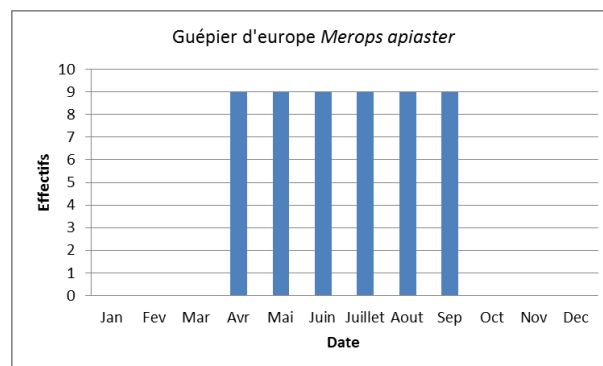


Figure 22 : Effectifs du Guêpier d'Europe *Merops apiaster* dans la ville de Constantine

1.9. Cuculiformes:

Une seule famille Cuculidés et 149 espèces (Gill et al. 2013) composent cet ordre. Deux espèces seulement ont été observées en Algérie. Le Coucou geai *Clamator glandarius*, dont la dernière observation a été notée vers la fin des années soixante-dix 1970 dans le nord central et le nord-ouest du pays. Selon les travaux de Heim De Balsac et Mayaud l'espèce est signalée dans les régions boisées de l'Oranie et du Constantinois (Isenmann et Moali 2000, ebird). Le Coucou gris *Cuculus canorus*, quant à lui, nous l'avons observé à Constantine dans deux régions forestières notamment dans la forêt d'El Djebass ($36^{\circ}22'09.9''$ N, $6^{\circ}34'08.6''$ E) en mars 2017 avec huit mâles chanteurs, et dans le parc de Djbel Ouahch ($36^{\circ}23'56.9''$ N, $6^{\circ}39'58.6''$ E) au mois de mai 2016 avec quatre mâles chanteurs et au mois de mai 2017 avec huit mâles chanteurs. Dans notre site d'étude, la ville de Constantine, c'est au niveau de la

station d'écoute (GC) que le Coucou gris *Cuculus canorus*, a été aperçu en vol de passage au début du mois de mai 2016 (Figure 23).

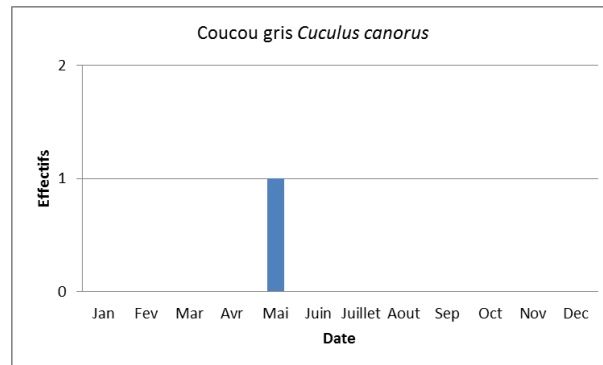


Figure 23 : Effectifs du Coucou gris *Cuculus canorus* dans la ville de Constantine

1.10. Falconiformes:

Avec les Accipitridés, les Falconidés, seule famille des Falconiformes, constituent les deux grandes familles des rapaces diurnes. Les falconidés sont des rapaces diurnes de petite et moyenne taille, comprenant les Caracaras et les Faucons. Dans notre site d'étude nous avons observé trois (03) espèces de faucons : le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*, le Faucon crécerellette *Falco naumanni* et le Faucon pèlerin *Falco peregrinus*. Pour le Faucon crécerellette *Falco naumanni*, depuis les travaux de François en 1975 où il a noté sa présence à Constantine (Isenmann et Moali 2000) aucune signalisation n'a été faite sur cette espèce jusqu'en 2014 où il a été décrit dans le cadre d'un mémoire de magistère (Bendahmane 2014). Cette espèce arrive à Constantine en début de mois de mars en formant deux colonies avec une dizaine de couples pour chacune, la première dans la partie nord des gorges de Constantine (GC), la seconde se trouve dans la partie sud-ouest de la ville de Constantine au niveau de la station d'écoute (HC2) (Bendahmane et al. 2018). En 2017 le nombre de couples reproducteurs du Faucon crécerellette *Falco naumanni* est estimé à 26 couples répartis entre les deux stations d'écoute. 20 couples sont localisés à la station d'écoute (HC2) et 6 couples à la station (GC). Dès la fin du mois d'août, on n'aperçoit plus ce faucon (Figure 25). Quant au Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*, sédentaire, il niche fréquemment dans toute notre zone d'étude, dans les milieux ouverts loin de l'urbanisation jusqu'au centre-ville de Constantine (Figure 24). Il se nourrit principalement des poussins du Pigeon biset *Columba livia*, très abondant dans la ville de Constantine vu les bonnes conditions dont ils bénéficient de la part des citoyens de cette ville. En période de reproduction le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*,

peut même capturer les oiseaux en cages suspendus dans les balcons. Concernant notre troisième faucon, son identification a été vraiment difficile car il peut exister une confusion entre le Faucon pèlerin *Falco peregrinus* et le Faucon de Barbarie *Falco pelegrinoide*. Mais avec l'aide des travaux de Brosset en 1986 cités dans le livre d'Isenmann et Moali, les oiseaux d'Algérie celui-ci: « a essayé d'éclaircir la situation quelque peu embrouillée des différentes sous-espèces qui peuvent être observées en Afrique du nord. Tout d'abord, les nicheurs du littoral sont effectivement des Faucons pèlerins *brookei* qui nicheraient mais un certain erratisme les pousserait parfois aussi vers l'intérieur des terres, notamment en hiver. Par contre, les oiseaux qui nichent à l'intérieur seraient tous des *pelegrinoide* ». À partir de là, et grâce aux photos prises par nous-même, nous avons confirmé que c'est un Faucon pèlerin *Falco peregrinus brookei*. D'une manière générale, cette espèce a été notée dans la station (GC) à partir de l'année 2016 et en 2017. Sa reproduction est confirmée par la présence d'une famille (les parents avec deux oisillons prêts à l'envol) dans la station d'écoute (GC) (Figure 26).

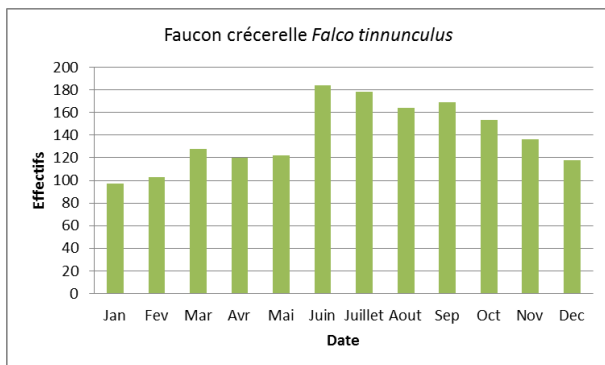


Figure 24 : Effectifs du Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* dans la ville de Constantine

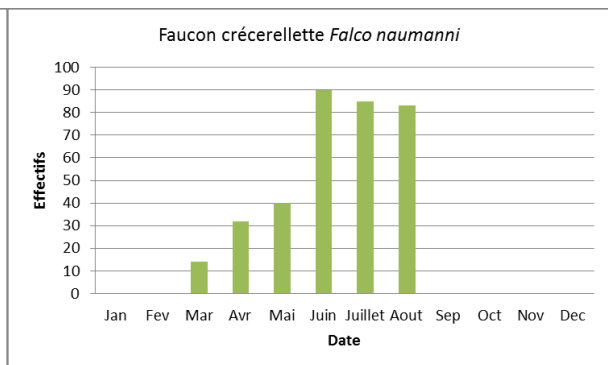


Figure 25 : Effectifs du Faucon crécerellette *Falco naumanni* dans la ville de Constantine

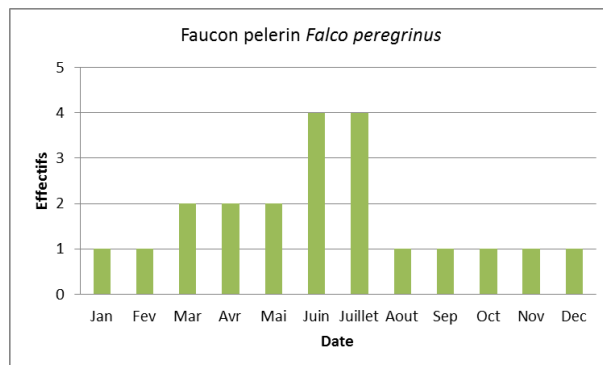


Figure 26 : Effectifs du Faucon pelerin *Falco peregrinus* dans la ville de Constantine

1.11. Galliformes:

À Constantine, nous avons enregistré la présence de deux espèces de la famille des Phasianidés qui représentent cet ordre. La plus petite des galliformes, la Caille des blés *Coturnix coturnix*, nous l'avons localisée dans plusieurs endroits au nord de Constantine plus précisément dans les zones agricoles de la commune de Beni Hamiden et dans la commune de Zighoud Youcef pendant la période qui s'étale du mois d'avril au mois d'août avec un nombre très variable d'une année à l'autre. Dans notre site d'étude, la ville de Constantine, nous avons enregistré la présence de quelques individus pendant la même période citée ci-dessus dans les stations d'écoute (ZA1) (ZA2) (IA2) (EV1) (Figure 27), où la proportion de la variable environnementale « Bloc minéral » est très faible avec une proportion appréciable de la variable végétation herbacée. La deuxième espèce est la Perdrix gabra *Alectoris barbara*, elle est sédentaire nicheuse et recherche les terrains un tant soit peu accidentés, parsemés de buissons, elle peut aussi devenir rupestre et vivre dans les éboulis (Isenmann et Moali 2000). Nous l'avons rencontré dans certains endroits de la ville de Constantine, plus particulièrement dans la station d'écoute (GC) qui est connue pour son caractère rupestre et une abondance remarquable de végétations buissonnâtes, cette station est une niche écologique idéale pour la Perdrix gabra *Alectoris barbara*, que nous avons localisée avec des indices de reproduction (famille) (Figure 28).

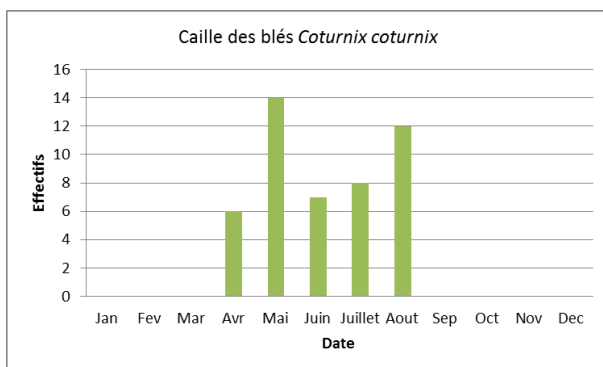


Figure 27 : Effectifs de la Caille des blés *Coturnix coturnix* dans la ville de Constantine

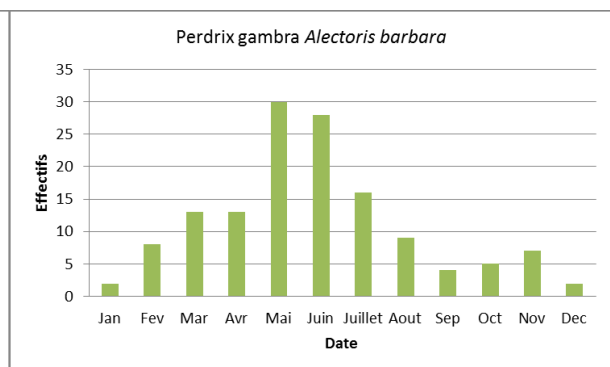


Figure 28 : Effectifs de la Perdrix gabra *Alectoris barbara* dans la ville de Constantine

1.12. Gruiformes:

Une autre espèce d'oiseau d'eau que l'on retrouve facilement dans la ville de Constantine en plus du Canard colvert *Anas platyrhynchos*, est la Gallinule poule d'eau *Gallinula*

chloropus de la famille des Rallidés qui est la seule représentante de cet ordre. Rarement observée loin d'un point d'eau, la poule d'eau est très discrète, mais celles qui vivent au bord de l'oued Rhumel en aval des gorges du Rhumel dans l'endroit appelé « usines et moulin Lavie » à la station d'écoute (EV2) sont souvent moins craintives. Cette petite colonie, nous l'avons observée durant toute la période de recherche, leur effectif est variable d'année en année. Chaque année en période de reproduction nous observons des poussins de Gallinule poule d'eau dans cette station (EV2) (Figure 29.).

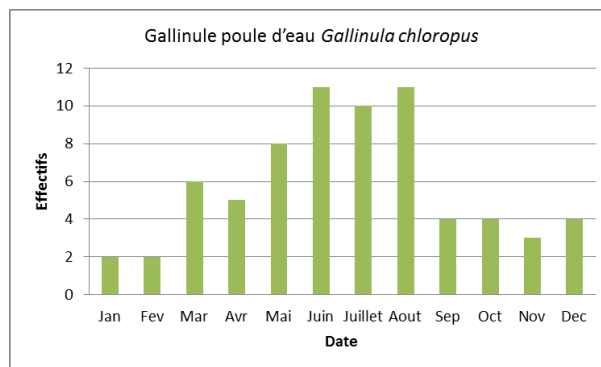


Figure 29 : Effectifs de la Gallinule poule d'eau *Gallinula chloropus* dans la ville de Constantine

1.13. Passériformes:

Cet ordre est le plus représenté en nombre de familles et d'espèces d'oiseaux (13 familles et minimum 25 espèces) par rapport aux autres ordres qui constituent le peuplement d'oiseaux recensé durant notre recherche au sein de la ville de Constantine.

1.13.1. Cettidés:

Le seul représentant de cette famille est le Bouscarle de Cetti *Cettia cetti*. Nicheur assez répandu dans les endroits humides et embroussaillés, les bords d'Oued dans le Tell (Isenmann et Moali. 2000). De mœurs discrètes, nous n'avons pu l'inventorier qu'à partir de l'année 2016 et ce grâce à son chant tout à fait caractéristique. Le Bouscarle de Cetti *Cettia cetti*, est présent donc toute l'année dans les stations d'écoute (EV2) et (GC) (Figure 30.) avec un nombre très réduit qui ne dépasse pas 3 individus (Mâles chanteurs).

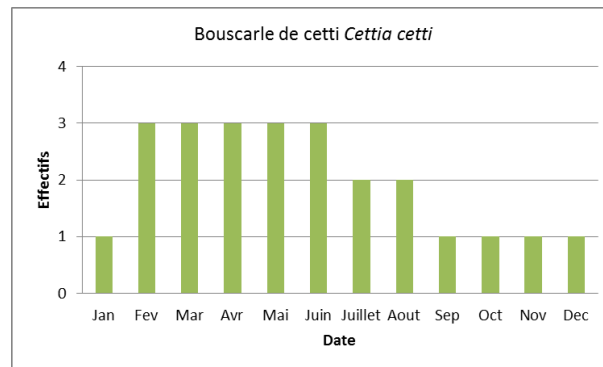


Figure 30 : Effectifs du Bouscarle de cetti *Cettia cetti* dans la ville de Constantine

1.13.2. Corvidés:

Le Choucas des tours *Coloeus monedula*, et le Grand Corbeau *Corvus corax*, sont les deux espèces qui nichent et on peut les apercevoir durant toute l'année dans la ville de Constantine. Le Choucas des tours *Coloeus monedula cirtensis* a été élevé au rang de sous-espèce pour la première fois en 1912 par Rothschild et Hartert lors de leur exploration ornithologique en Algérie (Rothschild et Hartert. 1912). Ces auteurs affirment observés beaucoup de Choucas des tours *Coloeus monedula* qui se reproduisaient dans les gorges de Constantine. Alors que Farnsworth observa le 07 octobre 1982, environ 25 individus à Constantine (Isenmann et Moali. 2000). En 2014 l'abondance relative des Choucas des tours *Coloeus monedula*, au niveau des gorges de Constantine, l'unique site de reproduction pour cette espèce à Constantine, est de 570 individus (Bendahmane L. 2014). Aujourd'hui nous estimons cette population à plus 700 individus, divisé en deux colonies, une dans le nord des gorges de Constantine l'autre au sud de ce site (GC), même si nous apercevons de temps à autre des groupes en nombre variable atteignant jusqu'à 25 oiseaux dans les différentes stations d'écoute et même hors Constantine, notamment la commune d'El Khroub et de Ain Smara, mais sans pour autant enregistré une reproduction en dehors de la station (GC) (Figure 31). Concernant le plus grand passereau des passériformes, le Grand Corbeau *Corvus corax*, nous l'avons observé pratiquement en vol dans toutes les stations d'écoute mise en place lors de notre étude, mis à part les deux stations (GE2) où il a niché sur le toit de la tour administrative de l'université des Frères Mentouri Constantine à une hauteur qui dépasse les 60 mètres, et la station (GC), ici aussi nous le considérons comme nicheur même si nous n'avons pas pu localiser son nid, mais des indices de reproduction comme la parade nuptiale ou le transport de matériaux nous ont confirmé ce statut (Figure 32).

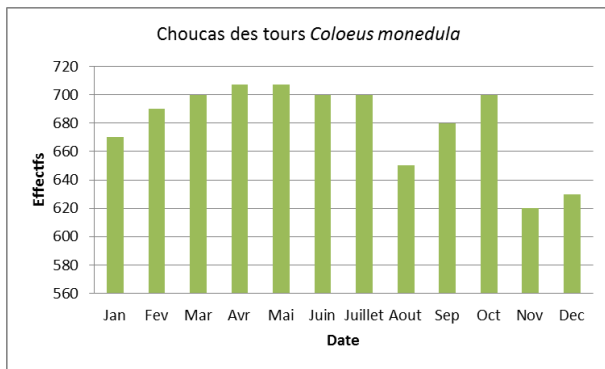


Figure 31 : Effectifs du Choucas des tours *Coloeus monedula* dans la ville de Constantine

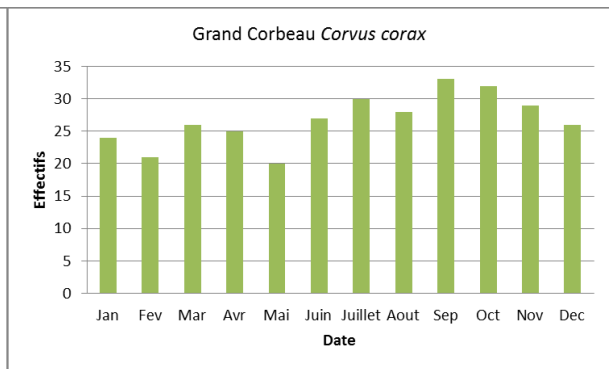


Figure 32: Effectifs du Grand corbeau *Corvus corax* dans la ville de Constantine

1.13.3. Fringillidés:

Trois espèces de la famille des fringillidés sont enregistrées au niveau de notre site d'étude. Le pinson des arbres *Fringilla coelebs*, un oiseau familier des forêts et autres zones plantées d'arbres dans la région de Constantine particulièrement dans la forêt de Chettaba (36°19'30.1"N 6°28'55.4"E) le parc de Djebel Ouahch (36°24'05.6"N 6°39'43.9"E) et la forêt d'El Meridj (36°20'18.3"N 6°41'14.6"E). Nous l'avons aussi enregistré dans plusieurs stations dans notre site d'étude durant toute l'année à l'exception du mois de septembre (Figure 33). Le Serin cini *Serinus serinus*, est un des plus petits membres de la famille des Fringillidés. Dès qu'il fait bon et beau, et surtout au printemps son gazouillis roulé résonne un peu partout dans les parcs et dans les jardins avec conifères et espaces herbeux, les cimetières boisés, et dans les allées d'arbres de la ville de Constantine (Figure 34). Le Verdier d'Europe *Chloris Chloris*, quant à lui, se fait plus rare que les autres fringilles, nous l'avons observé dans trois stations d'écoute seulement (GE3) (EV3) et dernièrement en 2017 à côté de la station d'écoute (HI1) dans le jardin du lycée Zighoud Youcef, où on peut trouver aussi des grands arbres de Cyprès et de Thuyas (Figure 35).

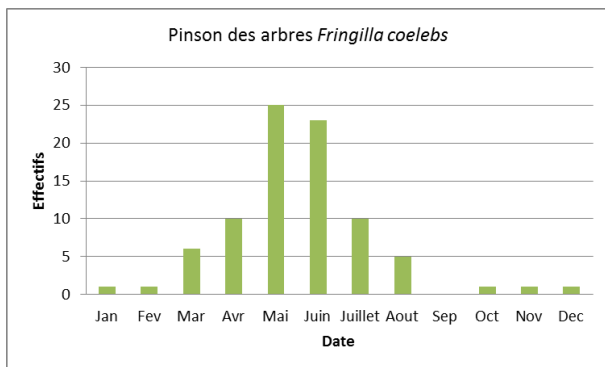


Figure 33: Effectifs du Pinson des arbres *Fringilla celebs* dans la ville de Constantine

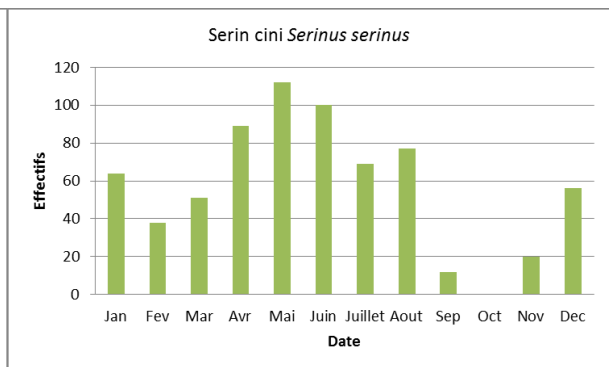


Figure 34: Effectifs du Serin sini *Serinus serinus* dans la ville de Constantine

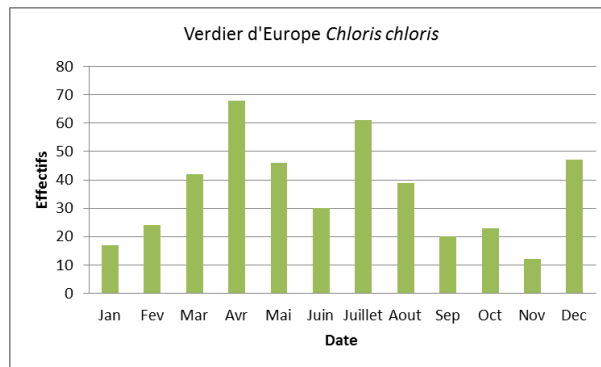


Figure 35: Effectifs du Verdier d'Europe *Chloris chloris* dans la ville de Constantine

1.13.4. Hirundinidés:

Nous avons eu toujours des difficultés à identifier les espèces de cette famille dans la ville de Constantine à cause des conditions de travail non appropriées (Interdiction de l'utilisation des jumelles, mécontentement des citoyens lorsque nous observons leurs balcons,...). Malgré cela, nous avons pu, tout de même identifier deux espèces migratrices nicheuses.

L'Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris*, dont une colonie a été observé durant toute la période d'étude à partir du mois de février jusqu'au mois d'octobre de chaque année au nord des gorges de Constantine (GC). Nous avons estimé son nombre à une quarantaine d'individus en 2017(Figure 36).

L'Hirondelle rustique *Hirundo rustica*, que nous avons observé à partir de la fin du mois de mars jusqu'au début du mois d'octobre dans plusieurs stations d'écoute notamment (ZA2) (BD1) (IA2) (BP1) (EV2) et au nord de la station (GC) (Figure 37).

Signalons que l'hirondelle de fenêtres *Delichon urbicum*, dans la ville de Constantine n'a pas été observée pendant toute la période d'étude, par contre nous l'avons observée dans plusieurs zones humides artificielles comme la retenue collinaire d'El Aria dans la commune de Ben Badis et la retenue collinaire de l'Oued Berla dans la commune de Ain Smara.

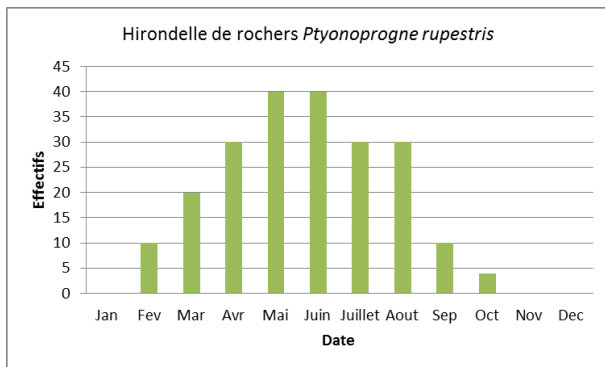


Figure 36: Effectifs de l' Hirondelle des rochers *Ptyonoprogne rupestris* dans la ville de Constantine

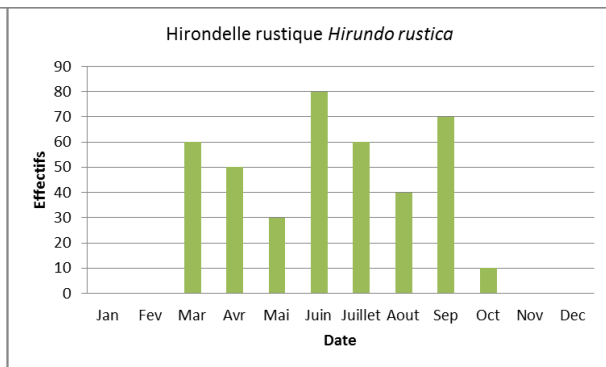


Figure 37: Effectifs de l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* dans la ville de Constantine

1.13.5. Motacillidés:

Le seul oiseau représentant cette famille dans notre ville est la Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea*. Déclarée non nicheuse dans notre région (Isenmann et Moali 2000.), nous avons observé cette espèce uniquement au mois de janvier et au mois de février. En 2015 dans l'oued Rhumel au niveau de la station (EV2) sur une pierre qui dépasse le cours d'eau. En 2017 nous avons noté une dizaine de Bergeronnette de ruisseaux *Motacilla cinerea*, dans la partie sud de la station (GC) depuis la passerelle Mellah Slimane (ex : Perrégaux) jusqu'au pont du diable (Figure 38.).

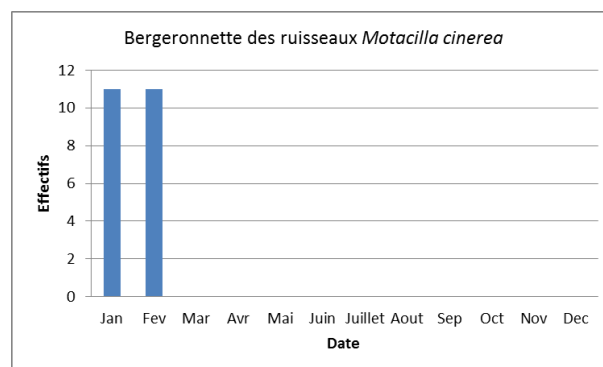


Figure 38: Effectifs de Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea* dans la ville de Constantine

1.13.6. Muscicapidés:

C'est dans cette famille que nous avons enregistré le nombre le plus élevé d'espèces d'oiseaux dans notre site d'étude.

Le Gobemouche gris *Muscicapa striata* : Son cri bref et aigu est tout aussi discret que son plumage, ce qui ne facilite pas son observation. Nicheur assez commun dans les forêts claires du Tell (Isenmann et Moali 2000.), nous avons enregistré la présence de cette espèce à partir du mois d'avril jusqu'au mois de septembre dans deux stations d'écoute qui se trouvent dans la périphérie de la ville de Constantine, notamment dans la station d'écoute (IA2) et (EV2) (Figure 40).

Le Monticole bleu *Monticola solitarius* : Au nord de la station d'écoute (GC), nous avons pu observer cette espèce durant toute l'année, notamment en mois de juin et juillet où nous avons repéré deux couples (Figure 41). Cette station (GC) déterminée par son caractère rupestre, est un habitat caractéristique de cette espèce.

Le Rossignole philomèle *Luscinia megarhynchos* : Bien qu'il se perche parfois en vue pendant quelques secondes, il est en général très difficile à voir. Nous avons commencé à écouter son chant fort à partir du mois d'avril jusqu'au mois de septembre au fond d'un buisson dans les stations d'écoutes (GC) et (EV2) (Figure 39).

Le Rouge gorge familier *Erithacus rubecula* : À Constantine cette espèce est moins familière qu'on le prétend, en l'appelant ainsi. Nous avons enregistré la présence de quelques individus dans le complexe sportif Hamlaoui (GE1), dans la station d'observation (EV2) et dernièrement en 2017 nous avons entendus deux mâles chanteurs à côté de la passerelle Mellah Slimane (ex : Perrégaux) (GC) (Figure 42).

Le Rouge queue noir *Phoenicurus ochruros* : Quant à lui, il est le plus familier de ses autres cousins Muscicapidés, nous l'avons enregistré uniquement en hiver, du mois de novembre jusqu'au mois de mars dans les stations (HC2) (BP1) (EV1) et (GC) (Figure 43).

Le Traquet rieur *Oenanthe leucura* : Autrefois sa répartition était limitée au nord par une ligne Batna, Timgad, Boukhari, Tlemcen et Maghnia, mais des données plus récentes ont modifiées quelque peu cette répartition. Dans le Tell la distribution s'étend vers le nord par de nouvelles localités notamment autour de Constantine et Sétif (Isenmann et Moali 2000.). Durant toute l'année 2017, nous n'avons rencontré qu'un couple dans la station d'écoute (BP1) (Figure 44) sur les toits des maisons.

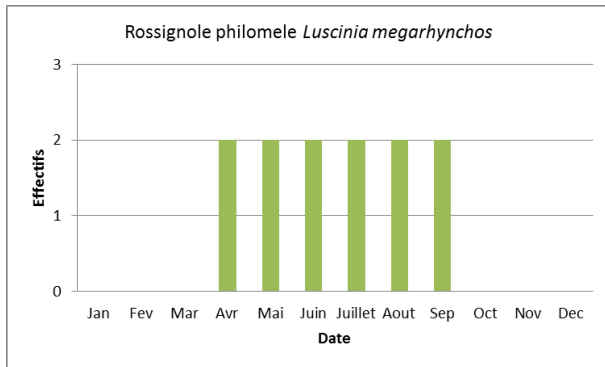


Figure 39: Effectifs du Rossignole philomèle *Luscinia megarhynchos* dans la ville de Constantine

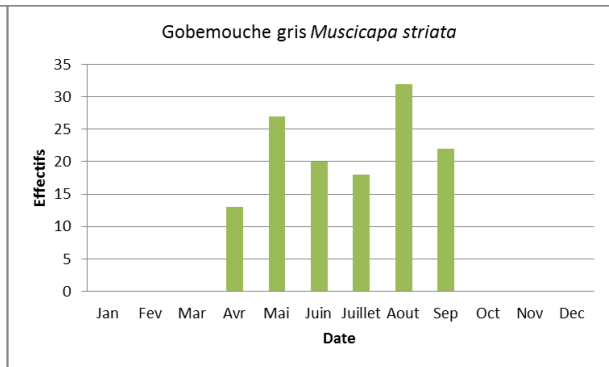


Figure 40: Effectifs du Gobemouche gris *Muscicapa striata* dans la ville de Constantine

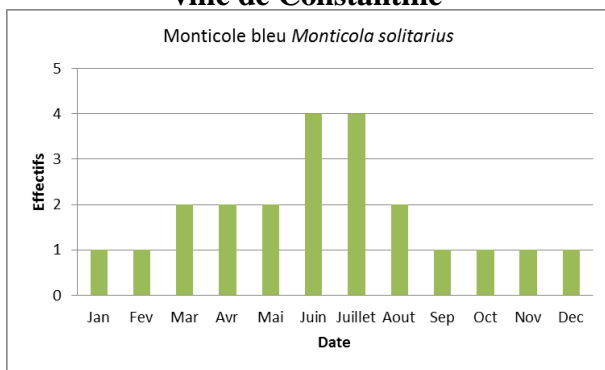


Figure 41: Effectifs du Monticole bleu *Monticola solitarius* dans la ville de Constantine

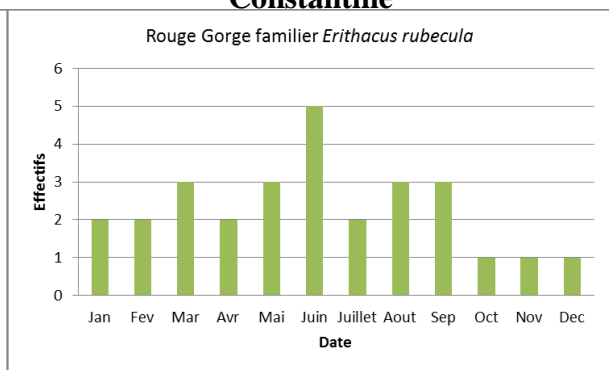


Figure 42: Effectifs du Rougegorge familier *Eritachus rubecula* dans la ville de Constantine

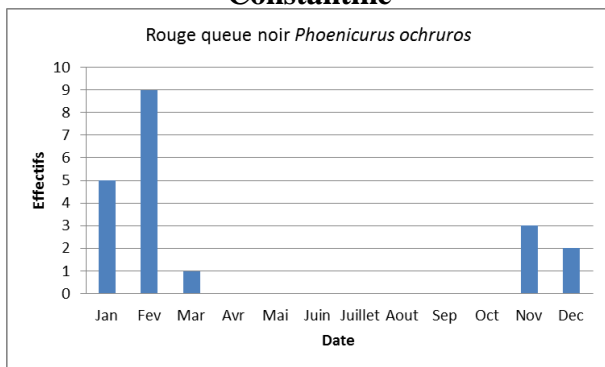


Figure 43: Effectifs du Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros* dans la ville de Constantine

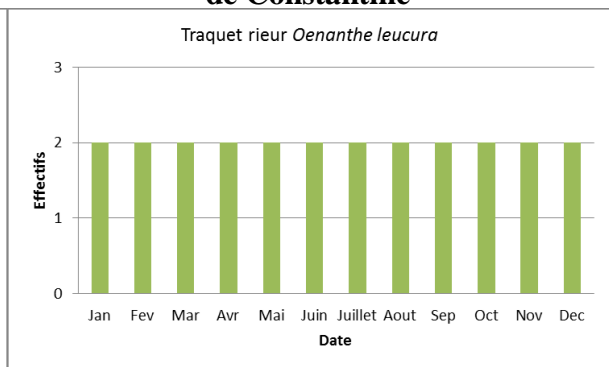


Figure 44: Effectifs du Traquet rieur *Oenanthe leucura* dans la ville de Constantine

1.13.7. Paridés:

Deux espèces seulement représentent cette famille à Constantine. La Mésange charbonnière *Parus major*, un oiseau forestier qui a besoin de vieux arbres creux ou de cavités creusées par les pics pour faire son nid. Nous le retrouvons aussi dans maints endroits en plein ville de Constantine, nous l'avons enregistré dans plus de 12 stations d'écoute avec des

effectifs variables allant de 1 à 4 mâles chanteurs par station (Figure 45). Le point commun entre ces stations est la présence de grands arbres de plus de 40 ans. La deuxième espèce est la Mésange nord-Africaine ou Mésange maghrébine *Cyanistes ultramarinus* Bonaparte, 1841 (Avibase). C'est un oiseau très répandu, que ce soit en milieu forestier ou en milieu urbain, même dans les agglomérations les plus denses en bâtiments et/ou en population humaines. En hiver tôt le matin la Mésange nord-Africaine *Cyanistes ultramarinus*, anime les quartiers et les jardins de la ville avec son chant (Figure 46).

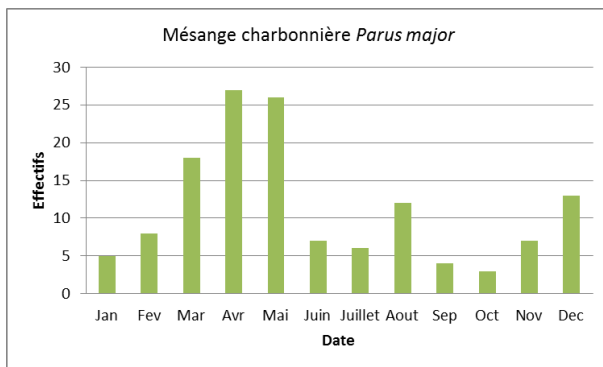


Figure 45: Effectifs de la Mésange charbonnière *Parus major* dans la ville de Constantine

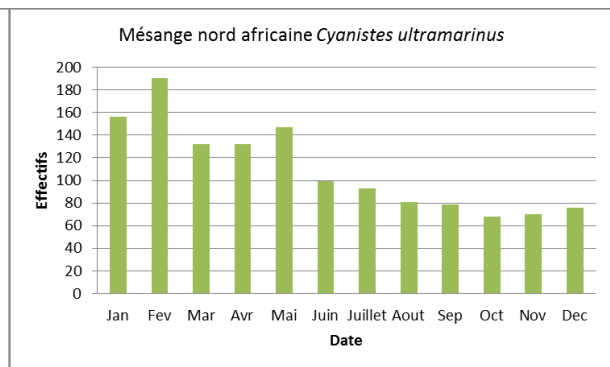


Figure 46: Effectifs de la Mésange nord-africaine *Cyanistes ultramarinus* dans la ville de Constantine

1.13.8. Passéridés:

Il s'agit du Moineau domestique *Passer domesticus* et du Moineau espagnol *Passer hispaniolensis*, et leurs hybrides. Selon Heim De Balsac et Mayaud le Moineau domestique *Passer domesticus*, est un immigrant relativement récent c'est-à-dire dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle car il existait déjà dans l'Algérois mais, entre 1846 et 1855, il n'existait pas encore à Béjaïa. Il a pénétré l'Afrique du nord par le Maroc et se retrouve ainsi face à face avec le véritable moineau indigène le Moineau espagnol *Passer hispaniolensis*, avec qui il s'est alors abondamment hybridé (Isenmann et Moali 2000.). De ce fait nous avons eu du mal à identifier les différentes colonies de moineaux que nous avons observées partout dans la ville de Constantine. Surtout que leur nombre varie d'une colonie de 3 à 5 individus à des colonies comportant plus de 100 individus, et à chaque fois nous identifions des domestiques et des espagnoles et parfois d'autres sujets non identifiables dans une même colonie.

1.13.9. Phylloscopidés:

Représentés par le Pouillot véloce *phylloscopus collybita*. Le statut d'oiseau nicheur effectivement en Algérie reste toujours à vérifier (Isenmann et Moali 2000.). Bougaham et

Moulaï en 2014 ont confirmé sa reproduction dans les subéraies de Tababort (Algérie). Dans la ville de Constantine nous commençons à le voir à partir du mois de septembre jusqu'au mois de mars. Durant les belles journées d'hiver son chant simple, monotone est facilement écouté dans pas mal de stations d'écoute de notre site d'étude (Figure 47).

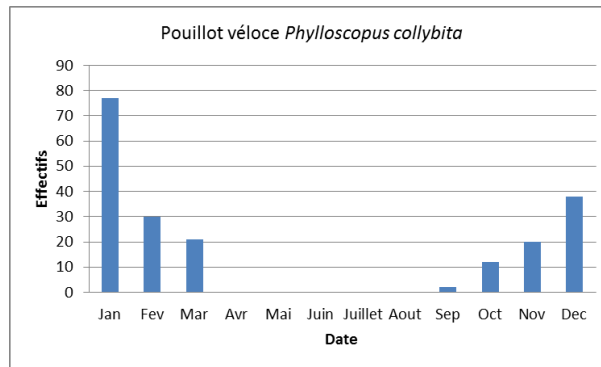


Figure 47: Effectifs du Pouillot véloce *Phylloscopus collybita* dans la ville de Constantine

1.13.10. Pycnonotidés:

Le Bulbul des jardins *Pycnonotus barbatus* est le seul représentant de cette famille dans la ville de Constantine. Il se rencontre le long des oueds boisés, comme au niveau des stations (EV2) et (GC) où nous l'avons enregistré durant toute l'année avec des indices de reproduction. Il habite aussi secondairement les jardins de la ville de Constantine où nous avons noté sa présence en hiver dans les espaces verts situés dans les stations (BP1) et (HI1) (Figure 48).

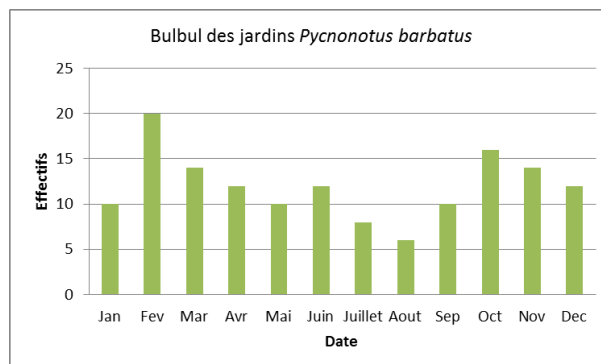


Figure 48: Effectifs du Bulbul des jardins *Pycnonotus barbatus* dans la ville de Constantine

1.13.11. Sylviidés:

Parmi toutes les espèces d'oiseaux de la famille des sylviidées d'Algérie, nous n'avons aperçus que deux. La Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala* qui niche abondamment dans les garrigues qui entourent la ville de Constantine. Un seul individu a été observé au mois de mai 2017 dans la station d'écoute (GC) (Figure 50).

La Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, nicheuse a été localisé surtout dans les formations forestières fraîches du Tell (Isenmann et Moali 2000). Nous l'avons rencontrée de plus en plus fréquemment dans notre ville durant toute l'année dans plusieurs de nos stations d'écoute notamment les (ZA2) (BP1) (EV2) (EV3) et (GC) (Figure 49).

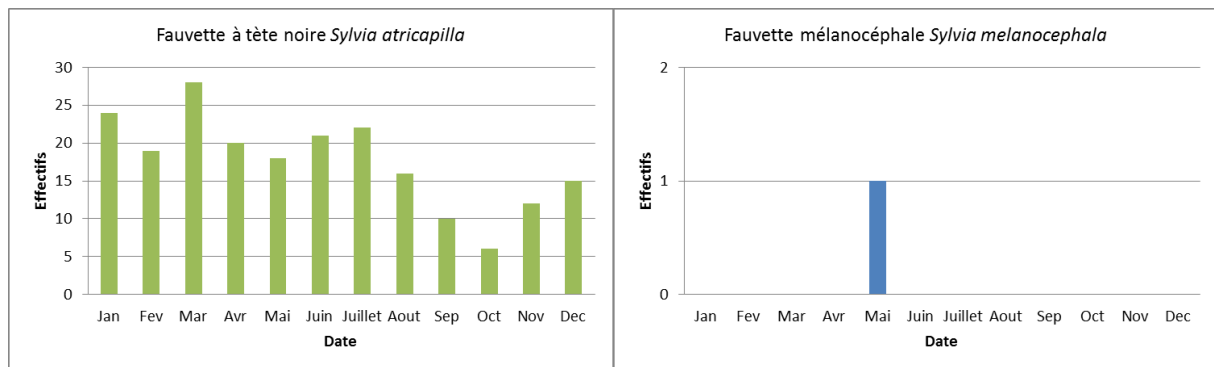


Figure 49: Effectifs de la Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla* dans la ville de Constantine

Figure 50: Effectifs de la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala* dans la ville de Constantine

1.13.12. Troglodytidés:

Le Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*, est le seul représentant de cette famille dans notre région (Afrique du nord) (Avibase). Déclaré comme espèce sédentaire il niche dans les maquis et les forêts humides du nord surtout dans la partie est du pays (Algérie) (Isenmann et Moali 2000). À Constantine, à l'exception du mois de juin, juillet et le mois d'août, le chant étonnamment fort du Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*, est écouté dans les formations forestières qui entourent la ville, ainsi qu'au sein de cette dernière particulièrement dans les stations d'écoutes (EV2) (EV3) (HI1) et (GC) (Figure 51).

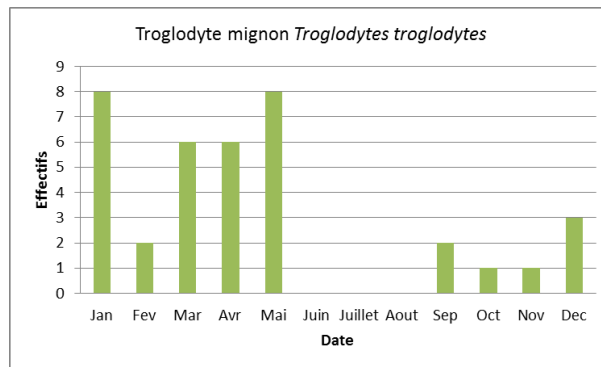


Figure 51: Effectifs du Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes* dans la ville de Constantine

1.13.13. Turdidés:

Nous avons rencontré deux espèces de la famille des Turdidés dans la ville de Constantine.

La Grive draine *Turdus viscivorus*, qui niche du Tell jusqu’aux Aurès et dans l’Atlas Saharien et se trouve surtout dans les grandes formations forestières (chênaies et céderais) (Isenmann et Moali 2000). À Constantine nous l’avons observé durant toutes les saisons dans les différentes formations forestières existantes. En mars 2015 une observation a été exhibée dans la station d’écoute (EV2) (Figure 52).

Le Merle noir *Turdus merula* est présent dans presque tous les milieux dont une ville comme Constantine peut disposer. Nous ne pouvons pas être indifférents par rapport à son chant mélodieux très tôt le matin (l’aurore) même à des températures très basses. Depuis les milieux les plus denses du point de vue constructions et populations humaines (BD1) (BD2) jusqu’aux milieux moins encombrants (ZA1), il suffit juste d’avoir la présence de quelques arbres ou buissons pour que cette espèce s’installe (Figure 53).

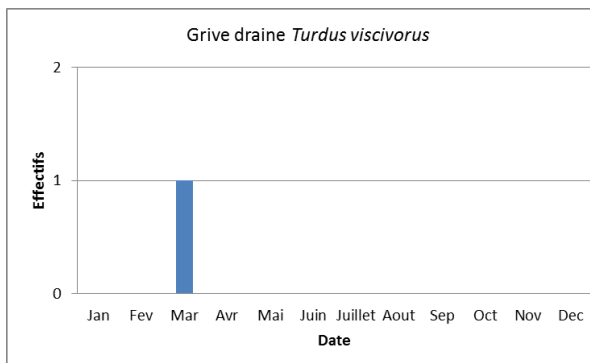


Figure 52: Effectifs de la Grive draine *Turdus viscivorus* dans la ville de Constantine

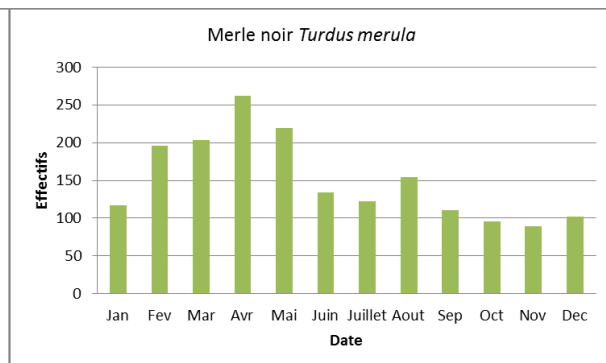


Figure 53: Effectifs du Merle noir *Turdus merula* dans la ville de Constantine

1.14. Pélécaniformes:

Bien que cet ordre renferme les grands échassiers des espèces qui vivent pratiquement au bord de l'eau, nous avons noté la présence de quatre espèces à Constantine ville, tous de la famille des Ardéidés. L'Aigrette garzette *Egretta garzetta*, la Grande Aigrette *Ardea alba*, et le Héron cendré *Ardea cinerea*, tous ont été observé en fin de la saison d'hiver (février – mars), à raison d'un à deux individus. À une exception près, celle du Héron cendré *Ardea cinerea*, que nous avons observé en 2015 dans les stations d'écoute (ZA2) (EV2) et en 2017 dans la station d'écoute (EV2) (Figure 56). Ces échassiers ont été observés uniquement en 2015 (Figure 54) (Figure 55). Le Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* est en expansion dans tout le territoire algérien (Baaziz 2012). À Constantine on l'aperçoit souvent en vol et nous l'avons observé aussi dans une grande variété de milieux, au bord de l'Oued (EV2), dans la plaine cultivée (ZA1), sur des grands conifères (EV3). Il est présent toute l'année mais nous n'avons pas enregistré de nidification de cette espèce dans notre ville (Figure 57).

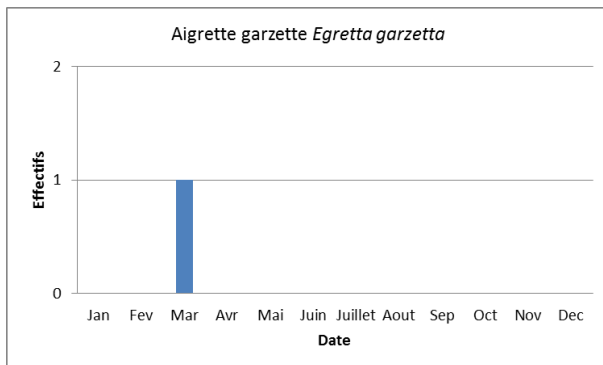


Figure 54: Effectifs de l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* dans la ville de Constantine

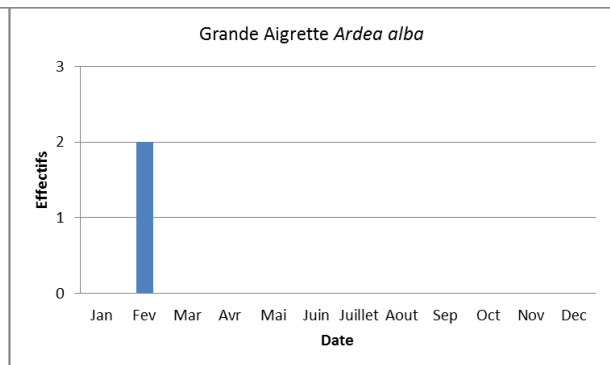


Figure 55: Effectifs de la Grande Aigrette *Ardea alba* dans la ville de Constantine

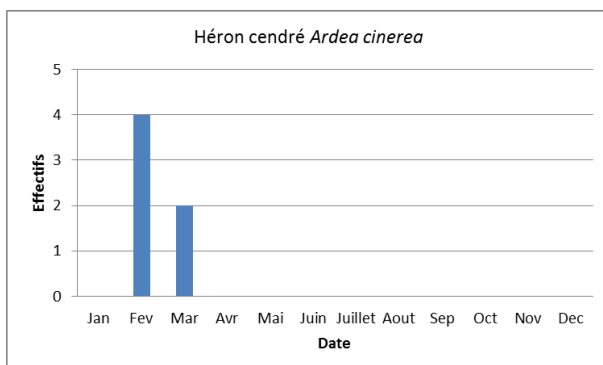


Figure 56: Effectifs du Héron cendré *Ardea cinerea* dans la ville de Constantine

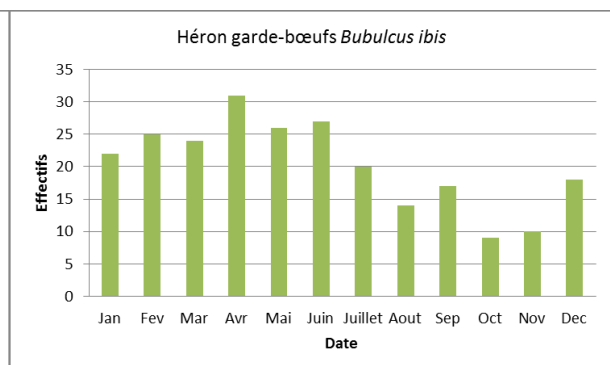


Figure 57: Effectifs du Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* dans la ville de Constantine

1.15. Piciformes:

Le Pic de Levailant *Picus vaillantii*, de la famille des Picidés est le seul représentant de cet ordre dans notre site d'étude. Ce Pic est un vicariant du Pic vert européen (Blondel 1999). C'est une espèce endémique d'Afrique du nord à savoir l'Algérie, Maroc et Tunisie (Isenmann et al. 2005). Le Pic de Levailant *Picus vaillantii*, vit et niche dans les forêts de montagne, son habitat est compris entre 960 et 2600 mètres d'altitude (Gorman 2014). À Constantine, il est assez abondant dans nos forêts notamment celle de Chettaba (36°19'30.1"N 6°28'55.4"E), le parc de Djebel Ouahch (36°24'05.6"N 6°39'43.9"E) et la forêt d'El Meridj (36°20'18.3"N 6°41'14.6"E). Dans notre site d'étude, la ville de Constantine, sa présence dans les stations (GE2) (IA2) et (HI1) est due probablement au phénomène de la transhumance hivernale, cependant nous suspectons une possible nidification dans la station (GE2) ou (HI1) à cause de sa présence très prolongée (Figure 58).

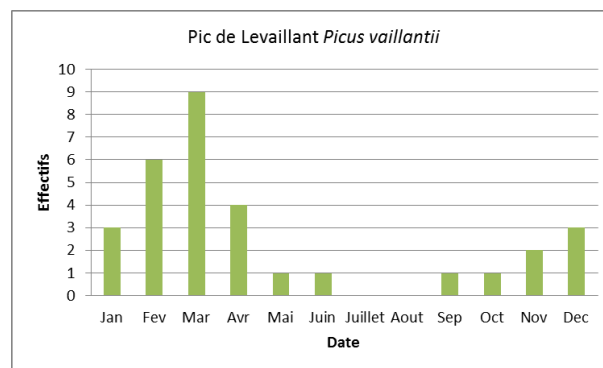


Figure 58: Effectifs du Pic de Levailant *Picus vaillantii* dans la ville de Constantine

1.16. Strigiformes:

Les rapaces nocturnes ont de tout temps suscité l'intérêt des hommes et les ornithologues n'échappent pas à la règle (Dubois et Duquet 2009). Parmi les 9 espèces évoquées dans le livre « *Les oiseaux d'Algérie* » d'Isenmann et Moali, nous retrouvons dans notre site d'étude 4 espèces réparties en deux familles:

1.16.1. Strigidés:

La Chevêche d'Athéna *Athene noctua*, est la plus répandue des rapaces nocturnes dans la ville de Constantine. On peut l'observer aussi au milieu de la journée. Nous avons enregistré

trois nidifications. En 2016 dans la station d'écoute (HI1), et en 2017 dans les stations (HI1) et (GE3) (Figure 59).

La Chouette hulotte *Strix aluco*, n'a été observée qu'en été 2017 dans le jardin de l'établissement hospitalier spécialisé (EHS) de gynécologie-obstétrique de la cité Sidi-Mabrouk située dans la station d'écoute (HI1) (Figure 60) et ce après avoir entendu par hasard son hululement triste.

Le Petit Duc Scops *Otus scops*, nous commençons à entendre son chant à partir du mois d'avril juste au coucher du soleil. Jusqu'en 2017, nous ne l'avons enregistré que dans seulement deux stations (GE3) et (HI1) (Figure 61), et dernièrement en 2018 nous l'avons enregistré dans le jardin public Guessoum à Belouizdad (ex St Jean) en centre-ville de Constantine.

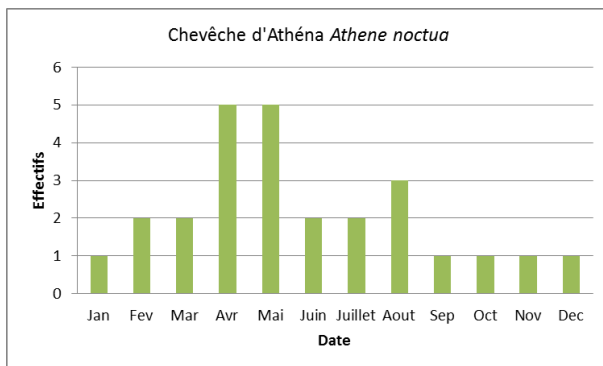


Figure 59: Effectifs de la Chevêche d'Athéna *Athene noctua* dans la ville de Constantine

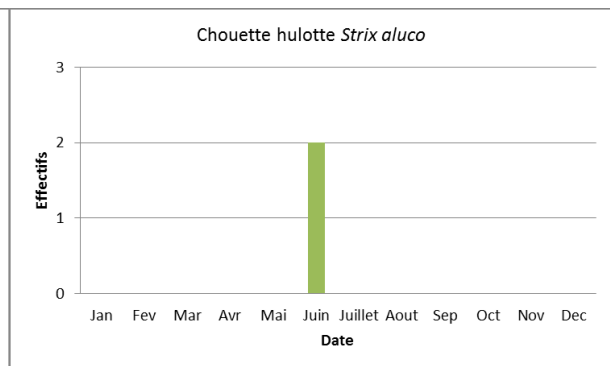


Figure 60: Effectifs de la Chouette hulotte *Strix aluco* dans la ville de Constantine

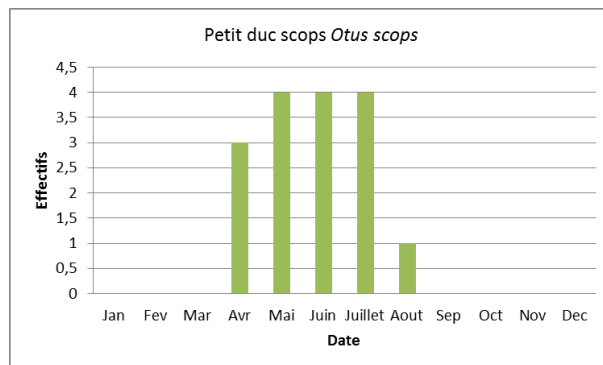


Figure 61: Effectifs du Petit Duc Scops *Otus scops* dans la ville de Constantine

1.16.2. Tytonidés:

Effraie des clochers *Tyto alba*, sa façon de voler sans bruit dans la nuit la rend invisible mais, son cri strident qui déchire la nuit la dévoile, et rapidement nous apercevons sa blancheur dans la nuit qui lui donne des allures de fantôme. Cette espèce nous l'avons observée presque durant toute l'année en vol au-dessus des stations (HI1) et (HC2) (Figure 62).

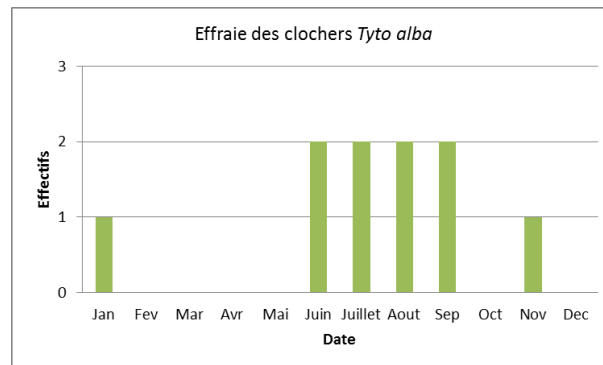


Figure 62: Effectifs de l'Effraie des clochers *Tyto alba* dans la ville de Constantine

Tableau 04: La phénologie des espèces d'oiseaux de la ville de Constantine

Nom Français	Nom scientifique	Nicheur		Non nicheur									
		Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juile	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
Aigle botté	<i>Hieraetus pennatus</i>			1	1	2	1	1	1	1			
Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>			1									
Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	11	11										
Bouscarle de cetti	<i>Cettia cetti</i>	1	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1
Bulbul des jardins	<i>Pycnonotus barbatus</i>	10	20	14	12	10	12	8	6	10	16	14	12
Buse variable	<i>Buteo buteo</i>			2									
Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>				6	14	7	8	12				
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>		30	19	25	29	41	27					
Chevalier culblanc	<i>Tringa ochropus</i>	2	2										
Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleucos</i>	6	8	1									1
Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	1	2	2	5	5	2	2	3	1	1	1	1
Choucas des tours	<i>Coloeus monedula</i>	670	690	700	707	707	700	700	650	680	700	620	630
Chouette hulotte	<i>Strix aluco</i>						2						
Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	9	6	16	16	16	30	30	4				1
Coucou gris	<i>Cuculus canorus</i>					1							
Effraie des clochers	<i>Tyto alba</i>	1					2	2	2	2		1	
Engoulevent d'europe	<i>Caprimulgus europaeus</i>					1							
Epervier d'Europe	<i>Accipiter nisus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	97	103	128	120	122	184	178	164	169	153	136	118
Faucon crécerellette	<i>Falco naumanni</i>			14	32	40	90	85	83				
Faucon pelerin	<i>Falco peregrinus</i>	1	1	2	2	2	4	4	1	1	1	1	1
Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapilla</i>	24	19	28	20	18	21	22	16	10	6	12	15
Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>					1							
Gallinule poule d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	2	2	6	5	8	11	10	11	4	4	3	4
Gobemouche gris	<i>Muscicapa striata</i>				13	27	20	18	32	22			
Goéland leucophée	<i>Larus michahellis</i>			3	2								
Grande Aigrette	<i>Ardea alba</i>		2										
Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	24	21	26	25	20	27	30	28	33	32	29	26
Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>			1									
Guépier d'europe	<i>Merops apiaster</i>				9	9	9	9	9	9			
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>		4	2									
Héron garde-bœufs	<i>Bubulcus ibis</i>	22	25	24	31	26	27	20	14	17	9	10	18
Hirondelle de rochers	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	10	20	30	40	40	40	30	30	10	4		
Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>			60	50	30	80	60	40	70	10		
Martinet à ventre blanc	<i>Tachymarptis melba</i>			17	128	503	701	772	741	156			
Martinet noir	<i>Apus apus</i>			180	430	836	938	1053	1085	529	236		
Merle noir	<i>Turdus merula</i>	117	196	203	262	219	134	122	154	111	96	89	102
Mésange charbonnière	<i>Parus major</i>	5	8	18	27	26	7	6	12	4	3	7	13
Mésange nord africaine	<i>Cyanistes ultramarinus</i>	156	190	132	132	147	99	93	81	79	68	70	76
Milan noir	<i>Milvus migrans</i>			2	2	2	2	2	2	2			
Moineau domesti x espag	<i>Passer sp</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Monticole bleu	<i>Monticola solitarius</i>	1	1	2	2	2	4	4	2	1	1	1	1
Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>	2	8	13	13	30	28	16	9	4	5	7	2
Petit duc scops	<i>Otus scops</i>				3	4	4	4	1				
Pic de Levillant	<i>Picus vaillantii</i>	3	6	9	4	1	1	0	0	1	1	2	3
Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	2495	2586	2710	2835	2938	2911	2854	2787	2899	2653	2495	2501
Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	38	39	32	45	42	40	33	27	31	26	24	29
Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	1	1	6	10	25	23	10	5	0	1	1	1
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	77	30	21						2	12	20	38
Rosignole philomele	<i>Luscinia megarhynchos</i>				2	2	2	2	2	2			
Rouge Gorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	2	2	3	2	3	5	2	3	3	1	1	1
Rouge queue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	5	9	1								3	2
Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	64	38	51	89	112	100	69	77	12	0	20	56
Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>				16	19	19	19	8	6			
Tourterelle maillé	<i>Spilopelia senegalensis</i>			2	2								
Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	365	384	388	410	417	413	415	370	389	397	381	370
Traquet rieur	<i>Oenanthe leucura</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Troglodyte mignon	<i>Troglodytes troglodytes</i>	8	2	6	6	8	0	0	0	2	1	1	3
Verdier d'Europe	<i>Chloris chloris</i>	17	24	42	68	46	30	61	39	20	23	12	47

2. Analyses statistiques:

2.1. Résultats de sondage par la méthode d'échantillonnage appliquée:

Pour cette partie nous allons prendre en considération que les données récoltées à partir de la méthode des indices ponctuels d'abondance et la méthode de suivi des oiseaux nocturnes que nous avons adoptée pour l'étude de l'avifaune de la ville de Constantine qui a conduit à l'obtention des résultats de base pour l'évaluation de cette avifaune nicheuse. Ces données vont être exploitées par les indices écologiques et analysées statistiquement pour déduire la structure et la composition de notre peuplement avien.

Par ailleurs, les relevés des variables du milieu qui ont été enregistrées en parallèle avec celle de l'avifaune dans notre site (structurelle et topographique) nous ont conduits à observer plusieurs habitats différents (tableau 05). C'est par le biais de l'évaluation proportionnelle des variables structurelles de chaque station d'écoute que nous avons pu élaborer ces derniers.

2.1.1. Les espèces contactées pendant la période d'étude:

En effet la période d'étude a commencé à partir de l'année 2015, plus précisément au mois de février. Mais ce que nous avons pris comme données pour cette partie, est la période comprise entre le début de la saison de reproduction des oiseaux et la pleine saison des deux années 2016 et 2017.

Globalement la ville de Constantine abrite une avifaune riche, estimé à 60 espèces recensées au cours d'un cycle annuel (Tableau 04).

Par ailleurs, nous avons effectué deux passages sur le terrain pour chaque année, le premier a été effectué au mois de mars, et le second fin mai début juin. Ces deux passages (138 IPA partiel), ont permis de recenser 57 espèces d'oiseaux dans la ville de Constantine. Parmi ces espèces il y a celles qui ont un territoire étendu, tels certains rapaces (Aigle botté *Hieraaetus pennatus*, Buse variable *Buteo buteo*), et celles que nous considérons comme espèces accidentelles (Engoulevent d'Europe *Caprimulgus europaeus*, Coucou gris *Cuculus canorus*), et celles qui sont de passage (Goéland leucophée *Larus michahellis*). Les espèces inféodées au milieu aérien nichent généralement en colonies dans des milieux particuliers comme les talus (Guêpier d'Europe *Merops apiaster*). Les espèces hivernantes (Aigrette garzette *Egretta garzetta*, Héron cendré *Ardea cinerea*, Chevalier guignette *Actitis*

hypoleucos, Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros*, Pouillot véloce *Phylloscopus collybita*), et les moineaux (Moineau domestique *Passer domesticus*, Moineau espagnol *Passer hispaniolensis*, Moineau hybride) qui sont très difficile à distinguer vu leurs comportement grégaire et agité.

Au total 13 espèces ne seront pas retenues pour le besoin de certaines analyses statistiques mais le seront toutefois dans l'analyse globale qui traite de toutes les espèces du peuplement de la ville de Constantine.

Tableau 05 : Proportion des variables structurelle dans chaque station d'écoute

		75 à 100%	50 à <75%	25 à < 50%	< 25%	0%	
Station d'écoute	Coordonnée géographique	Bm: Bloc minéral (immeubles, poteaux électriques, Falaises rocheuses,,)	Ar: Arbres	Vb: Végétation buissonnantes et arbustes	Vh: Végétation herbacées et broussailles	O: Oued et cours d'eau	
ZA1	36°19'50.54"N 6°36'26.94"E						
ZA2	36°20'16.67"N 6°38'16.24"E						
GE1	36°20'54.52"N 6°37'45.75"E						
GE2	36°20'28.04"N 6°37'11.16"E						
GE3	36°18'31.16"N 6°37'19.26"E						
HC1	36°23'1.40"N 6°38'25.26"E						
HC2	36°20'4.48"N 6°34'38.84"E						
HC3	36°23'23.25"N 6°38'30.70"E						
BD1	36°22'2.32"N 6°36'41.03"E						
BD2	36°21'38.90"N 6°37'43.73"E						
IA1	36°20'24.97"N 6°38'43.84"E						
IA2	36°19'46.69"N 6°37'58.67"E						
IA3	36°20'5.29"N 6°35'34.06"E						
BP1	36°21'48.30"N 6°36'16.17"E						
BP2	36°21'27.42"N 6°36'33.34"E						
BP3	36°21'1.01"N 6°36'46.98"E						
EV1	36°22'28.61"N 6°37'19.00"E						
EV2	36°22'21.97"N 6°36'29.83"E						
EV3	36°21'26.44"N 6°36'6.10"E						
HI1	36°21'54.87"N 6°38'29.12"E						
HI2	36°19'35.76"N 6°34'30.25"E						
HI3	36°21'10.27"N 6°36'19.02"E						
GC	36°22'8.35"N 6°37'5.60"E						

Le classement systématique des espèces étudiées nous a illustré que notre peuplement d’oiseaux appartient à 16 ordres et à 29 familles (Tableau 06). L’ordre des passeriformes renferment 12 familles et 25 espèces soit 43,85 % de l’ensemble de celles rencontrées. Les autres ordres les plus représentés sont les Colombiformes avec 5 espèces. Les Accipitriformes et les Strigiformes comptent chacun 4 espèces (Tableau 07). Les Falconiformes et les Péléciformes renferment chacun 3 espèces, les Apodiformes , les Charadriiformes et les Galliformes qui comptent chacun 2 espèces. Les ordres qui regroupent une seule espèce sont les Ansériformes, les Caprimulgiformes, les Ciconiiformes, les Coraciiformes, les Cuculiformes, les Gruiformes, et les Piciformes (Figure 63).

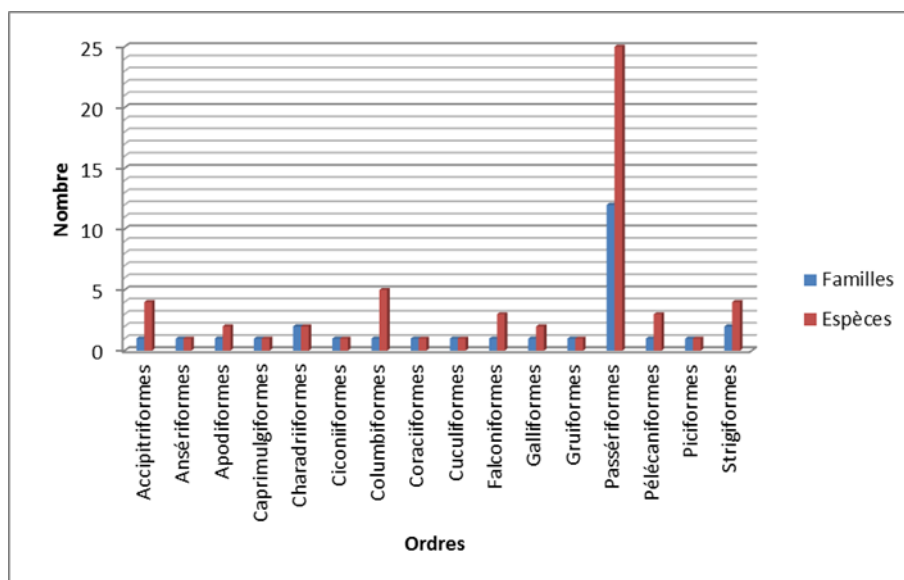


Figure 63 : Classement systématique des ordres des espèces d’oiseaux de la ville de Constantine selon le nombre de familles et le nombre d’espèces.

Les familles les plus diversifiées en nombre d’espèces sont les Muscicapidés et les Colombidés qui regroupent respectivement six et cinq espèces, suivies des Accipitridés avec quatre espèces et les Falconidés, les Fringillidés, les Ardéidés et les Strigidés avec trois espèces chacune (Tableau 07).

D’autres familles, moins bien représentées méritent cependant d’être citées. Il s’agit des Apodidés, des Phasianidés, des Corvidés, des Hirundinidés, des Paridés, des Passéridés, des Sylviidés, et des Turdidés regroupant deux espèces chacune. Les autres familles ne comptent qu’une seule espèce (Figure 64 a).

Tableau 06 : Classement systématique des espèces contactées dans la ville de Constantine

Ordre	Famille	Espèces nom scientifique	Espèces nom français
Accipitriformes	Accipitridées	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Aigle botté
		<i>Buteo buteo</i>	Buse variable
		<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe
		<i>Milvus migrans</i>	Milan noir
Ansériformes	Anatidées	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert
Apodiformes	Apodidées	<i>Tachymarptis melba</i>	Martinet à ventre blanc
		<i>Apus apus</i>	Martinet noir
Caprimulgiformes	Caprimulgidés	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Engoulevent d'europe
Charadriiformes	Scolopacidées	<i>Tringa ochropus</i>	Chevalier culblanc
		<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guignette
	Laridées	<i>Larus michahellis</i>	Goéland leucophée
Ciconiiformes	Ciconiidées	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche
Columbiformes	Columbidées	<i>Columba livia</i>	Pigeon biset
		<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier
		<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois
		<i>Spilopelia senegalensis</i>	Tourterelle maillé
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque
Coraciiformes	Méropidées	<i>Merops apiaster</i>	Guépier d'europe
Cuculiformes	Cuculidées	<i>Cuculus canorus</i>	Coucou gris
Falconiformes	Falconidées	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle
		<i>Falco naumanni</i>	Faucon crécerellette
		<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pelerin
Galliformes	Phasianidées	<i>Coturnix coturnix</i>	Caille des blés
		<i>Alectoris barbara</i>	Perdrix gabra
Gruiformes	Rallidées	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule d'eau
Passériformes	Cettidées	<i>Cettia cetti</i>	Bouscarle de cetti
	Corvidées	<i>Coloeus monedula</i>	Choucas des tours
		<i>Corvus corax</i>	Grand Corbeau
	Fringillidées	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres
		<i>Serinus serinus</i>	Serin cini
		<i>Chloris chloris</i>	Verdier d'Europe
	Hirundinidées	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Hirondelle de rochers
		<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique
	Motacillidées	<i>Motacilla cinerea</i>	Bergeronnette des ruisseaux
	Muscicapidées	<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris
		<i>Monticola solitarius</i>	Monticole bleu
		<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rosignole philomele
		<i>Erithacus rubecula</i>	Rouge Gorge familier
		<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rouge queue noir
		<i>Oenanthe leucura</i>	Traquet rieur
Paridées	<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	
	<i>Cyanistes ultramarinus</i>	Mésange nord africaine	

	Passéridées	<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique
		<i>Passer hispaniolensis</i>	Moineau espagnol
	Phylloscopidées	<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce
	Pycnonotidées	<i>Pycnonotus barbatus</i>	Bulbul des jardins
	Sylviidées	<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire
		<i>Sylvia melanocephala</i>	Fauvette mélanocéphale
	Troglodytidées	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon
	Turdidées	<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine
<i>Turdus merula</i>		Merle noir	
Pélécaniformes	Ardéidées	<i>Egretta garzetta</i>	Aigrette garzette
		<i>Ardea alba</i>	Grande Aigrette
		<i>Ardea cinerea</i>	Héron cendré
		<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-bœufs
Piciformes	Picidées	<i>Picus vaillantii</i>	Pic de Levillant
Strigiformes	Strigidées	<i>Athene noctua</i>	Chevêche d'Athéna
		<i>Strix aluco</i>	Chouette hulotte
		<i>Otus scops</i>	Petit duc scops
	Tytonidées	<i>Tyto alba</i>	Effraie des clochers
16	29	57	

Ainsi, la famille la plus dominante en nombre de couples est la famille des Colombidés qui occupent plus de 47% de l'abondance totale de l'ensemble du peuplement. Ensuite viennent les Apodids avec 22% et les Corvidées avec 10%. Les Paridés, les Fringillidés, les Turdidés et les Falconidés occupent plus de 12,33% de l'abondance totale de l'ensemble du peuplement (Tableau 08).

D'autres familles présentent une abondance faible de l'ordre de 10 à 60 couples. Il s'agit des Pycnonotidés, des Ciconiidés, des Anatidés, des Ardéidés, des Phasianidés, des Muscicapidés, des Sylviidés, des Phylloscopidés et des Hirundinidés.

Le reste des autres familles représente une abondance très faible de l'ordre de 0,5 couple à huit couples (Figure 64 b).

2.1.2. Analyse du tableau d'espèces nicheuses et de la valeur d'IPA moyenne:

Les valeurs des IPA moyens des espèces d'oiseaux échantillonnés sont variables d'une espèce à une autre. La valeur la plus élevée est de 21,29 et elle appartient à l'espèce *Columba livia* (Pigeon biset), parce qu'elle a été représentée par un nombre très important de couples (1469 couples). On a utilisé la valeur maximale IPA max de l'un des deux passages.

Ces couples nidifient dans les infrastructures urbaines inclus dans notre site d'étude (ville de Constantine) et dans les falaises des gorges du Rhumel (Bm).

Tableau 07 : Classification systématique des familles des espèces avifaunistiques de la ville de Constantine suivant le nombre d'espèces et le nombre de couples.

Familles	Nombre d'espèces	Nombre de couple
Accipitridées	4	3,5
Anatidées	1	17,5
Apodidées	2	798,5
Caprimulgidés	1	0,5
Scolopacidées	1	0,5
Laridées	1	1,5
Ciconiidées	1	14
Columbidées	5	1724,5
Méropidées	1	4,5
Cuculidées	1	1
Falconidées	3	105,5
Phasianidées	2	25
Rallidées	1	5,5
Cettidées	1	3
Corvidées	2	370
Fringillidées	3	113
Hirundinidées	2	60
Muscicapidées	6	26
Paridées	2	121
Passéridées	2	—
Phylloscopidées	1	38,5
Pycnonotidées	1	10
Sylviidées	2	29
Troglodytidées	1	8
Turdidées	2	108
Ardéidées	3	21
Picidées	1	5,5
Strigidées	3	8
Tytonidées	1	1
Total	29	3624

Le deuxième rang est partagé par les espèces suivantes: *Apus apus* (Martinet noir), *Tachymarptis melba* (Martinet à ventre blanc), *Coloeus monedula* (Choucas des tours), qui sont représentées respectivement par des valeurs d'IPA moyens qui sont par ordre d'importance décroissant (5,98. 5,59. 5,12) dont eux ont la particularité de nidifier dans des

infrastructures urbaines et/ou dans les falaises des gorges du Rhumel (Bm). La Tourterelle turque *Streptopelia decaocto* (IPA moyen égal à 3,14 couples) présente presque dans toute la ville, nidifie quasiment dans les arbres mais, nous avons enregistré quelques couvées dans des édifices anthropiques.

Notons par ailleurs ces autres valeurs qui sont par ordre d'importance décroissant (1,65. 1,38 et 1,12) correspondent respectivement aux espèces suivantes : *Turdus merula* (Merle noire) buissonnante, *Cyanistes ultramarinus* (Mésange nord-africaine) arboricole et bloc minéral et *Falco tinnunculus* (Faucon crécerelle) bloc minéral, représentées par un nombre plus au moins important de couples répartis presque dans tous les points d'écoute.

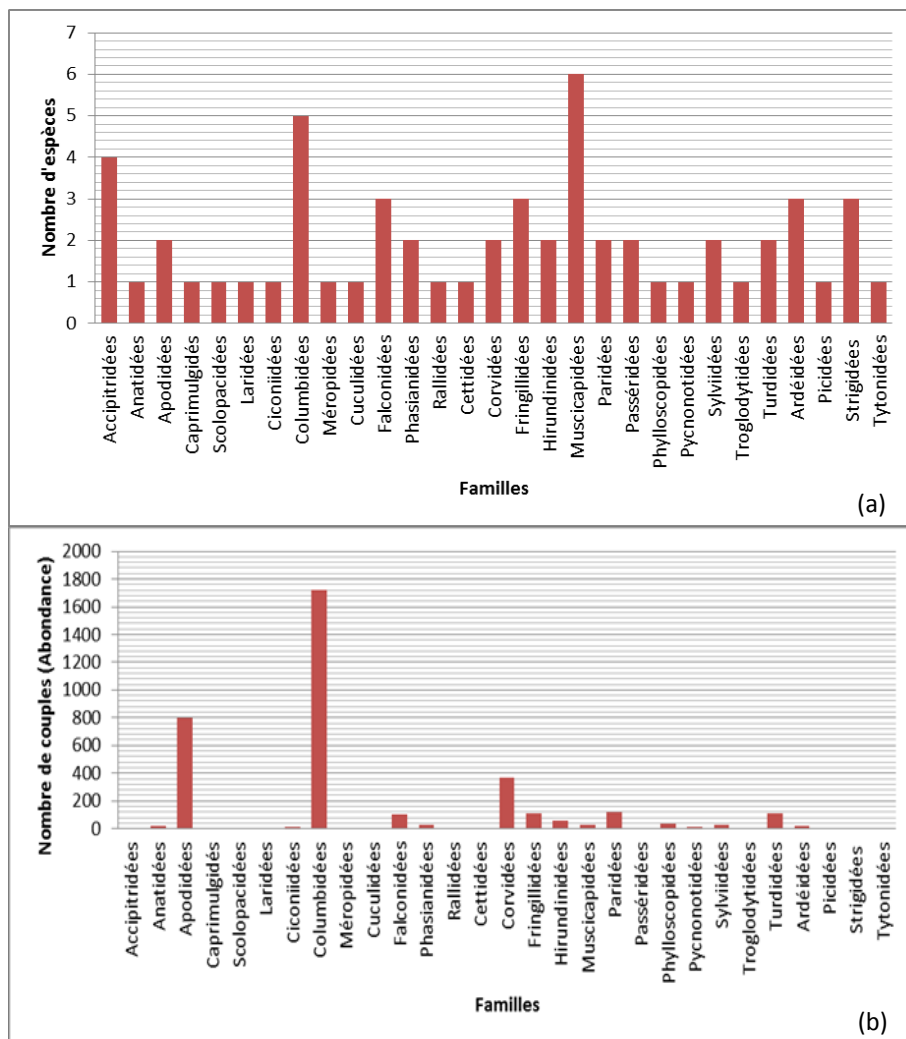


Figure 64 : Classement systématique des familles d'oiseaux de la ville de Constantine selon le nombre d'espèces (a) et le nombre de couples (abondance) (b).

Tableau 08 : Abondance, IPA moyen, fréquences centésimales (FC), guildes (site de nidification) et les catégories trophiques des espèces d'oiseaux nicheurs dans la ville de Constantine.

Code	Espèces (Nom scientifique)(Nom français)		Abondance	IPAm	FC (%)	Site de Nidification	Catégorie trophique
Sp4	<i>Cettia cetti</i>	Bouscarle de cetti	3	0,04	0,08	Vb	Insectivore
Sp5	<i>Pycnonotus barbatus</i>	Bulbul des jardins	10	0,14	0,28	Ar	Polyphage
Sp7	<i>Coturnix coturnix</i>	Caille des blés	11,5	0,17	0,32	Vh	Granivore
Sp8	<i>Anas platyrhynchos</i>	Canard colvert	17,5	0,25	0,48	O	Polyphage
Sp11	<i>Athene noctua</i>	Chevêche d'Athéna	3	0,04	0,08	Bm	Insect-carnivore
Sp12	<i>Coloeus monedula</i>	Choucas des tours	353,5	5,12	9,75	Bm	Polyphage
Sp13	<i>Strix aluco</i>	Chouette hulotte	1	0,01	0,03	Ar	Carnivore
Sp14	<i>Ciconia ciconia</i>	Cigogne blanche	14	0,20	0,39	Ar-Bm	Insect-carnivore
Sp16	<i>Tyto alba</i>	Effraie des clochers	1	0,01	0,03	Bm	Carnivore
Sp18	<i>Accipiter nisus</i>	Epervier d'Europe	0,5	0,01	0,01	Ar	Carnivore
Sp19	<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	77,5	1,12	2,14	Bm	Carnivore
Sp20	<i>Falco naumanni</i>	Faucon crécerellette	27	0,39	0,75	Bm	Insect-carnivore
Sp21	<i>Falco peregrinus</i>	Faucon pelerin	1	0,01	0,03	Bm	Carnivore
Sp22	<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	28	0,41	0,77	Vb	Insectivore
Sp23	<i>Sylvia melanocephala</i>	Fauvette mélanocéphale	1	0,01	0,03	Vb	Insectivore
Sp24	<i>Gallinula chloropus</i>	Gallinule poule d'eau	5,5	0,08	0,15	O	Polyphage
Sp25	<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	16	0,23	0,44	Ar	Insectivore
Sp28	<i>Corvus corax</i>	Grand Corbeau	16,5	0,24	0,46	Ar - Bm	Carnivore
Sp29	<i>Turdus viscivorus</i>	Grive draine	0,5	0,01	0,01	Ar	Polyphage
Sp32	<i>Bubulcus ibis</i>	Héron garde-bœufs	18,5	0,27	0,51	Ar	Insectivore
Sp33	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	Hirondelle de rochers	20	0,29	0,55	Bm	Insectivore
Sp34	<i>Hirundo rustica</i>	Hirondelle rustique	40	0,58	1,10	Bm	Insectivore
Sp35	<i>Tachymarptis melba</i>	Martinet à ventre blanc	386	5,59	10,65	Bm	Insectivore
Sp36	<i>Apus apus</i>	Martinet noir	412,5	5,98	11,38	Bm	Insectivore
Sp37	<i>Turdus merula</i>	Merle noir	107,5	1,56	2,97	Vb	Polyphage
Sp38	<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	26	0,38	0,72	Ar	Insectivore
Sp39	<i>Cyanistes ultramarinus</i>	Mésange nord africaine	95	1,38	2,62	Ar-Bm	Insectivore
Sp40	<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	1	0,01	0,03	Bm	Carnivore
Sp41	<i>Monticola solitarius</i>	Monticole bleu	2	0,03	0,06	Vb	Insectivore
Sp42	<i>Alectoris barbara</i>	Perdrix gabra	13,5	0,20	0,37	Vh	Granivore
Sp43	<i>Otus scops</i>	Petit duc scops	4	0,06	0,11	Ar	Carnivore
Sp44	<i>Picus vaillantii</i>	Pic de Levallant	5,5	0,08	0,15	Ar	Insectivore
Sp45	<i>Columba livia</i>	Pigeon biset	1469	21,29	40,54	Bm	Granivore
Sp46	<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	25	0,36	0,69	Ar	Frugivore
Sp47	<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	25	0,36	0,69	Ar	Polyphage
Sp49	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Rossignole philomele	2	0,03	0,06	Vb	Insectivore
Sp50	<i>Erithacus rubecula</i>	Rouge Gorge familier	5	0,07	0,14	Vb	Insectivore
Sp52	<i>Serinus serinus</i>	Serin cini	57	0,83	1,57	Ar	Granivore
Sp53	<i>Streptopelia turtur</i>	Tourterelle des bois	12,5	0,18	0,34	Ar	Granivore
Sp54	<i>Spilopelia senegalensis</i>	Tourterelle maillé	1	0,01	0,03	Ar	Granivore
Sp55	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque	217	3,14	5,99	A-Bm	Granivore
Sp56	<i>Oenanthe leucura</i>	Traquet rieur	1	0,01	0,03	Vb	Insectivore
Sp57	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon	8	0,12	0,22	Vb	Insectivore
Sp58	<i>Chloris chloris</i>	Verdier d'Europe	31	0,45	0,86	Ar	Granivore
Nombre total d'espèces		44					

Les valeurs les plus faibles appartiennent aux espèces qui ont une faible abondance en couples par rapport au site d'étude tel que :

Falco peregrinus (Faucon pelerin), *Accipiter nisus* (Epervier d'Europe), *Milvus migrans* (Milan noir), ces rapaces ne supportent pas les nuisances sonores émis dans la ville.

Sylvia melanocephala (fauvette mélanocéphle), *Luscinia megarhynchos* (Rossignol philomèle), *Cettia cetti* (Bouscarle de cetti), *Erithacus rubecula* (Rougegorge familier), des insectivores qui préfèrent plutôt les broussailles avec la présence de cours d'eaux.

Turdus viscivorus (Grive draine), *Monticola solitarius* (Monticole bleu), *Oenanthe leucura* (Traquet rieur), vivent habituellement seuls.

Picus vaillantii (Pic de levaillant), espèces typiques des habitats forestiers.

Spilopelia senegalensis (Tourterelle maillé) préfère mieux l'étage bioclimatique humide.

Les strigidées et les Tytonidées, rapaces nocturnes, dont le recensement demande beaucoup de focalisation (Tableau 08).

2.1.3. Caractéristiques trophiques du peuplement avien dans la ville de Constantine:

Les espèces qu'on a recensées dans la ville de Constantine appartiennent à plusieurs catégories trophiques, le tableau 8 caractérise ces espèces selon cette classification.

La figure ci-dessous, illustre les résultats relatifs aux différentes catégories trophiques auxquelles appartiennent nos différentes espèces aviennes échantillonnées dans notre site en question.

L'analyse des caractéristiques trophiques du peuplement avien de la ville de Constantine nous révèle que la catégorie trophique la plus importante est celle des insectivores qui représente 43% du peuplement. Par contre, nous notons une contribution très faible des Frugivores avec une proportion de 2%. Les autres proportions sont par ordre d'importance décroissante de 22%, 17%, et 15%, et qui correspondent respectivement aux catégories trophiques Carnivore, Granivore et Polyphage.

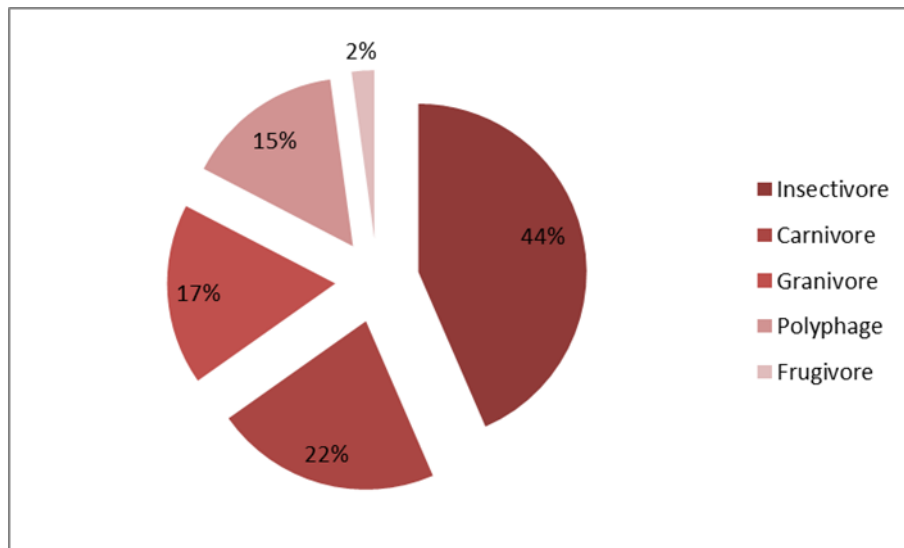


Figure 65 : Représentation des catégories trophiques du peuplement avien nicheur dans la ville de Constantine

2.2. Dynamique du peuplement avien dans la ville de Constantine:

Pour plus de fiabilité à nos données nous avons opté pour l'utilisation des indices écologiques de composition et de structure.

2.2.1. Exploitation des résultats par les indices écologiques de composition:

Les résultats obtenus grâce à la méthode des IPA sont exprimés par la richesse totale et la fréquence d'occurrence.

2.2.1.1. La richesse totale (S):

Le nombre total des espèces recensées dans la ville de Constantine entre la période qui s'étale du mois de mars au mois de juin est de 57 espèces, la richesse totale des espèces nicheuse (S) est égale à 44, la richesse des espèces nicheuses au niveau de chaque station d'écoute est bien détaillée dans le tableau ci-dessous (Tableau 09).

L'évolution de la richesse totale est étroitement liée avec l'évolution des milieux, et par la présence de diverses niches écologiques (Telailia 2002). Par conséquent la station d'écoute la plus riche en espèces d'oiseaux est (EV2) avec l'enregistrement de 30 espèces nicheuses, car les variables structurelles qui composent cette station se présentent comme suit : la

variable bloc minéral (Bm) constitue moins de 25% de la structure globale de cette station, la variable Arbres (Ar) est supérieure à 25% et inférieure à 50%, pareille pour la variable végétation buissonnante ($25% < Vb < 50%$). Pour la variable végétations herbacées elle est inférieure à 25%, et pour la variable oued et cours d'eaux elle est de moins de 25% ($O < 25%$). De ce fait, cette station présente un habitat avec plus de 75% de couverture végétale dont plus de 50% est représenté par des arbres et des buissons avec la présence d'eaux (Oued Rhumel), et un bloc minéral majoritairement constitué du rocher de Constantine, ce qui justifie la diversité des niches écologiques et ainsi l'installation d'un nombre important d'espèces d'oiseaux nicheurs dans cette station (EV2).

La richesse spécifique la plus faible que nous avons enregistré est de 7 espèces, nous l'avons noté dans plusieurs stations d'écoute : (HC1), (HC3), (IA1), (BP2), (HI2) et (HI3). Toutes ces stations appartiennent au secteur suburbain mis à part la station (BP2) qui représente le quartier du Bardo qui a été complètement transformé dans les années 2000. Toutes ces stations du secteur suburbain ont été construites à partir des années 1980, sauf celle de Bellevue (HI3) qui date de l'époque coloniale mais tous les immeubles ont été quasiment transformés depuis l'indépendance à ce jour.

En effet, la variable (Bm) qui compose ces différentes stations se constitue d'édifices anthropiques, qui ne datent pas de longtemps. Elle correspond à environ 50% de l'ensemble des variables structurelles pour chaque station, et elle abrite 4 espèces nicheuses seulement : *Falco tinnunculus* (Faucon crécerelle), *Apus apus* (Martinet noir), *Passer sp* (Moineau) et *Columba livia* (Pigeon biset). Les 3 autres espèces sont les mêmes que l'on rencontre dans les différentes stations en question : *Turdus merula* (Merle noir) buissonnante, *cyanistis ultramarinus* (Mésange nord-africaine), *Streptopelia decaocto* (Tourterelle turque) arboricole (Tableau 08).

Pour les autres stations d'écoute, leur richesse en oiseaux nicheurs est liée aux caractères et aux proportions des variables structurelles qui composent ces milieux en leur offrant des habitats bien distincts les uns des autres.

Tableau 09 : La richesse spécifique totale (S) dans chaque station d'écoute et dans notre site d'étude

Station d'écoute	Nombre d'espèces d'oiseaux contacté	75 à 100% 50 à <75% 25 à <50% < 25% 0%					Nombre d'espèces d'oiseaux nicheurs (S)
		Bm: Bloc minéral (immeubles, poteaux électriques, Falaises rocheuses,,,))	Ar: Arbres	Vb: Végétation buissonnantes et arbustes	Vh: Végétation herbacées et broussailles	O: Oued et cours d'eau	
ZA1	14	3	4	1	1	0	9
ZA2	14	3	3	2	1	1	10
GE1	12	3	4	2	0	0	9
GE2	13	4	7	1	0	0	12
GE3	15	4	7	2	0	0	13
HC1	7	4	2	1	0	0	7
HC2	17	7	2	2	1	0	12
HC3	7	4	2	1	0	0	7
BD1	10	6	2	1	0	0	9
BD2	11	4	4	1	0	0	9
IA1	9	4	2	1	0	0	7
IA2	20	7	7	1	3	0	18
IA3	10	5	3	1	0	0	9
BP1	17	6	4	2	1	0	13
BP2	7	4	2	1	0	0	7
BP3	8	4	3	1	0	0	8
EV1	15	4	5	1	2	0	12
EV2	38	8	13	7	0	2	30
EV3	18	5	7	4	0	0	16
HI1	27	5	11	4	0	0	20
HI2	7	4	2	1	0	0	7
HI3	8	4	2	1	0	0	7
GC	34	10	9	9	1	0	29
Total	23	57					44

2.2.1.2. La fréquence d'occurrence (Fi):

Pour connaître la participation de chaque espèce au total du peuplement recensé, les oiseaux nicheurs contactés ont été classés en 5 catégories de fréquences à partir de (Fi) de chaque espèce.

Ce paramètre a pour but de voir l'homogénéité de la répartition de l'avifaune étudiée. (Felous 1989). Il existe des espèces dont le contact reste aléatoire dû à un comportement

discret les rendant difficiles à détecter, ou leur distribution dans le milieu est irrégulière. La figure 66 montre la variation de fréquence d'occurrence des oiseaux dans la ville de Constantine.

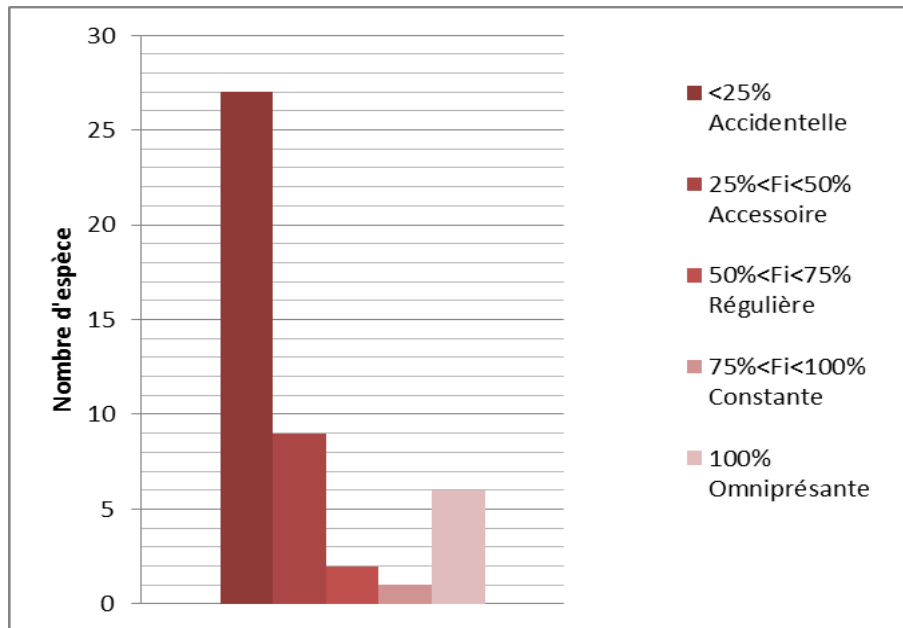


Figure 66 : Les classes de fréquence d'occurrence (Fi) des espèces nicheuse dans la ville de Constantine

La fréquence d'occurrence des espèces est modelée par le milieu. Les espèces omniprésentes ($F_i=100\%$) sont peu nombreuses à savoir le Pigeon biset *Columba livia* et le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*, la Tourterelle turque *Streptopelia decaocto*, la Mésange nord-africaine *Cyanistes ultramarinus*, Merle noir *Turdus merula* et le moineau *Passer sp.* Ces six espèces trouvent leur exigence écologique (alimentation et habitat) dans divers milieux de la ville, même si leur site de nidification n'est pas le même, elles ne sont guère dérangées par l'activité humaine.

Les espèces accidentelles qui sont relativement nombreuses dans notre site, sont dues au fait qu'elles ont une très faible abondance relative et une forte exigence envers leur milieu tels que les Muscicapidées et les rapaces diurnes comme le Faucon crécerelle *Falco naumanni*, le Faucon pèlerin *Falco peregrinus*, le Milan noir *Milvus migrans*, l'Épervier d'Europe *Accipiter nisus* et bien d'autres espèces.

2.2.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques de structure:

La nécessité de l'utilisation des indices écologiques de structure est de construire une image de la répartition du peuplement, c'est-à-dire de déterminer le type de répartition des espèces qui construisent le peuplement d'oiseaux échantillonnés. Ces indices ont été mentionnés dans le chapitre précédent.

2.2.2.1. L'indice de diversité de Shannon et Weaver (H'):

Cet indice mesure le degré de complexité d'un peuplement. Une valeur élevée de cet indice correspond à un peuplement à grand nombre d'espèces pour un petit nombre d'individus. A l'inverse, une valeur faible de ce dernier correspond soit à un peuplement caractérisé par un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus, soit à un peuplement dans lequel il y a une espèce dominante (Daget 1979). Par ailleurs les valeurs de l'indice de diversité (H') des différentes stations varient entre 1,9 et 3,6. C'est dans les stations (EV2) et (GC) que nous avons enregistré les valeurs de (H') les plus élevées, par contre les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans les stations (HC1) (HC3) (BP2) et (HI2) (Tableau 10).

2.2.2.2. L'indice d'Équitabilité (E):

L'indice d'équitabilité (E) permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité de Shannon ne peut pas estimer (Daget 1979). Plus sa valeur a tendance à se rapprocher de un plus il traduit un peuplement équilibré. (Legendre et Legendre 1979). De ce fait l'évolution de la structure du peuplement peut être exprimée de façon plus intéressante par l'évolution temporelle de son indice d'équitabilité.

Dans notre étude la valeur de cet indice, varie de 0,69 à 0,83 et dépend de la station d'écoute. Globalement, il est plus au moins proche de un ce qui explique que notre peuplement est potentiellement en équilibre. Les faibles valeurs de cet indice signifient que dans notre peuplement, des espèces sont largement dominantes et que d'autres sont rares.

Tableau 10 : Indice de diversité (H'), indice d'équitabilité (E), richesse spécifique (S) et le nombre d'individus des espèces d'oiseaux nicheurs dans chaque station d'écoute de la ville de Constantine.

Station d'écoute	Indice de diversité (H')	Indice d'équitabilité (E)	Richesse spécifique (S)	Nombre d'individus (Ns)
ZA1	2,639	0,833	9	120
ZA2	2,565	0,772	10	130
GE1	2,398	0,756	9	121
GE2	2,485	0,693	12	194
GE3	2,708	0,732	13	275
HC1	1,946	0,693	7	320
HC2	2,833	0,790	12	261
HC3	1,946	0,693	7	261
BD1	2,303	0,726	9	773
BD2	2,398	0,756	9	226
IA1	2,197	0,783	7	118
IA2	2,944	0,706	18	251
IA3	2,303	0,726	9	92
BP1	2,773	0,749	13	436
BP2	1,946	0,693	7	89
BP3	2,079	0,693	8	477
EV1	2,708	0,755	12	146
EV2	3,638	0,741	30	937
EV3	2,890	0,723	16	351
HI1	3,296	0,763	20	262
HI2	1,946	0,693	7	124
HI3	2,079	0,741	7	277
GC	3,497	0,720	29	1283

2.3.Relation du peuplement avien avec l'écosystème urbain : Analyse Canonique des Correspondance (ACC):

Pour mieux comprendre les mécanismes d'organisation de l'avifaune dans le gradient d'urbanisation de la ville de Constantine, il nous a été très utile d'étudier comment la répartition des oiseaux est modélisée par les variables environnementales composant ce gradient d'urbanisation. À cet effet une Analyse Canonique de Correspondances (ACC) a été réalisée entre la matrice des oiseaux nicheurs (44 espèces) (Tableau 08) et la matrice des variables environnementales (Cinq variables).

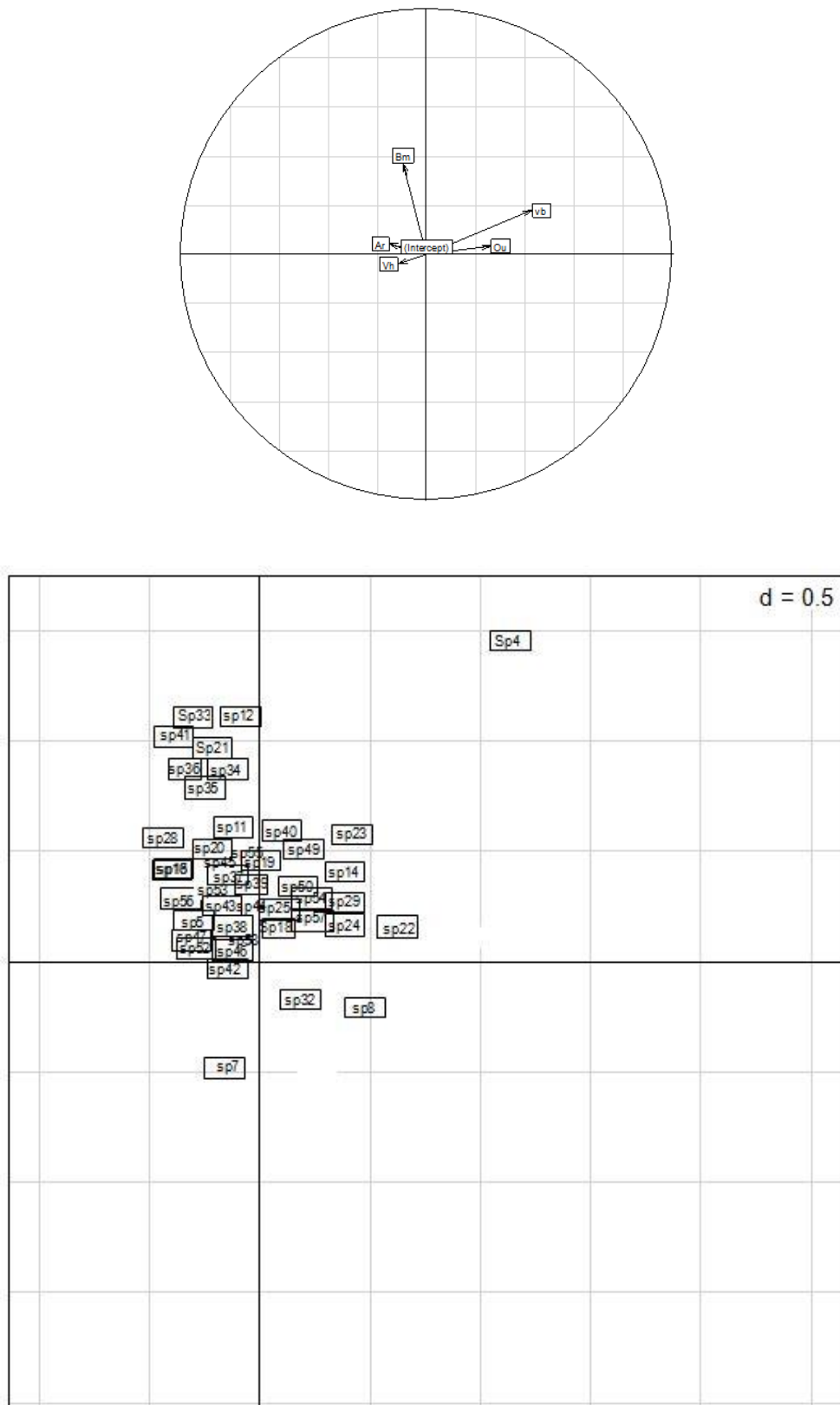


Figure 67 : Ordination des espèces d'oiseaux selon l'analyse canonique des correspondances. Plan factoriel (1X3)

Les abréviations des variables environnementales sont définies dans le texte et les codes des espèces et leurs noms scientifiques sont donnés au tableau 08.

Cette analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel statistique R. Ce logiciel sert à manipuler des données, à tracer des graphiques et à faire des analyses statistiques sur ces données. Il est gratuit et téléchargeable sur internet via son site officiel : www.r-project.org.

Les représentations graphiques d'ordination issues de l'ACC indiquent sans énigme le rôle joué par les variables environnementales dans l'organisation de l'avifaune nicheuse le long du gradient d'urbanisation de la ville de Constantine.

En effet le premier axe de l'ACC permet de distinguer les espèces liées au recouvrement de la structure végétale buissonnante (Vb) et la présence des cours d'eaux et oueds (Ou). À l'opposé les espèces d'oiseaux attachées au recouvrement de la structure végétale arborée (Ar) et à la structure végétale herbacée (Vh). Le deuxième axe permet de distinguer plus aisément les espèces plutôt liées au recouvrement de la structure minéralisée (Bm).

Pour mieux comprendre la relation entre les stations d'écoute, les variables environnementales et la répartition des oiseaux, nous avons ajouté aux interprétations de chaque axe d'ordination issue de l'ACC un tableau d'appui explicatif.

Le côté droit selon le premier axe de l'ordination comprend les espèces liées au recouvrement de la structure végétale buissonnante (Vb), soit la fauvette à tête noire (sp 22), troglodyte mignon (sp 57) et le rouge gorge familier (sp 50) et les espèces liées à la présence des cours d'eaux et Oueds (Ou), soit le canard colvert (sp 8), gallinule poule d'eau (sp 24), la cigogne blanche (sp 14) et le héron garde bœuf (sp 32).

Tableau 11 : tableau d'appui explicatif pour le premier axe d'ordination de l'ACC (Côté positif)

Code	Nom de l'espèce	Les différents sites de nidification								1er axe (à droite) espèces liée à (Vb)
Sp22	Fauvette à tête noire	ZA2	BP1	EV2	EV3	HI1	GC			
Sp57	Troglodyte mignon	EV2	EV3	HI1	GC					
Sp50	Rouge Gorge familier	EV2	GC	GE1						
Code	Nom de l'espèce	Les différents sites de nidification								1er axe (à droite) espèces liées à (Ou)
Sp8	Canard colvert	EV2	ZA2							
Sp14	Cigogne blanche	ZA1	ZA2	IA2	IA3	EV2				
Sp24	Gallinule poule d'eau	EV2								
Sp32	Héron garde-bœufs	ZA1	HC2	EV2	EV3	HI1				

À partir du Tableau 11 nous pouvons bien voir l'apparition de la station d'écoute EV2 qui fait partie du secteur périurbain et que l'on peut la localiser sur la partie positive du premier axe.

Dans l'autre côté négatif du premier axe de l'ordination se trouvent les espèces attachées au recouvrement de la structure végétale arborée (Ar), soit le pigeon ramier (sp 46), le serin cini (sp 52) et le pinson des arbres (sp 47) ainsi que les espèces liées au recouvrement de la structure végétale herbacée (Vh), soit la caille des blés (sp 7) et la perdrix gabra (sp 42).

Tableau 12 : tableau d'appui explicatif pour le premier axe d'ordination de l'ACC (Côté négatif)

Code	Nom de l'espèce	Les différents sites de nidification										1 er axe (à gauche)
Sp46	Pigeon ramier	ZA1	GE1	IA2	EV2	EV3	GC					espèces liées à (Ar)
Sp47	Pinson des arbres	ZA2	GE2	EV1	EV3	HI1	GC					
Sp52	Serin cini	GE1	GE2	GE3	IA2	EV1	EV2	EV3	HI1	GC		
Code	Nom de l'espèce	Les différents sites de nidification										1 er axe (à gauche)
Sp7	Caille des blés	ZA1	ZA2	IA2	EV1							espèces liées à (Vh)
Sp42	Perdrix gabra	HC2	IA2	EV1	HI3	GC						

Nous pouvons remarquer, mis à part les stations GC et EV3, l'absence des stations représentatives du secteur centre. Ces deux stations constituent ce que l'on appelle les taches d'habitats (espaces verts). De plus, si nous observons les stations dont les espèces (sp7), (sp 8) et (sp 32) ont effectuées des nidifications (Tableau 11) (Tableau 12), nous réalisons que la plupart de ces stations appartiennent au secteur périurbain notamment les stations d'écoute (ZA1), (ZA2) et (EV1).

Sur le second axe du côté positif sont présentées les espèces liées au recouvrement de la structure minéralisée : le choucas des tours (sp 12), l'hirondelle des rochers (sp 33), le monticole bleu (sp 41), le faucon pèlerin (sp 21), le martinet à ventre blanc (sp 35), le martinet noir (sp 36) et l'hirondelle rustique (sp 34).

Tableau 13 : Tableau d'appui explicatif pour le second axe d'ordination de l'ACC

Code	Nom de l'espèce	Les différents sites de nidification							2 eme axe (côté positif) espèces liées a (Bm)
Sp12	Choucas des tours	GC							
Sp21	Faucon pelerin	GC							
Sp33	Hirondelle de rochers	GC							
Sp34	Hirondelle rustique	ZA1	BD1	IA2	BP1	EV2	GC		
Sp35	Martinet à ventre blanc	GE3	BD1	BP1	GC				
Sp36	Martinet noir	GC	BD1	BP1					
Sp41	Monticole bleu	GC							

Le tableau 13 explique très bien le positionnement de ce groupe d'oiseaux dans le graphe de l'ACC (Figure 67), il s'agit des espèces inféodées aux gorges du Rhumel (Gorge de Constantine GC). C'est à partir de là que nous pouvons constater que ce site même s'il se trouve dans le secteur centre du gradient d'urbanisation de la ville de Constantine, abrite des espèces d'oiseaux que nous considérons par leurs exigences vis-à-vis de leur niche écologique comme des espèces particulières.

Les autres espèces notamment le pigeon biset (sp 45), la tourterelle turque (sp 55) le faucon crécerelle (sp 19) le merle noir (sp 37) la mésange nord-africaine (sp 39) et les moineaux, sont des espèces omniprésentes (Figure 66) que nous pouvons classer comme le cortège avifaunistique urbain de la ville de Constantine.

3. L'impact des oiseaux sur l'environnement:

Les populations d'oiseaux, créant des dégâts et des nuisances en milieu agricole, piscicole et urbain, ne peuvent être gérées comme les autres prédateurs ou ravageurs. Non seulement l'homme a une toute autre perception et représentation, mais en raison de leur rapidité à se mouvoir sur de grandes distances et la facilité avec laquelle ils accèdent aux différentes ressources surtout celles mises à disposition par l'homme (nourriture, abri, site de nidification) apparaît donc, comme une clé de leur développement démographique.

C'est ce que nous appelons le processus de colonisation de l'écosystème urbain qui apparaît assez similaire à l'approche du processus d'invasion biologique mis en place par Heger et Trepl 2003 (Figure 68).

Dans cette partie nous allons essayer d'utiliser cette approche du processus d'invasion biologique pour expliquer la présence de certaines espèces d'oiseaux que nous considérons comme nouvelle dans notre écosystème urbain.

Nous allons transposer les réflexions et approches analytiques faites dans ce domaine à celui de l'étude des mécanismes à l'origine de la présence de certaines populations d'oiseaux urbains pour détecter les espèces qui pourront ou non coloniser notre écosystème urbain.

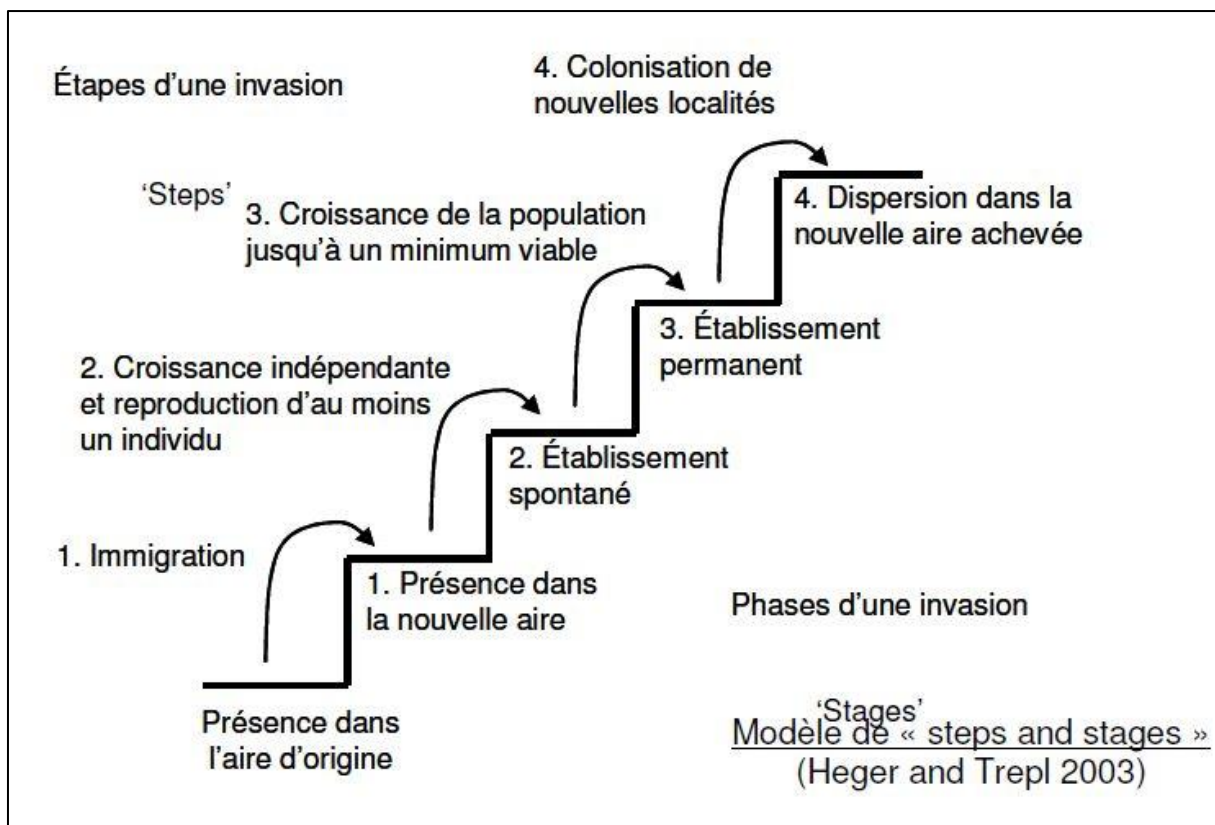


Figure 68 : Invasion spontanée en milieu continental. Modèle de « Steps and stages » (Heger et Trepl 2003).

À l'échelle continentale l'exemple le plus concret et le plus récent est celui de la tourterelle turque. Originaires d'Inde (Holden 2013) (**Présence dans l'aire d'origine**), elle a été observée en Algérie pour la première fois à Annaba en septembre 1994 (Benyacoub, 1998) (**Immigration**). À partir du début des années 2000 l'espèce a été notée dans presque toute la partie nord du pays selon les travaux de Moali et al. 2003 (**établissement spontané puis établissement permanent grâce à une croissance de la population jusqu'à un minimum viable**). Aujourd'hui à Constantine ville, elle occupe tous les milieux urbains, dense ou moins

dense, l'essentiel est qu'il y ait de la végétation (arbres, arbuste) même dans des proportions faibles. Nous avons aussi, enregistré quelques couvées dans des édifices anthropiques (**la colonisation de nouvelles localités qui induit à la dispersion dans la nouvelle aire achevée**).

L'étape de l'immigration est un peu restreignante pour la réalisation de ce processus. C'est à partir des étapes de croissance ou des phases d'établissement que nous pouvons sélectionner les oiseaux qui apparaissent susceptibles de coloniser les écosystèmes urbains. L'exemple de la tourterelle turque est un phénomène mondial.

À notre échelle dans l'écosystème urbain de la ville de Constantine, nous soupçonnons grâce aux observations et au suivi de l'évolution de certaines espèces, qu'elles pratiquent ce processus pour s'y installer dans les nouvelles aires.

Nous citons à titre d'exemple le merle noir, qui est une espèce d'oiseaux inédite pour les citoyens de la ville de Constantine. Aujourd'hui, elle est omniprésente dans la ville de Constantine, nous la retrouvons dans les jardins privatifs des maisons individuelles dans les jardins publics du centre-ville comme ceux du secteur suburbain. Nous le retrouvons également dans les quartiers les plus urbanisés de la ville. Alors que dans un passé récent cette espèce dite forestière, les constantinois le retrouve seulement dans le parc de Djebel ouahch ou dans les vergers comme l'endroit appeler moulin Lavie (EV2) ou encore les gorges du Rhumel et d'ailleurs certains citoyens de la ville de Constantine l'appelle « Ghorab El Ma » qui signifie corbeau de l'eau (enquête en cours mené par l'association environnementale Aquacirta de Constantine).

Un autre exemple très récent est celui du Faucon pèlerin. De manière générale cette espèce a été notée dans la station (GC) à partir de l'année 2016. Sachant que les travaux de suivi des oiseaux dans ce site notamment celui des gorges du Rhumel ont débuté en 2013 (Bendahmane 2014). En hiver 2016, l'espèce a été observée et identifié (un couple) pour la première fois dans le site (**immigration**). Le couple a été suivi durant toute l'année sans pour autant enregistré une reproduction (**présence dans la nouvelle aire**). En 2017 le couple est toujours là, le suivi est toujours mené, une reproduction est réalisée donnant deux oisillons qui ont pût voler (**établissement spontané grâce à une croissance indépendante et reproduction d'au moins un individu**). Nous sommes à la deuxième étape du processus.

Plusieurs autres espèces que nous sommes entrain de suivre sont susceptibles d'utiliser ce processus pour coloniser de nouvelles aires dans l'écosystème urbain de la ville de Constantine. Leur réussite dépend non seulement du rôle de leurs caractéristiques biologiques mais aussi, du rôle des particularités de l'écosystème colonisé.

Par ailleurs, tous les écosystèmes urbains ne présentent pas la même sensibilité à la colonisation par des espèces d'oiseaux. Au sein des écosystèmes urbains, la proportion d'espèces colonisatrice est largement dépendante de la variabilité environnementale que peut offrir cet écosystème (Chytry et al 2008). Un certain nombre de facteurs biotiques et abiotiques déterminent le degré de colonisation d'un écosystème, tels que le nombre, la nature des espèces d'oiseaux colonisatrices, le niveau de diversité fonctionnelle au sein des communautés d'oiseaux dans l'écosystème colonisé, ou bien encore la naïveté des espèces d'oiseaux qui se trouvent dans cet écosystème (Levine et al. 2004).

Conclusion

Conclusion:

L'urbanisation est une perturbation particulière de l'environnement car elle correspond à la mise en place définitive de structures anthropiques (Germaine et Wekeling 2001, Mckenney 2006) pour la plupart minéralisées (Bâti et voirie) et non favorables au maintien d'une biodiversité. Pourtant, il existe des espèces qui colonisent et/ou se maintiennent dans cet écosystème urbain. Plus précisément, le peuplement d'oiseaux, ses espèces se maintiennent soit dans des habitats où elles trouvent une sorte d'équivalent à leur milieu naturel, soit dans des nouveaux habitats créés par l'urbanisation. Les espaces verts sont les habitats urbains les plus susceptibles d'accueillir des espèces d'oiseaux sauvages. Parmi ces habitats, le boisement est l'habitat qui implique le moins d'entretien et est aussi le plus communément rencontré en ville. Cet habitat urbain apparaît comme l'habitat le plus propice au maintien de la diversité avifaunistique urbaine.

Cependant, ces habitats urbains ne satisfont pas aux exigences écologiques de toutes les espèces d'oiseaux. Plusieurs auteurs s'accordent sur la diminution du nombre d'espèces depuis le milieu rural (périurbain) jusqu'en ville (Blair 1996, Clergeau et al 1998, Rottenborn 1999, Jokimaki et Hutha 2000). D'autres travaux mentionnent un pic de la richesse spécifique dans des niveaux intermédiaires, c'est-à-dire en milieu suburbain (Blair 1996). Certains auteurs ont mis en évidence la qualité de l'habitat ou le paysage comme facteurs influençant l'installation des oiseaux.

Dans cette thèse nos objectifs étaient de connaître la structure du peuplement avifaunistique de cet écosystème urbain (ville de Constantine) et de déterminer comment cette structure est liée à celle du milieu tout au long de son gradient (centre-ville au périurbain), et enfin essayer d'identifier et d'évaluer le risque d'impact de cette avifaune sur l'écosystème urbain.

L'analyse qualitative du peuplement avien dans la ville de Constantine a indiqué qu'il se compose d'une richesse totale de 60 espèces dont la plupart appartient à l'ordre des Passeriformes. Les insectivores étant la catégorie trophique la plus dominante. Par ailleurs, l'étude quantitative a montré que l'avifaune de la ville de Constantine se caractérise dans son ensemble (80%) par des espèces accessoires et rares. Neuf espèces seulement sont fréquentes, dont six sont abondantes et dominantes.

L'analyse des communautés d'oiseaux sous un angle structural par le biais de la distinction des espèces selon les guildes de nidification est pertinente: elle permet de mettre en évidence l'influence de la composition et des structures des écosystèmes urbains sur les espèces nicheuses dans notre site. Les espèces indicatrices de la structure minéralisée (Bloc minéral) sont le pigeon biset, les martinets, le choucas des tours, les faucons, les hirondelles, la chevêche d'athéna et l'effraie des clochers. La tourterelle turque, la mésange nord-africaine le grand corbeau, et la cigogne blanche sont en revanche des espèces qui installent leurs nids soit dans des structures minéralisées soit dans une structure naturelle le plus souvent des arbres. Mis à part la perdrix gabra et la cailles des blés qui sont indicatrices d'une structure composée essentiellement de végétations herbacées, les autres espèces sont indicatrices pertinentes d'une structure composée principalement d'arbres ou de buissons.

Nous avons aussi étudié le processus de la colonisation par certaines espèces d'oiseaux de notre écosystème urbain en utilisant l'approche du processus d'invasion biologique mis en place par Heger et Trepl 2003. Par des exemples de phénomènes de colonisation déjà passés et d'autres que nous estimons en cours de réalisation, nous avons soulevé le rôle d'une part des caractéristiques biologiques des espèces d'oiseaux colonisatrices et d'autre part, le rôle des particularités des variables environnementales qui composent les écosystèmes colonisés.

Ce travail a permis de faire connaissance avec toutes les espèces d'oiseaux rencontrés dans la ville de Constantine et de mettre en évidence le rôle des caractéristiques écologiques des oiseaux, des variables environnementales et du paysage sur l'organisation avifaunistique le long d'un gradient d'urbanisation.

Parallèlement, ce travail a soulevé de nouvelles interrogations à propos du phénomène de colonisation de certaines espèces d'oiseaux que nous considérons comme un impact sur l'environnement à prédire et à contrôler.

Références bibliographiques

Références bibliographiques:

- Aibèche Y. 2003 - De Cirta à Constantine l'héritage antique in CONSTANTINE ville des héritages, sous le directon de F.Z Guechi Média-plus 2003 pp 15-30.
- Aidat A. 2010 - Typologie de rapports entre la ville de Constantine et son Rhumel – Boumerzoug. Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine.
- Baaziz N. 2012 - Statut et écologie de l'avifaune aquatique de la Sebkhha de Bazer-Sakra (El-Eulma, Sétif) : Phénologie et distribution spatio-temporelle. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba – Algérie.
- Bendahmane L. 2014 - Inventaire et écologie des oiseaux inféodés aux eaux du Rhumel (Les gorges de Constantine). Mémoire de Magister. Université d'Oum El Bouaghi. Algérie.
- Bendahmane L. 2018 – First recorded reproduction of Lesser Kestrel (*Falco Naumanni*) in Algeria. World Journal of Environmental Biosciences. Volume 7. Issue 3 : 85-90.
- Benyacoub S. 1998 - La Tourterelle turque en (*Streptopelia decaocto*) en Algérie. *Alauda* 66 (3) : 251-253.
- Blondel J. 1969 - Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux. In Lamotte et Bourlière : Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres - Masson, Paris : 303 p.
- Blondel J. Ferry C. Frochet B. 1970 - Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute. *Alauda*, vol 38.
- Blondel J. 1975 - Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. I : La méthode des échantillonnages fréquentiels progressif (E.F.P). *Terre et Vie*. Vol.29.
- Blondel J. 1999 - Peuplement d'oiseaux des cédraies méditerranéennes. *Forêt méditerranéenne*, Tome XX n°4: 191-197.
- Blumstein D T. Fernandez-Jurcic E. Zollner P A. Garity S C. 2005 – Inter-specific variation in avian responses to human disturbance. *Journal of Applied Ecology* 42: 943-953.
- Bougaham A F. et Moulai R. 2014 - Données préliminaires sur l'écologie de la reproduction du Pouillot véloce, *Phylloscopus collybita* dans les subéraies de Tababort (Algérie). 2èmes journée d'étude sur la zoologie appliquée et l'écophysiologie animale, El Aouana, (Jijel), les 24 et 25 juin 2014.

- Chytry M. Maskell L C. Pino J. Pysek P. Vila M. Font X. & Smart S M. 2008 - Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. *J. Appl. Ecol.*, 45: 448-458
- Clergeau P. Croci S. Jokimaki J. 2004 - How useful are urban island ecosystems for defining invader patterns? *Environmental Conservation* 31: 181-184.
- Cuisin Michel. 2000 - Oiseaux DES JARDINS ET DES FORÊTS. Les connaître, les reconnaître, les protéger. 2000, 183p.
- Daget J. 1979 - Les modèles mathématiques en écologie. Masson, Paris, 1979, 172p.
- Dubois P J. et Duquet M. 2009 - LA PASSION DES OISEAUX – Delachaux et Niestlé SA. Paris. 2009. 329p.
- Felous A. 1989 - Contribution à l'étude de l'avifaune du parc National de Theniat ElHad. Thèse Ing, INA, Elharrach, 64 p.
- Fenger J. 1999 - Urban air quality. *Atmospheric Environment* 33 : 4877-4900.
- Ferry C. Frochot B. 1958 - Une méthode pour dénombrer les oiseaux nicheurs. *Revue d'écologie (La Terre et la Vie)* 2 : 85-102.
- Isenmann P. Gaultier T. El hili A. Azafzaf H. Dlensi H. Smart M. 2005 - Oiseaux de Tunisie/Birds of Tunisia. *Soc. Etudes Ornith. Fr.*, Paris, 432 p.
- Isenmann P. Moali A. 2000 - Les oiseaux d'Algérie. Edition SEOF. Paris. 336 p.
- Germaine S S. Wakeling B F. 2001 - Lizard species distributions and habitat occupation along an urban gradient in Tucson. Arizona. USA. *Biological Conservation* 97: 229-237.
- Gill F. Donsker D. (Eds). 2013. IOC World Bird List (v7.1) doi: 10.14344/IOC.ML.7.1.
- Gorman G. 2014 - woodpecker of world, the complete guide, Ed. Bloomsbury Publishing Plc, London, 526 p.
- Guechi F Z. 1998 - Constantine: ville et société, la première moitié du 13^{ème} siècle de l'hégire « De la fin du 18^{ème} siècle à la moitié du 19^{ème} ». Thèse d'état .Tunis.
- Hafiane A. 1989 - Les défis de l'urbanisme. OPU. Alger. 290p.
- Heger T. Trepl L. 2003 – Predicting biological invasions. *Biological Invasions* 5: 313-321.
- Hirèche M E. 1996 - L'évolution politique et économique en Numidie de 203- 46 avant J.C (en arabe) Dar Houma. Alger. 214p.
- Holden Peter. *Birds of Britain and Ireland*. Edition Harper Collins Publishers, 1996, pour l'édition en langue anglaise. Traduction et adaptation: Anne Saint Girons. Voir les Oiseaux. Edition Flammarion, 2013. 255p.

- Kaddache M. 1980 - L'Algérie médiévale. SNED Alger 1980. 153 p.
- Kaddache M. 2003 - L'Algérie durant la période Ottomane. OPU Alger.
- Lars Jonsson. Les Oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient Nathan, 1994, 559 p.
- Legendre L. Legendre P. 1979 - Écologie numérique : La structure des données écologiques Tome 2 : Edition : Masson. 255p.
- Levine J M. Adler P B. et Yelenik S G. 2004 - A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecol. Letters*, 7: 975-989.
- Lindstrom A . Piersma T 1993 - Mass changes in migrating birds : the evidence for fat and protein storage re-examined. *Ibis* 135 : 70-78.
- McKinney M L. 2006 – Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247-260.
- Moali A. Moali-Grine N. Fellous A. Isenmann P. 2003 - Expansion Spatiale de la Tourterelle Turque *Streptopelia decaocto*, et présence dans les parcs urbains du Pigeon ramier *Columba palumbus* en Algérie. *Alauda* 71 (3). Pp 370-374.
- Pellissier V. 2006 - Conséquences de l'urbanisation sur la dynamique de la végétation. Thèse de Doctorat. Université de Rennes 1. Rennes. France.
- Ramade F. 1984 - Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale, Edit McGraw Hill. Paris. 403p.
- Shigesada N. Kawasaki K 1997. *Biological Invasions: Theory and practice*. Oxford University Press. Oxford.
- Telailia S. 2002 - Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse dans les différentes formations de la forêt de chêne liège *Quercus suber* L. post incendiées de la région d'El Kala (parc national d'El Kala. Thèse de Magister. Thèse ing. Agr. I. N. A., Alger, 131 p.
- Temimi A. 1978 - Le Beylik de Constantine et hadj Ahmed Bey (1830-1837) Vol 1. Publication de la revue d'histoire algérienne. Tunis. 303p.
- Ter Braak C J F. 1995 - Ordination: Data Analysis in Community and Landscape Ecology. In: *Ordination: Data Analysis in Community and Landscape Ecology*
- Venn S J. Kotze D J. Niemela J. 2003 – Urbanization effects on carabid diversity in boreal forests. *European Journal of Entomology* 100: 73-80.
- Voogt J A. Oke T R. 2003 – Thermal remote sensing of urban climates. *Remote sensing of environment* 86 : 370-384.

- Weber C. 2003 – Interaction model application for urban planning. *Landscape and Urban Planning* 63 : 49-60.
- Williamson M H. 1996 – Biological invasions. Chapman and Hall. London
- Zebiri A. 2001 - Étude de Fonctionnement Fluviale et risques d’Inondation dans le Rhumel-Boumerzoug (amont et aval de Constantine) », Université Mentouri de Constantine, 209 p.
- Avibase – the world bird database. <https://avibase.ca/227EC375>
- Rothschild L W. Hartert E. (1911 – 1912). *Novitates Zoologicae* Vol.18, « Ornithological explorations in Algeria ». Sur: www.biodiversitylibrary.org. PDF: 471-472.
- (Site officiel de la wilaya de Constantine).
- www.ebird.org