

Université Cheikh Larbi Tébessi – Tébessa
Institut des Sciences de la nature et de la vie

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Magister en Biologie

Option : Biologie animale et environnement

Thèmes

**Structure et étude écologique du Héron garde-bœufs (*Bubulcus ibis*)
dans la région de Tébessa (Est algérien)**

05/12/2009 18:16

Date de soutenance : 13 Juin 2012

Présenté par :

- **SELMANE Asma.**

Membre de jury :

M. DJABRI Belgacem (M.C.A.)	Université de Tébessa	(Président)
M. HOUHAMDJI Moussa (Prof.)	Université de Guelma	(Encadreur)
M. SAHÈB Menouar (M.C.A.)	Université d'Oum El-Bouaghi	(Examineur)
M. MAYACHE Boualem (M.C.A.)	Université de Jijel	(Examineur)
Mme. BOUGUESSA-CHERJAK Linda (M.A.A.)	Université de Tébessa	(Membre invité)



SOMMAIRE

INTRODUCTION

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU HERON GARDE BOEUF, *Bubulcus ibis*

- Description générale
- Comportement et activité

7

13

I.II. Ecologie trophique

- Composition du régime alimentaire
- Milieu d'alimentation
- Association aux bétails et aux machines agricoles
- Mode de chasse
- Accessibilité des proies
- Physiologie de digestion
- Rythme d'activités alimentaire
- Pelotes d'adultes et de jeunes
-

14

20

23

25

27

29

30

30

CHAPITRE II : PRÉSENTATION DU CADRE D'ÉTUDE

Présentation générale de la région de Tébessa

- Situation géographique
- Facteurs climatiques
- La végétation

32

35

39



CHAPITRE III. MÉTHODE D'ETUDE

III.I. LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU HERON GARDE BOEUF

- ▣ Méthode d'étude du régime alimentaire
 - Sur le terrain 40
 - Au laboratoire 41
 - a. Exploitation des résultats par les indices écologiques 46
 - b. Exploitation des résultats par l'indice statistique 50

III.II. AMPACT DES FIENTES DU HERON GARDE BŒUFS SUR LES MICROFLORES TELLURIQUES

- ▣ Méthodes générales de prélèvement, transport, conservation et analyses bactériologiques 51
 - a. L'échantillonnage 52
 - b. Transport et conservation au laboratoire 53
 - c. Méthodes générales d'examen bactériologique du sol 53
 - ✓ Préparation de la solution mère 55
 - ✓ Recherche et dénombrement des germes 55
 - Recherche et dénombrement des germes revivifiables 55
 - Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale 58
 - ✚ Recherche et le dénombrement des bactéries coliformes 58
 - ✚ Recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux 62



CHAPITRE IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.I. LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU HÉRON GARDE BŒUFS

■ Caractéristiques des pelotes de rejection du Héron garde bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>) dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	78
➤ Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	78
➤ Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa en fonction de cycle biologique	79
➤ Colorations des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	82
■ Analyse qualitative du régime alimentaire du Héron garde bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>)	83
➤ Spectre alimentaire globale du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	83
● Les classes des proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa)	86
✚ Les classes des proies globales identifiées entre Octobre 2010 et Septembre 2011	86
✚ Les classes des proies identifiées en fonction du cycle biologique	87
● Les ordres et les familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa)	89
✚ Les ordres d'insectes proies globales identifiées entre Octobre 2010 et Septembre 2011	89
✚ Les familles d'insectes proies globales identifiées entre Octobre 2010 et Septembre 2011	90
● Les ordres et les familles d'insectes proies identifiées en fonction du cycle biologique	91

✚ Les ordres d'insectes proies identifiées en fonction du cycle biologique	91
✚ Les familles d'insectes proies identifiées en fonction du cycle biologique	93
➤ Exploitation des résultats par les indices écologiques	96
✚ Emploi d'indices écologiques de composition	96
● L'abondance totale des familles proies du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	96
● La richesse totale des familles proies du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	98
✚ Emploi d'indices écologiques de structure	99
● Indice de diversité de Shannon des familles proies du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	99
● Indice d'équirépartition des familles proies du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	100
➤ Exploitation des résultats par l'indice statistique	101
III.II. AMPACT DES FIENTES DU HERON GARDE BŒUFS SUR LES MICROFLORES TELLURIQUES	
✓ Recherche et dénombrement des germes	104
Recherche et dénombrement des germes revivifiable	104
➤ Recherche et dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale	105
✚ Recherche et dénombrement des bactéries coliformes	105
✚ Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	106
✓ L'identification bactérienne	107



SOMMAIRE



CONCLUSION	113
RÈFÈRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	116
RESUMÈE	128
ABSTRACT	129
ملخص	130
ANNEXE	131



INTRODUCTION

Dans la nature, l'adaptation est la clef de beaucoup de formes de survie et d'expansion. Dans le monde des oiseaux, le Héron garde bœufs (*Bubulcus ibis*) représente un des exemples de cette remarquable adaptation menant à une expansion mondiale : provenant de l'Afrique il est devenu aujourd'hui cosmopolite en s'étendant actuellement aux six continents.

Cette espèce a suscité l'intérêt de différents scientifiques dans le monde, en Egypte (Kadry-Bey, 1942), au Japon (Ikeda, 1956), en Afrique du sud (Siegfried, 1966a, 1971a), en Afrique de l'Est (Burger et Gochfeld, 1989), en Afrique de l'Ouest (Craufurd, 1965), aux Etats Unis d'Amérique (Burns et Chapin, 1969 ; Blaker, 1969; Snoddy ; Telfair et *al.*, in Si Bachir, 2005), aux Antilles (Arendt; Krebs et *al.*, in Si Bachir, 2005), en Australie (Mckilligan in Si Bachir, 2005), en France dans la réserve Camarguaise (Hafner, 1977 ; Bredin, 1983, 1984 ; Marion et Marion ; Clotuche, ; Marion et *al.* ; Hafner et fasola ; Sueur et Tripelet in Si Bachir, 2005) et en Espagne (Ruiz et Jover, 1981)

Les travaux scientifiques ont été d'abord orientés vers différents aspects de la biologie de l'espèce comme la reproduction en égard au succès considérablement remarqué dans diverses régions du monde, se sont ensuite penchés sur son expansion qui s'est accentuée au cours du dernier demi – siècle tant par l'évolution de son aire de répartition que par l'augmentation locale de ses effectifs (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 ; Rimbart, 1997 ; Si Bachir, 1997 ; Grussu et *al.*, 2000 ; Mc Killigan, 2001 ; Hafner et Kushlan, 2002 ; Gerhardt et Taliaferro, 2003 ; Setbel et *al.*, 2005 et Kamleri et *al.*, 2008).

Actuellement les études s'intéressent aux critères de choix du site de nidification et à l'aspect comportemental de l'espèce tant en période de reproduction qu'en phase d'hivernage (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 ; Arendet, 1988 ; Burger

INTRODUCTION



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)(in Si Bachir, 2005 ;Setbel 2008).

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, elle l'est aussi en Kabylie, dans le sud- 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), Samraoui *et al.*, (2007), Setbel, 2008 (Si Bachir, 2005 ;Setbel 2008).

Si Bachir *et al.*, (2000, 2005, 2008) approfondissent leurs recherches sur la biologie, la reproduction et la localisation des nids de *Bubulcus ibis* sur les arbres à El-Kseur (Si Bachir, 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 fait l'objet d'une multitude de 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 les adultes.

Cette espèce niche également dans la région de Tébessa (Sbiki, 2008) est l'unique colonie qui cohabite avec un autre échassier : La Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) regroupe près de 300 couples. Elle est installée dans la ferme « Djenna » (El-Merdja) qui est le lieu de réalisation de cette étude.

INTRODUCTION

Ce travail a pour but d'étudier la niche trophique du Héron garde boeufs (*Bubulcus ibis*) pendant les différentes périodes de son cycle biologique. Les investigations scientifiques portent sur la composition tant qualitative que quantitative.

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.

Dans le premier chapitre de ce document, nous présentons une synthèse bibliographique concernant la biologie et l'écologie trophique de cet échassier. Le deuxième chapitre traite la présentation de la région d'étude. Le troisième et le quatrième chapitre sont consacrés respectivement, à la présentation de la méthodologie du travail sur le terrain, au laboratoire et aux méthodes d'exploitation et de traitement des données recueillies, en exposant les résultats obtenus avec des discussion tout en les comparant aux travaux précédemment réalisés dans la région de Tébessa et dans d'autres régions d'Algérie. La conclusion générale est une récapitulation de l'ensemble des résultats obtenus.



LISTE DES TABLEAUX

N° du Tableau	Titre de Tableau	Page
Tableau 01	Nominations du Héron garde bœufs dans différentes langues, Selon Etcheocpar 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 Geroudet (1978)	7
Tableau 03	Paramètres météorologiques de la région de Tébessa (2010 – 2011)	38
Tableau 04	Mensurations et pesées moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d’El-Merdja (Tébessa) durant la période d’étude (Octobre 2010 – Septembre 2011)	78
Tableau 05	Indication de la couleur des pelotes selon les types de proies	82
Tableau 06	Systématique des différentes proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d’El –Merdja (Tébessa) durant notre période d’étude (entre Octobre 2010 et Septembre 2011)	83
Tableau 07	Valeurs des différents indices écologiques des proies des Hérons garde boeufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011	96
Tableau 08	Identification bactérienne	108
Tableau 09	Check liste des espèces végétales recensées au niveau du site d’El-Merdja	131
Tableau 11	Lecture et interprétation des résultats de l’API 20 E	134
Tableau 12	Table de Mac-Grady (NPP)	135



LISTE DES FIGURES

N° de la figure	Titre de la figure	Page
Figure 01	Plumage d'hiver du Héron garde bœufs (la ferme « Djenna »)	8
Figure 02	Plumage nuptial du Héron garde bœufs (la ferme « Djenna »)	9
Figure 03	Vol des Hérons garde bœufs	10
Figure 04	Colonie mixte: le Héron garde bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>) et la cigogne blanche (<i>Ciconia ciconia</i>) (El-Merdja- Tébessa)	12
Figure 05	Différents milieux d'alimentation	22
Figure 06	Association du Héron garde bœufs au bétail	24
Figure 07	Situation géographique de l'Algérie	32
Figure 08	Photo satellite d'El-MERDJA	33
Figure 09	Présentation de la colonie d'étude de la ferme de Djenna (El- Merdja)	33
Figure 10	Différentes mares existantes au sein du milieu d'étude	34
Figure 11	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Tébessa (deux années 2010, 2011).	39
Figure 12	Situation de la wilaya de Tébessa dans le Climagramme d'Emberger	40
Figure 13	Différents types de pelotes récoltées du Héron garde boeufs	41
Figure 14	Collection des pelotes de rejection sur terrain.	44
Figure 15	Différentes étapes suivies dans le traitement au laboratoire des pelotes	45
Figure 16	Méthode de prélèvement du sol	52
Figure 17	Protocole expérimental de l'impact des fientes du Héron garde bœufs sur les microflores telluriques	54
Figure 18	Etapes de recherche et le dénombrement des bactéries revivifiables	57
Figure 19	Etapes de recherche et de dénombrement des bactéries coliformes	61
Figure 20	Etapes de recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux	63
Figure 21	Etapes d'utilisation de l'API 20E	70
Figure 22	Mode de remplissage des microtubes de l'API 20 E	71

LISTE DES FIGURES



Figure 23	Test de la catalase	72
Figure 24	Test de l'oxydase	73
Figure 25	Test du mannitol mobilité	74
Figure 26	Etude la sensibilité des bactéries aux antibiotiques	77
Figure 27	Mensurations moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant chaque période de son cycle biologique	80
Figure 28	Poids moyens des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant chaque période de son cycle biologique.	81
Figure 29	Quelques fragments de proies trouvées dans les pelotes du Héron garde bœufs.	85
Figure 30	Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) entre Octobre 2010 et Septembre 2011.	86
Figure 31	Catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique.	87
Figure 32	Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) entre Octobre 2010 et Septembre 2011.	89
Figure 33	Familles d'insectes proies les plus importantes identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) entre Octobre 2010 et Septembre 2011.	90
Figure 34	Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique.	92
Figure 35	Familles d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique.	94
Figure 36	Abondance par mois des familles proies du garde bœufs dans la région	97

LISTE DES FIGURES



	de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre 2011.	
Figure 37	Richesse totale des familles proies du Héron garde bœufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre 2011.	98
Figure 38	Valeurs de Shannon-Weaver des familles proies du Héron garde bœufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre 2011.	99
Figure 39	Valeurs d'Equitabilité des familles proies du Héron garde bœufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre 2011.	100
Figure 40	Carte factorielle des différentes familles (b) proies du Héron garde bœufs (<i>Bubulcus ibis</i>) en fonction des mois d'étude dans la région d'El-Merdja à Tébessa	103
Figure 41	Dénombrement des bactéries revivifiables dans un sol héronnière et sol témoin à 22 C° et à 37 C°.	104
Figure 42	Evolution du nombre de coliformes totaux dans le sol d'El – Merdja	105
Figure 43	Evolution du nombre de Streptocoques fécaux dans le sol d'El-Merdja	106
Figure 44	Morphologie microscopique des coliformes Bacille à Gram ⁻ (G×100)	112
Figure 45	Morphologie microscopique des streptocoques à Gram ⁺ (G×100)	112
Figure 46	Morphologie microscopique des staphylocoques à Gram ⁺ (G×100)	112
Figure 47	Profil biochimique de <i>Klebsiella oxytoca</i> trouvé en milieu Hecktoen pour le niveau 10 Cm du premier échantillon	112
Figure 48	Résultat d'antibiogramme par diffusion d'un échantillon	112

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU HERON GARDE BOEUF

Parmi les représentants les plus primitifs de la famille des Ardeidés, le Héron garde-boeufs, *Bubulcus ibis*, est une espèce d'origine indo-africaine qui est devenue aujourd'hui cosmopolite (Franchimont, 1985).

➤ **Systematique et denomination**

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 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), Paters 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 tarse 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 « *Bubulcus 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-boieira

(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 au bord 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*.

Geroudet (1978), Voisin (1991), Grasse, Darley, Bock et Whitfield et Walker (in Boukhtache 2010) classent le Héron garde-boeufs dans les taxons suivants :

- **Règne** : Animalia
- **Sous règne** : Métazoa
- **Super embranchement** : Chordata
- **Embranchement** : Vertèbre
- **Sous-embranchement** : Gnathostomata
- **Super classe** : Tetrapoda
- **Classe** : Aves
- **Sous-classe** : Passerae
- **Super-ordre** : Ciconiimorphae
- **Ordre** : Ciconiiforma
- **Sous-ordre** : Ciconii
- **Famille** : Ardeidae
- **Sous famille** : Ardeinae
- **Genre** : *Bubulcus* (*Ardeola*)
- **Espèce** : *Bubulcus ibis* (*Ardeola*) (Linnée in Si Bachir, 2005)
- **Synonymes** : *Ardeola ibis*, *Ardea veranyi* Roux et *Ardeola bubulcus* Gray. (Boukhtache, 2010).

Le Héron garde boeufs, *Bubulcus 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:

-**B. ibis ibis** : que l'on trouve en Afrique, en l'Europe, en Asie et en Amérique se distingue par des plumes nuptiales variant de l'or sombre à la cannelle foncée.

-*B. ibis coromandus* : vivant en Asie, en Australie et en Océanie, est caractérisée par un tarse plus long.

-*B. ibis seychellarunt* : forme intermédiaire entre les deux premières se trouve aux Seychelles et a tendance à avoir des ailes courtes.

➤ **Description générale**

Le Héron garde bœufs est un échassier blanc, relativement petit et plein de corps. Le Héron garde bœufs (*B. ibis*) 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 GerouDET (1978)

Organe	Dimension (Moyenne) en (mm)
Aile pliée	249
Queue	90
Bec	56
Tarse	75

Une longueur de 50 à 56 cm (17 pouces) une envergure de 90 à 96 cm (37 pouces) et un poids moyen de 23g (intervalle de 22-25g) chez le héronneaux (Sbiki 2008) ,300 à 475 g (0,6g à 1 livre) caractérisent cet oiseau (yeatman, 1976 ; GerouDET, 1978 ; Peterson et *al.*, 1986 et Hancock et Kushlan, 1989).

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) (Fig. 01). 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) (Fig. 01).



Figure 01. Plumage d'hiver du Héron garde bœufs (ferme « Djenna » Tébessa (Selmane, 2009).

❖ Le plumage nuptial

Apparaît pendant la saison de multiplication. Les oiseaux adultes développent leur plumes et deviennent légèrement longues effilées, de cuir épais, 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 (Fig. 02).



Figure 02. Plumage nuptial du Héron garde bœufs (la ferme « Djenna » Tébessa (Selmane, 2009, 2010)

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 mineur. 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).

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 milliers de voix d'adultes augmente sensiblement les craquètements des jeunes, aux nids (GerouDET, 1978).

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) (Fig.03). 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).



Figure 03. vol des Hérons garde bœufs (Selmane, 2009)

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. 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) (Fig. 04) et les Hérons arboricoles, en particulier, l'Aigrette garzette (Hafner, 1977 ; Blaker, 1969).



Figure 04. Colonie mixte: le Héron garde bœufs (*Bubulcus ibis*) et la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) (El-Merdja- Tébessa (Selmane, 2009).

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 *B. 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 angustifokia*) et les Eucalyptus (Franchimont, 1985 ; Boukhemza, 2000 ; Hilaloudin 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 tuent 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.

➤ **Comportement et activité**

Contrairement aux autres Hérons, le héron garde-bœufs n'est pas forcément lié au milieu aquatique (Geroudet, 1978; Franchimont, 1986b). Il est spécialisé dans la chasse des insectes vivants dans le pâturage (Geroudet, 1978). Cet oiseau fait preuve d'un instinct grégaire (Burton et Burton, 1973b ; Bologna, 1980 ; Valverde 1955 – 1956). Il niche en colonies plus ou moins nombreuses (de dix à un ou plusieurs milliers) dans les arbres ou dans les buissons à proximité des lacs ou des étangs. Il niche également avec d'autres espèces d'oiseaux qui lui sont voisines (Burton et Burton, 1973b ; Bologna, 1980). Ils volent également en groupes (bandes) mais contrairement aux oies ou à certains autres échassiers qui sont connus pour leur alignement strict, ils adoptent des formations désordonnées organisées en « grain de chapelets » (Geroudet, 1978, Voisin, 1978a ; Burton, 1987 ; Molinari, 1989 et Jonsson, 1994). La recherche de nourriture est également souvent une quête collective, ou séparée.

Bubulcus 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.II. Ecologie trophique

➤ 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 *B. 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.
- 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. 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).

L'analyse de deux paramètres trophiques (indice de Shannon, biomasse de proie), bénéficie notre information sur les proies choisies par le Héron garde bœufs pendant tout le cycle biologique (reproduction, post reproduction, hibernation) (Si Bachir et *al.*, 2000). 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.

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.

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 proportion sont moindres dans d'autre 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 significatif dans certaines régions : 4% en sud de l'Afrique (Siegfried, 1971), 10,02 % en Ebro Delta, Espagne (Ruiz et Javer, 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).

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'Anoues 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).

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 quelques 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 anoures 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.

➤ Milieu d'alimentation

Contrairement aux autres Ardéidés, 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). 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).

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. Ce sont également des milieux qui offrent le plus de disponibilité et d'accessibilité de proies tant invertébrées que vertébrées (Si Bachir, 2005) (fig. 05).

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, 2008).



a. Les mares temporaires (El- Merdja)



b. Les labours (El- Merdja)



c. Les immondices (la route de Bakkeria)

Figure 05. Différents milieux d'alimentation (selmane, 2009)

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 (*B. 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).

➤ 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'origines 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 boeufs 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 différentes type de bétails (bovins 15,36 % ; ovins 14,67 %) enregistrés dans les friches, les labours, les milieux fauchés et les cultures basse 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 phénologiques 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 bétail (fig. 06) ils s'alimente habituellement près de leurs jambes en avant (Mukherjee, 2000 ; Seedikkoya et *al.*, 2005) profitant du dérangement occasionné par le bétail aux petits insectes.



a. Association aux ovins (prés de la décharge Publique, la route de Bekkaria)

b. Association aux bovins (à El Merdja)

Figure 06. Association du Héron garde bœufs aux bétails (a :Selmane, 2009 ; b : 2010).

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 capturé 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 (2008) mentionne l'absence de l'association aux machines agricoles qui sont peu fréquentes dans la région de Tébessa qui ne connaît pas une très grande activité agricole.

➤ **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 (*B. 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).

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).

B. 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).

➤ **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 besoin 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 accessibles 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 boeufs 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.

➤ **Physiologie de digestion**

Les Hérons sont connus pour avoir des sucs 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).

➤ **Rythme d'activités alimentaire**

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.

➤ **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). Certain pelotes contiennent autres fragments tels que : feuilles et autre espèces naturelle ou plantes cultivé, ou petits fragments de bois. Ces fragments différent 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 lâches contenant des proies entières ou seulement des fragments de ces dernières. Le degré de dénaturation des proies rejetées varie fort probablement avec la durée de leur digestion. Ces régurgitâts 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.

CHAPITRE II : PRÉSENTATION DU CADRE D'ÉTUDE

Le cadre d'étude est la région de Tébessa et la zone échantillon est El-Merdja dans la ferme « DJENNA », dans lesquelles s'est déroulée la présente étude.

Présentation générale de la région de Tébessa

➤ Situation géographique

✓ Tébessa

La wilaya de Tébessa se situe à l'extrême Est du pays sur les hauts plateaux, 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. 07). Elle est limitée en succédant d'Ouest en Est de la façon suivante : OUM EL –BOUAGHI et KHENCHELA, les frontières algéro - Tunisien, et par SOUK-AHRAS au Nord, tandis qu'au Sud par EL -OUED.



Figure 07. Situation géographique de l'Algérie.

✓ EL-MERDJA

Elle se situe au Nord-Est de la Wilaya de Tébessa. Elle est limitée (fig 08) par : DJEBEL DYR au Nord, la route nationale menant vers EL-KOUIF à l'Est, aéroport de Tébessa à l'Ouest.



Figure 08. Photo satellite d'EL-MERDJA.

La ferme contenant la colonie où se réalise notre étude est représentée sur la figure 09.



Figure 09. Présentation de la colonie d'étude de la ferme de Djenna (El-Merdja). (Selmane, 2009)

Au sein de cette ferme, en plus de la mare ancienne, des nouvelles mares temporaires sont apparues autour des arbres, support des nids (Fig 10).



a. Photo d'une mare permanente



b. Photos des nouvelles mares

Figure 10. Différentes mares existant au sein du milieu d'étude (Selmane, 2009)

➤ Facteurs climatiques

Les paramètres climatiques influencent les comportements des oiseaux. Il est donc important de mettre en évidence les températures puis les précipitations de la région d'étude.

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

- le sub-humide (400 à 500 mm/an) : très peu étendu il ne couvre que quelques îlots limités au sommet de quelques reliefs (Djebel-serdies et Djebel-Bouroumane).
- Le semi-aride (300 à 400 mm/an) : représenté par les sous étages frais couvre toute la partie Nord de la wilaya.
- Le sub- aride (200 à 300 mm/an) : couvre les plateaux steppiques de (Oum-Ali, Saf-Saf-El-Ouesra, Thlidjene et Bir El -Ater)
- L'Arde ou saharien doux (-200 mm/an) : commence et s'étend qu'-delà de l'Atlas saharien et couvre les plateaux de (Negrine et Ferkane) (Anonyme, 2007a).

✓ La température et les précipitations

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement de la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limnique tels que les mares et les lacs temporaires, et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement (Ramade, 1984).

Les valeurs des moyennes des températures et des précipitations de la région d'étude (2010 – 2011) sont placées dans le tableau 03

Tableau 03. Paramètres météorologiques de la wilaya de Tébessa (2010 – 2011)

Paramètre Mois	Température (C°)	Précipitation (mm)
Janvier	8	27,56
Février	8,25	41,65
Mars	11,2	29,47
Avril	15,45	61,59
Mai	17,5	41,14
Juin	23,25	28,45
Juillet	27,45	37,85
Aout	27,05	6,60
Septembre	22,65	89,66
Octobre	16,3	52,19
Novembre	12	28,95
Décembre	8,6	5,09
Total		450,2

(Anonyme, 2010c ; 2011)

La température et les précipitations notées dans wilaya de Tébessa (Tab. 03) connaissent de grandes fluctuations d'un mois à un autre en tant que moyenne (2010 – 2011).

D'après ces données, nous relevons que dans la zone d'étude pour les deux années 2010-2011, le mois Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 8 C°. Le mois le plus chaud est celui de juillet avec une moyenne de

27,45°C. La zone d'étude connaît une plus grande concentration des précipitations au cours des périodes automnales (Tab. 03) alors que le mois le moins arrosé correspond généralement au mois de Décembre où la valeur des précipitations est égale à 5,09 mm. C'est en Septembre que la région reçoit les plus importantes précipitations avec 89,66 mm (Tab. 03).

✓ Diagramme Ombrothermique de Gausсен

Afin de caractériser d'une manière objective le climat de notre zone d'étude du point de vue précipitation et températures, nous avons élaboré le diagramme Ombrothermique de Gausсен, qui permet de préciser les périodes sèches et humides. La sécheresse s'établit lorsque la pluviosité mensuelle (pp) exprimé en mm est inférieure au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius ($PP_{(mm)} = 2T_{(c^{\circ})}$) (Dajoz, 1985) (Fig. 11).

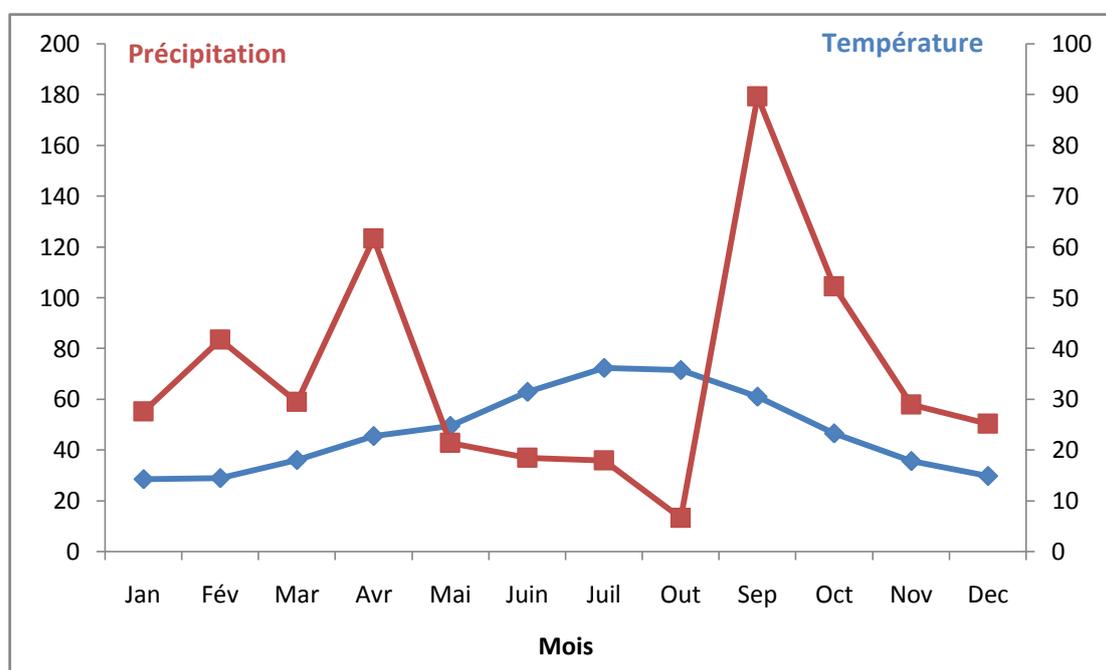


Figure 11. Diagramme ombrothermique de Gausсен de la région de Tébessa (deux années 2010, 2011).

A cet effet, nous pouvons relever que la Wilaya de Tébessa durant les deux années 2010 ; 2011, est caractérisée par des périodes différentes, généralement deux périodes humides avec un pic d'humidité correspondant au mois de Septembre (Fig. 11) et un période sèche correspond aux mois Mai jusqu'à Juillet.

✓ Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q_2) permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une région méditerranéenne et de la situer dans le climagramme d'emberger.

C'est un quotient qui est fonction de la température moyenne maximale (M) du mois le plus chaud, de la moyenne minimale (m) du mois le plus froid en degrés Celsius et de la pluviosité moyenne annuelle (P) en mm. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat de la région est humide. Il est calculé par la formule suivante (Emberger in Sbiki 2008):

$$Q_2 = \frac{P}{\frac{(M+m)}{2} \times (M \times m)} \times 1000$$

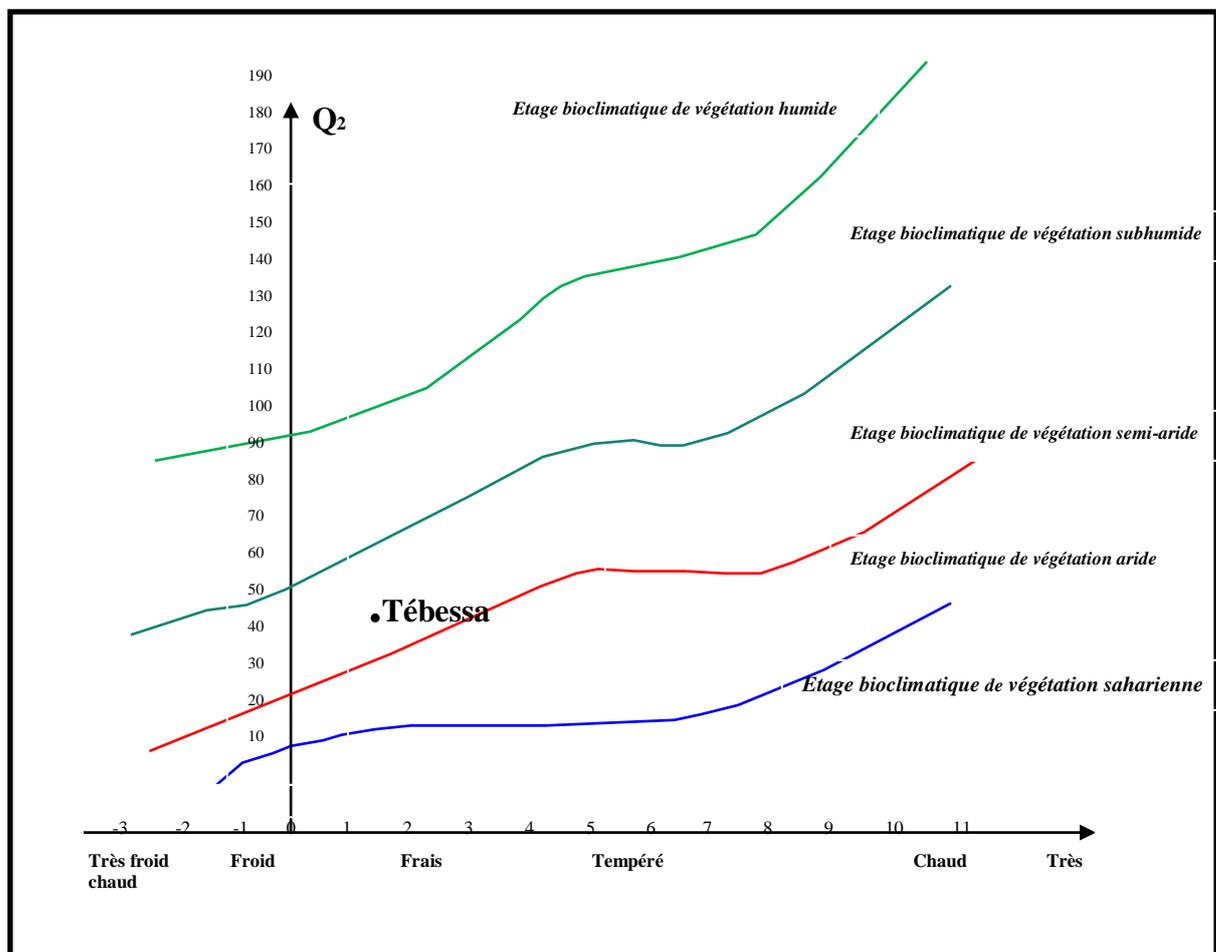


Figure 12. Situation de la wilaya de Tébessa dans le climagramme d'Emberger

Pour la wilaya de Tébessa : $Q = 13,95$ (pour la période de 2010 et 2011). Selon le climagramme d'Emberger, la wilaya est localisée sur l'étage méditerranéen semi-aride à hiver froid.

➤ La végétation

La région d'El-Merdja est caractérisée par une diversité de la flore. Le tableau suivant (annexe) regroupe les espèces végétales trouvées au niveau du cité El-Merdja (Tébessa).

La région d'El-Merdja est particulièrement une région agricole, la majorité de ses récoltes sont le blé et l'orge, et pour certains des jardins potagers. La prédominance dans cette région ouverte et plane exposée aux vents et très inondable est l'*Atriplex halimus* et *Lolium*.

La biodiversité de la région est limitée à la période printanière qui assez courte, ceci dépend de la pluviométrie et de l'élévation de la température. D'autres espèces sont notées mais à abondance variable tels que : Poacées (graminées) avec 15 espèces (*Bromus intermedius*, ...), Astéracées (Composées) avec 14 espèces (*Cichorium intybus*, ...), Fabacées (Papilionacées) avec 5 espèces (*Lolium corriculatus*, ...) et le reste des plantes avec des répétitions limitées.

CHAPITRE III. MÉTHODE D'ÉTUDE

Dans notre travail, deux volets sont traités, d'une part le régime alimentaire du Héron garde bœufs, et d'autre part l'effet de ses fientes sur les microflore telluriques du sol héronnière.

III.I. LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU HÉRON GARDE BOEUF

■ Méthode d'étude du régime alimentaire

Les études réalisées sur le régime alimentaire de Héron garde bœufs sont basées 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. 14)

Autour du 15 de chaque mois, entre octobre 2010 et Septembre 2011, 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. 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.

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. 13). Les pelotes contenant des insectes entiers, pouvant appartenir à des individus n'ayant pas encore atteint l'âge adulte, ne sont pas analysées.



Figure 13. Les différents types de pelotes récoltées du Héron garde bœufs.

➤ **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 92 pelotes 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 (Fig. 15a₁).

Les pelotes sont numérotées, datées puis conservées dans des petites sachées en plastiques en vue de leur analyse ultérieure (Fig. 15a₂).

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

8 pelotes pour chaque mois choisies 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) (Fig. 15b₁). 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 et des aiguilles, afin de recueillir tous les fragments non digérés (Fig. 15b₂).

Nous achevons cette étape sous la loupe binoculaire pour recueillir les fragments fins non visibles à l'œil nu (Fig. 15c).

Il s'agit surtout de fragments 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 (Fig. 15b).

✓ **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 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'écaillés dans les pelotes, alors que les plumes révèlent la consommation d'oiseaux.

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.

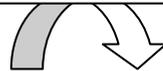
Néanmoins, La méthode d'analyse du contenu des pelotes de régurgitation reste incomplète du fait que les proies vertébrées ne sont pas toujours obtenues et une certaine proportion des proies échappe totalement à la détection suite à leur digestion complète grâce au suc gastrique très fort du Héron garde 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.



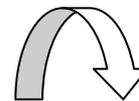
Figure 14. Collection des pelotes de rejection sur terrain.



a₁. Mensuration et pesées les pelotes



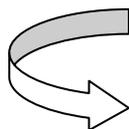
a₂. Conservation de pelote



**b₂. Des fragments séparés
d'échantillon**



b₁. Macération de la pelote



**c. Identification des fragments
sous une loupe binoculaire**

Figure 15. Différentes étapes suivies dans le traitement au laboratoire des pelotes étudiées.

■ Méthodes d'exploitation des résultats

Sur le plan qualitatif, nous présenterons les différentes 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.

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.

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

➤ 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.

❖ Emploi d'indices écologiques de composition

Les résultats sont traités en tenant compte des richesses totales et moyennes, puis les fréquences centésimales sont appliquées aux espèces proies consommées.

↪ *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.

↗ 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** » 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 :

$$\mathbf{F} = (n_i / \mathbf{N}) \mathbf{100}$$

F : 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 et en biomasse fraîche 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..

❖ Emploi d'indices écologiques de structure

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 l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équirépartition.

↪ *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 d'équirépartition*

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 :

$$\mathbf{H}'_{\max} = \log_2 \mathbf{S}$$

où **S** est la richesse totale.

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). Selon Dagnelie (1975) c'est une méthode d'analyse multidimensionnelle qui permet d'établir un diagramme de dispersion unique dans lequel apparaissent à la fois chacun des caractères pris en considération et chacun des individus observés. L'A.F.C permet de savoir quelle est l'espèce la mieux représentée dans un milieu donné. Elle a l'avantage de représenter plusieurs espèces en même temps (Blondel, 1979 ; Delagarde, 1983). L'A.F.C est une représentation géométrique des éléments à classer dans un espace multidimensionnel (Dervin, 1992). Dans le cas présent, pour l'étude de régime alimentaire l'A.F.C permet de regrouper les familles proies présentant des similitudes et de disperser les autres montrant des différences avec les premières.

III.II. 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).

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).

➤ **a. Echantillonnage**

Dans le but de mettre en évidence la présence de bactéries ou 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. 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) (Fig. 16).

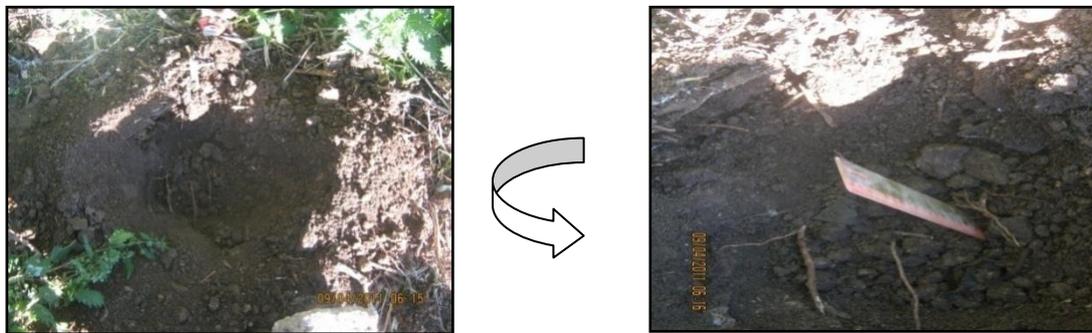


Figure 16. Méthode de Prélèvement du sol.

➤ **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.

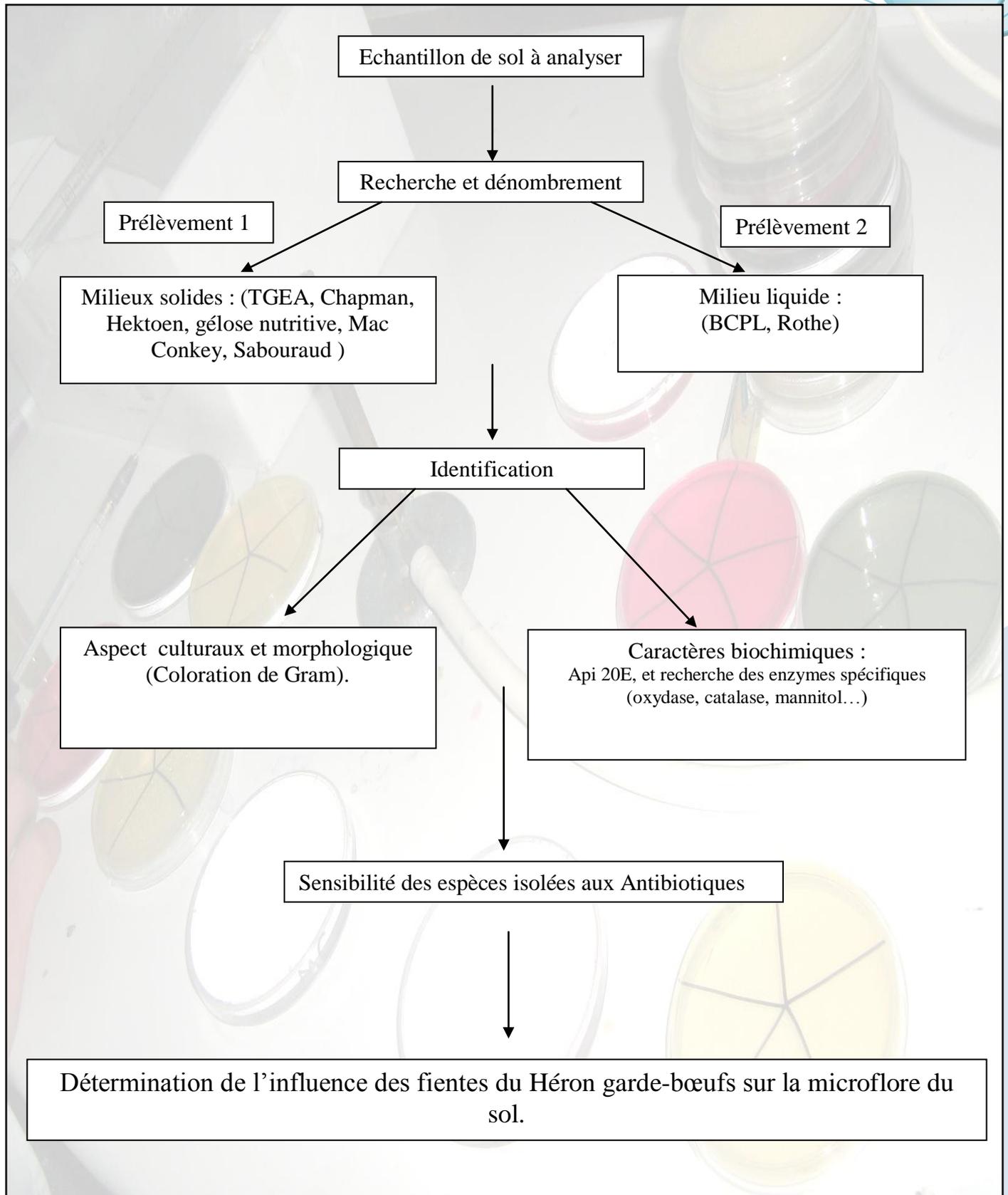


Figure 17. Protocole expérimental de l'impact des fientes du Héron garde-bœufs sur la microflore tellurique

✓ **Préparation de la solution mère**

- Mettre en solution 70 g du sol à analyser dans 1000 ml d'eau distillée dans un Becher.
- Agiter lentement, jusqu'à dissolution complète.
- Laisser reposer pendant 15 min pour séparer le sol de 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** (Fig. 18)

1. A partir de la solution mère porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique la figure 24.
2. Compléter ensuite chacune des boîtes 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 paillasse, 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 boîtes 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)

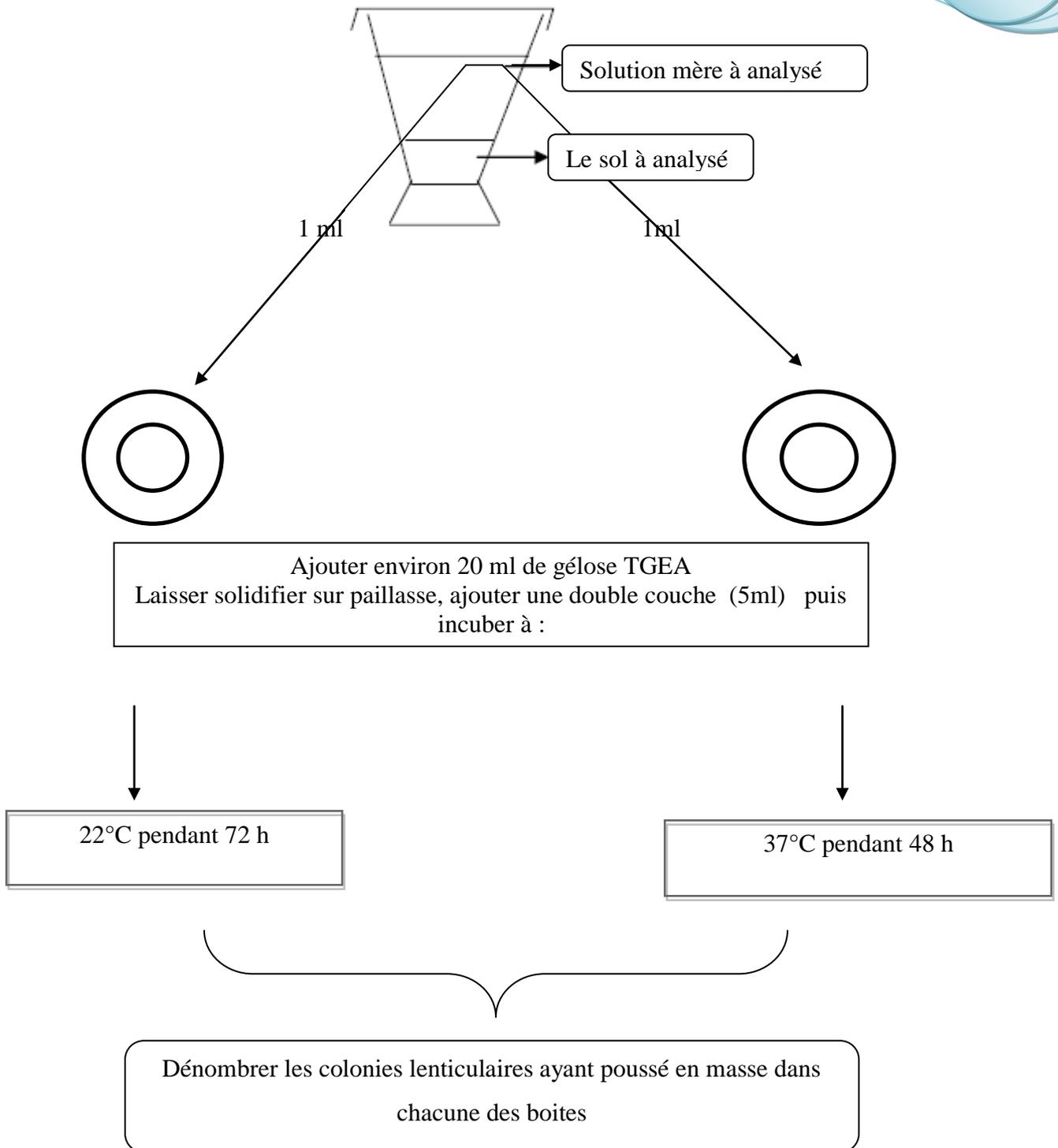


Figure 18. Etapes de Recherche et le dénombrement des bactéries revivifiables

➤ 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 (Maziers et *al.*, 1980). Le principe de la méthode NPP consiste à ensemencer 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 (voire annexe) (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 biliaires 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 (Maziers 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 (Maziers 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 (Fig.19).

↳ **Mode opératoire**

La technique consiste à disposer trois séries de cinq tubes à essai contenant chacun 9 cm³ 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}) (Délarras, 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 paille et à ne rien toucher avec son extrémité).
- Par manque d'étude à 44°C, la recherche des coliformes totaux 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 (Délarras, 2008).

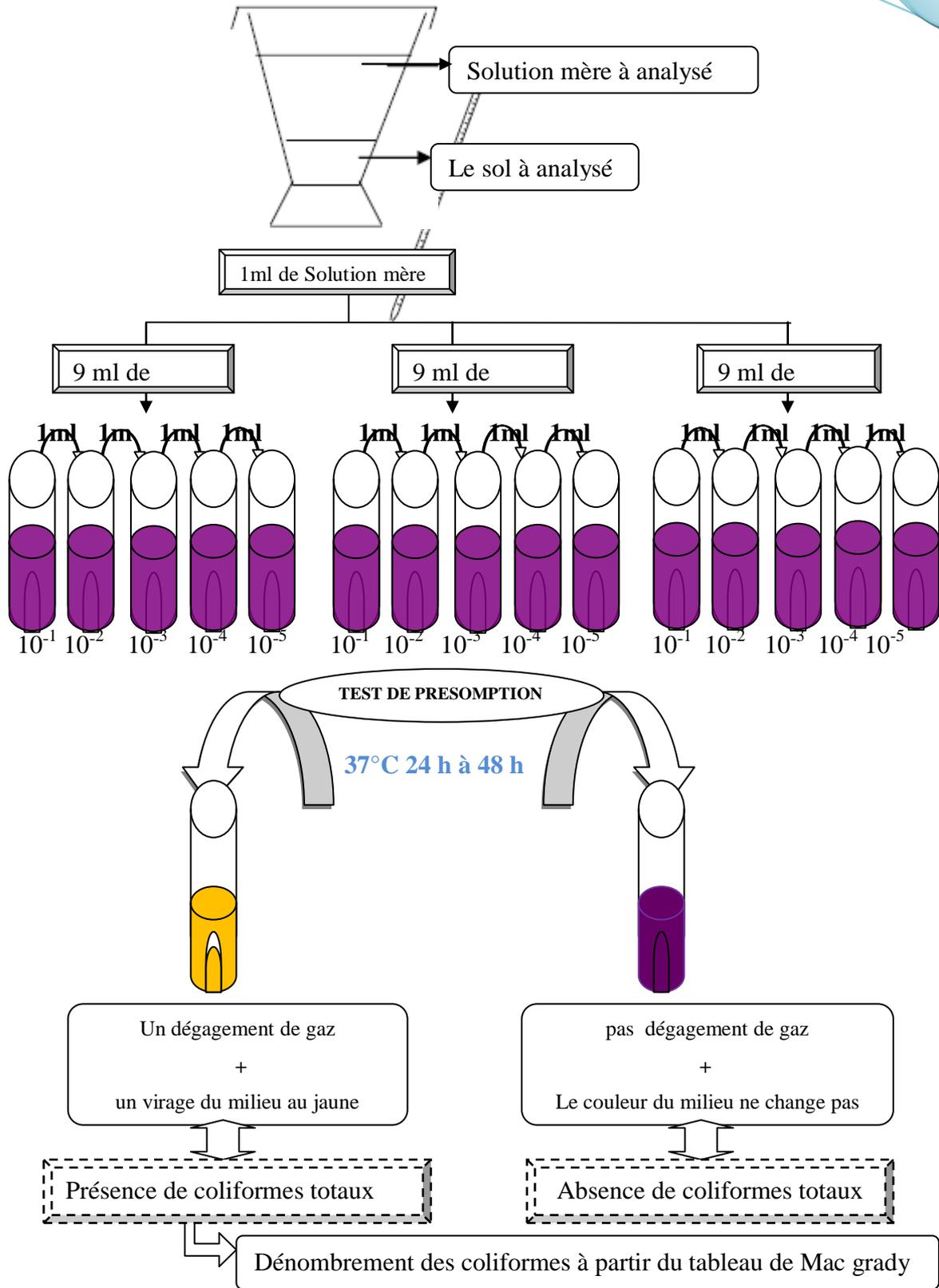


Figure 19. Etapes de recherche et le dénombrement des bactéries coliformes

✚ 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 (Fig. 20).

↳ 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 ; Délarras, 2008 ; Bokossa, 2008)

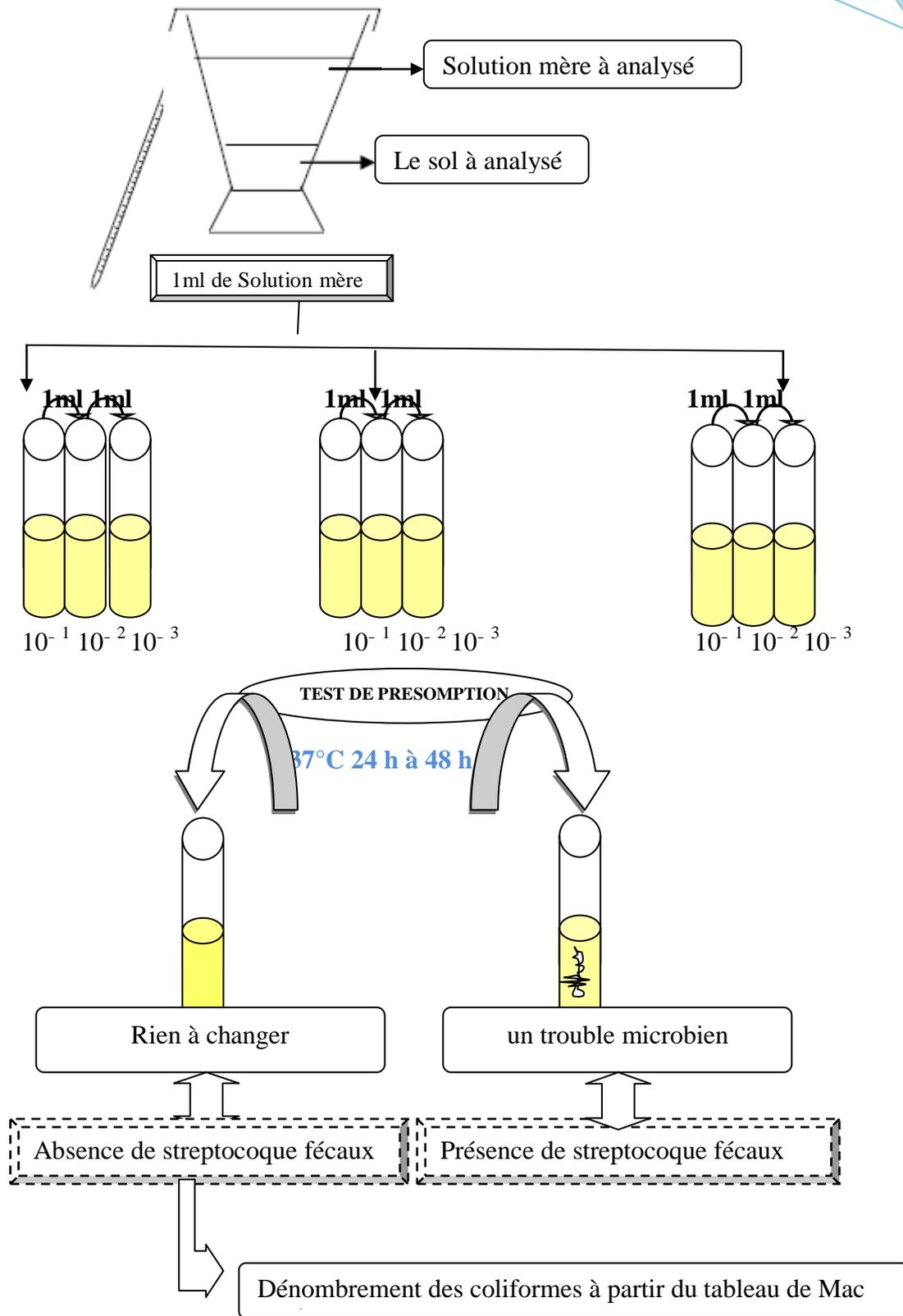


Figure 20. Etapes de Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

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

L'isolement des bactéries sur des milieux de cultures gélosés, 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, culturels, biochimiques et parfois antigéniques (Boulahbal et *al.*, 2009).

La culture bactérienne est réalisée en étalant une parcelle du prélèvement sur différents 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 (cf. annexe) 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 utilisés pour le premier 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.

Les constituants, mode d'ensemencement et les résultats attendus pour chaque milieu de culture sont résumé dans la partie annexe.

➔ 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 (Boulaïbal 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 :

- ✓ *Opaques* (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 (Boulaïbal 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).

✚ Les étapes de coloration de Gram sont les suivants :

1. Flamber l'anse de platine jusqu'à ce qu'elle devienne rouge.
2. Trouver une colonie isolée sur la gélose

3. A partir d'un isolement sur gélose, déposer une petite goutte d'eau au centre de la lame. Faire une suspension homogène avec une seule colonie. Étaler sur environ $\frac{1}{4}$ de la lame (refaire ça pour toutes les colonies trouvées).
4. Flamber l'anse de repiquage jusqu'à ce qu'elle devienne rouge et laisser refroidir.
5. Fixer la préparation à la flamme.
6. Couvrir les lames avec le violet de Gentiane. Laisser agir 60 secondes.
7. Chasser le violet de Gentiane avec le Lugol. Laisser agir 1 minute.
8. Rincer à l'eau courante. Enlever le surplus d'eau.
9. Décolorer à l'alcool éthylique à 95% jusqu'à disparition de la couleur violette dans l'alcool pendant environ 20 à 30 secondes.
10. Rincer à l'eau et égoutter la lame.
11. Recolorer par la Fuschine en versant le colorant en bout de lame et en le faisant glisser le long de la lame. Laisser agir de 30 secondes.
12. Laver à l'eau et sécher à l'air.
13. Examiner les frottis bactériens colorés en employant toute la gamme des objectifs du microscope en ajoutant une goutte d'huile à immersion sur la lame (Sigma-Aldrich).

➔ **Aspect biochimique**

Si les caractères microscopiques et culturels 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 (Boulaïbal et *al.*, 2009).

■ La galerie API 20E

L'API 20 E 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 (Fig. 21)

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 (Fig. 22).
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.

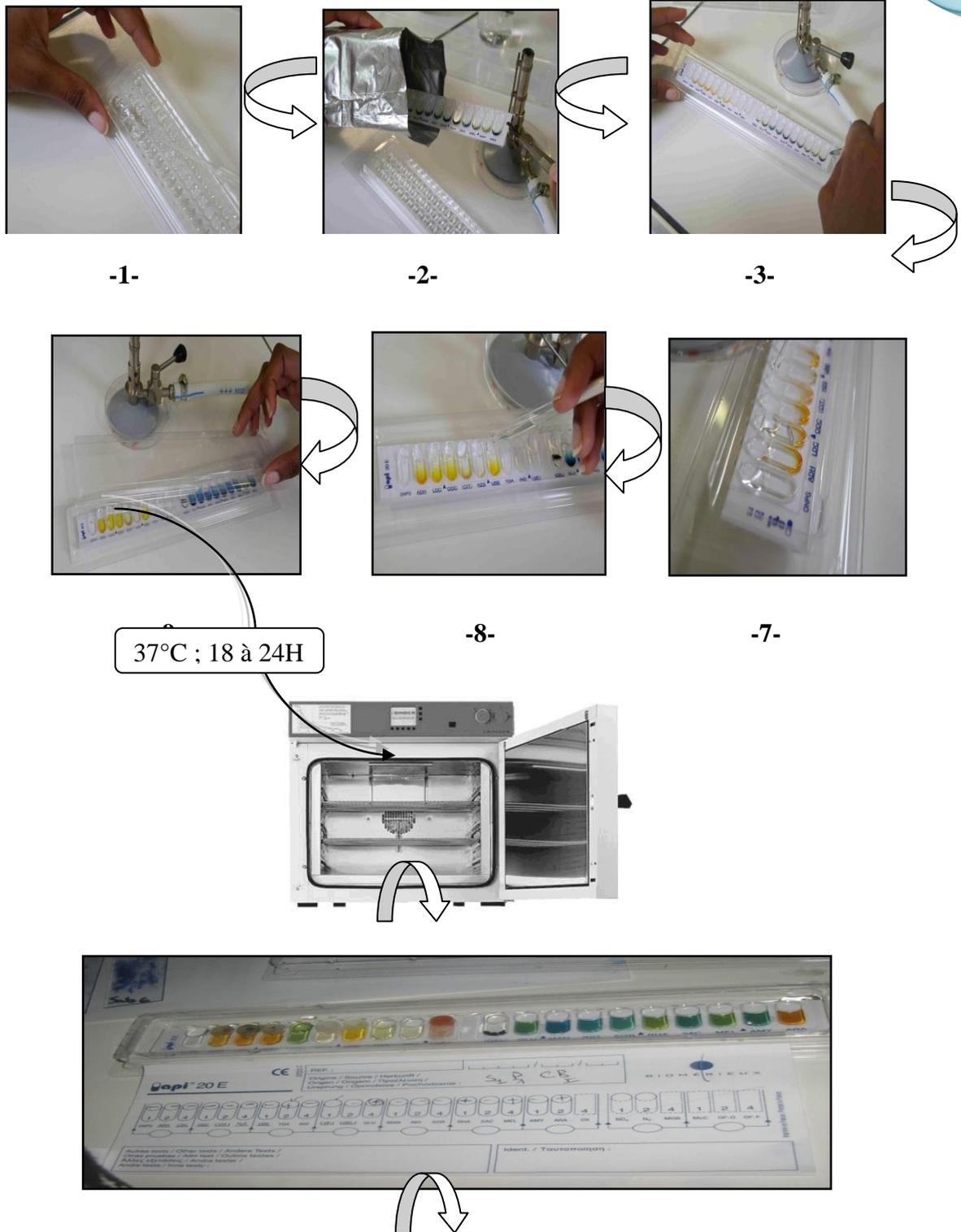
+ Lecture

1. Sortir la boîte de l'étuve, noter sur la fiche de lecture les résultats obtenus pour les tests à lecture spontanée (voir annexe : 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

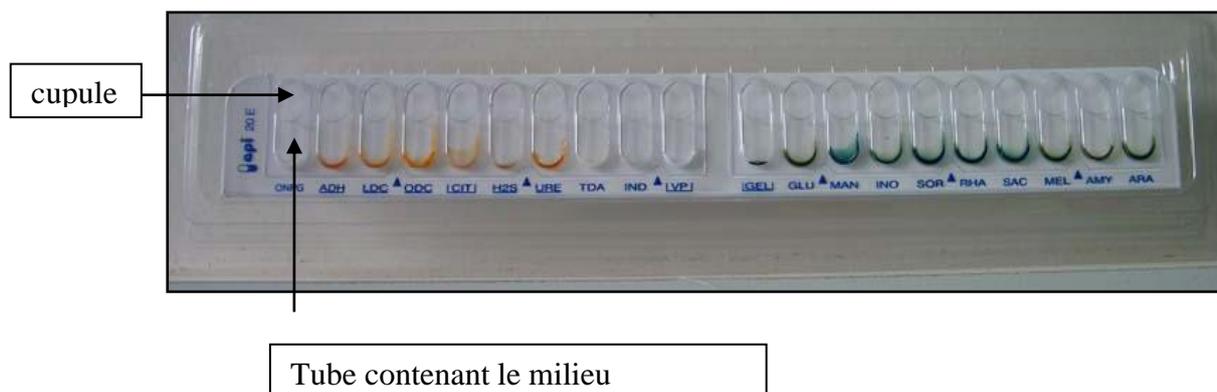
Par exemple : si le premier test d'un groupe de trois est positif il est noté 1, si le deuxième test est positif il est noté 2 et si le dernier test d'un groupe de trois est positif il est noté 4.
2. Pour chaque groupe de trois, additionner les chiffres correspondants. On obtient un nombre à sept chiffres 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.



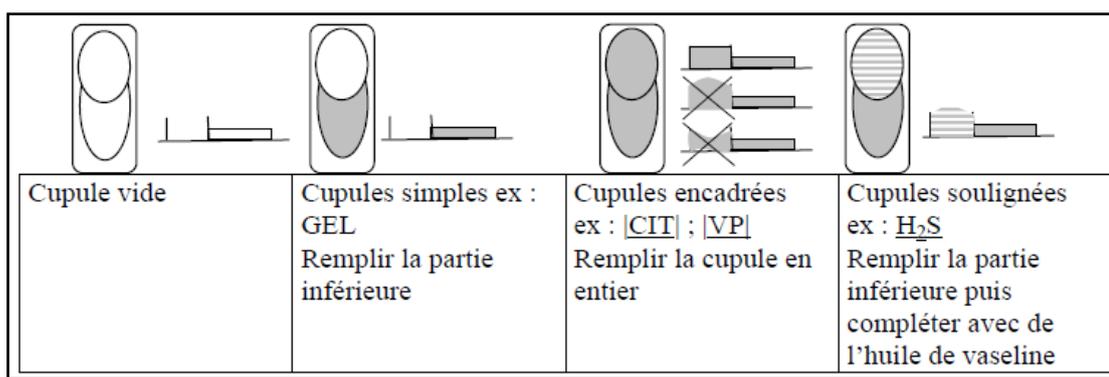
Catalogue analytique, un logiciel d'identification le tableau d'identification.

Identifier la bactérie

Figure 21. Etapes d'utilisation de l'API 20E



A- Composition de l'Api 20 E



B- Mode de remplissage des microtubes

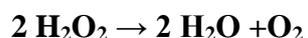
Figure 22. Mode de remplissage des microtubes de l'API 20 E

✚ 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:



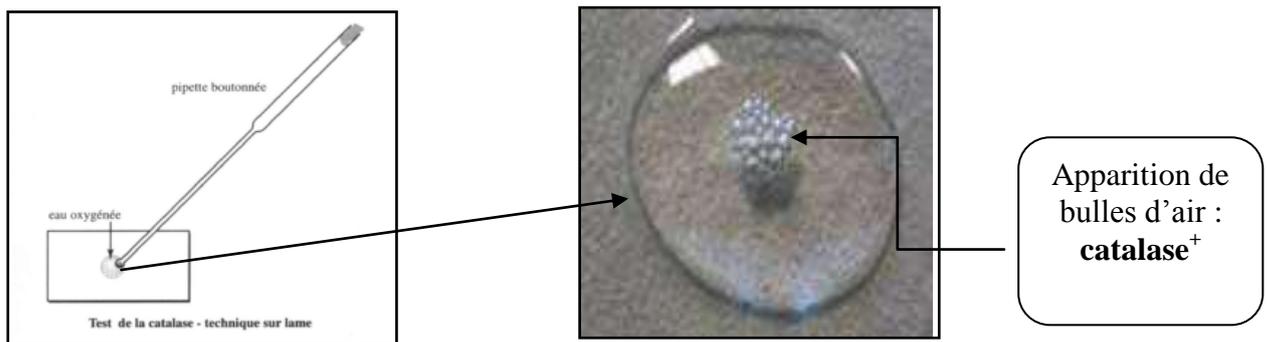
La plupart des micro-organismes aérobies possèdent une catalase, en particulier les bacilles Gram négatifs aérobies. Son absence est donc un critère d'identification intéressant.

Mode opératoire (Fig. 23)

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⁻** (Délarras, 2008).

**Figure 23.** Test de la catalase**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 (Fig. 24)

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⁻**.

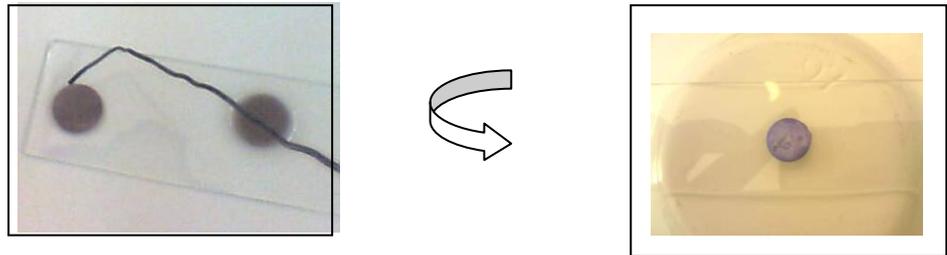


Figure 24. Test de l'oxydase

▣ Test du mannitol mobilité

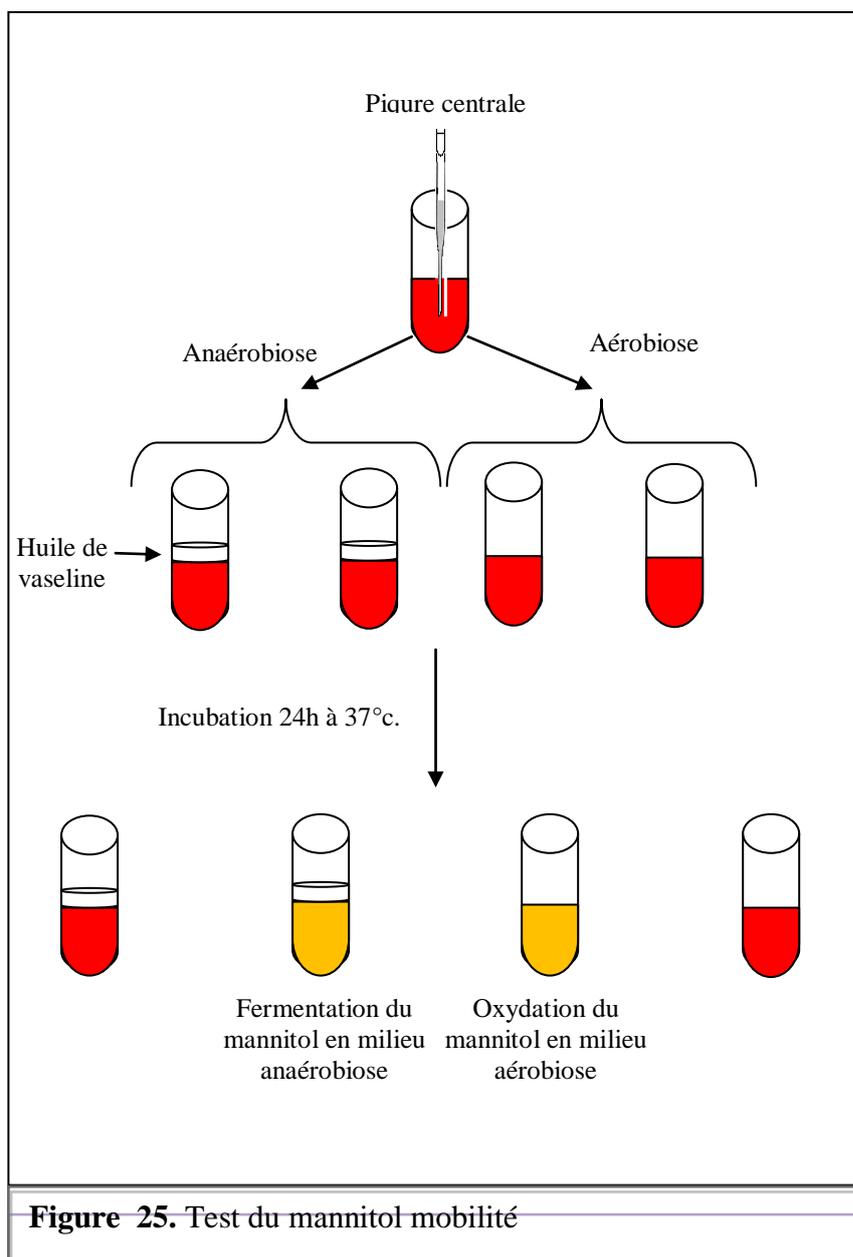
C'est un milieu qui permet l'étude de la dégradation de mannitol qui est un produit de dégradation du mannose (présence d'une Nitrate réductase). Ce milieu est utilisable uniquement pour la bactérie fermentative.

✚ Mode opératoire (Fig. 25)

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-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 (Boulaïbal 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 (Genné 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 (Fig. 26)

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.

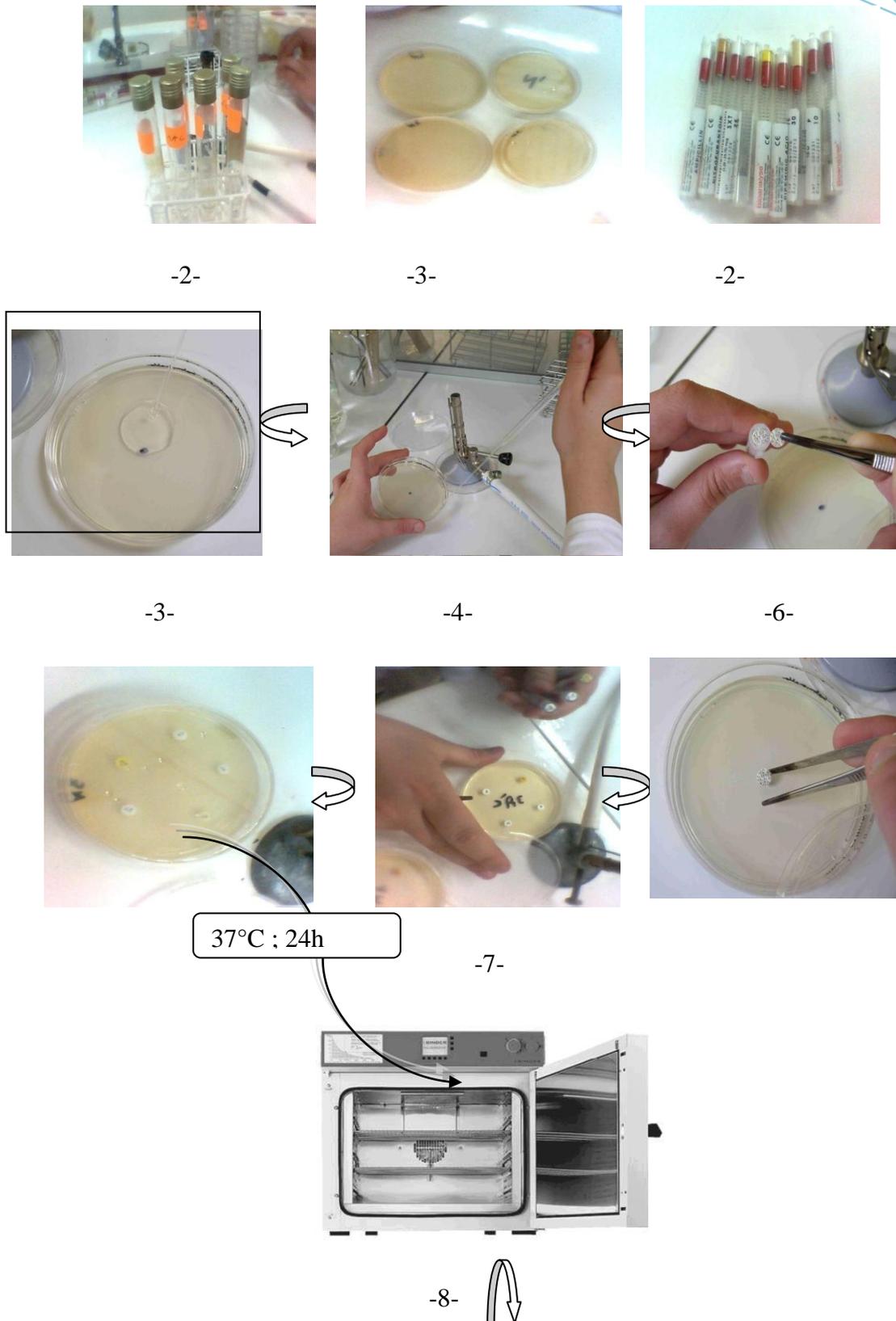
Lecture

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 de ces disques 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.



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

CHAPITRE IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans ce quatrième chapitre, les caractéristiques des pelotes de réjections du Héron garde bœufs sont prises en considération. Ensuite, le spectre alimentaire des adultes est traité globalement, en fonction des périodes du cycle et par les indices écologiques. Enfin, quelques aspects microbiologiques, concernant l'effet de leurs fientes sur les bactéries telluriques du sol héronnière, seront présentés.

IV.I. LE RÉGIME ALIMENTAIRE DU HÉRON GARDE BŒUFS

■ **Caractéristiques des pelotes de rejection du Héron garde bœufs (*Bubulcus ibis*) dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011**

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, grena, blanc,.....).

➤ **Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011 :**

Les résultats concernant les caractéristiques physiques (dimensions et les poids secs) de 96 pelotes de réjections du Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* collectées dans l'héronnière de la ferme de Djenna sont regroupés dans le tableau 5.

Tableau 05. Mensurations et pesées moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant la période d'étude (Octobre 2010 – Septembre 2011) (N = 96 pelotes)

Paramètres	Maximum	Minimum	Moyenne
Longueur (mm)	50,02	10	33,25 ± 8,69
Largeur (mm)	35,31	6	18,65 ± 7,26
Poids sec (g)	8	0,5	3,42 ± 1,3

Les pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région du Tébessa durant notre période d'étude sont caractérisées par une longueur oscillant entre 50,02 et 10 mm pour une moyenne de $33,25 \pm 8,69$ mm, alors que leurs largeurs varient entre 35,31 et 6 mm ($18,65 \pm 7,26$ mm). Pour les poids des pelotes, ceux – ci sont compris entre 8 et 0,5 g ($3,42 \pm 1,3$ g).

➤ **Mensurations et pesées des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa en fonction de cycle biologique :**

Selon Sbiki (2008) 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 sont reproduites respectivement par les figures 27 et 28.

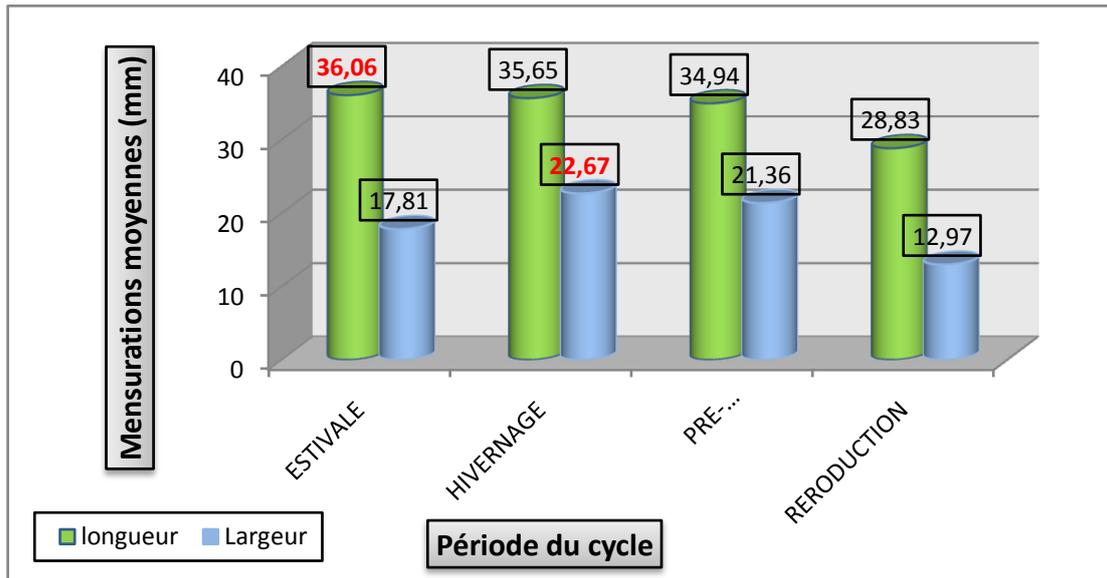


Figure 27. Mensurations moyennes des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant chaque période de son cycle biologique.

D'après les résultats représentés dans la figure 27, 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 36,06 mm. Nous constatons que la valeur la plus haute de la moyenne (Largeur) est estimée à 22,67 mm 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. 27).

L'étude du poids des pelotes de réjection de l'espèce selon son cycle biologique, relève que les moyennes sont presque proches et c'est durant la période estivale et de reproduction que les pelotes enregistrent les valeurs les plus importantes (Fig. 28).

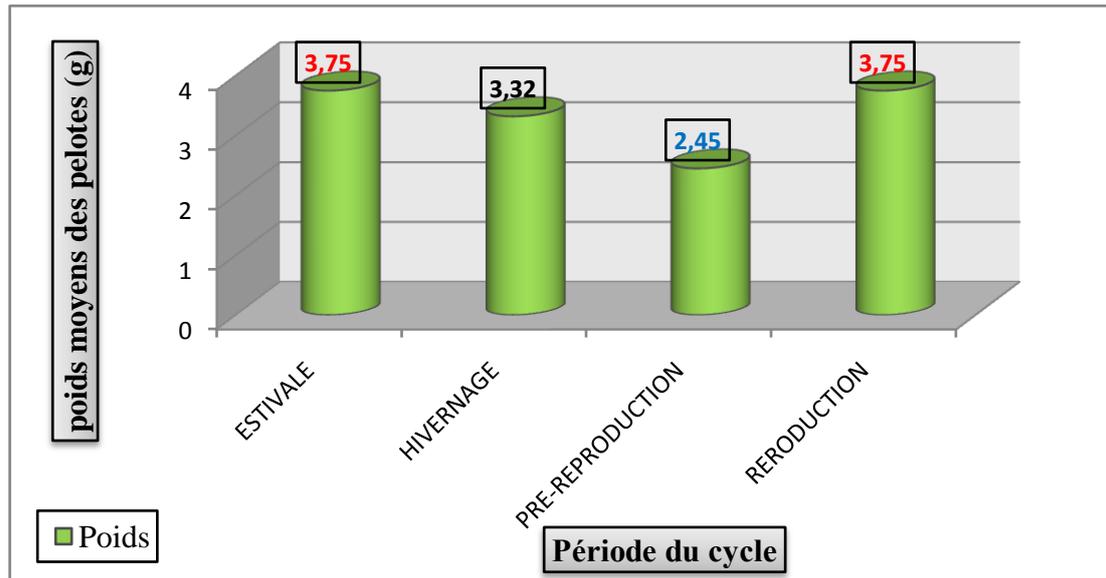


Figure 28. Poids moyens des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant chaque période de son cycle biologique.

Ceci peut probablement s'expliquer par :

- La différence de durée de chaque période puisque on constate que la période de pré reproduction ne dure qu'un mois contrairement aux autres périodes (estivale : deux mois ; hivernage : six mois et reproduction : trois mois)
- 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 bas.
- La variation du poids sec des pelotes s'expliquerait par le type et le nombre de proies ingérées, ainsi que par leur biomasse. Ce qui est également en fonction du temps, des régions et de la productivité des différents milieux exploités et la disponibilité des proies (Si Bachir, 2005).

➤ **Colorations des pelotes de rejection du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011 :**

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. 05).

Tableau 05. Indication de la couleur des pelotes selon les types de proies (Si Bachir, 2005 ; Selmane, 2009) :

couleur	Indice
Noire foncée	La présence des coléoptères (de couleur noire) en dominance
Marron / beige	La présence d'Orthoptères en dominance
Marron - jaune	La présence de Melolonthidae (Coléoptères) en dominance
Jaune / blanc / Noire claire	La présence des plumes d'oiseaux en dominance
grise	La présence de poils de mammifères en dominance
Grena	La présence des Dermaptères ou le sol en dominance
verte	La présence de plumes d'oiseaux mélangés avec la végétation

D'après notre étude sur les pelotes de rejection du Héron garde bœufs (*Bubulcus ibis*), 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 la période 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. Alors que pendant la période d'hivernage un mélange des deux ordres d'insectes pré-cités a caractérisé la composition alimentaire.

■ **Analyse qualitative du régime alimentaire du Héron garde bœufs (*Bubulcus 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 (AFC).

➤ **Analyse qualitative**

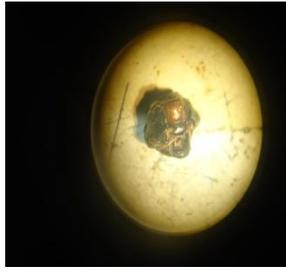
➤ **Spectre alimentaire globale du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011 :**

L'analyse des pelotes de rejection montre que le Héron garde bœufs est une espèce à large spectre alimentaire. L'analyse de 96 pelotes de rejection récoltées dans la colonie d'El-Merdja, 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. 06).

Tableau 06. Systématique de différentes proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de région d'El –Merdja (Tébessa) durant notre période d'étude (entre Octobre 2010 et Septembre 2011) (N = 96 pelotes) :

Embranchement	Classe	Ordre	Famille
Arthropoda	Insecta	Coléoptera	Melolonthidae
			Carabidae
			Hydrophilidae
			Scarabeidae
			Tenebrionidae
			Elateridae
			Silphidae
			Curculionidae
			Staphilinidae
			Chrysomelidae
			Lathridiidae
			Trogidae
			Brachycéridae

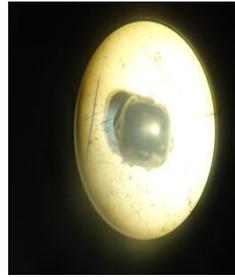
			Buprestidae
			Histéridae
			Cétonidae
			Coléoptères indet
		Dermaptera	Forficulidae
			Carcinophoridae
			Labiduridae
		Orthoptera	Acrididae
			Pamphagidae
			Gryllidae
			Gryllotalpidae
			Tettigonidae
		Hétéroptera	Gerridae
			Reduviidae
			Eoreidae
		Hyménoptera	Formicidae
		Diptera	Calliforidae
			Diptère ind
		Nevroptera	Nevroptera ind
		Homoptera	cicadidae
	Arachnida	Aranea	Agelenidae
		Scorpionida	scorpionidae
		solifuga	solifuga IND
		Pseudo scorpionida	Pseudo scorpion IND
	Aves	-	oiseau IND
	Annelida	-	Annelide IND
	Poisson	-	Poisson IND
	Mammifera		Mammifère IND



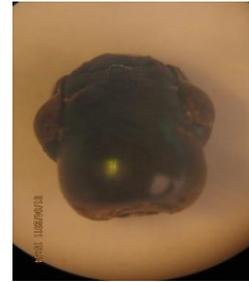
tête de Scarabeidae



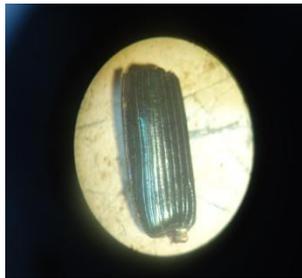
tête de Silphidae



tête de Carabidae



tête d'Hydrophilidae



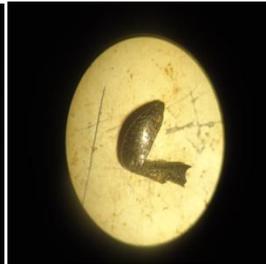
Elytre de carabidae



Fémur et tibia de
Mélolontidae



Fémur et tibia de
Ténébrionidae



Fémur et tibia de
Silphidae

1. Ordre Coléoptera



Mandibule



Fémur



Tête



Ensifère

2. Ordre Orthoptera



Cerques femelle et male



Tête

3. Ordre Dermaptera

4. Ordre Formicidae

Figure 29. Quelques fragments de proies trouvées dans les pelotes du Héron garde bœufs.

Durant notre étude (entre Octobre 2010 et Septembre 2011) et sur un ensemble de 5727 items, nous avons recensé un total de 38 familles réparties en 6 classes et 16 ordres, dont quatre ordres et dix familles restent indéterminés.

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

✚ **Les classes des proies globales identifiées entre Octobre 2010 et Septembre 2011**

L'échassier étudié a un large spectre alimentaire composé de proies invertébrées et vertébrées.

Le régime alimentaire de l'espèce est composé de 6 classes (Insecta, Arachnida, Annelida, Oiseaux, Mammifera et Reptilia) de différentes importances. Son alimentation est composée par des proies d'invertébrés et des proies de vertébrés. Les proies d'invertébrées représentent la majorité des espèces consommées avec un total de 5681 proies (99,19 %). Les proies vertébrées sont au nombre de 46 (0,80 %). Parmi les invertébrés consommés, la classe des insectes domine largement avec 5506 items (96,14 %).

En effet, l'espèce est principalement prédatrice entomophage (Si Bachir, 2005 ; Sbiki, 2008 ; Selmane, 2009 ; Boukhtache, 2010) où les insectes représentent les proies les plus abondantes en nombre et les plus constantes dans la composition alimentaire de l'espèce, suivi par les Arachnides (2,84 %) (Fig. 30).

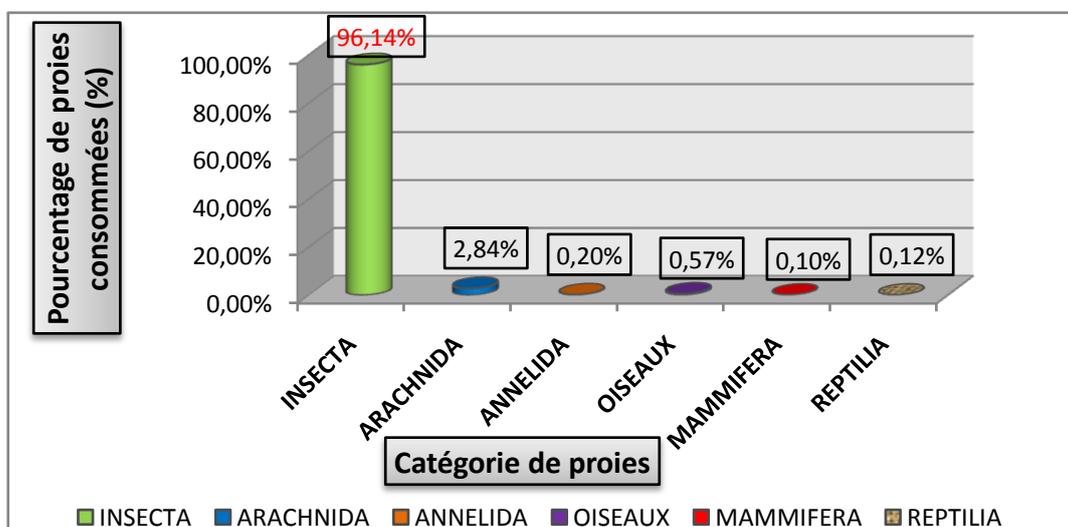


Figure 30. Classes de proies globales identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) entre Octobre 2010 et Septembre 2011.

Les mammifères sont présents à un faible pourcentage (0,10 %) comme le reste de catégories qui ne dépassent soient le 1 % (Fig. 30).

Boukhtache (2010) a montré la dominance des insectes avec un pourcentage de 88,36 %. Selmane (2009) a décrit que cette espèce est un insectivore par excellence avec un pourcentage de 97,07 % avec l'absence de la classe Myriapoda et la similarité des valeurs pour les autres classes. 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).

Les classes des proies identifiées en fonction du cycle biologique

La composition du régime alimentaire du Héron garde bœufs subit une grande variation selon les périodes de son cycle biologique (estivale, hivernage, pré-reproduction et reproduction et élevage des jeunes) en raison des changements des conditions écologiques du milieu (Fig.31).

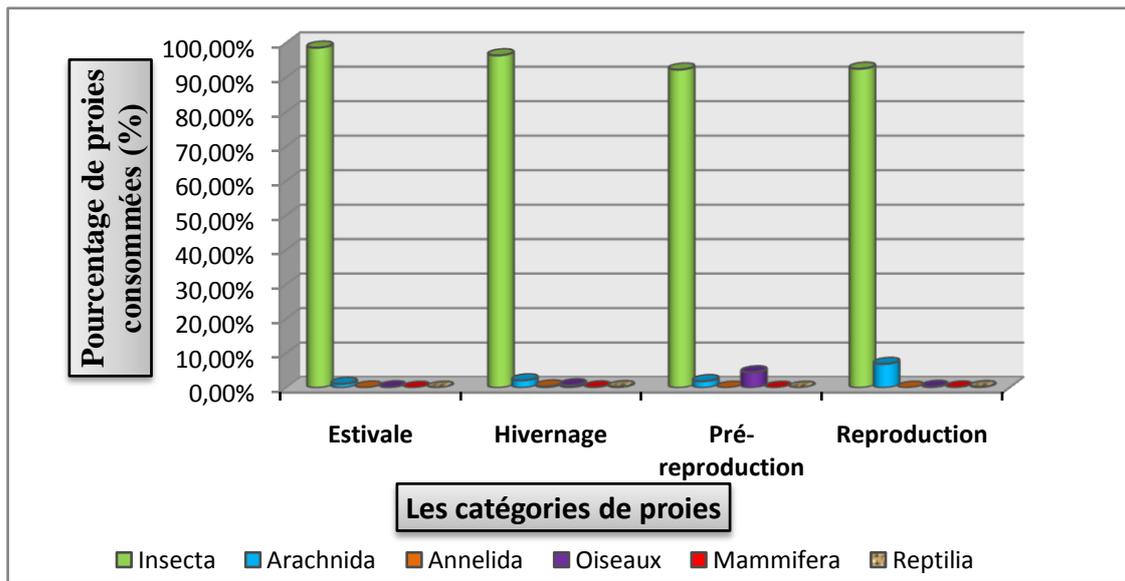


Figure 31. Catégories de proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique.

On a noté la présence régulière de trois catégories de proies (Insecta, Arachnida et Oiseaux) à différents pourcentage avec une dominance constante de la classe des insectes qui atteint un maximum durant la période estivale qui correspond à un nombre de proies de 1480 soit 98,66 % du total de proies consommées.

La classe des mammifères n'apparaît qu'à la période estivale du cycle avec un nombre de 6 individus, représentant alors un faible pourcentage. Les classes des Annélides et de Reptiles ne sont que rarement consommées durant deux périodes différentes seulement avec des pourcentages ne dépassant pas 0,4 % (Fig.31).

Des résultats similaires sont décrits par Selmane (2009) dans la même région d'étude avec des légères différences pour la classe des Arachnides qui présente des valeurs inférieures à celle de notre étude dont le maximum est de 3,89 % durant la même période (reproduction) (Fig.31).

Durant la période estivale, avec un total de proies de 1500, qui appartiennent à 4 classes de proies (Insecta, Arachnida, Annelida et Oiseaux) avec une dominance remarquable pour les insectes soit 98,66 % (1480 individus). La classe des Annelides n'apparaît qu'une seule fois dans une seule pelote et elle représente la catégorie la moins consommée (0,06 %) durant cette période (Fig.31).

Durant la période d'hivernage qui est la période la plus longue (6 mois), 5 classes de proies sont consommées. La classe des Insectes reste la classe qui occupe le premier rang avec un nombre de 2758 mais moins en pourcentage que celle de la période estivale (96,43 %). C'est durant cette période que nous enregistrons l'apparition des mammifères et des reptiles mais avec un faible pourcentage (Fig. 31).

La période de reproduction et élevage des jeunes est caractérisée par la dominance de la classe des insectes avec 92,55 % avec 1082 individus parmi les 5 autres classes (Arachnida, Myriapoda, Oiseaux, Mammifera et Reptilia). Les Arachnides arrivent en seconde position avec 81 individus et enregistrent le pourcentage le plus élevé durant tout le cycle à savoir 6,92 %. Les autres catégories sont peu consommées (Fig. 31). Durant cette période nous enregistrons un total moins important de proies consommées que celui noté par Selmane (2009) qui enregistre un nombre de proies de 1513 items. Selon Hafner (1977) les ressources alimentaires doivent être disponibles en période de reproduction et d'élevage (Si Bachir, 2005).

● **Les ordres et les familles d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El- Merdja (Tébessa)**

Étant donné que les insectes représentent la classe dominante et la plus importante en nombre et en pourcentage durant toutes les périodes du cycle. Nous nous sommes intéressés à tous les niveaux de ce taxon appartenant à cette catégorie.

✚ **Les ordres d'insectes proies globales identifiées entre Octobre 2010 et Septembre 2011**

Les différents ordres constituant cette classe sont mentionnés dans la figure 32 :

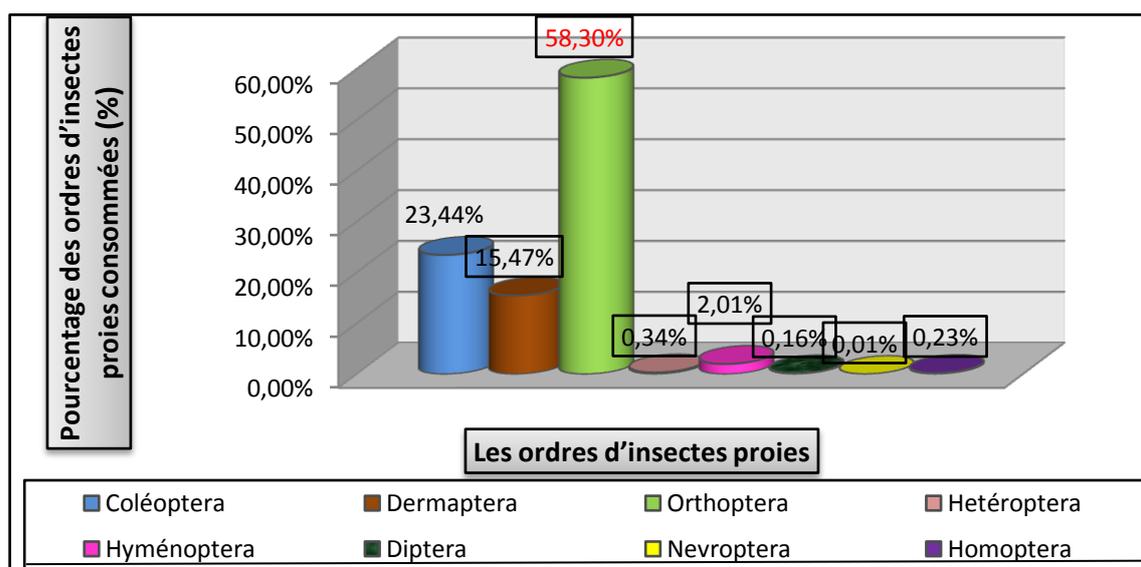


Figure 32. Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) entre Octobre 2010 et Septembre 2011.

La classe des insectes regroupe 8 ordres où l'ordre Orthoptera est le plus important avec 58,30 %, suivi par les ordres Coléoptera et Dermaptera représentant respectivement 23,44 % et 15,47 % du total des espèces insectes proies consommées. Les ordres restants ne représentent qu'un faible pourcentage (Fig. 32).

Nos résultats ne diffèrent pas beaucoup avec ceux enregistrés par Selmane (2009) sauf en ce qui concerné l'absence des Névroptera et Homoptera avec une augmentation considérable de la consommation des Dermaptères qui atteint 15,47%.

Boukhtache (2010) dans la région de Batna, signale 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 Dermaptères avec 11 % et les

hyménoptères avec 2,13 %. En période hors reproductrice, il consomme un taux des plus Coléoptères de 40,01 %, suivis par les orthoptères et les Hyménoptères à des proportions proches, avec respectivement 23,38 % et 22,84 % et les Dermaptères avec 11,20 %.

Les familles d'insectes proies globales identifiées entre Octobre 2010 et Septembre 2011

Sur un total de huit ordres d'insectes proies, nous avons identifié 33 familles d'insectes (Tab. 08), parmi eux trois familles restent indéterminées.

Le nombre élevé des familles d'insectes proies identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) durant toutes les périodes du cycle biologique, nous oblige à réduire et à limiter ces familles identifiées à celles qui sont importantes et régulières (cf. annexe).

Les résultats qui seront pris en considération sont uniquement ceux dont le nombre de proies est égale ou dépasse 50 individus par famille (fig. 33).

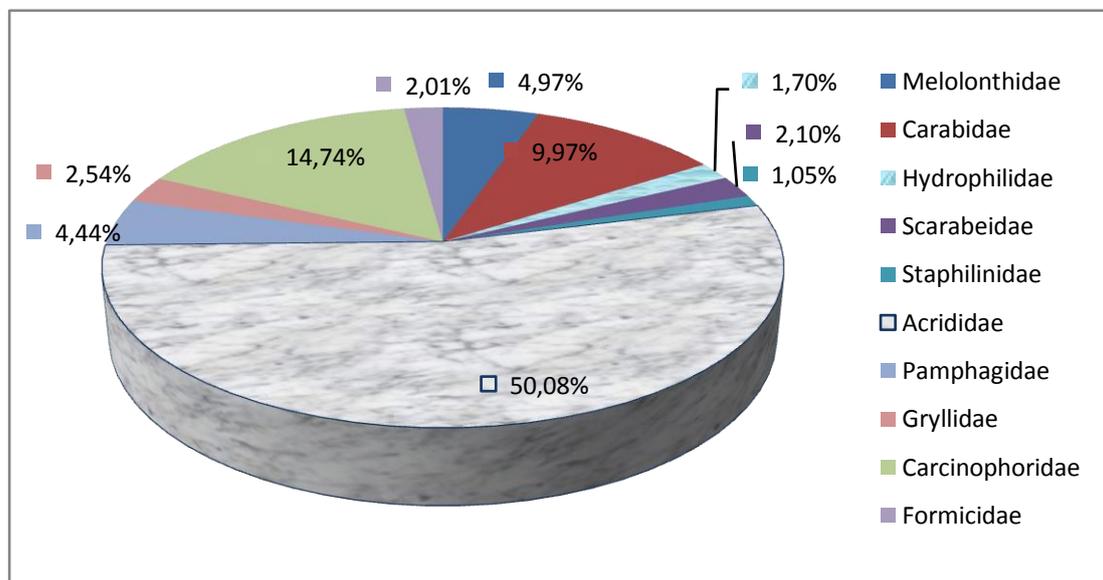


Figure 33. Familles d'insectes proies les plus importantes identifiées dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) entre Octobre 2010 et Septembre 2011.

Parmi les 33 familles d'insectes proies retrouvées dans 96 pelotes de rejection, 10 familles parmi elles constituent les proies les plus consommées.

Ces résultats montrent que la famille Acrididae (Ordre Orthoptera) est la famille la plus importante avec un nombre d'individus de 2798 (50,08 %), suivi par la

famille Carcinophoridae (Ordre Dermaptera) avec un pourcentage de 14,74 % mais moins important que celui des Acrididés. On signale aussi que la famille des Carabidae (Ordre Coléoptera) représente une famille de moindre importance mais occupe le troisième rang parmi ces dix importantes familles, estimé par un pourcentage de 9,97 % avec un nombre de 549 individus (Fig. 33). Les autres familles sont faiblement représentées.

Concernant les familles, en comparaison avec l'étude de Selmane (2009), on signale dans notre étude, l'absence de plusieurs familles telles que Cleridae, Nitidulidae, Silvanidae, Muscidae, Nabidae, ...etc pourtant ils apparaissent en très petits nombre ne dépassant pas quatre individus.

Parmi les 10 familles choisies, ce sont les Staphilinidés qui n'apparaissent pas dans l'étude précédente parce qu'ils ne dépassent pas 50 individus. En revanche, on note la présence d'Elathéridae, Lathrididae et Curculionidae dans la même étude. Alors que les autres familles choisies restent stables en nombre avec une augmentation des Dermaptères (de 8,50 % à 14,74 %) et Pamphagidae (de 1,91 % à 4,44 %) alors que les autres, leurs taux de croissance en consommation sont faiblement élevés.

● **Les ordres et les familles d'insectes proies identifiées en fonction du cycle biologique**

🚩 **Les ordres d'insectes proies identifiées en fonction du cycle biologique**

La figure 34 représente les Ordres d'insectes proies consommées durant chaque période du cycle biologique.

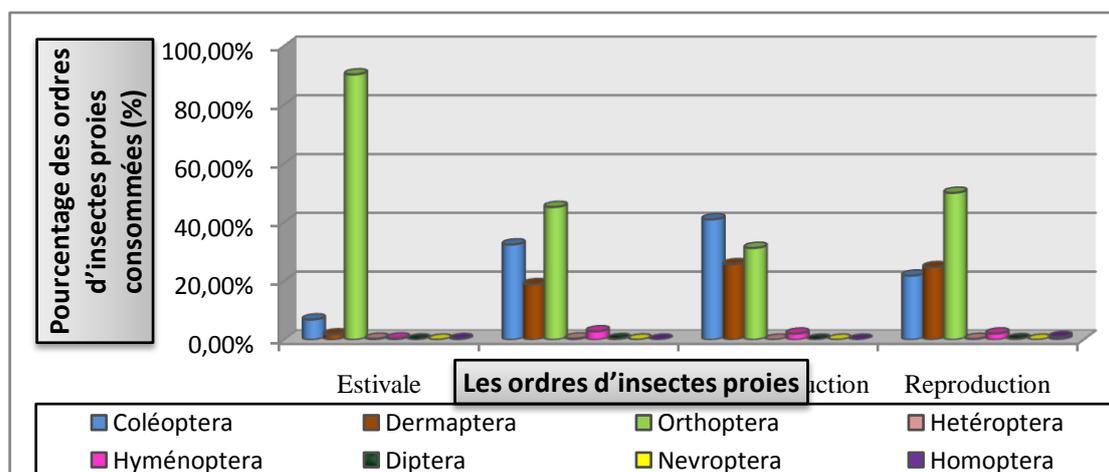


Figure 34. Ordres d'insectes proies identifiés dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'EL-Merdja (Tébessa) en fonction du cycle biologique.

Selon les résultats de la figure 34, nous constatons que les Ordres Coléoptera, Dermaptera, Orthoptera et Hymenoptera apparaissent régulièrement dans l'alimentation du Héron garde bœufs avec des pourcentages différents, alors que les Hétéroptères, les Diptères, les Homoptères et les Neuroptères sont soit absents, soit consommés avec de faibles quantités.

Durant la période estivale, c'est l'ordre des Orthoptères qui domine avec 1336 individus correspond à 90,27 % suivi des Coléoptères (6,89%), alors que les Diptères enregistrent le plus faible pourcentage durant cette période (0,06%) (Fig. 34). On signale l'absence de l'ordre Neuroptera durant cette période.

Durant la période d'hivernage, nous remarquons la présence de tous les ordres d'insectes proies sauf les Homoptères, avec une dominance (moins importante que la précédente) de l'ordre Orthoptera avec 45,17% (1246 individus) suivi par l'ordre Coléoptera qui enregistre un pourcentage plus important que celui relevé durant la précédant période 32,41% et celui des Dermaptera avec 18,89%. Ce sont les Neuroptères qui sont les moins consommés durant cette période (Fig. 34). Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Si Bachir (2005) lorsqu'il a remarqué le manque d'Orthoptères en hibernation ce qui a poussé le Héron garde bœuf à s'alimenter de proies alternatives (Le balancement dans la consommation des proies en Switching).

Durant la période de pré- reproduction, les résultats montrent la présence seulement de quatre Ordres d'insectes proies, d'où une consommation essentielle en Coléoptères, Orthoptères et en Dermaptères avec respectivement (40,97%, 31,25% et 25,69 %), l'autre ordre (Hyménoptère) est faiblement consommé (Fig. 34).

Durant la période de reproduction et élevage des jeunes, les Orthoptères sont consommés de nouveau en priorité avec un pourcentage important (50 %) suivi par les Dermaptères et les Coléoptères avec respectivement 24,67 % et 21,81 %. Les autres Ordres sont très faiblement retrouvés (Fig. 33). Contrairement aux résultats obtenus par Doumandji et *al.*, (1992) où le pourcentage des Orthoptères consommés diminue durant la période de reproduction. Bredin (1984) signale que durant cette période le choix est porté sur les Orthoptères.

Ces résultats diffèrent de ceux obtenus par Selmane (2009) qu'en terme d'importance avec l'absence des ordres Neuroptera et Homoptera dans le régime alimentaire.

La grande différence qui prend en considération dans le régime alimentaire de cette échassier pendant les deux années d'études (Selmane, 2009 - 2011) est enregistré durant les périodes pré reproduction et de reproduction, dont on remarque l'augmentation de consommation des Orthoptères durant le premier période signalé de 1,40 % à 31,25% compensé par l'ordre de Coléoptère, avec l'absence des Diptères et Hétéroptère durant notre travaille. Alors que durant la période de reproduction, c'est les Dermaptères qui occupe le deuxième rang (24,67%) avant les Coléoptères (21,81%) comparable à celle noté en 2008 -2009 (Coléoptera 21,81% ; Dermaptera 6,87 %).

 **Les familles d'insectes proies identifiées en fonction du cycle biologique**

Le tableau (cf .annexe) regroupe les familles identifié dans le spectre alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El- Merdja durant chaque période du cycle biologique, mais le travail sera dirigé vers les même familles choisies précédemment. L'importance de ces familles durant chaque période du cycle est mentionnée dans les figures suivantes (Fig. 35):

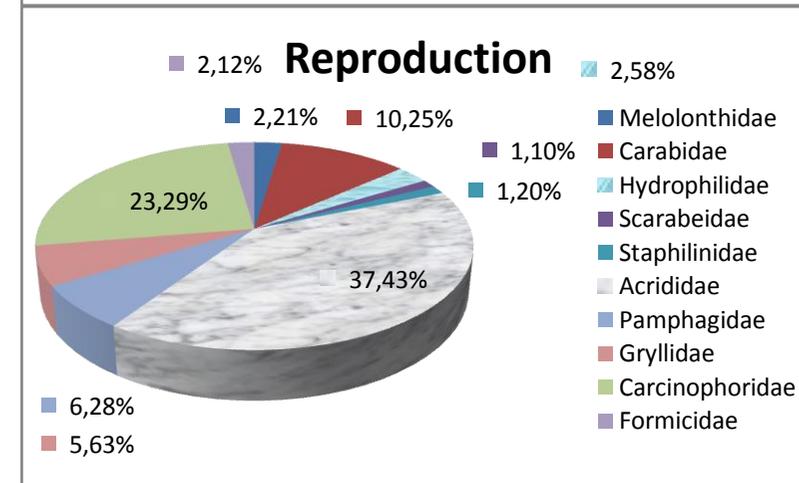
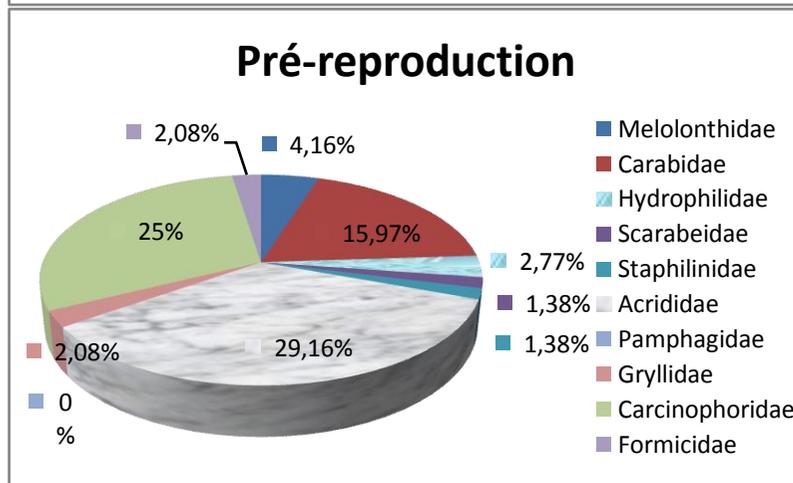
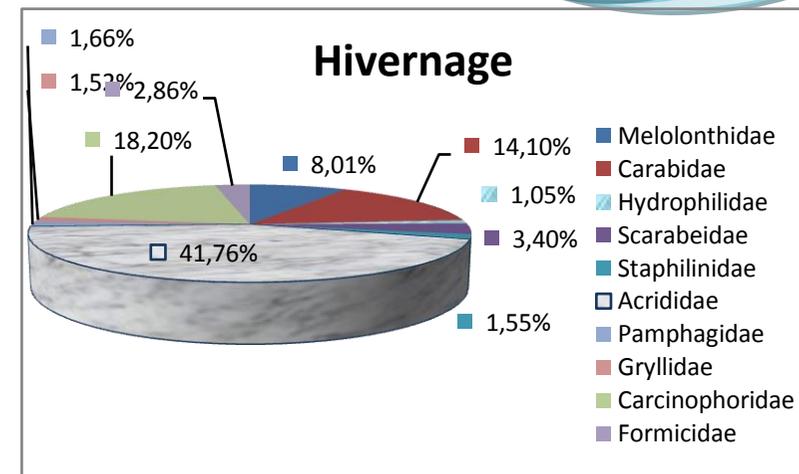
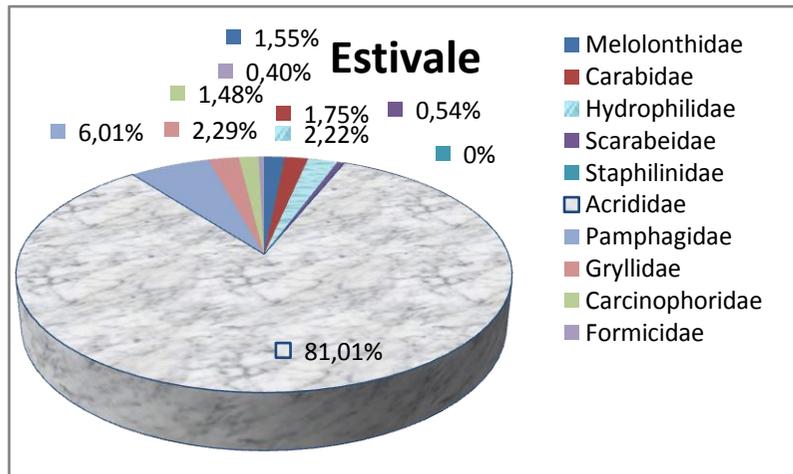


Figure 35. Familles d'insectes proies les plus importants identifiés dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs de la région d'El-Merdja (Tébessa) en fonction de cycle biologique.

Selon les familles et les différentes périodes du cycle, nous constatons la présence régulière de certaines familles durant toutes les périodes du cycle, qui sont Mélolonthidae, Carabidae, Hydrophilidae, Scarabeidae, Carcinophoridae, Acrididae Gryllidae et formicidae. Les autres familles ont des apparitions différentes avec des pourcentages différents.

Durant la période estivale, nous constatons la dominance absolue de la famille Acrididae (ordre Orthoptera) (81,01%), les autres familles sont très peu consommées avec l'absence des Staphilinidées (Fig. 35).

Durant la période d'hivernage, toutes les familles sont présentes avec le pourcentage le plus haut mais moins que la période précédant de la famille Acrididae (ordre Orthoptera) 41,76 %. La famille Carcinophoridae (ordre Dermaptera) arrivent en seconde position (18,2 %) puis les Carabidae (14,1 %), les autres familles sont rarement consommées (Fig. 35).

La période pré- reproduction enregistre l'absence de la famille Pamphagidae (ordre Orthoptera) et la diminution très importante dans l'apparition de la famille Acrididae qui reste pourtant ça la famille la plus consommable avec pourcentage de 29,16%, suivi par les familles Carcinophoridae (ordre Dermaptera) et Carabidae (ordre Coléoptera) avec respectivement 25 % et 15,97% (Fig. 35).

Concernant la période de reproduction et élevage des jeunes, la famille Acrididae constitue à elle seule le moitié du régime alimentaire (50,08%) suivi par les Carcinophoridae avec 14,74% et carabidae avec 9,97%. Les autres familles sont très rarement consommées (Fig. 35).

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

➤ **Exploitation des résultats par les indices écologiques**

Ces méthodes prises isolément sont généralement d'être satisfaisantes pour illustrer la structure du régime alimentaire d'une espèce à large spectre alimentaire. A l'aide d'un logiciel A.D.E (Chessel et Doledec, 1992), nous aboutissons les résultats représentant dans le tableau suivant (Tab. 07).

Tableau 07. Valeurs des différentes indices écologiques des proies des Hérons garde boeufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011.

Périodes	Estivale		Hivernage						p.Re p Reproduction			
	Juillet	Aout	septembre	Octobre	NOVEMBRE	re Decembre	re Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Abondance	534	963	534	476	630	398	387	165	147	228	526	404
Richesse	20	18	20	20	15	20	17	18	18	20	21	18
Shannon	1,756	1,127	1,756	2,411	2,370	3,031	2,854	3,307	3,105	3,477	2,286	3,081
Equitabilité	0,406	0,270	0,406	0,558	0,607	0,701	0,698	0,793	0,745	0,805	0,520	0,739

✚ **Emploi d'indices écologiques de composition**

● **L'abondance totale des familles proies du Héron garde boeufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011**

Les abondances totales des proies trouvées dans les pelotes par mois sont placées dans la figure 36.

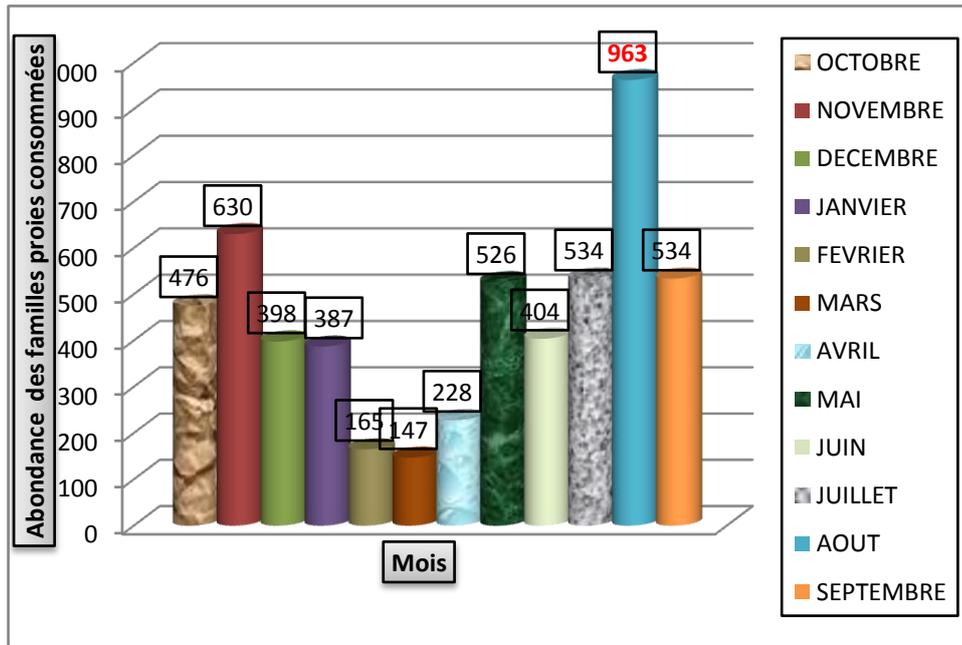


Figure 36. Abondance par mois des familles proies du Héron garde bœufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre 2011.

Il est signalé que c'est durant le mois Aout, le Héron garde bœufs (*Bubulcus ibis*) est ingéré le plus nombre des proies, dont les Acrididae (Ordre Orthoptera) qui domine son repas avec nombre de 820 individus. Suivi par le mois Novembre avec 630 individus dominé par trois familles d'importance différente, Acrididae, Carcinophoridae et Carabidae avec 237, 189 et 109 respectivement. Le bas nombre de proies sont enregistrés pendant le mois du Mars avec nombre d'items 147, ceci peut probablement expliquer par la consommation des oiseaux (sept individus sur huit pelotes) dont on note un individu seul lorsqu'elle apparait dans la pelote. Les autres mois enregistre une abondance remarquable entre 165 et 534 items (Fig. 36).

En fonction des périodes du cycle biologique, c'est la période pré-reproduction qui enregistre les valeurs basses (un seul mois : Mars), alors que la période d'hivernage représente la période la plus abondante de coté de proies trouvé dans les pelotes avec nombre d'items 2860 suivi par la période estivale avec 1500 individus, alors que celle de reproduction est de 1169 proies. Cette différence va expliquer par la différence de la dureté de chaque période (Tab.08).

● **La richesse totale des familles proies du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011**

Ce qui concerne la richesse totale, D'après la figure 37, il est souligné que les valeurs de la Richesse totale par mois au niveau de la Héronnière d'El- Merdja se situent entre 21 familles recensées dans 8 pelotes de Mai suivi par richesse a égale de 20 en Octobre, Décembre, Avril, Juillet et Septembre. La basse valeur est enregistrée pour le mois de Novembre avec S égale à 15.

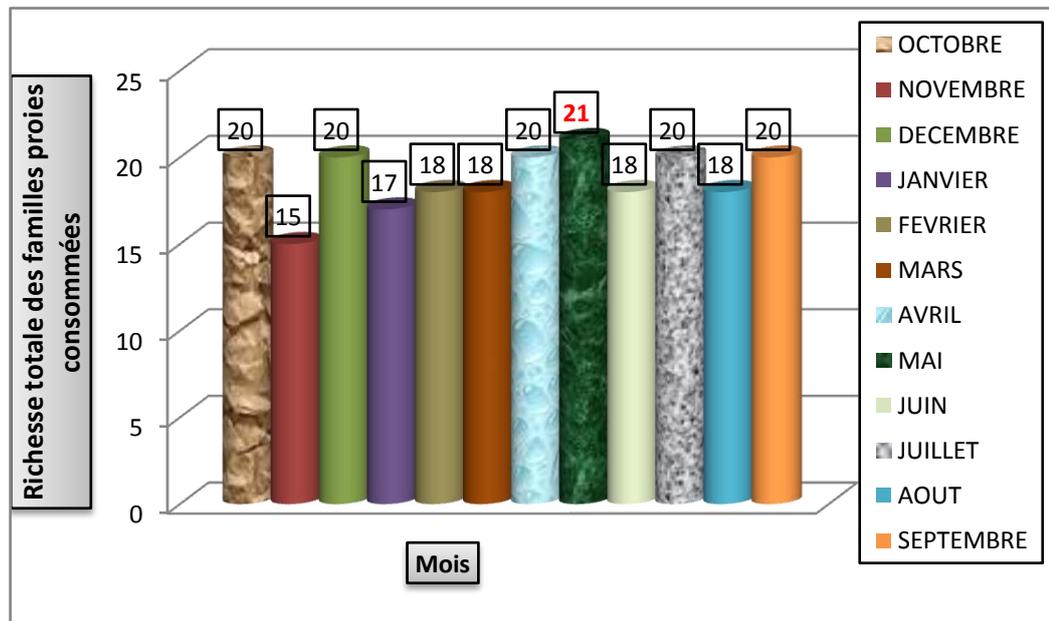


Figure 37. Richesse totale des familles proies du Héron garde bœufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre 2011.

Boukhtache (2010) enregistre des valeurs de ce paramètre plus élevé que notre travail, dont elle obtient une valeur maximum de Richesse Total en juin avec 80 espèces proies suivi avec valeurs de 64 et 62 en Mars et Juillet respectivement.

Setbel (2008) noté que les valeurs de la richesse totale sont moins que celle de Boukhtache. Ils varient entre 39 espèces trouvées en Aout dans 10 régurgitats et 54 espèces recensées en Juin dans 58 régurgitats en 2001 à Tizi Ouzou. De même à Hadjout en 2006, 68 espèces sont recensées dans 8 pelotes en Juin et 75 espèces en Mai.

✚ Emploi d'indices écologiques de structure

● **Indice de diversité de Shannon des familles proies du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011**

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces proies du Héron garde bœufs sont placées dans la figure 38.

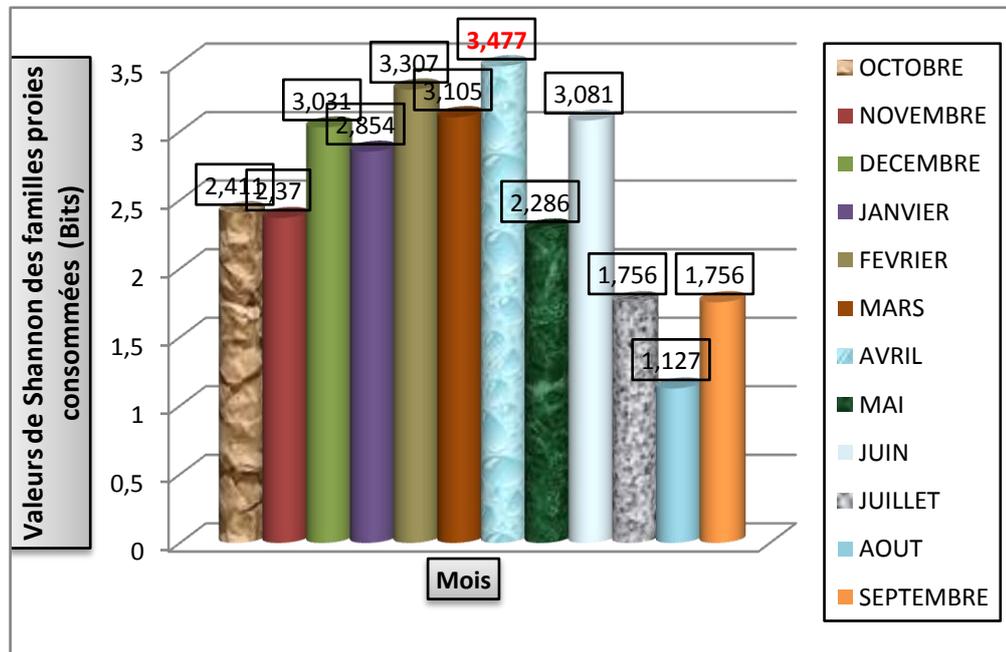


Figure 38. Valeurs de Shannon-Weaver des familles proies du Héron garde bœufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre

Il est noté que ces valeurs sont variables d'un mois à l'autre qui fluctue entre 3,477 Bits et 1,127 Bits dont la plus grande valeur enregistre pendant le mois d'Avril alors que la basse pendant le mois Mai. Les valeurs de cet indice sont élevées aussi durant les mois février, mars, juin et décembre 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 ce qui assure s'opportuniste (Fig. 38).

En fonction des périodes du cycle biologique, c'est la période estivale qui enregistre les valeurs basses de l'indice de diversité ce qui expliqué par la préférence de l'oiseau dans son régime à les familles des Acrididae. Les autres périodes notent de diversité généralement grande avec diversité très importante durant la période de reproduction (Tab. 08).

Comparablement a celle obtenue par Boukhtache (2010), une diversité plus grande sont enregistré dont la grande valeur de l'indice de Shannon est noté pendant le mois juin suivi par le mois Avril avec 5,2 Bits et 5,1 Bits respectivement. Les valeurs restent plus grandes pour tout les mois.

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 par celle de Tizi Ouzou avec 5,26 Bits, puis par bou Redim avec 5 Bits, par Boudouaou avec 4,66 Bits, par Bouira avec 3,93 Bits et par Mascara avec 3,87 Bits.

● **Indice d'équité des familles proies du Héron garde bœufs de la région de Tébessa entre Octobre 2010 et Septembre 2011**

Les résultats concernant l'équité des familles proies du Héron garde bœufs sont représentés dans la figure 39.

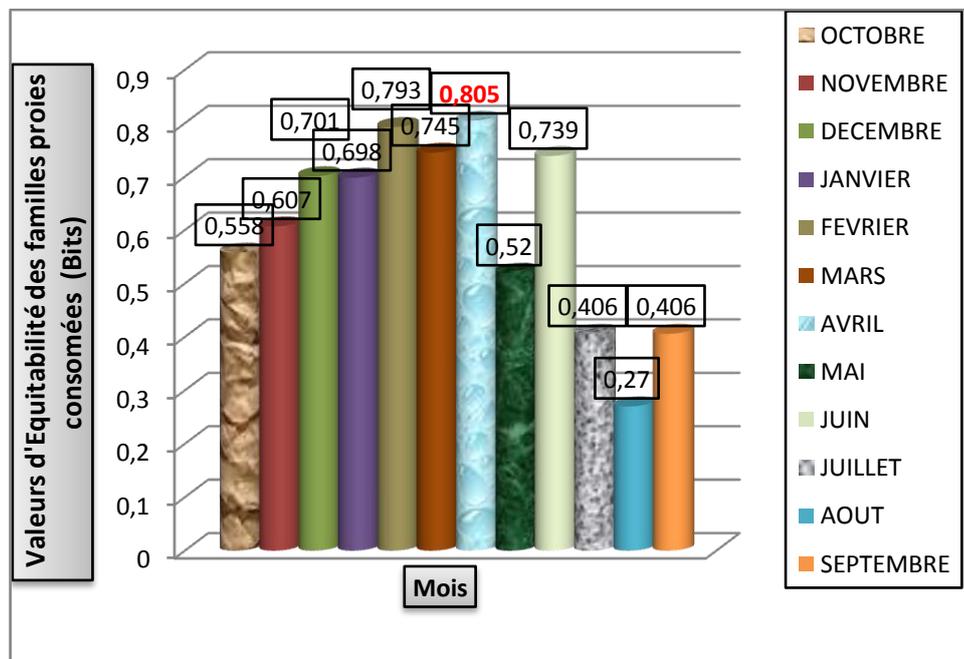


Figure 39. Valeurs d'Equitabilité des familles proies du Héron garde bœufs dans la région de Tébessa entre Octobre 2010 et septembre 2011.

Il est constaté que les valeurs de l'équité (E) sont 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 reconnues pendant les mois Aout, Juillet,

Septembre avec valeurs de E : 0,27 ; 0,406 et à 0,406 respectivement. Ces valeurs basses de E s'expliquent par le déséquilibre entre les effectifs des espèces proies puisque la famille 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 par 0,805 suivi par celle de mois février par 0,793. Concernant les autre mois, les valeurs de E tendent vers le 1 ce qui signale l'abondance voisin des familles proies de cet échassier (Fig. 39).

Boukhache (2010) dans la région du Batna a noté que l'équirépartition des différentes catégories de proies consommées enregistre pendant la période de reproduction des valeurs plus élevées chez le garde-boeufs avec 0,9 au mois d'avril. Concernant les pelotes ramassées par Setbel (2008), les valeurs de E se fluctuent d'une station à autre dont les stations où les taux de pelotes présentant des valeurs de E supérieures ou égale à 0,5 sont celle de Bou Redim (89,3 %), de Tizi Ouzou (96,4 %), de Bouira (95 %), de Boudouaou (98,1%), de Hadjout (100%) et de Mascara (100%).

Il faut signaler que ces résultats obtenus pour chaque étude sont pour un nombre différents de pelotes.

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

Le but de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) c'est d'estimer l'effet des mois sur les principales familles de proies retrouvées dans le bol alimentaire du héron garde bœufs. Cette analyse est établie grâce au logiciel A.D.E (Chessel et Doledec, 1992).

L'analyse factorielle des correspondances effectuées pour la fréquence d'apparition des familles proies a révélé la présence de quatre groupes (Fig. 40) :

Groupe 01 : composé de les familles Elateridae et les mois février et avril, ce qui démontre une grande relation entre cette famille et les mois correspondants.

Groupe 02: composé de la famille Trogidae et le mois janvier, ce qui démontre une grande relation entre cette famille et la période correspondante.

Groupe 03: composé de deux familles qui sont Carcinophoridae et Gerridae et le mois Mai, ce qui démontre une grande relation entre ces familles et la période correspondante.

Groupe 04: composé des plusieurs familles et des mois, parmi ces familles, la famille Formicidae, Mélolontidae, Ténébrionidae, Scarabeidae,....., et les mois septembre, octobre, novembre, décembre, mars, juin et aout, ce qui démontre une grande relation entre cette famille et les périodes correspondantes.

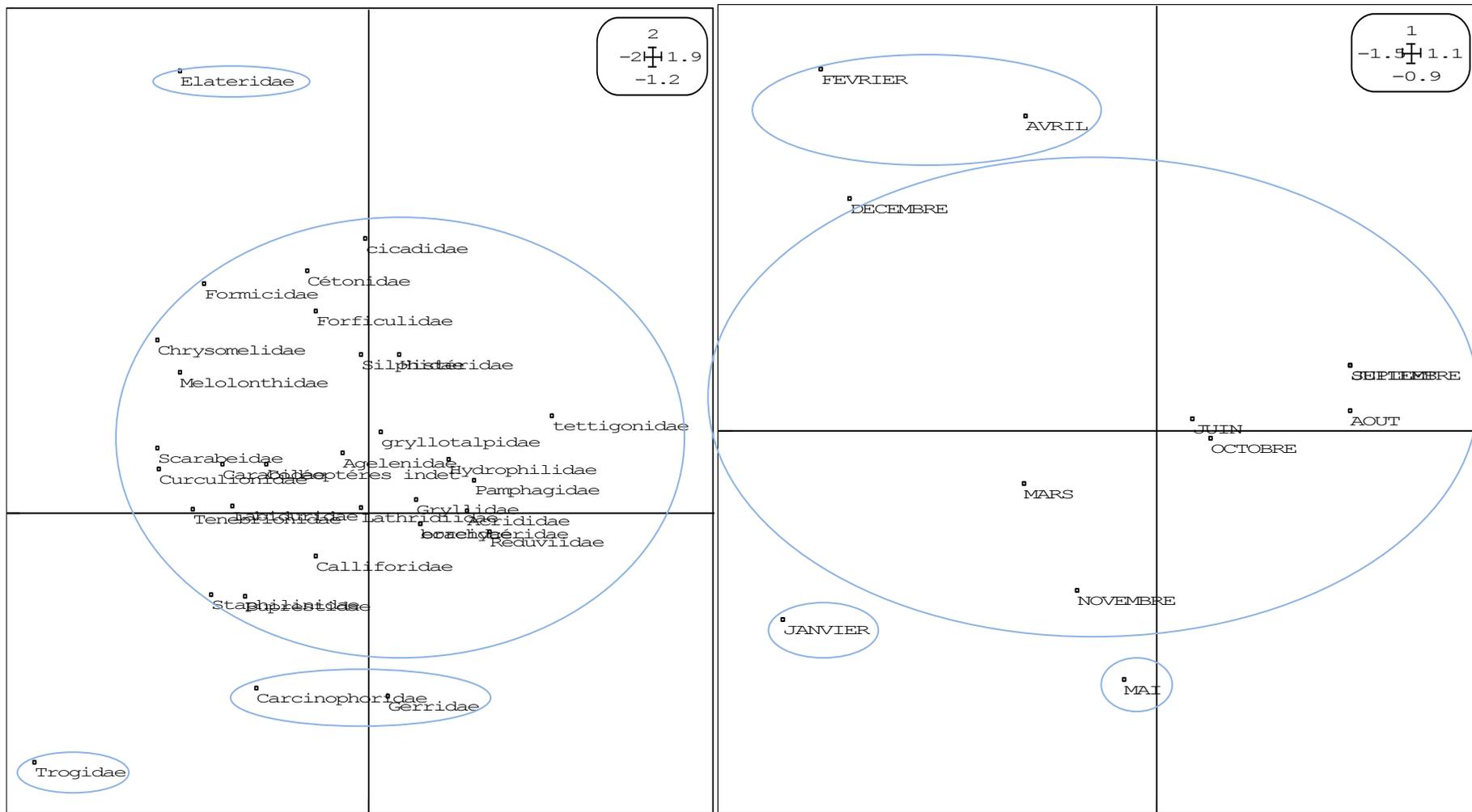


Figure 40. Carte factorielle des différentes familles proies du Héron garde boeufs (*Bubulcus ibis*) en fonction des mois d'études dans la région d'El-Merdja à Tébessa

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

✓ 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 figure 41.

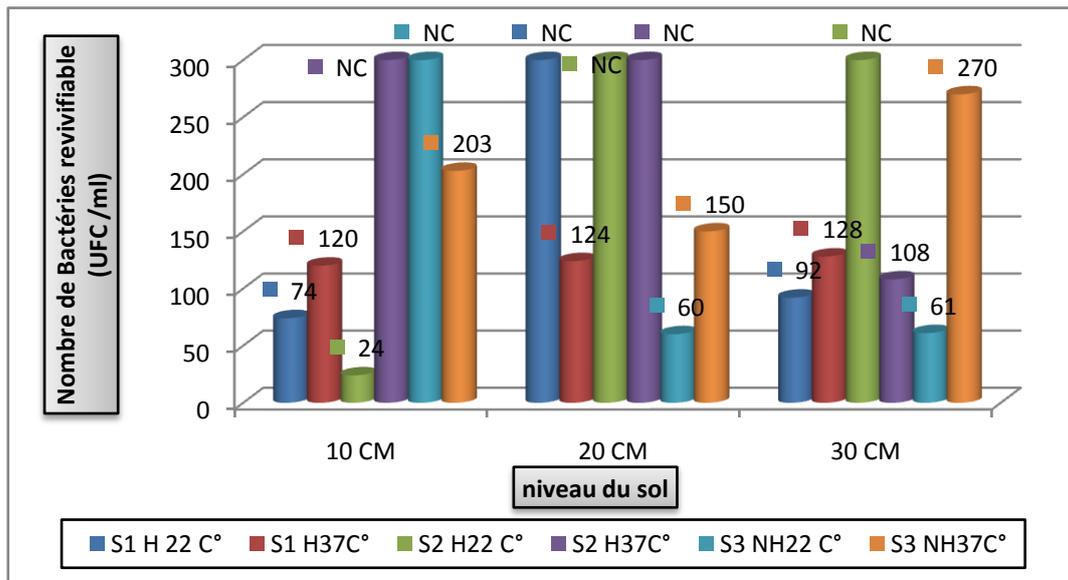


Figure 41. Dénombrement des bactéries revivifiables dans un sol sous héronnière à 22 C° et à 37 C°.

S₁ H : site 1 du sol sous Héronnière ; **S₂ H :** site 2 du sol sous Héronnière ; **S₃ H :** site 3 du sol sans Héronnière (Témoin) ; **NC :** Nappe confluyente ;

D'une manière générale, à 37°C 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 qui influent négativement sur la prolifération microbienne du sol. Ces effets sont peu observés à 37°C.

➔ **Recherche et dénombrement des 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 42 :

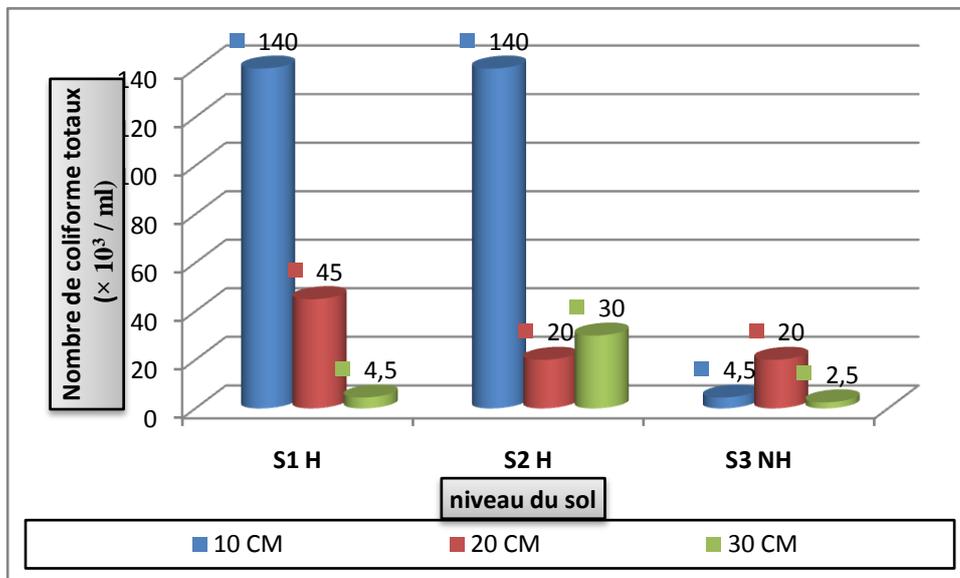


Figure 42. Evolution du nombre de coliformes totaux dans le sol d'El - Merdja

S₁ H : site 1 du sol sous Héronnière ; **S₂ H :** site 2 du sol sous Héronnière ; **S₃ H :** site 3 du sol sans Héronnière (Témoin).

Nos résultats nous montrent la présence continue de ces bactéries dans les trois niveaux du sol (10 cm, 20 m et 30 cm). Le plus grand nombre est cependant enregistré au niveau du premier horizon du sol (10 Cm) pour la région avec 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. 42).

Il est aussi à noter que pour le même horizon, le nombre de coliforme est largement supérieur dans les sols sous héronnières par opposition aux témoins, en partant de la surface du sol jusqu'à une 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 43.

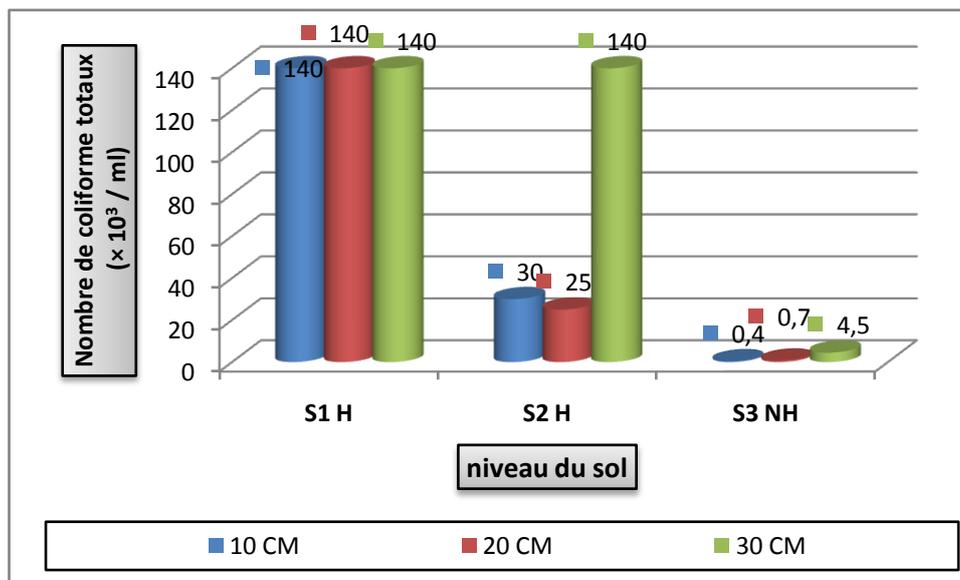


Figure 43. Evolution du nombre de Streptocoques fécaux dans le sol d'El - Merdja

S₁ H : site 1 du sol sous Héronnière ; **S₂ H :** site 2 du sol sous Héronnière ; **S₃ H :** site 3 du sol sans Héronnière (Témoin).

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**

Cinq milieux gélosés ont été utilisés pour l'échantillon 1 (Géloses Chapman, Hektoen, Mac Conkey et gélose nutritive) et seulement les deux premiers pour le second échantillon. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant (Tab.08)

Tableau 08. Identification bactérienne

Sites	Ech	milieu	Aspect macroscopique	Aspect microscopique	OX	Cat	Mannitol mobilité		API 20E	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)									
							Aé	Anaé		Pt	PI	NTX	P	TE	F	CN	SXT	AMP	
Site 1 H	10 cm	Hek	Jaune saumon, bombée, lisse	Bacille Gram négatif	+	+			<i>Klebsiella oxytoca</i>	6	9	6	6	20	13	13	24	6	
		Chap	Blanche, petite, bombée, lisse, opaque	Cocci Gram positif	+	+	+	-	<i>Stenatrophonas maltophilia</i>	22	22	21	6	32	25	12	30	6	
	20 cm	Hek	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Chap	Jaunâtre entouré d'un auréole jaune, bombée, lisse	Cocci Gram positif et diplocoque	+	+	+	+	<i>Chryseomonas luteola</i>	21	22	24	6	36	36	6	32	12	
	30 cm	Hek	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Chap	Blanche, petite, bombé, lisse,	Cocci Gram positif	+	+	+	+	<i>Stenatrophonas maltophilia</i>	6	6	6	6	/	6	6	6	6	
Site 2 H	10 cm	Hek	Jaune saumon, bombée, lisse	Bacille Gram négatif	+	+			<i>Enterobacter sakazakii</i>	6	6	6	6	6	6	12	6	6	

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

Sites 1H et 2H : Sites sous héronnière ; **Site NH** : 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 : Triméthoprime	AMP : Ampicilline
----------------------------	-------------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------------	--------------------------

L'étude microbiologique débute toujours par une caractérisation macroscopiques (aspect des colonies) (Fig. 45) et microscopiques (aspect des cellules après coloration différentielle de Gram) (Fig. 46 ; 47 et 48). Ces derniers ont donné après culture des colonies de différents aspects qui après coloration ont donné principalement des cellules bacillaires et des sphériques (coccoïdes) regroupés souvent en amas ou en chaînette (Tab.09). Ces cellules ont donnés après étude des profils enzymatiques et biochimiques ont permis d'identifier *Klebsiella oxytoca*, *Stenatrophonas maltophilia*, *Chryseomonas luteola*, *Entrobacter sakazakii*, *Burkholderia cepacia* et *Stenatrophonas maltophilia* (Fig. 49). Les bâtonnets sont plus représentés que les cocci.

Il est à noter que les bactéries appartenant à la famille des Entérobactéries (*Klebsiella oxytoca* et *Entrobacter sakazakii*) sont isolés uniquement dans l'horizon inférieur à 10 cm (Tab.09). Ces bactéries non pathogènes sont sous contact direct avec les fientes caractérisées par une acidité élevée et elles affichent une résistance élevée vis-à-vis des antibiotiques étudiés.

Les quatre espèces bactériennes isolées, 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 utilisés.

A noter aussi que les bactéries ont été isolées uniquement dans les sites sous héronnière.

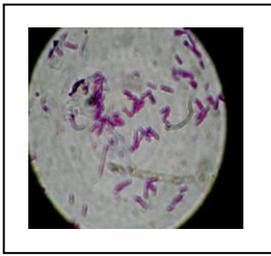


Figure 44 : Morphologie microscopique des coliforme Bacille à Gram⁻ (G×100)

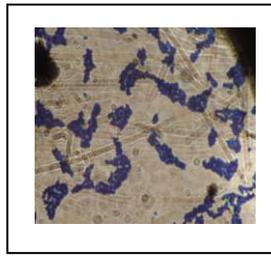


Figure 45 : Morphologie microscopique des Streptocoques à Gram⁺ (G×100)

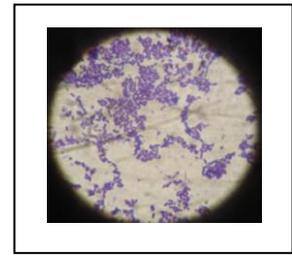


Figure 46: Morphologie microscopique des Staphylocoques à Gram⁺ (G×100)

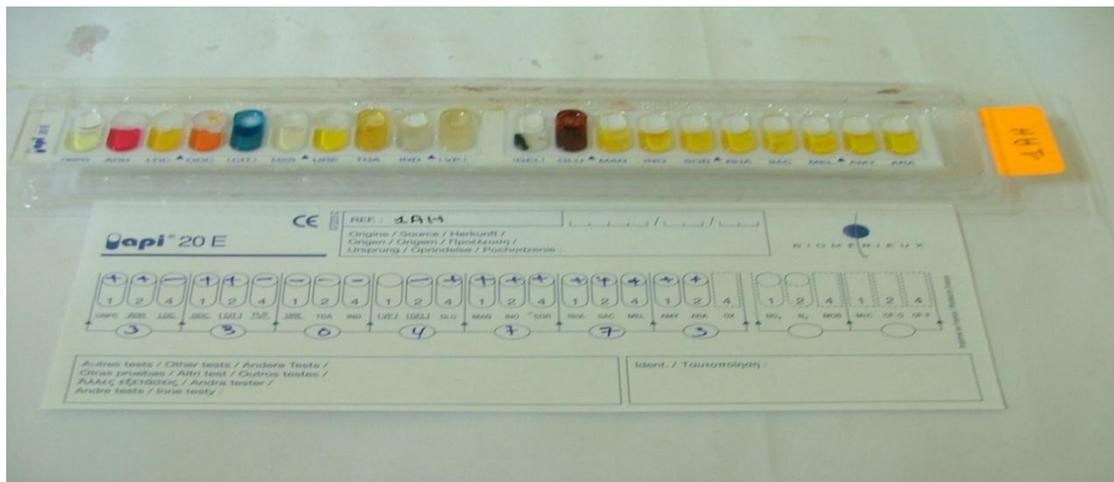


Figure 47. Profil biochimique de *Klebsiella oxytoca* isolée sur milieu Hecktoen pour l'horizon 10 cm du premier échantillon



Figure 48. Résultat d'antibiogramme d'un échantillon

CONCLUSION

Connaître l'écologie trophique de l'Héron garde bœufs (*Bubulcus ibis*) de la région de Tébessa contribuera à une mise en évidence de biocénoses notamment celles des insectes apportant un intérêt agro-écologique pour la région. Aussi, l'effet de leur installation (les fientes) sur la stabilité et le fonctionnement d'une biocénose telles que les microflore telluriques. A ce titre le présent travail a été réalisé.

Notre étude a été réalisée dans la région d'El-Merdja à Tébessa durant la période Octobre 2010 et Septembre 2011.

D'abord nous avons estimé l'écologie trophique de cet échassier. La méthode d'étude consiste à récolter des pelotes de réjection à la fin de chaque mois d'étude. La méthode utilisée est l'analyse des pelotes par voie humide.

Au total de 96 pelotes, on fait l'objet d'une étude morphologique et d'une évaluation du poids sec ainsi la longueur moyenne était de $33,25 \pm 8,69$ mm et la largeur moyen de $18,65 \pm 7,26$ mm. Pour les poids des pelotes, ceux – ci sont de $3,42 \pm 1,3$ g. En fonction du cycle biologique de l'espèce, les valeurs de la moyenne concernant la longueur sont proches. Par contre, nous constatons que la plus haute moyenne (Largeur) correspond aux pelotes de la période d'hivernage, tandis que les période estivale et d'hivernage qui enregistrent les poids les plus importants des pelotes. La coloration dominante était le noir.

La liste taxonomique de proies identifiées dans 96 pelotes décortiquées et analysées révèle un total de 5727 items réparties en 6 classes (Insecta, Arachnida, Annelida, Oiseaux, Mammifera et Reptilia), 16 ordres et 38 familles.

Son alimentation est composée tant par des proies invertébrées que par des proies vertébrées. Les proies invertébrées, notamment les insectes, représentent la majorité des items consommés tant en nombre d'individus (96,14 %) atteignant leur maximum pendant la période estivale avec 98,96 %.

Parmi eux, ces sont les ordres Orthoptera, Coléoptera et Dermaptera les plus dominantes représentant 58,30 %, 23,44 % et 1 5,47 % respectivement.

33 familles composent la classe des insectes, les familles Acrididae et Carcinophoridae sont les plus consommées représentant à deux près de 65 % du total des familles proies donc les autres familles sont très faiblement retrouvées.

Les Orthoptères et en particulier la famille Acrididae sont dominants durant toutes les périodes de cycle biologique du Héron garde bœufs atteignant son maximum en période estivale avec 81,01%.

Dans cette étude, nous soulignons que les Héron garde-boeufs présentent une alimentation plus diversifiée pendant toutes les périodes du cycle notamment en période de reproduction avec H' égale à 3,477 bits et une abondance très important durant le mois Mai avec un nombre d'items de 963. Les valeurs de l'indice d'équité sont assez élevées pour la plupart du mois d'étude. Nous dirons alors que les populations – proies sont en équilibre entre elles, ce qui confirme leur opportunistes.

La A.F.C révèle la présence d'effet des mois sur les principales familles de proies retrouvées dans le bol alimentaire du héron garde bœufs.

L'autre volet de notre étude consiste à la recherche de l'effet des fientes du Héron garde bœufs sur les microflore telluriques en basant sur l'analyse bactériologique du sol.

L'analyse réalisée sur le sol d'El-Merdja (héronnière et non héronnière) a portée principalement sur la quantification des bactéries indicatrices de contamination fécale à savoir les coliformes totaux et les streptocoques fécaux.

Par ailleurs, les tests d'identification des souches isolées ont permis d'identifier six souches rapprochées aux différents genres : *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter sakazakii*, *Stenatrophonas maltophilia*, *Chryseomonas luteola*, *Burkholderia cepacia* et *Stenatrophonas maltophilia*. Les deux premières sont apparues uniquement dans l'horizon inférieur à 10 cm ce qui signifie leurs tolérances à l'acidité des fientes du héron garde bœufs et elles affichent une résistance élevée vis-à-vis des antibiotiques étudiés. Alors que les autres souches sont isolées dans les trois profils (10, 20 et 30cm) et sont pratiquement sensibles à la majorité des antibiotiques utilisés.



Le Héron garde-bœufs est une espèce à large niche trophique, montre des adaptations particulières lui permettant de subvenir à ses besoins alimentaires et à ceux de sa descendance. Son utilité pour l'agriculture en tant qu'auxiliaire n'est plus à démontrer puisqu'il contribue à la régulation de plusieurs populations nuisibles, en particulier celles des orthoptères et des rongeurs.

D'un autre côté, les emplacements de la colonie du Héron garde bœufs compromis par de grandes quantités de matière fécale, et rendent les milieux héronnières moins stables et fragiles. Ceci est démontré par les résultats microbiologiques et l'apparition dans les pelotes de rejection de quelques familles indicatrices de la fragilité du milieu (famille Cicadidae).



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) AMHIS W., BENSLIMANE A., TIOUIT D., NAIM M., « Tests de sensibilité utiles au traitement antibiotique ». *Médecine du Maghreb*, 2001, n°91, P 22-25.
- 2) ANONYME. « Etude d'un schéma directeur de développement de la wilaya de Tébessa ». Dir. Sev. Agr. Wilaya Tébessa, 1985.
- 3) ANONYME. *Faune et flores. 4 milieux pour un marais*. Le journal du marais poitevin, 2001.
- 4) ANONYME. « Fiche signalétiques de la wilaya de Tébessa ». Dir. Sev. Agr. Wilaya Tébessa, 2007a.
- 5) ANONYME. « Inventaire des sites de retenue des bassins de la Mellegue et chott Melhrir ». ANRH, Wilaya Tébessa, 2007b
- 6) ANONYME. « Données de la station météorologique de Tébessa ». La station météorologique de Tébessa, 2010c.
- 7) AOUISSI A. *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, 2009, 141p.
- 8) ARENDT W.J. «Range expansion of the Cattle egret (*Bubulcus ibis*) in the Greater Caribbean basin». *Colonial Waterbirds*, 1988, n°11, p.252-262.
- 9) BARBAULT R. *Ecologie des populations et des peuplements*. Ed. Paris : Masson, 1981, 200p.
- 10) BENOUIS K., BENABDERRAHMANE M., HARRACHE-CHETTOUH D. et BENABDELI K. «Peut-on boire les eaux de bains maures « Hammam » ? : cas des bains de la ville de Sidi-Bel-Abbès». *Cahiers Santé*, 2008, vol. 18, n° 2, P.63 – 66.



- 11) Biomerieux API, Apiweb . «La galerie de référence : L'interprétation automatisée et simplifiée à la portée de tous ». Polycopiés dactylographiés, 8p.
- 12) BLAKER D. «Behaviour of the Cattle egret». *Ostrich*, 1969, n° 40, p.75 – 129.
- 13) BLONDEL L. *Biologie et écologie*. Ed. Paris: Masson, 1979, 173 p.
- 14) BOCK C.E. et LEPHTIEN L.W. «Population growth in the Cattle egret». *Auk*, 1976, n°33, p.164 -166.
- 15) BOKOSSA YAOU I. « 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, 2008, 67p
- 16) BOLOGNA G. *Les oiseaux du monde*. Ed. Paris : Solar, 1980, 510p.
- 17) BOUKHELFA S. *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, 2006, 82 p.
- 18) BOUKHEMZA M. *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, 2000, 188p.
- 19) BOUKHEMZA M., DOUMANDJI S., VOISIN C. et VOISIN J.F. « Disponibilités des ressources alimentaires et leur utilisation par le Héron garde bœufs, *Bubulcus ibis*, en Kabylie, Algérie ». *Terre et vie (Rev.Ecol)*, 2000, n°55, p.361 – 381.
- 20) BOUKHTACHE N. *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, 2010, 201p .
- 21) BOUKROUT – BENTAMER N. *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, 1998, 246 p.
- 22) BOULAHBAL F., RAMDANI BOUGUESSA N., SEGHIER M., BELOUNI R. et BENSLIMANI A. *Manuel de microbiologie à l'usage des étudiants en 3^{ème} année de Médecine*. Alger : Office des publications universitaire, 2009, 277p.
- 23) BOURDON J.L , MARCHAL N. *Technique bactériologique*. DOIN , 1981, 335p.
- 24) BREDIN D. *Contribution à l'étude écologique d'Ardeola ibis (L.) : Héron garde boeufs de Camargue*. Thèse Doctorat 3ème cycle. France :Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 1983,315 p.
- 25) BREDIN D. «Régime alimentaire du Héron garde bœufs à la limite de son expansion géographique récente ». *Terre vie (Revue écolo)*, 1984, n°39, p.431 -445.
- 26) BURGER J., GOCHFELD M. «Age differences in Cattle egret *Bubulcus ibis*, foraging with ungulates in Kenya». 1989, 2vol, n°77, p.201 – 204.
- 27) BURNS E.C., Chapin J.B. «Arthropods in the diet of the Cattle egret in Southern Louisiana». *J. Econ. Ent.*, 1969, n°62, p.736 – 738.
- 28) BURTON M., *Vies d'oiseaux – le Comportement des oiseaux*- Ed. Paris : la maison Rustiques, 1978, 224p.
- 29) BURTON M., BURTON R. *Le grand dictionnaire des animaux –Héron- ibis*. Ed. Paris : Bordas, 1973b, n° 12, 2191-2388 pp.
- 30) CHALINE J., BAUDVIN H., JAMMOT D. et SAINT-GERONS C. *Les proies des rapaces : petits mammifères et leur environnement*. Ed. Paris : Doin, 1974, 141 p.
- 31) CHESSEL D., DOLEDEC S. «A.D.E. Software. Multiveriet analysis graphical display for environmental data (Version 4) ». Université de lyon, 1992, 121p.
- 32) Comité de l'antibiogramme de la société Française de Microbiologie. « Antibiogramme par diffusion en milieu gélosé pour les souches CNR de *Pseudomonas aeruginosa* ». Polycopiés dactylographié. 2009, 3p.



- 33) CRAUFURD R.Q. «Notes on the ecology of the Cattle Egret *Ardeola ibis* at Rokkon, Sierra Leone ». *Ibis*, 1965, n°108, p.411 – 418.
- 34) DAGNELIE P. *Analyse statistiques à plusieurs variables*. Ed. Les presses agronomiques, gembloux, 1975, 362p.
- 35) DAJOZ R. *Précis d'écologie*. Ed. Paris : Dunod, 1975, 549p.
- 36) DAJOZ R. *Précis d'écologie*. Ed. Paris : Dunod, 1985, 505p.
- 37) DARMALLAH H. *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, 1989, 67 p.
- 38) DAY M.G. «Identification of hair and feather remains in the gut and faeces of stoats and weasels». *J. Zool.*, London, 1966, n°148, p. 201 – 217.
- 39) DEAN A.R. «Cattle egrets feeding on refuse tip». *British Birds*, 1978, n°71, 268p.
- 40) DEBROT S., FIVVAS G., MERMOD C. et WEBER J.M. *Atlas des poils de Mammifères d'Europe*. Université Neuchâtel, 1982, 208 p.
- 41) DEJONGHE J. F. *Les oiseaux des villes et villages*. Ed. Paris :le point vétérinaire, 1983, 296 p.
- 42) DELAGARDE J. *Initiation à l'analyse des données*. Ed. Paris :Dunod, 1983, 157p.
- 43) DELARRAS C. « Surveillance sanitaire Et Microbiologique des eaux : Règlementation-Prélèvements-Analyses ». *TEC & DOC*, 2008, 269p.
- 44) DERVIN C. *Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondance ?*. Ed. Paris :Institut technique Cent. Ecol. (I.T.C.E), 1992, 72p.
- 45) DORST J. *La vie des oiseaux*. Ed. Paris :Bordas, 1971, Vol. 11, T. I, 382 p.
- 46) DOUMANDJI S., DOUMANDJI MITICHE B. et HAMADACHE H. « place des orthoptères en milieu agricole dans le régime alimentaire du Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* à Draä El-Mizan en grande Kabylie (Algérie) ». *Med.fac. Landbou ww. Univ. Gent.*, 1992, n°57 (3a), p. 675 – 678.



- 47) DOUMANDJI S., HARIZIA A., DOUMANDJI MITICHE B. et AIT MOULOUD S.K. « Régime alimentaire du Héron garde-boeufs, *Bubulcus ibis*, en milieu agricole dans la région de Chlef (Algérie) » *Med. Fac. Landbboww. Univ. Gent*, 1993, n°58 (2a), p.365 – 372.
- 48) DUXBURY W.R. « Food of nesting Cattle Egret and Reed Cormorant ». *Ostrich*, 1963, n°34, 110p.
- 49) ETCHECOPAR R.D. Hue F. *Les oiseaux du nord de l'Afrique*. Ed. Paris : N. Bourbée et Cie, 1964, 606 p.
- 50) FALLUI L., LIGNEREUX Y., BARRAT J., RECH J. et SAUTET J.Y. « Etude en microscopie optique des poils (Pili) de la faune Pyrénéenne sauvage en vue de leur détermination ». *Zbl. Vet. Med. C. Anat. Histol. Embryol.*, 1979, n°8, p.307 – 317.
- 51) FELLAG M. *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, 1995, 81 p.
- 52) FERRAH. *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, 2007: 75p.
- 53) FOGARTY M.J., HETRICK W.M. « Summer foods of nesting cattle egrets in north central Florida ». *Auk*, 1973, n°90, p. 268 – 280.
- 54) FRANCHIMONT J. « Biologie de la reproduction du Héron garde-boeufs (*Bubulcus ibis*) dans une héronnière mixte du nord-ouest marocain ». *Aves*, 1985, vol 4, n°22: p.225 – 247.
- 55) FRANCHIMONT J. « Les lieux d'alimentation du Héron garde-boeufs, *Bubulcus ibis*, dans le nord-ouest marocain ». *Aves*, 1986b, vol 4, n° 23, p.216 – 224.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



- 56) GASSETT J. W., FOLK T. H., ALEXY K. J., MILLER K. V., CHAPMAN B. R., BOYD E. L. «Food Habits of cattle egret on St. Croix,—U.S. Virgin Islands».. *The Wilson Bulletin*, 2000, » vol 2, n°112, 268 p.
- 57) GENNE D., SIEGRIST H.H. « De l'antibiogramme à la prescription d'un antibiotique ». *Forum Med Suisse*, 2003, n° 20, p. 464-468.
- 58) GEROUDET P. *Grands échassiers, gallinacés, râles d'Europe*. Paris : Delachaux et Niestlé, 1978, 429 p.
- 59) HAFNER H. *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, 1977, 183 p.
- 60) HAMDINE W. *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, 1990, 152 p.
- 61) HANCOCK J., KUSHLAN J.A. *Guide des Hérons du monde – aigrettes – bihoreaux - butors - Hérons - onorés*. Ed. Paris, Delachaux et Niestlé, 1989, 288 p.
- 62) HART T., SHEARS P. *Atlas de poche de microbiologie*. Paris :Flammarion Médecine-Science, 1997, 313p.
- 63) HARRISON C. *Les nids, les œufs et les poussins d'Europe en couleurs*. Ed. Paris : elsevier Sequoia, 1977, 430p.
- 64) HEINZEL H., FITTER R. et PARSLOW J. *Oiseaux d'Europe, d'Afriques du Nord et du Moyen Orient*. Ed. Paris : Delachaux et Niestlé, 1992, 319p.
- 65) HIBBERT-WARE A. «An investigation of the pellets of the commun Heron». *A. cinerea. Ibis*, 1940, n°14, p.433 – 450.
- 66) HILALUDDIN, SHAH J. N. et SHAWL T. «water bird -Nest site selection and Breeding success by cattle egret and little Egrett in Amroha, Uttar pradesh, India». 2003, vol 4, n°26, p. 444 – 448.



- 67) IKEDA S. «On the food habits of the indian Cattle egret (*Bubulcus ibis coromandus*)». *Japanese J. Appl. Zool.*, 1956, n°2, p. 83 – 86.
- 68) JENNI D.A. «A study of the ecology of four species of Herons during the breeding season at Lake Alice, Alachua County, Florida». *Ecological Monographs*, 1969, n°39, p.243 – 270.
- 69) JENNI D.A. «Regional variation in the food nesting Cattle Egret». *Auk*, 1973, n°90, p.821 – 826.
- 70) JOFFIN J J-N., LEYROL G. *Microbiologie Technique 1 : dictionnaire des techniques*. 3^{ème} éditions. CRDP d'Aquitaine, 2001, 320p.
- 71) JONSSON I. *Les oiseaux d'Europes, d'Afriques du Nord et du moyen Orient*. Ed. Paris : Nathan,. 1994, 558p.
- 72) KAMLER J. F, SUINYUY T. N. et GAOULDING W. «Cattle egret and common Ostrich associations in South Africa». *Ostrich*, 2008, vol 1, n°79, *-*
- 73) KADRY- BEY I. «The economic importance of the Buff- backed Egret (*Ardeola ibis* L.) to egyptian agriculture». *Bull.Zool.Soc.*, 1942, n°4, p.20 – 26.
- 74) KAUFMAN. Disponible sur : <http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=209 >. (1996)
- 75) KELLER J. « Détermination des Mammifères de la suisse par leur pelage. I- *Talpidae* et *Soricida"e* ». *Rev. Suisse Zool.*, 1978, n°85, p.758 – 761.
- 76) KELLER J. « Détermination des Mammifères de la suisse par leur pelage. II- Diagnose des familles ». *Rev. Suisse Zool.*, 1980, n°87, p.781 – 796.
- 77) KREBS C.J. *Ecological methodology*. New York: Harper and Row, 1989, 386p.
- 78) KUSHLAN J.A. «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, 1978, 68p.
- 79) KUSHLAN J.A. , HAFNER H. «Heron Conservation». *Academic Press, Hardback*: 2000, 689 p.



- 80) LAMBARDINI K., BENNETS R.E. et TOURENQ C. «Foraging success and foraging habitat use by Cattle Egrets and Little Egrets in the Camargue, France». *Condor*, 2000, n°103, p.38 – 44.
- 81) LEBRES E. « Manuel des travaux pratique : analyse des eaux ». Institut Pasteur d'Algérie, 2005, 60p.
- 82) MAGURRAN A.E. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press, Princeton, 1988, 179 p.
- 83) MAZIERS J., RICHARD B. et MAZIERS S. « Une méthode de recherche rapide des coliformes fécaux dans les eaux de mer et les coquillages ». *Rtv. Tcav. Inst. Pêches marit*, 1980, vol 3, n°44, p.289-293.
- 84) MC-CALIGAN N.G. «A long term study of factors influencing the breeding success of the Cattle egret in Australia». *Colonial Waterbirds*, 1997, vol 3, n°20, p.419 - 428.
- 85) MOLINARI K. *Etude faunistiques et comparaison entre trois stations dans le marais de Réghaia*. Thèse Ing., Agro. Alger : El-Harrach, 1989, 171p.
- 86) MUKHERJEE A. «Adaptiveness of Cattle egrets (*Bubulcus ibis*) foraging». *Zoo's print journal*, 2000, vol 10, n°15, p.331 – 333.
- 87) PATANKAR P., DEAI I., SHINDE K. et SURESH B. «Ecology and breeding biology of the Cattle egret *Bubulcus ibis* in an Industrial area at Vadodara, Gujarat». *Zoo's print journal*, 2007, vol 11, n°22, p.2885 – 2888.
- 88) PETERSON R., MOUNTFORT G., HOLLLOM P.A.D. et GEROUDET P. *Guide des oiseaux d'Europe*. Ed. Paris : Delachaux et Niestlé, 1986, 460 p.
- 89) RAMADE F. *Eléments d'écologie ; écologie fondamentale*. Ed. Paris: Mc. Graw et Hill, 1984, 576p.
- 90) RAMADE F. *Eléments d'écologie ; écologie fondamentale*. Ed. Paris : Dunod, 2003, 690p.
- 91) RENCUREL P. « Observations sur la nidification du Héron garde-bœufs (*Ardeola ibis* L.) dans l'île de Bou-Regreg ». *Alauda*, 1972, n°40, p. 278 – 286.



- 92) REJSEK F. *Analyse des eaux ; aspects règlementaires Et techniques*. Paris : Science et Technique, 2002, 360p.
- 93) RODIER J. *L'analyse de l'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux de Mer*. 8^{ième} édition. Paris, Dunod, 1996, 1365p.
- 94) RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et coll., *L'analyse de l'eau*. 9^{ième} édition. Paris : Dunod, 2009, 1526p.
- 95) RUIZ X., JOVER L. « Sobre l'alimentation otional de la Garcilla bueyera- *Bubulcus ibis* (L) en el delta del Ebro Tarragona (Espana) ». *P. Dep. Zool., Barcelona*, 1981, n°6, p.65 – 72.
- 96) SALMI R. *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. EI-Harrach, 2001, 213p.
- 97) SAYAD L. *Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'écosystème lacustre lac des Oiseaux (Wilaya EL Tarf)*. Mémoire de Magister. Annaba : Université Badji Mokhtar, 2008, 110p.
- 98) SBIKI M., BOUGUessa CHERIAK L. et SI BACHIR A. « Etude de la Fréquentation des milieux de gagnage par le Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* dans la région de Tébessa ». Janvier à Avril 2007, P.1 – 21.
- 99) SBIKI M. *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, 2008, 193 p.
- 100) SEEDIKKOYA K., AZEEZ P. A. et SHUKKUR E.A.A. «Cattle egret *Bubulcus ibis* habitat use and association with cattle». *Foktail*, 2005, n°21, p.174 – 176.
- 101) SEGUIN M. *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, 1998,55 p.



- 102)** SELMANE A. *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, 2009, 150 p.
- 103)** SETBEL S. *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. EI-Harrach, 2003, 249 p.
- 104)** SETBEL S., DOUMANDJI S. et BOUKHEMZAM. « Contribution à l'étude du régime alimentaire du Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* dans un nouveau site de nidification à Boudouaou (Est-Mitidja) ». *Alauda* , 2004, vol 3, n°72 , p. 193 – 200.
- 105)** SETBEL S., DOUMANDJIS. « Succès de reproduction du Héron garde bœufs *Bubulcus ibis* (Linné, 1758) à Hadjout : nouveau site de nidification ». *Revue D'ornithologie algérienne VI*, 2006, vol 1, p. 30 – 37.
- 106)** SETBEL S. *Expansion du Héron garde bœufs en Algérie processus, problèmes et solutions.* Thèse de Doctorat. Alger : I.N.A. EL-Harrach, 2008, 341 p.
- 107)** SI BACHIR A., HAFNER H., TOURENQ J. N. et DOUMANDJI S. «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)*, 2000, n°55, p.33 – 43.
- 108)** SI BACHIR A., HAFNER H., TOURENQ J. N., DOUMANDJI S. et LEK S.« Diet of the adult Cattle egret (*Bubulcus ibis*) in a new north African colony (petite Kabylie, Algérie) : Taxonomic composition and variability». *Ardela*, 2001, vol 2, n°48, p.217 – 223.
- 109)** SI BACHIR A. *Ecologie du Héron garde bœufs Bubulcus ibis 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, 2005, 242 p.
- 110)** SIEGFRIED W.R. «The status of the Cattle egret in South-Africa with notes on the neighbouring territories». *Ostrich*, 1966a, n°37, p.157 – 169.



- 111) SIEGFRIED W.R. «On the food of nestling Cattle egrets». *Ostrich*, 1966b, n°37, p.219 - 220.
- 112) SIEGFRIED W.R. « Age at which Cattle egret first breed». *Ostrich*, 1966c, n°37, 198p
- 113) SIEGFRIED W.R. « Feeding activity of the Cattle egret». *Ostrich*, 1971, n°59, p.38 – 46.
- 114) SIEGFRIED W.R. «Communal roosting of the Cattle egret». *Ostrich Transvaal Royal Society South Africa*, 1971a, n°39, p.419 – 443.
- 115) SIEGFRIED W.R. «Plumage and moult of the Cattle egret». *Ostrich, suppl.* 1971b, n°9, p.153 – 164.
- 116) SIEGFRIED W.R. « he food of the Cattle egret». *Jour. Applic. Ecol.*, 1971c, n°8, p.447 – 468.
- 117) SIEGFRIED W.R. «Habitat and the modern range expansion of the Cattle Egret». *Natl. Audubon. Soc., New York, Res. Rep.*, 1978, n°7, p.315 – 324.
- 118) Sigma-Aldrich, Inc. « Coloration de Gram. Protocole N° HT902-FR ». Polycopiés dactylographié. 2p.
- 119) SKEAD C.H. «A study of the Cattle egret, *Ardeola ibis*, Linnaeus». *Ostrich*, suppl. 1966, n°6, p.109 - 139.
- 120) SMITH B., TOMFORHRDE K.M., RHODEND L., BALOWS A. «API System : A multitube Micromethod for Identification of Enterobacteriaceae». *Applied Microbiol.* 1972, n°24, p.449-452.
- 121) TANDIA, C. T. «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*, 2007, 52p.
- 122) TORRES M.V., MAYAUDON C.M. «Algunos aspectos ecologicos y la alimentacion de la "Garza Garrapatera", *Bubulcus ibis* (Linneo) en la region de "la

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



- Mancha", Actopan, Veracruz ». *Annales del Instituto de Biologia de la Universidad Nacional Autôno. Mexico*. 43, Serie Zoologia, 1972, vol 1, p.89 – 116.
- 123) VACHON M. «Etude sur les scorpions ». *Inst. Pasteur d'Algérie*, Alger, 1952, 482 p.
- 124) VALVERDE J.A. «Essai sur l'Aigrette garzette (*Egretta g. garzetta*) en France ». *Alauda*, 1955, n°23, p.147 - 171 et p.254 - 279.
- 125) VALVERDE J.A. «Essai sur l'Aigrette garzette en France (*Egretta garzetta*) ». *Alauda*, 1956, n°24, p.1 - 36.
- 126) VOISIN C. «Utilisation des zones humides du delta Rhodancien par les Ardéidés ». *Oiseau et R.F.O.*, 1978a, Vol. 48, n°4, p.329 – 377.
- 127) VOISIN C. «Les populations arboricoles d'Ardéidés dans le Delta du Rhône de 1968 à 1977 : Evolution des effectifs et période de reproduction ». *Alauda*, 1979, vol 3, n°47, p.151 – 156.
- 128) VOISIN C. «L'oiseau et R.F.O. –les Ardéidés du Delta du Fleuve Sénégal ». 1983, vol 4, n°53, p.351 – 352.
- 129) VOISIN C. *The herons of Europe*. Academic press, I.N.C., London: 1991, 364p.
- 130) WEBER. (1972). Disponible sur:
http://nis.gsmfc.org/nis_factsheet.php?toc_id=209
- 131) YEATMAN L. *Atlas des oiseaux nicheurs de France*. Ed. Paris : Soc. Ornithol. France, 1976, 281 p.

RÉSUMÉ

Cette étude consiste à déterminer la niche trophique du Héron garde-bœufs *Bubulcus ibis* de la région de Tébessa, espèce suscitant actuellement beaucoup de curiosités scientifiques en tant qu'espèce opportuniste et de large expansion mondiale. D'autre part, l'objectif est d'étudier l'effet des fientes du Héron garde-bœufs sur l'évolution de la microflore tellurique au niveau de la colonie.

L'étude a été réalisée dans la région d'El- Merdja (wilaya de Tébessa) entre octobre 2010 et septembre 2011.

De ce fait, le Héron garde-bœufs a montré une grande capacité d'adaptation écologique. Il a pu développer une stratégie d'alimentation adaptée aux changements des conditions écologiques du milieu. En effet, la composition de son régime alimentaire est en relation directe avec la biodisponibilité des proies.

L'analyse microbiologique du sol sous l'héronnière a révélé la tolérance de *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter sakazakii* à l'acidité des fientes du Héron garde-bœufs. Ces espèces ont aussi développé une résistance vis-à-vis des antibiotiques étudiés.

Mots clés : Héron garde-bœufs, écologie, microflore tellurique, Entérobactéries, régime alimentaire.

ABSTRACT

This study is to determine the trophic niche of the Cattle Egret "*Bubulcus ibis*" in the region of Tebessa, many species currently arousing scientific curiosity as a species of opportunistic and broad global expansion. On the other hand, the objective is to study the effect of manure Cattle Egret on the evolution of the "telluric microflora" in the colony.

The study was conducted in the region of El Merdja (Tébessa) between October 2010 and September 2011.

Therefore, the Cattle Egret showed a great capacity for ecological adaptation. He was able to develop a feeding strategy adapted to changes in the ecological environment. Indeed, the composition of the diet is directly related to the bioavailability of prey.

The microbiological analysis of the soil under the heronry revealed tolerance of "*Klebsiella oxytoca*", "*Entrobacter sakazakii*" to the acidity of the droppings of Cattle Egret. These species have also developed resistance vis-à-vis the antibiotics studied.

Keywords : Cattle Egret, ecology, telluric microflora, enterobacteria, diet.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد النمط الغذائي لطائر الملك الحزين (*Bubulcus ibis*) لمنطقة تبسة لأنه نوع يثير الاهتمام العلمي كونه نوع نفعي منقلب حسب الظروف و عالمي الانتشار. من جهة أخرى, يهدف إلى تحديد تأثير براز هذا الطائر على نمو و تطور بكتيريا التربة على مستوى المستعمرة .

هذه الدراسة أجريت في منطقة المرجة (تبسة) بين أكتوبر 2010 و سبتمبر 2011.

اثبتت الدراسة على أن لطائر الملك الحزين قدرة كبيرة على التأقلم البيئي. فقد طور طريقة غذاؤه حسب تغيرات الشروط البيئية للوسط حيث أن مكونات غذاؤه تكون على علاقة مباشرة مع تواجد الحيوي للفرائس.

اثبت التحاليل الميكروبيولوجية للتربة تحت مستعمرة هذا الطائر تساهل كل من

(*Klebsiella oxytoca*, *Entrobacter sakazakii*) مع حموضة براز البلشون مع اظهار مقاومة هذه الأنواع اتجاه المضادات الحيوية.

مفتاح الكلمات : طائر الملك الحزين (البلشون) , بيئة بيكتيريا التربة, نمط غذائي

Tableau 09. Check liste des espèces végétales recensées au niveau du site d'El-Merdja, selon Boukhelfa (2006).

Famille	Genres et espèces	Famille	Genres et espèces
Apiacées = (ombellifères)	- <i>Conium maculatum</i> - <i>Daucus carota</i> - <i>Pastinaca sativa</i> - <i>Ridolfia sp</i> - <i>Thapsia garganica</i>	Brasicacées (Crucifères)	- <i>Capsella bursa-pastoris</i> - <i>Conium maculatum</i> - <i>Eruca vesicaria sativa</i> - <i>Moricandia arvensis</i> - <i>Pastinaca sativa</i> - <i>Ridoffia sp</i>
Apocynacées	- <i>Nerium oleander</i>	Borraginacées	- <i>Borago officinalis</i>
Caryophyllacées	- <i>Alsine setacea</i>	Asteracées = (Composées)	- <i>Anacylus clavatus</i> - <i>Anthemis arvensis</i> - <i>Centaurea solstitialis</i> - <i>Cichorium intybus</i> - <i>Cichorium spinosum</i> - <i>Cinara cardunculus</i> - <i>Circium lanceolatum</i> - <i>Chrysanthemum coronarium</i> - <i>Microlonchus salmanticus</i> - <i>Scolymus grandiflorus</i> - <i>Scolymus hispanicus</i> - <i>Senecio leucanthemifolius</i> - <i>Senecio vulgaris</i>

			- <i>Xanthium spinosum</i>
Chénopodiacées	- <i>Atriplex halimus</i>	Fumariacées	- <i>Fumaria officinalis</i>
Cistacées	- <i>Helianthemum helianthemoides</i>	Géraaniacées	- <i>Erodium moschatum</i> - <i>Erodium sp</i>
Convolvulacées	- <i>Convolvulus althaeoides</i>	Juncacées	- <i>Juncus sp</i>
Cucurbitacées	- <i>Ecballium elaterium</i>	Labiacées	- <i>Stachys arvensis</i>
Euphorbiacées	- <i>Euphorbia helioscopia</i>	Malvacées	- <i>Lavatera trimestris</i> - <i>Malva sylvestris</i>
Fabacées = (Papilionacées)	- <i>Barbarea sp</i> - <i>Lolium corriculatus</i> - <i>Medicago tuberculata</i> - <i>Melilotus indica</i> - <i>Trifolium sp</i>	Papavéracées	- <i>Glancium corniculatum</i> - <i>Papaver argemone</i>
Rubcées	- <i>Galium aparine</i>	Polygonacées	- <i>Polygonum equisetiforme</i> - <i>Rumex crispus</i>
Plantaginacées	- <i>Plantago coronopus</i> - <i>Plantago logopus</i> - <i>Plantago major</i>	Primulacées	- <i>Anagallis monelli</i> - <i>Anagallis arvensis</i>
Poacées = (Graminées)	- <i>Avena fatua</i> - <i>Bromus intermedius</i> - <i>Bromus</i>	Renonculacées	- <i>Adonis annua</i> - <i>Nigella damascena</i>

	<p><i>monostockys</i></p> <p>-<i>Bromus rubens</i></p> <p>-<i>Bromus hordeaceus</i></p> <p>-<i>Erodium moscatum</i></p> <p>-<i>Erodium sp</i></p> <p>-<i>Hordeum bulbosum</i></p> <p>-<i>Imperata sp</i></p> <p>-<i>Melicaminuta</i></p> <p>-<i>Paspalum distichum</i></p> <p>-<i>Phalaris canariensis</i></p> <p>-<i>Phalaris nodosa</i></p> <p>-<i>Phalaris paradox</i></p> <p>-<i>Poa trivialis</i></p>		
Scrophulariacées	<p>-<i>Linaria purpurea</i></p> <p>-<i>Linaria triphylla</i></p> <p>-<i>Verbascum sinuatum</i></p>	Urticacées	- <i>Urtica pilulifera</i>
Solanacées	- <i>Solanum nigra</i>	Zygophyllacées	- <i>Peganum harmala</i>

Tableau 10: Lecture et interprétation des résultats de l'API 20 E

Test	Groupements active	Réactions/ Enzymes	Résultats	
ONPG	Ortho-nitro-phényle-B-D- Galactopyranoside	Beta-galactosidase	Positive	Négative
			incolore	Jaune
ADH	Arginine	Arginine désahydrolase	Jaune	Rouge/orange
LDC	Lysine	Lysine décarboxylase	Jaune	Orangé
ODC	Orthine	Ornithine décarboxylase	Jaune	Rouge/orange
<u>ICIT</u>	Sodium citrate	Utilisation de citrate	vert	Bleu-ver/orange
<u>H₂S</u>	Thiosulfate de sodium	Production de H ₂ S	incolore	Noir
URE	Urée	Uréase	Jaune	Rouge/orange
TDA	Tryptophane	Tryptophane désaminase	Jaune	Marron
IND	Tryptophane	Production d'indole	incolore	Rose
<u>VP</u>	Pyruvate de sodium	Production d'acétoine	VP1+ VP2	
			Incolore	Rose/rouge
<u>GEL</u>	Gélatine emprisonnant de charbon	Gélatinase	Pas de diffusion de pigment noir	Diffusion de pigment noir
GLU	Glucose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune/vert jaune
MAN	Mannitol	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
INO	Inositol	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
SOR	Sorbitol	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
RHA	Rhamnose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
SAC	Sucrose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
MEL	Mlebiose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
AMY	Arabinose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
ARA	arabinose	Fermentation /oxydation	Bleu/bleu vert	Jaune
NO ₃ -NO ₂	GLU tube	Production de NO ₂ réduction N ₂ gaz	NIT 1+NIT 2, 2-3 min	
			Jaune	Rouge

Tableau 11 : Table de Mac-Grady (NPP)

Nombre caractéristique	Nombre de micro-organisme
000	0.0
001	0.3
010	0.3
011	0.6
020	0.6
100	0.4
101	0.7
102	1.1
110	0.7
111	1.1
120	1.1
121	1.5
130	1.6
200	0.9
201	1.4
202	2.0
210	1.5
211	2.0
212	3.0
220	2.0
221	3.0
222	3.5
223	4.0
230	3.0
231	3.5
232	4.0
300	2.5
301	4.0
302	6.5
310	4.5
311	7.5
312	11.5
313	16.0
320	9.5
321	15.0
322	20.0
323	30.0
330	25.0
331	45.0
332	110.0
333	140.0