

## Répartition du peuplement avifaunistique le long du gradient d'urbanisation de l'écosystème de Constantine, Algérie

L. BENDAHDANE, K. HADDAD, M. CHETIBI, L. AFOUTNI & M. MENAA

### Distribution of the bird community along the urbanization gradient of the Constantine ecosystem, Algeria.

This is a study of the distribution of sedentary and summer breeding bird species along the urbanization gradient of the city of Constantine, north-eastern Algeria. It is based on the method of Punctual Abundance Indices (IPA) that allows the census of bird species in the breeding period which extends from the beginning of March until the end of June and this is for three years (2015, 2016 and 2017). 69 listening points were set within the study area, and 57 bird species were identified. The exploitation of the data by the Canonical Analysis of Correspondences allowed us to better understand the mechanisms of organization of the avifauna in the gradient of urbanization of the city of Constantine.

**Keywords.** Birds, Constantine, urbanization gradient, organizational mechanisms, ÉcoCirta.

### Résumé

Il s'agit de l'étude de la répartition des espèces d'oiseaux sédentaires et estivants nicheurs le long du gradient d'urbanisation de la ville de Constantine, au nord-est de l'Algérie. Elle est basée sur la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) permettant de recenser les espèces d'oiseaux durant la période de reproduction qui s'étale du début mars jusqu'à la fin du mois de juin et ce durant trois années (2015, 2016 et 2017). 69 points d'écoute ont été fixés au sein de l'aire de l'étude, et 57 espèces d'oiseaux ont été recensées. L'exploitation des données par l'Analyse Canonique de Correspondances nous a permis de mieux comprendre les mécanismes d'organisation de l'avifaune dans le gradient d'urbanisation de la ville de Constantine.

**Mots-clés.** Oiseaux, Constantine, gradient d'urbanisation, mécanismes d'organisation, ÉcoCirta

### Introduction

L'urbanisation est un processus consistant en la mise en place, au détriment d'espaces à caractères naturels ou agricoles, de structures anthropiques telles le bâti ou la voirie, et ayant pour but de répondre aux seuls besoins des populations humaines (Germaine & Wakeling 2001), (Mckinney 2006). Donc, comment la communauté d'oiseaux présente dans ce milieu peut-elle s'adapter à cet environnement ?

En fait, une certaine population d'oiseaux 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 (Venn *et al.* 2003). L'écosystème urbain est un écosystème récent où les taches d'habitat correspondent à des espaces verts, des parcs, des jardins publics ou privés, des squares, des cimetières, des terrains vagues ou même des zones totalement bâties au centre des villes (Clergeau *et al.* 2004).

Les peuplements d'oiseaux de ces taches urbaines sont issus en partie de populations qui se sont maintenues depuis leur fragmentation et isolement, et en partie des populations qui ont colonisé l'habitat urbain depuis le milieu rural adjacent.

En outre, beaucoup de villes, notamment en Algérie, ont souvent une croissance centrifuge :

- Le centre est dense en construction et contient des jardins publics bien entretenus.
- Le suburbain, présente souvent un réseau de constructions plus lâches.
- Le périurbain constitué principalement de paysages agricoles ou naturels, et dans lesquels on trouve peu de bâti.

À Constantine, au nord-est de l'Algérie, trois grands types de paysage ou secteurs peuvent être ainsi communément rencontrés le long de ce gradient d'urbanisation.

Notre travail réalisé entre le début de mars jusqu'à la fin de juin entre 2015 et 2017 (3 ans), faisant partie intégrante d'une préparation d'une thèse de doctorat (Bendahmane 2019), constitue un des premiers travaux de terrain mis en œuvre le long du gradient rural-urbain constantinois. L'objectif essentiel de cette recherche à caractère exploratoire est :

1. De connaître la structure du peuplement avifaunistique de l'écosystème urbain de Constantine,

2. De déterminer comment cette structure est liée à celle du milieu tout au long de son gradient d'urbanisation (du centre-ville au périurbain).

## Matériels et méthodes

### Site d'étude

L'étude a été réalisée au niveau de la ville de Constantine qui se situe dans l'écozone paléarctique entre la latitude 36° 17' N et la longitude 6° 37' E. La ville couvre une surface d'environ 231 Km<sup>2</sup>, et elle est à une altitude de 640 mètres, avec une population estimée à plus de 500 000 habitants. La densité atteint presque les 2 000 habitants au Km<sup>2</sup>.

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

La ville de Constantine s'est développée grâce à la combinaison de trois éléments fondamentaux désirés par les civilisations qui l'ont occupé depuis la nuit des temps : un site défensif assuré par le rocher, l'existence des pâturages aux environs et de l'eau. Ce dernier est un élément garanti par deux oueds, le Rhumel et le Boumerzoug, qui ont joué un rôle majeur dans le développement de la ville.

### Méthodologie du travail

Pour identifier les facteurs liés à l'organisation du peuplement d'oiseaux urbains dans la ville de Constantine, nous avons adopté une démarche synchronique lors de nos prélèvements.

Le travail est basé sur la méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) pour recenser les espèces d'oiseaux durant la période de reproduction qui se prolonge du début mars jusqu'à la fin du juin des années 2015, 2016 et 2017 (3 ans).

Les peuplements d'oiseaux urbains des différents points d'écoutes inclus dans des stations d'écoute représentatives de différents degrés d'urbanisation ont été comparés et étudiés depuis le périurbain rural de Constantine jusqu'à son centre-ville.

Le tableau 1 montre les 23 stations représentant 9 paysages qui caractérisent les trois secteurs. Donc la ville de Constantine expose neuf paysages, à partir desquels nous avons déterminé nos stations (Fig. 1). Les 3 secteurs (périurbain, suburbain et centre) constituent un gradient qui traduit une augmentation progressive de l'urbanisation. Chaque secteur est représenté par certaines de ces stations. Les lieux énumérés sont les endroits que nous avons choisis pour représenter chaque station, sachant que chacune de ces derniers comprend 3 points d'écoute qui sont distants de 250 m en moyenne ce qui fait un total de soixante-neuf (69) points d'écoute constituant le réseau de sites d'étude de ce travail de recherche.

### Recensement des oiseaux

Afin de dresser un inventaire des oiseaux potentiellement présents dans la zone de l'étude, en plus de nos propres observations, nous avons utilisé l'ouvrage 'Oiseaux d'Algérie' (Isenmann & Moali 2000).

Pour le recensement pendant la période de reproduction, nous avons choisi la méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) décrite par Blondel *et al.* (1970). Elle 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.

Pour le recensement des oiseaux urbains nocturnes nous avons utilisé l'écoute passive complétée par la technique de la repasse. Nous avons gardé les mêmes stations utilisées pour les oiseaux diurnes, c'est-à-dire nos prélèvements nocturnes ont été réalisés aussi sur 23 sites. Vu que nous travaillons dans un milieu urbain, et pour éviter le facteur dérangent (bruits), nos prélèvements ont été réalisés à partir de la deuxième heure après le coucher du soleil. Une fois sur le point d'écoute, les séquences de repasse sont lancées à partir d'un smartphone 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.

Tableau 1. Stations d'écoute sélectionnées dans la ville de Constantine, Nord-est de l'Algérie.

| Secteur    | Code de la station | Paysage / Localisation et codes   |
|------------|--------------------|---|
| Périurbain | EV                 | <b>ESPACES VERTS</b><br>1. Cimetière juif, 2. Moulin Lavie  |
|            | ZA                 | <b>ZONE AGRICOLE</b><br>1. Route de Massinissa, 2. Boumerzoug   |
| Suburbain  | IA                 | <b>INDUSTRIES, ACTIVITES ET DEPOTS</b><br>1. ONAMA, 2. Chaabat Erssas, 3. ZI Palma  |
|            | GE                 | <b>GRANDS EQUIPEMENTS</b><br>1. Complexe sportif Hamlaoui, 2. Université des frères Mentouri, 3. Zouaghi (Faculté des Sciences de la Terre) |
|            | HC                 | <b>HABITATS COLLECTIFS PEU DENSES</b><br>1. Ziadia, 2. Boussouf (Bâtiments), 3. Djebel Ouahch   |
|            | HI                 | <b>HABITATS INDIVIDUELS PEU DENSES</b><br>1. Sidi Mabrouk Sup, 2. Boussouf (Villas), 3. Bellevue  |
| Centre     | BD                 | <b>BATIS DENSES</b><br>1. La Médina, 2. Le quartier du Mansourah  |
|            | BP                 | <b>BATIS PEU DENSES</b><br>1. Belouizdad ex St Jean, 2. Bardo, 3. Djenane Ezzitoun  |
|            | GC                 | <b>GORGES DE CONSTANTINE</b><br>Gorges de Constantine   |
|            | EV                 | <b>ESPACES VERTS</b><br>3. Cimetière central  |

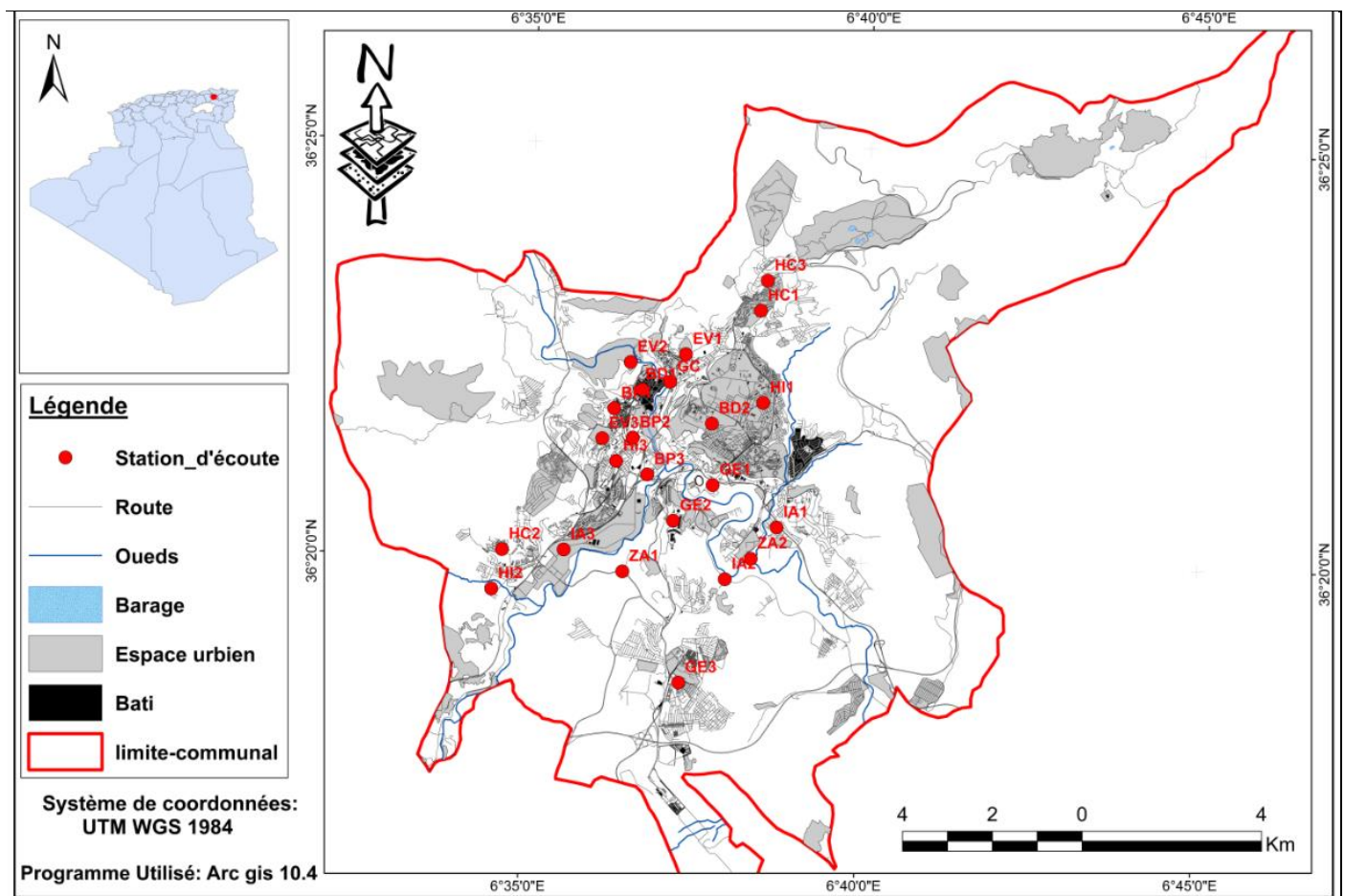


Figure 1. Carte de localisation géographique des stations d'écoute dans la ville de Constantine, Nord-est de l'Algérie.

## Résultats et discussion

Les données récoltées ont été exploitées par les indices écologiques (nombre de couples, guildes, IPA moyen et abondance) et analysées statistiquement pour déduire la structure et la composition de notre peuplement avien et déterminer comment cette structure est liée à celle du milieu tout au long de son gradient (du centre-ville au périurbain).

Par ailleurs, les relevés des variables du milieu qui ont été enregistrées en parallèle avec celle de l'avifaune dans notre site (structurelles et topographiques) nous ont conduit à observer plusieurs types d'habitats différents (Tab. 2).

C'est par le biais de l'abondance–dominance (de 0 à 100%) des variables structurelles de chaque station d'écoute que nous avons pu élaborer ces derniers. Les différentes variables du milieu qu'on a pris en considération dans notre travail sont : Le bloc minéral (Bm) (immeubles, voirie, poteaux électriques, falaises rocheuses, etc.) ; les arbres (Ar) ; la végétation buissonnante et arbustes (Vb) ; la végétation herbacée et broussailles (Vh) et oueds et cours d'eaux (Ou).

Tableau 2. Proportion des variables structurelle dans chaque station d'écoute.

|                   |               | 0%           | < 25%  | 25 à < 50%        | 50 à < 75%                                       | 75 à 100%  |                                 |
|-------------------|---------------|--------------|--|-------------------|--|--|---------------------------------|
| Stations d'écoute | Latitude      | Longitude    | <b>Bm:</b> Bloc minéral (immeubles, poteaux électriques, falaises rocheuses) | <b>Ar:</b> Arbres | <b>Vb:</b> Végétations buissonnantes et arbustes | <b>Vh:</b> Végétations herbacées et broussailles | <b>Ou:</b> Oueds 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  |  |                   |  |  |                                 |

### **Structure et composition du peuplement avien**

Le peuplement d'oiseaux recensé est réparti entre 16 ordres et 29 familles. L'Ordre des Passériformes renferme 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. Les Falconiformes, et les Péléciformes renferment chacun 3 espèces. Les Apodiformes, les Charadriiformes et les Galliformes comptent chacun 2 espèces. Ce qui reste des autres Ordres regroupe chacun une seule espèce, ce qui fait un total de 57 espèces (Tab. 3). Parmi ces espèces, il y a celles qui ont un territoire étendu, celles qui sont accidentelles, de passage, celles qui sont inféodées au milieu aérien, des espèces hivernantes et celles qui restent à identifier. Au total 13 espèces ne seront pas retenues pour le besoin de certaines analyses statistiques.

Quant à la famille des Colombidae, elle occupe plus de 47% de l'abondance totale de l'ensemble du peuplement. Ensuite, viennent la famille des Apodidae avec 22% et la famille des Corvidae avec 10% de l'abondance totale de l'ensemble du peuplement (Tab. 4).

Les valeurs moyennes de l'Indice Ponctuel d'Abondance des espèces d'oiseaux échantillonnés sont variables d'une espèce à une autre. La valeur la plus élevée est de 21,29 et correspond à l'espèce Pigeon biset *Columba livia*, parce qu'elle a été représentée par un nombre très important de couples (1 469 couples). 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) (Photo 1). Il faut noter que nous avons veillé à ne pas recenser les pigeons d'origine domestiques.

Le deuxième rang est partagé par les espèces suivantes : Martinet noir *Apus apus* (5,98), Martinet à ventre blanc *Tachymarptis melba* (5,59), Choucas de Constantine *Coloeus monedula cirtensis* (5,12) (Photo 2). Ces trois espèces ont aussi la particularité de nidifier dans des infrastructures urbaines et/ou dans les falaises des gorges du Rhumel (Bm).

La Tourterelle turque *Streptopelia decaocto*, le Merle noir *Turdus merula*, la Mésange maghrébine *Cyanistes ultramarinus* et le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* présentent toutes des valeurs moins importantes mais elles sont néanmoins toutes qualifiées d'espèces omniprésentes dans notre site d'étude (Tab. 5).



Photo 1. Une partie des falaises des gorges du Rhumel, Constantine, Algérie. 16 novembre 2015. (Photo : K. Haddad).

Tableau 3. Classement systématique des espèces contactées dans la ville de Constantine.

| Ordre            | Famille                      | Nom scientifique                  | Nom français            |
|------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Ansériformes     | Anatidae                     | <i>Anas platyrhynchos</i>         | Canard colvert          |
| Galliformes      | Phasianidae                  | <i>Coturnix coturnix</i>          | Caille des blés         |
|                  |                              | <i>Alectoris barbara</i>          | Perdrix gabra           |
| Caprimulgiformes | Caprimulgidae                | <i>Caprimulgus europaeus</i>      | Engoulevent d'Europe    |
| Apodiformes      | Apodidae                     | <i>Tachymartus melba</i>          | Martinet à ventre blanc |
|                  |                              | <i>Apus apus</i>                  | Martinet noir           |
| Cuculiformes     | Cuculidae                    | <i>Cuculus canorus</i>            | Coucou gris             |
| Columbiformes    | Columbidae                   | <i>Columba livia</i>              | Pigeon biset            |
|                  |                              | <i>Columba palumbus</i>           | Pigeon ramier           |
|                  |                              | <i>Streptopelia turtur</i>        | Tourterelle des bois    |
|                  |                              | <i>Spilopelia senegalensis</i>    | Tourterelle maillée     |
|                  |                              | <i>Streptopelia decaocto</i>      | Tourterelle turque      |
| Gruiformes       | Rallidae                     | <i>Gallinula chloropus</i>        | Gallinule poule d'eau   |
| Charadriiformes  | Scolopacidae                 | <i>Actitis hypoleucos</i>         | Chevalier guignette     |
|                  | Laridae                      | <i>Larus michahellis</i>          | Goéland leucophaé       |
| Ciconiiformes    | Ciconiidae                   | <i>Ciconia ciconia</i>            | Cigogne blanche         |
| Péléciformes     | Ardéidae                     | <i>Egretta garzetta</i>           | Aigrette garzette       |
|                  |                              | <i>Ardea cinerea</i>              | Héron cendré            |
|                  |                              | <i>Bubulcus ibis</i>              | Héron garde-bœufs       |
| Accipitriformes  | Accipitridae                 | <i>Hieraetus pennatus</i>         | Aigle botté             |
|                  |                              | <i>Buteo rufinus cirtensis</i>    | Buse du Maghreb         |
|                  |                              | <i>Accipiter nisus</i>            | Épervier d'Europe       |
|                  |                              | <i>Milvus migrans</i>             | Milan noir              |
| Strigiformes     | Tytonidae                    | <i>Tyto alba</i>                  | Effraie des clochers    |
|                  | Strigidae                    | <i>Athene noctua</i>              | Chevêche d'Athéna       |
|                  |                              | <i>Strix mauritanica</i>          | Chouette du Maghreb     |
|                  |                              | <i>Otus scops</i>                 | Petit-duc scops         |
| Coraciiformes    | Méropidae                    | <i>Merops apiaster</i>            | Guêpier d'Europe        |
| Piciformes       | Picidae                      | <i>Picus vaillantii</i>           | Pic de Levallant        |
| Falconiformes    | Falconidae                   | <i>Falco tinnunculus</i>          | Faucon crécerelle       |
|                  |                              | <i>Falco naumanni</i>             | Faucon crécerellette    |
|                  |                              | <i>Falco peregrinus</i>           | Faucon pèlerin          |
| Passériformes    | Corvidae                     | <i>Coloeus monedula cirtensis</i> | Choucas de Constantine  |
|                  |                              | <i>Corvus corax</i>               | Grand corbeau           |
|                  | Paridae                      | <i>Parus major</i>                | Mésange charbonnière    |
|                  |                              | <i>Cyanistes ultramarinus</i>     | Mésange maghrébine      |
|                  | Pycnonotidae                 | <i>Pycnonotus barbatus</i>        | Bulbul des jardins      |
|                  | Hirundinidae                 | <i>Ptyonoprogne rupestris</i>     | Hirondelle de rochers   |
|                  |                              | <i>Hirundo rustica</i>            | Hirondelle rustique     |
|                  | Cettidae                     | <i>Cettia cetti</i>               | Bouscarle de Cetti      |
|                  | Phylloscopidae               | <i>Phylloscopus collybita</i>     | Pouillot véloce         |
|                  | Sylviidae                    | <i>Sylvia atricapilla</i>         | Fauvette à tête noire   |
|                  |                              | <i>Sylvia melanocephala</i>       | Fauvette mélanocéphale  |
|                  | Troglodytidae                | <i>Troglodytes troglodytes</i>    | Troglodyte mignon       |
|                  | Turdidae                     | <i>Turdus viscivorus</i>          | Grive draine            |
|                  |                              | <i>Turdus merula</i>              | Merle noir              |
|                  | Muscicapidae                 | <i>Muscicapa striata</i>          | Gobemouche gris         |
|                  |                              | <i>Monticola solitarius</i>       | Monticole merle-bleu    |
|                  |                              | <i>Luscinia megarhynchos</i>      | Rosignol philomèle      |
|                  |                              | <i>Erithacus rubecula</i>         | Rouge-gorge familier    |
|                  |                              | <i>Phoenicurus ochruros</i>       | Rougequeue noir         |
|                  |                              | <i>Oenanthe leucura</i>           | Traquet rieur           |
| Passeridae       | <i>Passer domesticus</i>     | Moineau domestique                |                         |
|                  | <i>Passer hispaniolensis</i> | Moineau espagnol                  |                         |
| Fringillidae     | <i>Fringilla coelebs</i>     | Pinson des arbres                 |                         |
|                  | <i>Serinus serinus</i>       | Serin cini                        |                         |
|                  | <i>Chloris chloris</i>       | Verdier d'Europe                  |                         |
| <b>16</b>        | <b>29</b>                    | <b>57</b>                         | <b>57</b>               |

Tableau 4. Classification systématique des familles des espèces d'oiseaux de la ville de Constantine suivant le nombre d'espèces et le nombre de couples.

| Familles       | Nombre d'espèces | Nombre de couples |
|----------------|------------------|-------------------|
| Anatidae       | 1                | 17,5              |
| Phasianidae    | 2                | 25                |
| Caprimulgidae  | 1                | 0,5               |
| Apodidae       | 2                | 798,5             |
| Cuculidae      | 1                | 1                 |
| Columbidae     | 5                | 1724,5            |
| Rallidae       | 1                | 5,5               |
| Scolopacidae   | 1                | 0,5               |
| Laridae        | 1                | 1,5               |
| Ciconiidae     | 1                | 14                |
| Ardéidae       | 3                | 21                |
| Accipitridae   | 4                | 3,5               |
| Tytonidae      | 1                | 1                 |
| Strigidae      | 3                | 8                 |
| Méropidae      | 1                | 4,5               |
| Picidae        | 1                | 5,5               |
| Falconidae     | 3                | 105,5             |
| Corvidae       | 2                | 370               |
| Paridae        | 2                | 121               |
| Pycnonotidae   | 1                | 10                |
| Hirundinidae   | 2                | 60                |
| Cettidae       | 1                | 3                 |
| Phylloscopidae | 1                | 38,5              |
| Sylviidae      | 2                | 29                |
| Troglodytidae  | 1                | 8                 |
| Turdidae       | 2                | 108               |
| Muscicapidae   | 6                | 26                |
| Passeridae     | 2                | 0                 |
| Fringillidae   | 3                | 113               |
| <b>Total</b>   | <b>29</b>        | <b>3624</b>       |

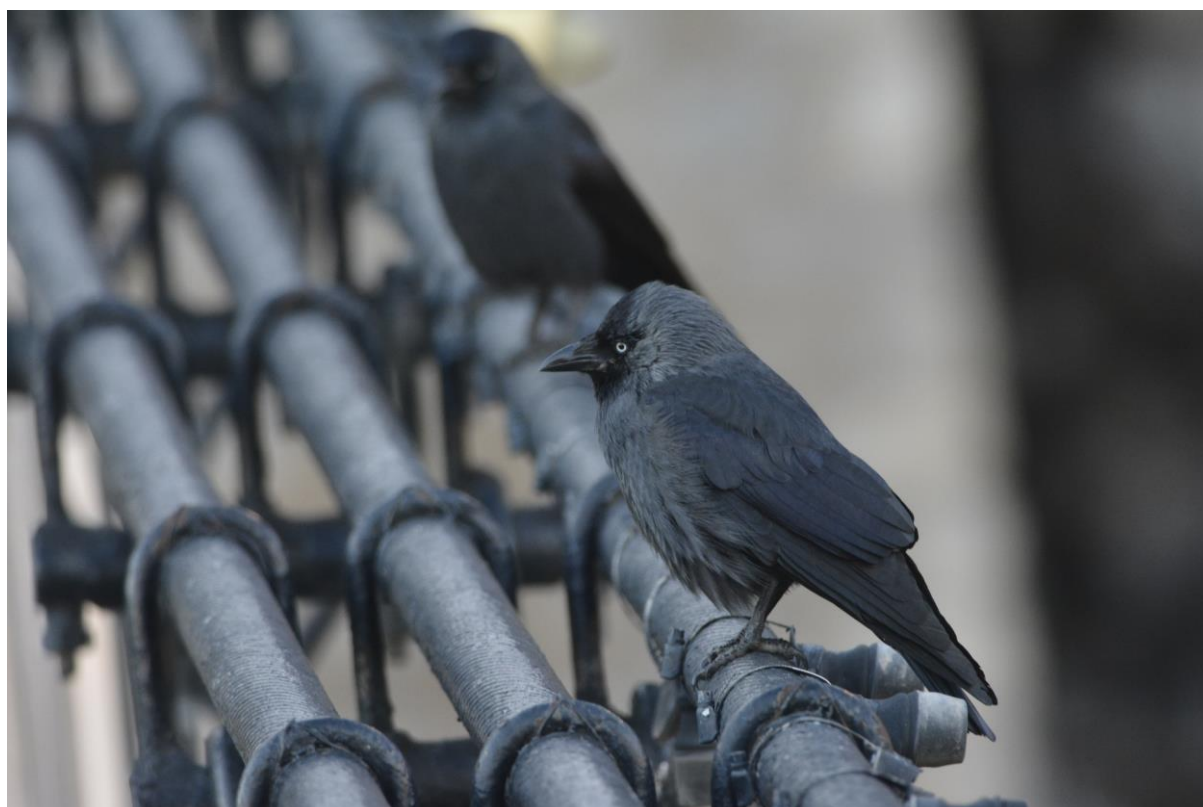


Photo 2. Choucas des tours de Constantine (*Coloeus monedula cirtensis*) sur le pont Mellah Slimane dans les gorges du Rhumel. (Photo : K. Haddad).

Tableau 5. Abondance, IPA moyen et guildes (site de nidification) des espèces d'oiseaux nicheurs dans la ville de Constantine.

| Code                         | Espèces                                  | Abondance    | IPAm         | Site de nidification |
|------------------------------|--|--------------|--------------|----------------------|
| Sp4                          | <i>Cettia cetti</i>                      | 3            | 0,04         | Vb                   |
| Sp5                          | <i>Pycnonotus barbatus</i>               | 10           | 0,14         | Ar                   |
| Sp7                          | <i>Coturnix coturnix</i>                 | 11,5         | 0,17         | Vh                   |
| Sp8                          | <i>Anas platyrhynchos</i>                | 17,5         | 0,25         | O                    |
| Sp11                         | <i>Athene noctua</i>                     | 3            | 0,04         | Bm                   |
| Sp12                         | <b><i>Coloeus monedula cirtensis</i></b> | <b>353,5</b> | <b>5,12</b>  | <b>Bm</b>            |
| Sp13                         | <i>Strix mauritanica</i>                 | 1            | 0,01         | Ar                   |
| Sp14                         | <i>Ciconia ciconia</i>                   | 14           | 0,20         | Ar-Bm                |
| Sp16                         | <i>Tyto alba</i>                         | 1            | 0,01         | Bm                   |
| Sp18                         | <i>Accipiter nisus</i>                   | 0,5          | 0,01         | Ar                   |
| Sp19                         | <i>Falco tinnunculus</i>                 | 77,5         | 1,12         | Bm                   |
| Sp20                         | <i>Falco naumanni</i>                    | 27           | 0,39         | Bm                   |
| Sp21                         | <i>Falco peregrinus</i>                  | 1            | 0,01         | Bm                   |
| Sp22                         | <i>Sylvia atricapilla</i>                | 28           | 0,41         | Vb                   |
| Sp23                         | <i>Sylvia melanocephala</i>              | 1            | 0,01         | Vb                   |
| Sp24                         | <i>Gallinula chloropus</i>               | 5,5          | 0,08         | O                    |
| Sp25                         | <i>Muscicapa striata</i>                 | 16           | 0,23         | Ar                   |
| Sp28                         | <i>Corvus corax</i>                      | 16,5         | 0,24         | Ar - Bm              |
| Sp29                         | <i>Turdus viscivorus</i>                 | 0,5          | 0,01         | Ar                   |
| Sp32                         | <i>Bubulcus ibis</i>                     | 18,5         | 0,27         | Ar                   |
| Sp33                         | <i>Ptyonoprogne rupestris</i>            | 20           | 0,29         | Bm                   |
| Sp34                         | <i>Hirundo rustica</i>                   | 40           | 0,58         | Bm                   |
| Sp35                         | <b><i>Tachymarpis melba</i></b>          | <b>386</b>   | <b>5,59</b>  | <b>Bm</b>            |
| Sp36                         | <b><i>Apus apus</i></b>                  | <b>412,5</b> | <b>5,98</b>  | <b>Bm</b>            |
| Sp37                         | <i>Turdus merula</i>                     | 107,5        | 1,56         | Vb                   |
| Sp38                         | <i>Parus major</i>                       | 26           | 0,38         | Ar                   |
| Sp39                         | <i>Cyanistes ultramarinus</i>            | 95           | 1,38         | Ar-Bm                |
| Sp40                         | <i>Milvus migrans</i>                    | 1            | 0,01         | Bm                   |
| Sp41                         | <i>Monticola solitarius</i>              | 2            | 0,03         | Vb                   |
| Sp42                         | <i>Alectoris barbara</i>                 | 13,5         | 0,20         | Vh                   |
| Sp43                         | <i>Otus scops</i>                        | 4            | 0,06         | Ar                   |
| Sp44                         | <i>Picus vaillantii</i>                  | 5,5          | 0,08         | Ar                   |
| Sp45                         | <b><i>Columba livia</i></b>              | <b>1469</b>  | <b>21,29</b> | <b>Bm</b>            |
| Sp46                         | <i>Columba palumbus</i>                  | 25           | 0,36         | Ar                   |
| Sp47                         | <i>Fringilla coelebs</i>                 | 25           | 0,36         | Ar                   |
| Sp49                         | <i>Luscinia megarhynchos</i>             | 2            | 0,03         | Vb                   |
| Sp50                         | <i>Erithacus rubecula</i>                | 5            | 0,07         | Vb                   |
| Sp52                         | <i>Serinus serinus</i>                   | 57           | 0,83         | Ar                   |
| Sp53                         | <i>Streptopelia turtur</i>               | 12,5         | 0,18         | Ar                   |
| Sp54                         | <i>Spilopelia senegalensis</i>           | 1            | 0,01         | Ar                   |
| Sp55                         | <b><i>Streptopelia decaocto</i></b>      | <b>217</b>   | <b>3,14</b>  | <b>A-Bm</b>          |
| Sp56                         | <i>Oenanthe leucura</i>                  | 1            | 0,01         | Vb                   |
| Sp57                         | <i>Troglodytes troglodytes</i>           | 8            | 0,12         | Vb                   |
| Sp58                         | <i>Chloris chloris</i>                   | 31           | 0,45         | Ar                   |
| <b>Nombre d'espèces : 44</b> |  |              |              |                      |



### Relation du peuplement avien avec l'écosystème urbain

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 modélée par les variables environnementales composant ce gradient d'urbanisation.

À cet effet, à l'aide du logiciel statistique R, une Analyse Canonique de Correspondances (ACC) a été réalisée entre la matrice des oiseaux nicheurs (44 espèces) et la matrice des variables environnementales (Cinq variables) (Fig. 2).

En effet le côté positif du premier axe de l'Analyse Canonique de Correspondance permet de distinguer les espèces liées au recouvrement de la structure végétale buissonnante (Vb) et à la présence des cours d'eaux et oueds (Ou). À l'opposé c'est à dire le côté négatif du premier axe de l'Analyse Canonique de Correspondance, sont représenté 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).

En conséquence 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 *Sylvia atricapilla* (sp 22), Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes* (sp 57) et le Rouge-gorge familier *Erithacus rubecula* (sp 50) et les espèces liées à la présence des cours d'eaux et Oueds (Ou), soit le Canard colvert *Anas platyrhynchos* (sp 8), Gallinule poule d'eau *Gallinula chloropus* (sp 24), la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* (sp 14) et l'Héron garde-bœuf *Bubulcus ibis* (sp 32).

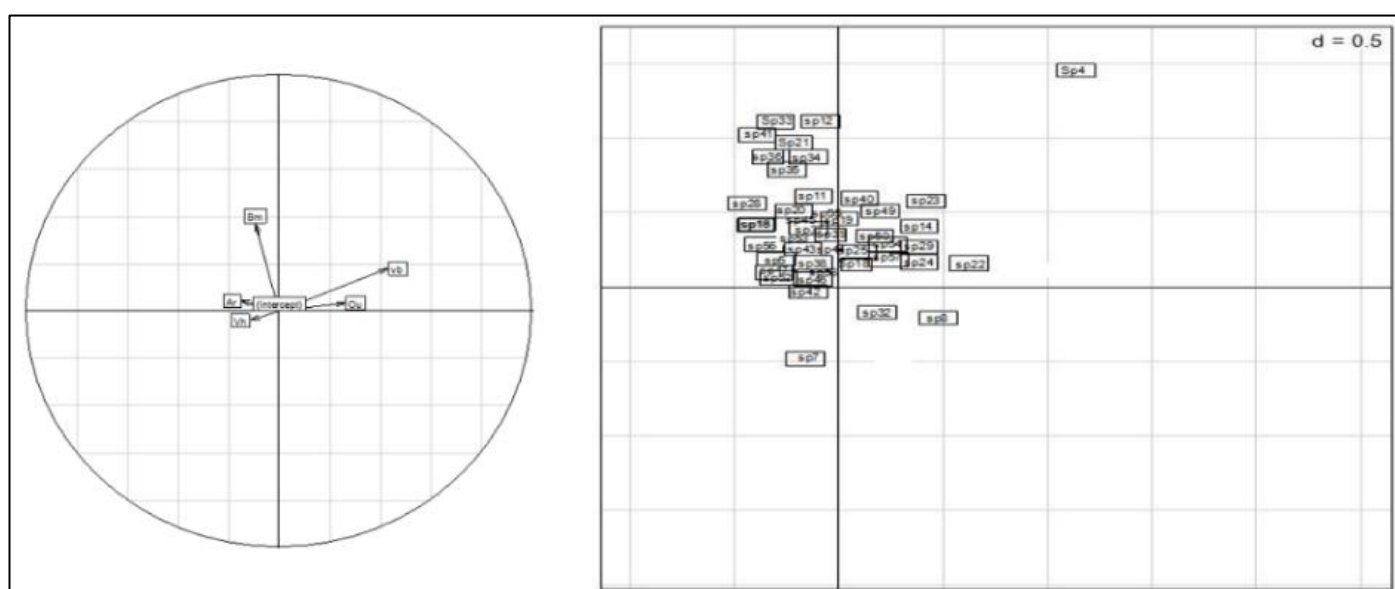


Figure 2. Ordination des espèces d'oiseaux selon l'analyse canonique des correspondances. Plan factoriel (1X3).

Dans le Tableau 6, nous avons rassemblé toutes les espèces citées ci-dessus, et nous avons mis en parallèle les différents sites de nidification pour chaque espèce. De ce fait, et à l'aide de ce tableau nous pouvons bien voir l'apparition de la station d'écoute EV2 comme un site commun pour la nidification de ces espèces et qui fait partie du secteur périurbain et que l'on peut la localiser théoriquement sur la partie positive du premier axe dans le graphe de l'analyse canonique des correspondances.

Tableau 6 : 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 |     |     |     |     |    |   |
|------|--------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|---|
| Sp22 | <i>Sylvia atricapilla</i>      | ZA2                                  | BP1 | EV2 | EV3 | HI1 | GC | 1er axe (à droite) espèces liées à (Vb) |
| Sp57 | <i>Troglodytes troglodytes</i> | EV2                                  | EV3 | HI1 | GC  |     |    |   |
| Sp50 | <i>Erithacus rubecula</i>      | EV2                                  | GC  | GE1 |     |     |    |   |
| Sp8  | <i>Anas platyrhynchos</i>      | EV2                                  | ZA2 |     |     |     |    | 1er axe (à droite) espèces liées à (Ou) |
| Sp14 | <i>Ciconia ciconia</i>         | ZA1                                  | ZA2 | IA2 | IA3 | EV2 |    |   |
| Sp24 | <i>Gallinula chloropus</i>     | EV2                                  |     |     |     |     |    |   |
| Sp32 | <i>Bubulcus ibis</i>           | ZA1                                  | HC2 | EV2 | EV3 | HI1 |    |   |

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 *Columba palumbus* (sp 46), le Serin cini *Serinus serinus* (sp 52) et le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* (sp 47) ainsi que les espèces liées au recouvrement de la structure végétale herbacée (Vh), soit la Caille des blés *Coturnix coturnix* (sp 7) et la Perdrix gabra *Alectoris barbara* (sp 42). De la même façon précédente nous avons réalisé le (Tableau 7) qui nous permet de remarquer, mis à part les stations GC (les gorges de Constantine) et EV3 (le cimetière central de Constantine), 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 où les espèces (sp 7), (sp 8) et (sp 32) ont effectuées des nidifications, nous réalisons que la plupart de ces stations appartiennent au secteur périurbain notamment les stations d'écoute (ZA1), (ZA2) et (EV1).

Tableau 7. 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 |     |     |     |     |     |     |     |  |
|------|--------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Sp46 | <i>Columba palumbus</i>  | ZA1                                  | GE1 | IA2 | EV2 | EV3 | GC  |     |     | 1er axe (à gauche)<br>espèces liées à (Ar) |
| Sp47 | <i>Fringilla coelebs</i> | ZA2                                  | GE2 | EV1 | EV3 | HI1 | GC  |     |     |  |
| Sp52 | <i>Serinus serinus</i>   | GE1                                  | GE2 | GE3 | IA2 | EV1 | EV2 | EV3 | HI1 |  |
| Sp7  | <i>Coturnix coturnix</i> | ZA1                                  | ZA2 | IA2 | EV1 |     |     |     |     | 1er axe (à gauche)<br>espèces liées à (Vh) |
| Sp42 | <i>Alectoris barbara</i> | HC2                                  | IA2 | EV1 | HI3 | GC  |     |     |     |  |

Ensuite, sur le second axe du côté positif sont présentées les espèces liées au recouvrement de la structure minéralisée (Bm) : le Choucas de Constantine *Coloeus monedula cirtensis* (sp 12), l'Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris* (sp 33), le Monticole merle-bleu *Monticola solitarius* (sp 41), le Faucon pèlerin *Falco peregrinus* (sp 21), le Martinet à ventre blanc *Tachymarptis melba* (sp 35), le Martinet noir *Apus apus* (sp 36) et l'Hirondelle rustique *Hirundo rustica* (sp 34). Le (Tableau 8), explique très bien le positionnement de ce groupe d'oiseaux dans le graphe de l'ACC, il s'agit des espèces inféodées aux gorges 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 *Columba livia* (sp 45), la Tourterelle turque *Streptopelia decaocto* (sp 55) le Faucon crécerelle *Falco tinnunculus* (sp 19) le Merle noir *Turdus merula* (sp 37) la Mésange maghrébine *Cyanistes ultramarinus* (sp 39) et les moineaux, sont des espèces omniprésentes que nous pouvons classer comme le cortège avifaunistique urbain de la ville de Constantine.

Tableau 8. Tableau d'appui explicatif pour le second axe d'ordination de l'ACC.

| Code | Nom de l'espèce               | Les différents sites de nidification |     |     |     |     |    |  |  |
|------|-------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----|--|--|
| Sp12 | <i>Coloeus monedula</i>       | GC                                   |     |     |     |     |    |  | 2eme axe (côté positif) espèces liées a (Bm) |
| Sp21 | <i>Falco peregrinus</i>       | GC                                   |     |     |     |     |    |  |  |
| Sp33 | <i>Ptyonoprogne rupestris</i> | GC                                   |     |     |     |     |    |  |  |
| Sp34 | <i>Hirundo rustica</i>        | ZA1                                  | BD1 | IA2 | BP1 | EV2 | GC |  |  |
| Sp35 | <i>Tachymarptis melba</i>     | GE3                                  | BD1 | BP1 | GC  |     |    |  |  |
| Sp36 | <i>Apus apus</i>              | GC                                   | BD1 | BP1 |     |     |    |  |  |
| Sp41 | <i>Monticola solitarius</i>   | GC                                   |     |     |     |     |    |  |  |

Pour résumer, nous avons théoriquement localisé nos différents secteurs composant le gradient d'urbanisation sur le graphe de l'Analyse canonique des correspondances (Fig. 3). Comme vous pouvez le voir, les gorges de Constantine par leur diversité particulière constituent un secteur appart dans l'écosystème urbain de notre ville.

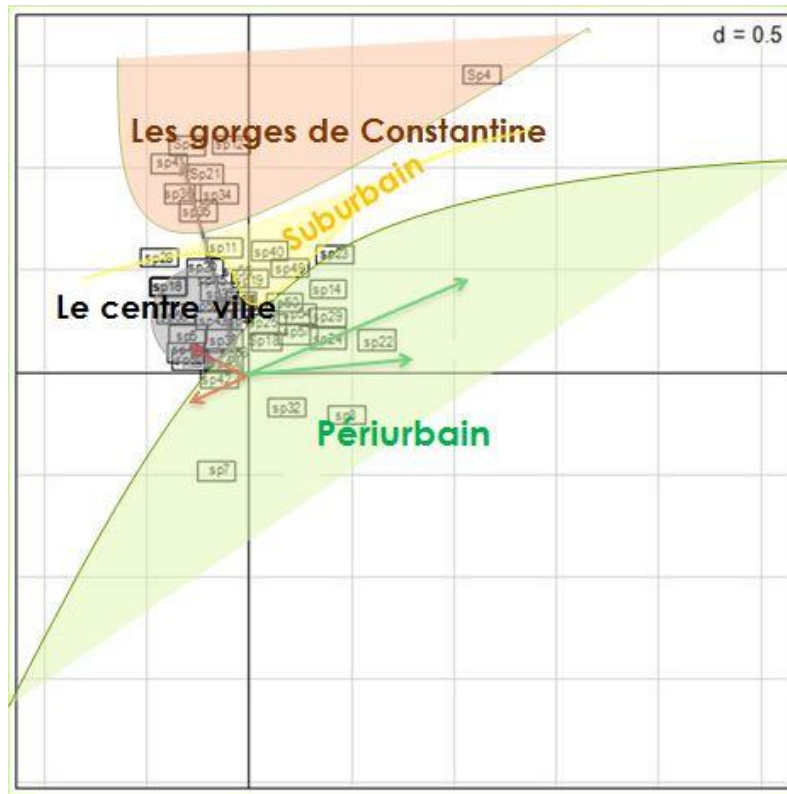


Figure 3. Localisation des différents secteurs composant le gradient d'urbanisation sur le graphique de l'Analyse Canonique des Correspondances.

## Conclusion

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, le rôle des variables environnementales et du paysage sur l'organisation avifaunistique le long d'un gradient d'urbanisation. 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 nicheuses est égale à 44, L'évolution de cette richesse est étroitement liée à l'évolution des milieux, et par la présence de diverses niches écologiques (Telailia 2002). Par ailleurs, les relevés des variables du milieu qui ont été enregistrées en parallèle avec celle de l'avifaune dans notre site (structurale et topographique) nous ont conduits à observer plusieurs habitats différents. Ensuite, à l'aide des analyses statistiques, nous avons pu voir l'influence qu'apporte les variables environnementales qui compose nos 3 secteurs (centre, suburbain et périurbain) sur la répartition des oiseaux, et que la ville de Constantine se distingue par la présence d'un autre secteur qui est les gorges du Rhumel et cela grâce aux groupes d'oiseaux recensés dans les lieux.

## Remerciements

Nos plus vifs remerciements sont adressés aux nombreux membres (naturalistes et photographes) de l'Association ÉcoCirta qui avaient accompagnés les auteurs pendant leurs sorties ornithologiques, leur présence et leur aide étaient très efficaces pour la collecte de données sur l'avifaune constantinoise au cours des 3 années d'étude. Nous remercions aussi M. Sidi Imad Cherkaoui et le comité éditorial pour leurs commentaires qui ont amélioré la version finale du manuscrit.

## Références

- Bendahmane, L.** 2019. Inventaire et écologie des oiseaux urbains de Constantine et leurs impacts sur l'environnement. *Thèse de doctorat. Université Larbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi, Algérie.* 117p.
- Blondel, J. & Ferry, C. & Frochot, B.** 1970. Méthode des Indices Ponctuels d'Abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par "stations d'écoute". *Alauda* 38, 1, 55-71.
- Clergeau, P. & Croci, S. & Jokimaki, J.** 2004. How useful are urban island ecosystems for defining invader patterns? *Environmental Conservation* 31, 181-184.

- 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.
- Ismann, P. & Moali, A.** 2000. Oiseaux d'Algérie / Birds of Algeria. *SEOF*, Paris, 336p.
- McKinney, M.L.** 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127 : 247-260.
- 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 d'ingénieur en Agronomie I. N. A., Alger, Algérie.* 131 p.
- Venn, S.J. ; Kotze, D.J. & Niemela, J.** 2003. Urbanization effects on carabid diversity in boreal forests. *European Journal of Entomology* 100, 73-80.

## **Auteurs**

### **Lotfi BENDAHMANE**

Institut National Spécialisé dans la Formation Professionnelle Abdelhak Benhamouda, Constantine, Algérie

### **Karim HADDAD**

4 rue Bouhafis Abdelaziz, Saint Jean, Constantine 25000, Algérie

### **Mehdi CHETIBI**

Cité du 20 août 1955, BP 413, Constantine, Algérie

### **Larbi AFOUTNI**

Département de Médecine, Chirurgie et Reproduction, Institut des Sciences Vétérinaires, Université Frères Mentouri, Constantine, Algérie

### **Mohcen MENAA**

Université Mohamed Cherif Messaidia, Souk-Ahras, Algérie