

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Larbi Ben M'hidi -Oum El Bouaghi
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : BIOLOGIE

Ref :

Thèse

Présentée pour obtenir le Diplôme de Doctorat sciences de la nature

Option : **BIOLOGIE ANIMALE**

THEME

**Etude écologique
du
Héron garde-boeufs
(*Ardea ibis*)
dans
les hauts plateaux algériens
(cas de la région de Tébessa)**

Présentée Par

SELMANE Asma

Soutenue le : 6 Mars 2019

Devant le jury :

Président	MERZOUG Djemoui	Prof.	Université Larbi Ben M'hidi	O.E.Bouaghi
Rapporteur	HOUHAMDI Moussa	Prof.	Université 8 Mai 1945	Guelma
Co-Rapporteur	SAHEB Menouar	Prof.	Université Larbi Ben M'hidi	O.E.Bouaghi
Examineurs	*ABABSA Labeled	Prof.	Université Larbi Ben M'hidi	O.E.Bouaghi
	*OUAKID M^{ed} Laid	Prof.	Université de Annaba	Annaba
	*ADJAMI Yasmine	MCA	Université de Annaba	Annaba

2018 – 2019

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Ceux qui sont les plus chers au monde :

A mon père et ma mère.

- *A mon mari et ma belle fille : Khadidja et mon bébé Mouayed.*
- *A mes frères ; en particulier Tarek.*
- *A mes sœurs et ses hommes.*
- ♦ *A toute ma grande famille.*
- ♦ *A mon amie Nadjette et à toutes mes amies.*
- ♦ *A ceux et celles que j'aime. Merci pour votre affection, amour, encouragement et vos soutiens*

SELMANE Asma

REMERCIEMENT

Nous tenons d'abord à remercier le tout puissant, notre DIEU, le clément et le miséricordieux, de nous avoir donné la clair voyance et la persévérance, pour mener à terme ce travail, pierre et salut sur notre prophète MOHAMMED.

- ❖ Ma reconnaissance va en particulier à mon encadreur Monsieur **HOUHAMDI Moussa** (Professeur, université de Guelma) de m'avoir guidée à réaliser ce travail par son suivi, ses orientations et sa disponibilité.
- ❖ Je suis particulièrement reconnaissant à Monsieur **SAHEB Menouar** (Professeur, Université d'Oum El Bouaghui) Co-directeur de ma thèse, , qui a accepté de m'accueillir, qui a cru en moi, m'a encouragé, et m'a aidé pour mener à bien ce travail

Mes remerciement vont également avec un énorme bonheur et une extrême joie à :

- ✚ Monsieur **MERZOUG Djemai** (Professeur, université de d'Om El Bouaghui) d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.
- ✚ Monsieur **ABABSA Labed** (Professeur, université d'Om El Bouaghui), Monsieur **OUAKID M^{ed} Laid** (Professeur, université de Annaba), Madame **ADJAMI Yasmine** (maitre de conférences A, université de Annaba) de qui bien voulu prendre le soin de juger ce travail.
- ❖ Mes remerciements s'adressent également à Mr **BOUGUessa Slim** et Mme. **BOUGUessa CHERIAK Linda** (université de Tébessa), qui ma toujours entourés de tendresse et pour ses précieux conseils, ses disponibilités et ses gentillesse sans oublier Mme **FENGHOUR** (université de Tébessa) pour sa gentillesse et pour m'aider de corriger le travail.
- ❖ Mes amis et collègues qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Enfin, je tiens à exprimer mes profondes reconnaissances à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

SELMANE Asma

TABLE DES MATIERES

DEDICACE

REMERCIEMENT

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU HERON GARDE BŒUFS

I-GENERALITEE.....4

I-1-Nomenclature et classification..... 4

I-2-Identification.....7

I-3-Les milieux de nidification et de gagnage.....10

I-4-Comportement et activité.....12

I-5-Répartition géographique.....13

II- BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION.....15

II-1-Maturité sexuelle.....15

II-2-Construction du nid.....15

II-3-Reproduction.....15

II-4-Ponte.....16

II-5-Couvaison et éclosion des œufs.....16

II-6-Nourrissage et élevage des jeunes.....17

II-7-Envol.....17

III- ECOLOGIE TROPHIQUE.....	17
III-1-Composition du régime alimentaire.....	17
III-2-Milieu d'alimentation.....	23
III-3-Association aux bétails et aux machines agricoles.....	25
III-4-Mode de chasse.....	27
III-5-Accessibilité des proies.....	28
III-6-Physiologie de digestion.....	30
III-7-Rythme d'activités alimentaires.....	30
III-8-Pelotes d'adultes et de jeunes.....	31
IV-FACTEURS DE MENACE ET DE MORTALITE.....	32
IV-1-L'asynchronisation des éclosions.....	32
IV-2-La prédation.....	32
IV-3-Les aléas climatiques.....	32
IV-4- Le cannibalisme.....	33
IV-5- Le parasitisme.....	33
IV-6- Les dérangements humains.....	33
IV-7- La dégradation du milieu naturel.....	33

CHAPITRE II : METHODES DE TRAVAIL

II– I : PRÉSENTATION DU CADRE D'ÉTUDE

II- I-1- PRESENTATION GENERALE DE LA REGION DE TEBESSA.....	34
II- I- 1-1- Situation géographique.....	34
II- I- 1-2- Le relief	35
II- I- 1-3- Le climat général.....	36

II-I- 1- 4- Le réseau hydrographique.....	41
II-I- 1- 5-Nature des sols.....	41
II- I- 1- 6-Caractéristiques lithologiques.....	42
II- I- 1- 7-La Végétation	42
II- I- 1- 8- la faune	44
II- I-2 - PRESENTATION DE ZONE ECHANTILLON.....	44

II – II : MÉTHODES D’ETUDE

II-II-1- LE REGIME ALIMENTAIRE DU HERON GARDE BŒUFS46

II – II -1-1- Méthode d’étude du régime alimentaire	46
II – II -1- 2- Méthodes d’exploitation des résultats.....	50
➤ a. Exploitation des résultats par les indices écologiques	51
■ Structure de la composition du régime alimentaire.....	51
■ Diversité et équirépartition des peuplements de proies consommées.....	53
➤ b. Exploitation des résultats par l’indice statistique	55

II-II-2- IMPACT DES FIENTES DU HERON GARDE-BŒUFS SUR LA MICROFLORE TELLURIQUE.....57

II-II-2-1-Méthodes de prélèvement, de transport, de conservation et des analyses bactériologiques.....	57
➤ a. Echantillonnage.....	57
➤ b. Transport et conservation au laboratoire.....	58
➤ c. Méthodes générales d’examen bactériologique du sol	58
➤ Recherche et dénombrement des germes revivifiables.....	60
➤ Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale.....	61
Méthode d’ensemencement sur milieu liquide (Nombre le Plus Probable : NPP).....	61
■ Recherche et le dénombrement des bactéries coliformes	61
■ Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	63

Méthode d'ensemencement sur milieu solide.....	64
➔ Aspect macroscopique des caractères cultureux	65
➔ Aspect microscopique	66
➔ Aspect biochimique	66
II-II-2-2-Etude de la sensibilité aux antibiotiques	70

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

III-I-LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU HÉRON GARDE BŒUFS.....72

III-I-1-Caractéristiques des pelotes de rejection du Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) dans la région de Tébessa.....72

- Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa.....72
- Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa selon période du son cycle biologique
- 74
- Colorations des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa durant la période d'étude
- 77

III-I-2- Spectre alimentaire global du Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*).....77

- ➔ Composition et structure globales du régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région de Tébessa durant notre période d'étude
- 78
- Les classes des proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) durant les deux années d'études
- 82
- Les ordres des proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) durant les deux années d'études
- 85
- Les familles des proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) durant les deux années d'études
- 86
- ➔ Composition et structure du régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région de Tébessa selon leur cycle biologique
- 89
- Les classes des proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique
- 89

● Les ordres des proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique	91
● Les familles de proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique	93
Composition et structure du régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région de Tébessa selon les indices écologiques	96
➔ Analyse le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région de Tébessa selon les analyses statistiques	100
● L'Analyse en Composantes Principales (ACP).....	100
➤ L'analyse en Composantes Principales pour l'année 2014.....	100
➤ L'analyse en Composantes Principales pour l'année 2015	101
➤ L'Analyse en Composantes Principales de deux années 2014 et 2015	102
III-II-IMPACT DES FIENTES DU HERON GARDE-BŒUFS SUR LA MICROFLORE TELLURIQUE.....	105
III-II- 1- Recherche et dénombrement des germes.....	105
➔ Recherche et dénombrement des germes revivifiables	105
➔ Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale	106
● Recherche et le dénombrement des bactéries coliformes	107
● Recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux	107
✓ Identification Bactérienne.....	107
CONCLUSION GENERALE.....	112
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	115
RESUMÉ.....	130
ABSTRACT.....	131
ملخص.....	132
ANNEXE.....	133

LISTE DES FIGURES

N° de la figure	Titre de la figure	Page
Figure 01	Répartition géographique mondiale du Héron garde-bœufs, <i>Ardea ibis ibis</i> (BREDIN, 1983, modifiée)	14
Figure 02	Situation géographique de la wilaya de Tébessa	34
Figure 03	Diagramme pluviothermique de Gaussen de la région de Tébessa de 1972 - 2017	38
Figure 04	Situation de la région de Tébessa sur le climagramme d'Emberger	40
Figure 05	La situation d'El-MERDJA et la colonie d'étude	45
Figure 06	Les différents types de pelotes récoltées du Héron garde bœufs	47
Figure 07	Protocole expérimental du l'impact des fiente du Héron garde- bœufs sur la microflore tellurique	59
Figure 08	Mensurations et pesées moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en 2014 durant chaque période de son cycle biologique	76
Figure 09	Mensurations et pesées moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en 2015 durant chaque période de son cycle biologique	76
Figure 10	Quelques fragments de proies trouvées dans les pelotes du Héron garde-bœufs	79
Figure 11	Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant les deux années d'étude	84
Figure 12	Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en 2014	84
Figure 13	Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en 2015	84
Figure 14	Analyse en Composantes Principales du régime alimentaire du Héron garde bœufs selon les périodes du cycle biologique du	101

	l'espèce pour l'année 2014	
Figure 15	Analyse en Composantes Principales du régime alimentaire du Héron garde bœufs selon les périodes du cycle biologique du l'espèce pour l'année 2015	102
Figure 16	Analyse en Composantes Principales du régime alimentaire du Héron garde bœufs selon les périodes du cycle biologique du l'espèce et les deux années d'études 2014 et 2015	104
Figure 17	Evolution du nombre de coliformes totaux dans le sol d'El – Merdja	114
Figure 18	Evolution du nombre de Streptocoques fécaux dans le sol d'El – Merdja	115
Figure 19	Présentation de la colonie d'étude de la ferme de Djenna (El-Merdja)	133
Figure 20	Le plumage d'hiver et nuptial du Héron garde bœufs (ferme « Djenna » Tébessa	133
Figure 21	Différentes étapes suivies dans le traitement au laboratoire des pelotes étudiées	134
Figure 22	Etapes de Recherche et le dénombrement des bactéries revivifiables	135
Figure 23	Etapes de recherche et le dénombrement des bactéries coliformes	136
Figure 24	Etapes de Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	137
Figure 25	Etapes d'utilisation de l'API 20E	138
Figure 26	Etude la sensibilité des bactéries aux antibiotiques	139
Figure 27	Morphologie microscopique des coliforme Bacille à Gram ⁻ (G×100)	140
Figure 28	Morphologie microscopique des Streptocoques à Gram ⁺ (G×100)	140
Figure 29	Morphologie microscopique des Staphylocoques à Gram ⁺ (G×100)	140
Figure 30	Profil biochimique de <i>Klebsiella oxytoca</i> (a) <i>Entrobacter sakazaki</i> (b) isolé sur milieu Hecktoen pour l'horizon 10 cm	140
Figure 31	Résultat d'antibiogramme d'un échantillon	140

LISTE DES TABLEAUX

N° de la Tableau	Titre de Tableau	Page
Tableau 01	Les nominations du Héron garde bœufs dans différentes langues, Selon ETCHEOCOPAR et HUE (1964) ; GEROUDET (1978) et PETERSON et <i>al.</i> , (1986)	5
Tableau 02	Valeurs moyennes de quelques structures morphologiques du Héron garde bœufs, selon YEATMAN (1976), GEROUDET (1978), PETERSON et <i>al.</i> , (1986) et HANCOCK et KUSHLAN (1989)	8
Tableau 03	Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes ($\bar{M}$) en °C dans la région de Tébessa de 45 ans (1972 -2017) (ANONYME, 2017)	37
Tableau 04	La moyenne des Humidités relatives mensuelles (HR (%)) dans la région de Tébessa des 45 ans (1972 -2017) (ANONYME, 2017)	37
Tableau 05	La moyenne des Précipitations mensuelles dans la région de Tébessa des 45 ans (1972- 2017) (ANONYME, 2017)	37
Tableau 06	Direction des vents (selon SELTZER, 1936)	40
Tableau 07	Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) (N = 192 pelotes)	73
Tableau 08	Indication de la couleur des pelotes selon les types de proies (SI BACHIR, 2005 ; SELMANE, 2009)	77
Tableau 09	Systématique de différentes proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de région d'El –Merdja (Tébessa) durant la période d'étude (2014 / 2015)	80
Tableau 10	Fréquence d'apparition des catégories de proies globale et selon l'année	82

	d'étude identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) (2014/2015)	
Tableau 11	Fréquence d'apparition des ordres de proies globale et selon l'année d'étude (2014 / 2015) identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa)	85
Tableau 12	Fréquence d'apparition et d'occurrence des familles de proies globale identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant la période d'étude (2014 /2015)	87
Tableau 13	Fréquence d'apparition (Fc%) des catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique durant les deux années d'études (2014, 2015)	90
Tableau 14	Fréquence d'apparition (Fc%) des ordres proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique durant les deux années d'études (2014, 2015)	91
Tableau 15	Fréquence d'occurrence des familles proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique (2014 / 2015)	94
Tableau 16	Valeurs des différents indices écologiques des proies des Hérons garde-bœufs dans la région de Tébessa selon l'année d'étude (2014 / 2015)	97
Tableau 17	Valeurs de dénombrement des germes revivifiables des différents sites et des trois niveaux du sol sous héronnière (El-Merdja)	105
Tableau 18	Identification bactérienne	108

LISTE DES ABREVIATIONS

Diptère ind	Dipt	Melolonthidae	Melo
Nevroptera ind	Nevr	Carabidae	Cara
cicadidae	cica	Hydrophilidae	Hydr
Chilopoda. IND	Chil	Scarabeidae	Scar
Argiopidae	Argi	Tenebrionidae	Tene
Agelenidae	Agel	Elateridae	Elat
Dysderidae	Dysd	Silphidae	Silp
scorpionidae	scor	Curculionidae	Curc
solifuga IND	soli	Staphilinidae	Stap
Pseudo scorpion IND	Pseu	Chrysomelidae	Chry
Lumbricidae	Lumb	Lathridiidae	Lath
Annelide IND	Anne	Trogidae	Trog
Phasianidae	Phas	Brachycéridae	Brac
Poisson IND	Pois	Buprestidae	Bupr
Lacertidae	Lace	Histéridae	Hist
Reptilia IND	Rept	Cétonidae	Céto
Muridae	Muri	Dermetidae	Derm
Mammifera.IND	M.IN	Coccinelidae	Cocc
Gerridae	Gerr	Cleridae	Cler
Reduviidae	Redu	Nitidulidae	Niti
Nabidae	Nabi	Silvanidae	Silv
Pyrrhocoridae	Pyrr	Coléoptères IND	Colé
Miridae	Miri	Forficulidae	Forf
Berytidae	Bery	Carcinophoridae	Carc
Eoreidae	Eore	Labiduridae	Labi
Formicidae	Form	Acrididae	Acri
Muscidae	Musc	Pamphagidae	Pamp
Tettigonidae	Tett	Gryllidae	Gryl
Calliforidae	Call	Gryllotalpidae	Gryl
Absence	(-)	Accessoire	A
Echelle de constance	Ech	Accidentelle	Ac
Constante	c	Très accidentelle.	Tac
Nappe confluente	NC	Indéterminé	IND

INTRODUCTION

En quelques dizaines d'années, certaines espèces d'oiseaux ont présentées une véritable expansion démographique mondiale. L'une de ces espèces est le Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*). Le plus souvent, il a réussi à modifier son comportement et son régime alimentaire en devenant l'espèce avienne la plus invasive dans le monde. Cependant, les modifications d'ordre alimentaire ne peuvent pas, à elles seules, s'expliquer l'énorme accroissement numérique de ces espèces devenues rapidement cosmopolites (SI BACHIR, 2005).

Il est l'une des rares espèces qui fréquentent les milieux agricoles, les aires suburbaines, les dépotoirs et qui choisissent leurs dortoirs en pleine agglomération ou aux abords des fermes (VOISIN, 1991). Originaire de l'Asie méridionale (dont le Japon) et de l'Afrique tropicale au sud du Sahara, il s'est répandu à travers toute l'Afrique méridionale dès la fin du XXe siècle (BREDIN, 1983). Il est devenu aujourd'hui cosmopolite en s'étendant actuellement aux six continents.

Il est vu pour la première fois en Algérie par LETOURNEUX (1871) dans le Djurdjura. Beaucoup plus tard, HEIM DE BALSAC et MAYAUD (1962) mentionnent sa présence dans toute la région du Tell tout au long de l'année. DARMELLAH (1989) a également montré que c'est une espèce nicheuse à l'Est du pays au niveau du marais de Bourdim (wilaya d'El-Tarf). Il l'est aussi en Kabylie, dans le sud du Constantinois et sur les hauts plateaux de l'Est (MOALI ET ISENMANN, 1993 ; ISENMANN et MOALI, 2000 ; BOUKHEMZA et *al.*, 2000 ; SI BACHIR et *al.*, 1992 ; SI BACHIR, 2005) et dans d'autres régions d'Algérie SETBEL et *al.*, (2004b), SETBEL et DOUMANDJI (2006b), SAMRAOUI CHENAFI et *al.*, (2006, 2007), SETBEL, 2008).

Le Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) a suscité beaucoup d'intérêt chez les ornithologues et a fait l'objet de plusieurs études. Les différentes études menées portent sur sa biologie de reproduction, son comportement (éthologie), sa dynamique des populations (migration, expansion ou extinction), son écologie trophique et les problèmes sanitaires qu'il peut provoquer. Parmi ces études nous en citons SKEAD (1956-1963) ; SIEGFRIED (1965-1972-1978) ; HAFNER (1977-1980) ; BREDIN, 1983 ; HAFNER, 1994 ; KUSHLAN ET HAFNER 2000 in SI BACHIR et *al.*, 2008 ; RICE, 1956 ; SKEDA, 1956 ; SICK, 1965 ; BLAKER, 1969 ; HAFNER, 1977 ; DRONNEAU Et WASSMER, 1985 ; ARENDT, 1988 ; STANCILL et *al.*, 1988 ; BAXTER, 1994 ; RIMBERT, 1997 ; SI BACHIR, 1997 ; GRUSSU et *al.*, 2000 ; MC KILLIGAN, 2001 ; HAFNER ET KUSHLAN, 2002 ; GERHARDT et TALIAFERRO, 2003 ; SETBEL et *al.*, 2005 et BREDIN (1984) ; FRANCHIMONT (1985-1986a,

1986b, 1986c) ; KUSHLAN et HANCOCK (2005) ; BOSTAN et *al.* (2007) KAMLERI et *al.*, 2008. SIEGFRIED , 1970a, 1970b, 1972 ; RENCUREL, 1972 ; DINSMORE, 1973 ; WEBER, 1975 ; BEAVER et *al.*, 1980 ; BURGER, 1982 ; SCOTT, 1984 ; STANCILL et *al.*, 1988 ; FUJIOKA, 1985,1989 ; MOSER, 1986 ; RODJERS JR, 1987 ; ARENET, 1988 ; BURGER ET GOCHFELD, 1989 ; FUJIOKA, 1989 ; MC KILLIGAN, 1984, 1997, 1999 , 2005 ; FASOLA et ALIERI, 1992 ; SUEUR, 1993 ; BAXTER, 1994, 1996 ; WONG ET *al.*, 1999 ; WINTON et LESLIE JR, 1999 ; FESTETICS et LEISLER, 1999 ; GRUSSU et *al.*, 2000 ; LEKUONA et ARTAZCOZ, 2001 ; LOMBARDIN et *al.*, 2001 ; PAREJO et *al.*, 2001 ; MACCARONE et BRZORAD, 2002 ; HILALUDDIN et *al.*, 2003 ; PETRY et SILVA FONESECA, 2005.

Par ailleurs l'écologie trophique de l'espèce, notamment la description, tant qualitative que quantitative de la composition de son régime alimentaire, en relation avec les milieux d'alimentation fréquentés a aussi fait l'objet de nombreux travaux : KADRY- BEY (1942), IKEDA (1956), BURNS et CHAPIN (1969), SIEGFRIED (1966b, 1971), JENNI (1973), BREDIN (1983, 1984), RUIZ et JOVER (1981), HAFNER (1977), DOUMANDJI et *al.*, (1992, 1993), SI BACHIR et *al.*, (2000), BOUKHEMZA et *al.*, (2000). Toutefois la plupart de ces études ne mettent pas l'accent sur certains aspects de la niche trophique de l'espèce : l'apport énergétique des proies, la variation des besoins alimentaires en relation avec les périodes phénologiques de l'espèce, les éventuelles différences entre la composition du régime alimentaire chez les poussins et chez les adultes.

Cette espèce niche dans la région de Tébessa dans une colonie où elle cohabite avec un autre échassier : La Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) regroupant près de 300 couples. Elle est installée dans la ferme « Djenna » (El-Merdja, wilaya de Tébessa) qui constitue le site de notre étude. Ainsi, parce qu'elle est une espèce suscitant actuellement, beaucoup de curiosités scientifiques en tant qu'oiseau opportuniste et à large expansion mondiale, nous avons étudié son écologie trophique et contribué à l'intérêt agro-écologique des insectes entrant dans son spectre alimentaire dans la région. Ce présent travail vise aussi à étudier l'adaptation de cette espèce avienne à ce milieu. Ainsi, sa niche trophique a été étudiée entre octobre 2013 et Septembre 2014 (en le considérant 2014) et entre toute l'année 2015 couvrant ainsi tout le cycle biologique de l'espèce. Les investigations scientifiques ont portées sur la composition tant qualitative que quantitative en se basant sur l'analyse des pelotes de réjection et en s'appuyant sur le calcul des indices écologiques et a un traitement statistique multivariés.

Sous un autre angle, l'implantation des colonies de reproduction de cette espèce dans les villes et les communes agricoles engendre de nombreux problèmes pour les activités humaines. Les habitants

sont dérangés par les cris et par les odeurs nauséabondes que dégagent les fientes amoncelées en une couche de quelques centimètres d'épaisseurs qui peuvent produire des dégâts sur les arbres choisis comme dortoirs et provoquer de sérieux problèmes de santé publique. De ce fait, une contribution à l'étude microbiologique a été réalisée pour mettre en évidence l'effet des fientes sur la stabilité et le fonctionnement de la microflore tellurique. Cette étude est faite sur le sol de l'héronnière d'El-Merdja.

La présente étude s'articule autour de trois chapitres dont le premier s'intéresse aux données bibliographiques sur l'écologie et la biologie du Héron garde-bœuf (*Ardea bis*). Le second chapitre décrit la région d'étude et expose ses singularités. L'accent est mis d'une part sur les facteurs abiotiques et d'autre part sur les facteurs biotiques. Aussi les différentes méthodes utilisées aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire sont aussi développées dans ce chapitre. Enfin, le troisième chapitre expose tous les résultats obtenus qui sont suivis par leurs discussions tout en les comparant aux travaux précédemment réalisés dans la région de Tébessa et dans d'autres régions de l'Algérie. Une conclusion générale et des perspectives clôturent cette thèse.

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU HERON GARDE BOEUF

D'origine faunique indo-africaine, le Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) a entrepris depuis quelques décennies, une véritable expansion géographique mondiale qui est devenue aujourd'hui cosmopolite (FRANCHIMONT, 1985 ; FRANCHIMONT, 1986).

I-GENERALITEES

I-1-Nomenclature et classification

Le nom Héron, malgré les apparences, ne vient pas du grec *érôdios* "Héron" qui donna *ardea* en latin, mais de l'allemand *heigro* qui produisit au XIIe siècle *hairon*, aigron puis Héron. Il est connu de tout temps et par tous les systématiciens que le Héron garde bœufs est un oiseau de l'ordre des Ciconiiformes et parmi les représentants les plus primitifs de la famille des Ardeidés. Toutefois sa position générique a connu des changements. Il est appelé originellement *Ardeola ibis*, et des singularités du comportement sont parmi les critères à l'origine de quelques noms. Ainsi, le Héron garde-bœufs accompagne souvent le bétail (*Bubulcus* signifie "bouvier" en latin), PETERS l'a nommé *Bubulcus ibis* en 1931, BOCK en 1956 l'a reclassé dans le genre *Ardeola* (BOCK et LEPHTIEN 1976), VERHEYEN en 1959 optait de nouveau pour le genre *Bubulcus* et CURRY-LINDHAL (1971) le reclassait dans le genre *Ardeola* en émettant des réserves (SBIKI, 2008).

Il est vrai que plusieurs caractères l'éloignent du genre *Ardeola* : Ce sont des critères d'ordre morphologique (ornement nuptiaux du dos, du devant et du cou ressemblant à une touffe de plumes rousses, plumage des jeunes entièrement blanc et tarsi proportionnellement plus longs que chez les autres espèces du genre) et également écologiques et éthologiques (espèce moins inféodée aux milieux palustres et ayant la particularité de se nourrir en présence de grands herbivores)(BREDIN, 1983).

Le Héron garde bœufs est également connu comme Héron de « Polir-soutenu » en Anglais « Buff- Backed » en référence à la couleur de ses plumes en période de multiplication. Dans beaucoup de langues (Tab. 01), il s'appelle simplement « Cow Crane = héron de vache » ou « l'oiseau de vache » dont il tire son nom de son habitude à escorter les troupeaux de vaches et de chevaux dans les prairies. Le nom arabe de ce Héron de bétail « Abu Qerdan », signifie le père des coutils (tiques) et ce qui se rapporte à l'abondance des coutils dans les héronnières égyptiennes. Dans la région de Bejaia, le Héron garde bœufs est une espèce connue depuis les années quarante sous de nombreuses appellations dont les plus fréquentes sont : Tagtit El Male (oiseau du bétail) , Tayazite El Male (poule du bétail),

Djadj El Male (poule de bétail), Agtit Amellal (l'oiseau blanc), Tir El Biad (l'oiseau blanc) Beghbegh, Emiss, El Belardj (le fils de la cigogne) et Tacanarth Netsaloufine (le canard de tiques) (SI BACHIR, 2005). D'autres noms impliquant le mot « tique », comme « l'oiseau de tiques », se rapportant à la croyance incorrecte que le Héron de bétail débarrasse les animaux de bétail des tiques. Plus récemment, la majorité des auteurs le nomment « *Ardea ibis* ».

Tableau 01. Les nominations du Héron garde bœufs dans différentes langues, Selon ETCHEOCOPAR et HUE (1964) ; GEROUDET (1978) et PETERSON et *al.*, (1986).

Pays	Nomination	Pays	Nomination
Français	Héron garde-boeufs	Suédois	Kohäger
Espagnol	Espulgabueyes; Garza ganadera; Garcilla bueyera; Garcita resnera	Arabe (Algérie, Tunisie et Maroc)	Tir-elbgar, Dadjdj EL Bgar ou bien Abu- Qerdan
Italien	Airone guardabuoi	Hollandais	Koreiger
Allemand	Kuhreiher	Amazigh (Berbère)	Asaboua et Tir-Amellal
Romansh	Irun bultg	Russe	Yegipetskaya tsoplya
Afrikaans	Bosluisvoël ; Veereier	Hongrois	Pásztoegém
Grec	Geladáris	Portugais	Garça-boeira

(FERRAH 2007; BOUKHTACHE, 2009)

Le Héron garde bœuf est un grand échassier. D'après DORST (1971) le terme « échassier » n'a plus aucune valeur dans la classification actuelle mais il désigne une catégorie d'oiseaux présentant des pattes plus ou moins allongées et vivant généralement aubord de l'eau. Dans la classification actuelle, les échassiers appartiennent à plusieurs ordres parmi eux l'ordre des Ciconiiformes. La famille des Ardeidés est l'une des six ou sept familles généralement incluent dans l'ordre des Ciconiiformes. Le Héron garde-bœufs est la seule espèce du genre monotypique *Bubulcus*.

Différents travaux de systématique de l'espèce, s'accordent à présenter cette espèce dans la classification suivante :

- **Règne:** Animalia
- **Sous règne :** Métazoaire
- **Super embranchement :** Chordata
- **Embranchement :** Vertèbre
- **Sous-embranchement :** Gnathostomata
- **Super classe :** Tetrapoda
- **Classe :** Aves
- **Sous-classe :** Passerae
- **Super-ordre :** Ciconiiformes
- **Ordre :** Ciconiiformes
- **Sous-ordre :** Ciconi
- **Famille :** Ardeidae
- **Sous famille :** Ardeinae
- **Genre :** *Ardea*
- **Espèce :** *ibis* (GEROUDET , 1978 ; VOISIN, 1991 ; LINNÉE in SI BACHIR, 2005 ; GRASSE, DARLEY, BOCK et WHITFIELD et WALKER in BOUKHTACHE 2010)
- **Synonymes :** *Ardeola ibis*, *Ardea veranyi* Roux et *Ardeola bubulcus* Gray (BOUKHTACHE, 2010).

Le Héron garde bœufs, *Ardea ibis* est subdivisé en sous-espèces. BREDIN (1983) en cite deux alors que HANCOCK et KUSHLAN (1989) ; VOISIN (1991) et KUSHLAN et HAFNER (2000) en citent trois:

-***A. ibis ibis* (LINNÉE, 1758):** se distingue par des plumes nuptiales variant de l'or sombre à la cannelle foncée. Il nidifie dans le Sud de l'Europe (seulement dans la Péninsule Ibérique et la Camargue), en ancienne U.R.S.S. et en Iran, en Israël et au Yémen. En Afrique, elle niche en Egypte, au Maroc et dans toute l'Afrique au Sud du Sahara. Elle niche aussi à Madagascar, à São-Thomé, aux Iles du Cap-Vert, aux Iles Comores et Mauritius (DEKEYSER et DERIVOT, 1966 ; VOISIN, 1991).

-***A. ibis coromandus* (BODDAERT, 1783) :** est caractérisée par un tarse plus long . niche en Asie, du Pakistan et l'Inde à l'Est de la Chine, à la Corée du Sud et au le Sud du Japon. Elle niche également dans les îles environnant l'Inde (Iles Maldives; Sri Lanka, Iles Nicobar ; ...). Elle habite aussi le Nord et le Nord-Est de l'Australie (VOISIN, 1991).

-*A. ibis seychellarum* (SALOMONSEN, 1934) : est une forme intermédiaire entre les deux premières et a tendance à avoir des ailes courtes. vit dans les Seychelles (HANCOCK et KUSHLAN, 1989).

La systématique du Héron garde-bœufs a de tout temps connu des changements. Actuellement, l'espèce est dénommée *Ardea ibis* et classée dans la sous famille des *Ardeinae*, tribu des *Ardeini* (KUSHLAN et HANCOCK, 2005).

I-2-Identification

➤ Description

Le Héron garde bœufs est un échassier blanc, relativement petit et plein de corps, est caractérisé par une forme trapue, des ailes courtes, larges et arrondies, une queue courte, un cou épais et une posture voûtée au repos dont il donne la curieuse impression d'être bossu car lorsqu'il est perché, il rentre le cou dans les épaules (YETMAN, 1976 et PETERSON et *al.*, 1986; HANCOCK et KUSHLAN, 1989). Il a un bec jaune relativement court, épais, droit et pointu. L'iris est de couleur jaune pâle, pour la majeure partie de l'année (Tab. 02).

La peau de la face est jaune, les jambes sont courtes et jaunes (GEROUDET, 1978 ; JONSSON, 1994; HEINZEL et *al.*, 1992). Selon VOISIN (1991) ; PETERSON et *al.*, (2006 in FERRAH 2007), elles sont plus foncées, d'un vert foncé chez le jeune héronneaux.

Tableau 02. Valeurs moyennes de quelques structures morphologiques du Héron garde bœufs, selon YEATMAN (1976), GEROUDET(1978), PETERSON et *al.*, (1986) et HANCOCK et KUSHLAN(1989) :

Organe	Dimension (Moyenne) en (mm)		Dimension et pesée
Aile pliée	249	longueur	50à 56 cm (17 pouces)
Queue	90	poids moyen	Héronneaux : 23g (intervalle de 22-25g)
Bec	56		Adulte : 300 à 475 g (0,6g à 1 livre)
Tarse	75	envergure	90 à 96 cm (37 pouces)

Il est facilement reconnaissable à son plumage blanc, d'une manière prédominante (HANCOCK et KUSHLAN, 1989). Il a une crête érectile de plumes roux pâles dès l'âge de 2 à 5 mois (BREDIN, 1983 ; VOISIN, 1991).

On le connaît sous deux aspects relativement différents : le plumage nuptial et le plumage d'hiver :

❖ **Le plumage d'hiver**

Son plumage est entièrement blanc avec un bec jaune, l'iris est jaune pâle, les jambes verdâtres et sombres (HANCOCK et KUSHLAN, 1989) et peuvent apparaître noirs (HANCOCK et KUSHLAN, 1989). Le juvénile ressemble aux adultes en hiver mais il a le bec noir (HANCOCK et KUSHLAN, 1989), les pattes gris verdâtres ou apparaissent noirs deviennent rapidement claires, le bec change en jaune dans son premier automne

(HANCOCK et KUSHLAN, 1989). La peau nue autour de l'œil est rose violet brillant (ETCHECOPAR et HUE, 1964).

❖ Le plumage nuptial

Apparaît pendant la saison de multiplication. Les oiseaux adultes développent leur plumes et deviennent légèrement longues effilées, en couleur, orangées (chamois) à brunâtre rosé se développent sur le dos et le haut de la poitrine (BREDIN, 1983 ; VOISIN, 1991). La couleur de la crête s'intensifie aussi, devenant roux orangé (BREDIN, 1983). Pendant les 10 à 20 jours de la parade nuptiale le bec devient rouge brillant (lumineux)(HANCOCK et KUSHLAN, 1989), ou roses à orange –rougeâtres.

Ces changements sont dus à un afflux de sang provoqué par les hormones et peuvent affecter aussi les nicheurs âgés d'un plus d'un an (GEROUDET, 1978).

Cette espèce présente une mue totale complète entre juillet et novembre (fin de l'automne) puis une mue partielle entre février et avril, intéressant le développement des ornements nuptiaux (BREDIN, 1983).

Le dimorphisme sexuel est peu net. Les mâles sont légèrement plus grands que les femelles mais ceci n'est pas décelable sur le terrain. Les mâles ont des plumes orangées épaisses sur la tête pendant la période de multiplication tandis que les femelles sont toutes blanches (BREDIN, 1983) et la gorge est plus basse chez la femelle que chez le mâle de longueur moindre en manteau et du bas de la gorge (ETCHECOPAR et HUE, 1964).

➤ La voix

Les Hérons garde bœufs sont généralement silencieux (JONSSON, 1994). Selon VOISIN (1991) ils se manifestent vocalement par des sons (émissions vocales et nasales rauques) émis lors des cérémonies de salutations et des cris d'alarmes parfois légers et parfois assourdissants de type « kok et kaah », d'autres sources signalent un « crock », un bref « ark » ou un « ag-ag-ag » rappelant celui du canard colvert (JONSSON, 1994). Le vacarme des centaines ou millier de voix d'adultes augmente sensiblement les craquètements des jeunes, aux nids (GEROUDET, 1978).

➤ **Le vol**

Lorsque les Hérons garde bœufs volent, le cou est replié sous forme de « S », les pattes sont tenues en arrière dépassant fortement la queue (DORST, 1971 ; GEROUDET, 1978). Le Vol est régulier direct et puissant avec des battements rapides d'ailes, qui sont larges et aigues. En vol normal le Héron garde bœufs bat jusqu'à 198 fois/min même jusqu'à 216 battements, chez les immatures à bec jaune dont les ailes blanches sont plus courtes (BLAKER, 1969).

En période nuptiale, usuellement en groupes, les ailes blanches brillantes réfléchissent les rayons solaires et l'individu paraît comme s'il changeait de direction (VOISIN, 1991). Au crépuscule, les vols en lignes ou en « V » comptant de 10 à 200 individus sillonnent le ciel pour rejoindre les dortoirs (VOISIN, 1979 et LANGRAND in SI BACHIR, 2005).

I-3-Les milieux de nidification et de gagnage

Contrairement aux autres Hérons, le Héron garde bœuf n'est pas forcément lié au milieu aquatique (FRANCHIMONT, 1986b). Pour les habitats de gagnage, même si l'eau et les zones humides continuent à jouer un rôle important dans son mode de vie, on peut aussi bien le retrouver dans les espaces découvert, les savanes, les champs fraîchement labourés, les zones de stockage d'ordure, les steppes, les prairies, les fermes, les bords de route, sur les îles, les parcs, les pelouses, les champs, les étangs, les rizières, les garrigues dégradées et les mares temporaire. Il peut même séjourner assez longtemps en terrain sec et à proximité des agglomérations (VOISIN, 1979 ; BURTON, 1978; GEROUDET, 1978).

Généralement cette espèce choisit de vastes régions riches en pâtures et en troupeaux parsemées de cultures et souvent de marais (VOISIN, 1979 ; SIEGFRIED, 1971). En général c'est une plaine basse, un delta ou une large vallée, où l'espèce jouit de ressources abondantes pendant toute l'année (DZIRI H. et *al.*, 2005). Cela n'exclut pas l'exploration des collines et des zones arides quand elles sont parcourues par le bétail (GEROUDET, 1978). L'espèce fréquente également des lieux d'importance mineure, comme les jardins cultivés près des agglomérations (CRAUFURD, 1965) ainsi que les bords des ruisseaux. Ces derniers ne sont fréquentés que pour s'alimenter en eau (FRANCHIMONT, 1968b). Dans plusieurs régions du monde, les dépôts d'ordures sont régulièrement fréquentés par le Héron garde bœufs (BOUKHEMZA 2000 ; SI BACHIR, 2005 ; HAFNER, 1977 ; RENCUREL, 1972 ; FRANCHIMONT, 1986b).

Les Héron garde bœufs se nourrissent exclusivement le jour, ils se réfugient la nuit dans des dortoirs collectifs, qui occupent un espace bien limité de préférence dans un marais ou à proximité de l'eau (HAFNER, 1977 et GEROUDET, 1978; LOREN et *al.*, in SI BACHIR 2005). Cette espèce niche dans des endroits variés, généralement près de l'eau (GODDARD in Sbiki 2008; Harrisson, 1977; Hafner, 1977 et Geroudet, 1978 ; MC-CALLIGAN, 1997 ; SI BACHIR, 2005). Les colonies du Héron sont souvent composées de milliers d'oiseaux qui peuvent être pluri ou mono spécifiques, le plus souvent ce sont des espèces d'oiseaux d'eau (HAFNER, 1977 ; HARRISSON, 1977 ; FRANCHIMONT, 1985 ; DARMELLAH, 1989; LOREN et *al.*, in SI BACHIR 2005), notamment les cigogne blanches (*Ciconia ciconia*) (SELMANE 2009) et les Hérons arboricoles, en particulier, l'Aigrette garzette (HAFNER, 1977 ; BLAKER, 1969).

Les Hérons gardes bœufs peuvent potentiellement concurrencer pour des secteurs d'emboîtement et se serrer hors de l'espèce indigène due à leur capacité de prospérer dans des secteurs intervenus. Cependant KAUFMAN (1996) a caractérisée cette espèce en tant qu'ayant peu d'impact sur n'importe quelle autre espèce particulière. Aux Etats-Unis, WEBER (1972) a précisé que les *A. ibis* nichent fréquemment à côté ou parmi des oiseaux aquatiques indigènes avec peu ou pas d'effet observable de conflit. L'agression interspécifique est relativement basse.

L'ensemble de la colonie s'appelle : « héronnière », ou « nurseries » (lieu de dormir). Le nombre d'oiseaux qui s'y rassemble varie de 20 à 5000 individus (BLAKER, 1969).

Différents arbres à essences sont utilisés par les Hérons garde bœufs comme dortoir, nous en citons : le Caroubier (*Ceratonia islique*), le Pistachier (*Pistacia atlantica*), l'Oleastre (*Olea europeae*), le Cyprès (*Cupressus sempervirens*), le Frêne (*Fraxinus angustifolia*) et les Eucalyptus (FRANCHIMONT, 1985 ; BOUKHEMZA, 2000 ; HILALLOUDIN et *al.*, 2003 ; SI BACHIR, 2005 ; PATENKER et *al.*, 2007).

Les emplacements de colonies sont typiquement situés dans deux types principaux d'habitat : marais et arbres de montagne. Les emplacements d'habitat de marais se composent généralement de cyprès, et de saule noir ; Les emplacements de colonie de montagne sont généralement trouvés dans le pin, la gomme douce, et le chêne. Ils se composent d'un secteur de grands arbres (30-40 pieds) qui fournissent une couverture serrée ombragée, en outre la broussaille est très serrée. Il se peut que ces hérons veuillent la sécurité de ces secteurs arbustes et épais et se sentent en sécurité. La vie de colonie est habituellement plus longue dans l'habitat de marais que dans les types d'habitat de montagne. C'est en raison de la quantité énorme de crottes produites aux emplacements de colonie : Les concentrations

élevées des crottes tueront une grande partie de la végétation dans les emplacements de montagne et incitent souvent les oiseaux à déplacer leur colonie. Les emplacements de colonie de marais ne sont pas aussi compromis par de grandes quantités de matière fécale, et sont donc généralement plus stables.

Selon HAFNER (1980), SAMRAOUI et al. (2007) et SI BACHIR et al. (2008) l'installation des nids dans les arbres de reproduction a lieu d'abord dans les zones centrales ensuite elle s'étale vers la périphérie. Ces derniers auteurs rajoutent que le centre offre de meilleures conditions aux nicheurs ainsi qu'une meilleure protection pour leurs nouveaux nés.

I-4-Comportement et activité

Ardea ibis suit toujours les animaux sauvages ou domestiques (souvent les vaches), et même se perche sans crainte sur leur dos, il profite ainsi des insectes effrayés par ces derniers. Mais réellement ils mangent les mouches autour du bétail. Ces oiseaux peuvent également être vus derrière des défibreurs, des faucheuses de foin ou les tondeuses à gazon le long des côtés. Ils sont également attirés par la fumée d'un grand feu. En dehors de la saison de multiplication, le comportement agressif est peu remarqué, mais pendant la saison de multiplication, les rencontres sont intenses. Le Héron garde bœufs est un opportuniste qui, lorsque les proies sont abondantes, sélectionne celles qui lui conviennent le mieux, mais sait se contenter de ce qu'il trouve lorsqu'elles sont rares (SIEGFRIED, 1978). Ceci explique certainement en bonne partie le succès de son expansion récente en Algérie. Ces oiseaux sont entrés dans une place qu'aucun autre oiseau n'a occupée et ont profité pleinement de la situation.

I-5-Répartition géographique

➤ Dans le monde

D'après SIEGFRIED (1978) et FRANCHIMONT (1986a), le Héron garde-bœuf est d'origine faunique Indo Africaine, c'est à dire que ses lieux d'origine sont les suivants : toute l'Asie méridionale et le Japon et toute l'Afrique tropicale au sud du Sahara y compris le Madagascar. A partir des lieux d'origine, la distribution du héron garde-bœufs, au cours de ces cinquante dernières années, est passée par un processus de continuel accroissement dont la conséquence a été une aire de distribution presque cosmopolite (HANCOCK et KUSHLAN, 1989 ; LOWE, 1994 ; WHITFIELD et WALKER, 1999 ; DUBOURG et al., 2001). Cette espèce habite toute l'Afrique, à l'exception du Sahara aride, ainsi que le Madagascar (GEROUDET, 1978 HANCOCK et KUSHLAN, 1989). D'après HEIM DE BALSAC et MAYAUD (1962), le Héron garde-bœufs se rencontre communément dans la région tellienne en Tunisie, la plaine des Trifa au Maroc orientale et les plaines du Maroc espagnol jusqu'à Marrakech. En Asie, on le trouve dans la région Iranienne qui s'étend vers l'est et le sud-est à partir du Pakistan, de

l'Inde, du Népal et du Bangladesh jusqu'aux îles méridionales des Maldives et au Sri Lanka. Son aire continue vers l'est à travers le sud-est de la Chine, la Birmanie et les Philippines. Vers le nord, le Héron garde-bœufs se trouve en Corée et dans le sud du Japon (HANCOCK et KUSHLAN, 1989). Il est observé aux îles Maldives, à Aldabra Atoll, pour la première fois par ABBOTT (RIDGWAY, 1895 *in* BENSON, 1967) et indiqué comme arrivé récent dans cette région par GAYMER depuis 1964 (GAYMER, 1967). En Europe, son aire de distribution couvre l'Espagne, le Portugal et la France, et vers l'est Israël et la Turquie (GEROUDET, 1978 ; HANCOCK et KUSHLAN, 1989). En Amérique, on le trouve au nord et au sud. Il se reproduit sur tout le littoral du Mexique, en Amérique centrale et aux Antilles. Le Héron garde-bœufs a établi tout d'abord des populations reproductrices en Floride et au Texas au début des années 50. En quelques années, il a étendu son aire nord Américaine le long de la côte atlantique jusqu'au Canada ; il s'est installé en Californie et jusqu'au Chili et l'Argentine au sud (HANCOCK et KUSHLAN, 1989 ; HAFNER, 1994). HANCOCK (1989), délimitaient l'aire de distribution de l'espèce à une longitude d'environ 45° N sur les deux masses terrestres de l'Amérique du Nord et de l'Eurasie et à une latitude méridionale de 35 à 40° S environ. Cette limite sud a été dépassée, atteignant récemment le sud des îles Falkland et la Terre de Feu à 55° S (MORAL *in* KUSHLAN et HAFNER, 2000) et même près de l'Antarctique à 61°23' S 63°39' O à une température de l'air de 1° C (CLARK, 1985). GAUTHIER-CLERC et *al.* (2002), ont observé un adulte harcelé sur une colonie du Pingouin Royal *Aptenodytes patagonicus* à Crozets (48°35'S, 68°43'E) au sud de l'océan Indien (Fig.01).

➤ En Algérie

En Algérie, l'espèce était jadis nicheuse aux anciens lacs Halloula et Fetzara (extrême nord-est) et peut être ailleurs dans le Tell (HEIM DE BALSAC et MAYAUD, 1962). Sur les plaines littorales un peu humides (régions d'Oran et d'El Kala), c'est l'Ardéidé le plus commun à toutes les époques de l'année (LEDANT et *al.*, 1981). Il hiverne dans les mêmes zones citées ainsi que dans la vallée de Chlef jusqu'à Khemis Melyana, dans la Mitidja, à Mascara, dans les plaines côtières de Béjaia, au cap de Fer et dans la plaine de Fetzara (LEDANT et *al.*, 1981). METZMACHER (1979) in ISENMANN et MOALI (2000), a signalé plusieurs colonies entre El Asnam et Hassi-El-Ghella dans les années 1970, alors que CHALABI et *al.* (1985) in ISENMANN et MOALI (2000), ont observé plusieurs centaines d'individus en juillet 1976 et mai 1984 dans la région d'El Kala, au lac Tonga, mais sans preuve de nidification. Plus récemment, l'espèce est devenue nicheuse en grand nombre dans plusieurs régions du pays, notamment à Tizi-Ouzou, à Bouira, à Jijel, dans le Constantinois, sur les Hauts Plateaux et à M'Sila (MOALI et ISENMANN, 1993 ; MOALI, 1999 ; ISENMANN et MOALI, 2000). Selon SI BACHIR (2007), jusqu'en 1999, la colonie la plus méridionale est celle de Saïda située à environ 34°50' N.

II-BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

II-1-Maturité sexuelle

Les Héron garde-bœufs sont généralement monogames et sont capables de se reproduire dès la première année d'âge BREDIN (1983). Pour SIEGFRIED (1971a et b), la maturité sexuelle de *Ardea ibis* est atteinte à l'âge d'un an alors que le plumage adulte n'est pas encore complètement acquis. Toutefois, la proportion d'oiseaux se reproduisant dès cet âge n'est pas connue.

II-2-Construction du nid

La construction du nid est assurée principalement par la femelle, tandis que la collecte des matériaux est surtout le travail du mâle qui collecte des branchettes et des petits bâtons morts et séchés de 1 à 30 cm de longueur généralement trouvés par terre, ramassés avec le bec dans les endroits les plus proches de la héronnière, mais peut aussi arracher des brindilles d'arbres environnant la héronnière (JENNI, 1969 ; BLAKER, 1969 ; HAFNER, 1977; BREDIN, 1983 ; WHITFIELD et WALKER, 1999 ; DUBOURG et *al.*, 2001).

II-3-Reproduction

Au stade de l'association nuptial des deux sexes, le mâle délimite un territoire qu'il défend contre toute intrusion étrangère et son agressivité va en augmenter (GEROUDET, 1978 ; HANCOCK et KUSHLAN, 1989). La femelle initie la formation du couple en battant ses ailes sur le dos du mâle (VOISIN, 1991). Vingt quatre heures avant l'accouplement, le mâle pourra adopter un comportement

de soumission envers une des femelles et lui permettra de rester. Leur comportement réciproque deviendra alors plus tolérant (BLAKER, 1969). La période des accouplements ne dure dans sa totalité que trois ou quatre jours et il n'est pas rare qu'un mâle s'accouple avec plusieurs femelles. L'union des deux partenaires est scellée pour la saison des nids. Sitôt les jeunes indépendants, les liens des couples sont dissous (BLAKER, 1969 ; GEROUDET, 1978 ; VOISIN, 1991).

II-4-Ponte

La ponte a généralement lieu environ 7 jours après la formation des couples (BLACKER, 1969 ; HAFNER, 1980). Le nombre d'œufs par ponte varie entre 2 et 7 avec une moyenne de 3 à 4 œufs par nid. Les œufs blancs avec une nuance vert pâle ou bleu, sont de forme ovale large et un peu pointue (ETCHECOPAR et HUE, 1964 ; GEROUDET, 1978). DARMALLAH (1989), estime la taille moyenne de la ponte à 3,3 œufs dans la région d'El Kala. En Albufera, en Espagne, PROSPER et HAFNER (1996), signalent des moyennes de 3,4 à 3,9 œufs et FRANCHIMONT (1985), à Asjène au Maroc, l'estime à 3,3 œufs par nid. En Inde, HILLALUDDIN et *al.* (2003), notent que la taille moyenne de la ponte est de 3,03 œufs, contre 2,92 œufs par nid dans la région de Béjaïa (SI BACHIR et *al.*, 2000). Selon SAMRAOUI et *al.* (2007) la taille moyenne de la ponte dans la colonie de Sidi Achour, à Annaba, est de 3,1 œufs par nid. La ponte est déposée parfois dès janvier, comme au Maroc (FRANCHIMONT, 1985). En Camargue, elle est réalisée en avril mai (HAFNER, 1977), alors qu'à El Kala, DARMALLAH (1989), note que la ponte est déposée dès le début du mois de mars. Dans la région de Béjaïa, selon KASRI et LALOUNI (1998) et SI BACHIR (2007), le nombre d'œufs par ponte varie de 1 à 5 avec exceptionnellement des pontes de 6 et 7 œufs.

Les pontes tardives du garde-bœufs sont aussi importantes en nombre d'œufs pondus que les premières. En Camargue, HAFNER (1970) signalait une double nichée qui fut peut être en relation avec l'état pionnier d'une population qui aurait bénéficié d'une abondance de nourriture sans compétiteurs. Au Maroc, FRANCHIMONT (1985), signale deux périodes distinctes de nidification au cours de l'année sans pour autant être sûr qu'il s'agisse des mêmes adultes nicheurs.

II-5-Couvaison et éclosion des œufs

La couvée chez le Héron garde-bœufs commence après la ponte d'un œuf. Les deux sexes font l'incubation et les œufs ne sont jamais laissés sans surveillance (BLACKER, 1969 ; BREDIN, 1983 ; VOISIN, 1991). Chez un couple observé par BLAKER (1969), l'un couvait de 9h 00' à 16h 00' et l'autre de 16h 00' à 9h 00'. Le temps de couvaison peut varier légèrement, il dure de 22 à 24 jours (JENNI, 1969 ; HAFNER, 1977 ; Ruiz et Jover, 1981 ; WHITFIELD et WALKER, 1999). A El Kala, DARMALLAH (1989), a noté une durée de couvaison moyenne de 26 jours. Les œufs de *Ardea ibis* sont éclos, généralement, à des intervalles d'un à deux jours, ce qui signifie, pour une ponte de 5 œufs, que les éclosions s'échelonnent sur presque une dizaine de jours (BLACKER, 1969). A El Kala, la

période d'éclosion se situe entre la fin mai et le début juin (DARMALLAH, 1989) et entre la fin avril et le début mai en Camargue (HAFNER, 1977). En Espagne, PROSPER et HAFNER (1996), situent la période d'éclosion à la fin du mois d'avril.

II-6-Nourrissage et élevage des jeunes

Après la naissance des poussins, on note deux phases principales d'activité. Elles correspondent à l'époque de gardiennage qui dure jusqu'à l'âge de 15 jours et à la phase où les poussins restent seuls dans les nids après avoir dépassé 15 jours d'âge (HAFNER, 1980). Ce sont les deux parents qui élèvent leurs poussins durant leur première semaine d'âge. Les adultes, debout, bec pointé en bas, laissent tomber les proies entre les jeunes poussins dont les becs sont ouverts en quête de nourriture. Le premier né de ces poussins reçoit la plus grande partie de nourriture, car il est le plus fort et le plus volumineux et arrive le premier à la rencontre des parents qui nourrissent indifféremment leur progéniture (VOISIN, 1991).

II-7-Envol

Les jeunes commencent leurs excursions hors du nid dès le 9^{ème} jour. A 15 jours d'âge, les poussins peuvent quitter le nid mais pas la héronnière, dans le but d'attendre le retour des adultes vers les nids (BLAKER, 1969 ; GEROUDET, 1978 ; FRANCHIMONT, 1986a ; VOISIN, 1991). Ils commencent alors à grimper les branches avoisinantes du nid et à battre des ailes à l'âge de 25-30 jours. Les premiers vols sont observés à 25 jusqu'à 30 jours d'âge. Les poussins volent jusqu'à une distance de 4 m et volent d'avantage et commencent à visiter les environs, jusqu'à 600 mètres du nid, à partir de 40 à 45 jours d'âge (BLAKER, 1969).

III- ECOLOGIE TROPHIQUE

Le Héron garde bœufs montre une grande capacité d'adaptation écologique. Il peut ainsi développer une stratégie d'alimentation adaptée aux changements des conditions écologiques du milieu (SI BACHIR, 2005).

III-1-Composition du régime alimentaire

Le Héron garde bœufs est un chasseur très vif et pêcheur infatigable, il est capable de rester immobile de longues heures pour surprendre ses proies (ANONYME, 2001). Les études faites jusqu'à présent concernant l'alimentation du Héron garde bœufs *Ardea ibis* se répartissent en deux groupes, l'une porte sur les espèces-proies données aux petits au nid et l'autre intéressant le régime alimentaire des adultes (DOUMANDJI et al., 1992).

Les méthodes d'approche préconisée dans les études citées sont différentes d'un auteur à un autre. Il est intéressant de souligner que la majorité des travaux cités ici décrivent le régime alimentaire du Héron garde bœufs en utilisant seulement les fréquences en nombre des divers types de proies consommées et sans prendre en considération les classes d'âge (adultes et poussins). En se basant aussi sur des méthodes différentes, il est difficile de donner une image fidèle de la structure complète de la composition du régime alimentaire de l'espèce (SI BACHIR, 2005).

La plupart des études réalisées dans ce domaine sont basées soit sur l'analyse d'estomacs d'oiseaux adultes, soit sur celle des pelotes de régurgitation des poussins. Les observations directes sont rares et de caractère généralement anecdotique (BREDIN 1984). BREDIN (1983) montre que cette méthode donnait des résultats très voisins de ceux que fournit l'analyse des régurgitas. Les proportions des principaux types de proies sont similaires, seuls les pourcentages varient dans le détail. Ces variations s'expliquent de deux façons :

- L'imprécision au niveau des proies de petites tailles, par exemple certaines identifiées à l'observation comme petits invertébrés terrestres étaient en réalité des Orthoptères de petite taille (BREDIN 1984).
- Par ailleurs il semble que les adultes ont tendance à choisir les proies qu'ils donnent à leurs jeunes en se réservant les plus grosses (VASQUEZ TORRES et MARQUEZ MAYAUDON in BREDIN 1984). Ces variations seraient alors l'expression de la différence entre le régime alimentaire du poussin et celui de l'adulte (BREDIN 1984, SI BACHIR, 2005).

Le principal avantage de l'observation directe est qu'elle permet d'étudier les prises alimentaires dans les différents milieux d'alimentation (BREDIN 1984 ; SI BACHIR, 2005). Une fois connu le pourcentage de fréquentation de ces milieux, il devient possible de connaître ce que consomme réellement la population du Héron garde bœufs (BREDIN 1984).

Les proportions des différentes proies constituant le régime alimentaire de l'espèce sont exprimées en pourcentage d'individus consommées mais aussi, ce qui permet de mieux mesurer l'importance de chaque catégorie d'aliments, en pourcentages du poids sec ingéré. Pour cela, à chaque type de proie correspond un poids sec estimé d'après des échantillons frais séchés jusqu'à poids constant (BREDIN 1984).

Le rapport entre l'indice de diversité de Shannon et la biomasse consommée montre une corrélation linéaire négative tout au long du cycle biologique du Héron garde bœufs (SI BACHIR et *al.*, 2000 ; SI BACHIR, 2005)

La plupart des études effectuées jusqu'ici montrent que le Héron garde bœuf est une espèce principalement prédatrice entomophage. Les insectes représentent en effet les proies les plus abondantes en nombre et les plus constantes dans la composition du régime alimentaire de l'espèce (SI BACHIR, 2005).

SIEGFRIED (1971a) signale, en Afrique du sud qu'environ 80 % du régime alimentaire de l'espèce est composé d'insectes. FOGARTY et HETRICK (1973), notent 90 % en Floride (Etats unis), RUIZ et JOVER (1981), rapportent un taux de 68,4 % dans le Delta d'Ebro (Espagne). En Algérie, DOUMANDJI et *al.*, (1992-1993), mentionnent des taux de 99,8 % et de 96,8 % respectivement, à Drâa EL-Mizan et à Chlef ; FELLAG (1995), BOUKHEMZA (2000), BOUKHEMZA et *al.*, (2000) et SETBEL et *al.*, (2004) notent plus de 95 % dans la région de la Kabylie du Sebaou. SI BACHIR et *al.*, (2000) estime 99 % dans la vallée de Soummam. SETBEL (2003) signale également des pourcentages supérieurs à 90 % à Tizi Ouzou et dans l'Algérois. SELMANE (2012) mentionne une pourcentage de 96,14%, 94 % chez MOUHAMED (2013)

La majorité de ces études signalent que parmi les invertébrés, ce sont les Orthoptères qui dominent généralement la composition en nombre de l'alimentation du Héron garde bœufs. Dès 1942, KADRY-BEY signale en Egypte 53,7 % d'espèces d'orthoptères dans l'alimentation du Héron garde bœufs ; BURNS et CHAPIN (1969) mentionnent dans le sud de Louisiane 77 %. Dans le nord de Floride, le taux est encore plus atteignant 96,8 % (FOGARTY et HETRICK, 1973). En Algérie, DOUMANDJI et *al.*, (1992) estime 78,8 % d'orthoptères à Drâa EL-Mizan, alors que SI BACHIR et *al.*, (2000) trouvent 63,2 % dans le Vallée de Soummam, les proportions sont moindres dans d'autres régions telle que dans la région de Boudouaou (Metidja) (SETBEL et *al.*, 2004). Il semble cependant que le pourcentage d'Orthoptères consommés diminue d'une part dans les régions insulaires et d'autre part durant la reproduction au printemps et en été (DOUMANDJI et *al.*, 1992). Il en est de même pour l'ordre des Coléoptères (des proportions considérables), Dermaptères, Hyménoptères,....

Une très forte consommation d'imagos de Tabanidés attirés par le bétail a cependant été trouvée par SNODDY (1969 in SI BACHIR, 2005) en Floride et le fait avait déjà été rapporté par JERDON (1881 in BREDIN, 1984).

La consommation des Arachnides a une proportion significative dans certaines régions : 4% en sud de l'Afrique (SIEGFRIED, 1971), 10,02 % en Ebro Delta, Espagne (RUIZ et JAVIER, 1981) 12,2% en Veracruz, Mexico (TORRES et MAYAUDON, 1972), 6 % en Floride (GASSETT et *al.*, 2000). Elle est de 7,4 % dans la région de Boudouaou (2001) dans la Metidja, alors qu'il représente une faible proportion dans la Vallée de Soummam 0,2 % (SI BACHIR et *al.*, 2000).

Les insectes ne constituent pas la seule catégorie des invertébrés composant le régime alimentaire du Héron garde bœufs. Parmi les invertébrés non aquatiques, notons encore l'importance qu'ont les vers de terre pendant la saison des pluies (avril à octobre) en Afrique du sud, (SIEGFRIED, 1966a-1966b). Les milieux où ils sont les plus abondants sont les pelouses à graminées. Ils y existent toute l'année à des profondeurs différentes suivant le degré d'humidité du sol (BOUCHE in BREDIN, 1984). On les trouve en surface lorsque les horizons superficiels sont très humides, ce qui est le cas en Camargue, pendant l'hiver. Ils sont rencontrés à la surface du sol le matin en l'absence de gelée ou lors du dégel ; l'après-midi ils s'enfoncent de quelques centimètres (BREDIN, 1984). La consommation d'invertébrés aquatiques a également été observée au Japon par IKEDA (1956), dans les rizières où les insectes aquatiques formaient une part très importante du régime du garde-bœufs (BREDIN, 1984).

L'analyse de la composition du régime alimentaire de l'espèce en considérant la biomasse des proies consommées montre que son régime est basé non seulement sur les insectes mais d'autres éléments peuvent jouer un rôle important dans l'apport alimentaire du garde bœufs (SI BACHIR, 2005 ; PATANKAR et *al.*, 2007). MOHAMMEDI (2013) a dénombré 11 041 ravageurs de plantes (78,34%) ; en revanche, les espèces considérées comme utiles aux plantes, et d'une manière générale à l'agriculture, se répartissent entre 2057 prédateurs (14,6 %), 268 parasitoïdes (1,9 %) et 189 pollinisateurs (1,34 %). Quoique des espèces ravageuses et auxiliaires soient consommées tout au long de l'année.

La consommation de poissons est rare (HAFNER, 1977; BERNIS et VALVERDE, HERRERA in BREDIN, 1984). L'espèce avait pourtant été notée comme ichtyophage en bordure de certains cours d'eau africains par BATES (1933 in BREDIN, 1984). La consommation d'Amphibiens et principalement d'Anoures est, elle très fréquente et ces animaux peuvent même constituer une part très importante du régime alimentaire. C'est le cas en Espagne (RUIZ et JOVER, 1981 ; GIL in BREDIN, 1984), en Floride (JENNI, 1969-1973) et en Camargue où HAFNER (1977) a trouvé d'après l'analyse de régurgitas que 63 % du poids sec était représenté par des grenouilles. Elle est absente dans la Vallée de Soummam (SI BACHIR et *al.*, 2001) alors qu'elle n'est représentée que par des faibles proportions dans cette même région en 2005 (SI BACHIR, 2005).

La consommation des reptiles et de mammifères, si elle est rare, n'en est pas moins régulière et est mentionnée par de nombreux auteurs. Citons un cas extrême ; DUXBURY (1963) qui a trouvé dans un seul régurgitat d'un jeune de 1 mois : « un rat de belle, six lézards, un petit Cobra et une couleuvre de 30 cm ». En Vallée de Soummam, cette catégorie n'est représentée que par un très faible pourcentage ne dépassant pas 0,8 % représentant 3 espèces de Muridés (SI BACHIR et *al.*, 2001). Bien que les rongeurs sont relativement moins importants que les insectes grâce à leur nombre faible, ils ont une haute biomasse (SI BACHIR et *al.*, 2001).

La capture des oiseaux est plus que rare, même si elle revêt parfois un caractère spectaculaire. ANDERSEN (1979 in BREDIN, 1984) a observé des garde bœufs se gavant de poussins de poule juste éclos et HOFFMANN (1996 in BREDIN, 1984) en a vu en Zambie guettant des hirondelles nichant dans les berges d'une rivière et les capturant à la sortie du nid. VAN EE (1973 in BREDIN, 1984) a pu calculer qu'un millier de garde bœufs pouvaient manger en 9 jours tous les poussins d'une colonie de 3000 nids de *Quelea quelea*. Alors que cette catégorie est représentée par des pourcentages importants pendant certains mois et c'est le cas de région de Tébessa (SELMANE, 2009).

La consommation d'ectoparasites comme les tiques apparaît comme étant très occasionnelle, voire même exceptionnelle, elle n'a été que rarement observée. Dans la plupart des cas il ne s'agit que de parasites tombés par terre (BATES; BEVEN; HOLMAN et SKEAD in BREDIN, 1984). D'autre type de proies ont été capturés occasionnellement ; il s'agit de : une Limace, quelques chenilles de Lépidoptères, des tritons palmés (*Triturus helveticus*), des couleuvres indéterminées (*Natrix sp*) d'une taille d'environ 25 cm et quelques queues de lézards (parfois lors d'une tentative de capture, la queue reste dans le bec de l'oiseau) (BREDIN, 1984).

Quelques auteurs ont signalé la présence du Héron garde bœufs dans les immondices : en Algérie, en Ouganda et au Maroc, où il se nourrit non seulement d'insectes mais aussi de déchets d'origine animale (SBIKI et *al.*, 2007).

Le Héron garde-bœufs montre une grande capacité d'adaptation écologique. Il peut ainsi développer une stratégie d'alimentation adaptée aux changements des conditions écologiques du milieu, notamment par la variation saisonnière (mensuelle) de la composition de son régime alimentaire en relation avec les besoins alimentaires de l'espèce suivant les périodes phénologiques. Cette variabilité mise en évidence lors de l'étude de la composition du régime alimentaire des adultes au cours d'un cycle biologique est la conséquence des changements climatiques saisonniers qui influencent la disponibilité de la nourriture (SI BACHIR et *al.*, 2001 ; SELMANE 2012 ; SBIKI 2016).

Pendant la période pré hivernal, le régime prend déjà un caractère exceptionnel. Il est constitué par une forte proportion de mammifères et de grenouilles. Les insectes étant largement minoritaires. Il est observé quelque cas semblables que dans le Delta de l'Ebre, en automne (RUIZ et JOVER, 1981). Entre septembre et janvier, la biomasse consommée est plus importante alors que la diversité des proies ingérées diminue. Avec la baisse des températures et les premières chutes de pluies automnales, les Héron gardes bœufs se dispersent loin de la colonie de reproduction pour utiliser des gagnages plus diversifiés. Ils s'alimentent alors de proies plus grosses et vraisemblance plus énergétiques pour compenser les efforts déployés lors des longs déplacements et l'insuffisance des disponibilités en proies invertébrées. Le manque d'Orthoptères, en hibernation pour la plupart des espèces, fait que les Héron gardes bœufs s'alimentent de proies alternatives tel que les Muridés et les grands Carabidés (SI BACHIR *et al.*, 2001 ; SI BACHIR, 2005).

C'est pendant la période de gel que les Héron gardes bœufs ont l'alimentation la plus surprenante. Si une importante consommation de lombrics avait déjà été observée en Afrique du sud en saison humide (SIEGFRIED, 1971), une aussi forte consommation de mammifères n'avait jamais été observée (BREDIN, 1984). Les vers des terres, indisponibles sont remplacés par des petits mammifères en Camargue (BREDIN, 1983).

Pendant la période post hivernale, les résultats sont déjà plus curieux puisque les vertébrées acquièrent une place prédominante dans le régime, les Amphibiens étant majoritaires et les reptiles et les mammifères bien représentés. C'est la seule période de l'année où l'on observe une consommation de poissons non négligeable (BREDIN, 1984). Tandis que la composition du régime alimentaire est la plus diversifiée entre mai et août, période correspondant à une grande disponibilité des proies potentielles, la biomasse consommée est inférieure aux autres mois de l'année. Pendant cette période qui correspond à la saison de reproduction, les couples nicheurs puisent leur nourriture à proximité de la colonie de reproduction. Les dépenses énergétiques pour la recherche de nourriture (déplacements) sont alors minimales et les adultes s'attèlent à rechercher les proies nécessaires à l'alimentation de leur progéniture (SI BACHIR, 2005). L'alimentation des jeunes au nid est fortement fondée sur la capture des Amphibiens anoues par rapport au volume total des proies (BREDIN, 1984; SIEGFRIED, 1966b ; JENNI, 1973 et HAFNER, 1977). Aussi la composition qualitative du bol alimentaire chez les adultes et les poussins révèle certaines différences. Les adultes ont une alimentation plus diversifiée que celle des poussins. Les proies les plus constantes dans le bol alimentaire des poussins ont des biomasses plus importantes que celles décrites dans l'alimentation des adultes (SI BACHIR, 2005).

En été le régime est classique. Le Héron garde bœufs est alors principalement insectivore, et consomme surtout des Orthoptères, puis des Taons et d'autres invertébrés terrestres (insectes et Arachnides) (FOGARTY et HETRICK, 1973; ARENDT et ARENDT in PATENKER et *al.*, 2007). Une part non négligeable du régime est représentée par des invertébrés aquatiques. La tendance à la consommation de grenouilles est nette et l'on note la capture de quelques reptiles et mammifères (BREDIN, 1984).

WEBER (1972) a rapporté que le régime des Hérons garde bœufs, consistant la plupart du temps en insectes et en invertébrés terrestres, ne coïncide pas avec celui des Hérons indigènes qui consomment principalement des poissons et des invertébrés aquatiques.

III-2-Milieu d'alimentation

Contrairement aux autres Ardeidés, le Héron garde bœufs est un oiseau semi aquatique et dans certaines régions il est essentiellement terrestre. On le rencontre souvent dans les lieux secs, accompagnant les troupeaux d'animaux domestiques ou sauvages (FRANCHIMONT, 1986b ; SBIKI 2007). Parmi les milieux aquatiques fréquentés, seuls les zones d'eau douce ou légèrement saumâtres sont exploitées. Selon VOISIN (1978a) aucun Héron garde bœufs n'a jamais été vu dans les salins (exploitations de sel). L'espèce niche pourtant non loin de là. Le Héron chasse et pêche le plus souvent, dans les milieux pourvus d'une végétation assez abondante (SI BACHIR, 2005 ;SHARAH et *al.*, 2008).

Différents types de milieu de gagnage sont exploités. Le degré de fréquentation d'un type de milieu est différent d'une région à une autre. L'élasticité écologique du Héron garde bœufs lui a permis de s'adapter aux nouvelles conditions du milieu qu'il colonise (SI BACHIR, 2005). Dans plusieurs régions, les dépôts d'ordures sont régulièrement fréquentés par le Héron garde bœufs (DOUMANDJI et *al.*, 1992 ; SBIKI et *al.*, 2007 ; RENCUREL, 1972 ; HAFNER, 1977 ; DEAN, 1978 et FRANCHIMONT, 1986b)

Le Héron garde bœufs exploite dans la région de Bejaia une multitude de milieux. Les taux de fréquentation les plus élevés sont généralement signalés dans les prairies et les friches qui représentent les milieux les plus abondants, les plus étendus et surtout les plus constants dans le temps. Ce genre de milieu est particulièrement favorable par leur aspect ouvert, leur végétation basse et persistante ainsi que par leur grande fréquentation par le bétail (SETBEL, 2008). Ce sont également des milieux qui offrent le plus de disponibilité et d'accessibilité de proies tant invertébrées que vertébrées (SI BACHIR, 2005).

Ce phénomène est également signalé en Camargue où l'espèce fréquente le plus souvent et à longueur de l'année les milieux aquatiques et assimilés (marais, étang, rizières en eau...) qui constituent les milieux les plus représentatifs dans l'espace et dans le temps (HAFNER, 1977 ; BREDIN, 1983-1984 ; LAMBARDINI *et al.*, 2000). A Quezzane, au Maroc, ce sont les landes, également prépondérantes dans la région, qui représentent les milieux les plus fréquentés (FRANCHIMONT, 1986b). Pour BOUKHEMZA (2000) en la Kabylie, l'indice de fréquentation le plus élevé est noté dans les labours suivis par les prairies et les cultures basses. Dans la région de Tébessa, les principaux milieux de gagnage fréquentés par le Héron garde bœufs sont les immondices (décharge publiques), les friches viennent en seconde position suivie des cultures basses et des labours. Les prairies et les milieux fauchés ne sont que très faiblement fréquentés alors que les mares temporaires pas du tout (SBIKI, 2016).

Ceci est en relation avec l'opportunisme de l'espèce qui fait varier son alimentation selon les disponibilités des proies dans les milieux de gagnage d'une région donnée et suivant les besoins alimentaires liés à la phénologie de l'espèce (DOUMANDJI *et al.*, 1992; SI BACHIR *et al.*, 2001; BOUKHEMZA, 2000 ; BOUKHEMZA *et al.*, 2000 ; SALMI, 2001 ; SBIKI, 2008).

Toutefois, la disponibilité des proies est différente dans l'espace (milieu de gagnage) et dans le temps (SI BACHIR, 2005). En effet, la fréquentation des milieux d'alimentation varie d'une saison à une autre. Les labours sont beaucoup plus fréquentés après les premières pluies d'automne correspondant aux périodes pré hivernal et hivernal. Lors de ces périodes phénologiques, l'activité de labour connaît son apogée permettant aux Hérons garde bœufs de suivre les tracteurs et les laboureurs traditionnels et de profiter des diverses proies mises à nu par le charrues en remuant le sol (SI BACHIR, 2005).

En période post- reproductrices et post hivernale, ce sont les cultures basses et les vergers d'agrumes qui sont les plus fréquentés. Lors de ces périodes, le Héron garde bœufs (*A. ibis*), exploite les champs de céréales, où la végétation peu élevée et bien arrosée offre une gamme variée de proies. Les terrains de cultures basses et les vergers d'agrumes irrigués en ces périodes de l'année constituent également un terrain de chasse bien indiqué pour l'alimentation des Hérons garde bœufs (SI BACHIR, 2005).

En période de nidification, en particulier lors de l'élevage de jeunes, les mares temporaires et les bordures de ruisseaux, où abondent des proies aquatiques riches en valeurs calorimétriques sont le plus visitées (PATENKER *et al.*, 2007).

Cette stratégie d'exploitation des milieux dénote de la grande capacité d'adaptation de l'espèce à exploiter les milieux où l'alimentation est la plus accessible à moindre coût énergétique (SI BACHIR, 2005).

III-3-Association aux bétails et aux machines agricoles

Les Hérons garde bœufs peuvent se nourrir isolément, dans le cas d'association intra spécifique (VOISIN, 1979). Les groupes sont alors composés d'individus de différents âges, des deux sexes et avec d'autres échassiers (SKEAD, 1966). L'association avec d'autres animaux domine très largement l'écologie et le comportement alimentaire du Héron garde bœufs. Ce dernier est le plus souvent associé à des mammifères à l'origine sauvages (porc,...) et maintenant à du bétail domestiques (chevaux, chèvres, bovins, ovins,...) (VOISIN, 1983 ; MUKHERJEE, 2000 ; KAMLER et al., 2008 ; SI BACHIR, 2005 ; SBIKI et al., 2007 ; SBIKI, 2008). Le Héron garde bœufs montrent que la fréquence la plus élevée de l'association aux bétails est assurée de 09h00 à 12h00 et de 14h00 à 16h00, avec la basse association au matin, tard en soirée et pendant le milieu du jour. Ceci reflète le comportement du bétail dans le pâturage, et qui se reposent pendant la partie la plus chaude du jour (MUKHERJEE, 2000 ; SEEDIKKOYA et al., 2005). BLAKER (1969) a noté que le Héron garde bœufs fréquentait préférentiellement certains types de bétail plutôt que d'autre. Selon SBIKI (2008) le taux des individus des Hérons garde bœufs qui s'alimentent sans association représentent le taux le plus importants (69,97 %). Les Hérons gardes bœufs se nourrissent également en association active avec différents types de bétails (bovins 15,36 % ; ovins 14,67 %) enregistrés dans les friches, les labours, les milieux fauchés et les cultures basses alors qu'ils se nourrissent aussi en association passive avec la Cigogne Blanche (*Ciconia ciconia*), le grand corbeau (*Corvus corax*), le moineau domestique (*Parus domesticus*) et les pigeons (*Columba sp.*) (SBIKI et al., 2007 ; SBIKI, 2008). Dans la région de Bejaia, les effectifs du Héron garde bœufs associés varient nettement d'une saison phénologique à une autre. Le taux d'association le plus important est noté en période post reproductrice où les effectifs du Héron associés atteignent presque les 40 %. Le restant de l'année, seul un pourcentage variant entre 23,2 % et 29,6 % est relevé (SI BACHIR, 2005).

Quand les Hérons sont associés aux bétails, ils s'alimentent habituellement près de leurs jambes en avant (MUKHERJEE, 2000 ; SEEDIKKOYA et al., 2005 ; SBIKI 2016) profitant du dérangement occasionné par le bétail aux petits insectes.

Le Héron choisit les animaux qui prennent une moyenne de 5-15 pas par minute et évite ceux dont l'emplacement est plus lent ou très rapide. Le nombre de proies capturées est corrélé avec le

nombre de pas d'animaux serveurs. Des travaux précédents aux Etats-Unis et ailleurs ont indiqué que les Hérons garde bœufs forgeant avec des bétail ont besoin de peu d'étapes et moins d'heure d'attraper la proie que les hérons forgeant sans bétail et les Hérons solitaires attrapent les proies à un taux plus élevé que les Hérons forgeant avec des bétail par deux ou plus (SEEDIKKOYA *et al.*, 2005 ; MUKHERJEE, 2000). Selon BURGER et GOCHFELD (1989) les adultes ont plus de tentatives et obtiennent plus de proies par minute que les juvéniles en association avec les bétails.

Le Héron garde bœufs qui s'associe aux bétails, attrape des proies à une vitesse plus rapide et dépense moins d'énergie pour réaliser ceci, comme il a été noté dans d'autres études sur cette espèce (MUKHERJEE, 2000 ; HEATWOLE, GRUBB in SEEDIKKOYA *et al.*, 2005).

Cette association semble être un exemple de commensalisme facultatif (c'est-à-dire les Héron gardes bœufs prennent l'avantage de leur association aux bétail, alors que les bétail pas aucun avantage de son association avec les Hérons) (HEATWOLE in SEEDIKKOYA *et al.*, 2005), puisque les hérons n'ont pas été vus attaquer des ectoparasites sur le bétail (HEATWOLE, SEEDIKKOYA in SEEDIKKOYA *et al.*, 2005). L'association aux bétail peut également avoir comme conséquence des avantages de groupe tels que la vigilance améliorée ou la probabilité réduite de l'attaque par des prédateurs (BRUN ; HAMILTON ; VIGNE ; POWELL ; BARNARD ; BERTRAM ; CARACO *et al.*, et ELGAR et CATTERALL in SEEDIKKOYA *et al.*, 2005).

Quelques auteurs, montrent l'association du Héron garde bœufs au groupe des Autruches. BLAKER (1969) a supposé que les Hérons de bétail puissent s'associer à l'autruche, mais il était peu clair si c'était l'autruche sauvage ou domestique (KAMLER *et al.*, 2008). Récemment, HOCKEY *et al.*, (2005 in KAMLER *et al.*, 2008) a déclaré que les Hérons de bétail peuvent s'associer à l'autruche domestiquée, vraisemblablement parce que l'autruche commune sauvage marche trop rapidement tout en forgeant. La recherche précédente a montré que les tailles de bande des Hérons garde bœufs ont été franchement liées à la taille des troupeaux des bétails (WAHUNGU *et al.*, 2003 in KAMLER *et al.*, 2008), Il en est de même concernant la taille de bande de l'autruche (KAMLER *et al.*, 2008). Les avantages du forage à côté de l'autruche sont semblables, ou plus grands qu'en forgeant à côté de grands mammifères (KAMLER *et al.*, 2008).

Plus récemment, les Hérons gardes bœufs ont pris l'habitude de suivre même la machine agricole dans toutes les régions couvertes par son aire de répartition (BREDIN, 1983). Dans la région de Bejaia, l'association aux machines agricoles est nettement plus importante pendant la saison pré-hivernale qui coïncide avec la période des labours de champs de céréales ainsi que la période de

nidification durant laquelle de grandes surfaces destinées à la culture de pastèques sont retournées près de la colonie de reproduction (SI BACHIR, 2005).

SBIKI (2016) mentionne l'absence de l'association aux machines agricoles qui sont peu fréquentes dans la région de Tébéssa qui ne connaît pas une très grande activité agricole.

III-4-Mode de chasse

Le Héron garde bœufs est spécialiste dans la marche sur le sol. En suivant le bétail et les machines agricoles, il accroît l'efficacité de la recherche de nourriture et se prend d'avantage d'aliments que s'il se nourrissait seul. En suivant les commensaux, les Hérons gardes bœufs utilisent des comportements variés (BREDIN, 1983 ; HANCOCK et KUSHLAN, 1989), incluant:

- a- la marche lente (marche régulière entremêlée par une course et poignarde de proie sur la terre ou dans l'eau peu profonde) (GAUCHFIELD et HAMBURGER ; CARROL et CRAMER in BURGER et GOCHFELD, 1989 ; MEYERRIECKS in SIEGFRIED, 1971) ;
- b- arrêt et attente (MEYERRIECKS in SIEGFRIED, 1971) ;
- c- saut sur les proies (MEYERRIECKS in SIEGFRIED, 1971) ;
- d- chasse et capture des proies par les ailes (capture aériennes des insectes) (SKEAD in SIEGFRIED, 1971 ; BREDIN, 1983 ; HANCOCK et KUSHLAN, 1989) ;
- e- capture des proies en vol par position debout (Glanage) (SIEGFRIED, 1971 ; BREDIN, 1983 ; HANCOCK et KUSHLAN, 1989) ;
- f- bec vibrant dans l'eau (KARL in BURGER et GOCHFELD, 1989 ; BLAKER in SIEGFRIED, 1971) ;
- g- entourer la proie (BLAKER, 1969) ;
- h- le balancement latéral de la tête et du cou (BREDIN, 1983 ; HANCOCK et KUSHLAN, 1989) ;
- i- le nourrissage à saut de mouton (BURTON in SIEGFRIED, 1971 ; BREDIN, 1983) ;

Dans l'herbe il peut sonder, que ce soit peu profond ou sous terre (pour les vers de terre). Cette forme d'alimentation (par sondage), n'a pas été enregistrée pour le Héron garde bœufs (*Ardea ibis*)

avant, elle semble être une adaptation qui s'est développée en réponse à l'abondance locale de ces animaux (le sondage est inclus sous la méthode -a-). Dans la plupart des analyses quantitatives, ce type d'alimentation (sondage) est empêché parce que la longueur d'herbe empêche l'observation exacte et les poignards sont dirigés au dessous ou dessus de la surface du sol (SIEGFRIED, 1971 ; SETBEL et al., 2004).

Les méthodes (b - g) sont moins employées et les méthodes (a ; h ; i) sont celles de base, communes à tous les Hérons et forment le noyau dur de leur comportement alimentaire (SIEGFRIED, 1971).

Ardea ibis cherche ses proies principalement singulières, en utilisant la vision binoculaire. Quand un Héron marche de façon constante vers l'avant, chaque étape est associée alternativement à des mouvements vers l'avant et l'arrière, de la tête et du recourbement et redressage du cou (la tête forme avec l'axe du corps horizontalement 45° et le cou est prolongé plus loin quand l'oiseau fonctionne). Il a des yeux réglés légèrement vers l'avant, permettant le recouvrement du champ visuel pour donner la vision binoculaire étroite (SIEGFRIED, 1971). Le balancement latéral de la tête et du cou est un comportement alimentaire du Héron garde bœufs, accompagné et associé à un état de vigilance de la plupart des oiseaux. BLAKER (1969) a prouvé que 30 % des captures réussies des sauterelles ont été faites sans balancement de tête et du cou. Pour la capture des mouches, qui sont plus active que les sauterelles, le balancement de tête et du cou a été utilisé relativement plus fréquemment.

Chez le Héron garde bœufs avant « le coup de bec », le cou est tendu puis le bec est propulsé vers l'avant légèrement ouvert et se ferme sur la proie. Les petites proies sont avalées d'un seul coup avec un rapide hochement de la tête (BREDIN, 1983). Des observations occasionnelles indiquent que les jeunes oiseaux picotent aux brindilles pendant un temps relativement court. Les jeunes veulent également jouer avec la proie (telle que les grandes sauterelles) avec leurs bec, en les picotant et en les posant par terre avant de les avaler (SIEGFRIED, 1971). Les grosses proies (tels que certains insectes, grenouilles et lézard) sont tuées par une compression au niveau du cou, le bec agit comme une puissante paire de pinces avec une agitation latérale violente (BLAKER, 1969). Alors que les jeunes du Héron garde bœufs, picotent ces proies relativement grandes jusqu'à la mort et les portent avec le bec et les prolongent dans l'eau si elle est disponible avant de les avaler (SIEGFRIED, 1971).

III-5-Accessibilité des proies

Il existe de toute évidence un lien étroit entre le régime alimentaire, le mode de chasse et les milieux fréquentés par les Hérons gardes bœufs (SI BACHIR, 2005). Pour satisfaire les besoins

alimentaires d'un animal, il faut que ses proies potentielles soient non seulement présentes dans l'habitat, mais également accessibles au prédateur (BREDIN, 1984).

Pour les proies, le terme d'accessibilité est préféré à celui de disponibilité qui est généralement réservé pour la nourriture. Il tient compte non seulement de la présence des espèces proies donc de leur cycle biologique, mais également de certains de leurs comportements qui les rendent accessibles ou non aux Hérons garde bœufs (BREDIN, 1983). La fréquentation étant liée à l'accessibilité des proies. Selon BREDIN(1984) cela permet de prendre en compte en particulier, l'évolution de la structure de certains milieux par exemple, l'accessibilité de proies en rizières diminue au fur et à mesure de la croissance du riz qui devient un obstacle à la locomotion des oiseaux.

- Les invertébrés terrestres et aquatiques : toutes ces catégories de proies sont, du fait de leur poïkilothermie indisponibles ou inaccessible pendant l'hiver à l'exception de quelques abeilles et araignées qui deviennent temporairement actives à l'occasion de belles journées ensoleillées. Ces invertébrées reprennent leurs activités avec la remontée printanière des températures et atteignent leur maximum d'abondance de la fin du printemps à la fin de l'été (BREDIN, 1984).
- Les poissons : capturés par les Hérons gardes bœufs sont essentiellement des espèces d'eau douce de petite taille, surtout des gambusies. Leur activité est directement liée à la température de l'eau. Pendant les périodes de gel, ils sont inactifs et cachés dans la végétation benthique (à 50 – 70 cm de profondeur). Ils recommencent à évoluer à la surface dès que la température avoisine 10 °C, mais ils sont encore peu rapides à de telles températures ; c'est alors qu'ils sont les plus accessibles (BREDIN, 1984).
- Les Amphibiens : en hiver, les grenouilles du genre *Rana* sont totalement inactives et inaccessibles ; seules les rainettes (*Hyla meridionalis*) peuvent le devenir dans les secteurs abrités lors des journées ensoleillées. En été, les Amphibiens abondent avant de diminuer en automne, après la reproduction et avant d'entrer en hibernation (BREDIN, 1984).
- Les reptiles : comme les Amphibiens et les Poissons, ces poïkilothermes sont inactifs et inaccessibles aux Hérons gardes bœufs en hiver quand la température est basse. Ils ne constituent donc une proie potentielle qu'au printemps, quand ils sont encore trop lents dans leurs mouvements pour échapper facilement à nos oiseaux (BREDIN, 1984).
- Les rongeurs : étant homéotherme, ils restent actifs pendant les périodes les plus froides en Camargue. Contrairement aux autres proies le nombre des rongeurs peut être maximal en hiver :

leur reproduction qui débute dès le printemps se poursuit en effet jusqu'en automne. Ils peuvent aussi se concentrer dans certains milieux favorables. Les basses températures augmentent par ailleurs leurs dépenses énergétiques, ils ont alors besoins de beaucoup de nourriture ; cela les amène à se déplacer plus fréquemment pour s'alimenter et augmente leur accessibilité pour les Hérons garde bœufs. Bien que présents toute l'année, les rongeurs sont donc surtout accessible en hiver (BREDIN, 1984).

Selon BREDIN (1983) le Héron garde bœufs montrerait une tendance à choisir les proies qu'il capture plus aisément. L'oiseau est donc capable de reconnaître et de sélectionner ses proies puisqu'il n'essaie pas de capturer toutes celles qu'il voit telles les libellules en tandem(BREDIN, 1984).

Les Hérons gardes bœufs adoptent aussi leur mode de chasse en fonction du type de proies accessible : à la chasse à l'affût par exemple correspond la capture des mammifères. Le phénomène d'association est également en relation étroite avec l'accessibilité des proies que délogent le bétail et les machines agricoles (BREDIN, 1983).

Selon SI BACHIR (2005) le Héron garde bœufs consomme des proies mesurant entre 1 et 120 mm. Rares sont les proies dépassant ces mensurations, et celles mesurant entre 11 et 20 mm qui dominent dans l'alimentation de l'espèce.

III-6-Physiologie de digestion

Les Hérons sont connus pour avoir des suc digestifs très acides et très puissants, certains peuvent même digérer les os de poissons (GEROUDET, 1978). BREDIN (1983) a montré que lors du passage dans le tractus digestif du Héron garde bœufs, des dents de moutons ont été totalement digérées ne laissant que peu de traces et uniquement dans les pelotes (BREDIN, 1984). La vitesse de digestion est élevée et varie suivant les proies : les poissons et les grenouilles par exemple, sont digérés dans les six heures (BREDIN 1983). Pour les petites proies (<1,5 cm de long) la vitesse d'ingestion (hochement de la tête caractéristique) est grande (BREDIN, 1984).

III-7-Rythme d'activités alimentaires

En saison défavorable (saison sèche et hiver) les Hérons garde bœufs cherchent à passer le plus de temps sur les gagnages, ils quittent alors les dortoirs plus tôt. Une fois sur les gagnages, ils consacrent la plus grande partie de la journée à s'alimenter que ce soit derrière des tracteurs ou non.

Juste après la période d'élevage des jeunes, le temps consacré à alimentation est très important (BREDIN, 1983).

Le temps occupé par le toilettage et le repos pendant la journée semble normal pour l'espèce (SIEGFRIED, 1971b-c). Ce même auteur a noté que l'activité du Héron garde bœufs présentait deux pics : un en milieu de matinée et un autre en milieu d'après midi avec un fort relâchement en milieu de journées.

III-8-Pelotes d'adultes et de jeunes

Les Hérons régurgitent des pelotes qui contiennent des parties non digestibles des proies consommées : poils, os, plumes, chitine (HIBBERT WARE, 1940 ; KUSHLAN, 1978). Certaines pelotes contiennent autres fragments tels que : feuilles et autres espèces naturelles ou plantes cultivées, ou petits fragments de bois. Ces fragments diffèrent font probablement partie du contenu stomacal de rongeur prédaté par le Héron ou dérivé par ingestion accidentelle par cet oiseau pendant l'alimentation (SI BACHIR *et al.*, 2001). Sous l'effet du dérangement, les poussins régurgitent leur dernier repas quel que soit son état de digestion (SIEGFRIED, 1966c ; SKEAD, 1966 ; JENNI, 1973). Ce phénomène est également observé chez certains hérons adultes en dehors des colonies (KUSHLAN, 1978). BREDIN (1983) a noté que le garde bœufs ne rejette qu'une pelote par 24 heures, généralement peu avant l'aube.

Selon SI BACHIR (2005) contrairement aux pelotes émises par les adultes, les poussins apeurés rejettent les dernières proies ingérées sous une forme lâche contenant des proies entières ou seulement des fragments de ces dernières (SI BACHIR, 2005 ; SETBEL, 2008). Le degré de dénaturation des proies rejetées varie fort probablement avec la durée de leur digestion. Ces régurgités sont également différentes des tombées du bec des adultes nourriciers car celles-ci sont généralement constituées de proies entières non dénaturées et imbibées d'une sécrétion transparente et visqueuse.

Les oiseaux sont reconnus en tant que vecteurs potentiels de bactéries pathogènes pour l'homme, surtout ceux des colonies qui s'alimentent à partir de déchets qui sont généralement plus infectés (GANIERE *et al.*, 2001 in SETBEL 2008). En dehors de DOUMANDJI et SETBEL (2001), aucun autre auteur en Algérie ne s'est penché sur l'analyse microbiologique des pelotes de rejection.

La flore digestive des oiseaux a été très étudiée, et s'avère différente de celle des mammifères probablement du fait de différences anatomiques et physiologiques. En particulier, les mammifères ont un colon très développé par rapport aux oiseaux (Smith, 1965 ; Lan *et al.*, 2002). La flore digestive des

oiseaux et ses variations restent donc mal connues, et par conséquent à explorer (TAKEUCH et al., 1998). Chez les oiseaux, les sites principaux d'activité bactérienne sont le jabot, les caeca et dans une moindre mesure, l'intestin grêle (FULLER, 1984 in SETBEL, 2008).

IV-FACTEURS DE MENACE ET DE MORTALITE

Les populations de *Ardea ibis* sont contrôlées par plusieurs facteurs naturels et bien d'autres reviennent à l'effet de l'homme. Ces facteurs interviennent essentiellement aux stades poussins, par contre, les garde-bœufs adultes sont moins confrontés aux menaces de mortalité. Parmi les facteurs naturels nous citons :

IV-1-L'asynchronisation des éclosions

Par manque de proies, les parents ne peuvent subvenir aux besoins alimentaires de leur progéniture ce qui accentue l'agressivité entre les poussins. Parmi ces derniers, les plus âgés sont bien avantagés lors du nourrissage et les plus jeunes, se trouvant quasi privés de nourriture et meurent par inanition (FUJIOKA, 1985 ; INOUE, 1985 ; FRANCHIMONT, 1986c ; MOCK et PARKER, 1986). Alors la différence d'âge des poussins permettrait d'ajuster au mieux le taux de mortalité aux disponibilités alimentaires (LACK 1968).

IV-2-La prédation

Dans la littérature, les données relatives à la prédation par les oiseaux dans différentes régions du monde concernent généralement aussi bien les œufs que les jeunes poussins. Ce sont, essentiellement, des prédateurs aériens tels des corvidés (FRANCHIMONT, 1986c), des rapaces diurnes et nocturnes (BURGER, 1981 ; HAFNER, 1977), des Goélands (SIEGFRIED, 1972) et d'autres espèces d'Ardéidés (BURGER, 1981 ; HANNANE, 1981 in BOUKHTACHE 2010 ; SIEGFRIED, 1972). SIEGFRIED (1972), signale également la prédation par la Poule d'eau, *Gallinula chloropus*, la Poule sultane, *Parphyrio parphyrio* et par l'Ibis sacré, *Threskiornis aethiopicus*.

Les prédateurs terrestres, peu fréquents, s'attaquent surtout aux nids près du sol. Ils sont représentés essentiellement par des mammifères et des reptiles (RIDDEL, 1944 ; TAYLOR et MICHAEL, 1971 ; HANNANE, 1981 in BOUKHTACHE 2010 ; BURGER, 1981 ; VOISIN, 1991 ; HAFNER, 1977).

IV-3-Les aléas climatiques

HAFNER (1994), a montré que l'effectif de la population nicheuse est affecté par l'action des facteurs climatiques sévissant en hiver sur et à proximité des sites de reproduction en Camargue et par la hauteur des pluies reçues en automne et en hiver au sud de l'Espagne.

IV-4-Le cannibalisme

En période de famine, les Hérons garde-boeufs adultes peuvent manger leurs propres poussins, ce phénomène est également appelé Kleptonisme (SIEGFRIED, 1972 b ;FRANCHIMONT, 1986c).

IV-5-Le parasitisme

Plusieurs types de parasites se développent sur les Hérons garde-bœufs. Certaines espèces peuvent entraîner la mort de ces derniers à tout âge. RENCUREL (1972), décrit des vers du genre *Heterakis* qui parasitent les garde-bœufs au Maroc ; la tique *Argas persicus* est notée par SKEAD (1956) en Afrique du sud. MURATA et al. (1998), ont dénombré un total de 22 trématodes du genre *Pegosomum* dans le canal biliaire de *Ardea ibis*. En outre, l'homme est également à l'origine de perturbations pouvant constituer des facteurs de menace :

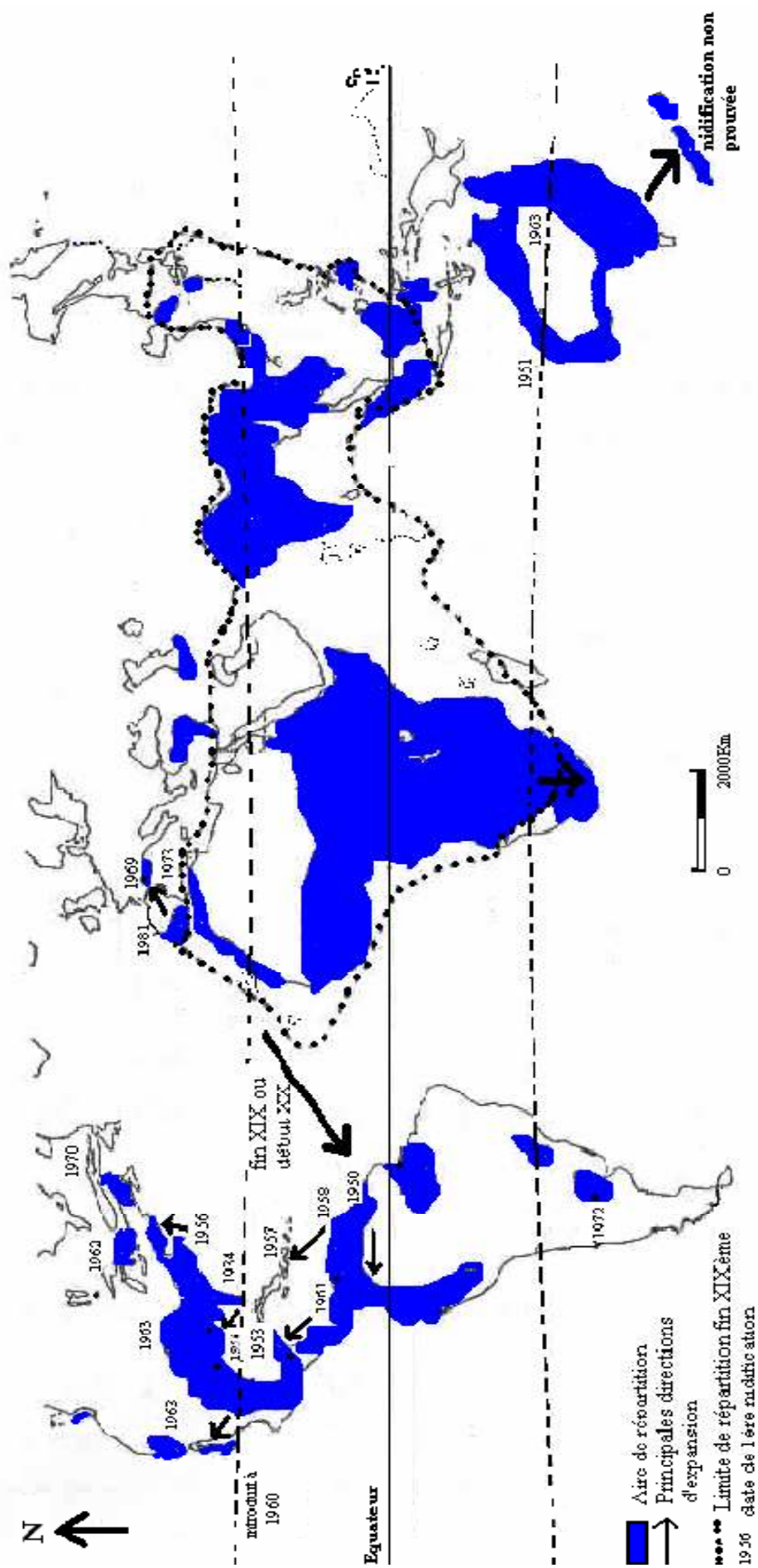
IV-6-Les dérangements humains

En cas d'intrusion humaine dans la héronnière, les adultes quittent leurs nids et n'y reviennent qu'une fois le danger passé. Les œufs et les poussins se trouvent alors exposés aux prédateurs, à la pluie, au vent et au soleil, ce qui accroît leurs taux de mortalité (FRANCHIMONT, 1986c). Ce dernier auteur rajoute, suite à l'intrusion humaine, des vols de brindilles par les voisins causent également la destruction de certains nids abandonnés et dont les contenus tombent sur le sol. Aussi, le dérangement humain pousse les poussins à pénétrer dans les territoires d'adultes qui les reçoivent avec de violents coups de bec parfois mortels. L'intrusion de l'homme dans une colonie provoque également des régurgitations trop fréquentes des poussins, cela pourrait accélérer la mort des plus faibles sujets par inanition (FRANCHIMONT, 1985).

IV-7-La dégradation du milieu naturel

Les garde-bœufs, autant que le reste des Ardeidés et autres oiseaux, sont susceptibles d'intoxications dues à l'absorption de produits chimiques et ils peuvent être, à cet effet, utilisés comme bio-indicateurs de l'état de contamination de l'environnement par l'homme (BURGER et GOCHFELD, 1993-1997).

Au Pakistan, BOSTAN et al. (2007), ont constaté des concentrations importantes de métaux lourds, Plomb (Pb), cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cobalt (Co), Argent (Ag), Nickel(Ni), dans les œufs et les régurgitas de deux colonies de Hérons garde-bœufs, dépassant la limite maximale de résidus standardisée par l'Agence de la Protection de l'Environnement (A.P.E.). Ainsi, l'intoxication des adultes par le D.D.E. est à l'origine de la fragilité des œufs qui se brisent facilement au nid. Ces derniers présentaient une mince coquille (OHLENDORF et al., 1979 in BOUKHTACHE, 2010). La diminution des effectifs du garde-bœufs dans le Delta du Nil et de la région du canal de Suez est un résultat direct de l'épandage du D.D.T sur les cultures du coton (MULLIE et al., 1992).



Figure

Figure 01 : Répartition géographique mondiale du Héron garde-bœufs, *Ardea ibis ibis* (Bredin, 1983, modifiée).

CHAPITRE II : METHODE DE TRAVAIL

II – I : PRÉSENTATION DU CADRE D'ÉTUDE

Dans cette partie nous présenterons le cadre d'étude qui est la région de Tébessa et la zone échantillonnée «El-Merdja » dans la ferme « DJENNA », dans lesquelles s'est déroulée la présente étude.

II- I-1- PRESENTATION GENERALE DE LA REGION DE TEBESSA

II- I- 1-1- Situation géographique

Tébessa est une ville très ancienne, connue sous le nom de Thevest, durant l'époque romaine. La wilaya de Tébessa est située à l'extrémité de l'Est Algérien, sur les hauts plateaux, faisant partie des frontières Algéro – Tunisiennes, sa superficie est de l'ordre de 13878 km². Elle s'élève à environ 960 m d'altitude au niveau de la mer.

La région de Tébessa (35°28' N, 08° 07' E) est située dans la partie Nord- Est de l'Algérie (Fig. 02). Elle est limitée en succédant d'Ouest en Est de la façon suivante : OUM EL –BOUAGHI et KHENCHELA, les frontières Algéro - Tunisienne, et par SOUK-AHRAS au Nord, tandis qu'au Sud par EL -OUED.



Figure 02. Situation géographique de la wilaya de Tébessa.

La superficie totale de la wilaya se divise en quatre groupes homogènes du côté des données climatiques, édaphiques et couvert végétal :

- **Groupe A** : zone nord de la wilaya, à vocation céréalière et élevage, d'une superficie de 135000 Ha (10 % de la superficie de la wilaya).
- **Groupe B** : zone pré- steppique des hauts plateaux de la wilaya, d'une superficie de 229450 Ha (17 %).
- **Groupe C** : Zone pastorale et steppique (Alfa, atriplex, armoise).
- **Groupe D** : zone pré- saharienne (15% de la superficie de la wilaya).

II- I- 1-2- Le relief

Les monts de Tébessa font partie de l'Atlas saharien oriental. Ils forment un prolongement des Nemamcha, le terme « monts de Tébessa » est un ensemble hétérogène dont le seul lien apparent est encadré par la fossé Morstt-Tébessa.

Le passage des hauts plaines du Mellégue aux monts de Tébessa se manifeste par le resserrement des plaines est par l'agrégation des unités géomorphologiques tel que le val perché du DYR et celui DE Bourabaia.

- Au sud, le fossé d'effondrement (Meddoud – Ain Chabro) tranche brutalement les monts de Tébessa, interrompant des formes de reliefs sans être d'une symétrie parfaite.
- Les sommets parallèles du Djebel Serdiess et Djebel Gourrigueur font ensemble le haut synclinal perché du Djebel Serdiess.
- Il n'en est plus de même à l'est de Djebel Doukkane, où le relief est à la fois plus complexe et original entre Tébessa El labiod, où se dresse en effet une barrière orientée de l'Ouest vers l'Est avant de s'incliner vers le Nord-Est, où elle forme la peine de la Merdja. La chaîne montagneuse se morcelle en petit massifs (Djebel Anoual, Djebel Azmor, Djebel Bouroumane et Djebel Djebissa).
- Le fossé Chabro- Tébessa- Bekkaria : nommé fossé de Tébessa borde au Nord les massifs qui révèlent leurs formes avec une évidence d'autant plus impressionnante qu'il y est formé profondément un fossé dont la surface de remblais descend progressivement de 900 m à Bekkaria et à 770 m à Ain Chabro (Hammamet). Le graben a été comblé par une alternance sur plusieurs centaines de mètres de cailloutis calcaires, de sables, de marne et d'argile.

II- I- 1-3- climat général

Tébessa fait partie du haut plateaux tellien de l'étage bioclimatique semi-aride caractérisé par un hiver froid et un été très chaud, avec un maximum au mois de juillet de 37,53 °C et un minimum au mois janvier de -1,19 °C.

L'humidité relative (moyenne annuelle) est de 59,25%. Elle atteint ses valeurs maximales durant les périodes décembre et janvier .

➤ L'indice d'aridité

Cet indice dépend essentiellement des précipitations moyennes mensuelles en millimètre et de la température moyenne annuelle en degrés Celsius. On peut calculer cet indice à partir de la formule de De Martone suivante :

$$I = 12 P / (T + 10)$$

I= indice d'aridité.

P = précipitation moyennes mensuelles (mm)

T = température moyenne annuelle (°C).

P = 31,24 mm, T = 16,44 °C

Donc I = 14,17

Sur la base, Si :

- I = 5 ➡ Climat aride
- 5 < I < 7,5 ➡ Climat désertique
- 7,5 < I < 10 ➡ Climat Steppique
- 10 < I < 20 ➡ Climat semi – aride
- 20 < I < 30 ➡ Climat tempéré

D'après la valeur de l'indice d'aridité, la région est caractérisée par un climat semi – aride.

➤ La température

La température est un élément très important du climat et joue un rôle déterminant pour le bilan hydrique. Elle est liée à la radiation solaire et à l'altitude et aussi aux conditions locales du bassin. Les températures enregistrées (Tab 03) de l'années 1972 à 2017 montrent que le mois le plus froid de cette période est le mois Janvier avec une température moyenne mensuelle de -1,19 °C, et que le mois le plus chaud est le mois juillet avec une température moyenne mensuelle de 37,53 °C.

Tableau 03. Températures mensuelles maximales (M), minimales (m) et moyennes ($\bar{M}$) en $^{\circ}\text{C}$ dans la région de Tébessa de 45 ans (1972 -2017) (ANONYME, 2017).

Années /mois		jan	Fév	mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	dec
1972 -2017	M	15,86	16,43	20,82	25,45	30,29	34,93	37,53	37,05	32,48	27,59	20,73	16,51
	m	-1,19	0,76	0,92	4,02	7,64	12,03	16,35	15,32	12,16	8,15	3,02	-0,31
	$\bar{M}$	7,34	8,6	10,87	14,74	18,97	23,48	26,94	26,19	22,32	17,87	11,87	8,10

➤ L'humidité atmosphérique

C'est un état de climat qui correspond à la quantité d'eau contenue dans l'air. Pendant la période 1972 -2017, le minimum de l'humidité relative de l'air de la région est enregistré au mois de Juin avec 45,50 %, alors que le maximum est enregistré pendant le mois de Décembre avec 74,94% (Tab 04).

Tableau 04. La moyenne des Humidités relatives mensuelles (HR (%)) dans la région de Tébessa des 45 ans (1972 -2017) (ANONYME, 2017).

Mois/ années		jan	Fév	mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1972 -2017	HR (%)	68,89	67,55	64,51	58,06	53,905	45,50	45,91	46,5	59,08	61,99	67,21	74,94

➤ Les précipitations

A partir du Tableau 05 représentant les précipitations enregistrées de 1972 à 2017, on constate que le mois le plus pluvieux est le mois de Mai avec une moyenne de précipitation de 49,18 mm, par contre le mois de Juillet est le plus sec avec une moyenne de précipitation de 15,98 mm.

Tableau 05. La moyenne des Précipitations mensuelles dans la région de Tébessa des 45 ans (1972-2017) (ANONYME, 2017).

1972 - 2017	Mois/ années	jan	Fév	mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	dec
	P (mm)	27,06	26,53	33,77	28,48	49,18	25,06	15,98	26,97	42,37	33,745	36,03	29,75

➤ Diagramme pluviothermique de Gaussen

Mis au point par Gaussen, qui considère qu'un mois sec est celui où le total moyen des précipitations exprimées en millimètre est inférieur ou égale au double de la température exprimée en degrés Celsius ($P \leq 2T$), l'analyse des températures et des précipitations permet alors de mettre en évidence la durée des périodes pluvieuses et des périodes sèches par la courbe pluviothermique de Gaussen.

L'examen de la Figure 03 qui représente le digramme pluviothermique de la série de 45 ans (1972- 2017) montre que la Wilaya est passée par deux périodes humides, la première s'étale de Janvier jusqu'à Mai et la deuxième de Novembre à Décembre. La troisième période sèche qui débute au mois de Juin et se termine au mois Septembre.

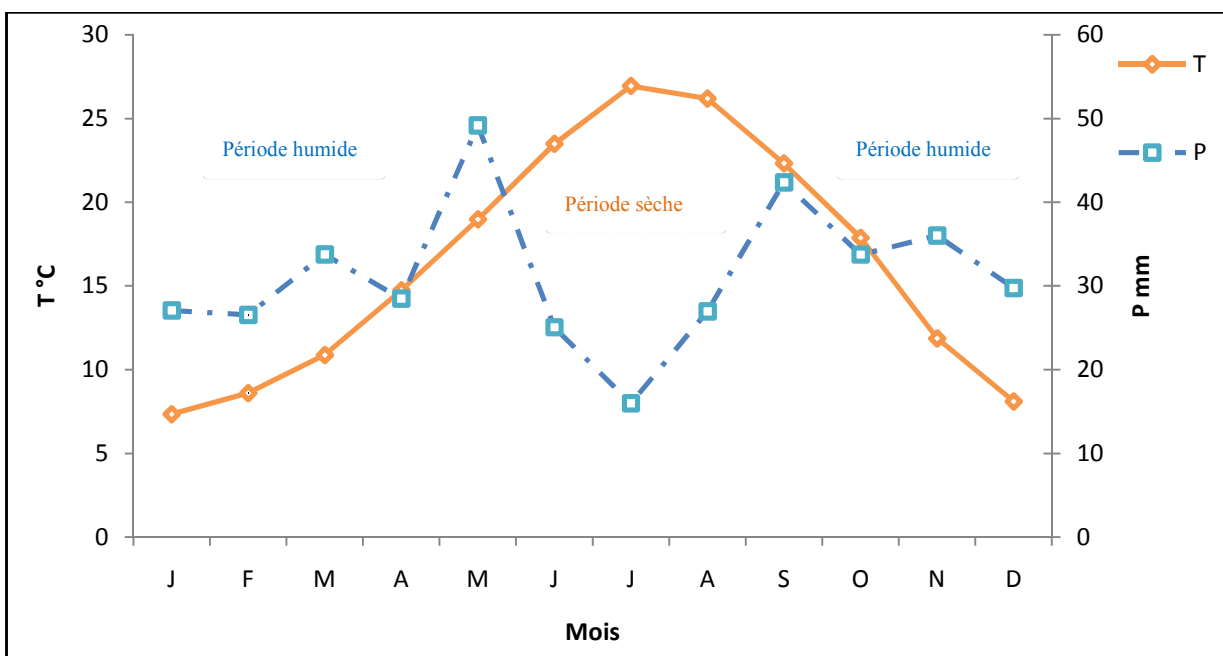


Figure 03. Diagramme Pluviothermique de Gaussen de la région de Tébessa de 1972 - 2017.

➤ Etage bioclimatiques

Schématiquement, la Wilaya de Tébessa comporte trois étages bioclimatiques, avec prédominance du Sub – aride au centre qui occupe 57 % de la superficie totale. Ces différents étages sont les suivants (Fig. 04)

- **Le semi-aride**

Caractérisé par un climat frais, il concerne principalement la partie Nord de la Wilaya, particulièrement les lignes de hauteurs où les précipitations, importantes, sont

comprises entre 350 et 400 mm. Cet étage bioclimatique concerne 585,625 Ha, soit 27 % de l'ensemble de la Wilaya.

- **Le sub-aride**

Il concerne la partie centrale de la Wilaya où les précipitations sont comprises entre 150 et 350 mm, il occupe 58 % de la superficie de la Wilaya.

- **Aride**

Il occupe la partie sud de la Wilaya, et correspond essentiellement au piémont saharien où les précipitations ne dépassent pas les 150 mm/ans. Ce domaine occupe 15% de la superficie totale de la Wilaya.

Ce climagramme repris par STEWART (1969) est donné par la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2} \quad \text{Où :}$$

Q₂ : Indice pluviométrique d'Emberger.

P : Pluviométrie annuelle moyenne (mm).

M : Moyenne des températures minimales du mois le plus chaud en K°.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en K°.

D'après le climagramme d'Emberger $Q_2 = 66,10$ (pour la période: (1972-2017), on constate que la région d'étude se situe dans l'étage bioclimatique de végétaux semi-aride à hiver froid (Fig. 04).

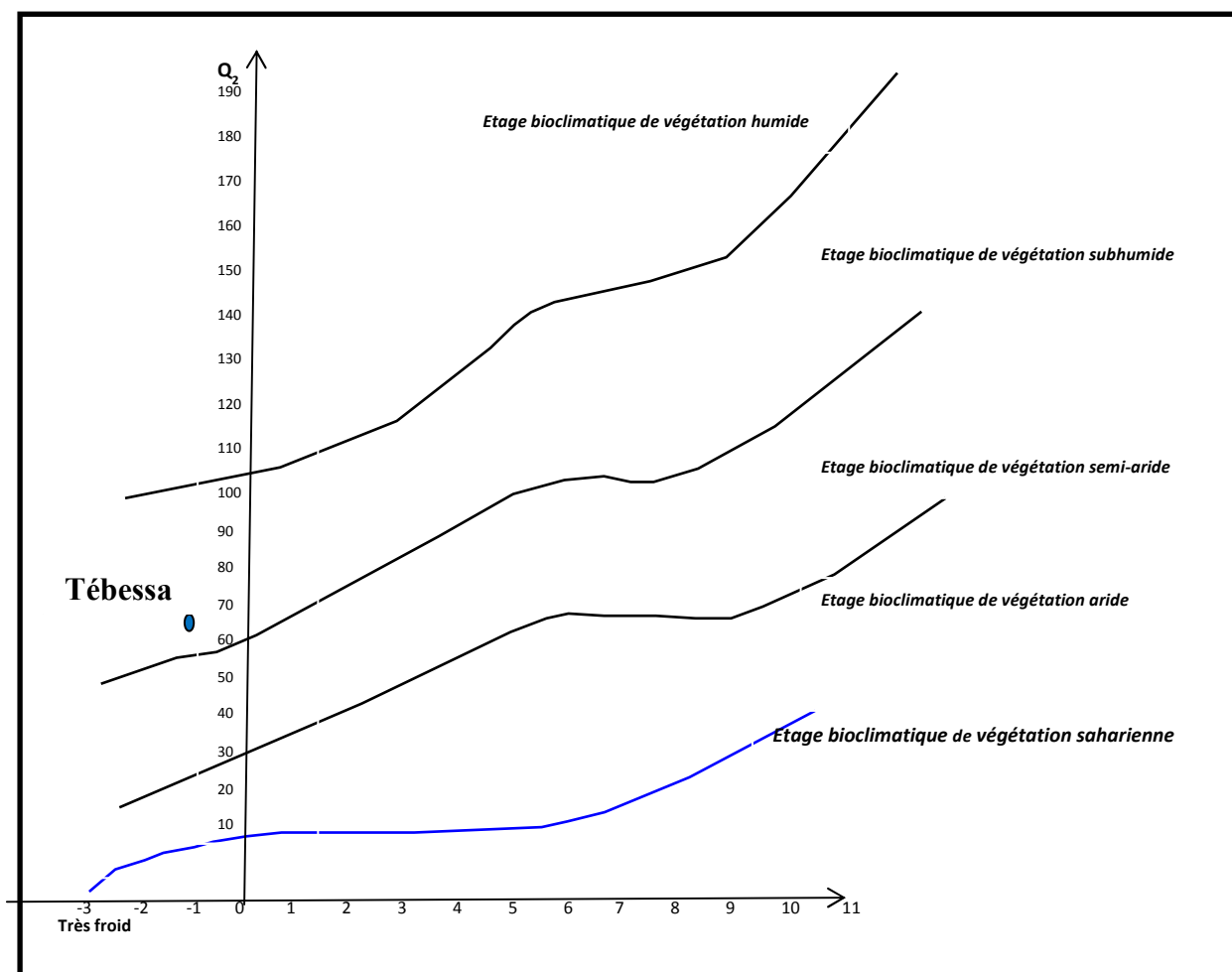


Figure 04. Situation de la région de Tébessa sur le climagramme d'Emberger .

➤ Les vents

Les vents dominant sont ceux du Nord Ouest, Sud Est et Ouest. Les vents du Nord et du Nord Ouest amènent les pluies pendant la saison humide et adoucissent le climat en réduisant les fortes chaleurs durant l'été, leur fréquence est de 46 %.

Il est à noter la faible fréquence des vents du Nord (Tab.06). Les vents du Sud Est et Sud Ouest sont généralement des vents secs qui accentuent les fortes chaleurs en été, leur fréquence importante représente 32 % par rapport au total.

Tableau 06. Direction des vents (selon SELTZER, 1936)

Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Vitesse du vent (m/s)	3,26	3,65	3,85	3,54	3,41	3,23	3,04	2,77	2,60	2,47	3,02	2,77
Direction du vent	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW

Les vents de direction Sud sont marqués par le Sirocco, qui est un vent chaud et sec et qui souffle en été en direction général du Sud vers le Nord.

La partie Nord de la Wilaya n'est pas très exposé au Sirocco. Les monts de Tébessa et les Nemamchas constitue une barrière naturelle qui atténue l'intensité de ce vent.

II-I- 1- 4- Le réseau hydrographique

L'ensemble des terrains de la Wilaya est découpé par un chevelu très dense d'oueds principaux et d'oueds secondaires. Tous ces affluents qui n'ont pour but que le drainage de différentes montagnes ainsi que les piémonts et les plaines parcourent la Wilaya de Tébessa et la partagent en zones disproportionnées. On trouve dans la région Nord par exemple oued Méllégue et oued Ksob, dans la région centre oued Chéria et dans la région Sud oued Soukies et oued Djeurch. Tous ces oueds, à l'exception d'oued Cheria qui à un écoulement temporaire, ont un écoulement permanent, c'est-à-dire leurs lits sont submergés durant sept mois sur douze par une lame d'eau atteignant en moyenne une hauteur de 10 cm (sauf en cas de crue).

II-I- 1- 5-Nature des sols

La plaine de Tébessa appartient à un bassin d'effondrement récent. L'étude du facteur relief a permis notamment de distinguer la disposition étagée des piémonts vers, l'axe de la plaine :

- De sols à croute calcaire sur les piémonts du bassin.
- De sols brun rouge pale, en station intermédiaire.
- D'alluvions fines, récentes, peu évoluées, colmatant le fond de la vallée.

Cette disposition étagée montre que les sols en station élevée sont les plus anciens et que les sols en station basse sont les plus récents. Ces données introduisent la notion de genèse dans le temps.

En effet, les alluvions récentes subissent actuellement un phénomène de salure, alors que la dynamique du calcaire dans la formation du sol à croute certainement nécessité un climat beaucoup plus humide que le climat actuel. Ce point de vue est encore confirmé par la préhistoire, les bordures de cette plaine sont en effet, occupées par de nombreux gisements préhistorique de l'époque dans les marécages de la vallée, marécages actuellement réduits aux abords de Ain Chabro (Hammamet).

Enfin si la durée de l'action des processus pédologiques est assez mal connue dans le temps, on peut dire qu'actuellement le phénomène de salinisation domine. Il est limité à basse vallée du bassin intéressé, il est aussi très rapide et continu partout où la topographie est favorable à l'étalement des eaux.

L'examen général du facteur de formation des sols dans la plaine de Tébessa souligne les conditions particulières de la pédogenèse ancienne et actuelle.

Le relief actuel, imprimé par la tectonique, a commandé tout d'abord la sédimentation

et on rencontre les formations les plus grossières sur les piémonts et les éléments fins dans l'axe de la plaine. De ce fait et par le jeu des conditions climatiques arides actuelles, la pédogenèse est orientée :

- vers la salure dans tous les points bas mal drainé,
- vers l'hydromorphie en station basse alimentée en eau douce (Ain Chabro),
- elle reste extrêmement peu active sur les pentes moyennes, par suite des faibles précipitations et du faible couvert végétal qui en résulte.
- Enfin, les fortes pentes subissent une phase de dégradation des sols due à l'érosion (LEPETIT, 1967).

II- I- 1- 6- Caractéristiques lithologiques

Selon leur résistance, les formations lithologiques peuvent être regroupées en trois catégories de substrats.

- Les substrats peu résistants

Présentent 39,5 % de l'ensemble de la Wilaya. Ils comprennent les substrats détritiques dont les alluvions, les argiles et les marnes.

La première catégorie est surtout répandue dans le plateau de Négrine avec 54 % et 28% dans trois autres zones qui sont les hautes plaines de Chéria, les hautes plaines de Bir El Ater, et les hautes plaines d'El Merdja.

La seconde catégorie présente une certaine uniformité plus ou moins apparente, elle concerne principalement le plateau de Négrine et les hautes plaines de Bir El Ater.

- Les substrats moyennement résistants

Constitués à partir des conglomérats et des différentes intercalations de calcaires et de marnes. Cette catégorie occupe une faible superficie qui dépasse à peine 37 %.

- Les substrats résistants

Ils sont représentés par des roches calcaires dures à l'exception des monts de Nemamcha, qui sont un mélange de grès et de calcaires. Ils représentent 23 % de l'ensemble de la wilaya et se localisent généralement dans la partie sud.

II- I- 1- 7- La Végétation

La végétation naturelle de la wilaya de Tébessa se caractérise par des espèces qui s'adaptent aux conditions pédo-climatiques de la région. Les différentes espèces qui la composent correspondent à l'étage semi-aride. On y trouve le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) (Apiacées), le chêne vert

(*Quercus ilex* L.) (Fagacées), le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea* L.) (Cupressacées), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) (Labiatae) et l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) (Graminées).

Ces différentes formations trouvent des conditions plus ou moins favorables à leur développement, les précipitations qui dépassent les 300mm/ an et les sols calcaires (BENARFA, 2005).

➤ Les forêts

Il s'agit généralement de formations hautes (strate arborée) constituées par des associations de chêne vert (*Quercus ilex* L.), pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et autres formations basses, on trouve les forêts de Sidi Yahia Ben Taleb et les forêts de Tébessa, parfois claires avec un taux de recouvrement faible.

Les reboisements constituent la terminaison orientale du barrage vert qui prend fin juste à la frontière Algéro-Tunisienne, occupant ainsi la partie centrale de la région de Tébessa suivant une orientation Ouest-Est. L'espèce utilisée est le pin d'Alep qui trouve des conditions favorables à son développement. Les reboisements couvrent une superficie de 65,28 ha (BENARFA, 2005).

Il existe encore d'assez belles forêts qui malheureusement tendent à disparaître du fait de l'exploitation arbustive par les populations, et aussi du fait qu'elles servent de lieux de pâture aux moutons et aux chèvres. L'olivier, encore abondant à l'époque romaine, a presque entièrement disparu. Il se rencontre surtout au voisinage de Youks les bains (Hammamet), les figuiers de barbarie (*Ficus sp.*) (Ficacées) sont abondants et disséminés un peu partout on peut rencontrer (principalement vers Youks les bains en montant vers la source de Youkous) quelques figuiers de barbarie inermes. Sur les terrains très calcaires on rencontre des jujubiers (*Zizyphus sp.*) (Rhamnées), ceux-ci poussent, en général, dans les terres assez profondes et présentent un fort enracinement, le débroussaillage en vue de la mise en culture est donc assez difficile.

➤ Les maquis

Ce sont les formations basses issues de la dégradation des forêts, constituées de plusieurs espèces telles que le chêne vert dégradé, le pin d'Alep et le genévrier de Phénicie. Les maquis clairs sont dominants par rapport aux maquis denses. Ils sont situés essentiellement dans les forêts de Tébessa et du Djebel Sidi Ben Taleb.

➤ L'alfa

C'est une formation basse spécifique à l'étage semi-aride. Elle couvre une superficie de 303,826 ha réparties principalement dans les trois grandes zones alfatières suivantes : Les hautes plaines de Bir El Ater, les Djebels de Nemamcha et le plateau saharien.

* On rencontre aussi la végétation adaptée aux terrains calcaires comme l'armoïse (*Artemisia herba alba*) (Asteraceae) et la végétation halophile (résiste à la salure) comme *Atriplex patula* L.

(Salsolaceae), la suéda ligneuse : *Suaeda fruticosa* Forsk (Salsolaceae) et la salicorne ligneuse : *Salicornia fruticosa* L. (Salsolaceae).

La végétation naturelle rencontrée est assez maigre et fournit une faible quantité de matières organique. Ce fait est lié à la sécheresse du climat, en l'absence d'eau l'action des micro-organismes, importante dans la décomposition de la matière organique, est très réduite. La température assez élevée ralentit-elle aussi les phénomènes d'humification (BENARFA ,2005).

II- I- 1- 8- la faune

A l'image de la plus au moins grande diversité floristique, la faune signalée dans la région de Tébessa est assez diversifiées. Parmi les principales espèces animales signalées dans la région de Tébessa nous notons la présence de plusieurs espèces d'oiseaux : L'Alouette des champs (*Alauda arvensis*, Alaudidae), l'Aigrette garzette (*Egretta garzetta*, Ardeidae), la Chouette hulotte (*Strix aluco*, Strigidae), le Héron cendré (*Ardea cinerea*, Ardeidae), le Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*, Ardeidae), la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*, Ciconiidae), la Foulque macroule (*Fulica atra*, Rallidae), l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica* , Hirundinidae), le Pigeon biset (*Columba livia*, Columbidae), le Pigeon ramier (*Columba palumbus*, Columbidae), le Serin cini (*Serinus serinus*, Fringillidae), le rouge-gorge (*Erithacus rubecula*, Muscicapidae), le sanglier (*Sus scrofa* , Suidae), le Chacal doré (*Canis aureus*, Canidae), l'Hyène tachetée (*Crocuta crocuta*, Hyaenidae), le Renard roux (*Vulpes vulpes*, Canidae), les lièvres (*Lepus sp.* Leporidae), l'Hérisson (Erinaceidae) (ANONYME, 2006).

II- I-2 - PRESENTATION DE LA ZONE ECHANTILLONNÉE

Avant de commencer nos sorties de terrain, nous avons réalisé des sorties de prospections afin de choisir la zone échantillon sur laquelle nous allons travailler.

Nous nous sommes également basés sur une étude réalisée sur la bioécologie de Héron garde bœufs (*Ardea ibis*) dans la région de Tébessa par SBIKI (2012). Ces enquêtes nous ont relevés principalement une zone dans laquelle ce dernier auteur a dénombré les plus grands effectifs de Hérons garde-bœufs (dortoir). Cette zone est El-Merdja.

Elle est située au Nord-Est de la Wilaya de Tébessa. Elle est limitée (Fig 05) par : DJEBEL DYR au Nord, la route nationale menant vers EL-KOUIF à l'Est, aéroport de Tébessa à l'Ouest. La ferme contenant la colonie où se réalise notre étude.



Figure 05. La situation d'El-MERDJA et la colonie d'étude (photo originale).

CHAPITRE II : METHODES DE TRAVAIL

II– II : MÉTHODE D'ETUDE

Dans notre travail, deux volets sont traités, le régime alimentaire du Héron garde-bœufs, et l'effet de ses fientes sur la microflore tellurique du sol de l'héronnière.

II-II-1-LE REGIME ALIMENTAIRE DU HERON GARDE BŒUFS

II-II -1-1-Méthode d'étude du régime alimentaire

Les études réalisées sur le régime alimentaire de Héron garde bœufs sont basés sur différentes méthodes : l'analyse des contenus stomacaux, l'analyse des pelotes de réjections, l'analyse des régurgitations et les méthodes d'observation directe (BREDIN, 1983).

Dans notre cas, nous avons opté pour le choix de la méthode d'analyse des pelotes de réjection notamment, pour la facilité d'obtention de ces dernières et pour la simplicité de son emploi, aussi bien leur contenant en parties non digestibles des principales proies consommées.

Une pelote de réjection d'un Héron garde bœufs renseigne sur la quantité de nourriture consommée en une journée (bol alimentaire journalier), en considérant que l'espèce régurgite une pelote par jour (BREDIN 1983).

La méthode d'analyse du contenu des pelotes de régurgitation s'avère judicieuse pour l'étude de la composition du régime alimentaire de l'espèce tant dans son aspect descriptif que dans l'évaluation quantitative des besoins alimentaires, des variations de diète et des éventuelles préférences alimentaires (SI BACHIR, 2005).

Le travail est réparti en deux étapes : la première est réalisée sur le terrain la seconde au laboratoire :

➤ Sur le terrain (Fig. 06)

Chaque 15 jours de chaque mois, entre octobre 2013 et Septembre 2014 (En le considérant 2014) et Janvier et Décembre 2015, nous avons récolté des pelotes fraîches régurgitées (des lots variant entre 2 et 18 pelotes) sous les arbres composant la héronnière de la ferme de Djenna (El- Merdja) qui abrite également une population de Cigogne blanche (*Ciconia*

ciconia). Pour cela nous avons choisi deux grands arbres de la ferme qui hébergent le plus grand nombre d'individus de cet échassier, sous lesquels nous collectons ces pelotes.

Chez les espèces d'oiseaux qui rejettent des pelotes (les échassiers, les rapaces, les corvidés...), les résidus indigestes des aliments s'accumulent dans le gésier. Grâce aux mouvements des muscles, ils se rassemblent en une boulette compacte. La boulette est enduite d'un film de mucus qui facilite son expulsion par le bec.

Les pelotes du Héron garde bœufs se reconnaissent par leur forme souvent cylindrique, légèrement effilée. Elles sont soit entières, soit fragmentées, de couleur très variable et d'un petit volume (Fig. 06). Les pelotes contenant des insectes entiers, pouvant appartenir à des individus n'ayant pas encore atteint l'âge adulte, ne sont pas analysées.



Figure 06. Les différents types de pelotes récoltées du Héron garde bœufs (photo originale).

➤ Au laboratoire

Toutes les pelotes récoltées sont placées dans l'étuve au moins pendant 24 heures à 110°C, afin de bien sécher pour éviter l'effet de moisissures qui gênerait l'analyse et risquerait de provoquer des infections.

Au total 192 pelotes (96 de chaque année d'étude) réparties en lots mensuels de 8 pelotes ont été analysées. Cet échantillon couvre presque un cycle biologique de l'espèce.

Le travail au laboratoire suivi les étapes suivantes :

✓ **a. Mensuration et pesées des pelotes**

Afin de les caractériser, les pelotes du Héron garde bœufs collectées sont soumises à des mensurations, des pesées et une description globale (forme, couleur...) avant d'être analysées par la méthode de dissection par voie humide.

La longueur et la largeur de ces pelotes sont mesurées grâce à un pied à coulisse ($\pm 0,1$ mm de précision) et ses poids sec sont obtenus à l'aide d'une balance analytique.

Les pelotes sont numérotées, datées puis conservées dans des petites sachées en plastiques en vue de leur analyse ultérieure.

✓ **b. Macération des pelotes, trituration et séparation des items**

8 pelotes pour chaque mois de chaque année choisis de manière aléatoire sont analysées (minimum toléré pour ce type d'étude).

La dissection des pelotes se fait après macération pendant quelques minutes dans l'eau (dissection par voie humide) (CHALINE et *al.*, 1974 ; DEJONGHE, 1983). Cette manipulation nous permet de ramollir l'agglomérat des pelotes et des fragments chitineux et de faciliter la séparation de ses différents éléments.

Une à une, les pelotes sont triturées dans une boîte de Pétri en verre avec l'utilisation des pinces entomologiques souples à deux pointes et des aiguilles, afin de recueillir tous les fragments non digérés.

Nous achevons cette étape sous la loupe binoculaire pour recueillir les fragments fins non visibles à l'œil nu.

Il s'agit surtout de fragment de cuticules chitineux tels que des thorax, des sternites, des tergites, des têtes, des pattes, des ailes et élytres, des mandibules et d'autres appendices tels que les cerques, les écailles, agglomérats de poils, plumes, ossement,... Ainsi que d'autres éléments de nature végétale (Pépins, noyaux, graines) qui sont également trouvés dans les pelotes, mais ne feront pas l'objet d'une identification.

Ces fragments sont placés dans une boîte de Pétri tapissée de papier absorbant afin de sécher, portant l'identification de l'échantillon : la date et le numéro de la pelote.

✓ c. Détermination du type et du nombre de proies consommées

Le Héron garde bœufs possède des sucs gastriques très acides, qui dissolvent les proies dont ils ne laissent par conséquent presque aucune trace (par exemple : les lombrics) dans les pelotes de rejection. Ce qui fait que la détermination restera toujours incomplète. Il provoque aussi la dénaturation et / ou l'incomplètement des parties sclérotinisées trouvées, ce qui rend la détermination des fragments d'invertébrés très délicate, alors, l'identification repose sur la reconnaissance simultanée de plusieurs fragments.

La détermination systématique des items jusqu'aux familles sera réalisée en se basant sur les différentes clés d'identification. Un individu de chaque taxon correspondrait par exemples, à une tête, un thorax, un fémur, un élytre, une mandibule un cerque, une chélicère ou un aiguillon.

L'identification des proies invertébrées, notamment celle des insectes, la classe la plus dominante tant en espèces qu'en nombre, repose sur la reconnaissance simultanée de plusieurs fragments chitineux comme les têtes, les thorax, les élytres, les cerques, les fémurs, les tibias et les mandibules.

Les Arachnides se différencient des autres classes par la présence d'un céphalothorax muni de chélicères, de pédipalpes et de pinces (VACHON, 1952). Les myriapodes sont reconnaissables grâce au nombre important des pattes portées par l'abdomen et des mandibules fines et pointues.

L'identification des petits mammifères s'appuie sur l'analyse micrographique des poils (sous forme de boules enchevêtrées) qui se base sur la spécificité des empreintes des poils (DAY, 1966 ; KELLER, 1978-1980 ; FALLIU et *al.*, 1979; DEBROT et *al.*, 1982 ; HAMDINE, 1990).

La consommation des poissons se traduit par la présence d'écailles dans les pelotes, alors que les plumes révèlent la consommation d'oiseaux.

L'identification des Reptile a été retrouvée à plusieurs reprises, grâce à la présence d'écailles triangulaires à nervure médiane et de couleur marron sale.

Une fois les fragments déterminés, nous passons au comptage du nombre de proies consommées par catégories. Le nombre de fragments identifiés a également servi pour estimer avec le maximum d'exactitude le nombre d'individus du type de proie consommée. Lors de l'apparition de

fragments très minuscules, appartenant en général à des diptères, à de petits carabides ou à de minuscules hétéroptères, un seul individu est pris en considération (REAL, 1996 *in* SEGUIN, 1998). Aussi, lors du comptage des élytres, des mandibules et des cerques, le nombre d'appendices gauches et droits est pris en considération. Un seul individu est pris en considération quand des écailles ou des plumes sont présentes dans une pelote de réjection.

Néanmoins, La méthode d'analyse du contenu des pelotes de régurgitation reste incomplète du fait que les proies vertébrées ne sont pas toujours obtenues et une certaine proportion des proies échappe totalement à la détection suite à leur digestion complète grâce au suc gastrique très fort du Héron garde bœufs qui ne laisse aucune trace des restes squelettiques de poissons, de reptiles ou de mammifères (BREDIN, 1983) comme les proies à téguments mous, les Annélides, les mollusques sans coquilles et certaines larves d'insectes qui ne sont pas recensées (SI BACHIR, 2005). En plus, quantitativement, un individu est retenu lors de toute apparition de poils, de plumes ou d'écailles. Cette méthode présente ainsi une limite à ne pas pouvoir définir toutes les proies consommées par le Héron garde- bœufs et de sous estimer parfois le nombre de certaines proies. Elle s'avère judicieuse pour l'étude de la composition du régime alimentaire de l'espèce tant dans son aspect descriptif que dans l'évaluation quantitative des besoins alimentaires, des variations de diète et des éventuelles préférences alimentaires.

II-II-1-2-Méthodes d'exploitation des résultats

Il est d'une importance capitale de préciser le sens à accorder à certains paramètres que nous prendrons en considération lors de l'exploitation de nos données. Ces paramètres généralement utilisés par d'autres auteurs, permettront de comparer nos résultats à ceux obtenus dans d'autres régions du monde et à mieux comprendre les variations éventuelles de certaines mesures dans l'espace et dans le temps.

Sur le plan qualitatif, nous présenterons les différents classes des items composant le régime alimentaire du Héron garde-bœufs, puis les différents ordres composant ces classes et enfin les différentes familles des proies appartenant à ces ordres.

Les résultats sont exploités grâce aux indices écologiques de composition et de structure suivie par des techniques statistiques (A.C.P).

➤ a. Exploitation des résultats par les indices écologiques

Dans cette partie, il est question de l'examen des résultats grâce à l'emploi des indices écologiques de composition et de structure.

Structure de la composition du régime alimentaire

Les résultats sont traités en tenant compte les fréquences centésimales puis d'occurrence et abondance relative sont appliquées aux espèces proies consommées.

Fréquences centésimales appliquées aux espèces proies consommées

La richesse totale reflète le nombre des espèces présentes. Elle ne tient pas compte des nombre d'individus composant les différentes espèces car une espèce peut être représentée par un seul individu et une autre par un grand nombre d'individus. Or, dans le cadre de la richesse totale de ces deux espèces se retrouvant avec la même valeur. Ainsi, la fréquence centésimale vient combler les insuffisances de la richesse totale. Elle permet de déterminer le pourcentage des individus représentant chacune des espèces présentes, mettant en relief l'importance relative de chacune des espèces (DAJOZ, 1975).

La fréquence centésimale « F_c » représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (DAJOZ, 1985) selon la formule suivante :

$$F_c = (n_i / N) \times 100$$

F_c : est la fréquence centésimale d'un peuplement donné.

n_i : est le nombre des individus d'une espèce i prise en considération.

N : est le nombre total des individus de l'ensemble des espèces présentes.

La fréquence centésimale peut également renseigner sur l'importance quantitative (en biomasse) d'une espèce ou d'un taxa de proies composant le régime alimentaire d'un prédateur. Dans ce cas, la fréquence centésimale représente le nombre d'individus des proies d'insectes ou la biomasse correspondante représentant une catégorie de proies par rapport au total du nombre des items insectes ou de la biomasse des proies consommées.

Dans la présente analyse, les résultats sont présentés sous forme de pourcentages pour chacune de ces catégories de proies et nous avons pris en considération la fréquence en nombre en fonction des différentes catégories de proies consommées en considérant le facteur temps (les mois de cette année d'étude qui correspondent au cycle biologique de cet oiseau (période pré reproduction, reproduction et post reproduction avec élevage des poussins) afin de déterminer la composition alimentaire durant chacune de ces périodes..

🔗 **Fréquence d'occurrence**

La fréquence d'occurrence (Ci), appelée aussi fréquence d'apparition ou indice de constance est le pourcentage du rapport du nombre de relevés contenant l'espèce i (ri) au total de relevés réalisés (R) (DAJOZ, 1985). La constance est calculée selon la formule suivante :

$$Ci = \frac{ri \times 100}{R}$$

Ce paramètre nous a servi pour calculer la fréquence d'apparition des divers types de proies disponibles dans les gagnages et dans la composition de l'alimentation d'échassier. Celle-ci correspond au pourcentage du nombre de pelotes ou de capture contenant le taxa i (ri) par rapport au nombre total de pelotes ou de captures (R). BIGOT et BODOT (1973), distinguent des groupes d'espèces en fonction de leur

Fréquence d'occurrence :

- les espèces constantes sont présentes dans 50 % ou plus des relevés effectués ;
- les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49 % des prélèvements ;
- les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25 % et supérieure ou égale 10% ;
- les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques ont une fréquence inférieure à 10 %.

🔗 **L'abondance relative**

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Il représente le nombre d'individus du taxon (i) présent par le nombre total d'individus (RAMADE, 2003). Il est variable aussi bien dans l'espace que dans le temps.

$$Pi = ni / N$$

ni = nombre d'individus de l'espèce i .

N = nombre total d'individus.

Diversité et équirépartition des peuplements de proies consommées

Dans les études écologiques, la diversité biologique apparaît comme un concept direct pouvant être évalué d'une manière rapide et facilement compréhensible. Les mesures de cette diversité constituent de bons indicateurs de la santé des écosystèmes (MAGURRAN, 1988).

Afin de concrétiser cet objectif, nous avons opté pour la présentation de la diversité du spectre alimentaire du Héron garde-bœufs par le calcul de certains de ces indices.

La Richesse spécifique totale

Selon RAMADE (1984), la richesse spécifique totale « S » correspond au nombre total d'espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné.

Dans le cas présent, la richesse totale représente le nombre total d'espèces recensées lors de l'analyse d'un échantillon de pelotes. Ce paramètre est d'autant plus élevé lorsque l'espèce étudiée s'attaque à un plus large éventail de proies.

Dans la nature, la rareté de certaines espèces et leur mobilité complique les dénombrements. La connaissance de la richesse totale est alors difficile à atteindre. Par contre, ce paramètre peut être d'une grande utilité dans la connaissance de la diversité des proies consommées et de la variation de cette diversité.

Indice de diversité de Shannon

L'indice de diversité de Shannon dérive d'une fonction établie par Shannon et Wiener qui est devenue l'indice de diversité de Shannon. Il est parfois, incorrectement appelé indice de Shannon-Weaver (KREBS, 1989, MAGURRAN, 1988).

Cet indice symbolisé par la lettre **H'** fait appel à la théorie de l'information. La diversité est fonction de la probabilité de présence de chaque espèce dans un ensemble d'individus. La valeur de **H'** représentée en unités binaires d'information ou bits et donnée par la formule suivante (BLONDEL, 1979 ; DAJOZ, 1985 ; MAGURRAN, 1988):

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

P_i : le nombre d'individus de l'espèce **i** par rapport au nombre total d'individus recensés (**N**) :

$$P_i = n_i / N$$

Lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, l'indice de diversité est égal à 0 bits. Selon MAGURRAN (1988), la valeur de cet indice varie généralement entre 1,5 et 3,5, il dépasse rarement 4,5. Cet indice est indépendant de la taille de l'échantillon et tient compte de la distribution du nombre d'individus par espèce (DAJOZ, 1975).

Dans la présente étude, l'indice de diversité de Shannon est calculé afin de mettre en évidence la diversité des espèces-proies composant le régime alimentaire du Héron garde-boeufs. Si :

- la valeur de l'indice de diversité de Shannon est faible, le prédateur a un régime alimentaire assez spécialisé, il ne consomme alors qu'une gamme de proies très limitée.
- cet indice est élevé, on conclut que ce prédateur consomme une large gamme de proies. Il est alors qualifié d'opportuniste.

Afin d'avoir une image plus fidèle de cet indice d'information, nous l'avons calculé à chaque fois à partir des effectifs de chaque espèce-proie (MAGURRAN, 1988).

Indice de Simpson et indice de diversité de Simpson

Cet indice a été proposé par Simpson en 1965. Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce.

Pour un échantillon fini :

$$L = \sum \frac{n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)} \quad \text{où :}$$

n_i = nombre d'individus dans l'espèce i .

N = nombre total d'individus.

Cet indice aura une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité. Dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », on peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par $1-D$, le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (SCHLAEPFER et BÜTLER, 2002). Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité de l'espèce donnée.

➤ **Indice d'équirépartition ou équitabilité (indice de Piélou)**

L'indice d'équitabilité ou équirépartition « E » est le rapport entre la diversité calculée (H') et la diversité théorique maximale ($H'_{\max}$) qui est représentée par le $\log_2$ de la richesse totale (S) (BLONDEL, 1979).

E : est l'indice d'équitabilité ou équirépartition.

H' : est l'indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits.

$H'_{\max}$: est la diversité maximale exprimé en bits dont :

$$H'_{\max} = \log_2 S \quad \text{Où } S \text{ est la richesse totale.}$$

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Cet indice varie de zéro à un. Lorsqu'il :

- tend vers zéro ($E < 0,5$), cela signifie que la quasi totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce.
- est égal à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (même nombre d'individus) (BARBAULT, 1981).

Lors de l'interprétation de l'indice d'équitabilité calculé pour un peuplement de proies :

- le prédateur est qualifié de spécialiste lorsque E tend vers 0. Dans ce cas, la quasi-totalité des effectifs sont concentrés sur une seule espèce-proie. Le prédateur consomme peu d'espèces mais avec des fréquences en nombre élevées.
- A l'opposé, l'indice d'équitabilité tend vers 1 ($E > 0,5$) lorsque toutes les espèces proies composant l'alimentation du prédateur ont presque la même abondance, auquel cas le prédateur est qualifié d'opportuniste.

➤ **b. Exploitation des résultats par l'indice statistique**

Cette analyse est utilisée pour préciser les normes du partage d'un univers écologique où de nombreuses espèces interfèrent avec de nombreuses variables écologiques (BLONDEL, 1979).

Remarque :

On utilise logiciel de PAST 3.12 (HAMMER et *al.*, 2001) pour calculer les différents indices écologique étudiées en fonction de l'abondance. Aussi, On utilise le test de comparaison (test de Student) pour comparer entre les deux années d'études et les différents périodes de cycle biologique de l'espèce, alors étudiés si notre résultats est significatif, très significatif ou très hautement significatifs (en basant sur les risque d'erreur).

 Analyse en Composante Principale (ACP)

Une des méthodes d'analyse factorielle est l'analyse en composante principale (ACP). Cette analyse traite de tableaux croisant les individus (échantillons) et les variables numériques qui caractérisent ces individus. Elle permet d'effectuer la synthèse de l'information contenue dans un grand nombre de variables grâce à l'obtention de « composantes principales » : nouvelles variables, indépendantes, combinaisons linéaires des variables initiales possédant une variance maximale. Les composantes principales autorisent la représentation graphique de grands tableaux de données trop complexes à décrire par les méthodes graphiques habituelles. Il est possible d'y observer, au sens propre du terme, des regroupements, des oppositions, des tendances directionnelles, impossible à discerner sur un grand tableau de nombres même après un examen prolongé (FALISSARD, 1996 in ALBRECHT, 2007). Les ACP ont été effectués à l'aide du logiciel PAST 3.12 (HAMMER et *al.*, 2001).

Dans le cas présent, pour l'étude de régime alimentaire l'A.C.P permet de regrouper les familles proies présentant des similitudes avec les différents périodes de cycle biologique et de disperser les autres montrant des différences avec les premières.

II-II-2- IMPACT DES FIENTES DU HERON GARDE-BŒUFS SUR LA MICROFLORE TELLURIQUE

Les microorganismes telluriques (algues, protozoaires, champignons, bactéries) sont impliqués dans de nombreux processus biogéochimiques. Les bactéries sont ubiquitaires dans la nature, elles se trouvent dans tous les milieux (air, sol, eau et même dans/sur d'autres êtres vivants). Les sols font partie des éléments avec l'air et les eaux, qui soit hébergent des espèces autochtones soit véhiculent des bactéries en transit éliminées par l'homme, les animaux et les plantes.

Les quantités énormes de crottes produites aux emplacements de colonie du Héron garde-bœufs affectent négativement la vie d'une grande partie de la végétation dans les dortoirs (héronnières) qui deviennent peu stables, incitant souvent ces échassiers à déplacer leur colonie, d'où l'objectif de l'étude bactériologique des sols sous héronnières. L'objectif majeur de cette analyse bactériologique du sol n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes soit, ce qui est souvent plus aisé, celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre souvent présentes dans l'intestin des mammifères. Ces derniers sont considérées comme de bon indicateurs d'une contamination fécale et donc des maladies qui lui sont associées (RODIER et *al.*, 2009).

II-II-2-1-Méthodes de prélèvement, de transport, de conservation et des analyses bactériologiques

L'analyse débute par l'acte de prélèvement qui doit mettre en œuvre des méthodes propres à assurer l'absence de contamination de l'échantillon et la survie bactérienne (conditions de conservation). Sont indiquées ensuite les méthodes générales d'examen bactériologique du sol au laboratoire et les techniques appliquées à la recherche des bactéries indicatrices de pollution et d'efficacité de traitement (bactéries aérobies revivifiables, coliformes totaux ...) (RODIER et *al.*, 2009) (Fig.07).

➤ a. Echantillonnage

Dans le but de mettre en évidence la présence de bactéries et de microorganisme eucaryote qui modifient la qualité du sol due aux fientes du Héron garde-bœufs, nous avons analysé des échantillons du sol sous héronnière, soit aux alentours des arbres, support des nids de la ferme du Djenna (El-Merdja) qui abrite également une colonie de Cigogne blanche *Ciconia ciconia*.

Le prélèvement du sol a été effectué une seule fois, pendant la période d'hivernage (Janvier 2016). Ainsi, à l'aide d'une pioche, nous avons creusé trois profils dans trois sites ; deux sous les nids des Hérons et le troisième pris comme témoin est réalisé sous un arbre loin de l'héronnière. Nous avons concentré notre étude à la recherche et l'identification des bactéries indicatrices de contamination fécale dans le sol. Les prélèvements ont été effectués dans les trois premiers horizons du sol (10, 20 et 30cm).

➤ **b. Transport et conservation au laboratoire**

Les échantillons doivent être soigneusement transmis dans des sachets en plastiques étiquetés, sans retard au laboratoire en vue de leur analyse ultérieure, il est important de procéder à l'analyse dans un délai très court ne dépassant pas les 8h. D'une manière générale, l'analyse ne peut être réalisée après un délai dépassant 24h.

➤ **c. Méthodes générales d'examen bactériologique du sol**

Les bactéries cultivables peuvent pousser sur des milieux nutritifs non sélectifs tels la gélose nutritive, ou sur des milieux sélectifs qui permettent de limiter la pousse à certaines espèces seulement comme le Chapman. Dans la plupart des examens usuels, l'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative. Ces déterminations qualitatives et quantitatives sont établies à partir :

- d'un dénombrement direct des colonies après concentration par filtration ou inoculation d'un volume donné de l'échantillon en milieu solide.
- d'une évaluation par calcul statistique du nombre le plus probable d'unités infectieuses (NPP), après répartition de l'inoculum dans un certain nombre de tubes de milieu de culture liquide ou dans des puits de microplaques contenant un substrat nutritif déshydraté, et en tenant compte du nombre respectif de cultures « positives » ou « négatives » obtenues.

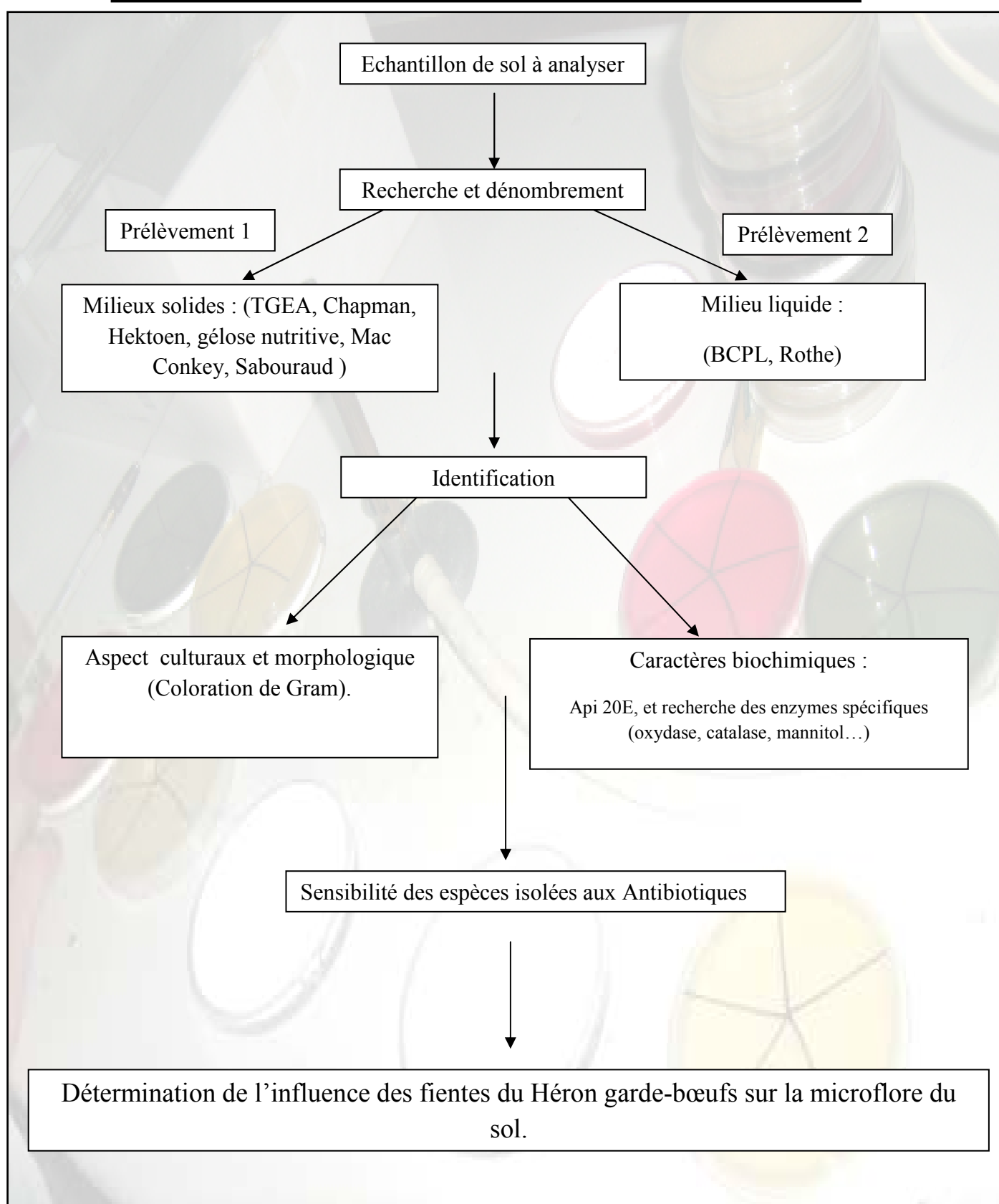


Figure 07. Protocole expérimental du l'impact des fiente du Héron garde-bœufs sur la microflore tellurique

🔧 *Préparation de la solution mère*

- Mettre e solution 70 g du sol à analysé dans 1000 ml d'eau distillée dans un Becher.
- Agiter lentement, jusqu'à dissolution complète.
- Laisser reposer pendant 15 min pour séparer le sol du l'inoculum.
- A l'aide d'une pipette, séparer la solution mère et le mettre dans un tube à essai stérile étiqueté.

🔧 *Recherche et dénombrement des germes*

La présence de certains microorganismes indicateurs est synonyme d'une contamination.

➔ **Recherche et dénombrement des germes revivifiables**

Il s'agit d'une technique de numération des microorganismes après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ces dilution dans un milieu gélosé. Ces microorganismes ne sont pas pathogènes (REJSEK, 2002)

📋 **Mode opératoire**

1. A partir de la solution mère porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées.
2. Compléter ensuite chacune des boites avec environ 20 ml de gélose TGEA fondue puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
3. Réaliser des mouvements circulaires et de va-et-vient ou en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.
4. Laisser solidifier sur pailleasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose (TGEA). Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.
5. Les deux boites sont incubées séparément couvercle vers le bas à 22°C et à 37°C .

Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse. Les lectures sont réalisées à 24h, 48 h et à 72h.

Dénombrement

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, tout en tenant compte de deux remarques suivantes :

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- Le résultat sera exprimé par millilitre de la solution mère à analyser à 22° et à 37°C (LEBRES, 2005).

➔ Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale

La recherche et les dénombrements des germes test de contamination fécale tels que les coliformes totaux et coliformes fécaux qui ne sont pas directement pathogènes, mais constituent un très bon indicateur de pollution fécale et le suivi de leur évolution permet de juger de l'état de propreté des installations (BENOUIS et *al.*, 2008).

◆ Méthode d'ensemencement sur milieu liquide (Nombre le Plus Probable : NPP)

Cette méthode est une estimation statistique du nombre de micro-organismes supposés distribués dans le sol de manière parfaitement aléatoire (MAZIERIS et *al.*, 1980). Le principe de la méthode NPP consiste à ensemercer de nombreuses prises d'essai d'un même échantillon et/ou de dilutions de celui-ci dans des tubes de milieu de culture liquide. Dans ce type de méthode, les bactéries se multiplient librement dans un milieu (*test de présomption* : présence ou non de microorganismes dans la prise d'essai) (TANDIA, 2007). En cas de présence, l'ensemble du milieu liquide inoculé vire à la « positivité » (trouble ou virage de l'indicateur). Un jugement quantitatif est possible en jouant sur les volumes de la prise d'essai (RODIER, 2009). La lecture se fait sur la base de la table de Mac Grady (NICKERSON et SINSKEY 1974, BOKOSSA, 2008).

Recherche et le dénombrement des bactéries coliformes

Le terme de « coliformes » ne correspond pas à une définition microbiologique stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des Enterobacteriaceae et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques.

La définition suivante a été adoptée par l'Organisation internationale de standardisation (ISO). Le terme « coliforme totaux » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaries ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de

fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C (MAZIERIS et *al.*, 1980).

Le terme de « coliformes fécaux » ou de « coliformes thermo-tolérants » correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C (MAZIERIS et *al.*, 1980).

Pour ce type de bactéries recherchées, on utilise comme milieu liquide le BCPL (bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol, simple concentration). Les étapes opératoires sont les suivantes (ANNEXE).

- **Mode opératoire**

La technique consiste à disposer trois séries de cinq tubes à essai contenant chacun 9cm³ de milieu de culture (BCPL simple concentration (s/c)).

On introduit à l'intérieur de chaque tube une cloche appelée cloche de Durham en position renversée. Il faut déposer la cloche de manière à ce qu'il n'y ait pas de bulles d'air bloquées à l'intérieur des cloches.

- Pour le premier tube de chaque série, à l'aide d'une pipette pasteur stérile transférer 1 ml d'échantillon dans chacun d'eux pour obtenir la dilution 10^{-1} ;
- Transférer 1 ml d'échantillon de dilution 10^{-1} dans la deuxième tube de chacun des 3 séries formant alors la dilution 10^{-2} ;
- Refaire la technique pour 3 autres tubes de BCPL afin d'obtenir 5 tubes pour chaque série aboutissant les dilutions effectuées (10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}) (DELARRAS, 2008).
- Incuber les tubesensemencés à l'étuve thermostatée et réglée à la température de 37°C durant 24 h ou 48 h ;
- Observer d'abord le changement de couleur ou non dans les tubes ;
- Observer ensuite le trouble dans le milieu, dû à la croissance des bactéries présentes ;
- Observer enfin la production de gaz traduite par sa présence dans la cloche de Durham introduite dans le tube (au moins 1/10 de la cloche devra être vide) (REJSEK, 2002 ; TANDIA, 2007).

REMARQUE :

- Munir chacun des cinq tubes à essais d'une étiquette où l'on inscrira le code de l'échantillon et la valeur de la dilution (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5})
- Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques. A chaque fois, agiter le tube après dilution afin d'homogénéiser son contenu;
- Utiliser la même pipette (mais en veillant à ne pas la poser sur la paillasse et à ne rien toucher avec son extrémité).
- Par manque d'étude à 44°C, la recherche des coliformes fécaux n'a été réalisée.

- **Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement de gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) (BOKOSSA, 2008).
- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (la fermentation du lactose se manifeste par la production d'acide entraînant le virage du bromocrésol pourpre au jaune).

Noter le nombre de tubes positifs dans chaque série et déterminer le nombre caractéristique avoir le tableau de Mac Grady correspondant aux séries et aux nombres de tubesensemencés (MAZIERs et *al.*, 1980) pour déterminer le nombre de coliformes présent dans 100ml d'échantillon (DELARRAS, 2008).

Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des entérocoques des matières fécales. Ils appartiennent essentiellement au genre *Enterococcus*.

Tout comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide, celle de la recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux est faite de la même façon ou le milieu Rothe simple concentration remplace le BCPL. Du fait que ces bactéries ne peuvent pas vivre longtemps en dehors des intestins, on utilise souvent trois tubes par séries (ANNEXE).

- **Lecture**

Un trouble microbien permet de conclure que dans les tubes correspondants a une culture positive des streptocoques fécaux présumé provenant de l'inoculum (REJSEK, 2002 ; DELARRAS, 2008 ; BOKOSSA, 2008).

♦ **Méthode d'ensemencement sur milieu solide**

L'isolement des bactéries sur des milieux de cultures gélosé, demeure souvent l'étape de base pour le diagnostic de la contamination fécale du sol. Par la suite, diverses techniques peuvent être utilisées afin d'identifier les bactéries isolées.

- **La culture bactérienne**

Les bactéries isolées par culture sont identifiées par leurs caractères morphologiques, cultureux, biochimiques et parfois antigéniques (BOULAHBAL et *al.*, 2009).

La culture bactérienne est réalisée en étalant une parcelle du prélèvement sur différentes milieux de culture, qui sont en suites incubés dans une étuve réglée à 37°C.

La culture se fait sur les milieux solides qui sont le plus souvent des milieux gélosés en boîte de Pétri préparées (coulées, solidifiées, refroidies et convenablement séchées) avant le début des manipulations. Après incubation de 24 à 72 heures à 37° C, la croissance bactérienne est objectivée par la mise en évidence de colonies bactériennes à la surface du milieu gélosé. Chaque bactérie présente initialement dans l'échantillon cultivé va donner une colonie.

L'ensemencement sur milieu gélose présente l'avantage d'une bonne différenciation des colonies et d'une meilleure exactitude apparente. En effet, chaque germe pousse théoriquement en dehors de toute concurrence et fournit une colonie isolée qu'il suffit de repérer. D'autre part, l'incubation est courte (18 à 24 heures). Toutefois, ces avantages sont contrebalancés par des inconvénients certains. C'est ainsi que la différenciation morphologique ou tinctoriale des colonies est hasardeuse lorsqu'on a affaire à des organismes ayant des caractéristiques biochimiques voisines. Par ailleurs, l'exactitude du comptage est amoindrie ou même nulle lorsque les colonies sont confluentes ou en amas (MAZIERS et *al.*, 1980).

Les différents milieux de culture utilisées pour échantillon sont les suivantes : les géloses Chapmen, Hektoen, Mac Conkey, Sabouroud et gélose nutritive. Par manque de réactifs et de matériels nécessaire, nous avons utilisé uniquement les géloses Chapmen et Hektoen.

➔ Aspect macroscopique des caractères cultureux

L'examen macroscopique des cultures est le premier examen effectué à partir de l'isolement après incubation. L'aspect des colonies dépend du milieu utilisé de la durée et de la température de l'incubation. Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir de colonies bien isolées : les colonies sont d'autant plus petites qu'elles sont rapprochées.

Il est étudié en examinant les colonies obtenues sur les milieux d'isolement. L'aspect, la taille, la pigmentation et l'odeur dégagée, sont des caractères d'orientation vers certaines espèces bactériennes (BOULAHBAL et *al.*, 2009).

L'aspect des colonies dépend du milieu, de la durée et la température d'incubation. Il ne pourra être décrit convenablement qu'à partir des colonies bien isolées. La description des colonies doit mentionner plusieurs éléments :

- **La taille**

- **La forme**

- ✓ *Allure de contours* : lisse, dentelés, déchiquetés, irréguliers
- ✓ *Relief* : surface bombée, demi-bombée, plate.
- ✓ *Centre* : parfois surélevé, parfois ombiliqué (en creux)

- **L'aspect de la surface**

La surface d'une colonie bactérienne peut être lisse, rugueuse, renvoyer la lumière de façon à leur donner un reflet métallique ou un aspect irisé.

- **L'opacité** : Les colonies sont décrites comme :

- ✓ *Opakes* (ne laissent pas passer la lumière)
- ✓ *Translucides* (laissent passer la lumière mais on ne voit pas les formes au travers, comme le verre dépoli)
- ✓ *Transparentes* (laissent passer la lumière et voir les formes au travers, comme le verre, on parle de gouttes de rosée".

- **La consistance**

Au moment du prélèvement, il est possible d'apprécier si les colonies sont grasses, crémeuses (on obtient facilement des suspensions homogènes), sèches ou encore muqueuses (on obtient difficilement des suspensions homogènes).

○ Pigmentation

Plusieurs colonies n'ont pas une couleur bien définie (blanc, gris). Par contre, certaines bactéries produisent un pigment insoluble qui donnent un aspect bien caractéristique à la colonie (rose, jaune, rouge ...), tandis que d'autres produisent un pigment soluble qui diffuse et colore le milieu (JOFFIN et *al*, 2001).

➤ Aspect microscopique

La morphologie (cocci, bacille droit ou incurvé,...), l'agencement (chainettes, palissades,...) sont des données obtenues en étudiant la bactérie isolée d'un prélèvement. En effet, un frottis réalisé à partir de la culture bactérienne, est coloré au Gram et examiné au microscope (BOULAHBAL et *al*, 2009).

Les bactéries sont généralement entourées d'une paroi cellulaire. Celle-ci permet l'identification de nombreux types de bactéries. La coloration de Gram est la méthode de coloration la plus utilisée pour la classification des bactéries. On distingue :

- Les bactéries à Gram positif (colorées en violet avec la coloration de Gram) ;
- Les bactéries à Gram négatif (colorées en rose par la technique de Gram) (SIGMA-ALDRICH ; BOURDON et MARCHAL, 1981).

➤ Aspect biochimique

Si les caractères microscopiques et cultureux de quelques bactéries permettent parfois une identification présomptive, des examens complémentaires sont en général nécessaires pour la confirmer. Beaucoup de ces tests sont biochimiques, et des bactéries d'apparence similaire à la coloration de Gram et en culture peuvent être différenciées par la fermentation d'hydrates de carbone ou par d'autres réactions chimiques (HART et SHEARS, 1997).

Les caractères biochimiques de la bactérie sont déterminés par des tests d'identifications. Certains tests sont rapides, à lecture immédiate (test à l'oxydase, test à catalase... et d'autres sont effectués en inoculant des milieux de culture spécifiques tel l'API 20E (BOULAHBAL et *al*, 2009).

- **La galerie API 20E**

L'API 20E est un système standardisé pour l'identification des Enterobacteriaceae et autres bacilles à Gram négatif non fastidieux, comprenant 21 tests biochimiques miniaturisés, ainsi qu'une base de données. La liste complète des bactéries qu'il est possible d'identifier avec ce système est présente dans le tableau d'identification (SMITH et *al.*, 1972)

- **Principe**

La galerie API 20E comporte 20 microtubes contenant des substrats déshydratés, au-dessous de chaque tube, un signe indique la nature du test. Les microtubes sontensemencés avec une suspension bactérienne effectuée en eau physiologique. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs. La lecture de ces réactions se fait à l'aide du tableau de lecture et l'identification est obtenue à l'aide du catalogue analytique ou d'un logiciel d'identification (BIOMERIEUX API).

- **Mode opératoire (ANNEXE)**

1. Répartir environ 5ml d'eau distillée dans les alvéoles d'une boîte d'incubation afin de créer une atmosphère humide.
2. Sortir dans la zone de stérilité une galerie du sachet stérile
3. Placer la galerie dans le fond de la boîte d'incubation
4. Prélever à l'aide d'une pipette pasteur boutonnée une colonie parfaitement isolée trouvée en milieu Hektoen. Dissocier soigneusement la colonie dans un tube contenant l'eau physiologique.
5. Diluer dans l'eau physiologique une fraction de la colonie jusqu'à obtention d'une suspension opalescente.
6. Au sein des microtubes, le fabricant distingue deux parties, le tube et la cupule. Selon les tests, la suspension bactérienne doit être placée uniquement dans le tube ou dans le tube et la cupule.
7. Remplir chaque tube de la dilution bactérienne en inclinant la galerie à 45° pour éviter la formation de bulles.
8. Compléter les cupules des tests encadrés par de la suspension bactérienne et celles des tests soulignés par de l'huile de paraffine.
9. Fermer la galerie et incuber 24 heures à 37°C.

10. Inscrire nom, référence souche, date et température d'incubation sur la languette latérale de la boîte.

- **Lecture**

1. Sortir la boîte de l'étuve, noter sur la fiche de lecture les résultats obtenus pour les tests à lecture spontanée (tableau de lecture).
2. Révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs (voir annexe : tableau de lecture) :
 - TDA : ajouter une goutte du réactif TDA
 - IND : ajouter une goutte du réactif de James
 - VP : ajouter une goutte du réactif VP 1 et une goutte du réactif VP 2
3. Noter les résultats sur la fiche de lecture.

- **Calculer le profil numérique**

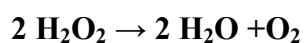
1. Sur la fiche de résultats, les tests sont séparés par groupe de trois (chaque groupe de trois tests est séparé du groupe voisin par un trait vertical).
 - Chaque test donnant une réaction négative prend la valeur 0.
 - Lorsqu'un test est positif, il prend la valeur 1, 2 ou 4 selon sa position au sein d'un groupe de trois. Par exemple : si le premier test d'un groupe de trois est positif il est noté 1, si le deuxième test est positif il est noté 2 et si le dernier test d'un groupe de trois est positif il est noté 4.
2. Pour chaque groupe de trois, additionner les chiffres correspondants. On obtient un nombre à sept chiffres qui constitue le profil numérique de la souche étudiée.
3. La recherche du profil numérique dans le "Catalogue analytique" commercialisé par le fabricant permet d'identifier la bactérie ou avec un logiciel d'identification ou bien par le tableau d'identification.

- **Tests complémentaires**

- **Test de la catalase**

Certaines réactions métaboliques bactériennes aboutissent en aérobiose, à la production de peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée).

La catalase est une enzyme qui catalyse l'eau oxygénée selon la réaction suivante:



La plupart des micro-organismes aérobies possèdent une catalase, en particulier les bacilles Gram négatifs aérobies. Son absence est donc un critère d'identification intéressant.

- **Mode opératoire**

1. Sur une lame propre et sèche déposer une goutte eau oxygénée
2. Prélever une quantité suffisante de culture
3. La mettre en suspension dans la goutte d'eau oxygénée (JOFFIN et *al*, 2001)
4. Observer immédiatement.

- **Lecture**

- Apparition de bulles, dégagement gazeux de dioxygène traduit une **catalase⁺**
- Pas de bulles traduit une **catalase⁻** (DELARRAS, 2008).

Test de l'oxydase

La recherche de l'oxydase est un des critères les plus discriminatifs et les plus employés pour l'identification des bactéries, surtout celle des bacilles à Gram négatif. Cette recherche consiste à mettre en évidence la capacité de la bactérie testée à oxyder la forme réduite incolore de dérivés méthylés du paraphénylène diamine (Réactif incolore) en leur forme oxydée semi-quinonique rose violacé, donc, de mettre en évidence une enzyme : la phénylène diamine oxydase.

- **Mode opératoire**

1. Un disque pré-imprégné de réactif est placé sur une lame.
2. Imbibé à l'aide d'une goutte d'eau physiologique.
3. Déposer une colonie sur le disque.

- **Lecture**

- Virage de la couleur du disque(en violette) : les bactéries sont **oxydase⁺**.
- Pas de modification de la couleur du disque : les bactéries sont **oxydase⁻**.

Test du mannitol mobilité

C'est un milieu qui permet l'étude de la dégradation de mannitol qui est un produit de dégradation du mannose (présence d'une Nitrate réductase). Ce milieu est utilisable uniquement pour la bactérie fermentative.

- **Mode opératoire (ANNEXE)**

1. A l'aide d'un fil de platine droit, réaliser une piqûre centrale dans ce milieu.
2. Incuber à 24 h à T° optimale (37°C).

- **Lecture**

- Virage de milieu en jaune : **mannitol**⁺.
- Milieu reste rouge : **mannitol**⁻ (SAYAD, 2008).

II-II-2-2-Etude de la sensibilité aux antibiotiques

Les antibiotiques sont des molécules chimiques à activité antibactérienne. Ils agissent spécifiquement sur des cibles moléculaires perturbant une étape essentielle du métabolisme des bactéries (BOULAHBAL et *al.*, 2009).

Le développement de la résistance aux antibiotiques n'est pas identique chez toutes les bactéries comme il n'est pas identique non plus pour une même bactérie, face à tous les antibiotiques (GENNE et SIEGRIST, 2003).

Selon les circonstances, sont effectués les tests suivants :

- Antibiogramme ou test de diffusion de disque en gélose,
- Dosage de la concentration minimal inhibitrice (pour les bactéries isolées d'hémoculture, de liquides biologiques ou de suppurations profondes) (AMHIS et *al.*, 2001).

Notre travail se limitera à l'antibiogramme (méthode des disques), test le plus souvent utilisé. Un antibiogramme permet de tester sur milieu de culture solide, l'action de molécules antibiotiques sur une souche bactérienne.

- **Principe**

Cette technique utilise des disques de papier buvard imprégnés d'une concentration donnée d'antibiotique déposé à la surface d'une gélose spécifique (Muller Hinton) coulée en boîte de Pétri uniformémentensemencée d'une suspension (100 bactéries/ml) de la bactérie étudiée (AMHIS et *al.*, 2001). L'interaction entre la bactérie et l'antibiotique s'exprime par une zone d'inhibition entourant les disques d'antibiotiques testés.

- **Mode opératoire**

1. Prélever les colonies isolées du milieu Chapman et celles du milieu Hektoen avec une anse de platine stérile.
2. Préparer un inoculum dans un tube en verre stérile contenant 7 ml d'eau physiologique.
3. Ensemencer le milieu Mueller-Hinton (4mm d'épaisseur) par inondation : recouvrir le milieu gélosé par l'inoculum et répartir sur l'ensemble de la boîte par mouvement circulaire et de va et vient pour permettre à l'inoculum de couvrir toute la surface de la gélose.
4. Réaspirer l'excès de surnageant.
5. Laisser sécher la boîte légèrement ouverte, couvercle sur le dessus, sur la paillasse au voisinage du bec Bunsen ou à l'étuve à 37°C pendant 15 à 30 minutes afin de laisser les bactéries croître.
6. Déposer les disques d'antibiotique sur la gélose (maximum 6 pour une boîte de 90 mm).
7. Appuyer doucement sur chaque disque pour assurer un contact uniforme avec le milieu.
8. La boîte ainsi préparée est mise à incubation pendant 16 à 24h à 37°C.

- **Lecture**

Après solubilisation de l'antibiotique par l'humidité du milieu gélosé, il s'établit un gradient de concentration qui varie avec le temps.

Il est possible de voir la croissance bactérienne (au milieu de la boîte) ainsi que des zones d'inhibition (claires) de la croissance circulaires, à proximité de chaque disque. L'activité (la lecture) de chaque antibiotique sera appréciée, par le diamètre de l'auréole d'inhibition provoqué autour du disque qui peut être mesurée par une règle graduée.

Plus la zone d'inhibition est grande, plus grande est la sensibilité de la souche bactérienne testée vis-à-vis de l'antibiotique étudié (Comité de l'antibiogramme de la société Française de Microbiologie, 2009).

- Culture autour du disque d'antibiotique → les bactéries sont résistantes à l'Antibiotique étudié.
- Pas de culture autour du disque d'antibiotique (Zone claire : d'inhibition) → les bactéries sont soit sensibles soit présentent une sensibilité intermédiaire à l'Antibiotique étudié.

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

III-I-LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU HÉRON GARDE BŒUFS

III-I-1-Caractéristiques des pelotes de rejection du Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) dans la région de Tébessa.

Les pelotes de rejections du Héron garde bœufs sont généralement de forme cylindrique, légèrement effilée sur un coté, de taille et de couleurs très variables (beige, marron, noire, vert, grenat, blanc,.....).Les pelotes contiennent, en plus des fragments d'insectes et de poils agglomérés entre eux, de petites pierres sous forme de cristaux transparents ou blancs, des graines de plantes sauvages ou cultivées ainsi que des fragments en plastique et de petits morceaux de bois. Ces divers fragments font probablement partie du contenu de l'estomac des rongeurs consommés par les hérons, ou proviendraient d'une ingestion accidentelle lors de l'alimentation de l'oiseau.

➤ Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa

Durant les deux années d'études 2014, 2015 dans l'héronnière de la ferme de Djenna, 192 pelotes de réjections du Héron garde bœufs *Ardea ibis* ont été collectées et les résultats concernant leurs caractéristiques physiques (dimensions et les poids) sont regroupés dans le tableau 07.

Tableau 07. Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) (N = 192 pelotes)

Paramètres		Maximum	Minimum	moyenne
2015	Longueur	56,36	28	39,91± 2,40
	Largeur	37,70	16,32	24,39 ± 2,22
	Poids humide	7,04	1,4	3,42 ± 0,8
	Poids sec	6,44	0,90	2,92 ± 0,6
2014	Longueur	50,02	10	33,25 ± 8,69
	Largeur	35,31	6	18,65 ± 7,26
	Poids humide	8	0,7	3,5 ± 1,3
	Poids sec	8	0,5	3,42 ± 1,3
Nombre de proies par pelote (N = 192 pelote trituré)		230	3	58 ± 43,03

Les pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région du Tébessa durant notre période d'étude sont caractérisées par des mensurations et des poids différents pendant les deux années d'étude. La longueur oscillant entre 56,36 et 28mm en 2015 et de 50,02 et 10 mm en 2014 pour une moyenne de 39,91± 2,40 et de 33,25 ± 8,69 mm. Les largeurs des pelotes de la deuxième année d'étude varient entre 37,70 et 16,32 mm (24,39 ± 2,22). Ils sont supérieurs à ceux enregistrés durant la première année (35,31 et 6 mm (18,65 ± 7,26 mm)). Les poids secs des pelotes enregistrés durant la première année sont plus légers (6,44 et 0,9g) que ceux de la deuxième année qui sont comprises entre 8 et 0,5 g (3,42 ± 1,3 g) (Tab. 07).

Ces variation sont probablement due à :

- On n'a pas tenu compte de la plupart des pelotes car elles sont désagrégées (fragmentées) et peu consistantes. Ces dernières présentent de grandes dimensions avec des poids très faible.

- Les variations des mensurations sont liée aux type des proies consommés dont les pelotes contient des plumes des oiseaux, sont peu consistantes et possèdent des longueurs élevés.
- La variation du poids sec des pelotes s'expliquerait par le type et le nombre de proies ingérées, ainsi que par leurs biomasses. Ce qui est également en fonction du temps, des régions et de la productivité des différents milieux exploités et de la disponibilité des proies (SI BACHIR, 2005).

Nos résultat de l'année 2015 est relativement volumineux par rapport aux études décrites par : SI BACHIR (2007) sur la vallée de la Soummam à Bejaia (35,4mm x26,50 mm), par SETBEL (2008) à Bouira (35,62 mm x12,75 mm) à Boudouaou (38,58 mm x 13,53mm), à Bou Redim (35,29mm x 20,20 mm) et à Hadjout (35,22 mmx 19,83 mm), par BOUKHTACHE (2009) à Batna (36,7mm x 21,3 mm) et SBIKI (2012) (37,13 mm x 23,20mm),et BAKOUR (2016) qui mentionne une moyenne de 32.69 mm de long, 20.63 mm pour un plus grand diamètre. BEN SAADA (2017) à Bejaia décrit une moyenne de 47,5 mm de long et 22,9 mm pour son plus grand diamètre. Ces résultats restent élevées par rapport aux pelotes de la deuxième année et qui sont eux mêmes peu élevés que ceux décrites par BREDIN (1983) en Camargue (23,8mm x 13,8 mm) et par SETBEL (2008) à Tanezrouft El Kehf près de Tizi Ouzou (27,25mm x 15mm), à Ouled Fayet (24,87 mm x13,53 mm),à Mascara (26,53mmx14,50mm).

➤ **Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde-bœufs de la région de Tébessa selon période du son cycle biologique**

Selon SBIKI (2016) le cycle biologique du Héron garde bœufs dans la région d'El- Merdja est comme suit :

1. La période estivale : correspondant à la période allant du 24 Juin au 22 Août ;
2. La période d'hivernage : du 22 Août au 4 Mars ;
3. La période de pré-reproduction : du 4 Mars au 7 avril ;
4. La période de reproduction et élevage des jeunes : 7 Avril au 24 Juin ;

Dans notre cas et étant donné que les pelotes de rejection sont collectées mensuellement, nous définissons approximativement les périodes pré- citées ainsi :

1. La période estivale : juillet –Août ;

2. La période d'hivernage : Septembre – Février ;
3. La période de pré reproduction : Mars ;
4. La période de reproduction et élevage des jeunes : Avril à Juin ;

Les mensurations et les pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) concernant la longueur, la largeur et le poids de chaque période de cycle biologique de l'espèce pendant les deux années d'études sont reproduites respectivement par les figures 08 et 09.

D'après les résultats de la mensuration des pelotes durant l'année 2014 représentés (Fig.08), les valeurs de la moyenne concernant la longueur sont proches, même si la plus grande valeur de la moyenne est enregistrée pendant la période estivale avec 36,06mm. Nous constatons que la valeur la plus élevée de la moyenne de la largeur des pelotes est estimée à 22,67mm et correspond aux pelotes de la période d'hivernage. La période de reproduction a été caractérisée par les pelotes ayant la moyenne la plus basse : 12,97 mm (Fig.08). En revanche nos résultats en 2015 nous constatons que la plus haute moyenne de la longueur des pelotes est estimée à 41,68 mm supérieur à celle des pelotes de 2014 et elle correspond aux pelotes de la période de reproduction et élevage des jeunes. Par contre, la période de pré- reproduction a été caractérisée par les pelotes ayant la moyenne la plus basse : $36,32 \pm 6,11$ mm (Fig. 09).

Concernant les poids des pelotes selon le cycle biologique, les moyennes sont presque proches en 2014 et c'est durant les périodes estivale et de reproduction que les pelotes enregistrent les valeurs les plus importantes (Fig.08). Alors, en 2015 c'est durant les périodes estivale et d'hivernage que les pelotes enregistrent les valeurs les plus importantes. Ceci peut s'expliquer par la présence durant ces périodes, de proies de grandes biomasses en raison de leur grande disponibilité, alors que durant les deux autres périodes du cycle, l'espèce consomme des proies à biomasse inférieure (Fig. 09).

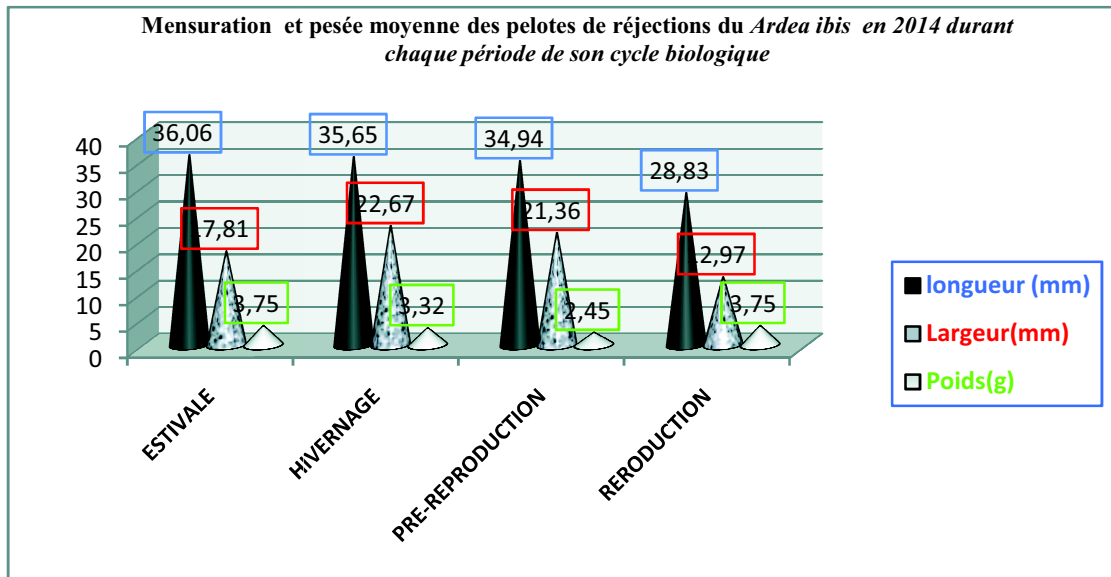


Figure 08. Mensurations et pesées moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d’El-Merdja (Tébessa) en 2014 durant chaque période du cycle biologique.

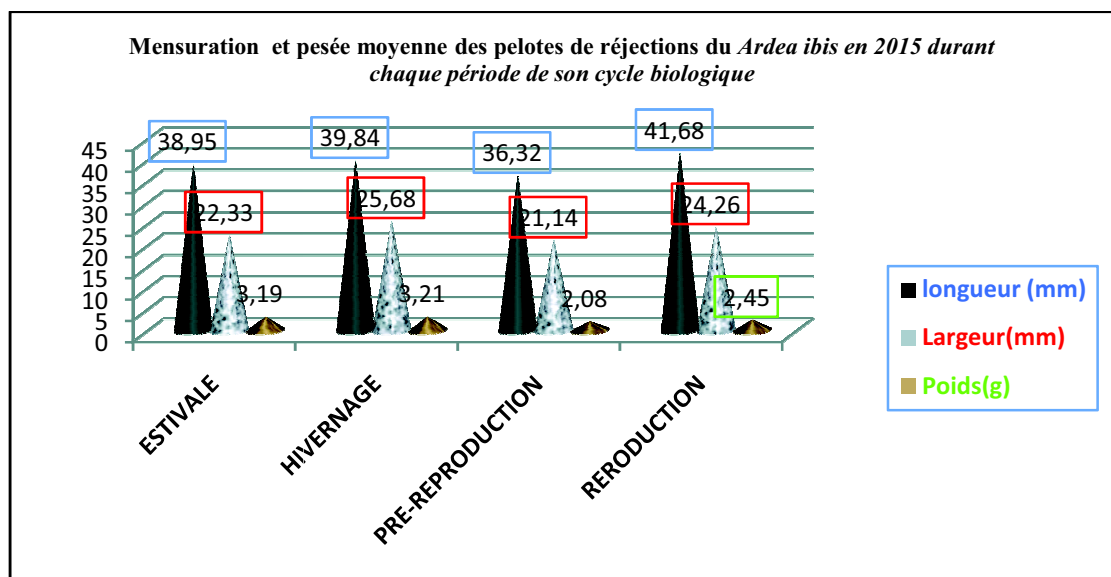


Figure 09. Mensurations et pesées moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d’El-Merdja (Tébessa) en 2015 durant chaque période du cycle biologique.

➤ **Colorations des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa durant la période d'étude**

Les couleurs de pelotes sont très variables (beige, marron, grenat, noire, blanc, vert, jaune, gris, marron – jaune,...). Ces colorations variables reflètent le contenu de la pelote en proies. Voici quelques indices spécifiques indiquant la couleur des pelotes selon les types de proies (Tab. 08).

Tableau 08. Indication de la couleur des pelotes selon les types de proies (SI BACHIR, 2005 ; SELMANE, 2009).

couleur	Indice
Noir foncée	La présence des Coleoptera (de couleur noire) en dominance
Marron / beige	La présence d'Orthoptera en dominance
Marron - jaune	La présence de Melolonthidae (Coleoptera) en dominance
Jaune / blanc / Noire claire	La présence des plumes des Aves en dominance
grise	La présence de poils de Mammalia en dominance
Grena	La présence des Dermaptera ou le sol en dominance
verte	La présence de plumes des Aves mélangés avec la végétation

Nous remarquons que la couleur la plus dominante durant toute la période d'étude est le noir en particulier le noir foncé suivi par le marron, le beige puis le blanc. Durant la période estivale, c'est le beige, qui domine, alors que pendant la période d'hivernage, le noir est la couleur la plus rencontrée suivie par le blanc et le marron. C'est cette même couleur qui est relevée durant les périodes de pré-reproduction et de reproduction avec l'élevage des jeunes.

En se basant sur l'indice de coloration, les Orthoptères sont les composants essentiels de l'alimentation durant la période estivale, les Coléoptères durant la période de pré-reproduction et reproduction et élevages des jeunes. Pendant la période d'hivernage un mélange des deux ordres d'insectes pré-cités a caractérisé la composition alimentaire.

III-I-2-Spectre alimentaire global du Héron garde bœufs (*Ardea ibis*)

Les résultats concernant le spectre alimentaire du Héron garde bœufs seront exploitées qualitativement et à grâce des indices écologiques et enfin par un indice statistique.

✿ Composition et structure globales du régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région de Tébessa durant notre période d'étude

L'analyse de 192 pelotes de rejection (selon les fragments trouvées (Fig. 07)) récoltées dans la colonie d'El-Merdja pendant deux années successives, nous a permis de dresser la liste systématique des proies (Classe, Ordre, Famille) composant le spectre alimentaire de cette espèce dans la région de Tébessa (Tab.09).

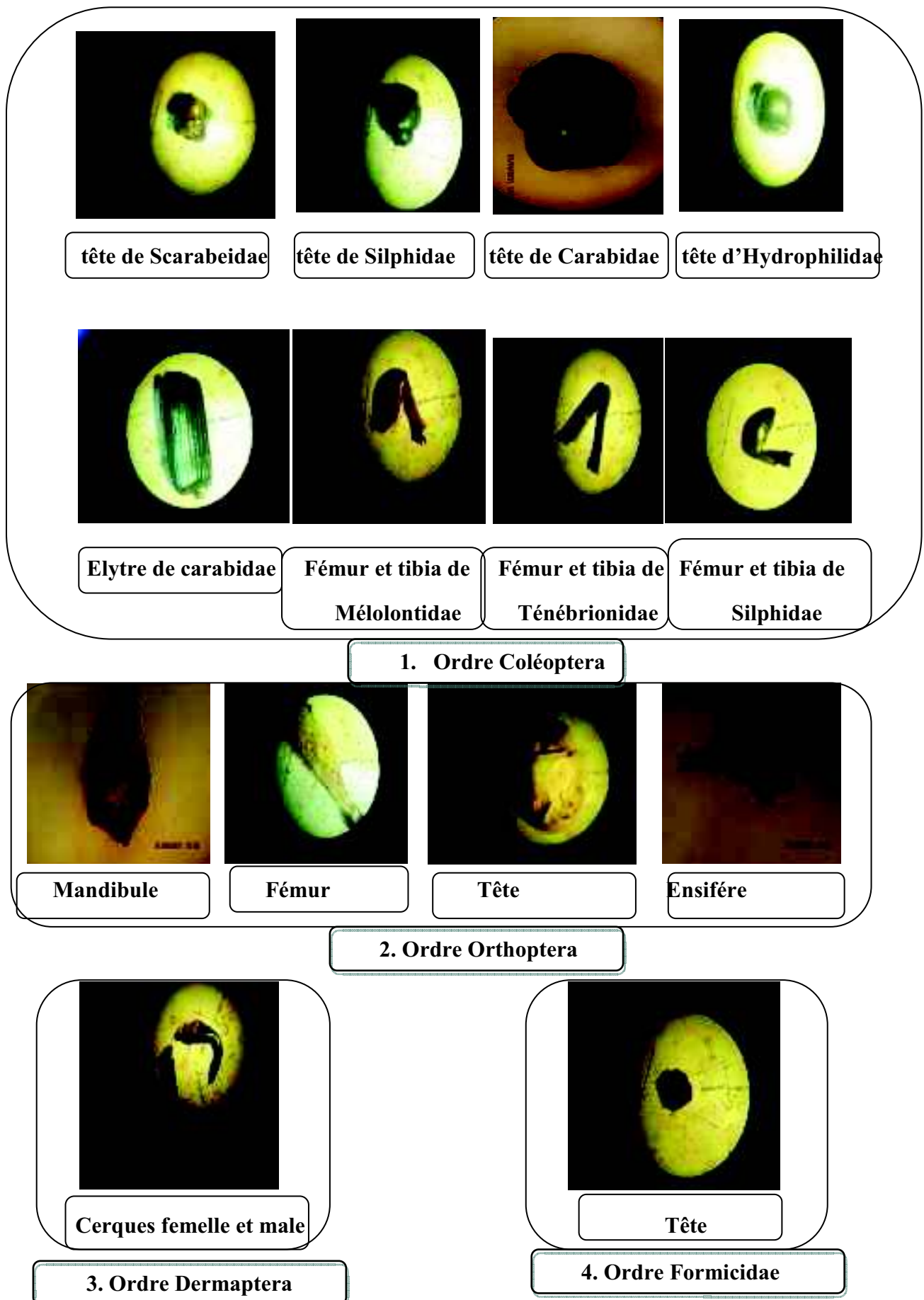


Figure 10. Quelques fragments de proies trouvées dans les pelotes du Héron garde-bœufs.

Tableau 09. Systématique de différentes proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de région d'El –Merdja (Tébessa) durant la période d'étude (2014 / 2015).

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	2014	2015
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Melolonthidae	+	+
			Carabidae	+	+
			Hydrophilidae	+	+
			Scarabeidae	+	+
			Tenebrionidae	+	+
			Elateridae	+	+
			Silphidae	+	+
			Curculionidae	+	+
			Staphilinidae	+	+
			Chrysomelidae	+	+
			Lathridiidae	+	+
			Trogidae	+	+
			Brachycéridae	–	+
			Buprestidae	+	+
			Histériidae	+	+
			Cetoniidae	+	+
			Dermestidae	+	–
			Coccinelidae	+	–
			Cleridae	+	–
			Nitidulidae	+	–
			Silvanidae	+	–
			Cicadidae	+	–
			Coleoptères IND	–	+
		Dermaptera	Forficulidae	+	+
			Carcinophoridae	+	+
			Labiduridae	+	+
		Orthoptera	Acrididae	+	+
			Pamphagidae	+	+

			Gryllidae	+	+
			Gryllotalpidae	+	+
			Tettigonidae	–	+
		Heteroptera	Gerridae	+	+
			Reduviidae	+	+
			Nabidae	+	–
			Pyrrhocoridae	+	–
			Miridae	+	–
			Berytidae	+	–
			Eoreidae	–	+
		Hymenoptera	Formicidae	+	+
		Diptera	Muscidae	+	–
			Calliforidae	+	+
			Diptera ind	+	+
		Nevroptera	Nevroptera ind	–	+
		Homoptera	cicadidae	+	+
	Chilopoda	Chilopoda. IND	Chilopoda. IND	+	–
	Arachnida	Araneae	Argiopidae	+	–
			Agelenidae	+	+
			Dysderidae	+	–
		Scorpionida	scorpionidae	+	+
		Solifuga	solifuga IND	+	+
		Pseudo scorpionida	Pseudo scorpion IND	+	+
Annelida	Clitellata	Haplotaxidae	Lumbricidae	+	–
	Annelide IND	Annelide IND	Annelide IND	–	+
Chordata	Aves	Galliformes	Phasianidae	+	+
	Poisson	Poisson IND	Poisson IND	–	+
	Reptilia	Squamata	Lacertidae	+	–
		Reptilia IND	Reptilia IND	+	–
	Mammalia	Rodentia	Muridae	+	+

(N = 192 pelotes) : (+) Présence, (-) Absence

L'analyse des pelotes de rejection montre que le Héron garde bœufs est une espèce à large spectre alimentaire, où il consomme de proies invertébrées et vertébrées.

Sur un ensemble de 11844 items collectés durant les deux années d'études, nous avons recensé un total de 59 familles réparties en 3 Embranchements : 9 classes et 21 ordres, dont cinq ordres et dix familles restent indéterminés.

● Les classes des proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) durant les deux années d'études (2014 / 2015)

Le régime alimentaire de l'espèce entre 2014, 2015 est très riche et varié. Il est composé de 8 classes (Insecta, Arachnida, Chilopoda, Annelida (Clitellata), Aves, Poisson, Mammalia et Reptilia) de différentes importances avec l'absence de la classe des poisson en 2014 et des trois classes (Clitellata, Chilopoda et Reptilia) en 2015. Son alimentation est composée des proies d'invertébrés et de proies vertébrés. Les proies d'invertébrées représentent la majorité des espèces consommées durant les deux années d'étude, avec un total de 6344 proies (99,43 %) en 2014 et 5414 proies (99,08 %) en 2015. Les proies vertébrées sont au nombre : 36 proies (0,66%) en 2014 et 50 proies (0,80 %). Parmi les invertébrés consommés, la classe des insectes domine largement avec 6216 items (97,42 %) en 2014, 5244 items (95,97%) en 2015 et qui sont des fréquences similaires entre les deux années (Tab.10)

Tableau 10. Fréquence d'apparition des catégories de proies globale et selon l'année d'étude identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) (2014/2015).

CLASSE	TOTAL		2014	2015
	NB	Fc%	Fc%	Fc%
INSECTA	11288	95.30%	97.42%	95.97%
CHILOPODA	16	0.13%	0.25%	-
ARACHNIDA	264	2.22%	1.66%	2.89%
ANNELIDA(CLITELLATA+Ind)	18	0.15%	0.09%	-
AVES	66	0.5%	0.39%	0.75%
POISSON	4	0.03%	-	0.07%
REPTILIA	9	0.07%	0.10%	-
MAMMALIA	9	0.07%	0.06%	0.09%

(-) : absence.

En effet, l'espèce est principalement prédatrice entomophage (SI BACHIR, 2005 ; SBIKI, 2008 ; SELMANE, 2009 ; BOUKHTACHE, 2010 ; SELMANE, 2012) où les insectes représentent les proies les plus abondantes en nombre et les plus constantes dans la composition alimentaire de l'espèce. Les Arachnides n'ont qu'une importance secondaire (2,22 %), soit 1.66% en 2014 et 2.89% en 2015 (Fig. 11).

Les classes Mammalia et Aves sont présentes durant les deux années de l'étude avec un faible pourcentage pour 0,07 % Mammalia soit (0,06% en 2014 et 0,09 en 2015 ; et 0,5% Aves (0,39% en 2014 ; 0,75% en 2015). Le reste des catégories qui ne sont présentes qu'une seule année ne dépassent pas le 1% (Fig. 12,13).

Ces observations concordent avec celles de DOUMANDJI *et al.* (1992, 1993), BOUKHEMZA *et al.* (2000), SI BACHIR *et al.* (2001), GHERBI-SALMI (2013), SETBEL *et al.* (2004) et SETBEL et DOUMANDJI (2001, 2012). BOUKHTACHE (2010) a montré la dominance des insectes avec un pourcentage de 88,36% SBIKI (2008) signale une proportion de cette classe avec 92,75 % sur un total de 3 classes seulement (Insecta, Arachnida et Reptilia). SETBEL (2008) a noté qu'il se nourrit fortement d'Insecta avec des taux se situant entre 92,2 % à Boudouaou et 97,9 % à Mascara. La dominance des insectes est aussi signalée par SI BACHIR (2005) dans la région de Bejaia mais d'importance moindre soit 88,5 % sur un total de 8 classes (Gasteropoda, Arachnida, Myriapoda, Insecta, Amphibia, Reptilia, Oiseaux et Mammifera). Ce n'est pas le cas d'après SETBEL et Doumandji (2012) qui notent l'absence des Rodentia dans le menu du Héron garde-boeufs à Mascara, à Hadjout, à Ouled Fayet et à Boudouaou. D'autre part, SBIKI (2012) mentionne pour la classe d'insectes est aussi dominante avec 3012 individus soit 94,73%. Elle est suivie par la classe Aves par 130 individus soit 4,08%, la classe des Arachnides avec 25 individus soit 0,78% et la classe des Gastropodes avec 13 individus soit 0,41%. BAKOUR (2016) présente que les insectes occupent la première place par 94,4% à Oran. BEN SAADA (2017) a prouvé aussi que cette espèce est un insectivore à Béjaia par excellence avec un pourcentage de 97,4% et de 1,90% des Arachnide.

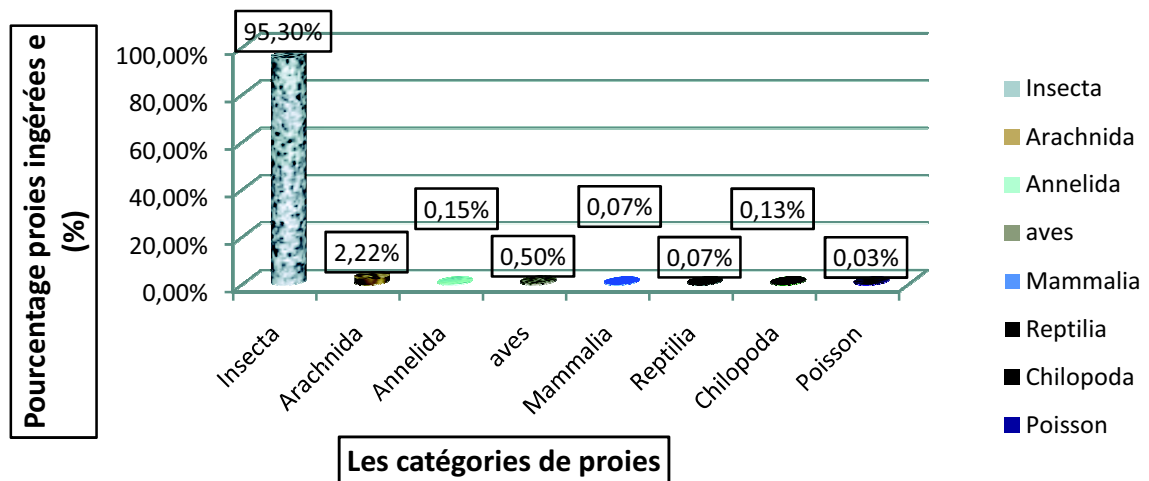


Figure 11. Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant les deux années d'étude (2014 / 2015)

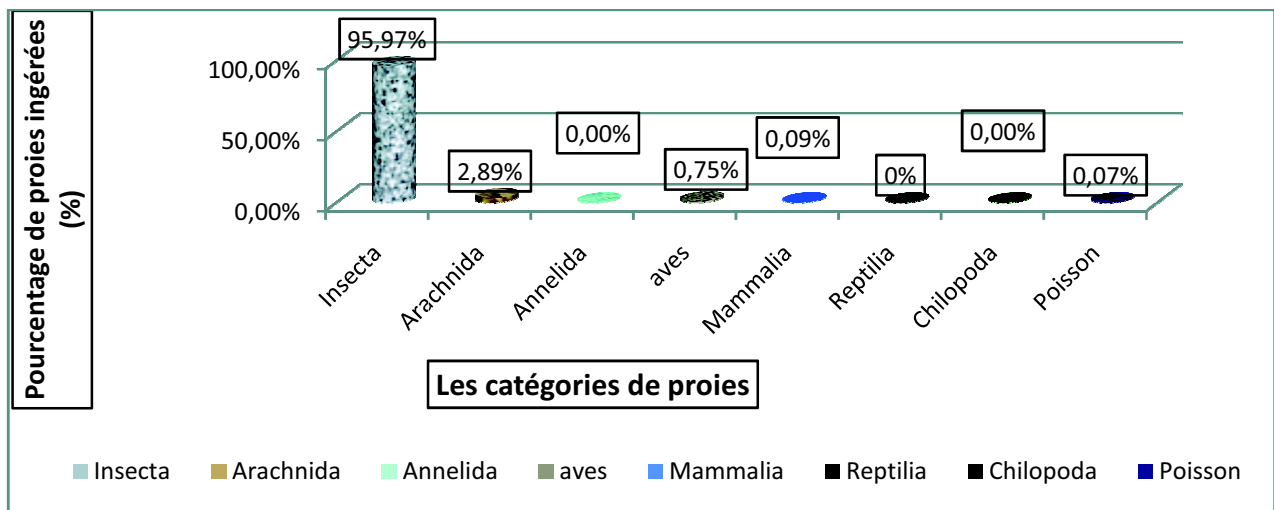


Figure 12. Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en 2014

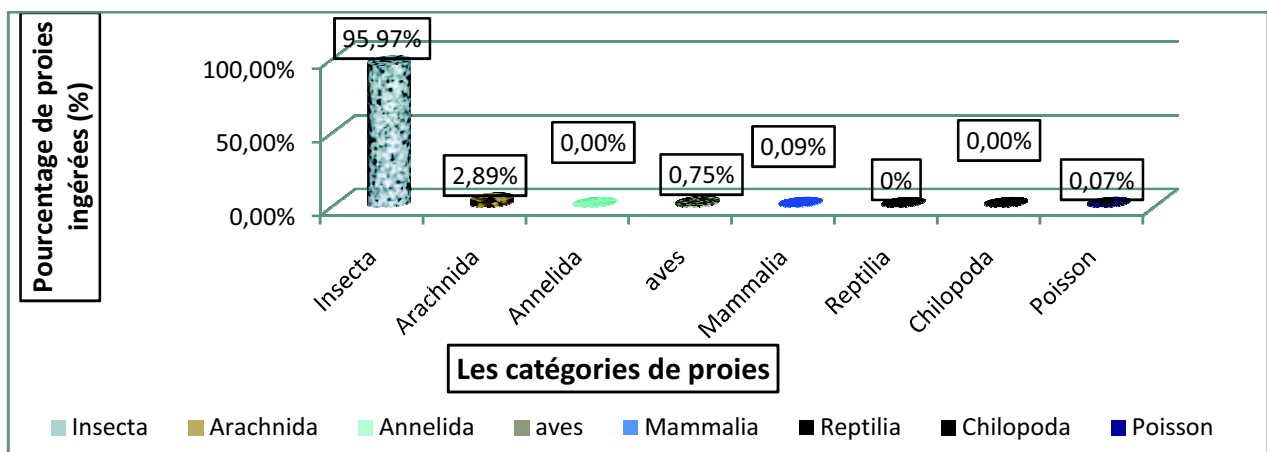


Figure 13. Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en 2015

● **Les ordres des proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) durant les deux années d'études**

Les différents ordres constituant le régime alimentaire du Héron garde-bœufs sont mentionnés dans le tableau 11 :

Tableau 11. Fréquence d'apparition des ordres de proies globale et selon l'année d'étude (2014 / 2015) identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa).

CLASSE	ORDRE	Fc%		
		TOTAL	2014	2015
Insecta	Coleoptera	23.56%	23.93%	22.58%
	Dermaptera	11.68%	9.05%	14.75%
	Orthoptera	59.24%	62.55%	55.41%
	Héteropectera	0.31%	0.31%	0.38%
	Hymenoptera	1.45%	1.03%	1.93%
	Diptera	0.32%	0.42%	0.23%
	Nevroptera	0.008%	-	0.01%
	Hemiptera	0.16%	0.04%	0.27%
Chilopoda	Chilopoda	0.13%	0.25%	-
Arachnida	Araneae	2.12%	1.56%	2.74%
	Scorpionida	0.01%	0.01%	0.01%
	Solifuga	0.05%	0.01%	0.07%
	Pseudo Scorpionida	0.03%	0.01%	0.05%
Annelida	Haplotaxidae	0.05%	0.05%	0.21%
Aves	Galliforme	0.5%	0.75%	0.75%
poisson	Poisson	0.03%	-	0.07%
Reptilia	Squamata	0.05%	0.10%	0.05%
Mammalia	Rodentia	0.06%	0.06%	0.09%

(-) : absence.

La classe des insectes regroupe 8 ordres et l'ordre des Orthoptera occupe la première place avec (59,24 %) soit 62.55% en 2014 et 55.41% en 2015, suivi par les ordres Coleoptera et Dermaptera représentant respectivement 23.56% et 11.68% du total des espèces proies consommées. Concernant Arachnida, c'est l'ordre Araneae qui domine avec un pourcentage de 2.12% (1.56% en 2014 et 2.74% en 2015). Les ordres restants ne représentent qu'un faible pourcentage avec l'absence des ordres Nevroptera et celui des poissons en 2014 et de l'ordre des Chilopoda en 2015 (Tab. 11).

Ses proies sont dominées par les Coleoptera dans certaines régions comme celle de Boudouaou (SETBEL *et al.*, 2004), DOUMANDJI *et al.*, (1993) à Chlef et par les Orthoptera dans d'autres régions comme la région de Kabylie (SI BACHIR *et al.*, 2001). SETBEL (2008) a aussi signalé que les Coleoptera dominent dans la région de Boudouaou (41,9%) et dans celle de Hadjout (62,7 %). Durant le mois de juillet, les Dermaptera arrivent en deuxième position avec un taux de 33.3%. Les

Hymenoptera occupent la quatrième place en juin et en juillet 2016. Ces constatations confirment celles de SETBEL (2008) qui a signalée qu'à Ouled Fayet. Les Hymenoptera dominant (49,4 %) devant les Orthoptera qui arrivent en deuxième position (22 %) et les Coleoptera (21 %). Les Mantoptera, les Heteroptera, Blattoptera sont des proies rares dans le menu trophique des adultes du Héron garde-boeufs.

Nos résultats ne diffèrent pas beaucoup de ceux enregistrés par nous même en 2009 sauf en ce qui concerné l'absence des Nevroptera et Homoptera avec une augmentation considérable de la consommation des Dermaptera qui a atteint 15,47%. BOUKHTACHE (2010) dans la région de Batna, a signalée que pendant la période de reproduction, le Héron garde-boeufs consomme des Orthoptères avec un taux de 46,12%, suivis par les Coléoptères avec 37,49 %, les Dermaptera avec 11 % et les Hymenoptera avec 2,13 %. En période hors reproduction, il consomme un taux des plus les Coleoptera (40,01 %), les Orthoptera et les Hymenoptera à des proportions proches (23,38 % et 22,84 %) et les Dermaptera avec 11,20 %. BAKOUR (2016) à Oran a trouvé que l'ordre des Coléoptères est le mieux représenté avec 82 espèces réparties entre 12 familles.

D'autre part, la plupart des études réalisées sur le régime alimentaire par la méthode d'analyse des contenus stomacaux des adultes du Héron garde-boeufs montrent la dominance des Orthoptera : 68,3 % au Mexique (VASQUEZ et MARQUEZ, 1972), et 96,8 % en Floride aux Etats Unis d'Amérique.

● **Les familles des proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde boeufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) durant les deux années d'études**

La composition et la structure globales du régime alimentaire du Héron garde-boeufs, à travers le calcul de la fréquence d'abondance et de la fréquence d'occurrence des différentes familles de proies composant son régime alimentaire, sont reportées dans le Tableau 12.

Tableau 12. Fréquence d'apparition et d'occurrence des familles de proies globale identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant la période d'étude (2014 /2015).

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	F%	occ	Ech
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Melolonthidae	4.60	61.45	C
			Carabidae	10.62	85.41	C
			Hydrophilidae	1.96	36.45	A
			Scarabeidae	1.95	39.58	A
			Tenebrionidae	0.26	15.62	Ac
			Elateridae	0.63	5.20	Tac
			Silphidae	0.33	10.41	Ac
			Curculionidae	0.64	26.04	A
			Staphilinidae	0.75	18.75	Ac
			Chrysomelidae	0.26	11.45	Ac
			Lathridiidae	0.79	14.58	Ac
			Trogidae	0.24	3.12	Tac
			Brachycéridae	0.008	1.04	Tac
			Buprestidae	0.01	1.04	Tac
			Histéridae	0.04	4.16	Tac
			Cetonidae	0.12	8.33	Tac
			Dermetidae	0.008	1.04	Tac
			Coccinelidae	0.03	1.04	Tac
			Cleridae	0.01	1.04	Tac
			Nitidulidae	0.16	2.08	Tac
			Silvanidae	0.01	2.08	Tac
			Coleoptéra IND	0.04	3.12	Tac
		Dermaptera	Forficulidae	0.3	2.08	Tac
			Carcinophoridae	10.92	48.95	A
			Labiduridae	0.45	17.70	Ac
		Orthoptera	Acrididae	53.74	71.87	C
			Pamphagidae	3.09	46.87	A
			Gryllidae	1.96	46.87	A
			Gryllotalpidae	0.29	16.66	Ac

			Tettigonidae	0.13	5.20	Tac
		Heteroptera	Gerridae	0.09	5.20	Tac
			Reduviidae	0.13	5.20	TAc
			Nabidae	0.02	1.04	TAc
			Pyrrhocoridae	0.008	1.04	TAc
			Miridae	0.02	1.04	TAc
			Berytidae	0.008	1.04	TAc
			Eoreidae	0.01	1.04	TAc
		Hymenoptera	Formicidae	1.45	27.08	A
		Diptera	Muscidae	0.02	2.08	TAc
			Calliforidae	0.25	5.20	TAc
			Diptera IND	0.05	3.12	TAc
		Nevroptera	Nevroptera IND	0.008	1.04	TAc
		Homoptera	cicadidae	0.16	7.29	TAc
	Chilopoda	Chilopoda. IND	Chilopoda. IND	0.13	3.12	TAc
	Arachnida	Araneae	Argiopidae	0.53	4.16	TAc
			Agelenidae	1.58	54.16	C
			Dysderidae	0.008	1.04	TAc
		Scorpionida	scorpionidae	0.01	1.04	TAc
		Solifuga	solifuga IND	0.05	3.12	TAc
		Pseudo scorpionida	Pseudo scorpion IND	0.03	2.08	TAc
Annelida	Clitellata	Haplotaxidae	Lumbricidae	0.05	4.16	TAc
	Annelide IND	Annelide IND	Annelide IND	0.10	7.29	TAc
Chordata	Aves	Galliformes	Phasianidae	0.5	42.70	A
	Poisson	Poisson IND	Poisson IND	0.03	4.16	TAc
	Reptilia	Squamata	Lacertidae	0.05	4.16	TAc
		Reptilia IND	Reptilia IND	0.01	2.08	TAc
	Mammalia	Rodentia	Muridae	0.06	5.20	TAc
		M.IND	M.IND	0.008	3.12	TAc

(-) : Absence ; **Ech.** : Echelle de constance ; **C** : Constante ; **A** : Accessoire ; **Ac** : Accidentelle ; **Tac** : Très accidentelle.

Parmi les 59 familles proies retrouvées dans les 192 pelotes de rejection récoltés on a retrouvés 52 familles en 2014 et 42 familles en 2015, 10 familles parmi elles constituent les proies les plus consommées et leurs fréquences dépassent 1%.

Ces résultats montrent que la famille des Acrididae (Ordre Orthoptera) est la famille la plus importante avec un nombre d'individus de 6366 items (53,74 %). Elle est suivie par la famille des Carabidae (Ordre Coleoptera) avec 10,62%. On signale aussi que la famille des Melolontidae représente une famille de moindre importance mais occupe le quatrième rang parmi ces dix importantes familles, estimé par un pourcentage de 4,60 % (Tab.12). Les autres familles sont faiblement représentées avec l'absence de certaines soit en 2014 soit en 2015 (Tab. 09).

En terme de fréquence d'occurrence, le spectre alimentaire du Héron garde-bœuf est composé de 59 familles différentes mais seulement quelques familles sont plus courantes et apparaissent régulièrement dans les pelotes de réjection (4 familles constantes (Carabidae, Acrididae, Melolontidae et Agelenidae) et 8 familles accessoires) et les autres familles soit accidentelles soit très accidentelles (Tab.12).

D'autres études, BOUKHEMZA (2000), SETBEL et *al.*, (2004), SI BACHIR (2007), SBIKI (2008) et GHERBI SALMI et *al.*, (2012) mentionnent la dominance des Coleoptera et Orthoptera pour le régime alimentaire du Héron garde-bœufs. BOUKHTACHE cité parmi les familles les plus abondantes en nombre, la famille des Formicidae avec une abondance de 14,52 %, suivie par les familles des Caelifera ind. (12,79 %), des Acrididae (12,65 %), des Carabidae (11,87 %) et celle des Labiduridae (10,5 %). De même, SBIKI (2016) a remarqué la dominance des Coleoptera (73,91%), avec une apparition absolue et 11,79% d'Orthoptera avec une occurrence de 32,1%, suivie par les Dermaptera avec une abondance de 6,65% et une occurrence de 14,29%.

➡ **Composition et structure du régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région de Tébessa selon leur cycle biologique**

La composition du régime alimentaire du Héron garde bœufs subit une grande variation selon les périodes de son cycle biologique en raison des changements des conditions écologiques du milieu.

● **Les classes des proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique**

Les classes des proies des deux années d'études identifiées en fonction du cycle biologique sont regroupées sur le tableau suivant :

Tableau 13. Fréquence d'apparition (Fc%) des catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique durant les deux années d'études (2014, 2015).

Classe	Hivernage		Pré- reproduction		Reproduction et élevage des jeune		Estivale	
	Fc%		Fc%		Fc%		Fc%	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Insecta	97.87	96.66	96.83	94.03	95.01	91.68	98.92	98.47
Chilopoda	-	-	0.45	-	0.90	-	0.05	-
Arachnida	1.02	1.81	1.80	-	3.46	6.96	0.96	1.13
Annelida(Clitellata + IND)	0.22	-	-	-	-	-	-	-
Aves	0.58	0.77	0.9	4.63	0.27	0.93	0.05	0.13
Poisson	-	0.03	-	0.66	-	0.16	-	-
Reptilia	0.14	-	-	-	0.2	-	-	-
Mammalia	0.07	0.11	-	0.66	0.13	0.08	-	-

(-) : Absence.

Nous avons noté la présence régulière de deux catégories de proies durant les deux années et durant toute le cycle biologique de l'espèce étudiée (Insecta et Aves) et Arachnida pour 2014 (en 2015, n'apparaît pas durant la période Pré-reproduction). La classe des Insecta reste la classe qui occupe le premier rang avec une dominance constante qui atteint un maximum durant la période estivale qui correspond à 98,92 % (en 2014) et 98.47% (en 2015) du total de proies consommées. Alors que la classe Aves, malgré son faible pourcentage, apparaît durant toute la période du cycle (Tab. 13).

Les classes des Annelida et des Chilopoda n'apparaissent qu'en 2014, les Annelida durant la période d'hivernage avec un faible pourcentage (0,22%) et les Chilopoda sont absents durant cette période. Les poissons, apparaissent durant 2015 sauf durant la période estivale, mais avec des pourcentages faibles.

La classe des Mammifera n'apparaît que pendant la période estivale du cycle avec une faible représentativité individuelle, représentant alors un faible pourcentage (absence aussi pendant la période pré-reproduction en 2014). La classe de Reptilia n'est que rarement consommée seulement en 2014 et que durant deux périodes différentes seulement avec des pourcentages ne dépassant pas 0,2% (Tab. 13).

La différence de ces pourcentages s'explique par la différence des durées de chaque période du cycle : la période d'hivernage est la période la plus longue qui est de 6 mois et la période de pré reproduction correspond à un seul mois.

Des résultats similaires ont été décrites par SELMANE (2009) dans la même région avec de légères différences pour la classe des Arachnides qui exhibent des valeurs inférieures à celles de la présente étude dont le maximum est de 3, 89 % durant la même période de reproduction. Selon HAFNER (1977) les ressources alimentaires doivent être disponibles pendant la période de reproduction et d'élevage (SI BACHIR, 2005).

● Les ordres des proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique

Les fréquences d'abondance et d'occurrence des différents ordres de proies consommés par le Héron garde-boeufs en fonction des périodes phénologiques durant les deux années d'études sont reportées dans le Tableau 14.

Tableau 14. Fréquence d'apparition (Fc%) des ordres proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique durant les deux années d'études (2014, 2015).

Ordre	Hivernage		Pré- reproduction		Reproduction		Estivale	
	Fc%		Fc%		Fc%		Fc%	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Coleoptera	22.86	34.61	69.3	36.42	34.76	20.20	5.38	7.04
Dermaptera	13.13	17.66	24.15	24.5	6.57	22.49	1.02	1.79
Orthoptera	59.04	40.87	1.35	31.12	52.07	45.92	92.11	88.82
Heteroptera	0.22	0.48	0.22	-	0.62	1.95	0.22	0.33
Hymenoptera	2.23	2.73	0.45	1.98	-	1.95	0.17	0.39
Diptera	0.36	0.37	1.35	-	0.76	0.16	-	0.06
Nevroptera	-	0.03	-	-	-	-	-	-
Hemiptera	-	0.07	-	-	0.2	0.84	-	-
Chilopoda	-	-	0.45	-	0.9	-	0.05	-
Araneae	1.02	1.74	1.8	-	3.32	6.45	0.90	1.13
Scorpionida	-	0.03	-	-	0.06	-	-	-
Solifuga	-	0.03	-	-	-	0.25	0.05	-
Pseudo Scorpionida	-	-	-	-	0.06	0.25	-	-
Haplotaxidae	0.22	-	-	-	-	-	-	-
Galliforme	0.58	0.77	0.9	4.63	0.27	0.93	0.05	0.13
Poisson	-	0.03	-	0.66	-	0.16	-	-
Squamata	0.14	-	-	-	0.2	-	-	-
Rodentia	0.07	0.11	-	0.66	0.13	0.08	-	-

(-) : absence.

Nous avons noté la présence durant toute la période du cycle phénologique du Héron garde-bœufs la présence régulière des quatre ordres (Coleoptera, Dermaptera, Orthoptera appartiennent au classe Insecta et Galliforme (Aves) (Tab. 14).

Durant les deux années 2014 / 2015 et durant la période estivale, nous mentionnons le faible pourcentage des ordres Coleoptera, Dermaptera et Galliforme, alors que, c'est la période où on décrit les valeurs les plus élevées pour l'ordre des Orthoptera. C'est l'inverse pour la période pré-reproduction quand les Orthoptera étaient consommés en faible pourcentage et les trois autres ordres mentionnés sont trouvés dans le régime alimentaire du Héron garde-boeufs en forte pourcentage.

Les ordres Arenea et Heteroptera n'apparaient jamais durant la période pré-reproduction 2015. Les autres ordres sont absents durant plusieurs périodes du cycle et occupent des faibles pourcentages dans le régime alimentaire de l'oiseau.

SBIKI (2016) dans la même région, a trouvé que durant la période pré-reproduction, les Coleoptera sont les plus abondants avec une valeur de 70,93% suivi par les Orthoptera (16,05%) et les Dermaptera (7,81%), les Galliformes (2,60%) et que même pendant la période d'accouplement, de ponte, de couvaie et d'élevage des jeunes, les Coleoptera, les Orthoptera et les Dermaptera sont les ordres les plus représentés. Dans la région de Batna, BOUKHTACHE (2009) a noté que pendant la période de reproduction, le Héron garde-boeufs consomme un taux plus élevé d'Orthoptera avec 46,12 %, suivis par les Coléoptères avec 37,49 %, les Dermaptera avec 11 % et les Hymenoptera avec 2,13 %. En période hors reproduction, *A. ibis* consomme un taux plus important de Coleoptera avec 40,01 %, suivis par les Orthoptera et les Hymenoptera des taux respectifs de 23,38 % et 22,84 % et les Dermaptera avec 11,20 %. Nos résultats sont identiques à ceux de BOUKHEMZA (2000) qui a signalé l'importance des Coleoptera, des Orthoptera, des Hymenoptera et des Dermaptera.

Généralement, la consommation de ces différents ordres varie d'un mois à un autre ; si la consommation d'un ordre diminue elle est compensée par un autre ordre et ceci conformément à leur phénologie. Selon SI BACHIR (2007), pendant cette période rude caractérisée par la baisse de température et rareté des insectes qui entrent en diapause, l'espèce s'alimente des proies les plus grosses et vraisemblablement plus énergiques pour compenser les efforts déployés lors des longs déplacements. Ce dernier auteur rajoute que le régime alimentaire du Héron garde-bœufs est sujet de variations considérables, non seulement d'une région à une autre mais également d'une manière saisonnière dans la même région.

Les résultats obtenus indiquent que le Héron garde-bœufs montre une grande capacité d'adaptation écologique. Il peut ainsi développer une stratégie d'alimentation adaptée aux changements des conditions écologiques du milieu, notamment par la variation saisonnière (mensuelle) de la composition de son régime alimentaire en relation avec les besoins alimentaires de l'espèce suivant les périodes phénologiques. Cette variabilité mise en évidence lors de l'étude de la composition du régime

alimentaire des adultes au cours d'un cycle biologique est la conséquence des changements climatiques saisonniers qui influencent la disponibilité de la nourriture (SI BACHIR et *al.*, 2001).

● Les familles de proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique

Le tableau 15 représente la fréquence d'occurrence des familles proies consommées durant chaque période du cycle biologique durant les deux années d'études (2014 / 2015).

Tableau 15. Fréquence d'occurrence des familles proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique (2014 / 2015).

Ordre	Famille	Hivernage		Pré-rep		Rep		Estivale	
		Occ(%)	Ech	occ(%)	Ech	occ(%)	Ech	occ(%)	Ech
Coleoptera	Melolonthidae	64.58	C	68.5	C	54.1	C	68.75	C
	Carabidae	87.5	C	75	C	100	C	62.5	C
	Hydrophilidae	22.91	Ac	25	A	45.8	A	68.75	C
	Scarabeidae	50	C	25	A	29.1	A	31.25	A
	Tenebrionidae	20.83	Ac	25	A	8.33	TAC	6.25	TAC
	Elateridae	2.08	TAc	12.5	Ac	12.5	Ac	-	-
	Silphidae	6.25	TAc	-	-	20.8	Ac	12.5	Ac
	Curculionidae	33.33	A	37.5	A	12.5	Ac	18.75	AC
	Staphilinidae	29.16	A	12.5	Ac	12.5	Ac	-	-
	Chrysomelidae	14.58	Ac	25	A	8.33	TAC	-	-
	Lathrididae	8.33	TAc	62.5	C	16.6	Ac	6.25	TAC
	Trogidae	4.16	TAc	-	-	4.16	TAC	-	-
	Brachycéridae	2.08	TAc	-	-	-	-	-	-
	Buprestidae	-	-	12.5	Ac	-	-	-	-
	Histériidae	2.08	TAc	12.5	Ac	4.16	TAC	6.25	TAC
	Cetoniidae	12.8	Ac	-	-	8.33	TAC	-	-
	Dermeestidae	2.08	TAc	-	-	2.08	TAC	-	-
	Coccinelidae	-	-	-	-	-	-	6.25	TAC
	Cleridae	2.08	TAc	-	-	-	-	-	-
	Nitidulidae	-	-	12.5	Ac	8.33	TAC	-	-
	Silvanidae	-	-	2.08	TAC	2.08	TAC	-	-
	Coleoptéra IND	6.25	TAc	-	-	-	-	-	-
Dermaptera	Forficulidae	2.08	TAc	-	-	-	-	6.25	TAC
	Carcinophoridae	54.16	C	25	A	58.3	C	31.25	A
	Labiduridae	16.66	Ac	12.5	Ac	20.8	Ac	18.75	Ac
Orthoptera	Acrididae	56.25	C	25	A	83.3	C	100	C
	Pamphagidae	29.16	A	-	-	75	C	81.25	C
	Gryllidae	31.25	A	37.5	A	66.6	C	68.75	C
	Gryllotalpidae	12.5	Ac	-	-	25	A	25	A

	Tettigonidae	2.08	TAC	-	-	-	-	25	A
Heteroptera	Gerridae	4.16	TAC	-	-	4.16	TAC	12.5	Ac
	Reduviidae	4.16	TAC	-	-	4.16	TAC	12.5	Ac
	Nabidae	2.08	TAC	-	-	-	-	-	-
	Pyrrhocoridae	-	-	2.08	TAC	-	-	-	-
	Miridae	-	-	-	-	8.33	TAC	-	-
	Berytidae	2.08	TAC	-	-	-	-	-	-
	Eoreidae	4.16	TAC	-	-	-	-	-	-
Hymenoptera	Formicidae	33.33	A	12.5	Ac	16.6	Ac	25	A
Diptera	Muscidae	-	-	2.08	TAC	8.33	TAC	-	-
	Calliforidae	6.25	TAC	-	-	4.16	TAC	6.25	TAC
	Diptera IND	6.25	TAC	-	-	-	-	-	-
Nevroptera	Nevroptera IND	2.08	TAC	-	-	-	-	-	-
Homoptera	cicadidae	4.16	TAC	-	-	12.5	Ac	12.5	Ac
Chilopoda	Chilopoda. IND	-	-	25	A	33.3	A	6.25	TAC
Araneae	Argiopidae	8.33	TAC	6.25	TAC	33.3	A	12.5	Ac
	Agelenidae	52.08	C	37.5	A	66.6	C	50	C
	Dysderidae	2.08	TAC	-	-	-	-	6.25	TAC
Scorpionida	scorpionidae	2.08	TAC	-	-	-	-	-	-
Solifuga	solifuga IND	2.08	TAC	-	-	8.33	TAC	-	-
Pseudo scorpionida	Pseudo scorpion IND	-	-	-	-	8.33	TAC	-	-
Haplotoxidae	Lumbricidae	6.25	TAC	-	-	-	-	-	-
Annelide IND	Annelide IND	16.66	Ac	-	-	-	-	6.25	TAC
Galliformes	Phasianidae	43.75	A	37.5	A	45.8	A	12.5	Ac
Poisson IND	Poisson IND	2.08	TAC	12.5	Ac	8.33	TAC	-	-
Squamata	Lacertidae	12.5	Ac	-	-	12.5	Ac	-	-
Reptilia IND	Reptilia IND	8.33	TAC	-	-	4.16	TAC	-	-
Rodentia	Muridae	6.25	TAC	12.5	Ac	4.16	TAC	-	-
M.IND	M.IND	2.08	TAC	-	-	4.16	TAC	-	-

(-) : Absence ; **Ech.** : Echelle de constance ; **C** : Constante ; **A** : Accessoire ; **Ac** : Accidentelle ;
Tac : Très accidentelle.

Nous constatons ainsi que les familles des Melolonthidae et des Carabidae sont des familles permanentes durant toutes les périodes du cycle du Héron garde-boeufs, avec d'autres familles selon chaque période du cycle. Les autres familles ont des apparitions différentes avec des fréquences d'occurrences différentes.

Durant la période estivale, nous constatons la présence en plus des Melolonthidae et Carabidae des familles (Hydrophilidae, Acrididae, Agelenidae, Pamphagidae et Gryllidae). Les autres familles sont très peu consommées avec l'absence de certaines familles durant certaines périodes (Tab.15).

Durant la période d'hivernage, toutes les familles sont présentes avec des fréquences d'occurrence plus faible que la période précédente sauf neuf familles sont absentes. Cinq familles sont constantes durant cette période (Melolonthidae, Carabidae, Carcinophoridae, Acrididae et Agelenidae). Les autres familles sont rarement consommées (Tab. 15).

La période pré- reproduction enregistre l'absence de 31 familles et l'augmentation très importante dans l'apparition de la famille des Lathrididae qui devient parmi les familles la plus consommables avec une fréquence d'occurrence de 62.5%, avec les familles des Melolonthidae (Tab.15).

Concernant la période de reproduction et la période d'élevage des jeunes, les familles des Carabidae et des Acrididae constituent les proies plus consommées dans le régime alimentaire avec les familles des Melolonthidae, des Carcinophoridae, des Agelenida, des Pamphagidae et Gryllidae. Dix sept familles sont absents et les autres familles sont très rarement consommées (Tab. 15).

Les résultats sont presque comparables à ceux décrite par Selmane (2009), sauf quelques différences considérables où une diminution considérable de la consommation des Carabidae de 34,34 % à 15,97 %, ceci est remplacé par l'augmentation de celle des Acrididae de 0,46 % à 29,16 % durant la période pré-reproduction. La même remarque pour les Carabidae est signalée durant la saison de reproduction (avec différence de 10 %) mais se remplacé par la famille des Carcinophoridae (5,12 % à 14,74 %), en plus, de l'apparition de la famille des Formicidae durant cette période.

Composition et structure du régime alimentaire du Héron garde-bœufs de la région de Tébessa selon les indices écologiques

Les valeurs des indices écologiques calculés par le logiciel A.D.E (CHESSEL et DOLEDEC, 1992) et PAST 3.12 (HAMMER et *al.* , 2001) sont mentionné dans le tableau 16.

Tableau 16. Valeurs des différents indices écologiques des proies des Hérons garde- bœufs dans la région de Tébessa selon l'année d'étude (2014 / 2015).

	mois	A	S	M	H'	E	L
2014	Janvier	226	15	2.368	2.509	0.642	
	Février	138	14	2.404	2.618	0.688	
	mars	439	28	3.020	3.167	0.659	
	Avril	497	27	3.005	3.139	0.660	
	Mai	56	4	1.426	1.567	0.784	
	Juin	883	22	1.533	1.591	0.357	
	Juillet	905	16	0.849	0.887	0.222	
	Aout	855	15	0.999	1.039	0.266	
	Septembre	1254	17	1.254	1.287	0.315	
	Octobre	563	17	1.092	1.155	0.283	
	Novembre	168	15	2.499	2.682	0.687	
	Décembre	365	18	2.411	2.520	0.604	
	TOTAT	6349	51	5.707	1.712	0.4353	0.6261
2015	Janvier	387	17	2.744	2.854	0.698	
	Février	167	20	3.117	3.373	0.780	
	mars	147	18	2.849	3.105	0.745	
	Avril	229	21	3.288	3.503	0.797	
	Mai	526	21	2.197	2.286	0.520	
	Juin	409	20	3.028	3.151	0.729	
	Juillet	534	20	1.676	1.756	0.406	
	Aout	963	18	1.082	1.127	0.270	
	Septembre	534	20	1.676	1.756	0.406	
	Octobre	479	22	2.350	2.457	0.551	
	Novembre	632	16	2.329	2.393	0.598	
	Décembre	398	20	2.910	3.031	0.701	
	TOTAT	5405	41	4.648	2.016	0.543	0.7389

Abundance (A), Richesse totale (S), Margalef (M), indice de diversité de Shannon (H') , Indice de Simpson(L) et équirépartition (E) des peuplements de proies consommées par le Héron garde-bœufs durant chaque mois et chaque année d'étude dans la région de Tébessa (colonie d'El-Merdja)

Il est à signalé que c'est durant le mois septembre en 2014 et aout en 2015, le Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) a ingéré le plus grand nombre de proies, dont, les Acrididae (Ordre Orthoptera) qui domine son repas avec un nombre de 978 individus en 2014 et 820 individus en 2015. Le nombre le plus bas de proies est enregistré pendant le mois du mai en 2014 avec nombre d'items 56. Ceci peut être expliquer par la consommation de 4 familles qui est probablement due à la disponibilité de ces proies. Les autres mois enregistrent une abondance remarquable entre 138 et 883 items en 2014 et 147 et 632 items en 2015(Tab.16).

En fonction des périodes du cycle biologique, la période d'hivernage représente les valeurs de proies les plus abondants, alors que la période pré-reproduction enregistre la valeur la plus bas. Cette différence est liée à la différence des durées de chaque période (Tab.16).

En ce qui concerne la richesse totale, il est souligné que les valeurs de la richesse totale par mois au niveau de la héronnière d'El- Merdja se situent entre 28 familles recensées dans les pelotes de mars et quatre familles en Mai en 2014 alors qu'en 2015, La valeur la plus basse est enregistrée pendant le mois de Novembre avec S égale à 16. La valeur maximale est enregistrée en octobre (22 familles).

BOUKHTACHE (2010) enregistre des valeurs de ce paramètre plus élevé. Elle a obtenu une valeur maximum de Richesse en juin avec 80 espèces proies suivi avec des valeurs de 64 et 62 en Mars et en Juillet. SETBEL (2008) a aussi notée que les valeurs de la richesse totale sont inférieures que celle de BOUKHTACHE. Ils varient entre 39 espèces trouvées en Aout dans 10 régurgitats et 54 espèces recensées en Juin dans 58 régurgitâts en 2001 à Tizi Ouzou. De même à Hadjout en 2006, 68 espèces ont été recensées dans 8 pelotes en Juin et 75 espèces en Mai. En terme de période phénologique, SBIKI (2016) a enregistrée la plus grande valeur de la richesse totale pendant la période d'hivernage avec 66 espèces. BAKOUR (2016) a aussi notée que la valeur la plus faible de « S » est enregistrée en juin avec 53 espèces trouvées dans 21 pelotes analysées, tandis que la plus élevée est enregistrée en mai avec 109 espèces identifiées dans 68 pelotes décortiquées.

L'indice de Margalef étudie la relation entre la Richesse et le nombre d'individus, dont on note la valeur la plus élevé durant les mois d'Avril 2015 avec 3,288 et par Mars 2014 soit 3,020.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces proies du Héron garde-bœufs montrent qu'elles sont variables d'un mois à un autre et fluctuent entre (0.887 Bits et 3.167 Bits) en 2014 et entre 3,503 Bits et 1,127 Bits en 2015. La plus grande valeur enregistrée pour le deux années est notée pendant le mois d'Avril 2015 alors que la plus basse est notée pendant le mois Juillet 2014. Les valeurs de cet indice sont élevées aussi durant les mois février, mars, juin et décembre 2015

et Avril 2014 pour des valeurs de 3 Bits. Généralement ses valeurs sont entre 1,5 et 3,5 Bits ce qui signifie la plus grande diversité de sa régime alimentaire qui explique son opportuniste (Tab 16).

En fonction des périodes du cycle biologique, c'est la période estivale qui enregistre les valeurs les plus basses de l'indice de diversité ce qui explique la préférence de l'oiseau dans son régime à des familles des Acrididae. Les autres périodes exposent des diversités généralement grandes avec une diversité très importante durant la période de reproduction (Tab.16) où ces périodes sont caractérisées par à une grande disponibilité des proies potentielles.

En utilisant le test de comparaison (Test de Student) pour comparer la diversité (diversité de Shannon, Indice de Simpson) du régime alimentaire entre 2014 et 2015 en prenant en compte le risque d'erreur, on obtient des différences très hautement significatifs ($p < \alpha : 0,1\%$) ; Ainsi, la diversité du régime alimentaire en 2014 est différente que celle en 2015 du fait que quelques familles proies apparaissent durant une année et son absentes ou apparaissent en très faiblement durant une autre année. A noter que le régime alimentaire en 2015 est plus diversifié que celle en 2014.

BOUKHTACHE (2010), a montrée une diversité plus grande et la grande valeur de l'indice de Shannon est notée pendant le mois juin suivi par le mois d'avril avec 5,2 Bits et 5,1 Bits respectivement.

En prenant chaque station à part, SETBEL (2008) a trouvé que la valeur globale de H' la plus importante est celle de Hadjout avec 5,80 Bits suivi de celle de Tizi-Ouzou avec 5,26 Bits, puis par Bou Redim avec 5 Bits, de Boudouaou avec 4,66 Bits, de Bouira avec 3,93 Bits et de Mascara avec 3,87 Bits. Dans la région de Bejaia GHERBI-SALMI (2014) a signalée que l'indice de Shannon des proies des adultes du Héron garde-boeufs en période de nourrissage de 1998, 2006, 2007 et 2008 sont élevées. Ils varient entre $H' = 4,2$ bits en mai 2008 $H' = 5,2$ bits en juin 1998. Ces niveaux correspondent à de grandes diversités des proies de cet Ardeidae. SBIKI (2016) a aussi indiquée que les plus grandes valeurs de l'indice de Shannon sont notées durant le printemps et pendant la période d'élevage des jeunes avec 5,25 bits. BEN SAADA (2017) expose aussi des valeurs à 5,05 bits en juin et 4,06 bits en juillet.

Il est constaté que les valeurs de l'équitabilité (E) sont aussi variables d'un mois à autre. Il est remarqué en prenant mois par mois, que certaines valeurs de E se rapprochent du Zéro. C'est le cas des proies observés en particulière en 2014 pendant les mois Aout, Juillet, Septembre, et octobre 2014 et Aout 2015. Ces valeurs basses de E s'expliquent par le déséquilibre entre les effectifs des espèces proies puisque la famille des Acrididae (Ordre Orthoptera) domine durant ces mois (le quasi totalité des proies tend à être concentré sur une seule famille). La maximum valeur est enregistrée pour le mois

d'avril 2015 par 0,797 suivi par celle de mois Mai 2014 par 0,784. Concernant les autres mois, les valeurs de E tendent vers le 1 ce qui signale une abondance équitable des familles proies dans le régime de cet échassier (Tab. 16).

GERBI-SALMI (2014) a enregistré une équitabilité supérieure à 0,5, ce qui signifie que les effectifs des espèces-proies des adultes du Héron garde-boeufs tendent à être en équilibre entre eux. Par contre DOUMANDJI *et al.*, (1993b) à Chlef, rapportent des valeurs généralement faibles et qui oscillent entre 0,23 et 0,53, ce qui implique une tendance vers un déséquilibre entre les abondances relatives des espèces capturées. BOUKHTACHE (2010), dans la région du Batna a aussi noté que l'équirépartition des différentes catégories de proies consommées enregistre pendant la période de reproduction des valeurs plus élevées chez le Héron garde-boeufs avec 0,9 pendant le mois d'avril.

Concernant les pelotes ramassées par SETBEL (2008), les valeurs de E se fluctuent d'une station à une autre dont les stations où les taux de pelotes présentant des valeurs de E supérieures ou égales à 0,5 sont celles de Bou Redim (89,3 %), de Tizi Ouzou (96,4 %), de Bouira (95 %), de Boudouaou (98,1%), de Hadjout (100%) et de Mascara (100%). SBIKI (2016) dans même région indique une forte équitabilité entre les proies consommées par le Héron garde-boeufs avec des valeurs de 0,96 au printemps et 0,90 en période d'élevage des jeunes.

➤ **Analyse le régime alimentaire du Héron garde boeufs de la région de Tébessa selon les analyses statistiques**

Pour bien exploiter nos résultats, des analyses statistiques ont été appliquées.

● **L'Analyse en Composantes Principales (ACP)**

Le but de l'analyse en **Composantes Principales (ACP)** est d'estimer l'effet des périodes du cycle sur la présence des principales familles de proies retrouvées dans le bol alimentaire du Héron garde-boeufs pour chaque année d'étude et vérifier les corrélations entre ces périodes de deux années ensemble et les principales familles de proies. Cette analyse est réalisée grâce au logiciel PAST 3.12 (HAMMER *et al.*, 2001).

➤ **L'analyse en Composantes Principales pour l'année 2014 (Fig.14)**

L'analyse en **Composantes Principales** effectuée pour l'année 2014 pour la fréquence d'apparition des familles proies selon les périodes du cycle biologique de l'espèce a révélé la présence de deux groupes :

Groupe 01 : composé des familles des Carabidae et des Carcinophoridae qui sont consommés principalement pendant les périodes de pré-reproduction, de reproduction et d'élevage des jeunes, surtout la famille des Carabidae.

Groupe 02: composé de la famille des Acrididae qui sont retrouvées principalement pendant la période estivale et la période d'hivernage. Les membres de cette famille exhibent une disponibilité plus élevée durant cette période.

Les autres familles (Hydrophoridae, les Lathrididae, les Labiduridae, les Melolonthidae) qui sont aussi plus importantes en nombre sont aussi consommées durant les périodes d'hivernage et estivale. Elles sont trouvées avec des disponibilités plus ou moins variables. A noter que pendant ces deux périodes, les Acrididae sont plus consommés que les autres familles trouvées.

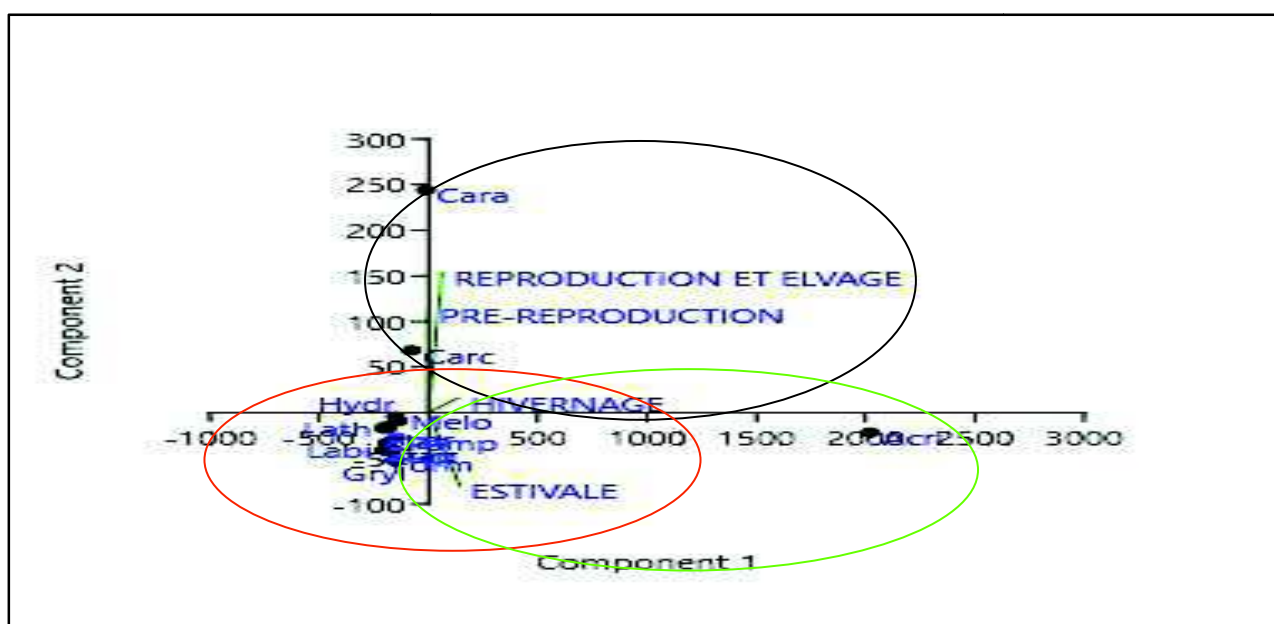


Figure 14. Analyse en Composantes Principales du régime alimentaire du Héron garde bœufs selon les périodes du cycle biologique de l'espèce pour l'année 2014.

➤ **L'analyse en Composantes Principales pour l'année 2015 (Fig.15)**

L'analyse en Composantes Principales effectuée pour l'année 2015 pour la fréquence d'apparition des familles proies selon les périodes du cycle biologique de l'espèce a révélé la présence de trois groupes :

Groupe 01 : composé de cinq familles (les Carcinophoridae, les Carabidae, les Melolonthidae, les Scarabeidae et les Formicidae) qui sont plus disponibles et de ce fait plus consommées durant la période d'hivernage.

Groupe 02: composé de la famille des Acrididae qui constitue un groupe de proie très disponible pendant la période estivale.

Groupe 03: regroupe les périodes de pré-reproduction, de reproduction et d'élevage des jeunes et le restes familles importantes en nombre dont les Mammalia. Ces derniers représentent des proies d'une importante ressource énergétique.

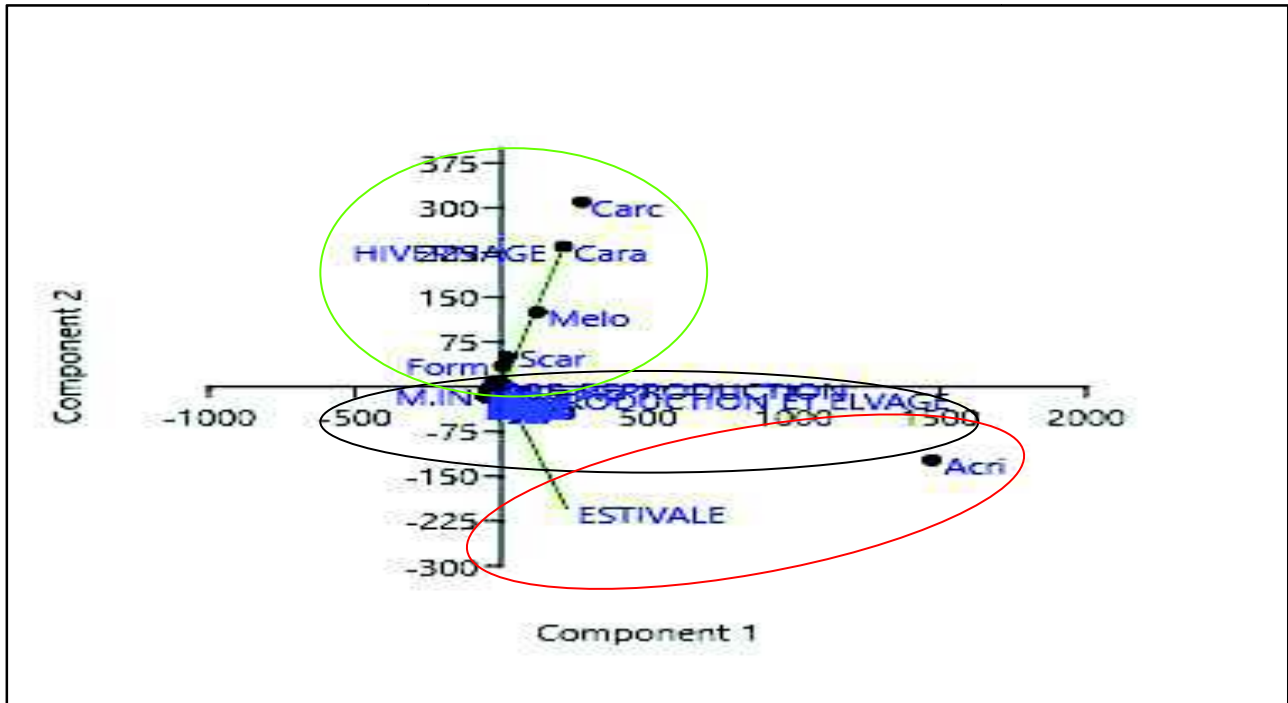


Figure 15. Analyse en Composantes Principales du régime alimentaire du Héron garde bœufs selon les périodes du cycle biologique de l'espèce pour l'année 2015.

➤ **L'Analyse en Composantes Principales de deux années 2014 et 2015 (Fig.16)**

D'une manière générale, la corrélation entre le régime alimentaire de cet échassier durant les deux années de l'étude et les périodes du cycle biologique est exposée dans le plan factoriel de l'ACP sur les données des deux années (Fig. 16). Il en ressort la distinction entre deux principaux groupes avec des imbrications d'autres groupes supplémentaires.

Groupe 01 : regroupe les périodes de pré-reproduction de 2014 et de 2015, de reproduction et d'élevage des jeunes 2014 et d'hivernage 2015 où nous enregistrons une consommation accrue des membres des familles des Carabidae et des Carcinophoridae durant ces périodes. Pendant ces périodes, nous retrouvons une relation étroite entre la consommation de la famille Melolonthidae et les périodes de pré-reproduction, de reproduction et d'élevage des jeunes en 2014.

Groupe 02 : composé des périodes reproduction et d'élevage des jeunes en 2015 et d'hivernage de 2014 et la période estivale en 2014 et en 2015 et le reste des autres familles importantes en nombre tel

que les Scarbeidae, les Formicidae, les Hydrophoridae, les Pamphagidae,.....etc. qui est explique leurs consommations durant ces périodes. Durant la même période, nous avons remarqué une consommation très importante des Acrididae principalement pendant la période estivale des deux années.

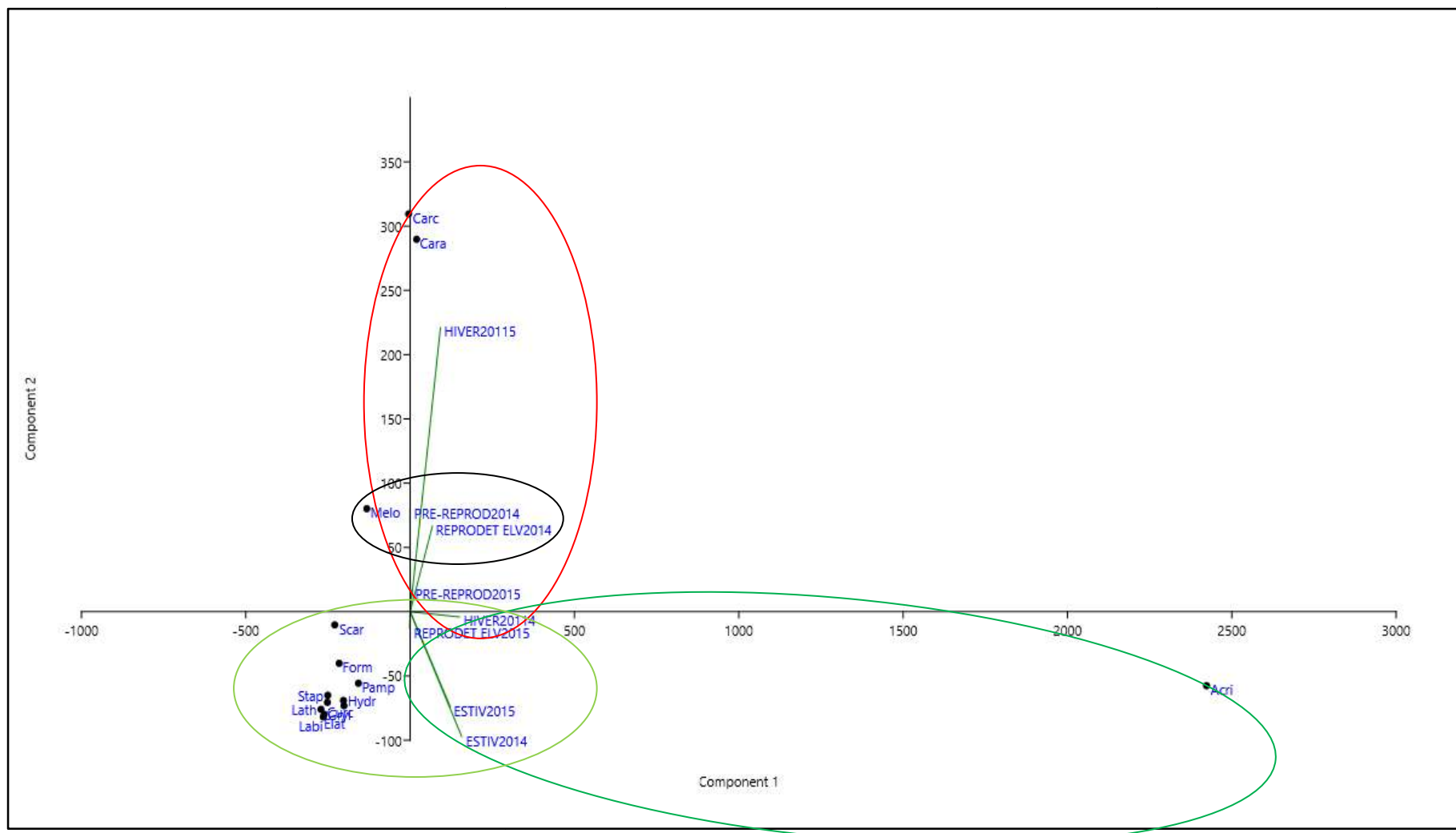


Figure 16. Analyse en Composantes Principales du régime alimentaire du Héron garde bœufs selon les périodes du cycle biologique de l'espèce et les deux années d'études 2014 et 2015.

III-II-IMPACT DES FIENTES DU HERON GARDE-BŒUFS SUR LA MICROFLORE TELLURIQUE

Le microbiologiste du sol a pour objectif essentiel l'isolement, la détermination, le dénombrement des microorganismes. Notre étude s'intéresse plus particulièrement à élucider l'effet des fientes du Héron garde-bœufs sur la prolifération de la microflore tellurique du sol sous héronnière.

III-II-1-Recherche et dénombrement des germes

Les résultats de l'analyse bactériologique du sol d'El-Merdja sont présentés comme suit:

➤ Recherche et dénombrement des germes revivifiables

Les résultats du dénombrement et de la recherche de microorganismes dans les horizons du sol sous héronnière par rapport à un autre pris comme témoin dans la région d'El-Merdja (wilaya de Tébessa) sont présentées dans la Tableau 17.

Tableau 17. Valeurs de dénombrement des germes revivifiables des différents sites et des trois niveaux du sol sous héronnière (El-Merdja)

Niveau du sol	Nombre des germes Révivifiables (UFC/ ml)					
	SITE 1		SITE 2		SITE 3	
	22 C ⁰	37 C ⁰	22 C ⁰	37 C ⁰	22 C ⁰	37 C ⁰
10 Cm	74	120	24	NC	NC	203
20 Cm	NC	124	NC	NC	60	150
30 Cm	92	128	NC	108	61	270

SITE 1 : Echantillon 1 du sol sous Héronnière ; **SITE 2 :** Echantillon 1 du sol sous Héronnière ; **SITE 3 :** Echantillon d'un sol non Héronnière (Témoin) ; **NC :** Nappe confluite ;

D'une manière générale, la concentration bactérienne est plus dense dans les boîtes incubées à 37 C°, ce qui vérifie la présence de bactéries mésophiles. Il est aussi à signaler que par rapport au sol témoin, à 22°C, le nombre de bactéries augmente avec la profondeur des horizons pédologiques, vérifiant ainsi, l'effet de l'acidité des fientes des Hérons garde-boeufs influençant négativement la prolifération microbienne du sol. Ces effets sont peu observés à 37°C (Tab.17).

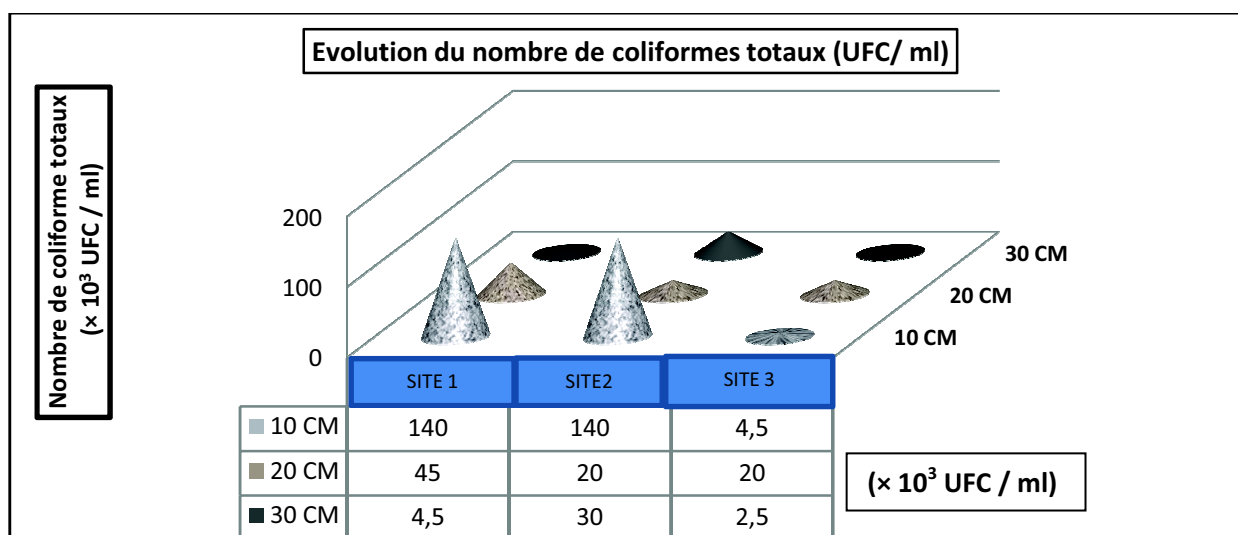
Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale

Les coliformes totaux et les streptocoques fécaux ce sont les germes indicateurs de contamination fécale.

Recherche et le dénombrement des bactéries coliformes

La recherche des coliformes est primordiale du fait qu'un grand nombre d'entre eux vivent en abondance sur les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait constituent des indicateurs de première importance pour l'étude des contaminations des écosystèmes (DUFFOUR in AOUISSI, 2009).

La variation du nombre des bactéries dans les différents sites de prélèvement situés dans la région d'El- Merdja sont illustrés dans la Figure 17 :



SITE 1 : Echantillon 1 du sol sous Héronnière ; **SITE 2** : Echantillon 1 du sol sous Héronnière ; **SITE 3** : Echantillon d'un sol non Héronnière (Témoin) ;

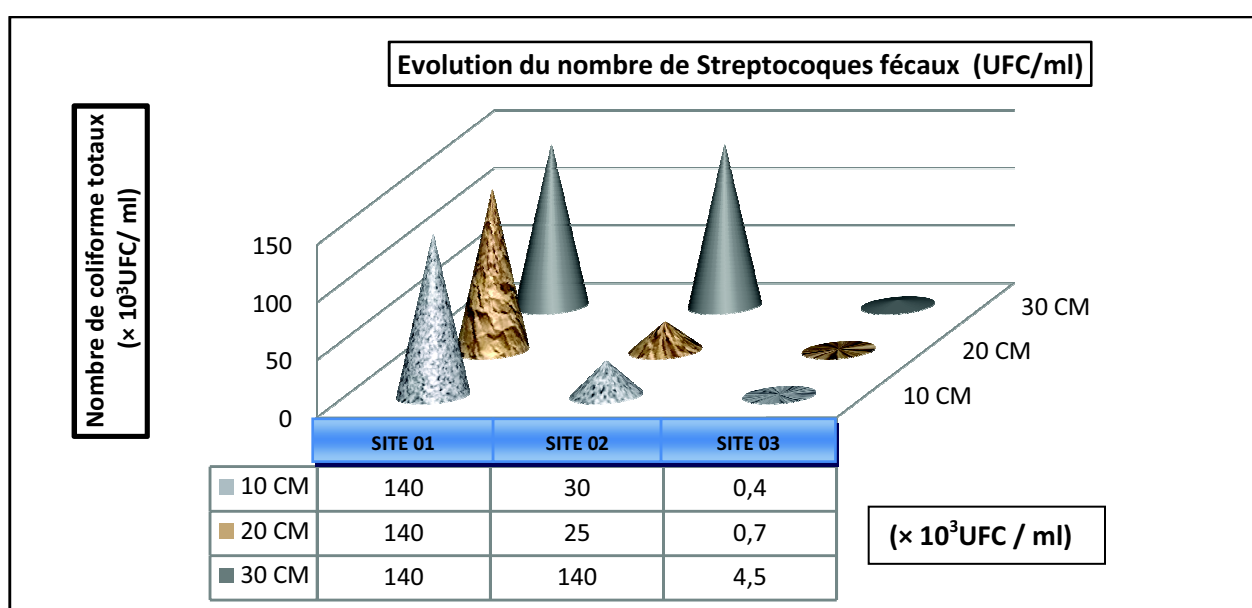
Figure 17. Evolution du nombre de coliformes totaux dans le sol d'El – Merdja.

Nos résultats nous montrent la présence continue de ces bactéries dans les trois niveaux du sol (10 cm, 20 cm et 30 cm). Le plus grand nombre est cependant enregistré au niveau du premier horizon du sol (10 Cm) pour la région avec la héronnière avec 140.10^3 UFC / ml contre $4,5.10^3$ UFC / ml dans le sol témoin. Cet effectif diminue à 20 cm et à 30 cm (Fig. 17).

Il est aussi à noter que pour le même horizon, le nombre de coliformes est largement supérieur dans les sols sous héronnière par opposition au témoin, en partant de la surface du sol jusqu'à la profondeur de 30cm, ce qui prouve leur origine fécale.

● Recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des excellents indicateurs de contaminations récentes par la matière fécale des animaux (RODIER, 1996). Les fientes des Hérons garde-bœufs influent considérablement sur la microflore tellurique. Les résultats obtenus de ces microorganismes sont présentés dans la figure 18.



SITE 1 : Echantillon 1 du sol sous Héronnière ; **SITE 2** : Echantillon 1 du sol sous Héronnière ; **SITE 3** : Echantillon d'un sol non Héronnière (Témoin) ;

Figure 18. Evolution du nombre de Streptocoques fécaux dans le sol d'El - Merdja

D'une manière générale, le nombre des Streptocoques fécaux est faible dans le sol témoin (quelque soit l'horizon) par rapport aux sols sous héronnières. Ces derniers proviennent principalement à la charge des fientes de ces échassiers.

✓ Identification Bactérienne

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant (Tab.18)

[illegible]

	cm	Chap	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	30 cm	Hek	Transparente, légèrement blanchâtre		+	+			/									
		Chap	Jaunâtre, entouré d'une auréole jaune, bombée, lisse	CocciGram positif	+	+	+	+	/	/	/	/	37	35	26	40	/	42

Sites 1 et 2 : Sites sous héronnière ; **Site 3** : non héronnière : Témoin; **(-)** : Culture négative; **(/)** : Analyse non faite ; **Hek** : gélose Hecktoen ; **Chap** : gélose Chapman. ; **Aé** : Aérobie ; **Anaé** : Anaérobie ; **Ox** : Oxydase ; **Cat** : Catalase ; **(+)** : Nombre faible ; **(++)** : Nombre moyen ; **(+++)** : Nombre élevé

Pt : Pristinamycine	PI : Acide Pipémidique	NTX : Nitroxoline	P : Pénicilline	TE : Tétracycline	F : Nitrofurantoïne	CN : Gentamicine	SXT : Triméthoprim	AMP : Ampicilline
----------------------------	-------------------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------------	-------------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------------

L'étude microbiologique consiste à effectuer une caractérisation macroscopique (aspect des colonies) (ANNEXE) et microscopiques des colonies (aspect des cellules après coloration différentielle de Gram) (ANNEXE). Ces bactéries ont été identifiées par Api 20E qui a révélé la présence de six germes différentes : *Klebsiella oxytoca*, *Stenatrophonas maltophilia*, *Chryseomonas luteola*, *Enterobacter sakazakii*, *Burkholderia cepacia* et *Stenatrophonas maltophilia* (Tab.18). Les bâtonnets sont plus abondants que les cocci.

Il est à noter que les bactéries appartenant à la famille des Entérobactériacées (*Klebsiella oxytoca* et *Enterobacter sakazakii*) sont isolés uniquement dans l'horizon inférieur à 10 cm. Ces bactéries non pathogènes sont en contact direct avec les fientes caractérisées par une acidité élevée et elles montrent une résistance élevée vis-à-vis des neuf antibiotiques testés.

Les quatre espèces bactériennes isolées des sites sous héronnière, soit *Stenatrophonas maltophilia*, *Chryseomonas luteola*, *Burkholderia cepacia*, *Stenatrophonas maltophilia* sont isolés dans les trois profils (10, 20 et 30cm). Ces bactéries sont pratiquement sensibles à la majorité des antibiotiques testés (Tab.18).

CONCLUSION

Ce présent travail vise à connaître l'écologie trophique de l'Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) de la région de Tébessa permettent ainsi de comprendre son expansion grâce à sa plasticité alimentaire et contribuer à une mise en évidence de biocénoses notamment celles des insectes apportant un intérêt agro-écologique pour la région d'El-Merdja, wilaya de Tébessa.

Ainsi, une étude morphologique et une d'évaluation du poids sec de 192 pelotes de rejections de couleurs différentes nous a révélé une taille moyenne de $33,25 \times 7,26$ mm en 2014 et de $39,91 \times 24,39$ mm en 2015. Les plus grandes tailles correspondent aux pelotes de 2015 pendant la période de reproduction. Elles pèsent en moyenne 3,42g. C'est durant l'année 2014 pendant la période estivale et de reproduction et d'élevage des jeunes qu'on trouvé les valeurs les plus élevés du poids sec.

Concernant le régime alimentaire de cet échassier, 192 pelotes ont été décortiquées et analysées durant les deux années d'étude 2014 et 2015. Le menu trophique est composé tant par des proies invertébrées que par des proies vertébrées. Huit classes ont été trouvées avec des importances plus ou moins différentes (Insecta, Arachnida, Chilopoda, Clitellata, Aves, Poisson, Mammalia et Reptilia) tout en notant l'absence de la classe des poissons en 2014 et de trois classes (Clitellata, Chilopoda et Reptilia) en 2015.

Il est à remarquer que pour un total de 11754 proies total trouvées, l'espèce est une prédatrice entomophage par excellence. Les insectes prédominent ce menu avec 6216 items (97,42 %) en 2014, 5244 items (95,97%) en 2015. Au cours du cycle biologique de l'espèce, nous avons constaté une dominance constante des insectes qui a atteint un maximum durant la période estivale qui correspond à 98,92 % (en 2014) et 98.47% (en 2015) du total de proies consommées. Parmi eux, l'ordre des Orthoptera occupe la première place avec (59,24 %) soit 62.55% en 2014 et 55.41% en 2015, suivi par les ordres des Coleoptera et Dermaptera. Ils sont plus consommés en période estivale grâce à leur disponibilité dans les milieux qui sont fréquentés par cet échassier en quête de nourriture.

La famille des Acrididae (Ordre Orthoptera) est la famille la plus consommée avec un total de 52 familles retrouvées en 2014 et 42 familles en 2015 et avec un nombre d'individus de 6366 (53,74%). Elle est suivie par la famille des Carcinophoridae et par celle des Carabidae. En terme de fréquence d'occurrence, quatre familles sont constantes (les Carabidae, les Acrididae, les Melolontidae

et les Agelenidae). Les familles des Melolothidae et des Carabidae sont les familles permanentes durant toute la période du cycle du Héron garde bœufs.

La richesse totale est de 51 espèces pour 2014 et 41 pour 2015. Ces niveaux correspondent à de grandes diversités des proies de cet Ardeidae surtout pendant la période de reproduction ce qui explique son opportunisme. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et Weaver varient entre 1.712 bits en 2014 et 2.016 bits en 2015. Les valeurs de l'indice d'équitabilité sont assez élevées pour la plupart des mois de l'étude et de ce fait, nous pouvons conclure que les populations « proies » sont en équilibre entre elles, ce qui confirme encore une fois son opportunisme.

L'analyse multivariée des données révèle aussi que les périodes du cycle biologique de cet échassier sont en étroite relation avec les principales familles de proies retrouvées dans le bol alimentaire de l'oiseau et que des différences dans son régime alimentaire sont observées entre les deux années de l'étude. Ainsi, il en ressort que le Héron garde-bœufs montre une grande plasticité alimentaire et une grande capacité d'adaptation aux changements des conditions du milieu grâce à la disponibilité des bioressources alimentaire, ce qui peut être un facteur favorisant son expansion. De ce fait, l'espèce présente à un grand intérêt pour l'agriculture du fait qu'elle consomme des proies nuisibles comme les Orthoptera, les espèces ravageuses et les rongeurs, mais dans certains cas, elle peut aussi consommer les espèces utiles aux plantes comme les pollinisateurs. Ainsi, cet Ardeidae a montré une grande adaptation alimentaire. Il a développé une stratégie alimentaire adaptée au milieu et la composition de son régime alimentaire est en relation directe avec la biodisponibilité de ces proies.

Dans l'autre volet de cette étude qui consiste à la recherche de l'effet des fientes de cette espèce avienne sur la microflore tellurique tout en se basant sur l'analyse bactériologique du sol sous héronnière d'El-Merdja en recherchant des bactéries indicatrices de contamination fécale à savoir les coliformes totaux et fécaux et les streptocoques fécaux, le nombre de bactéries augmente avec la profondeur des horizons pédologiques, ce qui prouve l'effet de l'acidité des fientes des hérons qui agissent négativement sur la prolifération microbienne de la partie superficielle du sol. Le plus grand nombre des coliformes totaux est enregistré au niveau du premier horizon du sol héronnière avec 140.10^3 UFC/ml. En effet, les Streptocoques fécaux proviennent principalement de la charge des fientes de ces échassiers.

Les tests d'identification des souches isolées ont permis d'identifier six souches rapprochées aux différents genres : *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter sakazakii*, *Stenotrophomonas maltophilia*, *Chryseomonas luteola*, *Burkholderia cepacia* et *Stenotrophomonas maltophilia*. Les deux premières sont

apparues uniquement dans l'horizon inférieur à 10 cm ce qui signifie leur tolérance à l'acidité des fientes du Héron garde-bœufs et elles affichent une résistance élevée vis-à-vis des antibiotiques étudiés. Les autres souches sont isolées dans les trois profils (10, 20 et 30cm) et sont pratiquement sensibles à la majorité des antibiotiques utilisés. Ainsi, les grandes quantités de fientes acides de cet oiseau rendent les milieux sous héronnières moins stables et plus fragiles ce qui favorise la présence d'une proie indicatrice de la fragilité du milieu (famille Cicadidae) dans ses pelotes de réjection. Elle peut causer des problèmes de la santé des riverains.

En perspective, il serait souhaitable de pousser encore plus les études et réaliser des suivis en continu sur les emplacements des nids et des colonies du Héron garde-bœufs, en particulier les grandes colonies. Des campagnes de vulgarisation devraient être organisées dans toutes les aires colonisées par le Héron garde-bœufs pour sensibiliser les populations et les pouvoirs publics aux problèmes réels posés par la présence de cet oiseau et leur proposer des solutions écologiques efficaces et peu coûteuses.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **AMHIS W., BENSLIMANE A., TIOUIT D., NAIM M., 2001-** Tests de sensibilité utiles au traitement antibiotique. *Médecine du Maghreb.*, n°91, P 22-25.
2. **ANONYME, 1985-** Etude d'un schéma directeur de développement de la wilaya de Tébessa . Dir. Sev. Agr. Wilaya Tébessa.
3. **ANONYME, 2000-** MINITAB version 13.13 pour Windows.
4. **ANONYME, 2001-** *Faune et flores. 4 milieux pour un marais.* Le journal du marais poitevin.
5. **ANONYME, 2006-** Fiche de recensement de l'avifaune à travers la wilaya de Tébessa .Dir .gén.for .conser .Tébessa.
6. **ANONYME, 2007a-** Fiche signalétiques de la wilaya de Tébessa. Dir. Sev. Agr. Wilaya Tébessa.
7. **ANONYME, 2007b-** Inventaire des sites de retenue des bassins de la Mellegue et chott Melhrir. ANRH, Wilaya Tébessa
8. **ANONYME, 2017c-** Données de la station météorologique de Tébessa. La station météorologique de Tébessa.
9. **AOUISSI A., 2009-** *Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie).* Mémoire de Magister. Guelma: Université 08 mai 1945, 141p.
10. **ARENDT W.J., 1988-** Range expansion of the Cattle egret (*Bubulcus ibis*) in the Greater Caribbean basin. *Colonial Waterbirds*, n°11, p.252-262.
11. **BAKOUR S., 2016-** Ecologie trophique du Héron garde bœuf *Bubulcus ibis* (Linné, 1758) de l'île Rachgoun (Oranie, Algérie). Thèse de magistère en Ecologie et Environnement. : université de Béjaia, 82 p.
12. **BARBAULT R., 1981-** *Ecologie des populations et des peuplements.* Ed. Paris : Masson, 200p.

13. **BENARFA N., 2005-** Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Tébessa. Mémoire de magister en Entomologie. Université Mentouri Constantine, 130p.
14. **BENOUIS K., BENABDERRAHMANE M., HARRACHE-CHETTOUH D. et BENABDELI K., 2008-** Peut-on boire les eaux de bains maures « Hammam »? cas des bains de la ville de Sidi-Bel-Abbès. *Cahiers Santé*, vol. 18, n° 2, P.63 – 66.
15. **BEN SAADA A., 2017-** Etude du régime alimentaire du Héron garde boeufs *Bubulcus ibis* dans la région de Bejaia. Mémoire de fin d'étude de master en Bio-Ressources Animales et Biologie intégrative. Université de Béjaia, 44p.
16. **BENSON C.W., 1967-** The birds of Aldabra and their status. *Atoll Research Bulletin* 118, 63-111.
17. **BIGOT L. & P. BODOT., 1973-** Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à *Quecus coccifera* – II. Composition biotique du peuplement des invertébrés. *Vie et Milieu*, Vol. 23, Fasc. 2 (Sér. C), 229-249.
18. Biomerieux API, Apiweb, La galerie de référence : L'interprétation automatisée et simplifiée à la portée de tous . Polycopiés dactylographié, 8p.
19. **BLAKER D., 1969-** Behaviour of the Cattle egret. *Ostrich*, n° 40, p.75 – 129.
20. **BLONDEL L., 1979-** *Biologie et écologie*. Ed. Paris: Masson, 173 p.
21. **BOCK C.E et LEPHTIEN L.W., 1976-** Population growth in the Cattle egret. *Auk*, n°33, p.164 -166.
22. **BOKOSSA YAOU I., 2008-** Renforcement des capacités de l'autorité comptent et des techniques de laboratoire – Harmonisation des protocoles d'analyses microbiologiques sur les produits de pêches-. projet d'appui au secteur privé, 67p
23. **BOLOGNA G., 1980-** *Les oiseaux du monde*. Ed. Paris : Solar, 510p.
24. **BOSTAN N., ASHRAF M., MUMTAZ A.S & AHMAD I., 2007-** Diagnosis of heavy metal contamination in agro-ecology of Gujranwala, Pakistan using cattle egret (*Bubulcus ibis*) as bioindicator. *Ecotoxicology*, 16 (2), 247-251.

25. **BOUKHELFA S., 2006-** *Inventaire et étude palynologique des angiospermes de la région de Tébessa (EL- Merdja ; Bekkaria ; Djebel Anouel ; Elhamamet)*. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'Etat en biologie végétale. Tébessa : centre universitaire Tébessa, 82 p.
26. **BOUKHEMZA M., 2000-** *Etude Bio-écologique de la Cigogne blanche (Ciconia ciconia L. 1775) et du Héron garde bœufs (Bubulcus ibis L. 1775) en Kabylie : Analyse démographique, éthologique et essai d'interprétation des stratégies trophiques*. Thèse de Doctorat. Alger : Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 188p.
27. **BOUKHEMZA M., DOUMANDJI S., VOISIN C. et VOISIN J.F., 2000-** Disponibilités des ressources alimentaires et leur utilisation par le Héron garde bœufs, *Bubulcus ibis*, en Kabylie, Algérie. *Terre et vie (Rev.Ecol)*, n°55, p.361 – 381.
28. **BOUKHTACHE N., 2010-** *Contribution à l'étude de la niche écologique de la Cigogne blanche Ciconia ciconia L., 1758 (Aves, Ciconiidae) et du Héron garde-boeufs Bubulcus ibis L., 1758 (Aves, Ardeidae) dans la région de Batna*. Thèse de magister. Batna : université El-Hadj Lakhdar, 201p.
29. **BOUKROUT–BENTAMER N., 1998-** *Disponibilités en ressources entomologiques et modalités de leur utilisation par deux échassiers, la Cigogne blanche (Ciconia ciconia) (Linné, 1758) (Aves, Ciconidae) et le Héron garde bœufs (Bubulcus ibis) (Linné, 1758) (Aves, Ardeidae) dans la Vallée de Sebaou (Kabylie, Algérie)*. Thèse de magister en science agronomique. Alger : Institut National Agronomique – El Harrach, 246 p.
30. **BOULAHBAL F., RAMDANI BOUGUESSA N., SEGHER M., BELOUNI R et BENSLIMANI A., 2009-** *Manuel de microbiologie à l'usage des étudiants en 3^{ème} année de Medecine*. Alger : Office des publications universitaire, 277p.
31. **BOURDON J.L , MARCHAL N. , 1981-** *Technique bactériologique*. DOIN, 335p.
32. **BREDIN D., 1983-** *Contribution à l'étude écologique d'Ardeola ibis (L.) : Héron garde boeufs de Camargue*. Thèse Doctorat 3ème cycle. France :Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 315 p.
33. **BREDIN D., 1984-** Régime alimentaire du Héron garde bœufs à la limite de son expansion géographique récente. *Terre vie (Revue écolo)*, n°39, p.431 -445.
34. **BURGER J., 1981-** A model for the evolution of mixed-species colonies of Ciconiiformes. *Quarterly, Rev. Biol.*, 56, 143-167.

35. **BURGER J., GOCHFELD M., 1989-** Age differences in Cattle egret *Bubulcus ibis*, foraging with ungulates in Kenya, 2vol, n°77, p.201 – 204.
36. **BURGER J. & GOCHFELD M., 1993-** Heavy metal and Selenium levels in feathers of young egrets and herons from Hong Kong and Szechuan, China. *Revue Environmental contamination and toxicology*, 25 (3): 322-327.
37. **BURGER J. & GOCHFELD M., 1997-** Heavy metal and Selenium concentrations in feathers of egrets from Bali and Sulawesi, Indonesia. *Revue Environmental contamination and toxicology*, 32 (2): 217-221.
38. **BURNS E.C., Chapin J.B., 1969-** Arthropods in the diet of the Cattle egret in Southern Louisiana. *J. Econ. Ent.* n°62, p.736 – 738.
39. **BURTON M., 1978-** *Vies d'oiseaux – le Comportement des oiseaux-* Ed. Paris : la maison Rustiques, 224p.
40. **BURTON M., BURTON R., 1973b-** *Le grand dictionnaire des animaux –Héron- ibis.* Ed. Paris : Bordas, n° 12, 2191-2388 pp.
41. **BUTLER, SCHLAEPFER R., 2002-** Integration of economic and ecological considerations into ecosystem- based management of mountain forests. International Research Course, Bardonecchia (Italy).
42. **CHALINE J., BAUDVIN H., JAMMOT D et SAINT-GERONS C., 1974-** *Les proies des rapaces : petits mammifères et leur environnement.* Ed. Paris : Doin, 141 p.
43. **CHESEL D., DOLEDEC S., 1992-** A.D.E. Software. Multivariate analysis graphical display for environmental data (Version 4). Université de Lyon, 121p.
44. **CLARK G.S., 1985-** Cattle Egrets near Antarctica in April. *Notornis*, 32 (4): 325.
45. Comité de l'antibiogramme de la société Française de Microbiologie. « Antibiogramme par diffusion en milieu gélosé pour les souches CNR de *Pseudomonas aeruginosa* ». Polygraphié. 2009, 3p.
46. **CRAUFURD R.Q., 1965-** Notes on the ecology of the Cattle Egret *Ardeola ibis* at Rokupr Sierra Leone. *Ibis*, n°108, p.411 – 418.
47. **DAGNELIE P., 1975-** *Analyse statistiques à plusieurs variables.* Ed. Les presses agronomiques, Gembloux, 362p.

48. **DAGNELIE, 2000-** Statistique théorique et appliquée, Tome 2, inférences à une et deux dimensions. Bruxelles-université DE BOECK et LARCIER, 206 p.
49. **Daniel R., 2005-** The metagenomics of soil. *Nature Reviews Microbiology* 3: 470-8
50. **DAJOZ R., 1975-** *Précis d'écologie*. Ed. Paris : Dunod, 549p.
51. **DAJOZ R., 1985-** *Précis d'écologie*. Ed. Paris : Dunod, 505p.
52. **DARMALLAH H., 1989-** *Contribution à l'étude de la reproduction du Héron garde-boeufs (Bubulcus ibis) au niveau du marais de Bou Rdim, Parc National d'El Kala (Algérie)*. Mém. Ing. Agro. Alger: Inst. Nat. Agro., El- Harrach, 67 p.
53. **DAY M.G., 1966-** Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels. *J. Zool.*, London, n°148, p. 201 – 217.
54. **DEAN A.R., 1978-** Cattle egrets feeding on refuse tip». *British Birds*, n°71, 268p.
55. **DEBROT S., FIVVAS G., MERMOD C. et WEBER J.M., 1982-** *Atlas des poils de Mammifères d'Europe*. Université Neuchâtel, 208 p.
56. **DEJONGHE J.F., 1983-** *Les oiseaux des villes et villages*. Ed. Paris: le point vétérinaire, 296p.
57. **DELAGARDE J., 1983-** *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Paris: Dunod, 157p.
58. **DELARRAS C., 2008-** Surveillance sanitaire Et Microbiologique des eaux : Règlementation-Prélèvements-Analyses. *TEC & DOC*, 269p.
59. **DERVIN C., 1992-** *Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances ?* Ed. Paris: Institut technique Cent. Ecol. (I.T.C.E), 72p.
60. **DORST J., 1971-** *La vie des oiseaux*. Ed. Paris: Bordas, Vol. 11, T. I, 382 p.
61. **DOUMANDJI S., DOUMANDJI MITICHE B. et HAMADACHE H., 1992-** place des orthoptères en milieu agricole dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* à Draâ El-Mizan en grande Kabylie (Algérie). *Med.fac. Landbou ww. Univ. Gent.*, n°57 (3a), p. 675 – 678.

62. DOUMANDJI S., HARIZIA A., DOUMANDJI MITICHE B. et AIT MOULOUD S.K., 1993- Régime alimentaire du Héron garde-boeufs, *Bubulcus ibis*, en milieu agricole dans la région de Chlef (Algérie) *Med. Fac. Landbboww. Univ. Gent*, n°58 (2a), p.365 – 372.w
63. DUBOURG A.B., VAN DEN BERG A., VAN DER HAVE T., KEIJL G. & MITCHELL D., 2001- Guide d'observation des oiseaux. Ed. Selection du Readers Diegest. 288 p.
64. DUXBURY W.R., 1963- Food of nesting Cattle Egret and Reed Cormorant. *Ostrich*, n°34, 110p.
65. DZIRI H., LOUNIS F., ROUIDI A., *et al.*, 2016- Le Héron garde-boeufs (*Bubulcus ibis*) en phase d'hivernage dans deux dortoirs suburbains de la ville de Skikda (nord-est algérien). 15p
66. ETCHECOPAR R.D., 1964- Hue F. *Les oiseaux du nord de l'Afrique*. Ed. Paris : N. Bourbée et Cie, 606 p.
67. FALISSARD B., 1996- Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences du vivant, Masson Edission Paris. pp : 314.
68. FALLUI L., LIGNEREUX Y., BARRAT J., RECH J. et SAUTET J.Y., 1979- Etude en microscopie optique des poils (Pili) de la faune Pyrénéenne sauvage en vue de leur détermination. *Zbl. Vet. Med. C. Anat. Histol. Embryol*, n°8, p.307 – 317.
69. FELLAG M., 1995- *Analyse comparative de la composition des régimes alimentaire de la Cigogne blanche (Ciconia ciconia L. 1775) et du Héron garde-boeufs (Bubulcus ibis. L) dans la vallée du Sébaou (Kabylie, Algérie)*. Memoire Ing. Agro. Blida : Univ. Blida, 81 p.
70. FERRAH., 2007- *Contribution à l'étude de la niche écologique d'une espèce invasive ; le Héron garde bœufs (Bubulcus ibis ibis Linné, 1958 : Aves, Ardeidae) dans la région de Batna*. Mém. Ing. Ecol. Végétale et environnement. Batna : Univ. Batna: 75p.
71. FIERER N., LENNON JT., 2011- The generation and maintenance of diversity in microbial communities. *American Journal of Botany* 98: 439-48
72. FOGARTY M.J., HETRICK W.M., 1973- summer foods of nesting cattle egrets in north central Florida». *Auk*, n°90, p. 268 – 280.

73. **FRANCHIMONT J., 1985-** Biologie de la reproduction du Héron garde-boeufs (*Bubulcus ibis*) dans une héronnière mixte du nord-ouest marocain. *Aves*, vol 4, n°22: p.225 – 247.
74. **FRANCHIMONT J., 1986b-** Les lieux d'alimentation du Héron garde-boeufs, *Bubulcus ibis*, dans le nord-ouest marocain. *Aves*, vol 4, n° 23, p.216 – 224.
75. **FUJIOKA M., 1985-** Sibling competition and siblicide in asynchronously-hatched broods of the Cattle egret *Bubulcus ibis*. *Anim. Behav.* (33): 1228-1242.
76. **FRANCHIMONT J., 1986-** Aperçu de la situation du Héron garde bœufs (*Bubulcus ibis*) en Afrique du Nord dans le contexte de l'expansion mondiale de l'espèce. *Aves*, vol 2, n°23: p.121 – 134.
77. **GASSETT J. W., FOLK T. H., ALEXY K. J., MILLER K. V., CHAPMAN B. R. et BOYD E. L., 2000-** Food Habits of cattle egret on St. Croix,—U.S. Virgin Islands. *The Wilson Bulletin*, vol 2, n°112, 268 p.
78. **GAUTHIER-CLERC M., JIGUET F. & LAMBERT .N., 2002-** Vagrant birds at Possession Island, Crozet Islands and Kerguelen Island from December 1995 to December 1997. *Marine Ornithology*, 30. 38- 39.
79. **GAYMER R., 1967-** Observations on the birds of Aldabra in 1964 and 1965. *Atoll Research Bulletin*, 118 113-125.
80. **GENNE D., SIEGRIST H.H., 2003-** De l'antibiogramme à la prescription d'un antibiotique. *Forum Med Suisse*, n° 20, p. 464-468.
81. **GEROUDET P., 1978-** *Grands échassiers, gallinacés, râles d'Europe*. Paris : Delachaux et Niestlé, 429 p.
82. **GHERBI-SALMI, 2014-** Etude de l'Éco éthologie trophique du Héron garde-boeufs *Bubulcus ibis* Linné, 1759 (Aves, Ardeidae) dans la Kabylie de la Soummam (Bejaia). Thèse Doctorat, Univ. Bejaia, 193 p.
83. **HAFNER H., 1977-** *Contribution à l'étude écologique de quatre espèces de Hérons (Egretta g. garzetta L., Ardeola r. ralloïdes Scop., Ardeola i. ibis L., Nycticorax n. nycticorax L.) pendant leur nidification en Camargue*. Thèse doctorat, Univ. Paul Sabatier Toulouse, 183 p.

84. **HAMDINE W., 1990-** *Ecologie de la genette : Genetta Genetta, Linné 1758, dans le parc national de Djurdjura, station de Tala-Guilef*. Thèse Magister ; Alger :Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 152 p.
85. **HAMMER O., HARPER D.A.T., RYAN P.D., 2001-** PAST 3.12 : Paleontological Statistics software package for education and data analysis, *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.
86. **HANCOCK J., KUSHLAN J.A., 1989-** *Guide des Hérons du monde – aigrettes – bihoreaux - butors - Hérons - honorés*. Ed. Paris, Delachaux et Niestlé, 288 p.
87. **HART T., SHEARS P., 1997-** *Atlas de poche de microbiologie*. Paris: Flammarion Médecine-Science, 313p.
88. **HARRISON C., 1977-** *Les nids, les œufs et les poussins d'Europe en couleurs*. Ed. Paris : elsevier Sequoia, 430p.
89. **HEIM DE BALSAC H. & MAYAUD N., 1962-** Oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique. Encyclopédie Ornithologique- X. Ed. echevalier, Paris VIe, 487 p.
90. **HEINZEL H., FITTER R. et PARSLOW J., 1992-** *Oiseaux d'Europe, d'Afriques du Nord et du Moyen Orient*. Ed. Paris : Delachaux et Niestlé, 319p.
91. **HIBBERT-WARE A., 1940-** An investigation of the pellets of the commun Heron». *A. cinerea. Ibis*, n°14, p.433 – 450.
92. **HILALUDDIN, SHAH J. N. et SHAWL T., 2003-** water bird -Nest site selection and Breeding success by cattle egret and little Egrett in Amroha, Uttar pradesh, India. vol 4, n°26, p. 444 – 448.
93. **IKEDA S., 1956-** On the food habits of the indian Cattle egret (*Bubulcus ibis coromandus*). *Japanese J. Appl. Zool.*, n°2, p. 83 – 86.
94. **INOUE Y., 1985-** The process of asynchronous hatching and sibling competition in the Little Egret *Egretta garzetta*. *Colonial Waterbirds*, 8: 1-12.
95. **ISENMANN P. & MOALI A., 2000-** The birds of Algeria- Les oiseaux d'Algérie. Soc. Etudes Ornithol., France, Muséum Nat. Hist. Nat., Paris, 336 p.
96. **JENNI D.A., 1969-** A study of the ecology of four species of Herons during the breeding season at Lake Alice, Alachua County, Florida. *Ecological Monographs*, n°39, p.243 – 270.

97. JENNI D.A., 1973- Regional variation in the food nesting Cattle Egret. *Auk*, n°90, p.821 – 826.
98. JOFFIN J J-N., 2001- LEYROL G. *Microbiologie Technique 1 : dictionnaire des techniques*. 3^{ème} éditions. CRDP d'Aquitaine, 320p.
99. JONSSON I., 1994- *Les oiseaux d'Europes, d'Afriques du Nord et du moyen Orient*. Ed. Paris : Nathan, 558p.
100. KAMLER J. F, SUINYUY T. N. et GAOULDING W., 2008- Cattle egret and common Ostrich associations in South Africa. *Ostrich*, vol 1, n°79, *-*.
101. KADRY- BEY I., 1942- The economic importance of the Buff- backed Egret (*Ardeola ibis* L.) to egyptian agriculture. *Bull.Zool.Soc*, n°4, p.20 – 26.
102. KASRI A., LALOUNI A., 1998- Contribution à l'étude de la biologie de reproduction du Héron garde-boeufs (*Bubulcus ibis* Linné, 1758) dans la région de Bejaia (Algérie). Mém. Ing. Ecol. Environ., Uni. Bejaia, 94 p.
103. KAUFMAN, 1996- Disponible sur «http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=209 ».
104. KELLER J., 1978- Détermination des Mammifères de la suisse par leur pelage. I- *Talpidae* et *Soricida*"e . *Rev. Suisse Zool.*, n°85, p.758 – 761.
105. KELLER J., 1980- Détermination des Mammifères de la suisse par leur pelage. II- Diagnose des familles. *Rev. Suisse Zool.*, n°87, p.781 – 796.
106. KREBS C.J., 1989- *Ecological methodology*. New York: Harper and Row, 386p.
107. KUSHLAN J.A., 1978- Feeding ecology of wading birds. Pages 249-296 in SPRUNT A., OGDEN J. C et WINCKLER S. (Eds.), *Wading birds. National Audubon Society, Research Report N° 7*, New York, 68p.
108. KUSHLAN J.A., HAFNER H., 2000 Heron Conservation. *Academic Press, Hardback*: 689p.
109. LACK D., 1968- Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen and co. Ltd., London, 409 p.

110. LAMBARDINI K., BENNETS R.E. et TOURENQ C., 2000- Foraging success and foraging habitat use by Cattle Egrets and Little Egrets in the Camargue, France. *Condor*, n°103, p. 38 – 44.
111. LEBRES E., 2005- Manuel des travaux pratique : analyse des eaux . Institut Pasteur d'Algérie, 60p.
112. MAGURRAN A.E., 1988- *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, Princeton, 179 p.
113. MAZIERS J., RICHARD B. et MAZIERS S., 1980- Une méthode de recherche rapide des coliformes fécaux dans les eaux de mer et les coquillages. *Rtv. Tcav. Inst. Pêches marit*, vol 3, n°44, p.289-293.
114. MC-CALIGAN N.G., 1997- A long term study of factors influencing the breeding success of the Cattle egret in Australia. *Colonial Waterbirds*, vol 3, n°20, p.419 - 428.
115. MOHAMMEDI A., & DOUMANDJI S., 2013- Le statut des proies du Héron garde-boeufs (*Bubulcus ibis* L.) dans la région de Chlef (Algérie). *Rev. Écol. (Terre Vie)*, vol. 68. 283—289.
116. MOHAMEDI, A., S. DOUMANDJI, A. ABABOU, M. KOUDJIL, AND A. ROUABHI. 2016- Impact of predation by cattle egret *Bubulcus ibis ibis* L. on wildlife of farmlands in Chlef region of Algeria. *Lebanese Science Journal*, 17(2): 117- 129.
117. MOCK D.W. & PARKER G.A., 1986- Advantages and disadvantages of egret and heron brood reduction. *Evolution*, 40, : 459-470.
118. MOLINARI K., 1989- *Etude faunistiques et comparaison entre trois stations dans le marais de Réghaia*. Thèse Ing., Agro. Alger : El-Harrach, 171p.
119. MUKHERJEE A., 2000- Adaptiveness of Cattle egrets (*Bubulcus ibis*) foraging. *Zoo's print journal*, vol 10, n°15, p.331 – 333.
120. MULLIÉ W.C., BROUWER J. & SCHOLTE P., 1995- Numbers, distribution and habitat of wintering White Storks in the east-central Sahel in relation to rainfall, food and anthropogenic influences. In Biber O., Enggist P., Marti C., Salathe T.(Eds.), *Conservation of the White Stork western population. Proceedings of the International Symposium on the White Stork (Western Population)*, 7-10 April 1994, Basle (Schweiz), 219-240.

121. MURATA K., NODA A., YANAI T., MASEGI T. & KAMEGAI S., 1998- A fatal *Pegosomalum* sp. (Trematoda : Echinostomatidae) infection in a wild Cattle egret (*Bubulcus ibis*) from Japan. *J. Zool. Wildlife Medicine*, 29 (1), , 78-80.
122. PATANKAR P., DEAI I., SHINDE K. et SURESH B., 2007- Ecology and breeding biology of the Cattle egret *Bubulcus ibis* in an Industrial area at Vadodara, Gujarat». *Zoo's print journal*, vol 11, n°22, p.2885 – 2888.
123. PETERSON R., MOUNTFORT G., HOLLOM P.A.D. et GEROUDET P., 1986- *Guide des oiseaux d'Europe*. Ed. Paris : Delachaux et Niestlé, 460 p.
124. RAMADE F., 1984- *Eléments d'écologie ; écologie fondamentale*. Ed. Paris: Mc. Graw et Hill, 576p.
125. RAMADE F., 2003- *Eléments d'écologie ; écologie fondamentale*. Ed. Paris : Dunod, 690p.
126. RENCUREL P., 1972- Observations sur la nidification du Héron garde-bœufs (*Ardeola ibis* L.) dans l'île de Bou-Regreg . *Alauda*, n°40, p. 278 – 286.
127. REJSEK F., 2002- *Analyse des eaux ; aspects règlementaires Et techniques*. Paris : Sceran, 360p.
128. RENCUREL P., 1972- Observations sur la nidification du héron garde-boeufs (*Ardeola ibis* L.) dans l'île de Bou-Regreg. *Alauda*, 40: 278-286.
129. RIDDEL W.H., 1944- The Buff-backed Heron, *Ardeola ibis ibis* (Linnaeus). *Ibis*, 86, 503-511.
130. RODIER J., 1996- *L'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux de Mer*. 8^{ième} édition. Paris, Dunod, 1365p.
131. RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et coll., 2009- *L'analyse de l'eau*. 9^{ième} édition. Paris : Dunod, 1526p.
132. RUIZ X., JOVER L., 1981- Sobre l'alimentation otonal de la Garcilla bueyera- *Bubulcus ibis* (L) en el delta del Ebro Tarragona (Espana). *P. Dep. Zool.*, *Barcelona*, n°6, p.65 – 72.
133. SALMI R., 2001- *Bioécologie, en particulier régime alimentaire et estimation des populations du Héron garde-boeufs Bubulcus ibis (Linné 1758) (Aves, Ardeidae) dans la basse vallée de la Soummam (Béjaia)*. Thèse Magister. Alger :Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 213p.

134. SAMRAOUI F., MENAI R. & SAMRAOUI, B., 2007- Reproductive ecology of the Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) at Sidi Achour, north-eastern Algeria”. *Ostrich*, 78 (2). 481-487.
135. SAYAD L., 2008- *Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'écosystème lacustre lac des Oiseaux (Wilaya EL Tarf)*. Mémoire de Magister. Annaba : Université Badji Mokhtar, 110p.
136. SBIKI M., BOUGUessa CHERIAK L. et SI BACHIR A., 2007- Etude de la Fréquentation des milieux de gagnage par le Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* dans la région de Tébessa. Janvier à Avril, P.1 – 21.
137. SBIKI M., 2008- *Contribution à l'étude comparative des niches trophiques de deux échassiers de la région de Tébessa : La Cigogne blanche (Ciconia ciconia) et le Héron garde bœufs (Ardeola ibis)*. Thèse de magistère en biologie appliqué. Tébessa : université de Tébessa, 193 p.
138. SBIKI M., 2016- *Contribution à l'étude du régime alimentaire et de la biologie de reproduction (Ciconia ciconia, Aves, Ciconiidae) et du Héron garde boeufs (Ardea ibis, Aves, Ardeidae) dans la région de Tébessa.*: Thèse de doctorat en physiologie animale: université de Batna, 186 p.
139. SEEDIKKOYA K., AZEEZ P. A. et SHUKKUR E.A.A., 2005- Cattle egret *Bubulcus ibis* habitat use and association with cattle». *Foktail*, n°21, p.174 – 176.
140. SEGUIN M., 1998- *Le régime alimentaire de l'Aigle royal (Aquila chrysaetos) en période de reproduction en Corse. Test de validité d'une méthode d'étude et adaptation d'un super-prédateur à un milieu apauvri*. Mém. Diplôme E.P.H.E. Montpellier, 55 p.
141. SELMANE A., 2009- *Analyse de la composition du bol alimentaire d'un oiseau insectivore – le Héron garde bœufs, Bubulcus ibis- dans la région d'El-Merdja (Tébessa)*. mémoire d'Ing en biologie animale. Tébessa : université de Tébessa, 150 p.
142. SELMANE A., 2012- *Structure et étude écologique du Héron garde-bœufs (Bubulcus ibis) dans la région de Tébessa (Est algérien)*. Mémoire de Magister en Biologie animale et environnement . Tébessa : université de Tébessa, 154 p.

143. SETBEL S., 2003- *Impact trophique du Héron garde-boeufs Bubulcus ibis (Linné, 1758) sur la faune associée au milieu agricole près de Tizi Ouzou, de Boudouaou et d'Oued Fayet*. Thèse Magister. Alger : Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 249 p.
144. SETBEL S., DOUMANDJI S. et BOUKHEMZAM., 2004- Contribution à l'étude du régime alimentaire du Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* dans un nouveau site de nidification à Boudouaou (Est-Mitidja). *Alauda*, vol 3, n°72, p. 193 – 200.
145. SETBEL S., DOUMANDJIS., 2006- Succès de reproduction du Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* (Linné, 1758) à Hadjout : nouveau site de nidification. *Revue D'ornithologie algérienne VI*, vol 1, p. 30 – 37.
146. SETBEL S., 2008- *Expansion du Héron garde bœufs en Algérie processus, problèmes et solutions*. Thèse de Doctorat. Alger : I.N.A. EL-Harrach, 341 p.
147. SHARAH H.A., ALI E.A., et MOHAMMED, I.D., 2008- The Feeding Behavior of the Cattle Egrets, (*Bubulcus ibis* L.) in Northeastern Arid Zone of Nigeria. *Journal of agriculture & social sciences*, 4: 6–12.
148. SI BACHIR A., HAFNER H., TOURENQ J. N. et DOUMANDJI S., 2000- Structure de l'habitat et biologie de reproduction du Héron garde bœufs, *Bubulcus ibis*, dans une colonie de la Vallée de la Soummam (petite Kabylie, Algérie). *Revue d'écologie (terre et vie)*, n°55, p.33 – 43.
149. SI BACHIR A., HAFNER H., TOURENQ J. N., DOUMANDJI S. et LEK S., 2001- Diet of the adult Cattle egret (*Bubulcus ibis*) in a new north African colony (petite Kabylie, Algérie) : Taxonomic composition and variability». *Ardela*, vol 2, n°48, p.217 – 223.
150. SI BACHIR A., 2005- *Ecologie du Héron garde bœufs Bubulcus ibis (Linné, 1758), dans la région de Bejaia (Kabylie de la Soummam, Algérie) et suivi de son expansion en Algérie*. Thèse du doctorat. Université Paul Sabatier, 242 p.
151. SIEGFRIED W.R., 1966a- The status of the Cattle egret in South-Africa with notes on the neighbouring territories. *Ostrich*, n°37, p.157 – 169.
152. SIEGFRIED W.R., 1966b- On the food of nestling Cattle egrets. *Ostrich*, n°37, p.219 - 220.
153. SIEGFRIED W.R., 1966c- Age at which Cattle egret first breed. *Ostrich*, n°37, 198p

154. SIEGFRIED W.R., 1971- Feeding activity of the Cattle egret. *Ostrich*, n°59, p.38 – 46.
155. SIEGFRIED W.R., 1971a- Communal roosting of the Cattle egret. *Ostrich Transvaal Royal Society South Africa*, n°39, p.419 – 443.
156. SIEGFRIED W.R., 1971b- Plumage and moult of the Cattle egret. *Ostrich, suppl.* n°9, p.153 – 164.
157. SIEGFRIED W.R., 1971c- he food of the Cattle egret. *Jour. Applic. Ecol.* n°8, p.447 – 468.
158. SIEGFRIED W.R., 1978- Habitat and the modern range expansion of the Cattle Egret. *Natl. Audubon. Soc., New York, Res. Rep.* n°7, p.315 – 324.
159. Sigma-Aldrich, Inc. Coloration de Gram. Protocole N° HT902-FR . Polycopiés dactylographié. 2p.
160. SKEAD C.H., 1966- A study of the Cattle egret, *Ardeola ibis*, Linnaeus. *Ostrich*, suppl. n°6, p.109 - 139.
161. SMITH B., TOMFORHRDE K.M., RHODEND L., BALOWS A., 1972- API System: A multitube Micromethod for Identification of Enterobacteriaceae. *Applied Microbiol.* n°24, p.449-452.
162. STEWART P., 1969 – Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique, quelque reflexions. *Bull.Int.nati.Agro.El harache* : 24-25
163. TANDIA, C. T., 2007- Contrôle et suivi de qualité des eaux usées -Protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques-. Centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible cout. *Centre collaborant de l'OMS*, 52p.
164. TAYLOR R.J. & MICHAEL, E.D., 1971- Predation on an island herony in eastern Texas. *Wilson Bull.*, 83, 172-175.
165. TORRES M.V., MAYAUDON C.M., 1972- Algunos aspectos ecologicos y la alimentacion de la "Garza Garrapatera", *Bubulcus ibis* (Linneo) en la region de "la Mancha", Actopan, Veracruz ». *Annales del Instituto de Biologia de la Universidad Nationale Autôno. Mexico.* 43, Serie Zoologia, vol 1, p89 – 116.
166. VACHON M., 1952- Etude sur les scorpions. *Inst. Pasteur d'Algérie*, Alger, 482 p.

167. VALVERDE J.A., 1955- Essai sur l'Aigrette garzette (*Egretta g. garzetta*) en France. *Alauda*, n°23, p.147 - 171 et p.254 - 279.
168. VALVERDE J.A., 1956- Essai sur l'Aigrette garzette en France (*Egretta garzetta*). *Alauda*, n°24, p.1 - 36.
169. VASQUEZ TORRES M. y. et MARQUEZ MAYAUDON M.C., 1972- Algunos aspectos ecologicos y la alimentacion de la ‘‘Garza garrapatera’’ *Bubulcus ibis ibis* (Linneo) en la region de La Mancha. Actopan, Veracruz. An. Inst. biol. nat. Univ. Mexico, 43 ser. Zool., 1: 89 – 116.
170. VOISIN C.,1978a- Utilisation des zones humides du delta Rhodancien par les Ardéidés. *Oiseau et R.F.O.* Vol. 48, n°4, p.329 – 377.
171. VOISIN C., 1979- Les populations arboricoles d’Ardéidés dans le Delta du Rhône de 1968 à 1977 : Evolution des effectifs et période de reproduction. *Alauda*, vol 3, n°47, p.151 – 156.
172. VOISIN C., 1983- L’oiseau et R.F.O. –les Ardéidés du Delta du Fleuve Sénégal. vol 4, n°53, p.351 – 352.
173. VOISIN C., 1991- *The herons of Europe*. Academic press, I.N.C., London: 364p.
174. WEBER, 1972- Disponible sur: http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=209
175. WHITFIELD Ph. & WALKER R., 1999- Le grand livre des animaux. Ed. Lavoisier, Paris. 616 p.
176. YEATMAN L., 1976- *Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Ed. Paris : Soc. Ornithol. France, 281 p.

RÉSUMÉ

La plasticité alimentaire est l'une des facteurs d'adaptation d'une espèce d'oiseau et favorise son expansion. Pour cela, notre étude consiste à déterminer la niche trophique du Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) de la région de Tébessa (El-Merdja) durant deux années consécutives 2014 et 2015.

L'analyse de 196 pelotes de rejection de couleurs et de tailles différentes nous expose un menu composé tant par des proies invertébrées que par des proies vertébrées, mais d'une manière générale, cet échassier est un prédateur entomophage par excellence. Les insectes dominent son menu avec 97,42 % en 2014 et 95,97% en 2015 avec un total de 11844 proies ingérées. L'ordre le plus ingurgité est celui des Orthoptera. Les Familles les plus sélectionnées et qui sont constantes pendant toutes les périodes sont les Acrididae, les Carabidae et les Melolonthidae, ce qui confirme que le Héron garde-bœufs est une espèce opportuniste.

Une étude complémentaire réalisée dans le but de mettre en évidence l'effet des fientes de cette espèce sur la stabilité et le fonctionnement de la microflore tellurique (sol sous héronnière d'El-Merdja) nous expose d'une part que le nombre de bactéries augmente avec la profondeur des horizons pédologiques. Ainsi, l'acidité de ces fientes agit négativement sur la prolifération microbienne du sol. D'autre part, deux espèces bactériennes (*Klebsiella oxytoca* et *Entrobacter sakazakii*) sont tolérantes à cette acidité. A noter que ces bactéries ont aussi développé une résistance vis-à-vis de nombreux antibiotiques.

Mots clés : Héron garde-bœufs, *Ardea ibis*, niche trophique, régime alimentaire, Insecta, Tébessa (El-Merdja), microflore tellurique, fiente, *Klebsiella oxytoca*, *Entrobacter sakazakii*.

ABSTRACT

The alimentary plasticity is one of the adaptation factors of bird species that promotes their expansion. For that reason, our study consists of determining the trophic niche of cattle egret (*Ardea ibis*) of Tebessa region (El- Merdja) during two successive years, 2014 and 2015.

The analysis of 196 rejection balls of different colors and sizes, shows that the cattle egret menu is composed of both invertebrate prey as well as vertebrate one. It also shows that this wader is an excellent entomophagous predator, for which the insects dominate its menu with 97,42% in 2014 and 95,97% in 2015 for a total of 11844 ingested prey. The most ingested order is the Orthoptera. Based on the ecologic and statistical indices, it shows that the most selected families, which are constant during all periods, are the Acrididae, the Carabidae and the Melolonthidae. All this, confirms that the *Ardea ibis* is an opportunistic species.

A complementary study has been done in order to highlight the effect of the cattle egret droppings on the stability and the functioning of soil microorganisms, the telluric micro-flora, (Heronry soil of El-Merdja). The microbiological study, shows that the number of bacteria increases with the depth of the soil horizons. It also shows that the cattle egret dropping acidity negatively influences on the microbial proliferation of the soil. It reveals, on the other hand, the tolerance of “*Klebsiella oxytoca*”, “*Entrobacter sakazakii*” to the acidity of the droppings. To note that these bacteria have also developed a good resistance to wards different antibiotics.

Keywords : Cattle Egret, *Ardea ibis*, trophic niche, diet, insects, Tebessa (El- Merdja), telluric micro-flora, dropping, *Klebsiella oxytoca*, “*Entrobacter sakazakii*”.

ملخص

المرونة الغذائية هي عامل من عوامل تأقلم الطيور و تحفز انتشاره. لهذا تهتم دراستنا على تحديد النمط الغذائي لطائر الملك الحزين (*Ardea ibis*) لمنطقة تبسة (المرجة) خلال السنتين 2014 , 2015.

من تحليل 196 كعب الإطراح بألوان و أحجام مختلفة نجد أن قائمة غذائه تتكون من فرائس لا فقارية أكثر من فقارية. حيث تأكد أنه مفترس حشري بامتياز إذ تسيطر الحشرات على لائحة غذائه بـ 97,42% في 2014 و 95,97% عام 2015 بالنسبة لمجموع الفرائس تقدر 11844 فريسة يتغذى مكثرا على فئة Orthoptera. و انطلاقا من المؤشرات البيئية و الإحصائية المدروسة تظهر أن Acrididae, Mélolonthidae, Carabidae هي العائلات الأكثر التهاما و ثباتا في غذائه و هذا يؤكد أنه نوع نفعي.

دراسة مكملة تثبت تأثير براز هذا الطائر على استقرار و عمل النظام الحيوي مثل بكتيريا التربة (تربة مستعمرة الملك الحزين بالمرجة). التحليل الميكروبيولوجي لهذه التربة أثبتت أن عدد البكتيريا يتزايد مع عمق التربة مما يعني أن حامضية البراز تؤثر سلبا على تكاثر بكتيريا التربة و أن البكتيريا (*Klebsiella oxytoca*, *Entrobactersakazakii*) متسامحة و متأقلمة مع حامضية هذا البراز و مقاومة للمضادات الحيوية المدروسة.

الكلمات المفتاحية: طائر الملك الحزين (البلشون), *Ardea ibis*, نمط غذائي, حشرات, غذاء, تبسة (المرجة), بكتيريا التربة, براز, *Klebsiella oxytoca*, *Entrobactersakazakii*.

ANNEXE



Figure 19. Présentation de la colonie d'étude de la ferme de Djenna (El- Merdja).
(photo originale)



Figure 20. Le plumage d'hiver et nuptial du Héron garde bœufs (ferme « Djenna »
Tébessa (photo originale).



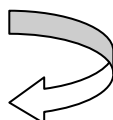
a₁. Mensuration et pesées les pelotes



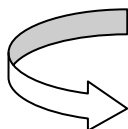
a₂. Conservation de pelote



b₂. Des fragments séparés d'échantillon



b₁. Macération de la pelote



c. Identification des fragments sous une loupe binoculaire

Figure 21. Différentes étapes suivies dans le traitement au laboratoire des pelotes étudiées.

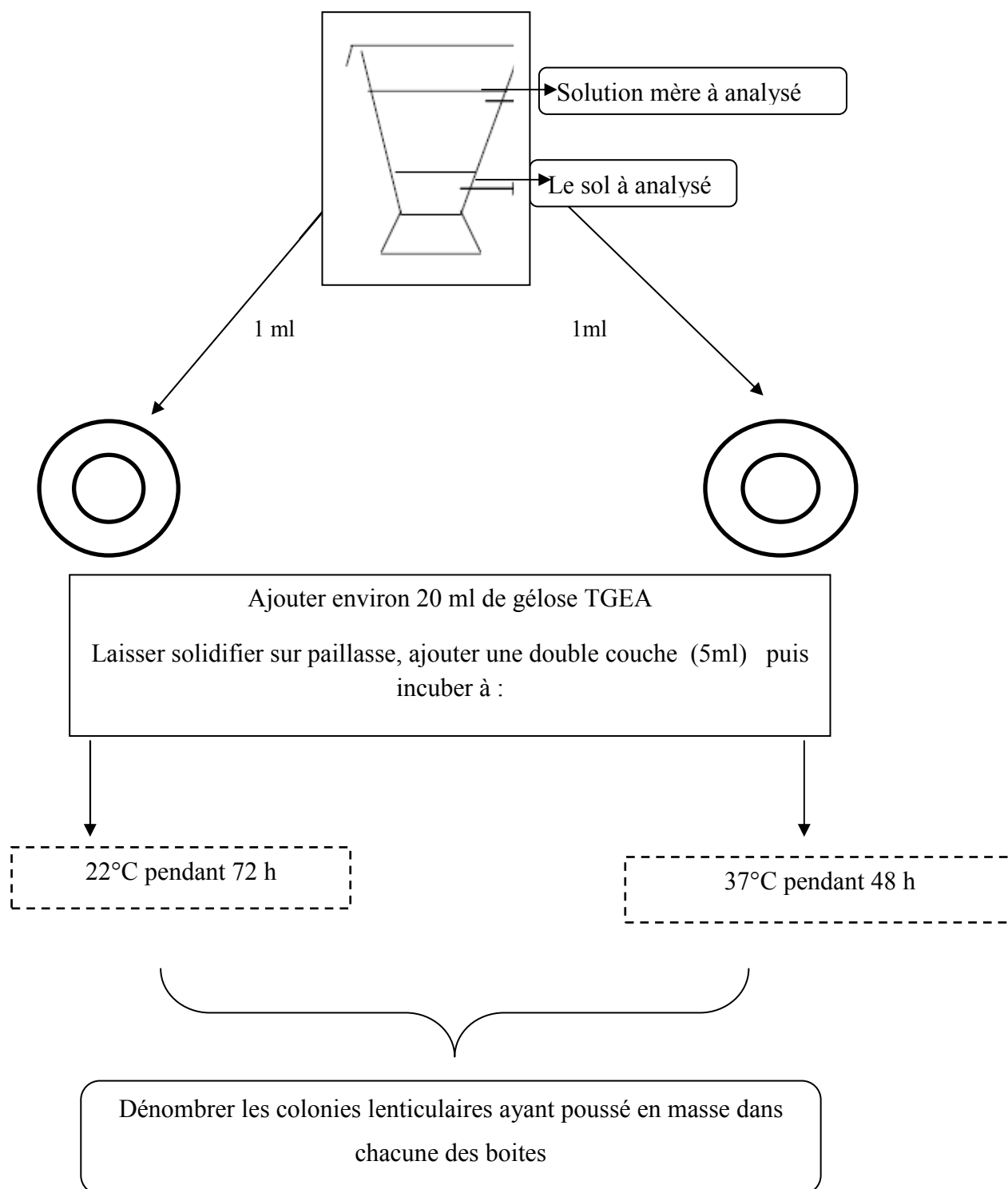


Figure 22. Etapes de Recherche et le dénombrement des bactéries revivifiables .

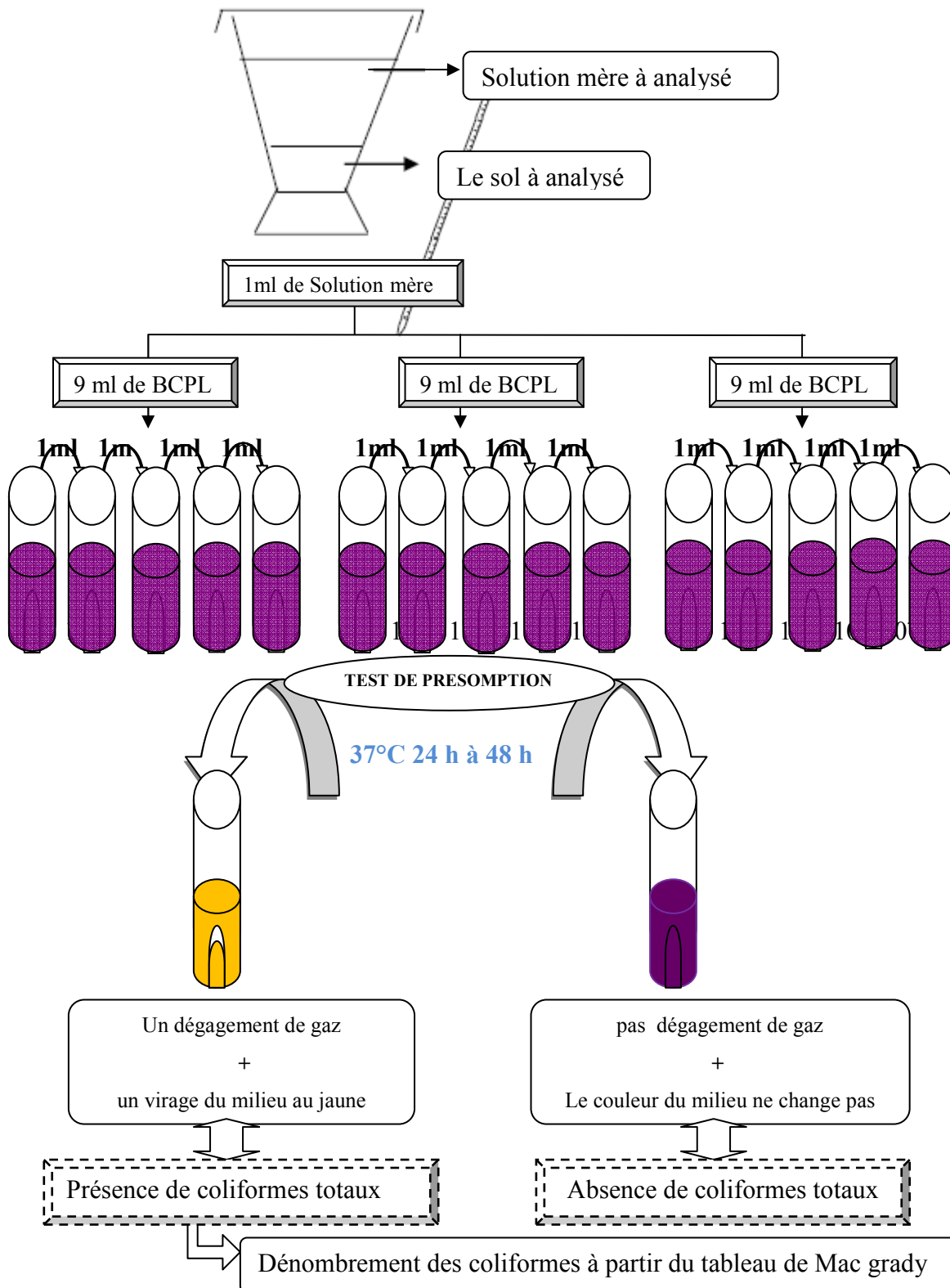


Figure 23. Etapes de recherche et le dénombrement des bactéries coliformes.

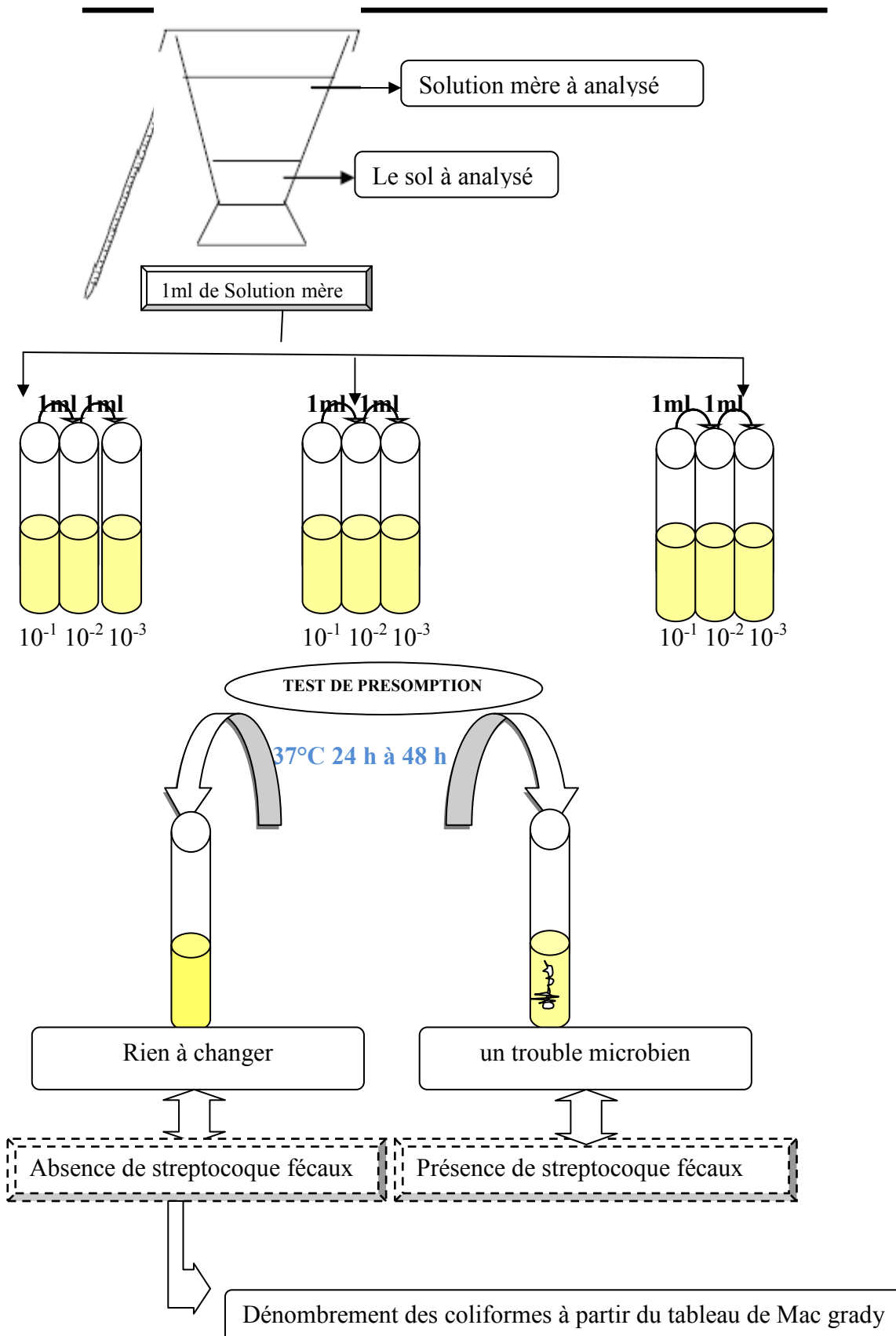


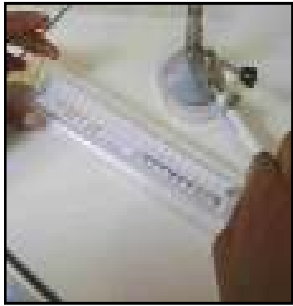
Figure 24. Etapes de Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux



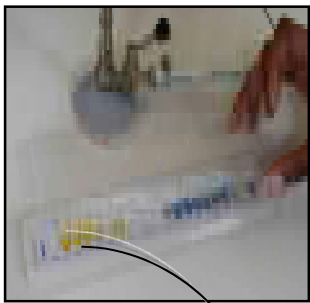
-1-



-2-

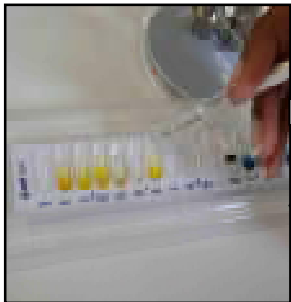


-3-

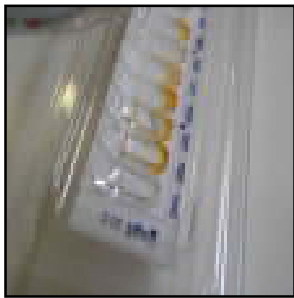


-9-

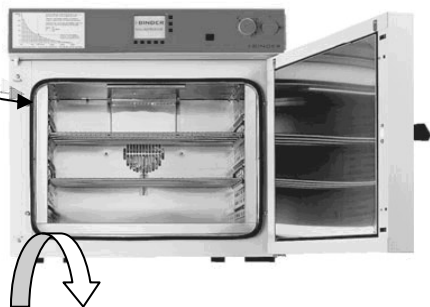
37°C ; 18 à 24H



-8-



-7-



Catalogue analytique, un logiciel d'identification le tableau d'identification.



Identifier la bactérie

Figure 25. Etapes d'utilisation de l'API 20E.



-2-



-3-



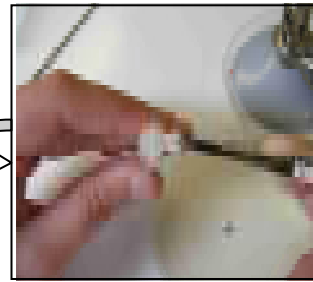
-2-



-3-



-4-



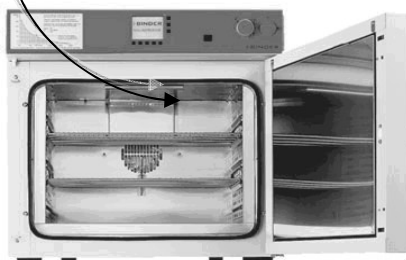
-6-



37°C : 24h



-7-



-8-

Mesurer le diamètre de l'auréole d'inhibition autour de ces disques à l'aide d'une règle

Figure 26. Etude la sensibilité des bactéries aux antibiotiques

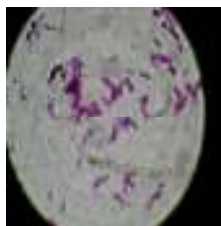


Figure 27. Morphologie microscopique des coliforme Bacille à Gram⁻ (G×100)

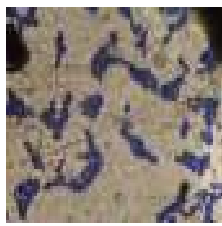


Figure 28. Morphologie microscopique des Streptocoques à Gram⁺ (G×100)

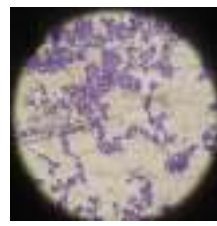


Figure 29. Morphologie microscopique des Staphylocoques à Gram⁺ (G×100)



Figure 30. Profil biochimique de *Klebsiella oxytoca* (a) *Entrobacter sakazaki* (b) isolé sur milieu Hecktoen pour l'horizon 10 cm.



Figure 31. Résultat d'antibiogramme d'un échantillon



Diet Behavior of the Cattle Egret (*Ardea Ibis*) in the Tebessa Region (Eastern Algeria)

Asma Selmane^{1,2}, Ali Chagra³, Nadjette Khelili^{1,2}, Linda Bouguessa⁴, Menouar Saheb¹,
Moussa Houhamdi^{2*}

¹Department of Biology, Faculty of Sciences, Larbi Ben M'hidi University of Oum El-Bouaghi, Algeria,

²Laboratory of Biology, Water and Environment (LBEE), Faculty SNV-STU, University May 8, 1945
Guelma. BP. 401 24000 Guelma, Algeria,

³Department of Biology, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria,

⁴Department of Biology, Faculty of Sciences, University Larbi Tébessi, Tebessa, Algeria.

ABSTRACT

A total of 96 pellets of the Cattle egret were explored in order to assess their morphological and quantitative aspect. The diet of this bird was composed of: invertebrate and vertebrate prey. Invertebrate prey, especially insects, account for the majority of items consumed in terms of the number of individuals (96.14%) reaching their peak during the summer period with 98.96%. They present high diversity diet during all the periods of the life cycle, mainly during breeding period; the Shannon index was equal to 3.477 bits with a high abundance in May with a number of items of 963. The values of the index of equitability were significantly the highest during the major months of study. This result of prey population variation is in equilibrium which confirms the opportunists feeding behavior of this species.

Keywords: Cattle Egret, *Ardea Ibis*, Tebessa, Life Cycle, Opportunists Feeding Behavior.

Corresponding author: Moussa Houhamdi
e-mail: [houhamdi.moussa@univ-guelma.dz](mailto:hhouhamdi.moussa@univ-guelma.dz)

Received: 22 December 2017

Accepted: 19 July 2018

1. INTRODUCTION

In nature, adaptation is the key for many forms of survival and expansion. In bird's community, the Cattle egret (*Ardea Ibis*) is one of the good examples of adaptation noted in the worldwide expansion: from Africa it has become cosmopolitan today, extending to the six continents. This species also breeds in the region of Tebessa (Sbiki, 2008), which is the only colony that coexists with another wader: The white stork (*Ciconia ciconia*), has close to 300 pairs. It is located in the farm "Djenna" (El-Merdja) corresponding to our study area. This contribution aims to study the feeding niche of the Cattle egret (*Ardea Ibis*) during the different periods of its life cycle. Scientific investigations concern both qualitative and quantitative composition.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Study area

The study area is the Tebessa region, the sample area is El-Merdja (North-East of the district Tebessa) in the "DJENNA" farm, where the present study was conducted. The region of Tebessa (35° 28' N, 08° 07' E) is located in the northeastern part of Algeria. It is limited by successor from West to East in the following way: OUM EL -BOUAGHI and KHENCHELA, the Algerian-Tunisian borders, and by SOUK-AHRAS in the North,

while in the South by EL-OUED. This district is located in the Mediterranean semi-arid climate characterized by cold winter.

2.2. Methods

Our study was carried out during the period October 2013 and September 2014. A total of 96 pellets were analyzed covering almost a life cycle of the species (8 pellets / month). The work in the laboratory followed the following steps:

- The pellets collected are subject to measurements, weighing and an overall description
- Dissection of the pellets is done after maceration for a few minutes in the water.
- One by one, the pellets are crushed using tongs and needles to collect all the undigested fragments.
- The systematic determination of the items up to the families will be carried out under the microscope binocular based on the different keys of identification.

2.3. Data analysis

The characteristics of Cattle egret rejection pellets are taken up considerably. In terms of quality, the adult food spectrum (classes, order and family) is treated globally and according to the life cycle periods of the species. These results are exploited using ecological indices such as richness and abundance, Shannon's diversity index and the equitability index followed by statistical techniques (A.F.C.).

3. RESULTS

3.1. Characteristics of rejection pellets

The results concerning the physical characteristics (dimensions and dry weights) of 96 pellets are grouped in Table 1:

Table 1. Measurements and mean weighings of Beef Cattle rejection pellets from the El-Merdja region (Tebessa) during the study period (October 2013 - September 2014) (N = 96 pellets).

	Maximum	Minimum	Mean
Length	50,02	10	33,25 ± 8,69
Width	35,31	6	18,65 ± 7,26
Weight	8	0,5	3,42 ± 1,3

While these parameters for each life cycle period of the species are reproduced respectively by the following Figures:

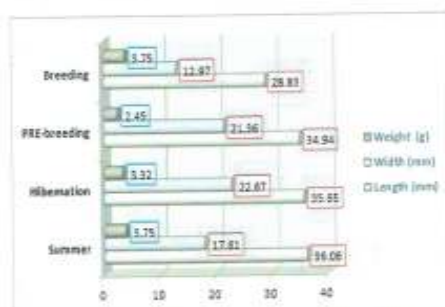


Figure 1. Mean measurements of Cattle rejection pellets from the El-Merdja region (Tebessa) during each period of its life cycle

The mean length values are close, even though the greatest value of the mean is recorded during the summer. We find that the highest value of the mean for the width corresponds to the pellets of the wintering period. Regarding the weights, we notice that the means are almost close and it is during the summer and breeding period that the pellets record the most important values.

3.2. Qualitative analysis of the diet of the Cattle egret (*Ardea ibis*)

During our study, 5727 items were explored, we counted as a total of 38 families divided into 6 classes and 16 orders, of which four (04) orders and ten (10) families remain undetermined.

3.3. Classes of prey

The cattle egret had a varied spectrum of diets whose consists of: 6 classes (Insecta, Arachnida, Annelida, Birds, Mammifera and Reptilia) of different sizes. Its diet is composed of invertebrate prey and vertebrate prey. Invertebrate prey represents the majority of species consumed with a total of 5681 prey (99.19%). There are 46 vertebrate prey species (0.80%). Among the invertebrates consumed, the class of insects largely dominates with 5506 items (96.14%). The composition of their diet undergoes a great variation according to the periods of its biological cycle (summer, wintering, pre-breeding and breeding of chicks) due to changes in ecological conditions of the environment (Tab.03). There were three categories of prey (Insecta, Arachnida and Birds) regularly recorded. Different proportion with a constant dominance of the class of insects reached a maximum during

the summer period that corresponds to a prey number of 1480 or 98.66% of the total prey consumed. The class of mammals appears only at the summer period of the cycle with a number of 6 individuals, representing a small percentage. Classes of Annelids and Reptiles are rarely consumed in two different periods only with percentages not exceeding 0.4% (Table 2).

3.4. Orders of prey

The class of insects includes 8 orders (Orthoptera, Coleoptera, Dermaptera, Heteroptera, Hymenoptera, Homoptera, Diptera and Neuroptera) where the order Orthoptera is the largest with 58.30%, followed by the orders Coleoptera and Dermaptera respectively 23.44% and 15.47% of the total prey species consumed.

Table 2. Prey categories identified in the diet of the Cattle egret in the El-Merdja region (Tebessa) according to life cycle

	Summer	Winter	Pre-breeding	Breeding
Insecta	98,66%	96,43%	92,30%	92,55%
Arachnida	1,13%	2,16%	1,92%	6,92%
Annelida	0,06%	0,38%	0%	0%
Oiseaux	0,13%	0,73%	4,48%	0,25%
Mammifera	0%	0,10%	0%	0,08%
Reptilia	0%	0,17%	0%	0,17%

The remaining orders represent only a small percentage (Figure. 02). While during each period of the life cycle, we find that Orders Coleoptera, Dermaptera, Orthoptera and Hymenoptera regularly appear in the diet of the Cattle egret with different percentages, while the remains are either absent or consumed in small quantities. The order of the Orthoptera which dominates during all the periods of the cycle except in pre-breeding period, is replaced by the order Coleoptera (40,97%).

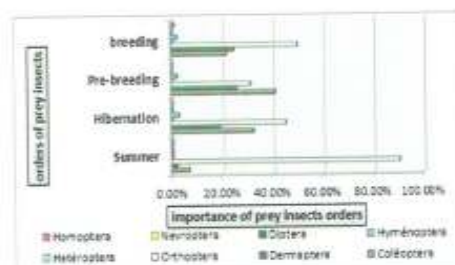


Figure 2. Orders of prey insects identified in the diet of the Cattle egret in the EL Merdja region (Tebessa) according to the life cycle

3.5. Family of prey

Out of a total of 8 orders of prey insects, we identified 33 families of insects. The high number of families of prey insects identified in its diet obliges us to limit these identified families to those that are important and regular. Which will be taken into consideration are only those whose prey number is equal to or exceeds 50 individuals per family. The family Acrididae (Orthoptera Order) is the largest family with a population of

143

3.93 bits and by Mascara with 3.87 bits. The low values of E can be explained by the imbalance between the numbers of prey species since the family Acrididae (Order Orthoptera) dominates during these months (almost all prey tends to be concentrated on a single family). Boukhtache (2010) in the Batna region noted that the equidistribution of the different categories of prey consumed during the breeding season shows higher values for cattails with 0.9 in April. Concerning the pelots collected by Setbel (2008), the values of E fluctuate from one station to another whose stations where the levels of pelots with values of E greater than or equal to 0.5 are that of Bou Redim (89, 3%), Tizi Ouzou (96.4%), Bouira (95%), Boudouaou (98.1%), Hadjout (100%) and Mascara (100%). It should be noted that these results obtained for each study are for a different number of pelots.

Finally, the Cattle egret shows a great capacity of ecological adaptation. It can thus develop a feeding strategy adapted to the changes in the ecological conditions of the environment, notably by the seasonal variation (monthly) of the composition of his diet in relation to the food needs of the species according to the phenological periods.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

The author of this contribution would thanks all persons who contribute to this study.

Conflict of interest

No conflict of interest disclosed for this study.

REFERENCES

- Boukhtache N (2010). Contribution à l'étude de la niche écologique de la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* L., 1758 (Aves, Ciconiidae) et du Héron garde-bœufs *Ardea ibis* L., 1758 (Aves, Ardeidae) dans la région de Batna. Thèse de magister. Batna: université El-Hadj Lakhdar, 201 p.
- Bredin D (1984). Régime alimentaire du Héron garde bœufs à la limite de son expansion géographique récente. Terre vie (Revue écolo), n°39, p.431-445.
- Burns E.C, Chapin J.B (1969). Arthropods in the diet of the Cattle egret in Southern Louisiana». J. Econ. Ent, n°62, p.736-738.
- Doumandji S, Doumandji-Mitiche B, Hamadache H (1992). Place des orthoptères en milieu agricole dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs *Ardea ibis* à Draï El-Mizan en grande Kabylie (Algérie). Med.fac. Landbou ww. Univ. Gent, n°57 (3a), p. 675-678.
- Doumandji S, Harizia A, Doumandji-Mitiche B, Alt-Mouloud S.K (1993). Régime alimentaire du Héron garde-bœufs, *Ardea ibis*, en milieu agricole dans la région de Chlef (Algérie). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, n°58 (2a), p.365-372.
- Fogarty M.J, Hetrick W.M (1973). Summer foods of nesting cattle egrets in north central Florida». Auk, n°90, p. 268-280.
- Gassett J.W, Folk T.H, Alexy K.J, Miller K.V, Chapman B.R, Boyd E.L (2000). Food Habits of cattle egret on St. Croix, -U.S. Virgin Islands». The Wilson Bulletin. Vol 2, n°112, 268 p.
- Hafner H (1977). Contribution à l'étude écologique de quatre espèces de Hérons (*Egretta g. garzetta* L., *Ardeola r. rallioides* Scop., *Ardeola i. ibis* L., *Nycticorax n. nycticorax* L.) pendant leur nidification en Camargue. Thèse doctorat, Univ. Paul Sabatier Toulouse, 183 p.
- Kadry- Bey I (1942). The economic importance of the Buff-backed Egret (*Ardeola ibis* L.) to egyptian agriculture». Bull.Zool. Soc, n°4, p.20-26.
- Ruiz X, Jover L (1981). Sobre l'alimentation otional de la Garcilla bueyera- *Ardea ibis* (L) en el delta del Ebro Tarragona (Espana) ». P. Dep. Zool, Barcelona, n°6, p.65-72.
- Shikl M (2008). Contribution à l'étude comparative des niches trophiques de deux échassiers de la région de Tébessa: La Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) et le Héron garde bœufs (*Ardeola ibis*). Thèse de magistère en biologie appliqué. Tébessa: université de Tébessa, 193 p.
- Selmane A (2009). Analyse de la composition du bol alimentaire d'un oiseau insectivore- le Héron garde bœufs, *Ardea ibis* dans la région d'El-Merdja (Tébessa). Mémoire d'Ing en biologie animale. Tébessa: université de Tébessa, 150 p.
- Setbel S, Doumandji S., Boukhemza M (2004). Contribution à l'étude du régime alimentaire du Héron garde bœufs *Ardea ibis* dans un nouveau site de nidification à Boudouaou (Est-Mitidja) ». Alauda, vol 3, n°72, p. 193-200.
- Setbel S (2008). Expansion du Héron garde bœufs en Algérie processus, problèmes et solutions. Thèse de Doctorat. Alger: I.N.A. EL-Harrach, 341 p.
- Si Bachir A, Hafner H, Tourenq J.N, Doumandji S (2000). Structure de l'habitat et biologie de breeding du Héron garde bœufs, *Ardea ibis*, dans une colonie de la Vallée de la Soummam (petite Kabylie Algérie) ». Revue d'écologie (terre et vie), n°55, p.33-43.
- Si Bachir A (2005). Ecologie du Héron garde bœufs *Ardea ibis* (Linné, 1758), dans la région de Bejaia (Kabylie de la Soummam, Algérie) et suivi de son expansion en Algérie. Thèse du doctorat. Université Paul Sabatier, 242 p.
- Siegfried W.R (1971). Feeding activity of the Cattle egret». Ostrich, n°59, p.38-46.
- Siegfried W.R (1971). Communal roosting of the Cattle egret». Ostrich Transvaal Royal Society South Africa, n°39, p.419-443.
- Torres M.V, Mayaudon C.M (1972). Algunos aspectos ecologicos y la alimentación de la "Garza Garrapatera", *Ardea ibis* (Linneo) en la region de "la Mancha", Actopan, Veracruz ». Annales del Instituto de Biologia de la Universidad Nacional Autónoma de Mexico. 43, Serie Zoologia, vol 1, p.89-116.

Résumé

La plasticité alimentaire est l'une des facteurs d'adaptation d'une espèce d'oiseau et favorise son expansion. Pour cela, notre étude consiste à déterminer la niche trophique du Héron garde-bœufs (*Ardea ibis*) de la région de Tébessa (El-Merdja) durant deux années consécutives 2014 et 2015.

L'analyse de 196 pelotes de rejection de couleurs et de tailles différentes nous expose un menu composé tant par des proies invertébrées que par des proies vertébrées, mais d'une manière générale, cet échassier est un prédateur entomophage par excellence. Les insectes dominent son menu avec 97,42 % en 2014 et 95,97% en 2015 avec un total de 11844 proies ingérées. L'ordre le plus ingurgité est celui des Orthoptera. Les Familles les plus sélectionnées et qui sont constantes pendant toutes les périodes sont les Acrididae, les Carabidae et les Melolonthidae, ce qui confirme que le Héron garde-bœufs est une espèce opportuniste.

Une étude complémentaire réalisée dans le but de mettre en évidence l'effet des fientes de cette espèce sur la stabilité et le fonctionnement de la microflore tellurique (sol sous héronnière d'El-Merdja) nous expose d'une part que le nombre de bactéries augmente avec la profondeur des horizons pédologiques. Ainsi, l'acidité de ces fientes agit négativement sur la prolifération microbienne du sol. D'autre part, deux espèces bactériennes (*Klebsiella oxytoca* et *Entrobacter sakazakii*) sont tolérantes à cette acidité. A noter que ces bactéries ont aussi développé une résistance vis-à-vis de nombreux antibiotiques.

Mots clés : Héron garde-bœufs, *Ardea ibis*, niche trophique, régime alimentaire, Insecta, Tébessa (El-Merdja), microflore tellurique, fiente, *Klebsiella oxytoca*, *Entrobacter sakazakii*.