



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Larbi Tébessi – Tébessa

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie

Département des êtres vivants

MEMOIRE DE MASTER II

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Option : Ecologie

Intitulée :

**La cigogne blanche (*Ciconia ciconia* L., 1758) bio
indicatrice de la présence des métaux lourds dans la
zone de Bekkaria région de Tébessa.**

Présenté par :

Sellami Ala

Devant le jury :

Mme Macheroum Amel	MAA	université de Tébessa	Présidente
Mme Bouguessa C. Linda	MCB	université de Tébessa	Rapporteur
Mme Amri Chirine	MAA	université de Tébessa	examinatrice

Date de soutenance : 23/06/2019

Remerciement

Je tiens avant tous à remercier Dieu tout puissant de me donner la force et la volonté pour achever ce modeste travail.

*Je voudrais d'abord adresser toute ma gratitude et mes profonds remerciements à la promotrice de ce mémoire Madame **Bouguessa-Cheriak linda**, je la remercie de m'avoir encadré, orienté, conseillé et l'intérêt qu'elle a donné à mon travail et aussi pour sa disponibilité et ses avis éclairés tout au long de mon projet.*

Mes remerciements vont à tous les membres de laboratoire de C.E.R.A.D qui m'ont offert des conditions de Travail favorable.

*Je suis très honoré de la présence à ce jury de Madame **Machroum A.** et Madame **Amri C.**, et je les remercie chaleureusement d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Je remercie également les enseignants du département biologie et des êtres vivants de l'université de Tébessa pour tout le savoir qu'ils ont su nous transmettre durant ces années, sans oublier bien sur tout le corps professionnel de ce département.

*Je tiens à remercier monsieur **Bouguessa S.** en particulier, pour sa sincère confiance, son soutien inconditionnel et ses encouragements, et à qui je dois ma reconnaissance et mon attachement.*

Je veux exprimer mes remerciements à toutes les personnes qui m'ont apporté l'aide et L'assistance nécessaire à l'élaboration de ce travail.

Enfin, je remercie mes amis et camarades de promotion pour ces années passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires.

Merci à tous..

Abstract

12 elements detected in the Bekkaria area through white stork are iron (Fe), manganese (Mn), chlorine (Cl), copper (Cu), nickel (Ni), aluminum (Al), lead (Pb), cadmium (Cd), cobalt (Co), chromium (Cr), zinc (Zn) and selenium (Se).

The basic elements detected in all types of white stork feathers and eggshells, as well as their diet, are toxic elements if their concentrations increase.

This work was determinate in the Bekkaria area, wich is an urban area surrounded by the Aleppo pine forest.

Key words: heavy metals, white stork, urban area.

Résumé

12 éléments détectés dans la zone de Bekkaria à travers la cigogne blanche sont le fer, le manganèse, le chlore, le cuivre, le nickel, l'aluminium, le plomb, le cadmium, le cobalt, le chrome, le zinc et le sélénium.

Les éléments de base détectés dans tous les types de plumes et de coquilles d'œufs de cigognes blanches, ainsi que dans leur régime alimentaire, sont des éléments toxiques si leur concentration augmente.

Nous avons effectué ce travail dans la zone de Bekkaria, une zone urbaine entourée par la forêt de pins d'Alep.

Mots clés : métaux lourds, cigogne blanche, zone urbaine.

ملخص

12 عنصرا تم الكشف عن وجودها في منطقة بكارية من خلال طائر اللقلق الأبيض، والتي تتمثل في الحديد، المنغنيز، الكلور، النحاس، النيكل، الألمينيوم، الرصاص، الكاديوم، الكوبالت، الكروم، الزنك و عنصر السيليسيوم. تعتبر العناصر الأساسية التي تم اكتشافها في جميع أنواع ريش اللقلق الأبيض وقشور بيضه إضافة إلى نظامه الغذائي سامة إذا زاد تركيزها.

و قد تم تحقيق هذا العمل في منطقة بكارية التي تعتبر منطقة عمرانية محاطة بالأساس بغابة الصنوبر الحلبي .

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة، اللقلق الأبيض، منطقة عمرانية.

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	les familles des plantes qui caractérise la zone de Bekkaria	14
02	teneur moyenne et écart-types des métaux lourds dans les différentes plumes de la cigogne blanche (période 2018-2019)	22
03	Test ANOVA II facteur pour les concentrations des 4 métaux lourds essentiels en fonction des différentes plumes	25
04	La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les zones (Z1) et (Z2) des grandes plumes (Gp) de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)	25
05	La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les zones (Z1) et (Z2) des plumes moyennes (Mp) de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)	26
06	Test de GLM pour la concentration des 4 métaux lourds essentiels en fonction des zones 1 et 2 des grandes plumes et des plumes moyenne de cigogne blanche	28
07	La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les coquilles des œufs (C.O) de la cigogne blanche (période 2018-2019).	28
08	composition alimentaire de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018- 2019) (N : abondance totale ; Ni : abondance relative)	30
09	La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les principales familles proies, Tenebrionidae (Tene) et Brachyceridae (Bra) de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)	31
10	Test ANOVA des concentrations des 4 métaux lourds essentiels en fonction du régime alimentaire.	32

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	localisation géographique de la zone de Bekkaria sur une carte administrative (1/500000)	15
02	Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gausson de la station météorologique de Tébessa montrant l'étude moyenne annuelle de la période sèche (1972 à 2018).	15
03	position de nids de la cigogne blanche sur un arbre de pin d'Alep (05/03/2019, cliché Mme bouguessa)	17
04	position de nids de la cigogne blanche au-dessous de poteaux d'électricités (05/032019, cliché Mme bouguessa)	17
05	position de nids de la cigogne blanche au-dessous de maison (05/03/2019 photo personnelle)	18
06	présente les zones des coupures de plumes (grandes, moyenne) et l'élimination de la partie dure de la cigogne blanche (12/05/2019, photo personnelle)	19
07	présente l'élimination de la partie dure de petite plume de la cigogne blanche (12/05/2019, photo personnelle)	20
08	poudre des coquilles des œufs de la cigogne blanche (12/05/2019, photo personnelle)	20
09	Concentrations des métaux lourds dans les grandes plumes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)	23
10	Concentrations des métaux lourds dans les plumes moyennes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)	24
11	Concentrations des métaux lourds dans les petites plumes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)	24
12	Les concentrations des principaux métaux lourds dans les zones, (Z1) et (Z2) des grandes plumes de la cigogne blanche	26
13	les concentrations des principaux métaux lourds dans la zone 1 et 2 des plumes moyennes de la cigogne blanche	27

14	Concentrations des métaux lourds dans les coquilles des œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)	29
15	Concentrations des métaux lourds dans les restes de la famille Tenebrionidae principale proie de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)	33
16	Concentrations des métaux lourds dans les restes de la famille Brachyceridae, importante proie de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)	33
17	Taux du Fe dans les plumes, les principales proies et les coquilles d'œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP: grande plume; Mp: plume moyenne; Pp: petite plume; tene: Tenebrionidae; bra: Brachyceridae; oeuf: coquille des oeufs)	34
18	Taux du Cu dans les plumes, les principales proies et les coquilles d'œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP: grande plume; Mp: plume moyenne; Pp: petite plume; tene: Tenebrionidae; bra: Brachyceridae; oeuf: coquille des oeufs)	35
19	Taux du Cl dans les plumes, les principales proies et les coquilles d'œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP: grande plume; Mp: plume moyenne; Pp: petite plume; tene: Tenebrionidae; bra: Brachyceridae; oeuf: coquille des oeufs)	36
20	Taux du Mn dans les plumes, les principales proies et les coquilles d'œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP: grande plume; Mp: plume moyenne; Pp: petite plume; tene: Tenebrionidae; bra: Brachyceridae; oeuf: coquille des oeufs)	37

Liste des abréviations

Fe : le fer

Al : l'aluminium

Co : le cobalt

Cu : le cuivre

Mn : le manganèse

Se : le sélénium

Cd : le cadmium

Pb : le plomb

Zn : le zinc

Cl : le chlore

Hg : le mercure

As : l'arsénique

Gp : grandes plumes

Mp : plumes moyennes

Pp : petites plumes

Z1 : zone 1 « zone inférieure de plume »

Z2 : zone 2 « zone extérieure de plume »

C.O : coquilles des oeufs

Tene : Tenebrionidae

Bra : Brachyceridae

T : teneur moyennes et écart-types des concentrations

µg/L : microgramme par litre

Table de matière

Abstract

Résumé

ملخص

Liste de tableaux

Liste de figures

Liste des abréviations

I. Introduction	09
II. Biotope	15
1. Présentation géographique de la zone de Bekkaria	15
1.1. L'étage bioclimatique de la région de Tébessa	16
1.2. Emplacement des nids	16
III. Méthode d'étude	19
1. Méthode d'étude	19
1.1. Sur le terrain	19
1.2. Au laboratoire	19
1.3. Analyse statistique	21
VI. Résultats	22
1. Concentration des métaux lourds dans les plumes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019).	22
1.1. La concentration des métaux lourds dans les différentes plumes de la cigogne blanche.....	22
1.2. La concentration des métaux lourds dans les différentes zones des plumes (grandes plumes, plumes moyennes) de la cigogne blanche.....	25
2. Concentration des métaux lourds dans les coquilles des œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019).	28

3. Concentration des métaux lourds dans le régime alimentaire de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)	30
4. Concentration des principaux métaux (Fe, Cu, Cl, Mn) dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs	34
4.1. Taux de fer (Fe) dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.	34
4.2. Taux de cuivre (Cu) dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.	34
4.3. Taux de Chlore (Cl) dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.....	35
4.4. Taux de manganèse (Mn) dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.	36
V. Discussion	38
IV. Conclusion	41

Références bibliographiques

Annexes

I. Introduction

Les métaux lourds sont des éléments naturels en grand nombre qui sont présents à des concentrations variables dans tous les écosystèmes.

Ils se trouvent sous forme élémentaire et dans une variété d'autres composés chimiques : Ceux qui sont volatils et ceux qui s'attachent aux particules fines peuvent être largement transportés à très grande échelle, Chaque forme ou composé possède des propriétés différentes qui influent également sur ce qu'il advient de la nourriture, de l'eau et du sol et sur leur toxicité. Les activités humaines ont radicalement changé les cycles biochimiques et équilibre de certains métaux lourds. Les principales sources anthropiques de métaux lourds sont divers : les procédés industriels, les mines, les fonderies, la combustion de combustibles fossiles et d'essence et les incinérateurs de déchets et d'autres encore (Lubomir *et al.*, 2010)

Les métaux lourds qui proviennent de sources naturelles et anthropiques, sont des polluants environnementaux courants. Au cours des dernières décennies, leur contamination a considérablement augmenté parce qu'ils ne sont pas dégradables, ils persistent dans l'environnement. Le sol est le principal réservoir de grande quantité de métaux lourds qui ont reçu beaucoup d'attention ces dernières années en raison de leurs risques potentiels pour la santé et l'environnement (Fenstad *et al.*, 2016).

Alloway (1995) définit la pollution comme : « l'introduction par l'homme dans l'environnement de substances ou d'énergie susceptibles de provoquer des dommages à la santé des espèces vivantes (hommes, ressources vivantes et systèmes écologiques) et de mettre en cause le concept d'une utilisation légitime de l'environnement, Les activités humaines entraînant une augmentation des apports de métaux toxiques dans l'environnement (Bibhash et al , 2010)

Lorsque les éléments métalliques associés à la pollution augmentent dans les sédiments ou dans l'eau, leur toxicité peut également augmenter, pouvant affecter les humains et les organismes. Les concentrations d'éléments métalliques au-dessus de leur environnement naturel dans l'océan sont devenues un problème mondial, car des organismes tels que les poissons, les mammifères marins et les oiseaux peuvent être affectés, et parce que les autorités, les chercheurs et le grand public s'inquiètent de la santé des écosystèmes pollués ainsi que de la sécurité alimentaire, les bio indicateurs tels que les animaux peuvent être utilisés pour des raisons autres que scientifiques, car ils peuvent aussi éclairer les politiques et les mesures d'atténuation

I. INTRODUCTION

requis. Les oiseaux sont de bons bio indicateurs, car différentes espèces et guildes occupent différents niveaux trophiques, ce qui prouve une mesure de la bioaccumulation trophique des polluants (Aswegen et al, 2019)

La contamination par les métaux lourds est largement répandue dans le monde, résultat de l'exploitation minière et d'autres processus industriels, des activités Humaines telles que les marées noires, les eaux usées, les déchets dangereux, les pesticides, ou les feux de forêt pourraient contribuer à augmenter les niveaux d'Hg, d'As et du Cd, alors que les explosifs des mines pourraient augmenter les niveaux de Pb dans les différents écosystèmes (Celis et al, 2012)

Au cours des dernières décennies, les dépôts excessifs de métaux lourds dans l'environnement et leurs impacts négatifs sur les écosystèmes et les organismes ont attiré l'attention des écotoxicologues du monde entier, les métaux lourds sont des éléments persistants et omniprésents dans l'environnement en raison des cycles géologiques naturels et des activités anthropiques. Les écosystèmes terrestres et aquatiques reçoivent des métaux lourds, par exemple lors de déversements de déchets et / ou de retombées atmosphériques. Une exposition ultérieure des biotes entraîne une accumulation de métaux lourds dans leurs tissus et une augmentation de l'accumulation de métaux dans chaque guildes alimentaire successive constitue une menace réelle pour la qualité et la durabilité des écosystèmes (Abbasi et al, 2014).

Les contaminants environnementaux tels que le plomb et d'autres métaux traces présentent des risques importants pour les humains et la faune lorsqu'ils sont présents en fortes concentrations (Duan et al, 2014), leurs effets néfastes sur la faune et la santé humaine suscitent de plus en plus d'inquiétudes en raison des impacts à long terme sur l'environnement (Bibhash et al, 2010).

Les métaux et les métalloïdes sont des composants naturels de l'environnement, et beaucoup sont essentiels aux activités métaboliques indispensables à la vie, tels que le cobalt (Co), le cuivre (Cu), fer (Fe), manganèse (Mn) et sélénium (Se) (Benito et al, 1999) ; cependant, à fortes doses, ils peuvent être toxiques (Maia et al, 2017).

L'identification des dangers de métaux lourds s'appuie sur les tests éco toxicologiques terrestres et aquatiques qui couvrent des populations de niveaux trophiques différents.

I. INTRODUCTION

Les essais réalisés sur des insectes pollinisateurs (*Apis mellifica*), des oiseaux (*Coturnix japonica*, *Colinus virginianus*, *Anas platyrhynchos*) ou des mammifères estiment la présence d'inhibition de la croissance des plantes de butinage ou de la reproduction des animaux (Chicas et al, 2017).

Les oiseaux sont les objets traditionnels de la surveillance biologique dans des écosystèmes pollués, particulièrement dans les territoires à côté des sources de pollution stationnaires (lebedeva, 1995) ; ils ont attiré l'attention des Eco toxicologistes en raison de leur vulnérabilité, qui est liée premièrement aux faibles densités de leurs populations naturelles et deuxièmement à leur position en haut des chaînes trophiques (Bel'skii et al. 1992, 1995). Leurs taux de bio amplification élevés font de ces animaux des bioindicateurs appropriés (Resino et al, 2015)

L'accumulation de métaux chez trois espèces de passereaux, la mésange charbonnière (*Parus major*), le bruant des roches (*Emberiza cia*), et le merle noir (*Turdus merula*), a été analysée dans une zone polluée, (Iacuna et al, 1994) ont constaté chez ces espèces une influence négativement sur le succès de reproduction, la qualité de la coquille d'œuf (une porosité anormale), la taille de la couvée, et le succès de l'éclosion et d'incubation.

Selon Judite et al., (2005) il existe une relation partielle entre la contamination par les métaux et la malformation des os chez les cigognes juvéniles et cette pathologie se produit de façon complexe

Norouzi (2012) a constaté chez le chukar, le pigeon, l'alouette et le pluvier que l'accumulation des métaux lourds se trouve à plusieurs endroits comme dans les plumes. La cigogne blanche est exposée à l'accumulation de divers contaminants à différents lieux : les œufs, les plumes et le sang (Resino et al, 2015).

Une fois dans la chaîne alimentaire, les métaux pénètrent dans le corps et peuvent être éliminés ou accumulés. Les oiseaux peuvent éliminer les métaux dans leurs plumes (Furness, 1992) et les femelles peuvent séquestrer les métaux dans leurs œufs (Fimreite et al, 1970).

La concentration de métaux lourds mesurée dans une plume nettoyée et minéralisée est le produit d'au moins trois facteurs différents : par la voie endogène qui est un apport d'éléments présents dans le sang à la plume en croissance, ou par voie exogène par l'adsorption de

I. INTRODUCTION

particules de poussière contenant des métaux lourds sur la surface de la plume ou par voie de dépôt des métaux lourds par la voie glandulaire et leur propagation sur la surface de plumes, en raison de la graisse, cela peut constituer un réservoir très difficile à éliminer (Goed, 1986).

Les plumes sont des indicateurs utiles de la contamination par les métaux car elles sont faciles à collecter de manière non invasive et à stocker indéfiniment, les oiseaux séquestrent les métaux dans leurs plumes. La proportion de la charge corporelle présente dans les plumes est relativement constante pour chaque métal. La charge corporelle de certains métaux est stockée dans les plumes (Goede et de Bruin, 1986; Burger, 1993).

La cigogne blanche appartient au groupe d'oiseaux étroitement reliés avec des règlements humains, mais les connaissances de l'influence de la pollution anthropogène sur cette espèce restent encore insuffisantes (Profus, 1993 ; Bossche et autres 2002). L'utilisation des biocides et les doses excessives d'engrais chimiques causent une baisse de la faune de sol (vers de terre et insectes), qui constituent un élément important du régime alimentaire de la cigogne blanche (Profus 1993).

La cigogne blanche est une espèce dont le succès de reproduction est déterminé par une influence significative des environnements comme le changement des conditions trophiques, de la structure environnementale et des conditions météorologiques (Halyna Tkachenko, 2009). Elle est considérée comme un bon indicateur de la qualité de l'environnement naturel, et le sang de ses poussins a été utilisé comme bio indicateur de la contamination environnementale par les métaux, mais rarement dans les projets de bio surveillance des contaminants organiques (Ana Raquel Maia, 2017)

Cette étude vise à détecter la présence des métaux lourds à travers un prédateur de premier rang (La cigogne blanche) dans la zone de Bekkaria à forte pollution minière d'un côté (présence de la mine de fer d'El Kouif à quelques kilomètres), et de la décharge principale de la ville de Tébessa de l'autre. La teneur en métaux lourds est estimée à partir des plumes portées par les ailes et le corps, par les coquilles des œufs qui sont déposés dans les nids et par les principales proies constituant le régime alimentaire de cet oiseau qui sont chassés dans cet environnement même.

I. INTRODUCTION

Cette étude ambitionne donc d'en réduire la contamination des écosystèmes et du réseau trophique par les métaux lourds via l'importance d'utilisation d'une technologie propre, Elle s'insère donc dans une démarche qui s'inspire des tendances de prévention de la pollution.

Sur le plan méthodologique IMRED Cette étude s'articule autour de cinq parties :

La première partie, expose l'introduction qui consacré aux généralités sur les métaux lourds, englobe les définitions, les propriétés, les domaines d'utilisation, la répartition de ces métaux dans l'environnement et leurs impact a long terme sur les écosystèmes .etc. Cette partie dédiée aussi à la cigogne blanche comme un bioindicateur de la contamination environnementale par les métaux.

Pour bien présenter et expliquer notre travail, les quatre autres parties sont divisées en biotope, Méthode d'étude, résultats et discussion

La deuxième partie présente la situation de la zone de Bekkaria en baser sur le climat et les emplacements des nids, Dans la troisième partie, on explique la méthode d'études sur le terrain aussi qu'au laboratoire.

Autant qu'on présente nos résultats concernant les concentrations des métaux lourds dans les différentes plumes et la composition alimentaire de la cigogne blanche dans la quatrième partie.

Finalement, la cinquième partie est une discussion comparative concernant la teneur en métaux lourds estimée à partir de différents éléments de la cigogne blanche et leur régime alimentaire.

II. BIOTOPE

II. Biotope : 1. Présentation géographique de la zone d'étude Bekkaria.

Notre zone d'étude, Bekkaria se situe à 875 m d'altitude (35° 22' 20" N.; 8° 14' 32" E.). Le milieu d'étude est une forêt de pins d'Alep (*Pinus halepensis* mill.1768), d'une superficie de 5.200 ha dont la partie supérieure est à 970 m, située à l'est de la commune de Bekkaria. La forêt s'étale sur le Djebel Djebissa et le Djebel Bouroumane. Elle s'accompagne d'un cortège floristique de plantes et de buissons tels que *Rosmarinus officinalis* L, 1758(Lamiaceae), de *Genista cinerea* DC 1805. (Papilionaceae) et de *Cytisus triflorus* Lam., 1786. Des plantes herbacées sont présentes telles que *Galactites tomentosa* Moench, 1794, *Silybum marianum* (Linné) Gaertn., 1791 (Asteraceae), *Malva sylvestris* (Malvaceae) et *Sinapis arvensis* Linné.1753 (Brassicaceae). La zone de Bekkaria se caractérise par un sol calcaire au Djebel Djebissa

Tableau 01 : les familles des plantes qui caractérise la zone de Bekkaria

Famille	Genre – espèce
Astéracées (famille composée)	<i>Galactites tomentosa</i> Moench, 1794 – <i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn., 1791 – <i>Cichorium intybus</i> L., 1753 – <i>Artemisia herba-alba</i> Asso, 1779 – <i>Centaurea solstitialis</i> L., 1753
Labiées	<i>Rosmarinus officinalis</i> L,1758 – <i>Ballota acetabulosa</i> L. benth
Thymelaeacées	<i>Thymelaea hirsuta</i> L.endel 1861
Renonculacées	<i>Nigella damascena</i> L. 1753
Liliacées	<i>Allium roseum</i> L. 1753
Primulacées	<i>Anagallis arvensis</i> (L) U. Manns & Anderb ; 2009
Boraginacées	<i>Echium italicum</i> L. 1753
Papaveracées	<i>Papaver rhoeas</i> L. 1753
Papilionacées	<i>Cytisus</i> sp – <i>Lotus</i> sp
Rhamnacées	<i>Paliurus spina-chrusti</i> Mill., 1768
Malvacées	<i>Malva sylvestris</i> L. 1753
Crucifères	<i>Sinapis arvensis</i> L. 1753
Geraniaceae	<i>erodium moschatum</i> (L) L'Hér
Apiacées	<i>Thapsia garganica</i> L. 1767
Moracées	<i>Morus nigra</i> L. 1753
Casuarinacées	<i>Casuarina equisetifolia</i> L. 1759

II. BIOTOPE



Figure 01 : localisation géographique de la zone de Bekkaria sur une carte administrative (1/500000)

1.1 L'étage bioclimatique de la zone de Bekkaria

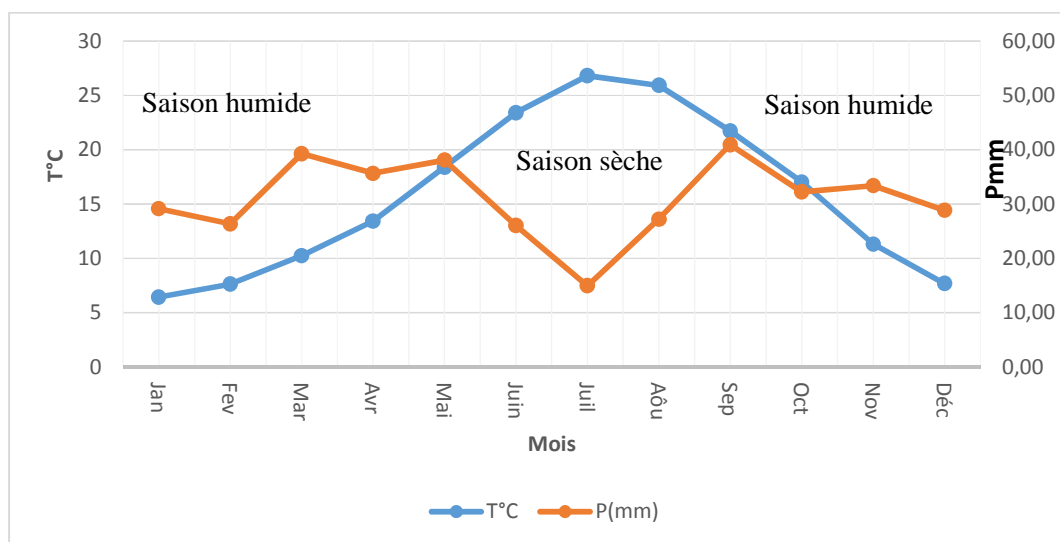


Figure 02 : Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussens de la station météorologique de Tébessa montrant l'étude moyenne annuelle de la période sèche (1972 à 2018).

II. BIOTOPE

D'après les données météorologiques recueillies au niveau de la station météorologique de Tébessa La wilaya de Tébessa se distingue par quatre étages bioclimatiques :

- **Le subhumide (400 à 500 mm/an)** : très peu étendu il ne couvre que quelques îlots limités au sommet de quelques reliefs (Djebel-Serdies et Djebel –Bouroumane).
- **Le semi-aride (300 à 400 mm/an)** : représenté par les sous étages frais couvre toute la partie Nord de la wilaya. (Notre zone d'étude)
- **Le sub–aride (200 à 300 mm/an)** : Couvre les plateaux steppiques de (Oum-Ali, Safsaf El-Ouesra, Thlidjene et Bir El-Ater)
- **L'Aride ou saharien doux (-200 mm/an)** : commence et s'étend qu' - delà de l'Atlas saharien et couvre les plateaux de (Negrine et Ferkane).

La région de Tébessa fait partie des zones semi-arides avec un indice de deMarthon de 14,30 (l'intervalle de l'indice est compris entre 10 et 20).

1.2. Emplacement des nids

La cigogne blanche de la zone de Bekkaria niche soit individuellement ou en groupes et les nids sont construits sur plusieurs types de supports à savoir des arbres, des poteaux électriques et des maisons. Le nombre total des nids est 52 reparti en 11 nids sur les arbres (Figure 03), 34 nids sur les poteaux électriques (Figure 04) et 7 nids au-dessus des maisons et des constructions inachevées (Figure 05).

II. BIOTOPE



Figure 03 : position de nids de la cigogne blanche sur un arbre de pin d'Alep (05/03/2019, cliché Mme bouguessa).



Figure 04 : position de nids de la cigogne blanche au-dessous de poteaux d'électricités (05/03/2019, cliché Mme bouguessa).

II. BIOTOPE



Figure 05 : position de nids de la cigogne blanche au-dessous de maison (05/03/2019, photo personnelle).

III. METHODE D'ETUDE

III. Méthode d'études

Cette étude a lieu dans la zone de Bekkaria, elle comporte deux étapes : sur le terrain et au laboratoire

1.1 Sur le terrain

Les sorties ont lieu durant la période 2018 - 2019 ; nous avons collecté durant cette période des plumes de cigogne blanche autour des arbres, des poteaux et des maisons qui abritent les nids, des coquilles des œufs après l'éclosion, soit au nid directement ou bien autour de ce dernier, et des pelotes de rejection.

1.2. Au laboratoire

Au laboratoire les pelotes de rejection subissent une analyse par voie humide pour séparer les fragments de proies les identifier puis les comptabiliser. Seules les principales proies seront prises en considération.

Concernant les plumes qui appartiennent à 3 catégories : petites (Pp), moyenne (Mp) et grandes (Gp), nous procédons par l'extraction de la partie dure de la plume, puis celle-ci est découpée en deux partie appelées zones :

Z1 = correspond à la partie la plus proche du corps.

Z2= correspond à la zone la plus externe

Les coquilles des œufs sont réduites en poudre avant l'analyse

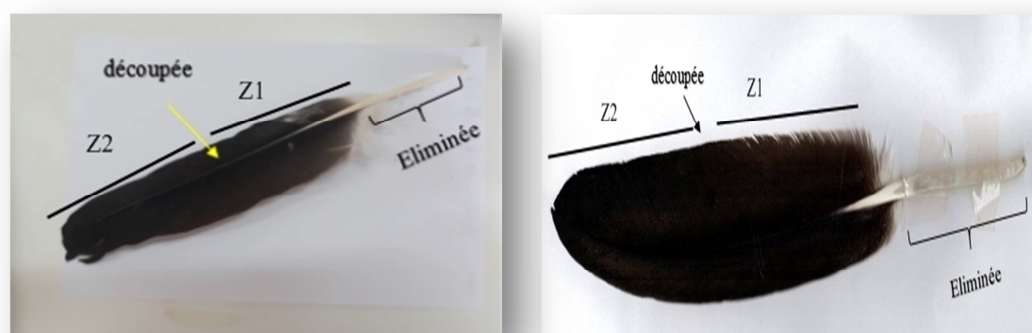


Figure 06 : présente les zones des coupures de plumes (grandes, moyenne) et l'élimination de la partie dure de la cigogne blanche (12/05/2019, photographie personnelle)

III. METHODE D'ETUDE



Figure 07 : présente l'élimination de la partie dure de petite plume de la cigogne blanche (12/05/2019, photographie personnelle)



Figure 08 : poudre des coquilles des œufs de la cigogne blanche (12/05/2019, photographie personnelle)

Le matériel biologique composé des différents types de plumes, de coquilles d'œufs et de fragments de proies dominants dans le régime alimentaire de la cigogne blanche subit une analyse permettant de détecter la présence des métaux lourds ainsi que leurs teneurs (**annexe 01**)

III. METHODE D'ETUDE

La méthode d'extraction des métaux lourds des plumes et des composants du régime alimentaire est basée sur celle de Gushit et *al.* (2016). Et pour les coquilles nous avons appliqué la méthode de (Hashmi 2013).

1.3. Analyse statistique

Pour faire l'analyse statistique nous avons appliqué le test d'ANOVA à deux facteurs pour la relation entre la taille des plumes et les concentrations des éléments essentiels, et pour la relation entre le régime alimentaire et les concentrations des éléments essentiels.

Nous avons utilisé le test Modèle linéaire généralisé GLM à trois facteurs pour étudier la relation entre la taille des plumes, les différentes zones des plumes et les concentrations des éléments essentiels. (logiciel utilisé est Minitab 13).

VI. RESULTATS

VI. Résultats

L'utilisation de la cigogne blanche comme indicateur des métaux lourds dans la zone de Bekkaria nous a permis de recenser 12 métaux de concentrations différentes qui sont : le fer (Fe), aluminium (Al), chrome (Cr), sélénium (Se), cadmium (Cd), plomb (Pb), nickel (Ni), cuivre (Cu), chlore (Cl), zinc (Zn), cobalt (Co) et manganèse (Mn), Qui sont accumulés par plusieurs éléments de cet oiseau comme les plumes et les coquilles des œufs (accumulation externe) et par l'alimentation (apport interne)

1) Concentration des métaux lourds dans les plumes de la cigogne blanche

1.1. La concentration des métaux lourds dans les différentes plumes de la cigogne blanche

Les métaux lourds sont essentiels à la vie, mais leur augmentation est toxique pour voir si les quantités détectées dans la zone de Bekkaria sont élevées ou non. Nous avons étudié cela dans les différentes plumes de cigogne blanche et nous avons découvert

Tableau 02 : teneur moyenne et écart-type des métaux lourds dans les différentes plumes de la cigogne blanche (période 2018-2019)

Eléments		Fe	Al	Cr	Se	Cd	Pb	Ni	Cu	Cl	Zn	Co	Mn
Gp	T	10760	172	129	289	17	39	185	779	2680	366	380	3060
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
		566	14,1	4,24	18,4	1,41	1,41	38,2	4,24	28,3	82	59,4	735
Mp	T	11388	182,5	153,5	283,8	27,25	59,5	163	1235	3193	363,3	396,3	4210
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
		3376	60,1	44,5	90,2	7,42	21,9	52,3	453	894	97,9	122	1400
Pp	T	8000	40	70	90	10	20	60	490	2100	240	260	1000

(Gp) = grande plume, (Mp) = plume moyenne, (Pp) = petite plume et (T) = teneur moyen et écart-type des concentrations de chaque élément

D'après les résultats du tableau 03 nous remarquons que les grandes plumes, les plumes moyennes et les petites plumes accumulent les métaux lourds signalés dans la zone de Bekkaria.

VI. RESULTATS

Les quatre principaux métaux accumulés dans les plumes de la cigogne blanche de cette région sont : Le fer, le manganèse, le chlore et le cuivre. Le Fer est obtenu dans les grandes plumes par ($10760 \pm 566 \mu\text{g/L}$) la concentration de manganèse est ($3060 \pm 735 \mu\text{g/L}$) après le chlore de concentration égale ($2680 \pm 28,3 \mu\text{g/L}$) le cuivre est peut concentrer par apport les éléments présents à ($779 \pm 4,24 \mu\text{g/L}$) les autres avec des concentrations très faible (Figure 10)

Le fer est le métal le plus concentré dans les plumes moyennes de la cigogne blanche de la région de bakkaria ($11388 \pm 3376 \mu\text{g/L}$) suivi par le manganèse avec ($4210 \pm 1400 \mu\text{g/L}$) après le chlore ($3193 \pm 894 \mu\text{g/L}$), le cuivre avec ($1235 \pm 453 \mu\text{g/L}$), les autres métaux sont faiblement concentrées (Figure 11)

Le teneur des éléments les plus concentré dans les petites plumes de la cigogne blanche sont : le fer avec $8000 \mu\text{g/L}$, le chlore en deuxième position avec $2100 \mu\text{g/L}$ suivi par le manganèse avec $1000 \mu\text{g/L}$ et le cuivre en quatrième position avec une concentration de $490 \mu\text{g/L}$ les autres éléments sont faibles concentrations. (Figure 12)

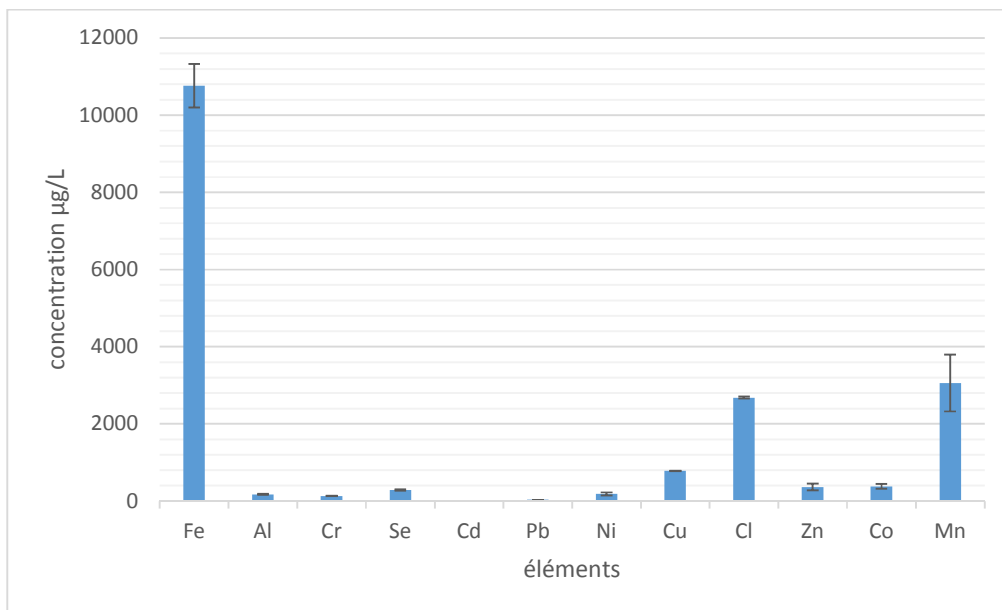


Figure 09 : Concentrations des métaux lourds dans les grandes plumes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)

VI. RESULTATS

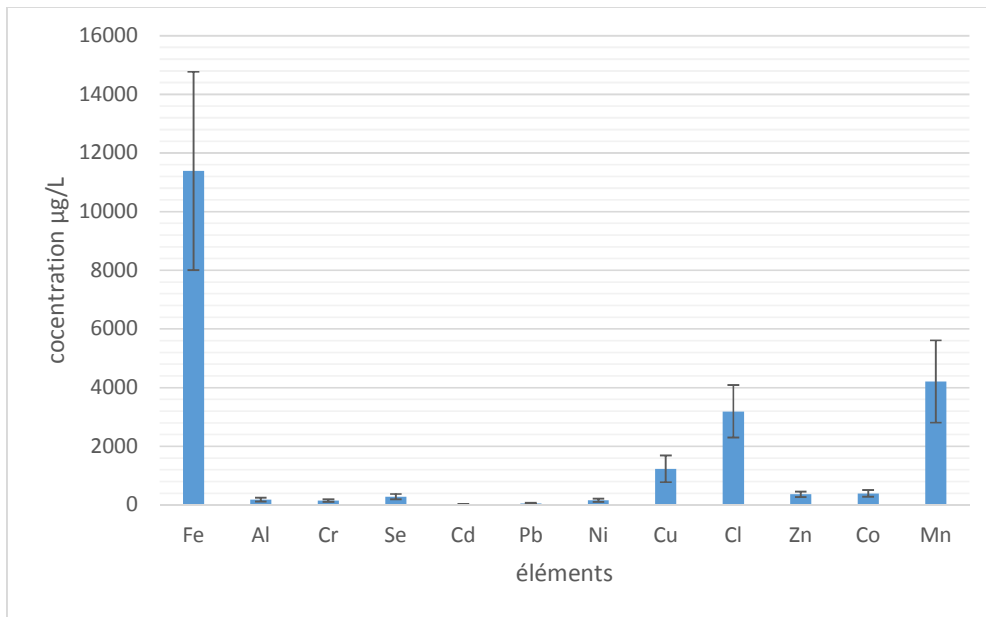


Figure 10 : Concentrations des métaux lourds dans les plumes moyennes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)

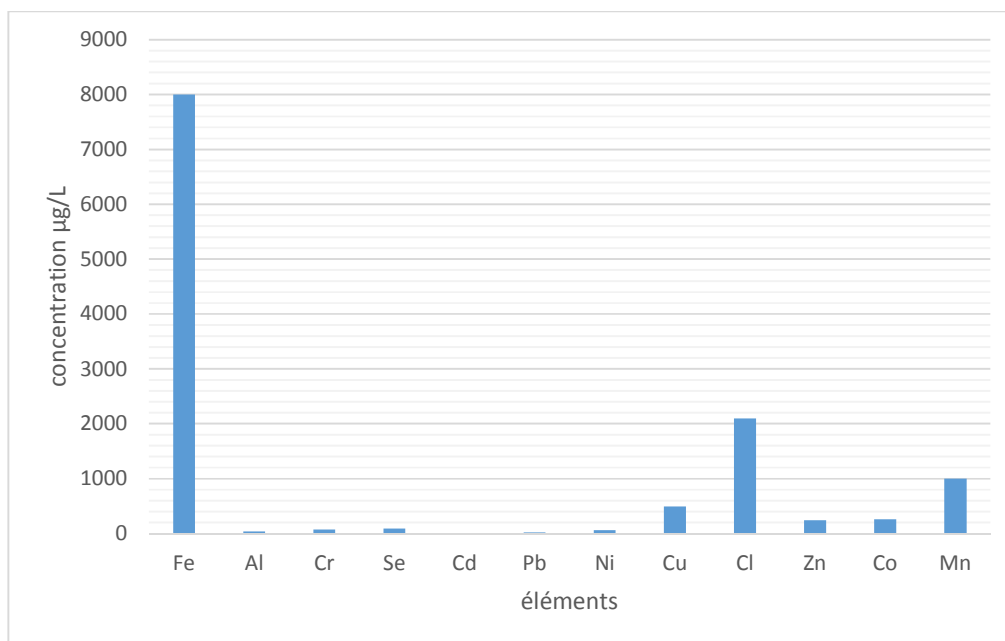


Figure 11 : Concentrations des métaux lourds dans les petites plumes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)

VI. RESULTATS

Tableau 03: Test ANOVA II facteur pour les concentrations des 4 métaux lourds essentiels en fonction des différentes plumes

Source	DLL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
plumes	2	16929941	16929941	8464971	0,73	0,484
éléments	3	1119139334	365061379	121687126	10,55	0,000*
plumes*éléments	6	5749224	5749224	958204	0,08	0,338
Erreur	68	784230490	784230490	11532801		
total	79	1926048989				

Il n'y a pas de différences significatives entre les concentrations des éléments essentiels et la taille des plumes (grande plume, plume moyenne, petite plume) $P = 0,484$, par contre il y'a des différences significative entre les concentrations des éléments. L'étude de l'interaction entre les plumes et les principaux éléments est non significative à partir de concentrations obtenues, $P = 0,338$ (Tableau 03).

1.2. Concentration des métaux lourds dans les différentes zones des plumes (grandes plumes, plumes moyennes) de la cigogne blanche

Tableau 04 : La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les zones (Z1) et (Z2) des grandes plumes (Gp) de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)

Elements		Fe	Al	Cr	Se	Cd	Pb	Ni	Cu	Cl	Zn	Co	Mn
G p Z 1	T	11160	182	126	302	16	40	212	782	2660	424	422	3580
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
		6594	128,5	73	135,4	13,42	38,1	60,6	693	1998	173,4	179,5	153,7
G p Z 2	T	10360	162	132	276	18	38	158	776	2700	308	338	2540
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
		6716	125,6	95,2	199,3	14,83	26,8	105,5	513	2347	204,7	216,5	1713

Les résultats portés sur le tableau 05 montrent que la zone1 (Gp Z1) accumule le fer avec une concentration de $11160 \pm 6594 \mu\text{g/L}$, le manganèse avec $3580 \pm 153,7 \mu\text{g/L}$, puis le chlore

VI. RESULTATS

avec $2660 \pm 1998 \mu\text{g/L}$, et le cuivre avec $782 \pm 693 \mu\text{g/L}$. les autres éléments sont très faiblement accumulés dans cette zone.

La deuxième zone (Gp Z2) accumule le fer en premier avec $10360 \pm 6716 \mu\text{g/L}$, puis le chlore avec $2700 \pm 2347 \mu\text{g/L}$, ensuite le manganèse avec $2540 \pm 1713 \mu\text{g/L}$ et enfin le cuivre avec $776 \pm 513 \mu\text{g/L}$, les autres éléments sont de concentrations faibles dans cette zone (figure 12)

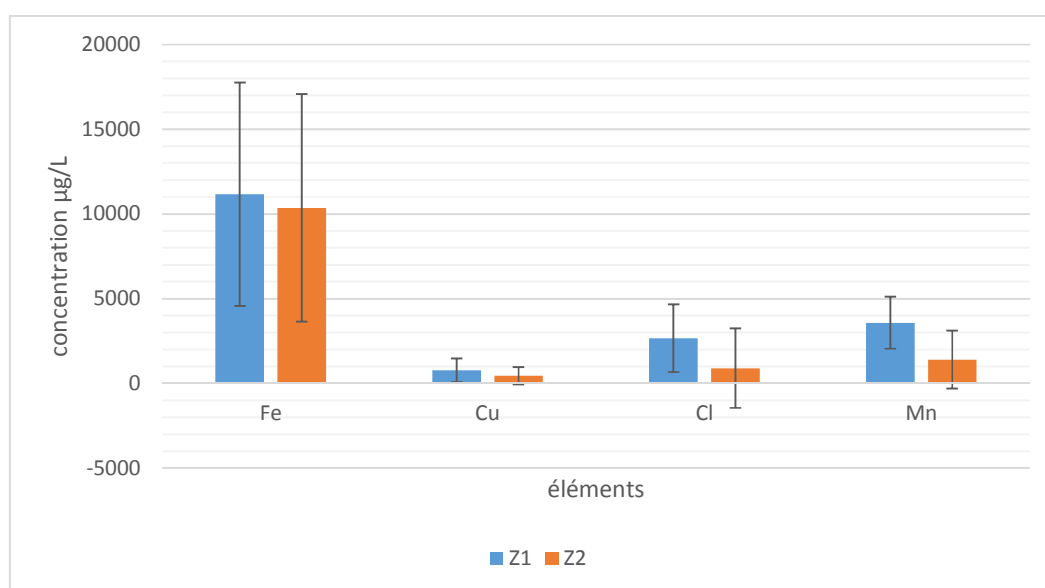


Figure 12 : Les concentrations des principaux métaux lourds dans les zones, (Z1) et (Z2) des grandes plumes de la cigogne blanche

Tableau 05 : La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les zones (Z1) et (Z2) des plumes moyennes (Mp) de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)

Éléments	Fe	Al	Cr	Se	Cd	Pb	Ni	Cu	Cl	Zn	Co	Mn
M p Z 1	T	9000	140	122	220	22	44	126	914	2560	294	310
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
M p Z 2	T	6273	112,5	98,6	166,1	21,68	43,9	102,1	1003	2599	284	252
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
M p Z 2	T	13775	225	185	347,5	32,5	75	200	1555	3825	432,5	482,5
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
		2962	52	65,6	88,5	15	3,2	50,3	685	1554	122,3	140,1

VI. RESULTATS

Selon les résultats du tableau 05 nous constatons que la zone1 (Mp Z1) accumule le fer avec une concentration de $9000 \pm 6273 \mu\text{g/L}$, le chlore avec $914 \pm 1003 \mu\text{g/L}$, en suite le manganèse avec $310 \pm 252 \mu\text{g/L}$ et le cuivre avec $126 \pm 102,1\mu\text{g/L}$. Les autres éléments sont très faiblement accumulés dans cette zone.

La deuxième zone (Mp Z2) accumule le fer avec $13775 \pm 2962 \mu\text{g/L}$, le chlore avec $1555 \pm 685 \mu\text{g/L}$, et le manganèse avec $482,5 \pm 140,1 \mu\text{g/L}$ qui est suivi par le cuivre avec $200 \pm 50,3 \mu\text{g/L}$, les autres éléments sont de concentration faibles dans cette zone (figure13)

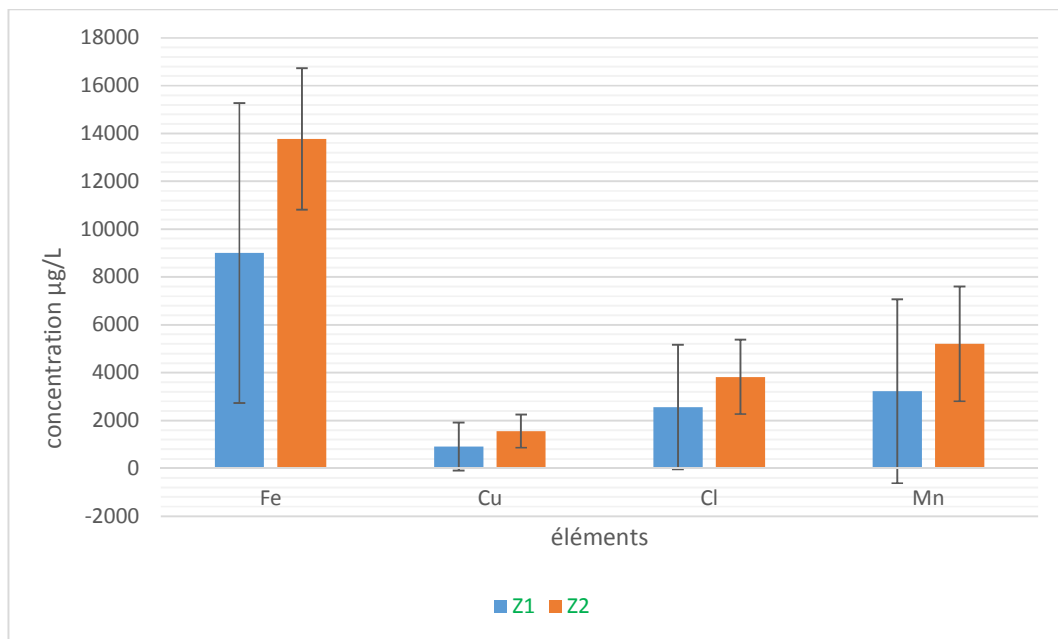


Figure 13 : les concentrations des principaux métaux lourds dans les zones (1) et (2) des plumes moyennes de la cigogne blanche

VI. RESULTATS

Tableau 06: Test de GLM pour la concentration des 4 métaux lourds essentiels en fonction des zones 1 et 2 des grandes plumes et des plumes moyenne de cigogne blanche

Source	DL	Sc. Séq	Sc. Ajust	Cm ajust	F	P
Plumes	1	1553139	1553139	1553139	0,17	0,684
Zones	1	28103252	28103252	28103252	303	0,088
Eléments	3	8968766292	896876692	298958897	32,23	0,000*
Plumes* zones	1	85215977	85215977	85215977	9,19	0,004*
Plumes* éléments	3	6356417	6356417	2118806	0,23	0,876
Zones *éléments	3	9306255	9306255	3102085	0,33	0,800
Plumes*zones*éléments	3	40902930	40902930	13634310	1,47	0,235
Erreur	48	445268575	445268575	9276429		
Total	63	1513583236				

Après l'analyse appliquée GLM nous constatons l'absence de différence significatives entre les plumes ($P = 0,684$), les zones ($P = 0,088$), pas d'interaction significative entre plume*éléments ($P = 0,876$), entre zones* éléments ($P = 0,800$) et entre Plumes*zones*éléments ($P = 0,235$). La seule interaction significative est plumes* zones ($P = 0,04$) (**Tableau 06**).

2) Concentration des métaux lourds dans les coquilles des œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)

Les résultats portés sur le tableau 07 montrent une très grande différence dans la concentration des métaux accumulés par les coquilles des œufs.

Tableau 07 : La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les coquilles des œufs (C.O) de la cigogne blanche (période 2018-2019).

Eléments	Fe	Al	Cr	Se	Cd	Pb	Ni	Cu	Cl	Zn	Co	Mn	
C.O	T	10800	160	98	170	14	32	114	686	1840	248	268	2280
		±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
		4578	41,8	19,24	44,7	5,48	4,47	20,74	160,1	439	55,4	45,5	698

VI. RESULTATS

La plus importante accumulation est celle du fer avec $10800 \pm 4578 \mu\text{g/L}$, le manganèse occupe la deuxième position avec une concentration de $2280 \pm 698 \mu\text{g/L}$, puis le chlore et le cuivre avec respectivement $1840 \pm 439 \mu\text{g/L}$ et $686 \pm 160,1 \mu\text{g/L}$. Les autres éléments sont très faiblement accumulés (Figure14).

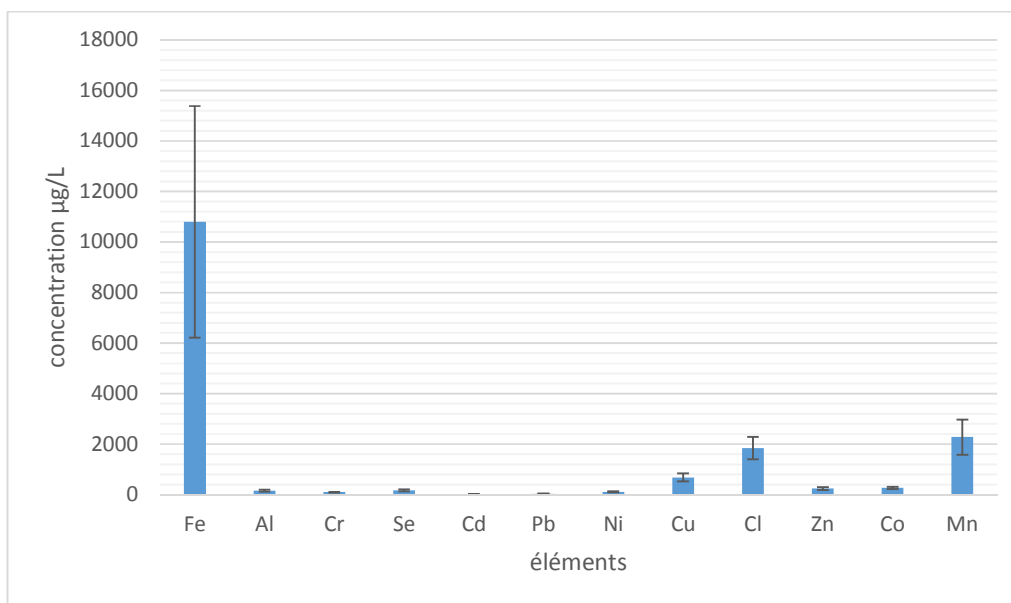


Figure 14 : Concentrations des métaux lourds dans les coquilles des œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)

VI. RESULTATS

3. Concentration des métaux lourds dans le régime alimentaire de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)

La composition alimentaire de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria durant la période 2018-2019 comprend les proies portées sur le tableau (08).

Tableau 08 : composition alimentaire de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018- 2019) (N : abondance totale ; Ni : abondance relative)

Embranchment	Classe	Ordre	Famille	N	Ni %
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	91	38,39%
			Scarabaeidae	10	4,21%
			Geotrupidae	11	4,64%
			Melolonthidae	14	5,9%
			Curculionidae	09	3,79%
			Brachyceridae	19	8,01%
			Buprestidae	04	1,68%
			Silphidae	09	3,79%
			Carabidae	11	4,64%
			Elateridae	03	1,26%
			Cetoniidae	05	2,1%
			Coccinellidae	01	0,42%
			Chrysomelidae	03	1,26%
		Orthoptera	Acrididae	15	6,32%
			Pamphagidae	09	3,79%
	Dermaptera	Carcinophoridae	04	1,68%	
	Hymenoptera	Formicidae	02	0,84%	
Arachnida	Solifugae	Solpugidae	01	0,42%	
	Scorpiones	Scorpionidae	02	0,84%	
Mollusca	Gastropoda	Stylommatophora	Helicidae	06	2,53%
chordata	Aves	Galliformes	Phasianidae	07	2,95%
Total				237	100%

VI. RESULTATS

L'étude du régime alimentaire de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria durant la période 2018-2019 a permis de constater la présence de 237 proies réparties en 3 embranchements, 4 classes, 8 ordres et 21 familles. La famille Tenebrionidae est la plus représentées avec 91 proies correspondant à 38,39 % de l'ensemble des proies, suivi par la famille Brachyceridae avec 19 proies correspondant à 8,01 % les autres familles proies sont très faiblement représentées (**Tableau 08**).

En raison de leur importance dans le régime alimentaire, les familles Tenebrionidae et Brachyceridae seront prise en considérations dans l'accumulation des métaux lourds.

Tableau 09 : La teneur moyenne et écart-types des métaux lourds (Mo) dans les principales familles proies, Tenebrionidae (Ten) et Brachyceridae (Bra) de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (période 2018-2019)

Elements		Fe	Al	Cr	Se	Cd	Pb	Ni	Cu	Cl	Zn	Co	Mn
Ten	T	1450	30		45		5	35	105	350	35	65	400
		±	±	20	±	00	±	±	±	±	±	±	±
		778	14,1		7,07		7,07	7,07	21,2	70,7	7,07	21,2	141
Bra	T	1700	20	30	40	00	10	20	120	300	40	60	400

L'accumulation de fer dans la famille Brachyceridae atteint $1700\mu\text{g/L}$, $1450 \pm 778 \mu\text{g/L}$ dans la famille Tenebrionidae, le manganèse accumulé dans Brachyceridae est $400 \mu\text{g/L}$, chez les Tenebrionidae sa concentration est de $400 \pm 141 \mu\text{g/L}$, la concentration du chlore dans les Brachyceridae est de $300 \mu\text{g/L}$, dans les Tenebrionidae elle atteint $350 \pm 70,7\mu\text{g/L}$, enfin le cuivre est accumulé avec une concentration de $120 \mu\text{g/L}$ dans les Brachyceridae et de $105 \pm 21,2\mu\text{g/L}$ dans les Tenebrionidae. Les autres éléments sont faibles alors que le cadmium n'est pas du tout accumulé par ces deux familles proies (Figure 15).

VI. RESULTATS

Tableau 10 : Test ANOVA des concentrations des 4 métaux lourds essentiels en fonction du régime alimentaire.

Source	DLL	SC séq	SC ajust	CM ajust	F	P
Principales familles proies	1	7704	7704	7704	0,05	0,836
Eléments	3	3666558	3476979	1158993	7,35	0,042*
Principales familles proies *éléments	3	35779	35779	11926	0,08	0,970
Erreur	4	630450	630450	157613		
Total	11	4340492				

Il n'y a pas de différences significatives entre les concentrations des éléments essentiels et les principales familles proies $P = 0,836$, par contre il y a des différences significatives entre les concentrations des éléments (0,042). L'étude de l'interaction entre les principales familles proies et les principaux éléments est non significative à partir de concentrations obtenues, $P = 0,970$ (Tableau 10).

Il n'y a pas de différence significative entre les concentrations des éléments essentiels et le régime alimentaire. Par contre il y a une différence significative entre les concentrations des éléments. Peut-être il y a-t-il une interaction entre les concentrations des éléments et le régime alimentaire essentiel. Donc les concentrations des éléments sont associées avec les différentes proies essentielles et les différents éléments.

VI. RESULTATS

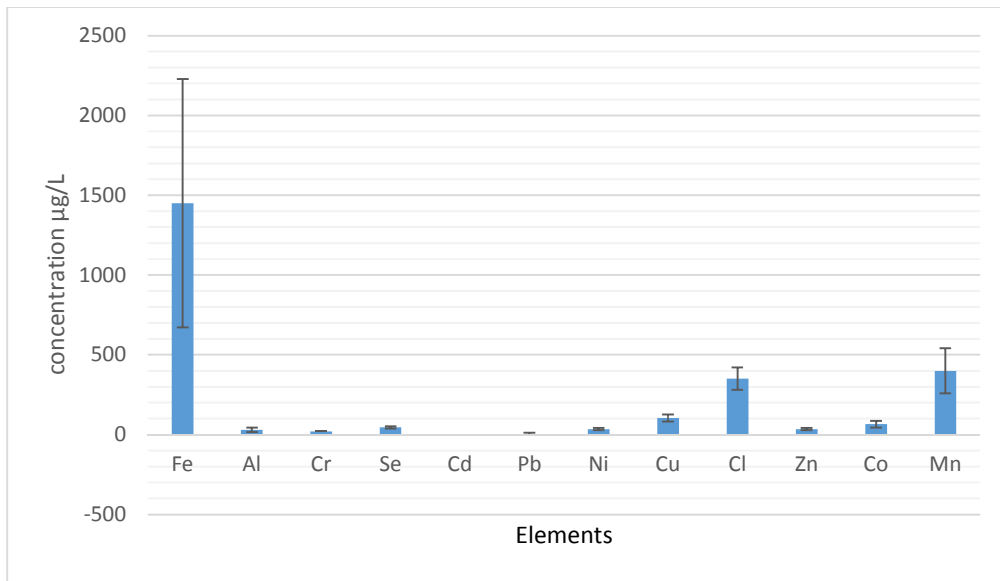


Figure 15 : Concentrations des métaux lourds dans les restes de la famille Tenebrionidae principale proie de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)

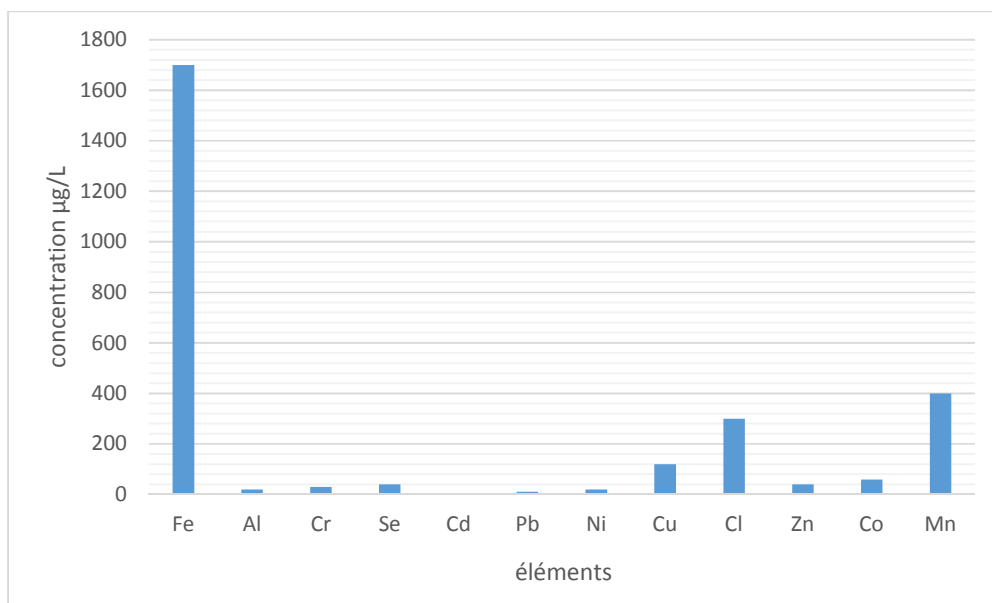


Figure 16 : Concentrations des métaux lourds dans les restes de la famille Brachyceridae, importante proie de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019)

4. Concentration des principaux métaux (Fe, Cu, Cl, Mn) dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs

4.1. Taux de fer dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.

Le taux de fer accumulé dans les coquilles des œufs de la cigogne blanche est plus élevé que dans les autres éléments d'accumulation atteignant la concentration de $10800 \pm 4578 \mu\text{g/L}$, il est suivi par celui des plumes moyennes avec une concentration de $11388 \pm 3376 \mu\text{g/L}$

Le taux de fer et diminue dans les grandes plumes et les petites plumes, la teneur de fer dans le régime alimentaire est faible de concentration

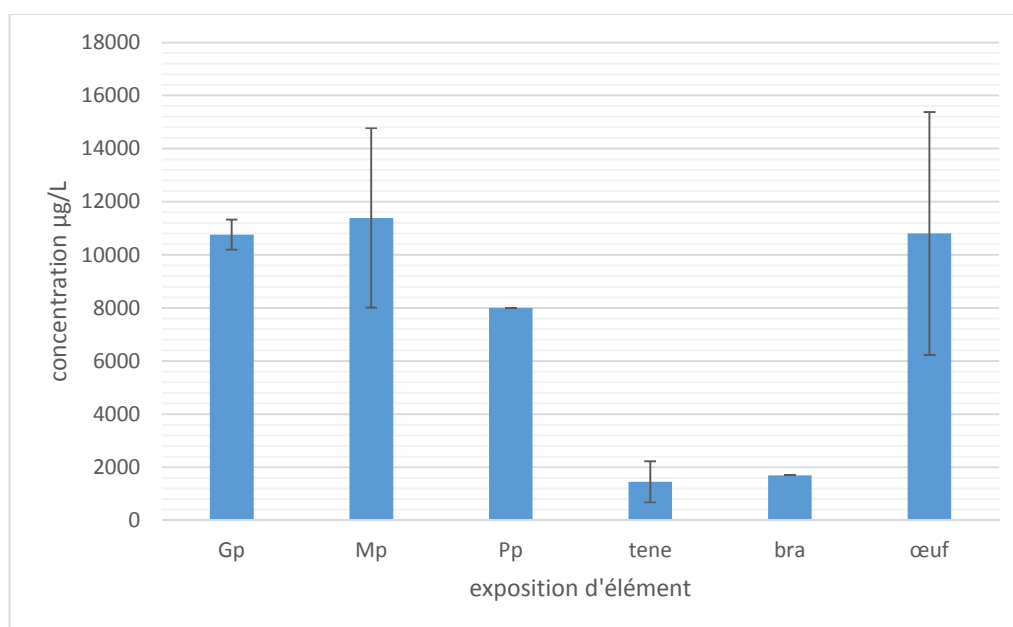


Figure 17 : Taux du Fe dans les plumes, les principales proies et les coquilles d'œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP : grande plume ; Mp : plume moyenne ; Pp : petite plume ; tene : Tenebrionidae ; bra : Brachyceridae ; œuf : coquille des œufs)

VI. RESULTATS

4.2. Taux de cuivre dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.

Le taux de cuivre accumulée par les plumes moyennes est plus élevé que dans les autres éléments testés avec une concentration de $1235 \pm 453 \mu\text{g/L}$, suivi par celui des coquilles avec $686 \pm 160,1 \mu\text{g/L}$, puis celui des grandes plumes avec $779 \pm 4,24 \mu\text{g/L}$. Ce métal est très faiblement accumulé par les principales proies de la cigogne blanche (Figure 18).

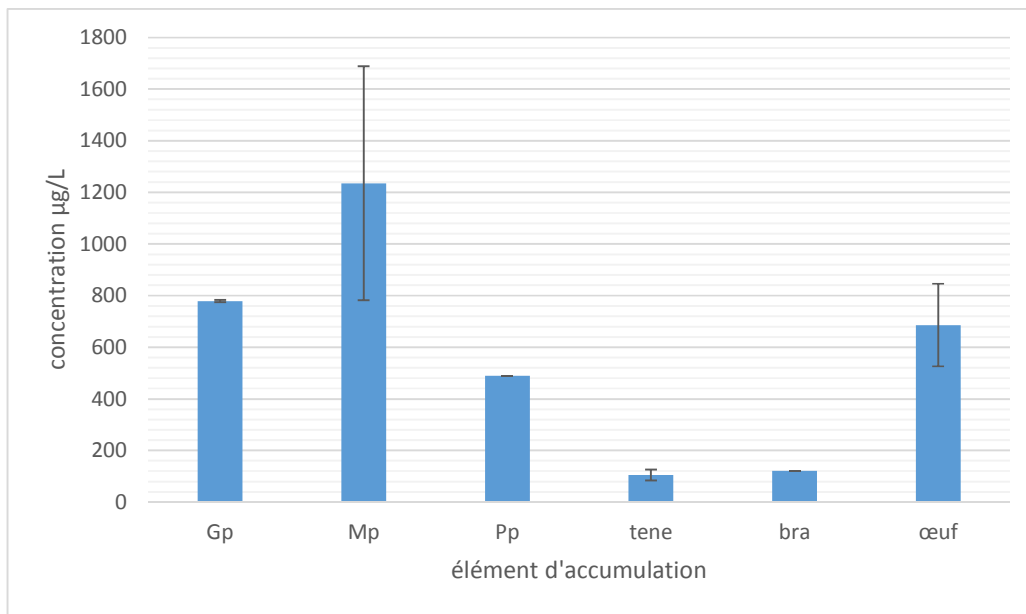


Figure 18 : Taux du Cu dans les plumes, les principales proies et les coquilles d'œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP : grande plume ; Mp : plume moyenne ; Pp : petite plume ; tene : Tenebrionidae ; bra : Brachyceridae ; œuf : coquille des œufs)

4.3. Taux de chlore dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.

Le taux de chlore accumulé dans les plumes moyennes est plus élevé que dans les autres éléments, il a atteint $1235 \pm 453 \mu\text{g/L}$. la seconde grande concentration est notée dans les grandes plumes avec $779 \pm 4,24 \mu\text{g/L}$, puis les coquilles des œufs avec $686 \pm 160,1 \mu\text{g/L}$, par contre ce métal est très faiblement concentré dans le régime alimentaire de l'oiseau (Figure 19).

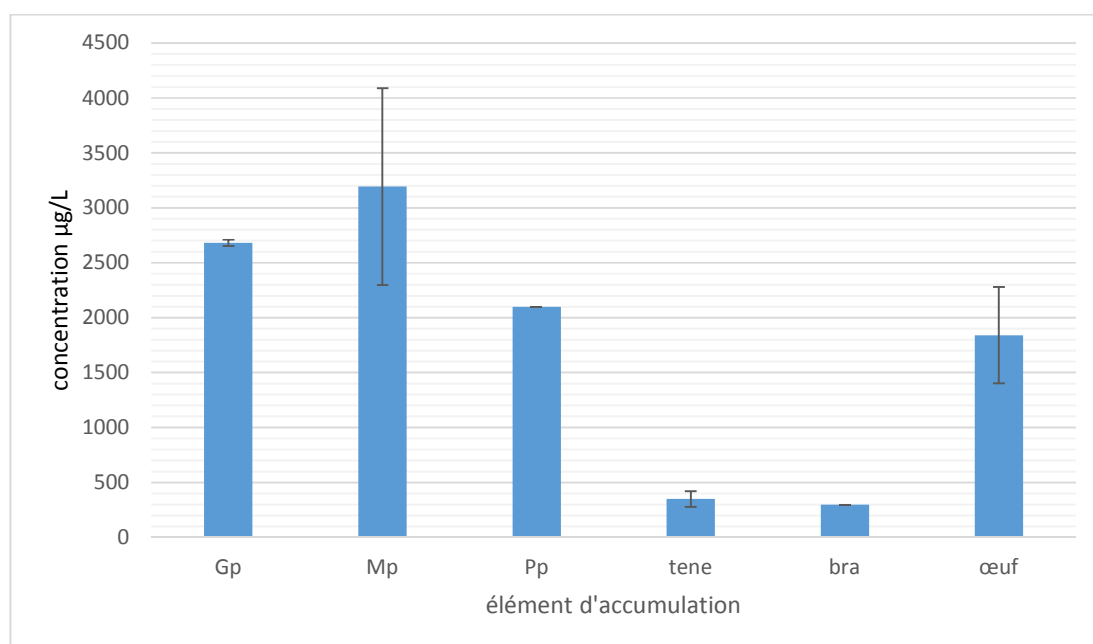


Figure 19 : Taux du Cd dans les plumes, les principales proies et les coquilles d’œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP : grande plume ; Mp : plume moyenne ; Pp : petite plume ; tene : Tenebrionidae ; bra : Brachyceridae ; œuf : coquille des œufs)

4.4. Taux de manganèse dans les types de plumes, les principales proies et les coquilles des œufs.

Le taux de manganèse accumulé dans les plumes (grandes plumes, plumes moyennes, petites plumes) et les coquilles d’œuf pour la cigogne blanche et son régime est plus élevé dans les plumes moyennes que dans les autres éléments avec une concentration de $3193 \pm 894 \mu\text{g/L}$. Les grandes plumes occupent la 2eme position avec une concentration de $2680 \pm 28,3 \mu\text{g/L}$. Dans les œufs il est de l’ordre de $1840 \pm 439 \mu\text{g/L}$ il est plus faible dans l’apport alimentaire (Figure 20).

VI. RESULTATS

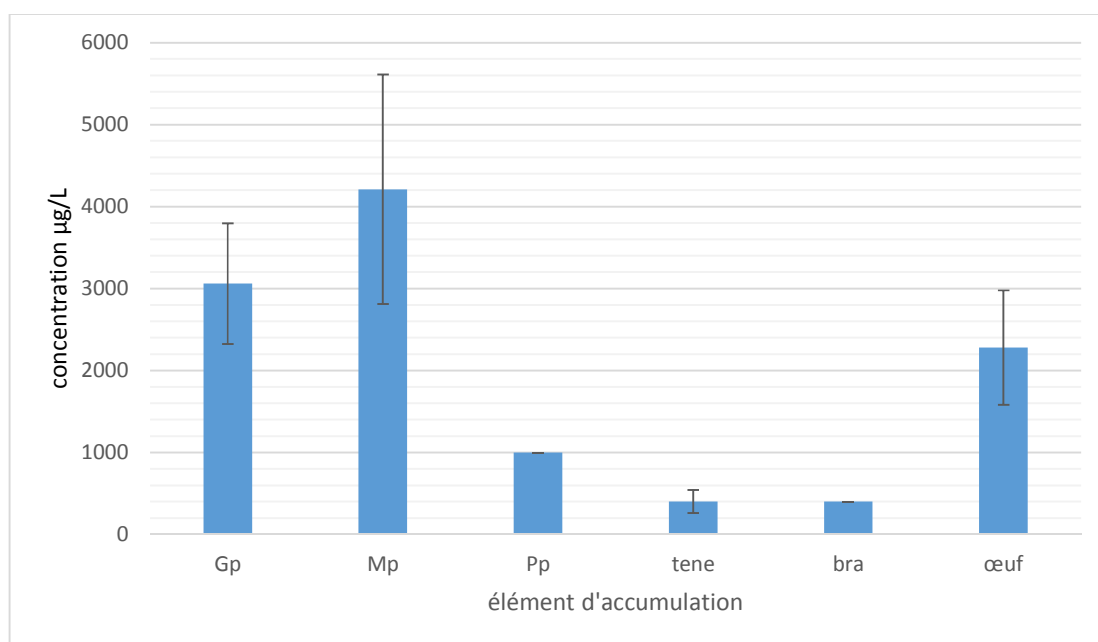


Figure 20 : Taux du Mn dans les plumes, les principales proies et les coquilles d'œufs de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (Période 2018-2019) .(GP : grande plume ; Mp : plume moyenne ; Pp : petite plume ; tene : Tenebrionidae ; bra : Brachyceridae ; œuf : coquille des œufs).

V. Discussion

Nous avons mené notre étude au niveau de la zone de Bekkaria (zone urbaine) pendant les périodes 2018 et 2019 qui coïncide avec la période de reproduction de la cigogne blanche dans cette zone.

Les éléments obtenus sont : Le fer (Fe), l'aluminium (Al), le chrome (Cr), le sélénium (Se), le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le cuivre (Cu), chlore (Cl), zinc (Zn), cobalt (Co) et manganèse (Mn).

Les concentrations sont obtenues à partir de trois éléments : les plumes, les coquilles d'œufs et le régime pour la cigogne blanche.

En (2017) Ramdani & Baali ont détecté la présence de 9 métaux dans la région de Tébessa au niveau de deux stations, urbaine (El Merdja) et sub urbaine (Ain Zarouq) qui sont : Le Nickel (Ni), le Plomb (Pb), le Cadmium (Cd), le Cuivre (Cu), le Chrome (Cr), le Fer (Fe), le Manganèse (Mn), le Sélénium(Se), et le Zinc (Zn).

Les Prélèvements sanguins de jeunes cigognes blanches et d'adultes d'une région de l'ouest de l'Espagne ont renseignés sur la présence de 12 éléments Fe, Zn, Cu, Se, Pb, Hg, Mn, As, Ni, Cr, Co et Cd (Raquel 2017).

Concentrations des métaux lourds dans les plumes de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria (grandes plumes, plumes moyennes et petites plumes).

Dans les grandes plumes le fer occupe la première position, suivi par le manganèse puis par le chlore, la quatrième position est occupée par le cuivre. Ce classement de l'accumulation des métaux essentiels est respecté dans les plumes moyennes mais avec une concentration plus élevée.

L'accumulation des principaux métaux est relativement faible dans les petites plumes, le fer occupe la première position suivi par le chlore puis le Manganèse et enfin le cuivre. Nous supposons que la présence de la mine d'El Kouif contribue à cette concentration élevée de fer.

Selon Laarbi et al, (2015) Le Djebel Djebissa (Bekkaria) renferme de nombreuses minéralisations sous l'effet d'une mine de fer abandonnée, entraînent une pollution par des

métaux lourds Ces mines contribuent à l'augmentation du Fer et puisque le Mn est toujours associé au Fer il augmente, de l'autre côté les décharges augmente la concentration du chlore

Selon Ramdani & Baali (2017) les principaux métaux sont le plomb et le cadmium, dans la station urbaine d'El-Merdja où le plomb est plus accumulé alors que dans la station Sub urbaine d'Ain-zaroug c'est le cadmium qui occupe la première position. En Espagne Soler (2014) a réalisé une étude sur les métaux lourds de 3 colonies différentes de la cigogne blanche, les métaux essentiels sont le zinc et le fer car ils ont été retrouvés avec les concentrations moyennes les plus élevées, suivis par le plomb, le sélénium, le mercure, l'arsenic et le cadmium. En ce qui concerne les métaux toxiques, les concentrations les plus élevées ont été observées pour le plomb, ce même auteur a constaté que les concentrations des métaux détectées dans le sang du poussin proviennent de la décharge et que ces dernières sont la principale source de métaux chez les oisillons de cigognes blanches.

Dans le Conza della (Sud italien) Innangi (2018) a mesuré la concentration de 11 oligo-éléments à savoir l'aluminium, le chrome, le manganèse, le fer, le nickel, le cuivre, le zinc, l'arsenic, le cadmium, le baryum et plomb dans les plumes de vol du moineau d'Italie adulte, où le fer occupe la première position.

En Espagne dans la région de Santa Rita, Bravo (2005) a constaté que le fer et le cuivre sont des éléments essentiels, détectés dans la zone focale de *Coragyps atratus*. le fer occupe la première position avec une grande concentration suivi par le zinc puis le cuivre, le nickel et en fin le cadmium.

Le test statistique a montré l'absence de toute différence significative entre les types de plumes et les concentrations des principaux éléments. Dans les grandes plumes il existe aucune différence dans l'accumulation du fer et du cuivre entre les deux zones alors que les concentrations du chlore et du manganèse présentent une faible différence entre les deux zones, alors que dans les plumes moyennes, la présence de différences dans l'accumulation des principaux métaux entre les deux zones est évidente.

Concentration des métaux lourds dans les différentes zones (Z1) (Z2) de plume de la cigogne blanche (grandes plumes, plume moyennes) de la zone de Bekkaria

La différence des concentrations des principaux métaux entre les zones des grandes plumes n'est pas significative pour l'élément Fer et Cuivre par contre une légère différence est constatée pour le Chlore et le manganèse. Alors que pour les plumes moyennes la différence est significative pour tous les éléments. Le traitement statistique a montré la présence d'une interaction significative pour les plumes et les zones est défini par la concentration des éléments.

Concentration des métaux lourds dans les coquilles des œufs de la cigogne blanche de la région de Bekkaria.

Les coquilles des œufs de la cigogne blanche accumulent tous les métaux détectés, le fer occupe la première position puis le manganèse, le chlore et enfin le cuivre, alors que Ramdani & Baali (2017) ont noté que le fer occupait la troisième position dans la station d'El-Merdja et que cette position est occupée par le manganèse dans les stations d'Ain-zaroug et El Kouif.

Concentration des métaux lourds dans le régime alimentaire (proie essentielle) de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria

Tous les éléments détectés dans la zone de Bekkaria sont accumulés par les principales proies de la cigogne blanche (Tenebrionidae, Brachyceridae) sauf le cadmium. Les éléments essentiels sont le fer en première position le manganèse occupe la seconde, le chlore en troisième position puis le cuivre les autres éléments sont présents avec de faibles concentrations.

Contrairement aux résultats retrouvés dans les stations El-Merdja et Ain-zaroug où la teneur en fer, chlore, manganèse et cuivre est faible, par contre les éléments essentiels dans les proies de la cigogne blanche sont le plomb suivi par le cadmium (Ramdani & Baali, 2017).

IV. Conclusion

Notre étude a été réalisée dans la zone de Bekkaria « zone urbaine » durant la période de reproduction et élevage des jeunes, période comprise entre 2018-2019. Le travail compte deux étapes l'une sur le terrain, l'autre au laboratoire.

Nous avons détecté au total 12 métaux dans la région d'étude, il s'agit du : fer (Fe), l'aluminium (Al), le chrome (Cr), le sélénium (Se), le cadmium (Cd), le plomb (Pb), le nickel (Ni), le cuivre (Cu), chlore (Cl), zinc (Zn), cobalt (Co) et manganèse (Mn).

Les concentrations des métaux sont étudiées dans 3 éléments d'accumulation qui sont les plumes, les coquilles des œufs et les proies essentielles de la cigogne blanche.

Les trois types des plumes accumulent les métaux lourds détectés dans la région d'étude avec des teneurs différentes, les plumes moyennes ont une accumulation élevée, les grandes, moindres, tandis que les petites plumes ont une accumulation inférieure au deux autres types.

Les grandes et les moyennes plumes accumulent les éléments essentiels selon l'ordre décroissant suivant : Fer, Mn, Cl, Cu ; tandis que pour les petites, l'ordre est : Fe, Cl, Mn, Cu. Les éléments restants ont une concentration faible.

On distingue deux zones dans la plume, la zone 1, la zone 2, la différence des concentrations des principaux métaux entre les zones des grandes plumes n'est pas significative pour l'élément Fer et Cuivre par contre une légère différence est constatée pour le Chlore et le manganèse alors que les plumes moyennes accumulent dans la zone 2 plus que dans la zone 1 les différents métaux dans l'ordre suivant : Fe, Mn, Cl, Cu. Les autres éléments ont une concentration faible pour les deux zones des deux types de plumes.

L'accumulation des métaux lourds dans les coquilles d'œuf est semblable à celle des grandes et moyennes plumes par rapport à l'ordre des métaux avec une concentration plus élevée.

Les proies essentielles de la cigogne blanche de la zone de Bekkaria sont les Tenebrionidae et Brachyceridae, l'accumulation des métaux lourds chez les Tenebrionidae est plus élevée par rapport aux Brachyceridae, ces derniers sont accumulés dans cet ordre décroissant : Fe, Mn, Cl, Cu. , ils sont moins importants que pour les moyennes et grandes plumes et les coquilles.

IV. CONCLUSION

Nous pensons que deux facteurs contribuent significativement aux concentrations des métaux lourds dans la zone de Bekkaria et constituent une véritable source pour ces éléments bien qu'ils soient pour l'instant sans grand danger par comparaison avec les normes qui sont la décharge public de Tébessa qui se trouve à Bekkaria et la mine d'El Kouif qui se trouve à quelques kilomètres.

Abstract

12 elements detected in the Bekkaria area through white stork are iron (Fe), manganese (Mn), chlorine (Cl), copper (Cu), nickel (Ni), aluminum (Al), lead (Pb), cadmium (Cd), cobalt (Co), chromium (Cr), zinc (Zn) and selenium (Se).

The main elements discovered in all types of white stork feathers and eggshells, as well as their diet, were toxic if they increased their concentration. In our study, we found that the accumulation of these elements was in the average feathers at concentrations higher than the small and large feathers and its diet was very small concentrations.

This work was determinate in the Bekkaria area, wich is an urban area surrounded by the Aleppo pine forest.

Key words: heavy metals, white stork, urban area.

Résumé

12 éléments détectés dans la zone de Bekkaria à travers la cigogne blanche sont le fer, le manganèse, le chlore, le cuivre, le nickel, l'aluminium, le plomb, le cadmium, le cobalt, le chrome, le zinc et le sélénium.

Les éléments de base détectés dans tous les types de plumes et de coquilles d'œufs de cigognes blanches, ainsi que dans leur régime alimentaire, sont des éléments toxiques si leur concentration augmente, dans notre étude, nous avons constaté que l'accumulation de ces éléments était présente dans les plumes moyennes à des concentrations supérieures à celles des petites et des grandes plumes et que son régime alimentaire était constitué de très petites concentrations.

Nous avons effectué ce travail dans la zone de Bekkaria, une zone urbaine entourée par la forêt de pins d'Alep.

Mots clés : métaux lourds, cigogne blanche, zone urbaine.

ملخص

12 عنصرا تم الكشف عن وجودها في منطقة بكارية من خلال طائر اللقلق الأبيض، والتي تتمثل في الحديد، المنغنيز، الكلور، النحاس، النيكل، الألمنيوم، الرصاص، الكاديوم، الكوبالت، الكروم، الزنك وعنصر السليسيوم.

تعتبر العناصر الأساسية التي تم اكتشافها في جميع أنواع ريش اللقلق الأبيض وقشور بيضه إضافة إلى نظامه الغذائي سامة إذا زاد تركيزها. من خلال دراستنا وجدنا أن تراكم هذه العناصر كان في الريش المتوسط بأعلى تركيز خلافا على الريش الصغير والكبير، أما بالنسبة لنظامه الغذائي فكانت تراكيز العناصر المتحصل عليها جد ضئيلة.

وقد تم تحقيق هذا العمل في منطقة بكارية التي تعتبر منطقة عمرانية محاطة بالأساس بغابة الصنوبر الحلبي.

الكلمات المفتاحية: المعادن الثقيلة، اللقلق الأبيض، منطقة عمرانية.

Références bibliographiques

1. A. Raquel Maia, F. Soler-Rodriguez. M.Pérez-Lopez. 2017 Concentration of 12 Metals and Metalloids in the Blood of White Stork (*Ciconia ciconia*): Basal Values and Influence of Age and Gender. *Arch Environ Contam Toxicol*.
2. J. Alloway (1994) Toxic metals in soil-plant systems: Edited by Sheila M. Ross. John Wiley and Sons, Chichester, UK, 469 pp. *Environmental Pollution*, Volume 90, Issue 2, Page 270.
3. B.J Alloway, 1995 heavy metals in soils, second edition, Blackie academic and professional.
4. Baali et ramdani.(2017) Contribution à la détermination des traces de métaux lourds dans les plumes et les oeufs de la cigogne blanche (*Ciconia ciconia* L., 1758) dans la région de Tébessa. 2017. Mémoire de master. Université de Tébessa.
5. Bellala et Nacer.(2016) Comparaison de la pollinisation entomophile de la flore de la zone de Bekkaria (forestier et plaine). Memoire de master. Université de Tébessa.
6. B. Dev, A. Gupta and P.C. Bhattacharjee, 2010, Heavy Metals in Egg Shells of six species of Ardeidae (Aves) from Barak Valley, Assam .vol 5...
7. Celis Hidalgo, Jose & Espejo, Winfred & González-Acuña, Daniel & Jara, Solange & Barra, Ricardo. (2014). Assessment of trace metals and porphyrins in excreta of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) in different locations of the northern coast of Chile. *Environmental Monitoring and Assessment*.
8. Chicas-Mosier 2017 The effects of ingested aqueous aluminum on floral fidelity and foraging strategy in honeybees (*Apis mellifera*) *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 143, Pages 80-86.
9. L. Casa-Resino, D. Hernández-Morenoa, A. Castellano, F. Soler Rodríguez & M. Pérez-López (2015) Biomarkers of oxidative status associated with metal pollution in the blood of the white stork (*Ciconia ciconia*) in Spain, *Toxicological & Environmental Chemistry*, 97:5, 588-598.
10. Duan, D.D.; Ran, Y.; Cheng, H.F.; Chen, J.A.; Wan, G.J. 2014 Contamination trends of trace metals and coupling with algal productivity in sediment cores in Pearl River Delta, South China. *Chemosphere*, 103, 35–43.

11. Fenstad, A.A., et al., Blood and feather concentrations of toxic elements in a Baltic and an Arctic seabird population, *Marine Pollution Bulletin* (2016).
12. Goed A, Brium M, The use of bird feathers for indicating heavy metal pollution..1986.
13. GUSHIT J S . , TURSHAK L G ., CHASKDA A A ., ABBA B R .& NWAEZE U P . (2016) : avian feathers as bioindicator of heavy metal pollution in urban degraded woodland , ewemen journal of analytical & environmental chemistry ISSN 2488-913X , 2016 /vol .2 /Issue 2/ pg 84-88.
14. Issue 1, Ecophysiological determinations of antioxidant enzymes and lipoperoxidation in the blood of White Stork *Ciconia ciconia* from Poland *Environmental Research*, Volume 109, January 2009, Pages 29-39.
15. J. D. van Aswegen, 2019, Comparing the metallic elemental compositions of Kelp Gull *Larus dominicanus* eggs and eggshells from the Swartkops Estuary, Port Elizabeth, South Africa. Vol 221. P 533-542.
16. Joanna Burger, 1992, Comparison of lead levels in bone, feathers, and liver of herring gull chicks (*Larus argentatus*) *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, Volume 41, Issue 2, Pages 289-293.
17. Judit E. G. Smits, R. Bortolotti, R. Baos, J Blas, F. Hiraldo, and Q. Xie, 2005. Skeletal Pathology in White Storks (*Ciconia ciconia*) Associated With Heavy Metal Contamination in Southwestern Spain. *Toxicol Pathol* .. 33: 441.
18. L.M.Hernández¹ et al, 1999. Accumulation of heavy metals and As in wetland birds in the area around Doñana National Park affected by the Aznalcollar toxic spill *Science of The Total Environment*, Volume 242, Issues 1–3, Pages 293-308.
19. L. djabri 2015. contamination des eaux souterraines par les métaux lourds d'une mine de fer abandonnée : cas de la région de Bekkaria (Tébessa),.
20. L. lacuna 1995. Metal Accumulation in Three Species of Passerine Birds (*Emberiza cia*, *Parus major*, and *Turdus merula*) Subjected to Air Pollution from a Coal-Fired Power Plant. université de Barcelona.. P 298-299.
21. Lubomir et al. 2010. Environmental heavy metal pollution and effects on child mental development. Springer/NATO. 366p.

22. Maache et soualmi 2000. Contribution a l'inventaire et etude ecologique des carabide dans deux regions el-merdja et bekkaria – tebessa. memoire d'ingénieur. Université de Tébessa..
23. Mohsen Norouzi et al (2012)., Comparison of the Metal Concentrations in the Feathers of Three Bird Species from Southern Iran . Bull Environ Contam Toxicol. P 1083-1086.
24. N. V. Lebedeva, 1997 .Accumulation of Heavy Metals by Birds in the Southwest of Russia Russian Journal of Ecology, Vol. 28, No. 1, p. 41–46.
25. N. Akhtar Abbasi, V.L. Bernard Jaspers, Muhammad Jamshed Iqbal Chaudhry a,c, Sakhawat Ali d, Riffat Naseem Malik, 2015 Influence of taxa, trophic level, and location on bioaccumulation of toxic metals in bird's feathers: A preliminary biomonitoring study using multiple bird species from Pakistan . P 528-537.
26. N. Fimreite 1970. Mercury uses in Canada and their possible hazards as sources of mercury contamination Environmental Pollution, Volume 1, Issue 2, Pages 119-131.
27. M, Hashmi, 2016. Heavy metals in eggshells of cattle egret (*Bubulcus ibis*) and little egret (*Egretta garzetta*) from the Punjab province,. Ecotoxicology and Environmental Safety. 159-165.
28. R. W. Furness, S. A. Lewis, J. A. 1990, Mills Mercury levels in the plumage of red-billed gulls *Larus novaehollandiae scopulinus* of known sex and age Environmental Pollution, Volume 63, Issue 1, Pages 33-39.
29. Samuel C. Andrewa. 2019. Signs of adaptation to trace metal contamination in a common urban bird. Science of the Total Environment. p 680 - 686.
30. V benito, 1999, Trace elements in blood collected from birds feeding in the area around Doñana National Park affected by the toxic spill from the Aznalcóllar mine..Vol 242. N 3.. P 309-323.
31. V. K. Bel'skii et al. 1985, Structure and magnetic properties of iron(II) chloride tetrahydrofuranate ($2\text{FeCl}_2 \cdot 3\text{THF}$)₂. Vol 96. N 2 .. P 123-127.
32. Zaalani. 1999, Contribution a l'étude bioécologique de quelques espèces d'orthoptères de la zone de Bekkaria – Tébessa .mémoire d'ingénieur. université de Tébessa.

Annexe (01) : représente le matériels de laboratoire utilisé dans l'étude et le matériels biologiques.



Figure 01 : Verrerie , trousse de dissection porte tube à ess



Figure 02 : pipette, poire, pissette



Figure 03 : Sac en plastique



Figure 04 : papier absorbon



Figure 05 :Spectrophotomètre d'absorption atomique AA



Figure06 :balance de précision

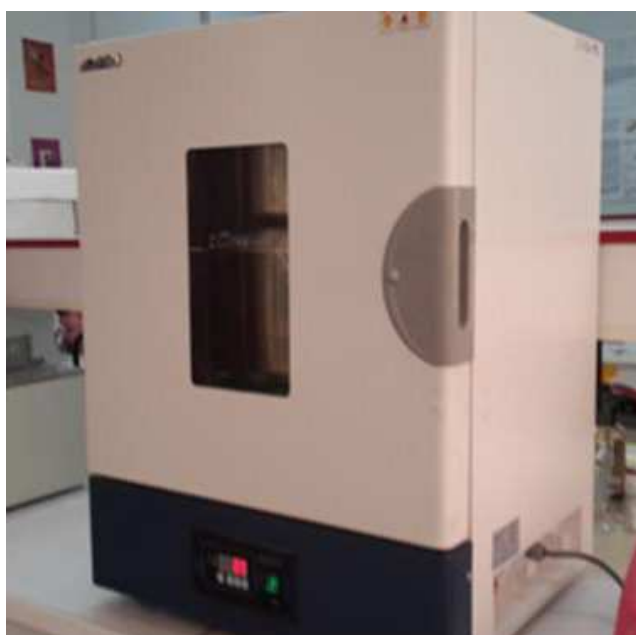


Figure 07 : Etuve



Figure 08 : réactifs

Figure 09 : Les Fragments des proies de cigogne blanche.



Figure 10 : Les Plumes de cigogne blanche.



Figure 11 : Les œufs de cigogne blanche.