

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ 08 MAI 1945 – GUELMA

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
et de l'Univers**

Département d'Écologie et Génie de l'Environnement



THÈSE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences

Option: Sciences Biologiques

Les parasites des oiseaux d'eau: inventaire et écologie

Par

Touati Laid



Devant le Jury:

Président: Benyounes Abdelaziz

Pr. (Université de Guelma)

Directeur de thèse: Samraoui Boudjéma

Pr. (Université de Guelma)

Examinatrice: Berchi Selima

Pr. (Université de Constantine 1)

Examineur: Meddour Abderrafik

M.C.A (Université d'Annaba)

Année Universitaire: 2013/2014

Remerciements

Avant d'exposer les résultats de cette étude, je tiens à remercier tous ceux qui m'ont apporté une aide et un soutien précieux.

J'adresse mes remerciements les plus vifs à M. Samraoui B. Professeur à l'université de Guelma, mon promoteur, qui était toujours mon inspirateur, pour m'avoir encadré, pour ces remarques pertinentes et surtout à diriger cette thèse malgré toutes ces obligations.

Je remercie aussi vivement M. Benyounes A. Professeur à l'Université de Guelma, qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

Un remerciement particulier à Melle. Berchi Selima, Professeur à l'université de Constantine 1, pour avoir accepté de juger ce modeste travail, malgré ces obligations.

Mes remerciements aussi vont à M. Meddour A. Maître de conférences à l'Université d'Annaba, de me honorer par sa présence et examiner ce travail.

Je remercie vivement Mme. Samraoui F. Maître de conférences à l'Université de Guelma, qui m'a toujours encouragée et pour ces critiques constructives.

Je remercie également ma famille pour leur générosité, leur patience et leur aide pour que j'arrive à achever ce travail.

Je remercie au terme de ce travail, Dr. Jordi Figuerola, Dr. Laura Gongoso et tous les membres de la Station de Doñana, Espagne pour leur hospitalité et les facilités trouvées lors de mon séjour pour la réalisation de ce travail.

Je remercie de tout mon cœur mes frères Abdenour, Riad, Mehdi, Tarek, Alaa, Adel, Brahim, Hamdi et Amer pour leur aide matérialisée et leur soutien moral.

Dédicace

Je dédie ce travail à la mémoire de mon oncle Ali,

Mon père et ma mère

Je dédie ce modeste travail à Behia, Naima, Radia, Makrem

A M. Samraoui et sa famille

A Riad, Abdenour, Nadir Fangour, Faouzi

Mehdi, Bouchra, Toutou, Adel, Brahim, Hamdi

Afef, Saida, Amina, Soumia

A tout le monde qui m'aime et qui m'a aidé

Laid

Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre 1. Ecologie parasitaire	4
1.1. Historique.....	4
1.2. Le mode de vie parasitaire.....	5
1.3. Spécificités liées au développement des parasites.....	6
1.4. Pathogénicités des parasites	7
1.5. La résistance des hôtes	8
1.6. Pathogénicité des parasites dans les milieux naturels.	9
1.6.1. Effets des parasites au niveau individuel et variabilité des hôtes	9
1.6.2. Parasites et dynamiques des populations hôtes.	11
1.7. Parasites et sélection naturelle.....	12
1.7.1. Les mécanismes de la sélection naturelle.....	12
1.7.2. Rôle des caroténoïdes dans la sélection naturelle liée aux parasites.....	14
Chapitre 2. Les ectoparasites.....	16
2.1. Généralités.....	16
2.2. Les ectoparasites.....	16
2.2.1. Les puces	17
2.2.2. Les acariens	19
2.2.3. Les poux broyeurs (Mallophages).....	29
2.2.4. Les cimicidés.....	32
2.2.5. Les sangsues.....	35
2.2.6. Les myiases.....	36
2.2.7. Les diptères.....	41
Chapitre 3. Présentation et description des sites d'étude.....	50
3.1. La Numidie.....	52
3.2. Le complexe d'Oran.....	61

3.3. Les Hauts plateaux.....	61
3.4. Le Sahara.....	63
Chapitre 4. Matériel et méthodes.....	67
4.1. Recherche des ectoparasites.....	67
4.2. Identification des ectoparasites.....	67
4.3. Indices parasitaires.....	68
4.4. Analyse statistique.....	69
Chapitre 5. Résultats et discussion.....	70
5.1. Check-list des parasites.....	70
5.2. Les ectoparasites.....	73
5.2.1. L'Ibis falcinelle.....	73
5.2.2. L'Aigrette garzette.....	84
5.2.3. Le Héron garde-bœuf.....	91
5.2.4. La Cigogne blanche.....	95
5.2.5. Le Flamant rose.....	103
5.2.6. La Foulque macroule.....	113
5.2.7. Le Goéland leucophée.....	115
5.2.8. Le Puffin cendré.....	126
5.2.9. Le Faucon d'Eléonore.....	139
5.3. Discussion.....	146
Conclusion.....	153
Références bibliographiques.....	157

- Résumés
- Annexes

Le parasite est un acteur qui joue dans l'ombre'
(Combes 1995)

Introduction

Introduction

L'Algérie, avec une grande superficie et une position stratégique, en subissant un climat méditerranéen et avec un désert le plus aride, possède un complexe de zones humides unique au monde. Il est diversifié, riche tant sur le plan floristique que faunistique mais demeure scientifiquement peu connu. La richesse et la diversité de zones humides situées au nord du pays n'est égalé que par la superficie et la productivité des chotts et des sebkhas des Hautes Plaines du pays. Le Sahara, dans sa partie septentrionale, recèle également de vastes plans d'eau temporaires comme le chott Melghir alors que le Sahara central est truffé de gueltas plus ou moins permanentes où fourmille la vie (**Menai, 2004; Bechim, 2005; Chakri, 2007; Touati, 2008; Boucheker, 2009; Nedjah, 2010; Ouldjaoui, 2010; Benbouta, 2011; Bouzidi, 2011; Balla, 2012**). Une telle diversité écologique a engendré une richesse de paysages et de milieu naturel de grande qualité, qui confère au pays un patrimoine naturel exceptionnel. La biodiversité algérienne est reconnue et considérée mondialement parmi les plus élevées du bassin méditerranéen (**Samraoui & Samraoui, 2008; Samraoui *et al.*, 2011**).

Les oiseaux d'eau trouvent dans les zones humides la nourriture, l'abri ou le site de reproduction. Pour cela, ils sont très vulnérables aux changements des conditions écologiques. Mais, leur présence a aussi une valeur « indicatrice ». La présence ou l'abondance de leurs diverses espèces peuvent en effet nous renseigner sur de nombreux caractères de l'environnement. L'abondance des Hérons indique l'abondance des poissons, celle de la Foulque traduit la végétation des eaux calmes. Les peuplements d'oiseaux d'eau sont aussi de bons indicateurs du déroulement des successions écologiques. Moins agréablement, ils indiquent ainsi de nombreuses atteintes portées au milieu naturel. Les oiseaux associés aux habitats aquatiques sont généralement les hôtes d'une grande variété de parasites internes et externes (**Ballweber, 2004**). Leur diversité est considérable tant en nombre, cycle et mode de vie, qu'en taille (de quelques microns à plusieurs mètres). Aujourd'hui, le rôle des oiseaux dans la dispersion de pathogènes et comme réservoirs hôtes est bien établi (**Poulin, 2000; Jourdain *et al.*, 2007; Bonnedahl *et al.*, 2009; Cochrane, 2011; Vittecoq, 2012**).

Environ 40% des espèces connues dans le monde du vivant sont des parasites (**Dobson *et al.*, 2008**). Malgré cette manifeste omniprésence, les parasites ont longtemps été ignorés par décennies, une attention particulière aux relations entre les populations hôtes, les populations parasites et leur milieu s'exprime chez les écologues (**Clayton & Moore, 1997; Garine-Wichatitsky, 1999**). Des études récentes présentent les parasites comme étant des espèces clés dans les écosystèmes (**Thomas *et al.*, 1995, 1997**). D'où la question centrale: comment

les parasites peuvent-ils affecter la dynamique des populations hôtes voire des écosystèmes? (McCallum & Dobson, 1995; Déchaux, 2003; Grégoire, 2003; Thomas *et al.*, 2007).

Les parasites sont par définition préjudiciables à la santé de leurs hôtes (Price, 1980). Ils causent des pathologies et des modifications comportementales qui peuvent affecter l'individu, la dynamique de la population hôte, la structure de la communauté et enfin, à une plus grande échelle, l'écosystème (Curtis, 1987; McCallum & Dobson, 1995; Wilson, 2002; Lafferty *et al.*, 2008). Les effets physiologiques, morphologiques et comportementaux sur les individus hôtes (Poulin, 1998; Moore 2002; Comtois, 2004 ; Morley, 2006) se traduisent à l'échelle de la population par des changements de leur structure et de leur dynamique (de Montaudouin *et al.*, 2003). La structure de la communauté subit par effet de cascade les effets sur les individus et les populations. Poulin (1999) distingue trois types de perturbation de la structure des communautés par les parasites: (1) le parasite, par son effet pathogène peut modifier l'abondance des espèces hôtes; (2) le parasite peut avoir un effet sévère sur une espèce hôte importante pour l'équilibre de la structure du peuplement des organismes libres; (3) le parasite peut affecter le phénotype d'espèces hôtes fonctionnellement importantes pour les autres espèces libres de la communauté.

Cette importante position des parasites dans les écosystèmes a sans doute un effet non seulement sur les écosystèmes naturels (Morand & Gonzalez, 1997) mais aussi sur les exploitations humaines (aquaculture, pêche...). Le cycle de vie complexe des parasites (faisant souvent intervenir plus d'un hôte), la succession rapide de leurs générations par rapport à celles de leurs hôtes et leurs réponses rapides aux perturbations environnementales permettent de les utiliser comme indicateurs de la biodiversité (Hechinger *et al.*, 2007) et de sources de stress (Cross *et al.*, 2001), et comme prédicteurs des changements globaux en relation avec le réchauffement climatique (Lindgren *et al.*, 2000; Poulin & Mouritsen, 2006). Ainsi, l'étude de la dynamique des parasites et de leurs effets sur la croissance et la reproduction des populations hôtes s'avère primordiale (Wilson, 2002; Gam, 2008; Van Rensburg, 2010). Cependant, si la majorité des études sur les parasites ne concerne souvent que ceux responsables des maladies humaines, peu d'efforts ont été consentis à la compréhension des changements potentiels de la faune parasitaire des populations animales, particulièrement dans les systèmes aquatiques (Marcogliese, 2001; Marcogliese, 2008a et b).

Les parasites peuvent également poser un problème majeur de santé publique et l'implication des oiseaux d'eau comme vecteurs potentiels de nombreuses pathologies (dont plusieurs maladies émergentes comme la grippe aviaire, West Nile virus, etc.) n'est plus à

dénombrer (**Thompson et al., 2009**). Cependant en Algérie, les travaux concernant les parasites des oiseaux d'eau demeurent très rares. Une seule étude fait référence sur les ectoparasites de la Foulque Macroule *Fulica atra* dans le Lac Tonga a été entreprise par **Rouag-Ziane et al., 2007**. Toutefois, le Laboratoire de Recherche et de Conservation des Zones Humides (Université de Guelma), a lancé un programme de suivi, d'évaluation et de surveillance écologique des zones humides pour mesurer la biodiversité en s'intéressant aux parasites des oiseaux d'eau. L'objectif principal de cette thèse est d'explorer des sites complètement vierges de connaissances concernant la diversité des espèces parasites. Elle se focalise sur les oiseaux d'eau, en inventoriant leurs parasites (cortèges parasitaires) et en identifiant leur histoire de vie et leur impact sur la dynamique de leurs hôtes. C'est aussi d'approfondir nos connaissances sur l'écologie, la cartographie et la biogéographie de la faune parasitaire des oiseaux d'eau. Nous examinons la diversité écologique et la distribution spatio-temporelle des parasites. Egalement, nous nous sommes intéressés de mettre l'accent sur la structure et les modes de distribution des populations de parasites. Cependant, il est indispensable de comprendre comment les individus (ecto-endoparasites) interagissent entre eux, ainsi que le rôle capital de la compétition pour les ressources disponibles et l'habitat dans la détermination de la structure des communautés parasitaires. Ainsi, le nombre de parasites qui abrite les oiseaux d'eau varie considérablement. La plupart a un nombre assez faible mais quelques uns supportent une grande densité. On se pose la question pourquoi y a-t-il de telle variation entre les individus, comment peut-on quantifier cette variation et quelles sont les conséquences de ces hétérogénéités pour la dynamique de l'interaction hôte-parasite?

Notre thèse est structurée comme suit:

- Le premier chapitre abordera l'écologie parasitaire
- Le second est réservé pour les ectoparasites
- Le troisième chapitre décrit les sites d'étude
- Le quatrième chapitre est consacré au matériel et méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail
- Dans le cinquième chapitre, on expose nos résultats avec une discussion.
- Enfin, on termine avec une conclusion et des perspectives.

Chapitre 1:
Écologie parasitaire

Chapitre 1. Ecologie parasitaire

1.1. Historique

L'étude des parasites est née de leurs manifestations observables que sont les maladies. Si les macroparasites visibles (poux...) ont rapidement été identifiés, la grande majorité est longtemps demeurée une *terra incognita*. Cette ignorance a conduit à attribuer les maladies parasitaires à des démons ou à des émanations empoisonnées (les miasmes). Il faut attendre la fin du 19^{ème} siècle pour que Davaine montre que la maladie du charbon est due à un microbe (*Bacillus anthracis*), ouvrant ainsi la voie aux recherches de Pasteur qui met en évidence l'existence « d'animalcules » pathogènes vivant dans l'air ou dans l'eau (**Balceroviak, 2003**). Il s'en suit un développement très important de l'étude des parasites. Les travaux sont alors soit des inventaires (point de vue naturaliste) (**Cheng, 1991**) soit des approches visant à résoudre des problèmes sanitaires (point de vue épidémiologique, médical et vétérinaire) (**Cassier et al. 1998**). Ces approches vont conduire à développer fortement les connaissances et les méthodes de lutte contre les parasites (vaccination, antibiothérapie...). Au début des années 70, certains pensent que l'on est débarrassé de ces « vermines » mais l'euphorie va être de courte durée. En effet, ces approches, malgré leur intérêt, souffrent du manque de prise en compte du fonctionnement écologique et évolutif des systèmes hôtes-parasites. En 1981, une maladie infectieuse jusque-là exceptionnelle se répand aux USA: la pneumocystose à *pneumocystis carinii* et c'est là le premier signe de l'épidémie du SIDA (**Centers for Disease Control and Prevention, 1982**). Cette épidémie va être le symbole le plus marquant de l'émergence des nouvelles maladies transmissibles, mais aussi de la réémergence de maladies anciennes (**Barroka, 2005**).

A la même époque, en parallèle, un cadre théorique complet se développe, montrant l'impact potentiel des parasites sur les processus évolutifs de sélection naturelle et sexuelle comme sur le fonctionnement écologique des populations hôtes (**Anderson & May, 1979; Dawkins & Krebs, 1979; May and Anderson, 1979; Hamilton & Zuk, 1982**).

Les travaux se multiplient alors faisant de l'étude des relations hôtes-parasites l'un des champs les plus dynamiques de l'écologie et de la biologie évolutive (**Sheldon & Verhulst, 1996; Clayton & Moore, 1997**). Ces travaux ont rapidement rejoint les préoccupations médicales et vétérinaires et se sont enrichis les uns les autres au point que les frontières sont aujourd'hui difficiles à établir (**Fromont, 1997**). Ce rapprochement a littéralement fait exploser les connaissances en mettant en évidence le rôle de la dynamique, la génétique, la

structure spatiale et sociale des hôtes, les caractéristiques de transmission, de multiplication et de virulence parasitaire (**Barroka, 2005**).

L'importance de la prise en compte des aspects évolutifs et écologiques dans l'étude des systèmes hôtes-parasites est aujourd'hui reconnue jusque dans l'opinion publique notamment à cause du rôle primordial des activités humaines sur l'émergence de nombreuses maladies (virus *Ebola* transmis à l'homme lors de contacts avec des singes, grippe aviaire en Asie liée à l'élevage intensif...). Cependant, la compréhension précise de l'impact des parasites sur les populations hôtes est loin d'être achevée. Dans ce contexte scientifique, les objectifs des études se structurent autour des aspects écologiques et évolutifs de l'incidence des parasites sur leur hôte (**Barroka, 2005**).

1.2. Le mode de vie parasitaire

La diversité des parasites est immense et il existe ainsi de nombreuses définitions plus ou moins spécialisées en fonction du domaine d'étude. D'une manière générale, le parasitisme n'est que l'une des formes d'association possible entre deux organismes (**Combes, 1995; Debout, 2003**). En effet, comme la symbiose ou le commensalisme, le parasitisme est une relation hétérospécifique qui implique des interactions étroites et durables entre les partenaires de l'association.

Dans ce contexte, les parasites peuvent être définis comme des organismes présents durant un temps significatif dans ou sur un autre organisme vivant « l'hôte » dont ils obtiennent tout ou partie des nutriments qui leur sont nécessaires et auquel ils ont le potentiel de nuire. Le tort infligé peut se situer au niveau de l'individu et à celui de la population (**Combes, 1995**). Enfin, le parasite se distingue des parasitoïdes par le fait qu'il ne tue pas systématiquement son hôte.

Les parasites sont en général divisés en deux grandes catégories selon leur taille (**Anderson & May, 1979; May & Anderson, 1979; Bush et al., 2001**): les microparasites (virus, bactéries et protozoaires) et les macroparasites (helminthes et arthropodes). Un autre critère de classification des parasites, indépendant du premier, est basé sur leur localisation au sein de leur hôte (**Bush et al., 2001**). On distingue ainsi les ectoparasites qui sont confinés à l'extérieur du corps de leur hôte (téguments, phanères), les mésoparasites qui occupent les cavités reliées à l'extérieur (cavité pulmonaire, système digestif) et les endoparasites qui se développent dans le milieu intérieur (appareil circulatoire, milieu intercellulaire, cellules).

1.3. Spécificités liées au développement des parasites

Le développement des parasites s'effectue sur le milieu vivant qui est un compartiment de la biosphère au même titre que le sont les milieux aquatiques et terrestres (**Euzet, 1989**). Ce compartiment possède des caractéristiques particulières qui vont faciliter ou contraindre le développement des parasites. Ces « avantages » et « inconvénients » de la vie parasitaire façonnent le mode de vie, le cycle, la structure et la physiologie des parasites (**Cassier et al., 1998**). Ainsi de nombreuses espèces présentent une régression voire une disparition des structures et fonctions assurées par l'hôte (tube digestif, organes photosensibles...) au profit de celles propres à leur mode de vie (systèmes de fixation, hypertrophie des organes reproducteurs...). Cette simplification atteint son paroxysme chez certains virus qui ne possèdent que la structure minimale nécessaire à leur reproduction et sont à ce titre, qualifiés de parasites ultimes (**Garnett & Antia, 1994 in Fromont, 1997**).

- **Avantages et contraintes de la vie parasitaire**

- **Avantages**

- stabilité de l'habitat en particulier pour les endoparasites et les mésoparasites. En effet, les organismes vivants maintiennent une certaine constance du milieu intérieur (acidité, pH, température...). Par exemple, les endoparasites d'animaux homéothermes bénéficient d'une température quasi constante, quelles que soient les variations de température de l'environnement extérieur.
- nutriments obtenus de leur hôte soit en récupérant une partie de la nourriture ingérée par l'hôte, soit en se nourrissant directement des tissus ou des liquides internes.
- protection contre les prédateurs. Ce dernier point est cependant à nuancer car le parasite est à la merci des prédateurs de son hôte (**Barroka, 2005**).

- **Contraintes**

- discontinuité du milieu vivant: en effet le milieu vivant est fini aussi bien spatialement que temporellement constituant des "*patches*" temporaires (**Dobson & Keymer, 1990**). L'espèce parasite doit, pour perdurer, s'affranchir de cette discontinuité en infectant de nouveaux hôtes, et en s'adaptant à un passage plus ou moins long dans le milieu extérieur. Cette difficulté a conduit à la mise en place par un grand nombre de parasites de cycles qui peuvent être très complexes (**Combes, 1995**).
- systèmes de défense de l'hôte: en retour, les parasites ont développé des stratégies élaborées d'évitement souvent complexes et qui diffèrent fortement selon les taxa. On parle ainsi d'évitement de l'immunité (**Combes, 1995**). La mise en place de ces mécanismes d'évitement implique un coût supplémentaire pour les parasites.

1.4. Pathogénicité des parasites

La pénétration directe de certains parasites dans leur hôte, ainsi que les migrations internes peuvent provoquer des dégâts importants. C'est par exemple le cas pour *Ascaris lumbricoides*, dont la larve libérée dans l'intestin en perfore la paroi pour migrer ensuite longuement dans l'organisme (Cassier *et al.*, 1998). L'action mécanique des parasites conduit aussi à détruire ou modifier certaines fonctions, comme dans le cas des castrations mécaniques (Hurd, 1993). De plus, la plupart des parasites se nourrissent aux dépens de leur hôte. Cette consommation peut avoir de très lourdes conséquences pour l'hôte par effet de spoliation (Bush *et al.*, 2001).

En plus de ces effets liés à leur développement, certains parasites produisent des toxines qui altèrent la physiologie de l'hôte (Bush *et al.*, 2001). Certains agissent aussi de manière importante sur le système immunitaire de leur hôte en induisant des immunosuppressions ou des réactions d'hypersensibilité. On sait, par exemple, que *Trypanosoma cruzi* induit la formation d'anticorps contre les protéines de l'hôte lui-même et que cette auto-immunité est en partie responsable du pouvoir pathogène de ce parasite (Kierszenbaum, 1999; Deter, 2007).

L'association de ces différents mécanismes explique une part de la pathogénicité des parasites. Cependant, au sein des populations naturelles, de nombreux effets indirects se surajoutent, augmentant ainsi le pouvoir pathogène des parasites. En altérant la « santé » de leur hôte, les parasites peuvent modifier tous les traits d'histoire de vie. Ainsi certains individus parasités présentent une diminution de leur capacité compétitive ou de leur résistance aux agressions extérieures (prédateurs, autres parasites, environnement abiotique) (Gilbert *et al.*, 2001). Le statut social de l'hôte peut également être affecté (Freeland, 1981; Schall & Dearing, 1987). D'une manière plus générale, son comportement peut être modifié aboutissant à une limitation du succès d'appariement (Hamilton & Zuk, 1982; Schall & Dearing, 1987). Par ailleurs, certains parasites altèrent les comportements liés aux soins parentaux (Møller, 1990a). Enfin, ils causent parfois des effets plus indirects tels qu'une réduction de la durée de la période reproductrice (Møller, 1990a).

En dehors des cas de virulence « par hasard » (Bull, 1994; Levin, 1996; Ebert, 1998; Bush *et al.*, 2001) qui apparaissent suite à la mise en contact inopinée d'un parasite avec un hôte nouveau, la virulence parasitaire peut sembler paradoxale. En effet, en réduisant la durée de vie de l'hôte, le parasite réduit du même coup sa propre durée de vie. Ainsi, la virulence semble réduire la propagation des parasites et devrait être contre-sélectionnée (sauf dans

certains cas où l'immobilisation ou la mort des hôtes servent le cycle parasitaire (**Smith-Trail, 1980; Ewald, 1995**).

La théorie dominante a ainsi longtemps considéré que la virulence ne peut évoluer qu'en diminuant et que les associations hôte-parasite devraient évoluer vers le mutualisme, c'est-à-dire une association à bénéfice réciproque (**Cassier *et al.*, 1998**). Le problème de cette théorie est qu'elle considère la virulence comme un élément indépendant. En fait, la virulence des parasites découle directement de contraintes liées à leur développement et leur reproduction au sein de leur hôte. Il n'y a donc aucune raison pour que l'évolution conduise systématiquement à diminuer la virulence parasitaire. De plus, au-delà de ces contraintes, les parasites évoluent dans une relation étroite avec leur hôte qui a été formalisée dans le cadre de la théorie de la course aux armements (**Van Valen, 1973; Dawkins & Krebs, 1979; Kaldonski, 2007**). La course aux armements correspond à une suite d'adaptations et de contre-adaptations des parasites et des hôtes. Ceci peut aussi bien conduire à la diminution qu'à l'augmentation de la pathogénicité (puisque l'augmentation de l'agressivité peut, ou non, être compensée par l'augmentation de la résistance de l'hôte). De nombreux travaux théoriques et empiriques ont confirmé que l'atténuation n'est pas la seule issue possible (**Levin & Pimentel, 1981; Anderson & May, 1982; Herre, 1993; Ebert, 1994; Ewald, 1995**).

Plus généralement, l'évolution des parasites peut être considérée comme un compromis entre la virulence (qui doit être minimale pour augmenter la "survie", c'est-à-dire la durée de l'infection) et la transmission. Cependant, la généralité de ce compromis n'est pas démontrée et a fait récemment l'objet d'un vif débat (**Ebert & Bull, 2003 a et b; Elliot, 2003; Gandon & Day, 2003**).

1.5. La résistance des hôtes

Parmi les mécanismes de résistance des hôtes, le système immunitaire est un moyen de lutte extrêmement efficace (**Roitt *et al.*, 2001; Zuk & Stoehr, 2002**). L'importance de ce système est illustrée par le fait que s'il est supprimé par une maladie (SIDA...) ou pour raisons médicales (greffes), l'organisme devient extrêmement sensible à une grande variété d'agents infectieux. Chez les Vertébrés, on distingue classiquement une composante innée non spécifique et une composante acquise spécifique (**Roitt *et al.*, 2001**). La composante innée repose essentiellement sur des cellules réalisant une phagocytose (neutrophiles ou hétérophiles, monocytes, macrophages) ou une attaque cellulaire (éosinophiles et cellules tueuses naturelles (NK)). En plus de ces cellules différentes molécules interviennent dans la réponse immunitaire (histamines, interférons...).

- La composante acquise se manifeste sous deux formes : une réponse immunitaire à médiation cellulaire (activation des lymphocytes T) et une réponse immunitaire à médiation humorale (production d'anticorps par les lymphocytes B).

Au cours de cette réaction spécifique, certaines cellules se mettent dans un état de repos qui peut persister des années, voire toute la vie. Elles forment la mémoire immunitaire qui permet une réponse immunitaire accélérée et plus intense si le même micro-organisme pénètre à nouveau dans le corps (c'est sur ce principe qu'est fondée la vaccination). En plus du système immunitaire, les hôtes présentent de nombreux autres systèmes de résistance essentiellement en rapport avec l'apparence physique et les comportements (**Combes, 1995**). On sait par exemple que différentes espèces d'oiseaux choisissent leurs sites de reproduction pour éviter les parasites (**Christe et al., 1994; Danchin et al., 1998**). De même, les migrations saisonnières permettraient notamment de diminuer les risques d'exposition à certains parasites (**Combes, 1995**).

Malgré leur efficacité, les systèmes de défense de l'hôte ne sont pas parfaits et ne permettent pas de lutter totalement contre tous les parasites. Pour expliquer cette imperfection, un principe très débattu en biologie évolutive considère que ces systèmes de défense présentent un coût pour l'hôte. Il s'établirait ainsi un compromis d'allocation entre le coût de mise en place d'une défense (qui limite la perte de valeur sélective imputable au parasite) et le besoin d'assurer les autres composantes de la valeur sélective (**Sheldon & Verhulst, 1996; Coustau et al., 2000**). Cet aspect a été particulièrement étudié pour le système immunitaire. Le coût de son activation a été mis en évidence récemment grâce à des expériences qui testent les effets de l'activation du système immunitaire (challenge immunitaire). Ainsi, différentes espèces d'oiseaux présentent une diminution du taux d'approvisionnement de leur poussin lorsque leur système immunitaire est stimulé (**Ilmonen et al., 2000; Råberg et al., 2000; Bonneaud et al., 2003**).

Une hypothèse considère que le coût de la résistance est énergétique: la réponse immunitaire monopoliserait une partie des ressources partagées avec d'autres fonctions liées à la fitness (**Lochmiller et al., 1993**). **Moret et Schmid-Hempel (2000)** ont montré que, chez le Bourdon terrestre *Bombus terrestris*, la survie d'individus dont le système immunitaire a été stimulé dépend de l'accès aux ressources alimentaires.

1.6. Pathogénicité des parasites dans les systèmes naturels

1.6.1. Effet des parasites au niveau individuel et variabilité des hôtes

Pour étudier l'impact des parasites, la démarche la plus évidente consiste à déterminer leurs effets sur l'hôte. Ainsi la médecine a depuis longtemps permis de déterminer des listes

d'effets pathogènes pour de nombreux parasites de l'homme (appelés symptômes). Au sein des populations naturelles, il est également tout à fait possible de vérifier l'existence de relations entre les parasites et une altération de traits biologiques de l'hôte. Cependant, l'existence d'une forte variabilité des hôtes complique la mise en évidence de l'impact des parasites au sein des milieux naturels (**Wilson *et al.*, 2002**) et il est nécessaire de prendre en compte les différents facteurs de variabilité entre individus. En effet, selon ses caractéristiques, un hôte infecté ne subira pas les mêmes coûts, indépendamment de l'action propre du parasite (**Barroka, 2005**).

On connaît aujourd'hui de très nombreux facteurs d'hétérogénéité interindividuelle pouvant influencer la relation hôte-parasite. Nous ne présenterons cependant ici que trois facteurs (l'âge, le sexe et les facteurs extrinsèques) qui sont des facteurs pouvant avoir une incidence majeure sur la relation hôte-parasite et facilement mesurables au sein des populations naturelles d'oiseaux. En premier lieu, l'âge semble pouvoir modifier les conséquences des infections, qui peuvent être plus pathogènes chez les jeunes individus (**Sol *et al.*, 2003**; **Valkiūnas, 2005**). De plus, de nombreuses études ont mis en évidence des variations de l'infection en fonction de l'âge (par exemple **Loye & Zuk, 1991**; **Hudson & Dobson, 1995**; **Clayton & Moore, 1997**). Il est en théorie possible de relier ces variations à des informations épidémiologiques et notamment à la mortalité induite par le parasite (**Hudson & Dobson, 1995**). Cependant, au sein des populations naturelles, ces études sont compliquées car l'âge précis des individus est souvent difficilement déterminable sans la mise en place d'études longues. De plus, il existe de nombreux mécanismes pouvant provoquer des différences de niveau d'infestation selon l'âge sans que ceci ne soit lié aux effets des parasites: exposition différentielle aux parasites, modifications liées à la maturation sexuelle... (**Wilson *et al.*, 2002**).

Différentes analyses comparatives ont montré que les mâles sont souvent plus fortement infectés par les parasites (**Poulin, 1996**; **Schalk & Forbes, 1997**). Cette différence peut être attribuée à des facteurs écologiques (différence de comportement, d'alimentation ou de taille corporelle) ou physiologiques (**Zuk & McKean, 1996**). Parmi les causes physiologiques, l'hypothèse la plus étudiée est celle du handicap d'immunocompétence lié à l'effet immunosuppresseur des hormones androgènes et notamment de la testostérone (**Folstad & Karter, 1992**). Toutefois, cette hypothèse reste très discutée (**Roberts *et al.*, 2004**).

En plus des facteurs propres à l'hôte, l'effet parasitaire peut dépendre de facteurs environnementaux et contextuels tels que le type d'habitat, la saison ou l'année. Ces facteurs influencent de nombreux paramètres à la fois chez l'hôte et chez le parasite. Ainsi, un

refroidissement saisonnier provoque chez l'hôte un effort de thermorégulation, modifie ses ressources et son comportement alimentaire et peut donc accroître sa vulnérabilité aux infections (Nelson, 2004). Cela dit, les mêmes conditions peuvent aussi modifier le développement et le taux de mortalité des stades infectants du parasite (Wilson *et al.*, 2002). L'environnement biotique peut également fortement contraindre les effets des parasites. Le stress associé à un statut social inférieur peut provoquer des changements neuroendocriniens qui induisent l'immunosuppression (Barnard *et al.*, 1998).

1.6.2. Parasites et dynamique des populations hôtes

En population naturelle, l'action des parasites sur leur hôte n'est bien connue que pour quelques parasites et quelques hôtes. Si l'action des parasites est parfois spectaculaire (Hudson *et al.*, 1998; Gregory & Hudson, 2000), elle ne concerne qu'un nombre très limité d'espèces. Ceci a longtemps conduit les écologues à considérer que les parasites sont en général bénins pour les populations (Lack, 1954 *in* Hudson *et al.*, 2002). Les épidémies n'étaient envisagées que comme des exceptions à la règle générale résultant d'une rupture de la relation hôte-parasite habituelle. Cette vision a été remise en cause il y a un peu plus de vingt-cinq ans par des travaux théoriques qui démontrent que les parasites peuvent réguler les populations. Le premier modèle mathématique reliant populations de parasites et d'hôtes date de 1971 (Crofton). Malgré son intérêt, ce modèle était trop simplificateur (May, 1977) et il fallut attendre les travaux d'Anderson et May (Anderson, 1978 ; Anderson & May, 1979 ; May & Anderson, 1979) pour obtenir une première approche théorique complète de l'influence des parasites sur leur population hôte. Les modèles ainsi créés ont ensuite été de plus en plus adaptés pour se rapprocher de situations réelles, intégrant par exemple des parasites dépendants de plusieurs hôtes (Woolhouse *et al.*, 2001). Tous ces travaux théoriques ont confirmé le rôle potentiel des parasites dans la régulation des populations hôtes, conduisant à la mise en place de vérifications expérimentales. Les démonstrations les plus convaincantes en faveur d'une régulation proviennent toutes de perturbations qui ont modifié le fonctionnement d'une population (Scott & Dobson, 1989). La plupart des données sont issues de perturbations appliquées à des systèmes hôte-parasite maintenus expérimentalement (Anderson & Crombie, 1984; Scott & Anderson, 1984; Scott, 1987). En conditions naturelles, la plus belle illustration de l'impact d'un parasite sur une population est certainement celle de Hudson et de ses collaborateurs (Hudson *et al.*, 1992; Dobson & Hudson, 1992). Ces auteurs ont mis en évidence le rôle de parasites nématodes *Trichostrongylus tenius* sur la survie et la fécondité de son hôte, le Lagopède rouge d'Écosse (*Lagopus lagopus scoticus*). Cet impact explique les fluctuations cycliques d'effectifs

observées chez le Lagopède. Ce rôle a été démontré en 1998 (**Hudson et al., 1998**) puisque les populations ayant reçu un traitement anti-helminthes ne présentent plus les fluctuations des populations témoins.

Si la meilleure manière de démontrer une régulation parasitaire en conditions naturelles consiste à manipuler une population, ceci n'est que rarement réalisable car ce type de manipulation pose de nombreux problèmes, notamment logistiques et éthiques. Une autre manière de détecter la régulation des hôtes par les parasites dans les populations sauvages consiste à mettre en évidence des effets sur la survie et/ou la reproduction de leurs hôtes. Ces démonstrations sont aisées dans le cas de populations contrôlées mais se compliquent fortement dans la majorité des cas, en particulier pour l'estimation de la survie associée au statut parasitaire, qui pose deux problèmes majeurs dans les populations sauvages :

- les populations sont ouvertes et les individus ne peuvent pas tous être suivis (**Lebreton et al., 1992**). Un individu non recapturé n'est donc pas forcément mort.
- en général, l'association hôte-parasite ne dure pas toute la vie de l'hôte (**Combes, 1995**). Ceci complique l'estimation de l'impact des parasites sur les populations.

Estimer les modifications de la survie et de la reproduction par les parasites n'est pas chose facile et a fortement limité les vérifications empiriques de l'action des parasites sur la dynamique des populations hôtes (**Albon et al., 2002**). Ainsi, la validation « générale » d'un impact des parasites sur la dynamique de populations sauvages passe donc par une meilleure estimation de l'impact parasitaire sur la survie et la fécondité (**Barroka, 2005**).

1.7. Parasites et sélection sexuelle

1.7.1. Les mécanismes de la sélection naturelle

La sélection naturelle est un processus qui conduit à la conservation des variations accidentellement produites uniquement quand elles avantagent l'individu (**Darwin, 1859**). Si ce principe permet d'expliquer une grande partie de la diversité des formes naturelles, il existe fréquemment des traits (couleurs, morphologies...) dont l'extravagance ne semble pas explicable. **Darwin (1859, 1871)** propose un processus spécifique, appelé sélection sexuelle, qui suppose que ces caractères extravagants assurent un succès reproducteur plus élevé qui contrebalance le désavantage en terme de survie. Il existe deux formes de sélection sexuelle : la compétition entre individus du même sexe (sélection intrasexuelle) et le choix du partenaire par les individus de l'autre sexe (sélection intersexuelle).

La sélection intrasexuelle concerne souvent les mâles qui entrent en compétition pour l'accès direct ou indirect aux femelles. Elle favorise bien sûr les caractères qui assurent directement les capacités combattives des mâles tels que des organes de combat ou une taille corporelle

relativement importante (**Andersson, 1994**). Mais elle favorise aussi des signaux qui forment des « armes dissuasives » tels que les couleurs ou les chants. En effet, ces signaux pourraient avoir une fonction de menace envers les compétiteurs, en signalant la présence et/ou la qualité de l'émetteur (**Andersson, 1994**).

La sélection intersexuelle s'appuie généralement sur le choix des femelles pour des mâles présentant des caractères attrayants (**Møller, 1994**). Il existe deux types de modèles de sélection intersexuelle. Tout d'abord, les modèles de choix arbitraire considèrent que certains traits morphologiques des mâles sont favorisés parce qu'ils correspondent à un biais sensoriel chez les femelles. Par la suite, ce processus peut être renforcé par un déséquilibre de liaison entre les allèles codant pour la préférence et les allèles codant pour le trait qui permettrait un renforcement simultané du trait et de la préférence (**Barroka, 2005**).

A l'opposé, les modèles du signal honnête considèrent que la préférence des femelles se fait selon des critères qui représentent la qualité du mâle (**Zahavi, 1975**). Ainsi le niveau d'expression d'un caractère sexuel secondaire d'un mâle serait un signal honnête de sa qualité propre dont la femelle peut tirer bénéfice. Cette qualité peut être génétique (**Zahavi, 1975; Hamilton & Zuk, 1982**) ou indiquer des ressources matérielles (territoire, alimentation...) non directement héréditaires (**Price et al., 1993; Lozano, 1994**).

Parmi les différents modèles basés sur le principe du signal honnête, celui dit de «Hamilton-Zuk ». **Hamilton & Zuk (1982)** est l'un de ceux qui ont généré le plus de travaux (**Bennett & Owens, 2002**). Ce modèle propose que les parasites, via les coûts qu'ils imposent aux individus, soient la garantie de l'honnêteté du signal.

Selon ce principe, la mise en place d'ornementations chez une espèce devrait être liée à la pression parasitaire qu'elle subit; les espèces aux ornements les plus développés seraient ainsi les plus parasitées. Il pourrait donc exister une association positive entre des caractères soumis à sélection sexuelle (brillance du plumage, complexité du chant...) et la prévalence en parasites. Le modèle d'Hamilton-Zuk peut aussi s'appliquer de manière intra-spécifique, ce qui permet de supprimer la part de complexité liée aux méthodes comparatives (**Møller, 1990b**). Au sein d'une même espèce, les individus génétiquement les plus sensibles aux parasites devraient être ceux chez qui les traits sexuels secondaires sont les moins développés (**Møller, 1990b**). Parmi les différents traits sexuels secondaires, les colorations dépendantes des caroténoïdes semblent particulièrement pertinentes dans ce cadre théorique. En effet, la pluralité de leurs fonctions (immunostimulant, antioxydant, pigmentaire) permet d'évoquer des mécanismes physiologiques potentiels à la base de ce modèle (**Lozano, 1994**).

1.7.2. Rôle des caroténoïdes dans la sélection naturelle liée aux parasites

Les caractères sexuels secondaires liés aux caroténoïdes sont très nombreux chez les animaux même si les caroténoïdes doivent être ingérés avec la nourriture (**Goodwin, 1984**) et ne sont apparemment pas disponibles (**Hill, 2000**). Une fois absorbés, ils assurent à la fois un rôle de pigments pour des caractères sexuels secondaires et possède aussi une action d'immuno-stimulante et antioxydante (**Annexe**). **Lozano (1994)** fut le premier à exprimer clairement l'idée selon laquelle ces caractéristiques des caroténoïdes permettent de réaliser un lien direct entre la condition d'un individu et le développement du signal sexuel. De nombreux travaux soutiennent l'idée selon laquelle les signaux caroténoïdes dépendants reflètent l'état de santé et la capacité de résistance des individus aux parasites (**Møller et al., 2000**). Cependant, un nombre non négligeable d'études trouvent une relation positive, ou une absence de relation, entre l'intensité de la coloration et la charge en parasites. Ces résultats en désaccord avec les prédictions théoriques peuvent s'expliquer par le fait que le statut infectieux des individus n'est pas une représentation fidèle de leur résistance aux parasites. Ainsi, un individu sain peut tout simplement ne pas avoir été exposé au parasite et donc ne pas avoir eu à lutter. De plus, l'utilisation d'approches corrélatives n'autorise guère d'interprétation non équivoque (**Barroka, 2005**).

L'utilisation de challenges immunitaires permet de contourner partiellement ces difficultés. Ces challenges consistent en l'injection d'antigènes « neutres » qui provoquent une réaction immunitaire sans présenter de pathogénicité. La mesure de la réponse immunitaire d'un individu face à ce nouvel antigène est considérée comme une mesure objective de son immunocompétence (**Norris & Ewans, 2000**). Il faut cependant attendre 2003 pour que deux études publiées conjointement apportent la première démonstration expérimentale de l'existence d'un compromis entre fonctions immunitaires et signal sexuel (**Blount et al., 2003; Faivre et al., 2003**). **Blount et al., (2003)** montrent que la supplémentation en caroténoïdes accroît la coloration des becs et la réponse immunitaire à médiation cellulaire chez des mâles de Diamants mandarins. **Faivre et al., (2003)** observent quant à eux une diminution de la couleur du bec de Merles noirs soumis à un challenge immunitaire provoquant une réponse humorale.

Ces travaux suggèrent que le lien entre l'intensité du signal et l'immunocompétence est quelque chose de relativement général puisqu'il existe pour différentes espèces d'oiseaux et différents types de challenges immunitaires. Cependant, l'utilisation de challenges immunitaires pour tester l'immunocompétence a été récemment discutée et d'autres approches plus générales pourraient être mise en œuvre. De plus, certains facteurs

environnementaux (dont la disponibilité en ressource ou encore le contexte social) peuvent avoir une incidence sur la physiologie des individus en général et sur les mécanismes d'allocation des caroténoïdes en particulier. Ces aspects méritent d'être pris en compte et de tester plus précisément comment les caroténoïdes stimulent le système immunitaire ainsi que leur incidence sur la résistance parasitaire des individus. En outre, on ignore pour l'instant l'incidence de facteurs externes sur ce trade-off (**Barroka, 2005**).

Chapitre 2:
Les ectoparasites

Chapitre 2. Les ectoparasites

2.1. Généralités

Le parasite tire normalement, nécessairement et directement d'un autre être vivant, son hôte, les matières indispensables à la synthèse de sa propre substance. Il spolie sa victime, lui cause un dommage léger ou grave qui jamais n'entraîne directement la mort. Le bilan du parasitisme se solde par un bénéfice pour l'exploitant, par une perte pour l'exploité. Le parasite est un organisme associé régulièrement à un hôte, qui vit nécessairement aux dépens de celui-ci et lui porte préjudice sans le détruire sauf accident. Il existe différentes formes de parasitisme. On distingue en premier lieu les ectoparasites et les endoparasites (**Baud'huin, 2003**).

- Les ectoparasites sont des parasites externes qui vivent à la surface d'un corps et qui s'en nourrissent, sans entraîner un lourd préjudice à l'hôte.
- Les endoparasites sont des êtres vivants dans le corps d'un animal et s'y développant à ses dépens sans que cette agression soit directement et immédiatement la cause d'un préjudice grave pour l'organisme parasité. Les oiseaux les hébergent notamment:
 - De nombreux helminthes: ce sont des parasites pluricellulaires que l'on retrouve principalement dans l'intestin mais aussi dans d'autres organes. Ces vers se scindent en trois groupes :
 - Les nématodes (vers ronds)
 - Les cestodes (vers plats)
 - Les trématodes
 - De nombreux protozoaires: ce sont des parasites unicellulaires que l'on trouve dans le tractus digestif, le sang, l'appareil respiratoire, les organes vitaux (foie, rein).

2.2. Les ectoparasites

Les ectoparasites sont des petits organismes qui affectent essentiellement la peau. Ils se nourrissent soit en mangeant les cellules mortes de la peau et des plumes, soit en perçant le tégument et en suçant le sang ou les sécrétions des tissus (dont la lymphe). On trouve:

- Les puces
- Les tiques
- Les poux piqueurs ou broyeurs (mallophages)
- Certains diptères pupipares qui ne pondent pas d'œufs mais expulsent une puppe ou larve dont le développement s'est fait dans l'utérus: les Hippoboscidés, les Nyctéribiidés et les Stroblidés.

- Certains diptères non pupipares tels que *Neothtiophilum sp.*, *Protocalliphora sp.*, et les Carnidés qui sont connus pour parasiter les oiseaux.
- Les larves migrantes pondues par des diptères adultes non parasites et responsables de myiases.
- Les diptères hématophages tels que les Culicidés ou les Simuliidés. Ils ne vivent sur l'animal que le temps d'une piqûre mais sont des vecteurs potentiels de virus et de germes notamment à la belle saison lorsqu'ils pullulent. Les oiseaux n'échappent pas à la règle et de nombreux Culicidés se nourrissent notamment sur ces derniers.
- Les acariens térébrants (agents de gales) qui creusent des galeries dans l'épiderme et les prostigmatés du genre *Demodex* qui vivent sous la peau (**Baud'huin, 2003; Philips, 2006**).

2.2.1. Les puces

2.2.1.1. Taxonomie

Les puces appartiennent à l'embranchement des arthropodes, classe des insectes. Le sous ordre des Siphonaptères (anciennement Aphaniptères) comprend environ 2500 espèces et sous-espèces et plus de 200 genres que la plupart des auteurs regroupent dans 17 familles et 2 super-familles: les *Pulicoidea* (deux familles: *Tungidae* et *Pulicidae*) et les *Ceratophylloidea* (15 familles). La spécificité des 2500 différentes espèces n'est pas aussi stricte que celle des poux (Anoploures). Ainsi une espèce de puce qui normalement parasite un hôte spécifique, peut occasionnellement se nourrir sur d'autres hôtes. La plupart sont des parasites des mammifères, alors qu'environ 100 espèces se trouvent sur les oiseaux. *Ceratophyllus gallinae* parasite une grande variété des oiseaux (**Hopla et al., 1994; Franc, 2004; Beaucournu et al., 2005; Duchemin et al., 2006; Simon, 2009**).

Règne ----- Animal

Embranchement ----- Arthropodes

Sous-embranchement ----- Mandibulates (Antennates)

Classe ----- Insectes

Sous-classe ----- Ptérygotes

Super-ordre ----- Oligonéoptères

Ordre ----- Aphaniptéroïdes

Sous-ordre ----- Siphonaptères

2.2.1.2. Description

Les siphonaptères (ou puces) de couleur brunes, sont des insectes de petite taille de 1.5 à 4 mm couleur, dépourvus d'ailes. Son corps est aplati comprimé latéralement, contrairement à celui des mallophages, très chitinisé et muni de formations (peignes,

cténidies, soies, épines...) favorisant l'accrochage de la puce dans la fourrure et le plumage des hôtes ainsi que son déplacement sur l'épiderme (**Baud'huin, 2003; Beaucournu et al., 2005; Duchemin et al., 2006**) (**Figure 2.1**).



Figure 2.1. La puce (**Barnes, 2007**).

Ces parasites sauteurs possèdent des pièces buccales conformées pour piquer et sucer. Ils présentent une métamorphose complète. La tête, de petite taille, s'unit largement au thorax. Le rostre est constitué de:

- Deux mandibules transformées en piquants sétiformes, dentées en scie
- Deux mâchoires triangulaires portant chacune un palpe à quatre articles
- Une langue en stylet rigide, dentée à sa face supérieure
- Une lèvre inférieure courte et engainant les mandibules et le stylet

Le thorax comprend trois anneaux distincts. Les deux derniers portent, de chaque côté et à la place des ailes, une grande plaque ou écaille aliforme. Les pattes sont robustes et longues, adaptées au saut, tout particulièrement la dernière paire, volumineuse. Les tarses possèdent cinq articles et se terminent par deux courtes griffes. L'abdomen est constitué de neuf segments qui se chevauchent. Même si on les observe encore rarement, les puces affectent probablement tous les oiseaux (**Baud'huin 2003 ; Duchemin, 2006 ; Simon, 2009**).

2.2.1.3. Biologie

Le développement de la puce passe par quatre stades. La vie de ce parasite débute par un œuf qui se transforme en larve, puis en puppe pour aboutir à l'état adulte. Le cycle de vie correspond à une métamorphose complète (**Figure 2.2**). Le cycle de développement de la puce peut se terminer en quatorze jours ou se prolonger jusqu'à 140 jours selon les conditions de température et d'humidité (**Silverman et al., 1981**). Les œufs de puces constituent 50% de l'infestation dans la maison, les larves représentent 35% de l'infestation, les puppes 10% et les puces adultes constituent seulement 5% de l'infestation de la maison. Les adultes sont très résistants, c'est un élément qui est important dans la lutte. Ils ont une très longue longévité, jusqu'à 800 jours. Ils résistent au jeûne de un an (**Beaucournu & Launay, 1990; Baud'huin, 2003; Beaucournu et al., 2005; Simon, 2009**).

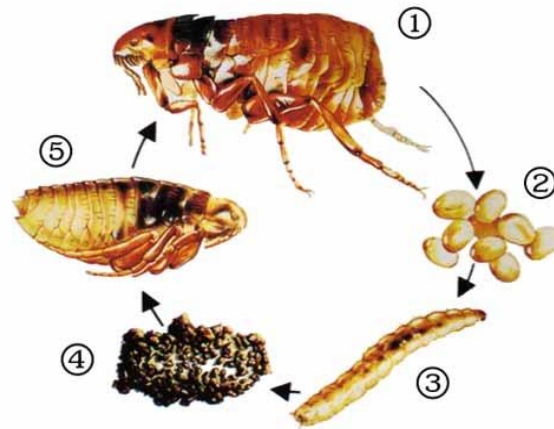


Figure 2.2. Cycle de développement de la puce (Simon, 2009).

1. Adulte, 2. Les œufs, 3. Larve, 4. Puce en cocon, 5. Nymphe ou pupa.

2.2.1.4. Pathogénie

Les puces peuvent être à l'origine de la transmission de nombreux agents parasitaires ou microbiens à l'origine de maladies plus ou moins graves, telles le typhus murin dû à *Rickettsia mooseri* = *Rickettsia typhi*, l'helminthiase intestinale due à *Hymenolepis fraterna*, la tularémie due au bacille *Francisella tularensis* ou l'angiomatose bacillaire due à la bactérie *Bartonella henselae* et la plus connue d'entre elles est la peste (Hopla et al., 1994; Franc, 1996; Beaty & Marquardt, 2005; Simon, 2009).

2.2.2. Acariens

2.2.2.1. Taxonomie

Les acariens sont des arachnides à opisthosoma non segmenté et généralement fusionné avec le prosoma, d'où le nom d'acarien (du Grec signifiant insécable) (Mrad, 2011). L'ordre des acariens comporte 5 sous-ordres classés en fonction de la présence ou non de stigmate et d'épimère :

- Absence de stigmates en arrière des hanches, pattes insérées sur des épimères
 - **Acaridiés**: aucun stigmate visible (type astigmatique).
 - **Cryptostigmates (ou Oribates)**: stigmates très petits et très nombreux (type cryptostigmatique).
 - **Trombidiformes**: stigmates sur le gnathosoma (type prostigmatique).
- Présence de stigmates en arrière des hanches, pas d'épimères
 - **Mésostigmates**: stigmates au voisinage des hanches III (type mésostigmatique).
 - **Ixodidés**: stigmates en arrière des hanches IV (type métastigmatique).

2.2.2.2. Acaridiés

Aucun stigmat n'est visible. La respiration se fait à travers le tégument qui est mince. La localisation de ces parasites est variable en fonction des espèces: certains déterminent une acariose de la peau, d'autres des plumes. Cependant, ce groupe comporte plusieurs familles qui sont incriminés comme ectoparasites Acaridiés telles que: les Sarcoptidés, les Tyroglyphidés, les Epidermoptidés, les Analgesidés, les Pyroglyphidés et les Kardoglyphidés.

a. Acaridiés psoriques (agents de gale)

Ce sont les agents des gales, vivant à la surface ou dans l'épaisseur de l'épiderme. Dans la famille des Sarcoptidés, ces agents leurs pattes sont courtes, elles ne dépassent pas le rostre vers l'avant ni le bord postérieur vers l'arrière du corps. Les Sarcoptidés ne possèdent pas d'appareils copulateurs particuliers. Les femelles s'enfoncent dans l'épiderme des mammifères et des oiseaux, elles sont de ce fait à l'origine d'une gale térébrante.

Cnemidocoptes (ou *Knemidokoptes*) est un parasite à une forme circulaire, ses pattes sont très atrophiées. Les épimères des pattes présentent un prolongement très important sur la face dorsale de l'acarien. Les *Cnemidocoptes sp.*, sont des agents des gales cnémidocoptiques des oiseaux (**Figure 2.3**).

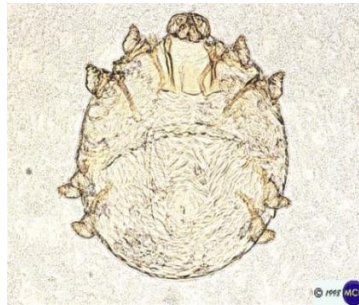


Figure 2.3. *Cnemidocoptes sp.* (Baud'huin, 2003).

Chez les Tyroglyphidés, *Tyroglyphus farinae* est une espèce qui possède un corps ovulaire. Son tégument est lisse. Son rostre et ses pattes sont de couleur « pelure d'oignon ». Il présente également un sillon entre le céphalothorax et l'abdomen. La femelle mesure 600 μ sur 300 μ , le mâle est deux fois plus petit. Il vit préférentiellement sur la matière organique altérée et affectionne tout particulièrement le grain et la paille. En outre des élevages de volailles sont décimés par cet acarien qui détermine une éruption cutanée prurigineuse, l'amaigrissement et la mort. Les Epidermoptidés constituent une famille d'acariens de très petite taille qui vivent généralement à la surface de la peau mais qui peuvent, dans certains cas, entrer plus profondément dans l'épiderme et les bulbes plumeux, déterminant une véritable gale. Ils sont caractérisés par leur tégument et épimère incolores (ou peu colorés),

ainsi que par leurs pattes pourvues de petites ventouses ambulacraires. La femelle possède un abdomen non échancré contrairement au mâle qui présente aussi des ventouses copulatrices.

On rapporte aussi d'autres espèces comme *Myialges anchora* (Trouessart), *Rivoltasia coturnicola* (Fain), *Epidermoptes bilobatus* (Rivolta, 1876). *E. bilobatus* est l'un des agents de la gale de la tête. Sa présence provoque la production de squames grises ou jaunâtres ayant un aspect de mie de pain desséchée, pouvant former des cornets autour des points d'implantation des plumes. Les pattes, dépourvues d'ongles, sont de la même taille pour les deux sexes. Le mâle mesure 200 μ de long sur 120 μ de large, la femelle 250 μ sur 150 μ . Les *Myialges* sont souvent transportés d'un oiseau à un autre par phorésie, véhiculés par des mallophages ou des Hippoboscidés (Maziad *et al.*, 1999; Moreno, 2004).

b. Acariés plumicoles

Ils vivent dans le plumage et non sur la peau. Ils sont peu pathogènes. Là encore deux familles nous intéressent :

- Famille des Analgésidés

Ils colonisent surtout les petites plumes de la tête et du cou. Leur tégument est coloré. On note la présence de plaques chitineuses dorsales en bouclier. En outre les pattes 1 et 2 ont des protubérances triangulaires, les pattes 3 des mâles étant, elles, très développées. Il existe de nombreux genres, entre autre *Analges* et *Megninia*.

- *Megninia cubitalis* (Megnin), parasite des plumes de nombreux galliformes. Il mesure environ 400 μ de long. Le mâle est losangique et porte deux soies inégales alors que la femelle est ovale. Les pattes antérieures sont en forme de « S ». L'avant dernier article du tarse porte une forte épine recourbée. Les lobes abdominaux sont triangulaires avec des articulations transversales. De chaque lobe terminal naissent trois longs poils.
- *Megninia columbae* (Buckholz), espèce voisine de la précédente, également parasite de plumes. A la différence du précédent, les lobes abdominaux du mâle, bordés intérieurement d'une membrane échancrée, ne sont pas articulés et les soies sont toutes de la même longueur (Baud'huin, 2003; Moreno, 2004).

- Famille des Dermoglyphidés

Ces acariens colonisent les grandes plumes, rémiges et rectrices. Ils montrent des plaques dorsales mais pas de protubérances triangulaires sur les pattes I et II, les pattes postérieures des mâles étant normales. De nombreux genres existent. Parmi les espèces décrites, *Dermoglyphus columbae*, mais surtout *Paralges microtrichus*, et *Falculifer*

subrostratus parasite du pigeon, sa taille varie entre 700 et 800 μm (Baud'huin, 2003; Moreno, 2004).

c. Acaridiés internes:

Ce sont surtout des parasites du tissu conjonctif sous-cutané et de l'appareil respiratoire. Par exemple *Cytodites sp.*, les pièces buccales de ce parasite sont réduites, elles sont transformées en un tube suceur. Chaque patte porte une ventouse mais pas de griffes. Il y a sur le corps de soies très courtes et très rares. *Cytodites sp.*, sont des agents d'acarioses respiratoires au niveau des sacs aériens et des bronches des galliformes. Aussi, *Laminosioptes cysticola*, les pièces buccales de ce parasite sont normales, broyeuses, les ventouses sont présentes sur les pattes III et IV. Il y a de rares longues soies sur le corps. *Laminosioptes cysticola* est un parasite surtout du cou, du bréchet et des cuisses. Les cadavres provoquent la formation de petits grains aplatis blanchâtres, calcifiés (0.5 – 1 mm). Le mode de transmission de ce parasite est encore inconnu. Ce sont des acariens non pathogènes, mais il convient de différencier les lésions qu'ils provoquent avec les abcès (Baud'huin, 2003; Moreno, 2004).

2.2.2.3. Les cryptostigmates (ou Oribates)

Ce sont des acariens de petite taille, ils sont retrouvés sur les pâtures. Les acariens appartenant à ce groupe ne sont pas parasites mais sont des hôtes intermédiaires de certains Cestodes.

2.2.2.4. Trombidiformes (Prostigmates)

Présence de stigmates sur le gnathosoma. Ce sous-ordre comporte deux groupes: les tarsonemiens et les prostigmates. Cinq familles ont une importance vétérinaire et qui peuvent être impliquées dans l'infestation des oiseaux (Cheyletidae, Syringophilidae, Tarsonemidae, Cheyletielidae et Ereyenetidae). Certaines espèces qui appartiennent à ces familles citées auparavant ne sont rencontrées qu'occasionnellement, d'autres sont plus courantes:

-*Cheyletus malacensis* est un acarien qui présente un dimorphisme sexuel peu marqué et la larve hexapode ressemble à l'adulte. Le tégument est mou, dénudé à la face ventrale. Il vit libre dans le plumage des oiseaux.

-*Syringophilus bipectinatus* possède un corps très allongé, presque vermiforme, un peu plus large dans sa région antérieure que dans sa région postérieure. Son rostre est puissant et losangique, ses chélicères sont styliformes. Les pattes sont relativement courtes et on trouve, à la base des tarse, deux organes chitineux en forme de peigne (Lesbouyries, 1941; Maziad, 1999).

2.2.2.5. Mésostigmates (Gamasida)

a. Présentation générale

Ils sont caractérisés par la présence de stigmates au voisinage des hanches III. Ce sous-ordre comporte plusieurs familles: la famille des Dermanyssidae, la famille des Laelaptidae, la famille des Macronyssidae et la famille des Rhinonyssidae. L'acarien qui est le plus fréquemment rencontré sur les oiseaux est *Dermanyssus gallinae* (Andre, 1998).

b. *Dermanyssus gallinae*

Le corps de cet acarien est ovale, un peu aplati, plus large en arrière qu'en avant, bordé de soies courtes et écartées. L'écusson dorsal est long. La couleur de ce parasite varie du blanc jaunâtre au rouge foncé selon son état de réplétion. Il est appelé aussi "rouge des volailles" du fait de l'hématophagie. Par transparence on peut observer les caeca ramifiés et remplis de sang. Le mâle mesure 600 μ sur 320 μ de large. Ses mandibules sont didactyles avec l'un des doigts allongé en lame aiguë et ondulée. La femelle, longue de 750 μ et large de 400 μ , porte des mandibules en forme de stylet long et mince (Figure 2.4). Il s'agit d'un parasite de la peau que l'on retrouve sur le dindon, la poule, le faisan et d'autres oiseaux (Roy, 2009).

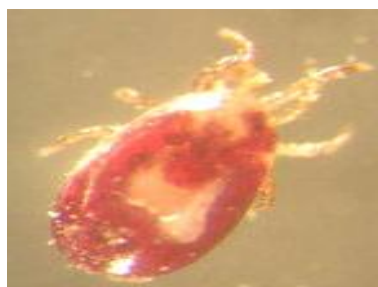


Figure 2.4. Femelle gorgée de *Dermanyssus sp.* (Roy, 2009).

• Biologie

Essentiellement noctambule, cet acarien se loge pendant la journée dans les anfractuosités les plus diverses, y vivant en colonies nombreuses, où toutes les formes cohabitent: mâles et femelles libres ou accouplés, nymphes, œufs. Il peut se reproduire aisément et survivre plusieurs mois sans se nourrir de sang d'oiseau. Son cycle a une durée de 7 à 9 jours (Figure 2.5). Douées d'une grande agilité, c'est la nuit que les dermanysse quittent leur cachette pour spolier un oiseau (Roy, 2009).



Figure 2.5. Cycle de vie de *Dermanyssus gallinae* (Roy, 2009).

- **Pathogénie**

Leur action pathogène est due aux piqûres de leur rostre, soustrayant à l'hôte une quantité relativement importante de sang. Ceci peut entraîner une anémie notable chez les jeunes animaux. Démangés par les piqûres, ces derniers sont privés de sommeil et peuvent finir par mourir abattus et exsangues, après dix à quinze jours. Concernant les adultes, l'insomnie et l'anémie entraînent un amaigrissement doublé d'une diminution de la couvaison chez les femelles. Usuellement, les oiseaux examinés le jour ne présentent pas de dermanysse ni même de trace de piqûre. En effet, ces parasites intermittents attaquent la nuit dans la plupart des cas. Cependant, on les trouve parfois présents de façon permanente, se déplaçant jour et nuit à la surface de l'oiseau, en quantité parfois innombrable (Andre, 1998).

2.2.2.6. Les metastigmatés ou Ixodides

Les tiques ou *Ixoda* (du grec *Ixos* = glu, en référence à leur fixation tenace à l'hôte) sont des arthropodes arachnides appartenant à la sous-classe des acaréens et l'ordre ixodida (Krantz & Walker, 2009) (Figure 2.6). Elles sont hématophages à tous les stades de leur développement, et fondamentalement parasites d'animaux vertébrés, surtout mammifères et oiseaux, mais également reptiles. Le parasitisme au dépend de l'homme est lié à la pénétration de celui-ci dans les biotopes naturels où elles vivent habituellement. Il n'est qu'occasionnel, car la plupart des espèces sont sauvages, quelques unes seulement sont domestiques ou péri-domestiques. Les tiques ont une répartition mondiale, mais c'est surtout dans les régions à climat chaud que l'importance numérique et la variété des espèces sont les plus marquées.

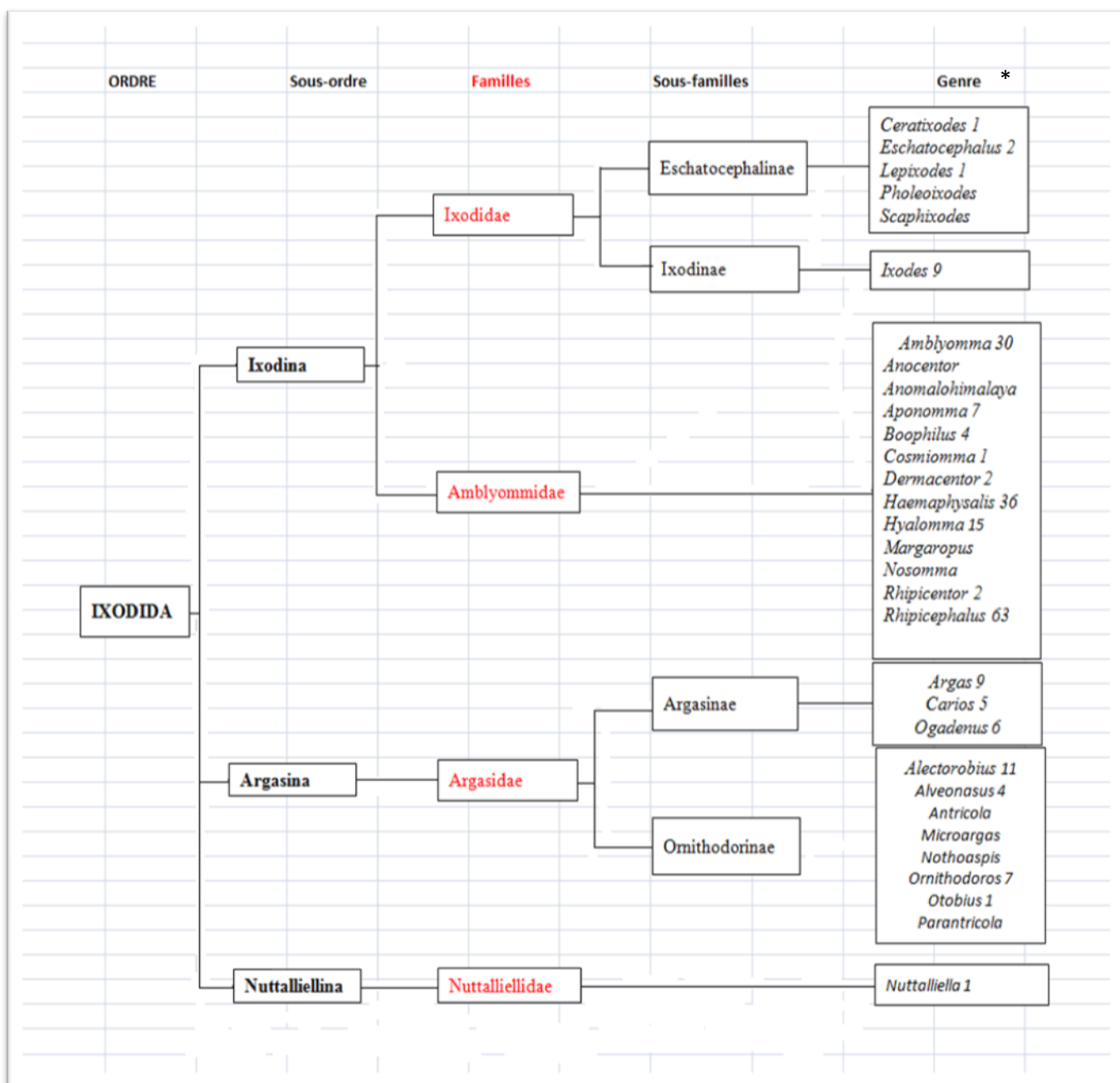


Figure 2.6. Classification des tiques d'après *Camicas et al., 1998* (le nombre d'espèces présentes dans la région afro tropicale est indiqué en astérisque).

Elles sont vectrices partout dans le monde (Haller, 1992; Sonenshine, 1993; Guigen & Degeilh, 2001). L'ordre des *Ixodida* compte environ 869 espèces (Pérez-Aid, 2007), regroupées en une trentaine de genres 32 au sein de deux principales superfamilles: les *Argasoidea* et les *Ixodoidea*; une troisième, les *Nuttallielloidea*, monogénérique et monospécifique, garde un statut provisoirement séparé des deux premières, en raison de caractères morphologiques de type intermédiaire, observés sur les 20 uniques exemplaires femelles actuellement connus (Haller, 1992; Sonenshine, 1993; Pérez-Aid, 2007). En Afrique, il existe 223 espèces de tiques, dont 180 tiques dures et 43 tiques molles (Socolovschi et al., 2008).

* Description

a. Famille des Ixodidés

La famille des Ixodidés (tiques dures) est caractérisée par la présence d'un écusson dorsal développé (scutum), d'un rostre terminal existant à tous les stades, de palpes excavés, et enfin d'un dimorphisme sexuel très accusé (Figure 2.7). Les oiseaux sont en général les hôtes préférentiels de certaines tiques dures (notamment appartenant aux genres *Ixodes*, *Hyalomma* et *Amblyomma*).

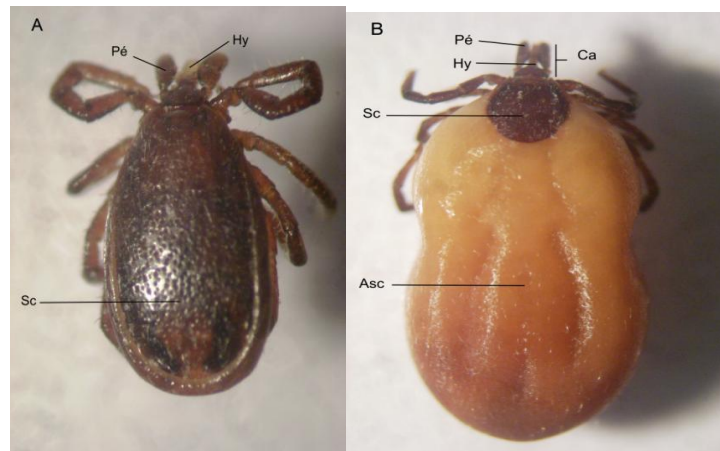


Figure 2.7. *Ixodes ricinus* (A) mâle (B) femelle, vue dorsale.

Ca: capitulum; Pé : pédipalpe; Hy: hypostome; Sc: scutum; Asc: alloscutum (Laamri et al., 2012a).

*Biologie

Dans les zones tempérées, la plupart des *Ixodidae* évoluent en changeant de stade une fois par an, l'hiver se passant en diapause (Figure 2.8).

Les tiques dures ne partent que très rarement à la recherche d'un hôte. Elles chassent à l'affût la plupart du temps, adoptant ainsi une stratégie d'attente. Les tiques exophiles se suspendent au-dessus du sol en se fixant par les pattes arrière à des végétaux. Les tiques

endophiles, elles, attendent l'hôte dans des cavités souterraines. On peut noter par conséquent que des oiseaux seront plus sujette à des infestations par des tiques exophiles.

La tique se gorge de sang puis se décroche après quelques jours. Dès lors, elle entame une phase de vie libre. Elle poursuivra ensuite la quête d'un nouvel hôte. Ainsi, à chaque stade de son développement, la tique n'effectue qu'un seul et unique repas de sang, avant de réaliser sa mue.

L'accouplement intervient en règle générale pendant le repas. Après cela, les mâles meurent et les femelles se laissent tomber au sol. Elles pondent alors plusieurs milliers d'œufs dans une seule anfractuosité du sol, puis disparaissent à leur tour (Bussieras & Chermette, 1992; Darrigade, 1999; Casati, 2005; Solène, 2010).

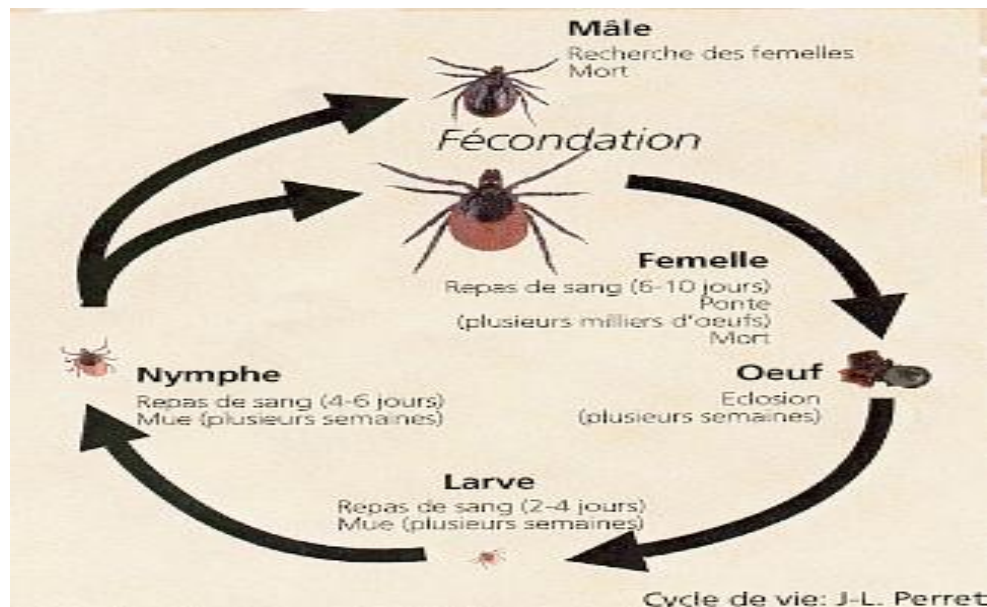


Figure 2.8. Cycle de développement d'*Ixodes ricinus* (Perret, 2002 in Solène, 2010).

b. Famille des Argasidés

*Description

Les *Argasidae* sont très différentes des *Ixodidae*. Sur le plan morphologique, la famille des Argasidés (tiques molles) est caractérisée par l'absence d'écusson chitinisé, la présence d'un rostre infère (sauf chez les larves où il est terminal), ainsi que par des palpes cylindriques et un faible dimorphisme sexuel. Les *Argasidae*, *Argas* et *Ornithodoros* (Figure 2.9), vivent dans les terriers, les nids, les grottes, les fissures, dans les boiseries et les murs, sous les écorces, etc., souvent à proximité de leur hôte. En cas de disparition de celui-ci, ils peuvent résister au jeûne pendant plusieurs années. Après chacun de ses repas la femelle pond

environ 200 œufs qui atteignent le stade adulte en quelques mois (**Mouchet, et al., 1978; Mouchet et al., 1995; Moreno, 2004**).



Figure 2.9. (A) *Argas reflexus* (vue dorsale); (B) *Ornithodoros* sp. (Vue dorsale) (**Walker et al., 2003**).

* Biologie

Les tiques du genre *Argas* se nourrissent la nuit. Les femelles pondent entre 500 et 1000 œufs, répartis en quatre ou cinq paquets dissimulés dans différentes anfractuosités. Toutefois, elles consomment nécessairement un repas de sang avant de pondre chaque paquet. Les œufs éclosent au bout d'une semaine s'il fait chaud, mais parfois trois mois sont nécessaires si les conditions climatiques se montrent peu propices. Les larves s'attèlent à la recherche d'un hôte au bout de quelques jours; cependant, elles sont capables de survivre plusieurs mois sans se nourrir. Comme pour les *Ixodidae* la tique n'effectue qu'un seul repas de sang avant d'effectuer une mue. De plus, la femelle se nourrit généralement avant de s'accoupler. Le cycle complet s'effectue en moins de deux mois à la belle saison. Les adultes s'abritent l'hiver dans des anfractuosités et peuvent survivre pendant quatre ans sans se nourrir. Enfin, les femelles du genre *Argas* repèrent leur hôte grâce à son odeur et que l'existence d'un gradient de dioxyde de carbone leur permet d'estimer leur distance par rapport à l'oiseau (**Beelitz & Gothe, 1991 in Baud'huin, 2003**).

c. Pathogénie des tiques

Les tiques ont un pouvoir pathogène direct qui est fonction de la sensibilité de l'oiseau et du nombre de tiques. En effet ces parasites agissent en induisant:

- Une anémie, en particulier chez les jeunes animaux. Elle est plus importante avec les Argasidés qu'avec les Ixodidés.

- Une paralysie, qui est provoquée par des toxines (**Dworkin et al., 1993**).

Elles ont également un pouvoir pathogène indirect. En effet, en tant qu'insecte piqueur, elles sont potentiellement vectrices de germes, virus, hématozoaires et même d'helminthes (**Lawrie, 2004; Goodman et al., 2005; Mediannikov et al., 2010; Farge, 2012**). L'inoculation peut avoir lieu à la faveur d'une souillure du rostre. Néanmoins ce rôle de contamination accidentel ne peut assurer la pérennité d'une espèce parasite puisque la tique mue et renouvelle ses pièces buccales entre deux repas de sang. Cependant, il est important de noter que les oiseaux migrateurs transportent des tiques porteuses de maladies sur de très longues distances. Certains auteurs pensent que ce phénomène est responsable de l'émergence d'agents pathogènes dans de nouveaux territoires, où ils pourraient infecter des animaux, voire l'homme. Parmi celles qu'elles transmettent à l'Homme, les plus connues sont la récurrente à tiques, la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses, la fièvre Q et la maladie de Lyme. Les tiques sont également importantes en tant que vecteur de maladies des animaux domestiques et peuvent occasionner de lourdes pertes économiques (**Gharbi & Uilenberg, 2004; Halos, 2005; Philips, 2006; Thompson et al., 2009; Laamri et al., 2012b**).

Plus généralement, l'élément infectieux se multiplie à l'intérieur de la tique (glandes salivaires ou appareil reproducteur) et se transmet d'un stade à l'autre, voire de génération en génération. Cette stratégie permet, quant à elle, le maintien de l'agent pathogène au sein d'une population de tiques, lui conférant un caractère géographique focal. Cependant, la migration de l'oiseau hôte tend à lui faire gagner de nouveaux territoires, constituant de nouveaux foyers disséminés (**Doby & Bigiagnon, 1998; Lawrie et al., 2004; Thompson et al., 2009; Vittecoq, 2012**).

2.2.3. Les poux broyeur (Mallophages)

2.2.3.1. Taxonomie

Les classifications modernes divisent l'ordre de Phthiraptera en quatre sous-ordres dont trois forment le groupe des poux broyeur: Amblycera, Ischnocera et Rhynchophthirina. Le quatrième sous-ordre est celui des poux suceurs. La plupart des espèces appartenant aux deux sous-ordres Amblycera et Ischnocera sont des parasites des oiseaux. Cependant environ 12% des espèces parasites et trois de Rhynchophthirina, sont des parasites des mammifères (**Tableau 2.1**). Les espèces de sous-ordre Amblycera sont plus mobiles que celles d'Ischnocera. Amblycera par exemple abandonne les hôtes morts ou stressés pour chercher un autre, tandis que les espèces d'Ischnocera sont spécialisées pour vivre sur les cheveux ou les plumes (**Johnson & Clayton, 2003**).

Tableau 2.1. Classification des poux (Insecta: Phthiraptera) (Johnson & Clayton, 2003).

Sous-ordres et Familles	Genres	Espèces
Amblycera		
Menoponidae	68	1039
Boopiidae	08	55
Laemobothriidae	01	20
Ricinidae	03	109
Gyropidae	09	93
Trimenoponidae	06	18
Ischnocera		
Philopteridae	138	2698
Trichodectidae	19	362
Rhynchophthirina		
Heamatomyzidae	01	03
Anoploura (16 familles)	49	532

***Description**

Ce sont des phthiraptères à pièces buccales broyeuses, communément appelés poux broyeurs. Leur tête est plus large que leur thorax. On peut noter que les poux appartiennent au groupe des insectes car leur corps est segmenté et divisé en trois parties: une tête, un thorax et un abdomen. Ils ont trois paires de pattes et une seule paire de petites antennes. Tous les poux sont aplatis dorso-ventralement. Leurs organes sensoriels sont peu développés. On les rencontre chez les oiseaux ou les mammifères (**Figure 2.10**). Environ 5000 espèces de poux appartenant à l'ordre Phthiraptera, ont été décrites dans le monde, dont plus d'une centaine de nouvelles espèces ont été découvertes depuis 2003 (**Beaud'huin, 2003; Garcia & Nicolosi, 2012**).



Figure 2.10. Poux broyeurs. De gauche à droite: *Laemobothrion maximum*, *Degeeriella regalis*, *Craspedorrhynchus spathulatus*, *Neocolpocephalum turbinatum* et *Nosopon milvus* (**Sánchez, 2011**).

Ce sont des parasites permanents, contrairement aux puces et aux tiques. Très actifs, ils se déplacent fréquemment et rapidement, à la recherche de nourriture, généralement constituée de débris épidermiques (étymologiquement mallophage signifie « mangeur de toison »). Cependant chez les volailles certaines espèces, telles que *Menacanthus stramineus* peuvent s'attaquer à la peau elle-même, voire se nourrir de sang (**Wilson, 1933 in Beaud'huin, 2003**). Les mallophages se situent sur toutes les parties du corps, préférentiellement au niveau des régions abritées des atteintes du bec, c'est à dire au cou et à la tête. Cependant, à l'examen d'un oiseau atteint, on repère les parasites circulant avec la plus grande vélocité sur toutes les parties du corps, afin de se réfugier dans les régions sombres, recouvertes de nombreuses plumes (tronc et envers des ailes) (**Beaud'huin, 2003; Garcia & Nicolosi, 2012**).

2.2.5.1. Biologie

Au cours de sa vie, la femelle pond une centaine d'œufs sur l'hôte en les cimentant à ses plumes. La nymphe, qui ressemble à l'adulte mais de taille inférieure, s'extraît de l'œuf après une à deux semaines (**Figure 2.11**). En moins de trois semaines elle effectue de 3 à 5 mues puis devient adulte. Le cycle est donc réalisé en 4 à 6 semaines. La durée de vie de l'adulte semble être d'une trentaine de jours en moyenne mais certains auteurs pensent que ces parasites vivent plusieurs mois sur les volailles (**Calnek et al., 1997; Garcia & Nicolosi, 2012**).



Figure 2.11. De gauche à droite, une larve et un adulte de *Cuclotogaster heterographus* (**Garcia & Nicolosi, 2012**).

2.2.5.2. Pathogénie

La pullulation des mallophages entraîne une incommodité extrême, des démangeaisons qui perturbent la prise alimentaire. Une irritation sévère peut être observée, et aboutit à des dommages au niveau du plumage. Les symptômes développés sont donc trouble du repos des animaux, retard de croissance chez les jeunes, et amaigrissement des sujets adultes. Néanmoins ils sont liés à l'importance de l'infestation de l'oiseau; les animaux

sauvages étant rarement très parasités. Il existe des différences de pathogénie entre les espèces de mallophages. En nombre restreint, *Goniodes dissimilis* agit peu sur son hôte. Les effets pathogènes de *Lipeurus caponis* sont également très légers sur les animaux en bonne santé même si les jeunes oiseaux sont parfois sujets à des infestations massives. Par contre, *Cuclotogaster heterographus* peut entraîner des troubles graves, voire la mort, en particulier sur les jeunes sujets. En outre les œufs de cette espèce ont un aspect gaufré, ce qui permet leur agglomération à la base des plumes. Ces amas compacts sont responsables d'une crasse parasitaire nuisant gravement au plumage (**Baud'huin, 2003**).

2.2.4. Les Cimicidés

Les punaises des lits, arthropodes hématophages, sont parmi les plus anciens parasites vivant à côté de l'homme depuis des milliers d'années comme le démontre leur présence dans certaines tombes égyptiennes datant de 3550 ans. Ces dernières années de nombreux articles signalent une recrudescence de ces nuisibles notamment aux USA, au Canada, en Australie et en Europe, particulièrement en Angleterre. (**Berenger et al., 2008**).

2.2.4.1. Taxonomie

La famille des Cimicidés se divise en 6 sous-familles (**Tableau 2.2**), et compte presque une centaine d'espèces, la majorité vivant aux dépens d'oiseaux et de chauves-souris et ne piquant l'homme qu'occasionnellement. Deux espèces appartenant aux Cimicinae: *Cimex lectularius* et *Cimex hemipterus* sont plus particulièrement inféodées à l'homme et le terme « punaises des lits » désigne indifféremment ces deux espèces. Toutefois, elles peuvent, en l'absence de celui-ci, se nourrir sur des mammifères (rongeurs et animaux domestiques) ou des oiseaux (**Berenger et al., 2008**).

Deux espèces ont une importance majeure en santé humaine, *Cimex lectularius* et *C. hemipterus*. D'aspects très semblables elles peuvent être différenciées en observant la marge latérale du pronotum, beaucoup plus large chez *C. lectularius*. Globalement, ces deux espèces se partagent le monde: *Cimex hemipterus* est répartie dans les régions tropicales, *Cimex lectularius* occupe les régions tempérées et subtropicales. Cette répartition n'est pas stricte et les deux espèces peuvent coexister dans certaines régions, dans certaines villes. Bien que ces deux espèces soient très proches et qu'elles puissent s'accoupler entre elles, leur descendance est stérile (**Berenger et al., 2008**).

Tableau 2.2. Sous-familles et genres de Cimicidae d'après (Usinger, 1966 ; Ryckman *et al.*, 1981). (En gras : les espèces piquant l'homme).

Sous--familles	Genres	Nombre d'espèce	Hôtes principaux	Répartition des sous--familles
Afrocimicinae	<i>Afrocimex</i>	3	Chauves--souris	Afrique
Latrocimicinae	<i>Latrocimex</i>	1	Chauves--souris	Néotropicale
Primicimicinae	<i>Bucimex</i> <i>Primicimex</i>	2	Chauves--souris	Néotropicale, Sud des Etats-Unis
Cimicinae	<i>Bertilia</i> <i>Cimex</i> <i>Oeciacus</i> <i>Paracimex</i> <i>Propicimex</i>	39	Chauves--souris, oiseaux, homme	Mondiale (<i>Cimex</i> cosmopolite)
Cacodminae	<i>Aphrania</i> <i>Cacodmus</i> <i>Crassicimex</i> <i>Leptocimex</i> <i>Loxaspis</i> <i>Passicimex</i> <i>Stricticimex</i>	39	Chauves--souris	Afrique et Asie
Haematosiphoninae	<i>Caminicimex</i> <i>Cimexopsis</i> <i>Haematosiphon</i> <i>Hesperocimex</i> <i>Ornithocoris</i> <i>Psitticimex</i> <i>Synxenoderus</i>	10	Oiseaux	Néarctique Néotropicale

2.2.4.2. Description

C'est un insecte de forme générale arrondie ou ovale, large et plate. De petite taille de 4 à 5 mm, les punaises des lits sont de couleur brune à brun roux clair. Les ailes sont vestigiales, réduites à deux plaques à la base de l'abdomen chez l'adulte. Le rostre possède trois segments, les antennes articles. Les yeux sont proéminents, les ocelles absents. C'est un insecte paurométabole, les jeunes ressemblent à l'adulte mais certains organes ne sont pas développés comme les genitalia ou les ailes vestigiales qui sont absentes. Le cycle biologique comprend 5 stades juvéniles puis l'adulte (Delaunay *et al.*, 2010).

2.2.4.3. Biologie

Deux adaptations majeures caractérisent la biologie des *Cimicidae*: un mode de reproduction par insémination traumatique et l'hématophagie obligatoire pour les 2 sexes.

Le mode de reproduction de la punaise de lits est exceptionnel au sein des insectes et a très bien été étudié par le professeur **Carayon (1966, 1977)**. Il s'agit d'une reproduction par insémination extragénitale traumatique. Le mâle transperce le tégument abdominal de la femelle sur sa face ventrale. Le sperme est injecté dans le spermalège sorte de réceptacle qui tient lieu de système génital secondaire (système paragénital). La femelle possède également des voies génitales tout à fait normales qui fonctionnent pour la ponte mais le mâle n'utilise jamais ces voies pour l'accouplement. Les mâles étant très actifs, une femelle sera fécondée par plusieurs d'entre eux. Les avantages liés à ces phénomènes d'insémination extragénitale traumatique sont inconnus, mais ce mode de reproduction n'est pas sans effet sur la femelle. Des agents pathogènes peuvent être introduits dans son organisme par cette voie et parfois causer la mort (**Reinhardt, 2005**).

Lucifuge et de mœurs nocturnes, les punaises des lits des deux sexes, adultes ou juvéniles, sont attirées par la chaleur du corps et profitent du repos ou du sommeil de leurs hôtes pour s'alimenter. Elles piquent généralement les parties découvertes du corps et injectent une salive contenant un anticoagulant et un anesthésiant. La durée du repas chez l'adulte varie en général de 10 à 20 minutes, 3 à 5 minutes chez les jeunes. Chaque stade immature nécessite un repas sanguin pour passer au stade supérieur. Les déjections sont brunâtres (sang digéré). Pour la femelle, ce repas de sang est nécessaire pour la production d'œufs. Les œufs mesurent environ 1 mm et sont de couleur blanchâtre. Cette ponte stoppe rapidement en cas de jeûne. La femelle pond entre 5 et 15 œufs par jour et peut pondre de 200 à 500 œufs durant sa vie. Il y a 3 à 4 générations par an lorsque les conditions sont favorables (température, hôtes...). La durée de vie de la punaise des lits est en moyenne de 2 à 10 mois mais peut atteindre 2 ans principalement en cas de jeûne. Ces œufs éclosent entre 7 et 10 jours. Le cycle de vie se déroule au minimum sur une période d'un mois, ce délai variant selon les conditions de l'environnement (température, humidité, accès à l'hôte) (**Beringer et al., 2008**).

2.2.4.4. Importance médicale

Les punaises des lits peuvent héberger de nombreux pathogènes dans leur organisme, surtout dans leur intestin. **Burton (1963)** a ainsi dénombré 41 organismes pathogènes pour l'homme: des virus (hépatite B, poliomyélites, fièvre jaune...), des bactéries (*Pasteurella*, *Brucella*, *Salmonella*, *Rickettsia*...) et des parasites (agents des Filarioses, des

Leishmanioses...). Il n'existe pas de preuve de transmission de ces maladies à un humain et, malgré un doute sur la transmission possible de l'hépatite B, les punaises des lits ne sont pas considérées à l'heure actuelle comme des vecteurs. Par contre, les composants de la salive sont responsables de la réaction allergique de l'hôte, pouvant entraîner des troubles graves selon les personnes (**Berenger et al., 2008**).

2.2.5. Les Sangsues:

2.2.5.1. Taxonomie

Les sangsues appartiennent au Règne Animal, au groupe des Métazoaires triploblastiques coelomates, à l'embranchement des Annélides, et à la classe des Achètes assimilés à la famille des Hirudinés. On dénombre plus de 300 espèces de sangsues réparties en 4 ordres subdivisés en 127 genres (**Jardin, 2005**).

2.2.5.2. Description

En adaptation à leur mode de nutrition particulier qui consiste à sucer le sang d'un animal, les sangsues ont développé des structures uniques. Des ventouses ventrales (antérieure et postérieure) pour se cramponner à leurs hôtes ainsi que des diverticules ou jabot pour le stockage du sang. Elles sont abondantes dans les eaux calmes peu profondes et chaudes ou le fond est encombré de débris végétaux. Mais se font beaucoup plus rares dans les eaux acides propres et froides comme les torrents de haute montagne.

Le corps vermiforme sub-cylindrique est aplati ventralement. Souvent de couleur grisâtre à noir suivant l'âge et/ou l'espèce. La morphologie extérieure peut aussi varier suivant la quantité de sang accumulée dans le tube digestif. Les Hirudinae ont 33 segments non clairement définis en raison d'absence de soies et de parapodes. La distinction des segments est essentiellement basée sur la distribution des paires de ganglions de la chaîne ventrale. Les ventouses sont dissemblables. L'antérieure qui entoure la bouche étant généralement plus petite que la ventouse postérieure. (**Jardin, 2005**).

2.2.5.3. Biologie

Les Hirudinées sont des hermaphrodites avec une seule paire d'ovaires et de nombreux testicules. L'appareil mâle est généralement muni d'un pénis. Si celui-ci manque se sont des spermatophores qui seront déposés contre la paroi de l'autre individu; le sperme migre à travers la paroi du corps pour aller féconder les œufs dans les ovisacs qui contiennent les ovaires. Un cocon est sécrété pour recueillir les œufs. Les cocons d'*Hirudo medicinalis* sont ensuite déposés sur le sol humide ou sur des végétaux. Les œufs sont ovales et foncés, ils

mettent entre 13 à 80 jours pour éclore suivant la température de l'eau (**Grasse & Harant, 1959 ; Beaumont & Cassier, 1998**).

2.2.5.4. Importance médicale

Parmi les 650 espèces de sangsues existantes, la sangsue médicinale (*Hirudo medicinalis* ou *Hirudo verbena*) est une véritable alliée pour la santé humaine. Les propriétés anticoagulantes, anti-inflammatoires, vasodilatatrices et anesthésiques de sa salive sont utilisées dans différents domaines de la médecine. Par exemple, pour résorber un œdème ou pour stimuler la circulation sanguine. En effet, lorsqu'une cicatrice se forme il arrive que des vaisseaux sanguins se bloquent. En se frayant un passage sous la peau la sangsue libère des anticoagulants en grande quantité. Grâce à leur sécrétion anticoagulante, elle empêche la formation de caillots sanguins. La sangsue est utilisée en médecine pour réduire les hématomes et la molécule contenue dans sa "salive" est administrée aux personnes à risques cardio-vasculaires (comme les infarctus). Certaines sangsues sont toxiques (**Jardin, 2005**).

2.2.6. Les myiases

2.2.6.1. Définition

La myiase est une infestation des tissus de vertébrés vivants, nécrotiques ou morts provoquée par des larves de mouches (**James, 1982**). Les larves des mouches causant la myiase occupent des cavités gonflées et bien en évidence situées juste sous la peau puis communiquant vers l'extérieur par un pore. Elles sortent éventuellement de l'hôte par un pore et elles tombent au sol où elles se pupifient. Les larves peuvent être enlevées par les pores à l'aide de pinces à partir d'hôtes vivants ou morts et par dissection si l'hôte est mort (**Losson, 1997; Philips, 2006**).

2.2.6.2. Biologie

Après accouplement, les femelles vont pondre leurs œufs, sur le substrat favorable à leur descendance (sol, eau souvent putride, tige, bouton floral, fruit ou légume, viandes, etc...), soit isolément, soit en traînées ou dispersés sur une surface plus ou moins grande. Au bout d'un temps variable de quelques minutes à plus de six mois, l'œuf éclot, donne une larve (l'asticot), acéphale, apode, mesurant de quelques dixièmes de millimètres à 2 mm environ. A l'extrémité postérieure existe une paire de stigmates respiratoires dont la morphologie varie en fonction des genres et quelquefois des espèces. Ce n'est qu'au 3^{ème} stade que ces ouvertures des trachées acquièrent leur structure typique, très utile pour le parasitologiste et

l'entomologiste. Après un laps de temps souvent fonction de la température ambiante, et un certain nombre de mues qui permettent à l'asticot d'atteindre son plein développement. La cuticule de celui-ci se durcit et prend une coloration allant du jaune au noir: c'est la puppe, en tonnelet, à l'intérieur de laquelle l'insecte adulte (ou imago) va se former. A maturité, la mouche va pousser le pôle céphalique de cette carapace de protection. Un opercule préformé va s'ouvrir et libèrera l'insecte qui recommencera son cycle (**Cuisance et al., 1994; Losson, 1997**).

2.2.6.2. Principaux agents des myiases:

- **La famille des Calliphoridés**

Cette famille renferme, avec la famille des Sarcophagidés et la famille des Oestridés, principaux agents des myiases de l'homme, des animaux domestiques et des oiseaux. Une myiase est une infestation d'un animal vivant par les larves d'un insecte diptère. On distingue:

- ✓ **Les myiases facultatives** (la mouche peut compléter son cycle en l'absence de tissus vivants).
- ✓ **Les myiases obligatoires** (la mouche doit utiliser une espèce bien particulière ou non pour boucler son cycle). On peut aussi distinguer des myiases cutanées, nasales ou somatiques. Nous en verrons différents exemples. Les Calliphoridés sont des agents de myiases facultatives en général. On peut distinguer deux grands types de mouches responsables de myiases cutanées:

***Espèces responsables de myiases primaires:** ces mouches sont capables de provoquer une myiase vivante en l'absence de lésion: *Lucilia*, *Phormia* (**Sabrosky et al., 1989; Losson, 1997**).

***Espèces responsables de myiases secondaires:** ne peuvent pas provoquer seules une myiase mais compliquent les myiases primaires et les aggravent: *Calliphora* sp. Le développement des myiases secondaires résulte d'une compétition vis-à-vis des agents primaires. Le plus souvent l'espèce secondaire l'emporte (surtout *Chrysomyia* sp. qui sont des espèces carnivores où la larve se nourrit des larves primaires) (**Sabrosky et al., 1989; Losson, 1997**).

- **Pathogénie**

Après dépôt des œufs par une espèce primaire, la larve éclot et gagne la peau qu'elle dilacère grâce à ses crochets buccaux; elle secrète alors des enzymes qui vont digérer et liquéfier les tissus. Les espèces secondaires attirées par l'odeur des tissus en décomposition

vont alors aggraver la lésion. Très souvent il y a des complications bactériennes. L'irritation et la douleur provoquent une rapide perte de poids qui est souvent le premier symptôme perçu (les larves sont enfouies dans la laine). Les mortalités résultent souvent des septicémies induites. On distingue des myiases corporelles, de la région génitale, de la queue, du fourreau. Ces myiases tropicales sont dues à deux genres :

Cochliomyia : *C. hominivorax* et *C. macellaria* aux Etats-Unis

Chrysomya : une seule espèce: *C. bezziani* en Afrique et l'Asie.

Ces mouches ont une importance considérable, mais nous nous limiterons à quelques données à leur sujet. Ce sont des insectes bleu-verdâtre dont le thorax est strié et les yeux sont oranges. Elles pondent leurs neufs dans une plaie et les larves pénètrent en profondeur pour créer une vaste excavation qui répand une odeur nauséabonde. La mortalité est la règle en l'absence de traitement. La mouche s'attaque à tous les animaux domestiques, à l'homme et les oiseaux (**Baumgartner, 1988; Losson, 1997**).

- **La famille des Sarcophagidés**

Les Sarcophagidés (littéralement "qui mangent de la viande") sont des insectes largement distribués. Ils déposent leurs œufs dans les plaies et les cadavres. Les principaux genres sont *Wohlfartia* et *Sarcophaga*. Ce sont surtout des agents pathogènes chez l'homme mais aussi des animaux. Suivant le cas, ce sont des agents de myiases facultatives ou obligatoires. Contrairement aux Calliphoridés, ces insectes sont dépourvus de couleurs brillantes. *W. magnifica* est une espèce très répandue en Europe continentale. Elle a une importance considérable chez le mouton. C'est un agent de myiase obligatoire en particulier de la région génitale (**Baumgartner, 1988; Losson, 1997**).

- **La famille des Oestridés**

C'est une importante famille composée de plusieurs genres. Les adultes sont des mouches velues assez grandes et dont les larves sont des parasites obligatoires des animaux (myiases obligatoires ou spécifiques). L'adulte a des pièces buccales atrophiées qui ne lui permettent pas de se nourrir; il vit donc très peu de temps. Par contre la larve, hautement spécifique de l'hôte, passe un temps considérable au sein des tissus de l'animal. On y distingue trois genres importants: *Hypoderma*, *Oestrus* et *Gasterophilus*.

- **Le genre *Oestrus***

Les larves de ce genre passent leur période parasitaire dans les cavités nasales et les sinus de leur hôte et sont appelées les œstres. La mouche adulte mesure 10 à 12 mm et est grisâtre. La femelle est vivipare et infeste le mouton en projetant un jet de liquide contenant

jusqu'à 25 larves tout en volant. La plupart des L1 vont subir un phénomène de diapause plus ou moins prolongée; cependant, les L1 déposées au printemps ne subissent pas de diapause. A partir de l'orifice nasal, les L1 (1 mm) migrent vers l'ethmoïde où elles subissent une première mue. La L2 (3,5 à 12 mm) va alors migrer vers les sinus frontaux ou maxillaires pour y muer en L3 et grandir. Lorsque la L3 a atteint sa taille maximale (20 mm), elle retourne vers les cavités nasales et est expulsée vers le sol par les éternuements du mouton. La larve va alors s'enterrer dans le sol pour former une puppe qui redonnera un insecte ailé. Celui-ci ne vit que deux semaines mais produit jusque 500 larves.

- **Le genre *Gastrophilus***

Les membres de cette famille passent sous forme larvaire une longue période à l'intérieur de l'estomac des équidés. Leur importance sur le plan pathologique est faible en général. La gastrophiliose est une maladie typiquement saisonnière.

- **Le genre *Dermatobia***

Cette mouche représente un sérieux problème chez l'homme et l'animal en Amérique Centrale. Parasites des Hommes, mammifères sauvages et domestiques, ainsi que de nombreuses espèces d'oiseaux. Mouche qui présente un reflet bleu métallique, mais dépourvue de pièces buccales bien développées. La larve mature mesure environ 2,5 cm (Losson, 1997; Colwell *et al.*, 2006).

- **Cycle et biologie**

La mouche vit en région forestière. La mouche est sédentaire et vit sur les végétaux. Lorsque les œufs sont mûrs, la femelle attrape un insecte piqueur, comme un moustique, et dépose sur son abdomen environ 25 œufs. La L1 se développe dans l'œuf sans éclore. L'éclosion aura lieu lorsque le moustique atterrit sur un hôte à sang chaud. La larve pénètre sous la peau pour y donner une L3 qui respire par un pertuis comme l'hypoderme. Après 3 mois environ, la larve sort, puppe sur le sol et après un mois donne un adulte. Il y a 3 générations par an (Losson, 1997).

- **La famille des Hippoboscidés**

Les membres de cette famille sont assez proches du genre *Glossina* car dans les deux cas, la femelle produit des larves matures. Les Hippoboscidés sont particuliers en ce sens qu'ils sont aplatis dorso-ventralement, ont un abdomen de consistance molle et dont

la segmentation est peu distincte. Ils sont dotés de pièces buccales piqueuses, se nourrissent sur les mammifères et les oiseaux et possèdent des griffes terminales à leurs pattes, ce qui leur permet de s'accrocher aux poils et plumes. Ils sont soit des parasites permanents, soit passent de longues périodes sur leur hôte. On y distingue deux genres principaux: *Hippobosca* et *Melophagus* (Maa, 1963; Losson, 1997; Lloyd, 2002).

* **Genre *Hippobosca***

Les membres de cette famille sont pourvus d'ailes. Mouche de 1 cm environ, rouge brunâtre, dont la segmentation abdominale est très peu marquée. Les pièces buccales sont de type piqueur. La mouche séjourne longtemps sur l'hôte surtout autour du périnée et entre les membres postérieurs.

○ **Cycle et biologie**

La mouche dépose ses larves (5 à 6 au maximum) sur le sol pour donner immédiatement une puppe noirâtre qui va éclore plus ou moins vite en fonction de la température. La mouche est abondante en été en régions tempérées.

* **Importance pathologique**

En général limitée. Effet irritatif variable en fonction de l'animal.
Transmission mécanique de certains trypanosomes comme *T. theileri* (non pathogène).

• **Genre *Melophagus***

Melophagus ovinus (ou pou du mouton) est un parasite cosmopolite surtout abondant en régions tempérées. C'est un insecte sans ailes, parasite permanent. Il mesure 5 mm; la tête est large, l'abdomen et le thorax sont aplatis dorso-ventralement et très velus. Les membres sont très développés et pourvus de griffes. Les pièces buccales sont piqueuses (Maa, 1963; Lloyd, 2002).

○ **Cycle et biologie**

L'adulte vit plusieurs mois et dépose des larves immobiles qui donnent rapidement une puppe foncée facilement observable à l'œil nu. Le stade pupal dure un mois (plus en hiver). Le parasite produit un petit nombre de larves et par conséquent la population totale s'accroît lentement. Les infestations culminent en automne et en hiver. *M. ovinus* transmet le trypanosome *T. melophagium* (non pathogène) (Maa, 1963; Lloyd, 2002).

* **Importance sur le plan pathologique**

Dégâts à la toison du fait du grattage. Anémie parfois sérieuse.

❖ **Autres genres**

Pseudolynchia: parasite des oiseaux. Ressemble à *M. ovinus* mais avec des ailes.

Lipoptena: parasite des cervidés, identique à *Hippobosca* mais perdent leurs ailes après la localisation de leur hôte (Losson, 1997; Lloyd, 2002).

2.2.7. Les diptères

Cet ordre est l'un des plus importants au sein de la classe des insectes (il compte 150 000 espèces). Les insectes appartenant à cet ordre, se caractérisent par la présence d'une seule paire d'ailes (ailes antérieures). Les ailes postérieures sont modifiées en haltères (ou balanciers). Les diptères sont des insectes Holométaboles, la femelle est ovipare. La viviparité existe mais elle ne concerne que quelques espèces. Les larves des diptères sont apodes et segmentées (Berchi, 2000; Lounaci, 2003; Bounamous, 2010).

2.2.7.1. Le sous-ordre des Nématocères

Ce sont des insectes, type moustiques, leur corps est élancé avec de longues antennes filiformes. La femelle est hématophage alors que les mâles se nourrissent de sucres végétaux. Ce sous-ordre comporte 4 familles d'intérêt médico-vétérinaire: les Culicidés, les Cératopogonidés, les Psychodidés et les Simuliidés.

- **Famille des culicidés:** Ce sont les moustiques.

***Description**

Les antennes des culicidés sont longues, elles sont constituées de 15 articles plumeux chez le mâle et 14 chez les femelles avec de courtes soies. Les ailes des culicidés sont longues, plumeuses et membraneuses, l'abdomen est grêle (c'est à dire fin) et allongé. Cette famille comporte deux sous-familles: les Culicinés et les Anophélinés. La trompe s'est transformée en un tube aspirateur de sang chez la femelle avec un pharynx musculieux permettant la succion du sang ou de sucres végétaux. L'activité des moustiques est très dépendante des conditions abiotiques (température, humidité et pluviométrie), dans les pays chauds, ils sont actifs toute l'année. Dans les pays tempérés, ils sont actifs en été et en automne. Des situations intermédiaires sont possibles. Ils sont tous hygrophiles (préfèrent les zones humides) et généralement nocturnes.

Les moustiques sont attirés vers leurs hôtes par le biais de deux mécanismes. De loin, les moustiques sont attirés par le dioxyde de carbone que dégagent les animaux et l'Homme. De près, les moustiques sont attirés par la chaleur dégagée par l'Homme et les

animaux, l'humidité et enfin, ils sont aidés par leur vue (Losson, 1997; Mrad, 2011; Gharbi, 2013).

*Biologie

Le cycle des moustiques est caractérisé par la présence de deux phases: une aérienne et une aquatique (Figure 2.12). L'accouplement peut se réaliser dans des espaces ouverts, les moustiques mâles et femelles constituent des essaims de plusieurs sujets « espèces eurygames » ou au contraire dans des espaces clos entre quelques sujets « espèces sténogames ». Le repas de sang est nécessaire pour la maturation des œufs qui nécessite un repos de 2 à 4 jours. Ces espèces sont appelées anautogènes; d'autres espèces de moustiques peuvent pondre sans repas sanguin, ces espèces sont appelées autogènes. La ponte a lieu dans l'eau ou sur un sol humide. En fonction des espèces de moustiques, les gîtes de ponte varient, eaux courantes ou stagnantes, chaudes ou froides, propres ou riches en matière organique et douces ou saumâtres. Au total, le cycle dure entre 2 et 3 semaines lorsque les conditions abiotiques sont favorables mais cette durée peut être beaucoup plus longue si les conditions sont défavorables (basse température) (Service, 1993; Losson, 1997; Gharbi, 2013).

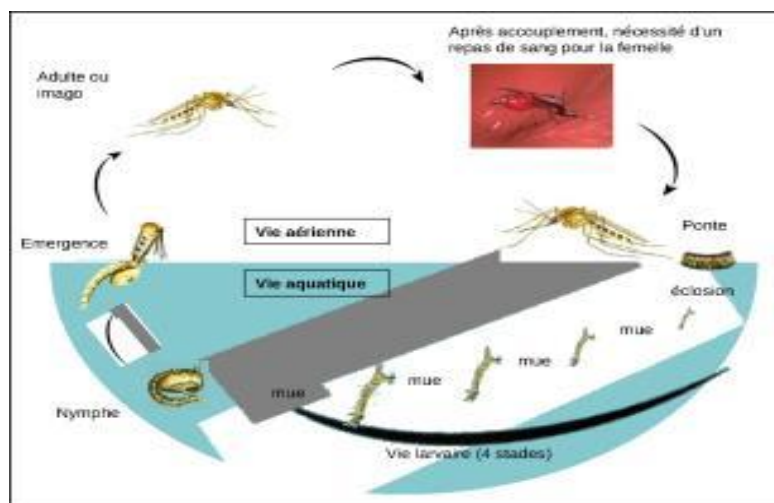


Figure 2.12. Cycle de vie simplifié du moustique (Boyer, 2006).

*Pathogénie

Les moustiques présentent un rôle pathogène direct qui se traduit par une nuisance essentiellement important pour les humains. Ce rôle devient surtout capital si la population de moustiques est très importante (pullulation des moustiques dans certaines régions et pendant certaines périodes de l'année, notamment en été). La spoliation sanguine est faible lors de piqûre de ces insectes. Cependant, l'action toxique et antigénique de la salive qui est à l'origine de papules prurigineuses, chez certains sujets sensibilisés il y a installation d'un

œdème. D'autre part un rôle pathogène indirect des moustiques d'importance primordiale en santé publique (**Tableau 2.3**). Plusieurs pathogènes peuvent être transmis par les moustiques (**Berchi, 2000; (Foster & Walker, 2002; Bounamous, 2010; Mrad, 2011)**).

Tableau 2.3. Rôle pathogène indirect des Culicidés (**Foster & Walker, 2002**).

Agent	Maladie	Vecteur
Protozooses	Paludisme	<i>Anopheles sp.</i>
Viroses	Fièvre Jaune	<i>Aedes sp.</i>
	Dengue	<i>Aedes Aegypti</i>
	Encéphalites à virus	<i>Culex sp.</i>
	West Nile Virus	<i>Culex sp., Aedes sp.</i>
	Myxomatose	<i>Culex sp., Aedes sp.</i>
	Chikungunya	<i>Aedes albopictus</i>
Viroses	Fièvre de la vallée du Rift	<i>Aedes sp.</i>
	Variole Aviaire	<i>Aedes sp.</i>
	Peste équine	<i>Aedes sp. ; Culex sp.</i>
Bactérioses	Rôle accessoire	Culicidés
Filarioses	Dirofilariose	<i>Aedes sp. ; Culex sp</i>
	Setariose équine	Culicidés

- **Famille des Cératopogonidés**

Les membres de cette famille se caractérisent par leurs faibles dimensions (1-3 mm), leur trompe est courte, elle fait environ la moitié de la longueur de la tête. Les antennes des Cératopogonidés sont constituées de 14 articles, longues et moniliformes, leurs ailes sont velues (**Figure 2.13**). Seules les femelles sont hémato-phages, elles se nourrissent par

telmophagie (ou les insectes créent une poche de sang dans le derme, elles absorbent par la suite le contenu de cette poche).



Figure 2.13. *Culicoides* (Wilson et al., 2008 in Gharbi, 2013).

En fonction de l'espèce, elles peuvent être nocturnes ou diurnes. La majorité des *Culicoides* sont exophiles. Les larves et les nymphes sont aquatiques ou vivent dans les milieux humides (berges des rivières, boues ...) (Losson, 1997; Mullen, 2002; Mathieu, 2011; Gharbi, 2013).

*Pathogénie

La piqûre est à l'origine de douleur, de prurit, au lieu de piqûre se forme une papule. Chez certains équidés, un état d'hypersensibilité s'installe, c'est la dermatite estivale récidivante qui représente une réelle maladie chez certains équidés. Chez les oiseaux, ces insectes transmettent des nématodes, des protozoaires du sang (*Heamoproteus* et *Leucocytozoon*) et des arbovirus (Mullen, 2002). Le rôle pathogène indirect est illustré par le tableau ci-dessous.

Tableau 2.4. Rôle pathogène indirect des *Culicoides* (Gharbi, 2013).

Agent	Maladie	Vecteur
Filarioses	Onchocercose équine	<i>Onchocerca cervicalis</i> <i>Onchocerca reticulata</i>
	Onchocercose bovine	<i>Onchocerca gutturosa</i>
	Dipétalonémose	<i>Dipetalonema perstans</i>
Viroses	Fièvre catarrhale maligne du mouton (blue tongue)	<i>Genre orbivirus</i>
	Fièvre éphémère des bovins	<i>Ephemerovirus</i>
	Peste équine	<i>Genre orbivirus</i>
	Maladie de Schmallenberg	Orthobunyavirus, virus de Schmallenberg*

* virus décrit pour la première fois en 2011 en Allemagne.

* Famille des Psychodidés

Les mouches de cette famille sont des parasites de beaucoup de mammifères, oiseaux, reptiles, et l'homme. Les antennes sont longues mais de taille uniforme, les ailes sont velues. Plusieurs espèces appartenant toutes à un seul genre ont été décrites: *Phlebotomus*. Notamment *P. perniciosus* (endophile, zoophile), *P. papatasi* (domestique, anthropophile et secondairement zoophile), *P. sergenti*, *P. perfiliewi*. Ces insectes sont de très petite taille (1,5 à 4 mm de taille) si bien que leur vol est silencieux. Leurs yeux sont noirs, leur corps est gibbeux, les ailes sont velues. Les phlébotomes sont cosmopolites, ils ont une activité nocturne (elle est surtout crépusculaire), dans les endroits peu ensoleillés. Ces insectes peuvent piquer même pendant la journée (**Figure 2.14**). Au repos, ils se cachent dans des endroits abrités et sombres. Les phlébotomes ne sortent jamais par temps venteux, ils se déplacent sur de faibles distances de leurs gîtes. Ce comportement explique la distribution en mosaïque de ces insectes (**Boulkenafat, 2006; Gharbi, 2013**).



Figure 2.14. Femelle de *Phlebotomus papatasi* (**Wilson et al., 2008 in Gharbi, 2013**).

Aujourd'hui 22 espèces sont connues en Algérie, 12 du genre *Phlebotomus* et 10 du genre *Sergentomyia*. Chaque espèce a sa propre distribution écologique, exceptée dans les montagnes du Sahara central où les deux espèces *Phlebotomus perniciosus* et *Phlebotomus papatasi* qui sont méditerranéennes mais qui appartiennent aussi au secteur zoogéographique éthiopien se produisent ensemble. *Phlebotomus perniciosus* et *Phlebotomus papatasi* sont les vecteurs prouvés de *Leishmania infantum* (leishmaniose viscéral) et de *Leishmania major* (leishmaniose cutanée) respectivement (**Berchi, 1990, 1993; Boulkenafat, 2006; Bounamous, 2010**).

▪ Biologie

Le cycle évolutif des phlébotomes rappelle celui des culicidés mais les larves et les nymphes ne passent pas par une phase aquatique (**Figure 2.15**). Ces stades immatures se développent dans les endroits à très forte humidité (crevasses d'arbres, matière organique en décomposition...). Les larves se nourrissent de matière organique. Le développement des

larves et des nymphes nécessite entre 4 et 7 semaines. Pendant l'hiver, les phlébotomes persistent sous la forme de larves 4 (Bounamous, 2010).

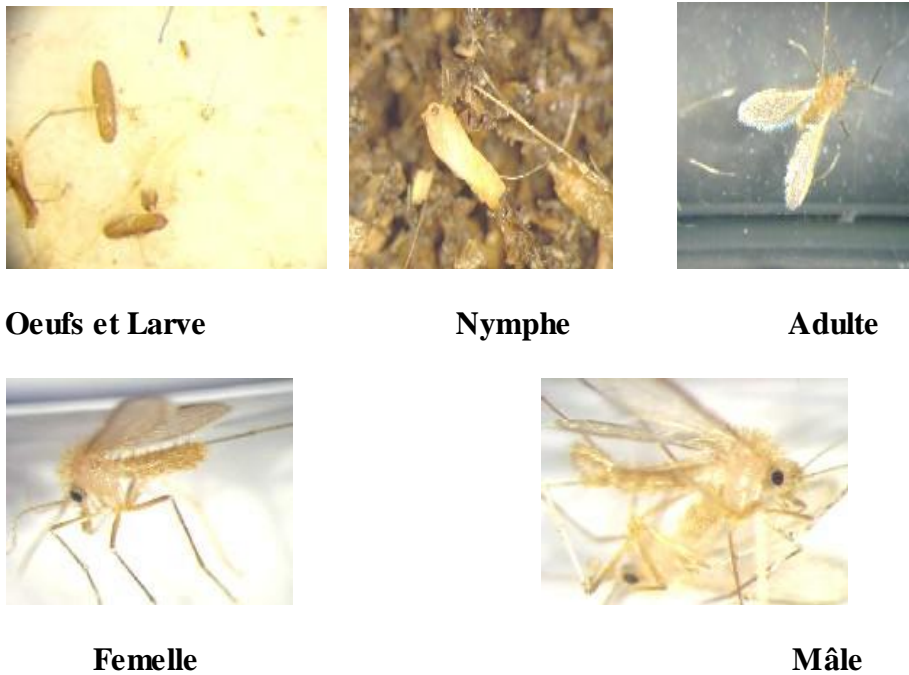


Figure 2.15. Cycle de vie d'un phlébotome (Pesson et al., 2004).

*** Pathogénie**

Les femelles de phlébotomes sont hématophages par telmophagie sur des animaux à sang chaud et à sang froid. Elles se nourrissent secondairement de sucres végétaux. La piqûre des femelles est douloureuse, elle est à l'origine d'une papule qui peut persister plusieurs jours (notamment chez les sujets sensibles). Les phlébotomes sont des vecteurs biologiques des leishmanies, parasites de l'Homme et des animaux. Ce parasite ne se transmet pas par la voie trans-ovarienne (Tableau 2.5). Les phlébotomes sont aussi des vecteurs d'autres pathogènes: *Bartonella bacilliformis* et le virus de la fièvre des trois jours (Gharbi, 2013).

Tableau 2.5. Rôle pathogène indirect des Phlébotomes (Gharbi, 2013).

Agent	Maladie	Vecteur
Protozooses	<i>Leishmania infantum</i>	<i>P. sergenti</i> , <i>P. perfeliewi</i> et <i>P. perniciosus</i>
	<i>Leishmania donovani</i>	<i>P. argentipes</i>

- **Famille des Simuliidés**

Des douze genres que renferme cette famille, le plus important est le genre *Simulium*. Ce sont des insectes voraces qui s'attaquent à de nombreuses espèces de mammifères et d'oiseaux. Les antennes de ces insectes sont constituées de 11 articles seulement. Ces insectes vivent près des eaux courantes bien oxygénées. Seules les femelles fécondées sont hématophages. Les simulies sont diurnes, elles sont actives pendant les heures chaudes de la journée, elles peuvent parcourir plusieurs kilomètres à la recherche d'hôtes et de gîtes favorables. La ponte des femelles de *Simulium* se fait dans les eaux courantes non polluées, donnant par la suite plusieurs stades larvaires (Losson, 1997; Crosskey & Howard, 1997 ; Gharbi, 2013).

***Pathogénie:**

Rôle pathogène direct

-Troubles locaux

En plus de la nuisance provoquée par les simulies, au niveau du lieu de piqûre, l'hôte ressent une douleur avec apparition de papules, de pétéchies, voire de pustules. Chez les équidés des lésions vésiculeuses et croûteuses sont observées.

-Troubles généraux

Dans certains cas, des accidents toxiques sont rapportés chez les bovins, ils se traduisent par une dyspnée, une tachycardie, une hypothermie, la mort possible.

Les Simulies sont les vecteurs de *Leucocytozoon*, de *Trypanosoma* et aussi des nématodes chez les oiseaux (Adler & McCreadie, 2002; Adler et al., 2004). Le tableau suivant illustre le rôle pathogène indirect des Simulies:

Tableau 2.6. Rôle pathogène indirect des Simulies (Adler & McCreadie, 2002).

Agent	Maladie	Agent
Filarioses	Onchocercose humaine	<i>Onchocerca volvulus</i>
	Onchocercose bovine	<i>Onchocerca lienalis</i>
Protozooses	Leucocytozoonoses des oiseaux	<i>Leucocytozoon sp.</i>
	Leucocytozoonoses des bovins	<i>Leucocytozoon sp.</i>
Viroses	Myxomatose	Virus myxomateux

2.2.7.2. Le sous-ordre des Brachycères

Ce sont des diptères de type « mouche » dont le corps est trapu, les antennes courtes, généralement à 3 articles.

▪ Les Orthorraphes

Le développement donne des larves céphalées et des nymphes mobiles dont les espèces parasites seules les femelles sont hématophages.

• La famille des Tabanidae

Ce sont les taons. Ce sont des insectes d'assez grande taille en général; leur piqûre est très douloureuse et ils doivent donc souvent interrompre leur repas pour le poursuivre sur un autre animal. Ce sont des vecteurs mécaniques importants de certains agents pathogènes comme les trypanosomes. Il y a de nombreux genres dans la famille mais seuls trois d'entre eux ont une importance en Médecine vétérinaire: *Tabanus*, *Hoematopota* et *Chrysops*. Les taons attaquent généralement les grands animaux sauvages et domestiques et l'homme. Les petits mammifères et les oiseaux sont parfois aussi attaqués. Il y a plus de 3000 espèces décrites dans le monde (Mouchet *et al.*, 1978; Losson, 1997; Gharbi, 2013).

* Rôle pathogène

Ces mouches puissantes peuvent voler sur de grandes distances et sont très actives durant les périodes chaudes et ensoleillées. La femelle adulte localise ses proies à la vue et inflige des piqûres profondes et douloureuses. La goutte de sang qui y perle attire à son tour d'autres insectes. Comme leur repas est souvent interrompu, ce sont des vecteurs mécaniques très efficaces de certains agents pathogènes (Mouchet *et al.*, 1995; Moreno, 2004):

- ✓ Transmission de virus: anémie infectieuse des équidés, leucose bovine.
- ✓ Transmission de bactéries: charbon bactérien, pasteurellose, tularémie.
- ✓ Transmission de rickettsies: anaplamose.
- ✓ Transmission de protozoaires: trypanosomes (*T. evansi* surtout)
- ✓ Transmission de filaires: Loa-Loa chez l'homme

▪ Les Cyclorraphes

Le développement donne des larves acéphales communément appelées « asticots » et des nymphes immobiles (pupes) contenues dans un puparium épais. Les adultes parasites

sont hématophages dans les deux sexes. Les cyclorrhaphes comprennent plusieurs familles de mouches importantes comme parasites ou vecteurs de maladies animales.

- **Le genre *Glossina* (Mouche Tsé-tsé)**

Ces mouches dont la position systématique est controversée se retrouvent uniquement en Afrique et couvrent environ 10 millions de Km². Ce sont les principaux vecteurs des trypanosomiasés africaines. Ce sont des parasites des mammifères, des reptiles et des oiseaux. En fonction de l'habitat on distingue trois sous-groupes principaux:

Fusca: espèces forestières

Pulpalis: espèces riveraines

Morsitans: espèces de savane.

- **Cycle et biologie des glossines**

Les mâles et les femelles sont hématophages et prennent au moins un repas par jour. Ces mouches s'attaquent à toute sorte d'animaux mais avec des préférences. La femelle est vivipare et produit seulement une larve à la fois. Au total, 8 à 12 larves sont produites. L'œuf fertilisé doit mûrir environ 10 jours pour atteindre le stade larvaire 3 qui est blanchâtre, segmenté et mesure 10 mm. Elle présente deux formations en forme d'oreille (les lobes polypneustiques qui ont une fonction respiratoire). La larve va s'enfoncer dans un sol meuble pour y donner une puppe brunâtre; après une période assez longue de 4 à 5 semaines, l'adulte va naître; la première larve ne sera produite qu'après une série de repas durant les 2 premières semaines. La reproduction permanente mais est maximale à la fin de la saison humide (**Losson, 1997; Mullen & Derden, 2009; Gharbi, 2013**).

- * **Importance sur le plan pathologique**

La piqûre est très douloureuse; leur importance découle de leur rôle de vecteur des trypanosomes africains.

Chapitre 3:
Description des sites d'étude

Chapitre 3. Description des sites d'étude

La position géographique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse de zones humides. **Ledant et Van Dijk (1977)**, ont classé les zones humides algériennes en cinq zones géographiques et écologiques, dont seules les deux premières sont totalement exoréiques. Ce sont, d'Est en Ouest et du Nord au Sud:

- La région d'El Kala, dans le Nord-est du pays, près de la frontière tunisienne, qui comprend des lacs et marais côtiers, pour la plupart d'eau douce. Le climat y est doux et pluvieux en hiver.
- Les lacs artificiels de barrage, répartis pour la plupart dans l'Atlas tellien, montagne longeant la mer.
- La région oranaise, dans le Nord-Ouest, de climat semi-aride, voire aride, doux, selon la classification d'Emberger. Les conditions de salinité y sont plus variées que dans les régions précédentes.
- La région des chotts constantinois, totalement endoréique; elle s'étend sur près de 200 km, entre Sétif et Ain Beida, vers 800 à 1000 m d'altitude, en climat semi-aride frais. Ces lacs sont presque tous salés et de niveaux variables.
- Les chotts sahariens et des Hauts-Plateaux steppiques, salés et intermittents, souvent secs, en climat rigoureux, aride ou saharien, parfois très froid l'hiver sur les Hauts- Plateaux.

Au cours de ce travail, et afin de rechercher et de collecter les parasites des oiseaux d'eau durant la phase de la reproduction, nous avons effectué un suivi systématique et régulier de plusieurs sites des zones humides (**Figure 3.1**). Les sites explorés sont divisés essentiellement en quatre groupes:

- ✓ Sites de la Numidie qui se compose principalement de la Numidie orientale (Lac Tonga, Garaet Chatt, Boussedra et Dréan) et celle de la Numidie occidentale (Lac Fetzara, Kef Amor et Srigina).
- ✓ Sites du complexe d'Oran (Rachgoun)
- ✓ Sites des Hauts Plateaux (Ezzemoul)
- ✓ Sites du Sahara (Safioune)

D'autres sites comme l'île d'El Aouana (wilaya de Jijel) et celle des Pisans (wilaya de Bejaia) ont été visités aussi durant les opérations de baguages du Goéland leucophée.

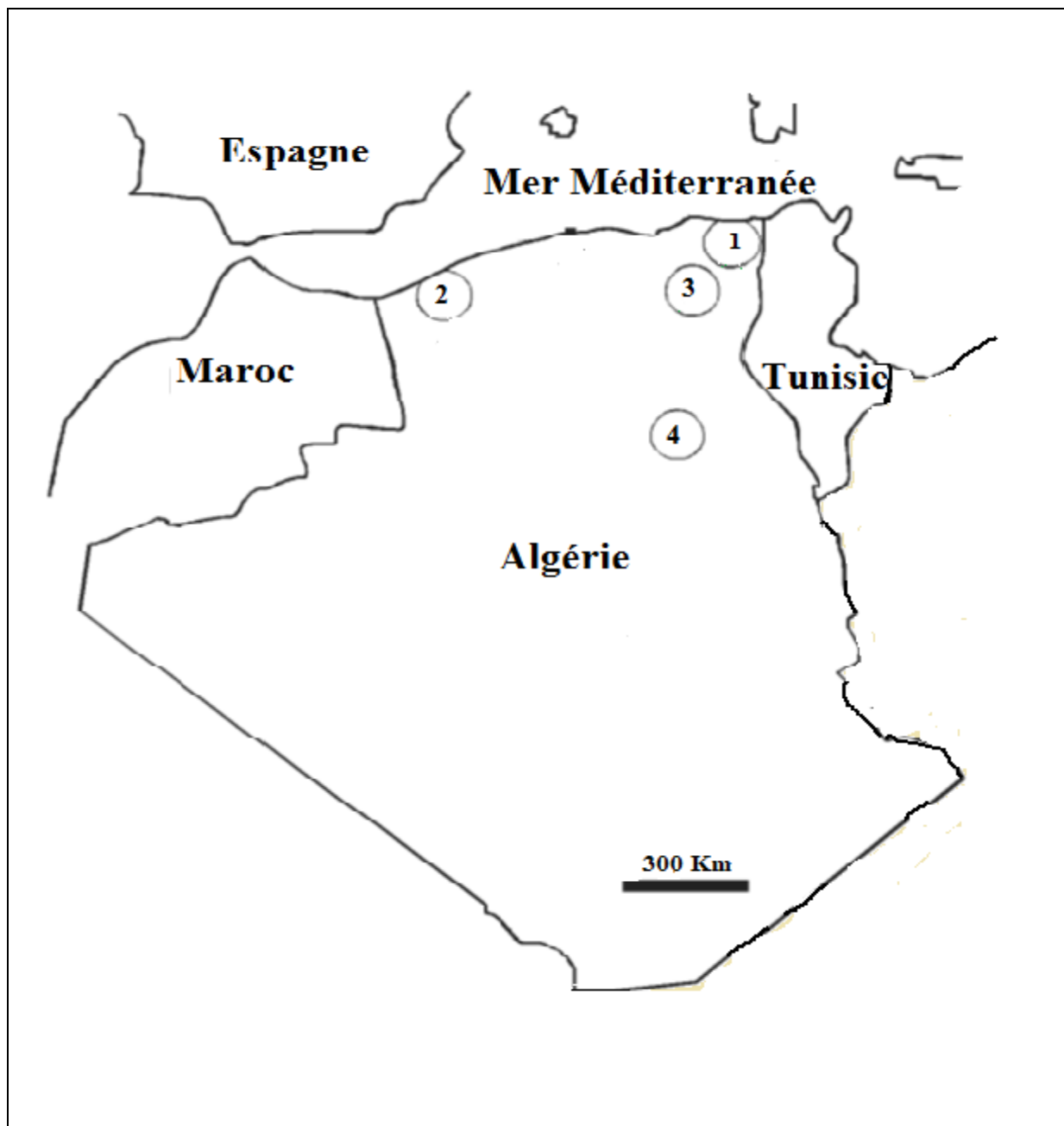


Figure 3.1. Carte représentant les sites d'étude (Samraoui et al., 2006a).

1. Numidie
2. Complexe d'Oran
3. Hauts Plateaux
4. Sahara.

3.1. La Numidie

La Numidie, définie comme l'extrémité de Tell (**Marre, 1992**) est la partie la plus arrosée du pays (dans certaines parties plus de 1000 mm de précipitations annuelles) se classant, entre l'étage bioclimatique subhumide, et l'étage humide d'où la présence de plusieurs types de surfaces aquatiques surtout d'eau douce. Elle se situe dans la bande côtière de la méditerranée. Elle forme l'une des dix régions regroupant les zones humides les plus importantes de l'Algérie (**Samraoui & Samraoui, 2008**).

Oued Seybouse, divise cette partie géographique en deux grands secteurs: Numidie orientale, comprend les complexes de Annaba et d'El Kala, et Numidie occidentale, représentée par le complexe de Guerbès-Senhadja et lac Fetzara (**Figure 3.2**) (**Samraoui & de Bélair, 1997**). Chacun de ces sites, présente des particularités de profondeur, de salinité et de couverture végétale très distincte et très caractéristiques (**Samraoui & de Bélair, 1998**). Ce complexe de zones humides est une partie intégrante d'une vaste région de grande intérêt biologique, avec les milieux marins (**Bougzellit et al., 1977 in Van Dijk, 1983**) et terrestres (forêts) (**Thomas, 1975 in Van Dijk, 1983**).

3.1.1. La Numidie orientale

La Numidie orientale est limitée à l'est par la frontière tunisienne, à l'ouest par Annaba Oued Seybouse, au sud par les collines de l'Atlas tellien et au nord par la méditerranée (**Samraoui & De Bélair, 1998**). Elle renferme de nombreux sites humides d'une importance internationale protégé depuis 1983 et la majorité ont été groupés dans une aire protégée appelée le Parc National d'El Kala (P. N. E. K.): 36°55'-36°90' Nord et 8°16'-8°43' Est. Ce dernier est un parc côtier et son relief est caractérisé par un pendage important (9% de pentes faibles, 11% de pentes moyennes et 80% de pentes fortes à très fortes) et constitue une physionomie d'un paysage montagneux fortement disséqué par un chevelu hydrographique dense. Cet ensemble, comprend des grandes dépressions intercollinaires hébergeant les principaux lacs (Tonga, Oubeïra et Mellah). Sur le plan bioclimatique, ce parc fait partie de l'étage subhumide chaud. Les températures annuelles moyennes varient entre 12,2°C et 25,9°C. Les vents dominants sont de Nord-Ouest à Sud-Est, avec une vitesse maximale variant entre 9 et 23 m/s. Les formations sylvatiques du Parc National d'El-Kala sont principalement à base de Chêne liège (*Quercus suber*) (43000 ha), Chêne zéen (*Quercus canariensis*) (2716 ha), Aulnaie (*Alnus sp*) (3000 ha), Peupliers (*Populus sp*) et Ormes (*Ulmus sp*) (621 ha), Pin maritime (*Pinus pinaster*) (5153 ha) et Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) (20 ha). Les maquis sont répandus (10649 ha). Les peuplements artificiels sont représentés par le Pin maritime (500 ha), l'*Acacia sp.* (1000 ha) et les Eucalyptus (8508 ha) (**DGF, 2006**).

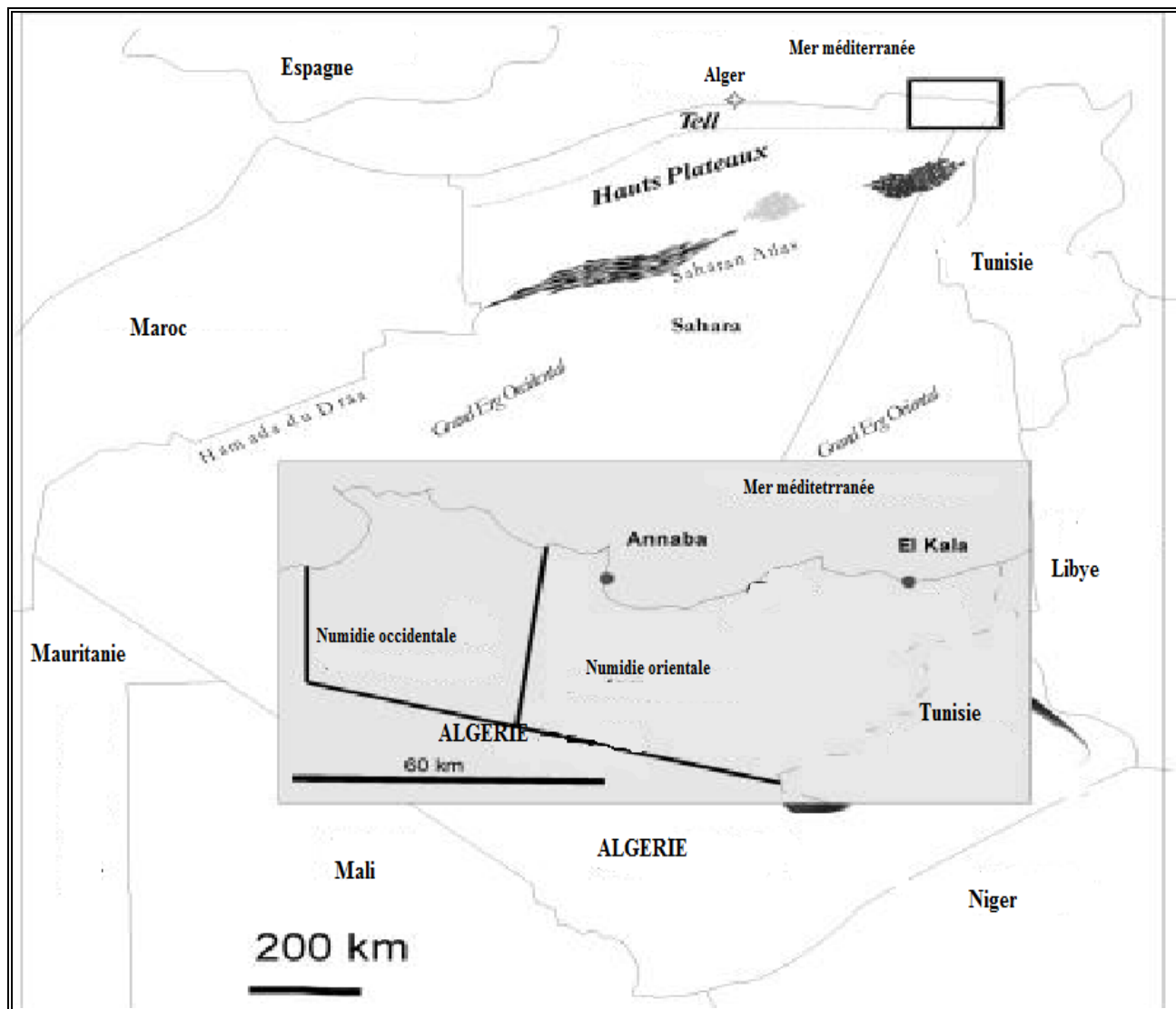


Figure 3.2. Carte de la Numidie (Samraoui *et al.*, 2012).

- **Lac Tonga (Wilaya d'El Tarf) 36°52'N, 08°31'E (2400 ha)**

Forme un milieu d'eau douce d'une dimension peu commune en Afrique du nord (**Figure 3.3**). Barré au nord par un cordon de dunes littorales, il est entouré par ailleurs de collines boisées ou couvertes de maquis et de pâturage (**Van Dijk & Ledant, 1983**). Le bois des forêts est essentiellement composé de chêne liège, chêne zêne et de *l'Acacia delbata*. Il est peu profond (2,5 m profondeur moyenne), en communication avec la mer par un canal artificiel « canal Messida». Le centre du lac est couvert essentiellement d'un écran de nénuphar blanc (*Nymphaea alba*), (le biotope préféré pour la nidification des guifettes moustacs (*Chlidonias hybridus*) parsemé par des îlots flottantes de différentes tailles et formes, composé essentiellement de saules (*Salix cinerea*), Iris jaune (*Iris pseudo-acorus*), *polygone sp.*, et les phragmites. Ces îlots forment le refuge d'un important paquet de l'avifaune aquatique nidificatrice (essentiellement pour les hérons, l'Ibis falcinelle, le Fuligule nyroca (*Aythya nyroca*), l'Erismature à tête blanche (*Oxyura leucocephala*) et la poule Sultane (*Porphyrio porphyrio*) (**Samraoui & Samraoui 2008**).

Site d'hivernage, pour plus de 25000 anatidés et foulques (**Chalabi & Van Dijk 1988 in Nedjah, 2010**). C'est le deuxième site le plus important en Algérie pour les oiseaux nicheurs (**Samraoui & Samraoui, 2008**). Il a une importance internationale grâce à non seulement aux oiseaux nicheurs mais aussi à la richesse de la flore et au nombre d'espèces d'invertébrés (**Morgan, 1982**).

- **Les marais de la Mekhada (Wilaya d'El Tarf) 36°48'N ; 8°00' (16000 ha)**

C'est le deuxième dans la région de la Numidie, après le lac Fetzara avec sa superficie (**Figure .3.4**). Dominé au sud par la montagne et limité au nord (15 Km plus loin) par des cordons dunaires, il est parcouru par quatre oueds qui convergent en embouchure commune (La Mafragh). Il est un peu saumâtre, au moins dans la partie aval (**Van Dijk & Ledant, 1983**). Le site le plus riche de point de vue botanique de toutes les zones humides recherché en Algérie et en Tunisie et que le fait qu'il n'y a pas de reste de travaux anciennes (tentatives de drainage) lui confère une valeur spéciale (**Morgan, 1982**). Le marais est connue par l'étendue verte de sa pleine de scirpe (au printemps). Dans la partie centrale, des bouquets épars de *Tamaris*, localement très dense (**Van Dijk & Ledant, 1983**) qui sont le siège de la reproduction des centaines de couples d'espèces de héron (**Samraoui-Chenafi, 2009**). Malgré qu'il se situe en dehors des limites du Parc National d'El Kala (avec le Lac des Oiseaux), le marais joue un rôle indispensable dans l'écologie de la région. En Hiver, il accueille un très grand nombre d'oiseaux d'eau, surtout les Oies cendrées (*Anser anser*), les Sarcelles d'hiver



Figure 3.3. Photo satellite du Lac Tonga.

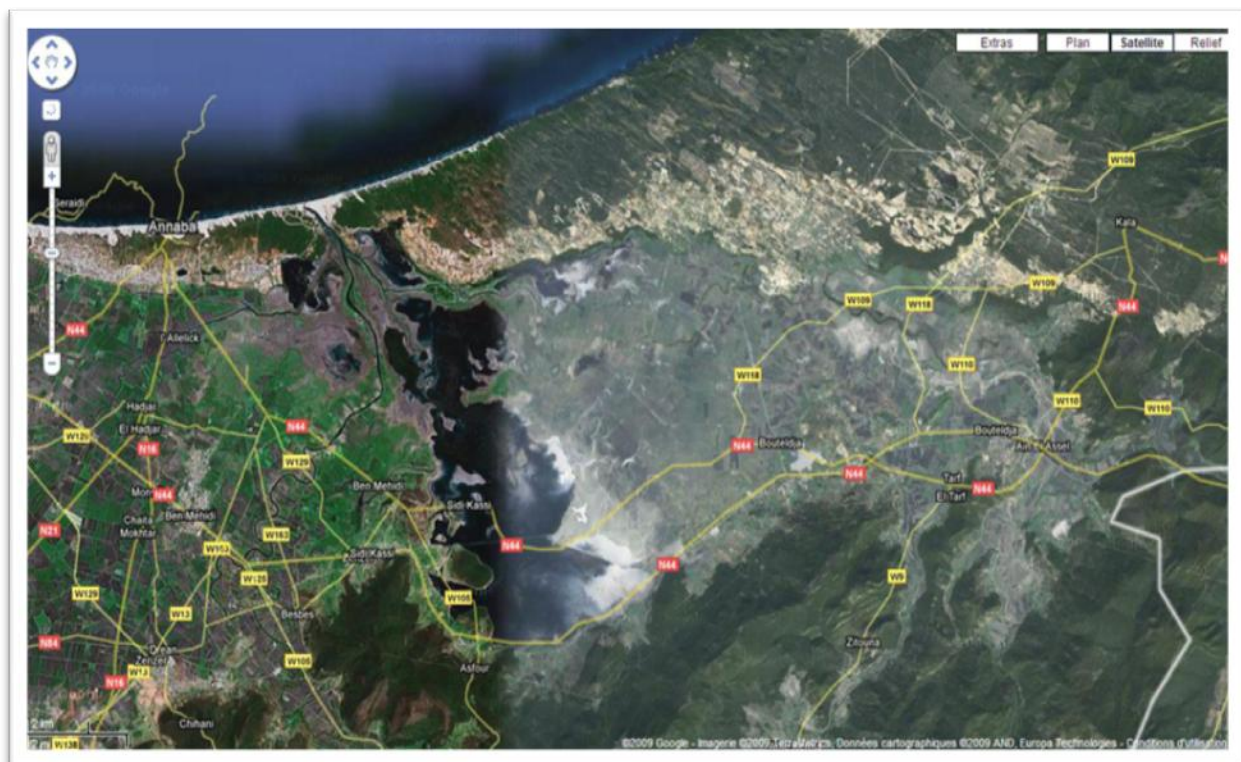


Figure 3.4. Photo satellite des marais de la Mekhada.

(*Anas crecca*), les Canards pilet (*Anas acuta*) et en moindre nombre les Canards souchets (*Anas clypeata*), les Fuligules milouin (*Aythya ferina*) et les Foulques macroules (*Fulica atra*) (Van Dijk & Ledant, 1980). Les marais de la Mekhada sont classés parmi les 5 sites les plus importants en termes de richesse spécifique en oiseaux d'eau (avec Fetzara, Bousseadra, Tinsilt et Tonga) (Samraoui & Samraoui, 2008; Samraoui *et al.*, 2011).

- **Garaet Chatt (Wilaya d'El Tarf) (36°49.81'N, 7° 54.68'E)**

Se trouve à 3 kilomètres de l'ouest de l'embouchure de la Mafragh, avec une superficie de 2 ha, dominé par *Typha angustifolia*, *Iris pseudo-acorus* et *Phragmites australis* entouré des Eucalyptus entre deux agglomérations urbaines, la commune de Sidi M'Barek et de Chatt (Figure 3.5) (Samraoui & Samraoui, 2008).

- **Marais de Bousseadra (Wilaya d'Annaba) (36°51.26'N; 7° 43.82'E)**

Est un marais temporaire, se situe dans la daïra d'El Bouni. Il est recouvert par *Scirpus maritimus*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris* et *Tamarix gallica*. Le site est fortement anthropisé suite aux travaux variés entamés ces derniers temps. Il a perdu plus de 25% de sa propre surface (Figure 3.6) (Samraoui & Samraoui, 2008).

- **Dréan (Wilaya d'El Tarf) (36°41.2'N; 7°44.47'E)**

La zone d'étude se situe à 25 km au sud d'Annaba, 73 km de Souk Ahras, 43 km de Guelma et 63 km de la wilaya d'El Tarf. La région de notre étude abrite une colonie importante des cigognes blanches dans l'olivierie à côté de la route nationale 84 à hauteur du pont logeant la décharge publique sise à la sortie de la localité d'Ain Alam (à 3 km à l'ouest du centre-ville de Dréan) (Figure 3.7). Cette colonie est entourée par des terrains agricoles et bénéficie de la décharge à ciel ouvert qui serait à procurer de la nourriture supplémentaire pour l'espèce et aux oiseaux qui nichent à proximité. Elle se situe à côté d'une zone humide importante qui offre un bon biotope et chaaba qui se trouve au centre de l'olivieraie, qui favorise la nidification de la Cigogne blanche. Tous les nids sont bâtis sur des oliviers *Olea europea*, dont les hauteurs varient de 350 à 600 cm (Souilah *et al.*, 2011).

3.1.2. La Numidie occidentale

Elle se trouve à l'ouest du massif de l'Edough, symétriquement opposée aux zones humides d'El Kala par rapport à Annaba - Oued Seybouse. Elle est limitée par Djebel Safia au sud-ouest, au sud-est par le bassin versant du lac Fetzara, à l'est par Djebel El Fedj et au nord par la Méditerranée (Samraoui & de Bélair, 1997). Guerbès-Senhadja, est une grande plaine littorale, avec une altitude entre 0 et 200 m, 48,5 % des terres ont une pente inférieure ou

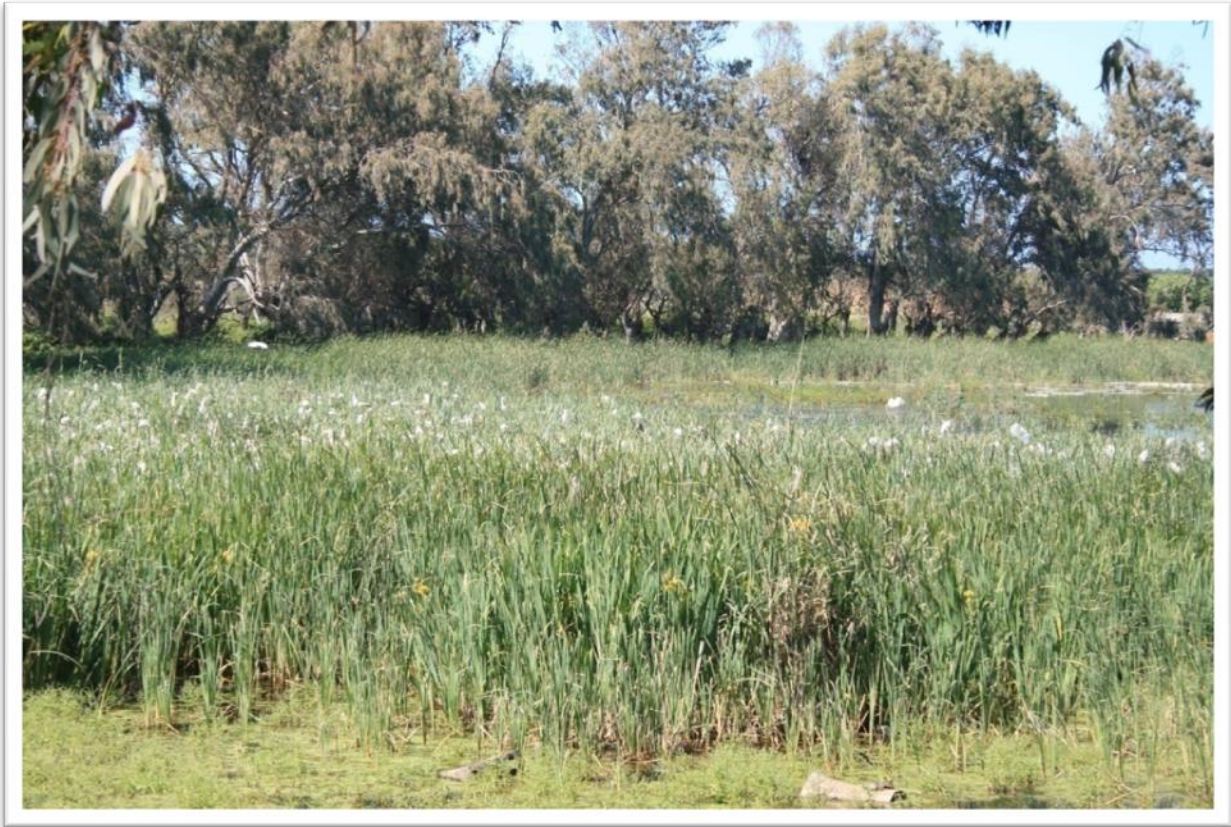


Figure 3.5. Gareat Chatt (Samraoui, 2007).



Figure 3.6. Le marais de Boussedra (Touati, 2010).



Figure 3.7. Le site de Dréan (Samraoui, 2013).



Figure 3.8. Photo satellite du Lac Fetzara.

égale à 3 % et le reste à 12,5 %. Le massif de superficie à plusieurs dizaines de hectares. Le réseau hydrologique est essentiellement constitué 2 grands Oueds: Oued El Kebir et Oued El Megroune. Le premier est l'un des plus importants aussi bien en longueur qu'en volume, sa largeur varie entre 20 et 50 m. Il débouche sur la Marsa en mer Méditerranée. Huit autres oueds de moindre importance complètent le réseau hydrologique de la plaine et trois bassins versants départagent cette plaine Guerbès-Sanhadja se trouve dans l'étage bioclimatique subhumide avec deux variantes: 96,5 % subhumide chaud et 3,5 % subhumide doux (DGF, 2001).

- **Lac Fetzara (wilaya d'Annaba) (36° 48'N, 7°30' E)**

Malgré qu'il ait été drainé en 1937, (Van Dijk et Ledant, 1980), le lac reste le plus grand dans la région de la Numidie avec une superficie supérieure à 20000 ha. Le lac se situe à 18 Km au Sud-Ouest de la ville d'Annaba et à 14 Km de la mer. Il s'allonge dans le sens Est-Ouest sur 17 Km de long et sur 13 Km de large. Il est limité au Nord, par le massif de l'Edough, par les collines d'Aïn Berda au Sud, les cordons dunaires situés à l'Est et à l'Ouest (Figure 3.8). Ce lac est essentiellement couvert de *Scirpus maritimus*, *Typha angustifolia* et des denses ceintures de *Phragmites australis*. Sa richesse ornithologique reste exceptionnelle et supérieure à celle du lac Tonga donc c'est la plus importante à l'échelle nationale et cela avec 23 espèces nicheuses dont les hérons nichant en masse, aussi pour les oiseaux hivernants (Samraoui & Samraoui 2008; Samraoui-Chenafi, 2009).

- **Île de Kef Amor (Wilaya d'Annaba): (37°05.064'N, 7°19.894'E)**

Anciennement appelée Saint Piastre, cette île est située à 2 km du rivage dans l'axe de la plage du sable d'or et à 8 km du port de pêche de la commune de Chetaibi (Figure 3.9). C'est un rocher presque sans végétation avec des mesures d'environ 320 m de longueur nord-sud et 100 m de largeur est-ouest (Samraoui & Samraoui, 2008).

- **Île de Srigina (Wilaya de Skikda) (36°56'15.88"N, 6°53'09.60"E)**

Relativement grande, cette île mesure environ 400 m de longueur Nord-Sud et 100 m de largeur Est-Ouest. Elle est située à 800 m du rivage et à 4 km au nord de Stora (Figure 3.10). C'est un rocher presque sans végétation sur lequel un phare a été construit. L'île de Srigina est divisée en deux, une où se trouve un phare qu'on a appelé Srigina 1, et les petits rochers peu élevés qui l'entourent dont le petit rocher à côté a été surnommé Srigina 2 ((Samraoui & Samraoui, 2008).



Figure 3.9. L'île de Kef Amor (Samraoui, 2013).

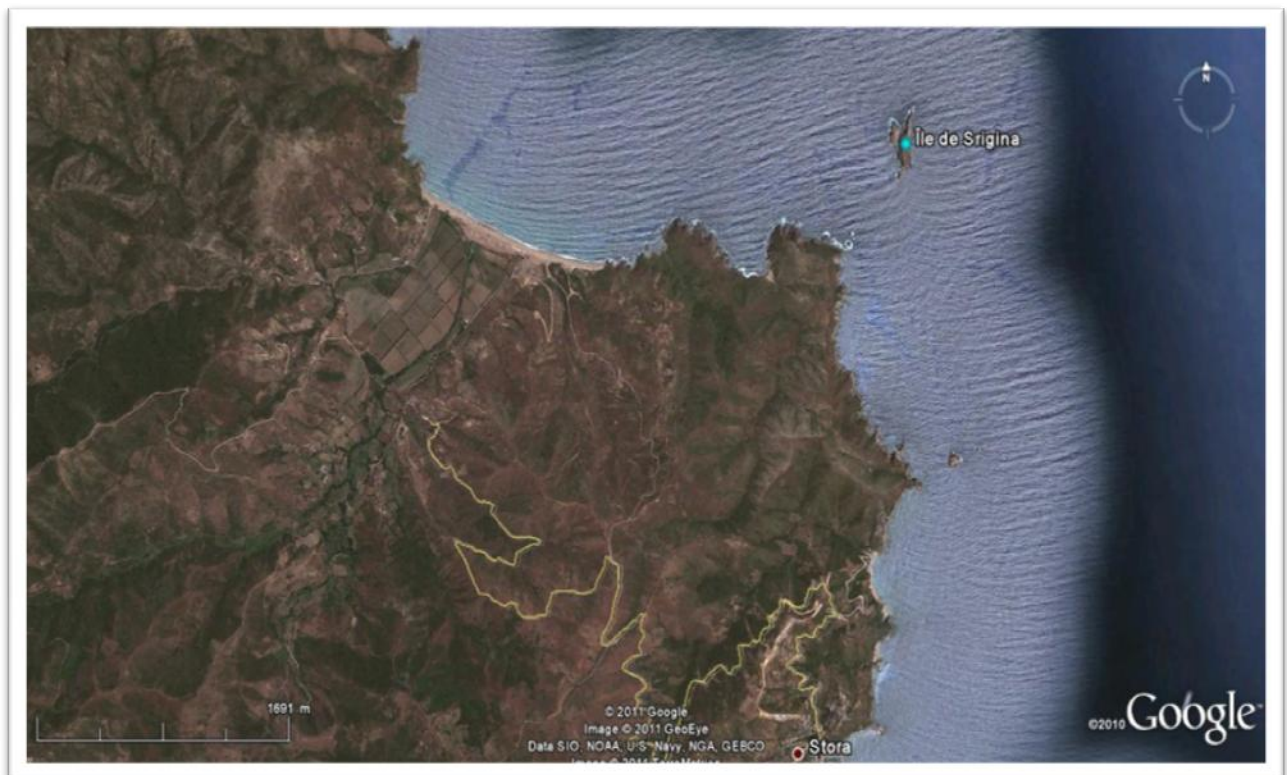


Figure 3.10. Photo satellite de l'île de Srigina.

3.2. Le complexe d'Oran

Le complexe d'Oran qui englobe les zones humides de l'Ouest algérien, est composé essentiellement de la Sebkha d'Oran, le Lac de Télamine, les marais de la Macta, Dayet Oum El Ghellaz, Dayet Morsli, et les salines d'Arzew. L'ensemble de ces sites très proches les uns des autres jouent un rôle dans l'hivernage et le stationnement en passage de migration des oiseaux. L'île de Rachgoun fait partie de ce complexe des zones humides de l'Ouest algérien (DGF, 2006).

➤ **Île de Rachgoun (Wilaya d'Ain Temouchent) (35°19.445'N, 01°28.764'O)**

Cette île est située à 2 km du rivage dans l'axe de l'embouchure de l'oued Tafna (Figure 3.11). Un phare y a été construit. Elle mesure 800 de long, 200 m de large et 60 m de haut. Les trois îles de Rachgoun, Kef Amor et Srigina sont des sites de reproduction d'autres espèces comme le Puffin Cendré et le Faucon d'Eléonore (Samraoui & Samraoui, 2008).

3.3. Les Hauts plateaux

Un élément géomorphologique caractéristique du nord-est algérien est matérialisé par les Hautes Plaines qui dominent les plaines côtières du nord. Ces Hauts plateaux, qui couvrent une grande superficie principalement de la wilaya de Sétif et d'Oum El Bouaghi, sont soumis à un climat semi-aride. Il s'agit d'une vaste région au sud de Constantine comprenant une vingtaine de zones humides d'une grande importance écologique et économique. La région est dominée par deux chaînes de montagnes: le massif des Aurès au sud et les chaînes des monts de Constantine au nord. La particularité des bassins versant locaux est l'endoréisme qui se traduit par de nombreuses sebkhas (lacs salés) qui occupent le centre de ces plaines. Les zones humides les plus spacieuses sont: Garaet Taref, Garaet Guelif, Garaet Ank Djemel et Garaet Ezzemoul (Figure 3.12) (Ouldjaoui, 2010).

➤ **Ezzemoul (Wilaya d'Oum El Bouaghi) (35°53.137'N, 06°30.200'E)**

Garaet Ezzemoul se trouve à l'est de Chott Tinsilt. Elle est séparée de ce dernier par la route nationale 3 reliant Constantine à Batna. Une partie de la sebkha est exploitée pour l'extraction du sel. Elle ne se remplit que durant les saisons de forte pluviosité. Sa superficie est de 4600 ha, et elle est généralement à sec en été avec une durée d'exondation qui dépasse les deux mois. Elle contient des invertébrés comme *Artémia salina* et *Branchinella spinosa* qui sont apparemment de supporter une salinité plus de 151 g/l de NaCl (Samraoui et al.,



Figure 3.11. Photo satellite de Rachgoun.

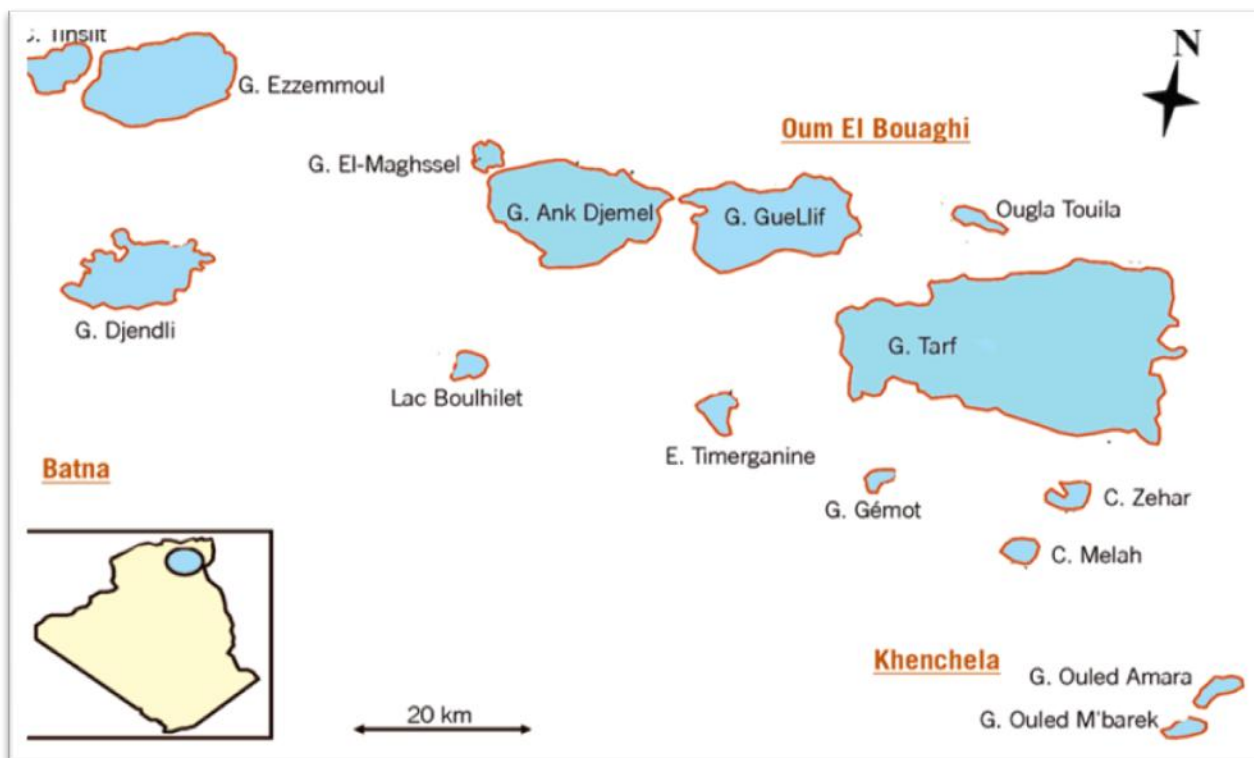


Figure 3.12. Complexe des zones humides du constantinois (Touati, 2010).

2006a). Sa richesse ornithologique est importante (**Samraoui et al., 2006a**), l'espèce la plus abondante est le tadorne de Belon *Tadorna tadorna* (**Boukhssaim et al., 2006b**). Garaet Ezzemoul est fréquenté par les flamants roses et plus spécialement pendant la période de reproduction (**Figure 3.13**) (**Ouldjaoui 2010; Mokrani, 2011**).

3.4. Le Sahara

Les zones humides du Sahara septentrional sont vulnérables, car elles dépendent de leur survie de l'eau provenant des écoulements des oueds, de sources, de drainage des palmeraies ou de remontée des nappes phréatiques (superficielles). Ces zones sont menacées par la dégradation de leur milieu naturel qui est utilisé comme (rejets d'eaux usées, dépotoirs des débris et gravats, etc....) et le manque d'entretien (croissance des phragmites et des algues). La régression continue de ces zones menace impérativement la diversité biologique notamment faunistique.

➤ Sabkhat Safioune (Wilaya de Ouargla) (32° 19'16" N, 5° 22'6" E, alt. 129m)

Sabkhat Safioune, qui se situe à 41 km d'Ouargla, est une sebkha ancienne très connue des cartographes et des habitants. Il occupe une superficie de 11000 ha (**Hughes et al., 1992**). Elle représente une zone d'épandage de plusieurs oueds venus du cœur du Sahara et du nord de L'Algérie: Oued Mya, Oued M'zab, Oued N'ssa, etc. Elle s'est asséchée puis a repris vie depuis 2009, date de la mise en exploitation du canal de déversement des eaux d'assainissement épurées et des eaux de drainage agricole de la cuvette d'Ouargla. Il s'agit d'un milieu idéal pour le Flamant rose, assez éloigné des agglomérations, donc l'espèce y trouve l'eau, l'alimentation et la liberté de se mouvoir et vivre. Sabkhat Safioune ou du moins sa partie méridionale, est maintenue pratiquement en eau toute l'année attirant des milliers d'oiseaux d'eau dont certains sont maintenant nicheurs comme le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, le Gravelot à collier interrompu *Charadrius dubius*, l'Échasse blanche *Himantopus himantopus*, l'Avocette élégante *Recurvirostra avosetta* (**Samraoui et al., 2011**). Tout comme les lacs salés d'El Goléa et des Hauts Plateaux, Sabkhat Safioune abrite également une densité prodigieuse du branchiopode *Artemia salina* (**Samraoui et al., 2006b**) et de larves de diptères (**Figure 3.14**). On note aussi la présence de végétation où le phragmite a élu domicile et qui tranche extraordinairement avec le paysage désertique environnant (**Bouchibi-Baaziz et al., 2010; Mesbah et al., 2011**).

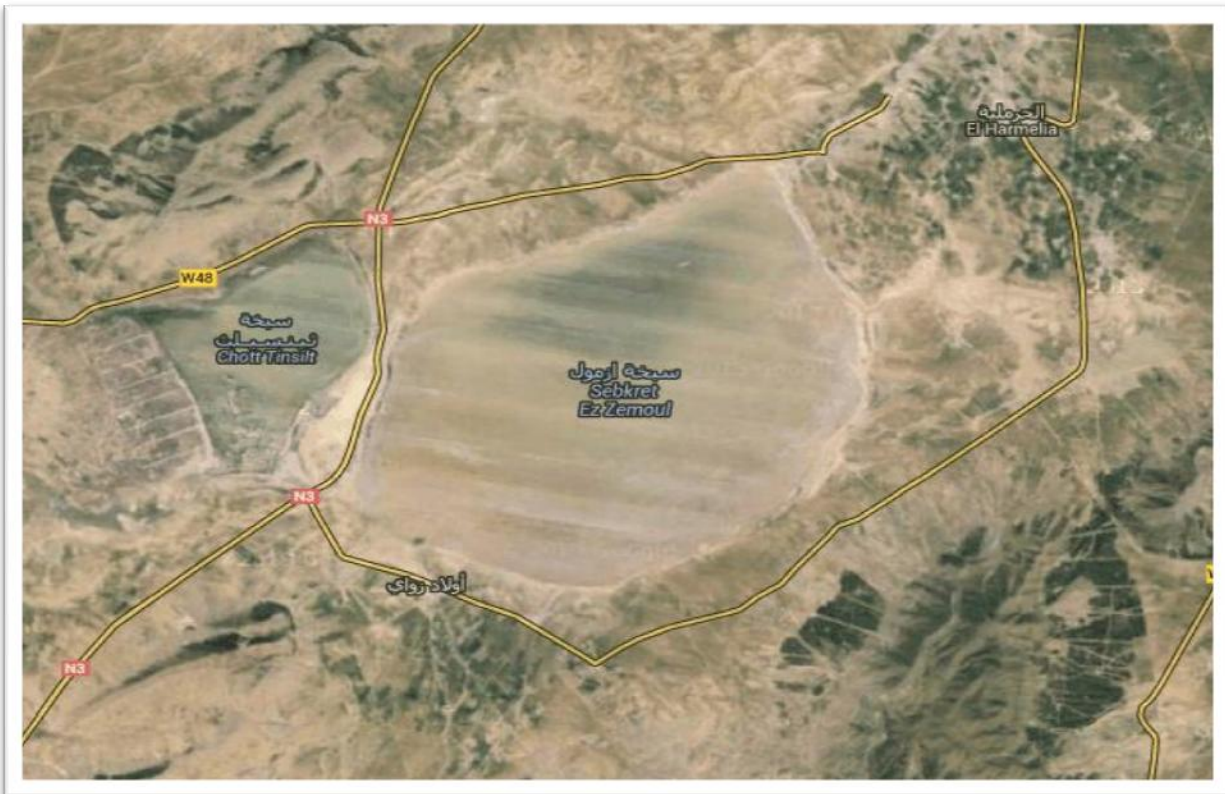


Figure 3.13. Photo satellite de Garaet Ezzemoul.

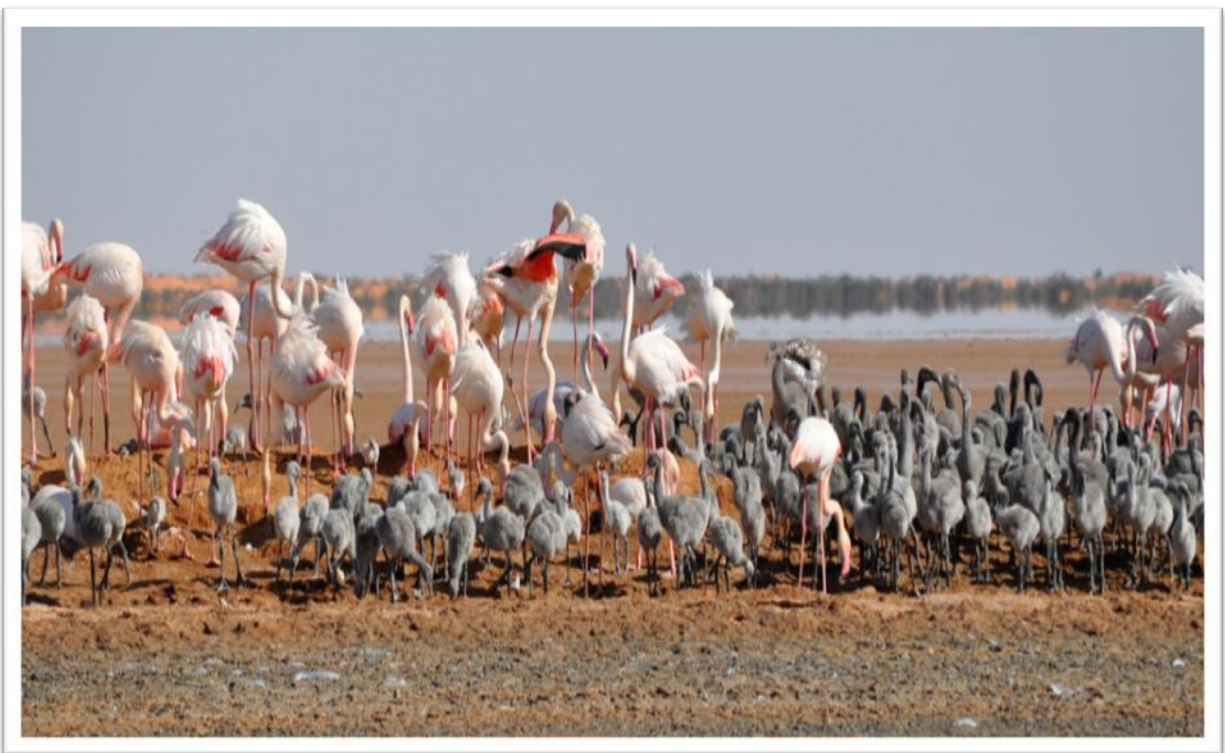


Figure 3.14. Sabkhat Safioune (Samraoui, 2011).

- D'autres sites ont été explorés lors de notre présente étude:

➤ **Île El Aouana (Wilaya de Jijel): 36°47'6.78"N , 5°36'27.26"E**

Sur une longueur d'une dizaine de kilomètres, le front du Cap Cavallo comprend plusieurs îlots et rochers, la plupart arides et de faible hauteur, sauf les deux plus grands qui possèdent une maigre végétation (**Figure 3.15**). La plus grande île, à 1 km au nord-est du cap, est le Grand Cavallo (le Grand Cheval) qui mesure 360 m de long sur 80 m de large. La seconde, à 5 km au nord-est du cap, à l'est et légèrement plus au nord, est le Petit Cavallo (le Petit Cheval). (**Samraoui & Samraoui, 2008**).

➤ **Île des Pisans (wilaya de Bejaïa): (36°49'30.96"N, 4°59'51.05"E)**

Cette île est située à 12 km à l'ouest du cap Carbon. Elle mesure 400 m de longueur et culmine à 31 m d'altitude, possède de la végétation (**Figure 3.16**). L'île est entourée de plusieurs îlots rocheux (**Samraoui & Samraoui, 2008**).

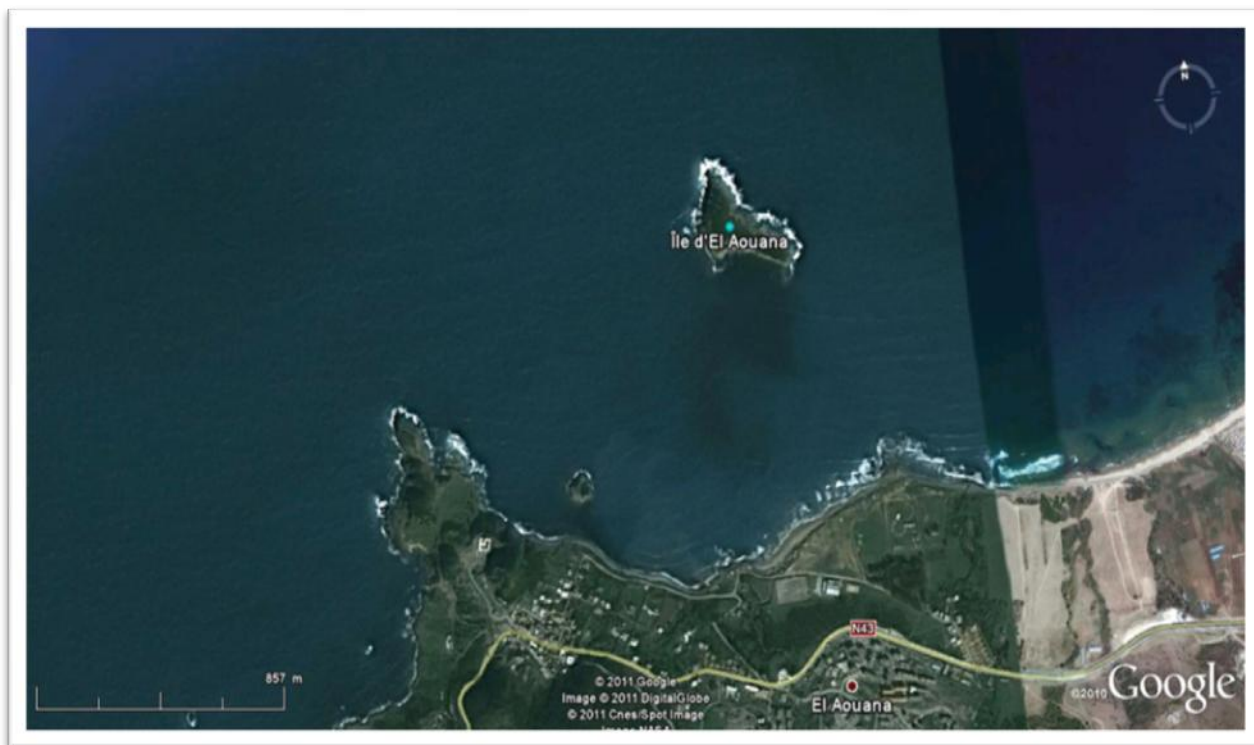


Figure 3.15. Photo satellite de l'Ile d'El Aouana.



Figure 3.16. Photo satellite des Iles pisans.

Chapitre 4:
Matériel & méthodes

Chapitre 4. Matériel et méthodes

La plupart des oiseaux sont soumis à une migration annuelle et cela peut également avoir un impact important sur la faune parasite. Les parasites des oiseaux migrateurs se divisent en quatre grandes catégories: les espèces ubiquistes (c'est-à-dire qui sont présentes dans l'hôte à longueur d'année) et les espèces qui sont présentes de façon générale seulement durant l'été ou l'hiver, ou bien, brièvement, durant la migration (**Dogiel, 1964**).

4.1. Recherche des ectoparasites

Les ectoparasites permanents et temporaires peuvent être prélevés à partir d'hôtes vivants ou fraîchement tués. Les parasites permanents peuvent aussi être obtenus à partir d'hôtes conservés (**Clayton et Walther, 1997**).

Pour la recherche et la collecte des ectoparasites des oiseaux d'eau au niveau de notre présente étude, nous avons suivi la méthode suivante:

- Elle consiste à suivre systématiquement durant les saisons de reproduction (2009, 2010, 2011 et 2012), par une recherche visuelle directe sur les poussins des oiseaux d'eau aux niveaux de six régions différentes du corps: la tête « région céphalique », les ailes, le dos, « le ventre et la poitrine », les pattes, et « l'arrière et la queue ». Chaque oiseau est pris pour une examination de 5 minutes.
- Les ectoparasites sont prélevés directement du corps de l'oiseau et conservés par régions anatomiques, dans des tubes à fermeture hermétique contenant de l'éthanol à 70%.
- Les tubes sont étiquetés et contenant les mentions suivantes: numéro d'ordre de l'échantillon, date de récolte, site d'étude et le nom de la situation de fixation sur l'hôte.
- Tous les oiseaux examinés au terme de cette étude, sont cliniquement sains. Une fois, l'oiseau est inspecté pour les ectoparasites, on le dépose dans son nid.

4.2. Identification des ectoparasites

Les ectoparasites sont imprégnés dans une série de bains d'éthanol à 70% afin d'être lavés des cheveux de l'hôte. Ensuite, le matériel biologique nécessite un éclaircissement dans une solution à 10% de l'hydroxyde de potassium (KOH), soit à froid (environ 24 h), soit au bain-marie (environ 15 minutes). Ce dernier sert à digérer les tissus musculaires internes et laisser les parties sclérifiées du corps (exosquelette). Puis, les ectoparasites sont rincés avec de l'eau et déshydraté à travers une série croissante de bains d'éthanol (60%, 70%, 80%). Les spécimens d'ectoparasites, pour un bon éclaircissement sont déposés dans une solution de

Xylène. Enfin, le montage des individus se fait par l'application de plusieurs gouttes de milieu de montage (Balsam de Canada) sur lame.

L'identification des ectoparasites se repose essentiellement sur les critères morphologiques, et fait recours aux différents guides disponibles.

- ✓ Les tiques sont déterminées en se basant sur les clés d'identification (**Yamaguti et al., 1971; Keirans & Litwak, 1989; Keirans, 1992 ; Keirans et al., 1992; Walker et al., 2000; Bouattour, 2002; Walker et al. , 2003; Estrada-Peña et al., 2004 ; Wall & Shearer, 2008**).
- ✓ Les puces, leur détermination se fait à l'aide de clés (**Smit, 1966 ; Beaucornu & Launay, 1990**).
- ✓ Cependant, les poux broyeur (les mallophages), pour leur identification on se réfère principalement aux guides référentiels de **Séguy (1944), Price et al., 2003**.
- ✓ Les Hirudinés sont identifiés par les guides de **Klemm (1985 et 1995)**.
- ✓ Pour les diptères et spécialement les Hippoboscidés, l'identification est rendue possible grâce aux guides d'identification de **Maa (1963 et 1969)**.
- ✓ Tous les spécimens sont déposés et conservés dans la collection du Laboratoire de Recherche et de Conservation des Zones Humides (L.R.C.Z.H), Université de Guelma.

4.3. Indices parasitaires

Trois mesures communes servant à décrire les niveaux d'infestation dans un échantillon sont la prévalence, l'abondance et l'intensité (**Margolis et al., 1982; Bush et al., 1997**).

- **La prévalence (P) ou taux de parasitisme en (%)**

La prévalence (P) est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) par une espèce de parasite donnée sur le nombre d'hôtes examinés (H).

$$P (\%) = N/H * 100$$

- **L'abondance moyenne**

L'abondance (A) correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) sur le nombre total des individus examinés (H).

$$A = n/H$$

- **L'intensité moyenne**

L'intensité parasitaire moyenne (I) correspond au rapport du nombre total d'individus d'une espèce parasite (n) dans un échantillon d'hôtes sur le nombre d'hôtes infestés (N) dans l'échantillon.

$$I = n/N$$

4.4. Analyse statistique

Les prévalences sont comparées en utilisant les tests de Fisher alors que pour les abondances et les intensités moyennes, on a utilisé des tests de Kruskal-Wallis, mais quelques fois, on a fait recours aux tests de permutation avec “coin” package in R (**Hothorn et al., 2008; R Development Core Team, 2009**). La signification est acceptée pour $p = 0.05$.

Nous avons estimé l'exposant k pour quantifier le degré d'agrégation parasitaire en utilisant les deux formules de **Southwood (1966)**: $k = (m^2 / (s^2 - m))$ et **Elliot (1977)**: $k = (m^2 - s^2/n) / (s^2 - m)$. Un estimateur de densité à noyau (Kernel Density Estimation) Gaussien a été utilisé pour approximer “relativement bien” la probabilité de la densité pour les ectoparasites (cas des mallophages) (**Silverman, 1986**). La forme de la distribution calculée indique que cette investigation de l'ajustement de la distribution de la loi binomiale négative est garantie, et cela a été investi par une estimation du maximum de vraisemblance du paramètre d'agrégation k (**Crawley, 2007**). Une estimation initiale de l'agrégation k (**Southwood, 1966**) est utilisée afin de calculer une estimation du maximum de vraisemblance pour k qui était donc utilisé pour tirer les fréquences de la binomiale négative. Un test de chi-deux de Pearson a été appliqué pour tester l'hypothèse que les données étaient une distribution binomiale négative.

Chapitre 5:

Résultats & discussion

Chapitre 5. Résultats et discussion

Les résultats se découpent en deux parties: le premier volet est relativement réservé à un inventaire des espèces parasites collectées au niveau de notre étude. Tandis que le second illustre l'écologie des parasites et leur distribution au niveau de la population et de l'hôte.

5.1. Check-list des espèces parasites des oiseaux d'eau

Au cours de cette étude, les résultats révèlent la répartition des parasites sur 13 familles représentées par 74 espèces. L'inventaire des espèces identifiées est comme suit:

A. Insecta

Mallophaga

Amblycera

- **Menoponidae**
- *Ardeiphilus sp.*
- *Austromenopon echinatum*
- *Austromenopon aegialitidis*
- *Ciconiphilus decimfasciatus*
- *Ciconiphilus quadripustulatus*
- *Colpocephalum sp*
- *Colpocephalum heterosoma*
- *Colpocephalum leptopygos*
- *Colpocephalum nanum*
- *Colpocephalum zebra*
- *Colpocephalum zerafae*
- *Comatoemenopon elongatum*
- *Comatoemenopon ibis*
- *Menopon sp.*
- *Menopon gallinae*
- *Menopon longithoracium*
- *Plegadiphilus plegadis*
- *Pseudomenopon sp.*
- *Pseudomenopon pilosum*
- *Trinoton querquedulae*
- *Trinoton femoratum*
- **Laemobothriidae**

- *Laemobothrion atrum*
- *Laemobothrion chloropodis*
- *Laemobothrion maximum*
- *Laemobothrion tinnunculi*

Ishnoce ra

- **Phlopteridae**
- *Anaticola dentatus*
- *Anaticola phoenocopteri*
- *Anatoecus pygaspis*
- *Anatoecus dentatus*
- *Ardeicola sp.*
- *Ardeicola ciconiae*
- *Ardeicola expallidus*
- *Ardeicola goisagi*
- *Ardeicola raphidius*
- *Degeeriella rufa*
- *Fullicofula luridae*
- *Halipeurus abnormis*
- *Ibideocus bisignatus*
- *Incidifrons fulicae*
- *Incidifrons gallunulae*
- *Neophlopterus incompletus*
- *Quadriceps sp*
- *Quadriceps punctatus*
- *Rallicola fulicae*
- *Rallicola minutus*
- *Saemundssonina sp.*
- *Saemundssonina lari*
- *Saemundssonina peusi*

Siphonaptera

- **Pulicidae**
- *Xenopsylla gratiosa*

- *Echidnophaga gallinacea*
- **Ceratophylidae**
- *Ceratophylus sp.*
- *Ceratophylus gallinacea*
- *Dasypsyllus gallinulae*

Diptera

- **Hippoboscidae**
- *Ornithophila gestroi*

B. Acari**Parasitiformes****Ixodida (Metastigmata)****Ixodoidea**

- **Ixodidae**
- *Amblyomma sp*
- *Haemaphysalis sp*
- *Ixodes sp.*
- *Ixodes ricinus*
- *Ixodes uriae*
- *Rhipicephalus sp.*
- *Rhipicephalus sanguineus*

Argasoidea

- **Argasidae**
- *Ornithodoros maritimus*
- *Ornithodoros capensis*
- *Ornithodoros sp.*
- *Argas sp.*
- *Argas persicus*
- *Argas reflexus*

Mesostigmata**Dermanyssoidae**

- **Dermanyssidae**
- *Dermanyssus sp.*
- *Dermanyssus gallinae*

- **Laelaptidae**
- *Ornithonyssus sp.*
- *Ornithonyssus bursa*

- **Acariformes**

Prostigmata**Cheletoidea**

- **Démodicidae**
- *Demodex sp.*

Astigmata**Sarcoptoidea**

- **Sarcoptidae**
- *Cnemidocoptes sp.*

C. Non insecta**Les sangsues****Glossiphoniidae**

- *Theromyzon sp.*

5.2. Les ectoparasites**5.2.1. L'Ibis falcinelle****5.2.1.1. La composition des ectoparasites**

Quatre espèces de poux broyeur (Phthiraptera) sont identifiées dans le lac Chatt et Fetzara pour l'année de reproduction 2010: *Plegadiphilus plegadis* Dubinin 1938, *Colpocephalum leptopygos* Nitzsch 1874, appartenant tous les deux à la famille des Menoponidae, *Ardeicola raphidius* Nitzsch 1866 et *Ibidoecus bisignatus* Nitzsch 1874, de la famille des Philopteridae. Une larve de tique *Ixodes ricinus* Linnaeus 1758 a été uniquement collectée au niveau du Lac Fetzara (**Tableau 5.1**).

Tableau 5.1. Les espèces d'ectoparasites isolées chez l'Ibis falcinelle *Plegadiphilus plegadis* pendant l'année de reproduction 2010 à Chatt et Fetzara.

Ectoparasites	Familles	espèces	sites
Poux	Menoponidae	<i>Plegadiphilus plegadis</i> <i>Colpocephalum leptopygos</i>	Chatt, Fetzara Chatt, Fetzara
	Philopteridae	<i>Ibidoecus bisignatus</i> <i>Ardeicola raphidius</i>	Chatt, Fetzara Chatt, Fetzara
Tiques	Ixodidae	<i>Ixodes ricinus</i>	Fetzara

5.2.1.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Sur un total de 92 poussins examinés de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* dans le lac Chatt, 52 (56.52%) sont infestés uniquement par les poux broyeur (Figure 5.1). Un ensemble de 157 poux sont collectés de 52 oiseaux. Le nombre de poux par individu oscille entre 1 à 8 (moyenne 3.01). Cependant, les résultats obtenus montrent que dans le lac Fetzara, sur 74 poussins échantillonnés 44 (59.45%) sont infestés (Figure 5.1). Le taux d'infestation le plus élevé a été observé chez les mallophages sur un total de 43 oiseaux (58.10%). Alors que, les tiques sont uniquement recensées sur deux oiseaux (2.7%). La charge parasitaire sur chaque individu varie entre 1 à 9 (moyenne 2.44). Un total de 105 poux est collecté à partir de 43 oiseaux. On note qu'il n'y a pas de différence significative dans la prévalence entre les deux sites (Fisher's Exact test for count data: $P=0.75$, $CI=0.55 - 1.73$).

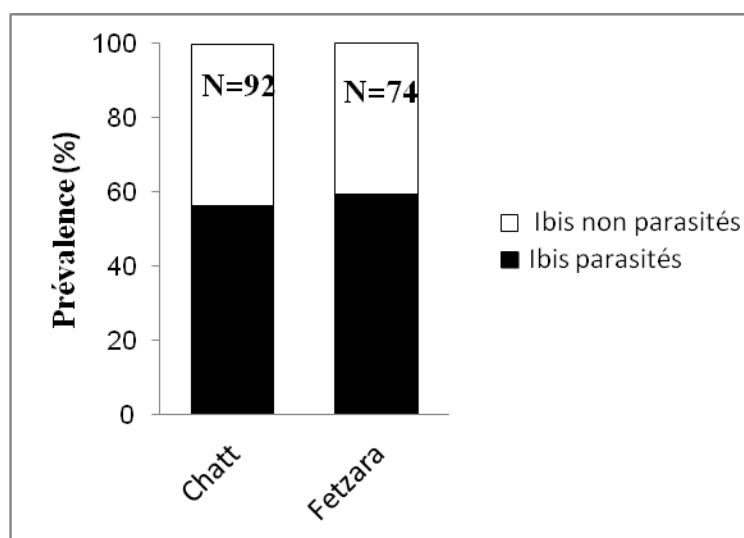


Figure 5.1. Prévalence des ectoparasites de l'ibis falcinelle à Chatt et Fetzara pour l'année de reproduction 2010.

La plupart des oiseaux sont parasités par une seule espèce d'ectoparasite (Chatt et Fetzara). Nous avons également enregistré que 10 oiseaux au niveau du lac Chatt sont parasités par deux espèces d'ectoparasites. Tandis que, dans le lac Fetzara seulement 5 oiseaux. On note que quelques oiseaux ($N=3$) sont infestés par trois espèces d'ectoparasites (*Plegadiphilus plegadis*, *Ibidoecos bisignatus* et *Ardeicola raphidius*). Celui-ci est observé exclusivement à Chatt. En revanche, *Plegadiphilus plegadis* est l'espèce la plus abondante (44.56%) et (39.18%) respectivement à Chatt et Fetzara. L'abondance moyenne était 1.17 ± 2.99 et 0.90 ± 1.59 respectivement à Chatt et Fetzara (Tableau 5.2). La prévalence, l'abondance et l'intensité moyennes sont données dans le tableau 5.2.

Tableau 5.2. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés de différentes régions du corps de l'Ibis falcinelle à Chatt et Fetzara.

Ectoparasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± Ecart type)	Intensité moyenne (± Ecart type)
<i>Plegadiphilus plegadis</i> (Menoponidae)	Chatt 2010	41/90	44.56	1.17 ± 2.99	2.09 ± 1.98
	Fetzara 2010	29/74	39.18	0.90 ± 1.59	1.48 ± 3.32
<i>Colpocephalum leptopygos</i> (Menoponidae)	Chatt 2010	4/92	4.34	0.07 ± 0.42	0.11 ± 0.47
	Fetzara 2010	8/74	10.80	0.20 ± 1.14	0.34 ± 1.27
<i>Ibidoecus bisignatus</i> (Philopteridae)	Chatt 2010	13/92	14.13	0.26 ± 0.36	0.48 ± 0.87
	Fetzara 2010	7/74	9.45	0.11 ± 1.39	0.18 ± 0.67
<i>Ardeicola raphidius</i> (Philopteridae)	Chatt 2010	5/92	5.43	0.10 ± 0.57	0.17 ± 0.61
	Fetzara 2010	2/74	2.70	0.10 ± 0.93	0.16 ± 0.90
<i>Ixodes ricinus</i> (Ixodidae)	Fetzara 2010	2/74	2.70	0.10 ± 1.29	0.16 ± 0.96

Les analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas de différences significatives dans l'abondance moyenne de l'infection parasitaire entre les deux sites (approximative 2-sample permutation Test: $Z= 1.64$, $P=0.1$). De la même manière, on note aussi l'absence de différences significatives dans l'intensité moyenne (approximative 2-sample Permutation Test : $Z= -0.01$, $P= 1$).

5.2.1.3. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

La distribution des ectoparasites sur le corps des poussins de l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* est irrégulière. Dans le lac Chatt, les ectoparasites sont rencontrés dans toutes les parties du corps: la tête, les ailes, le dos, "le ventre et la poitrine", les pattes et "l'arrière et la queue". Contrairement, au lac Fetzara, les ectoparasites sont présents dans les régions du corps à l'exception les pattes. Au niveau du lac Chatt, les poux broyeur sont largement distribués sur les différentes parties du corps (**Figure 5.2a**). On les trouve sur la tête (19.29%), les ailes (21.05%), le dos (25.43%), "le ventre et la poitrine" (8.77%), les pattes (8.77%) et "l'arrière et la queue" (16.66%). De la même manière, au lac Fetzara, les mallophages sont quasiment bien distribués sur le corps de l'hôte (**Figure 5.2b**). On a recensé leur présence sur la tête (54.56%), les ailes (24.41%), le dos (9.3%), le ventre et la poitrine (10.96%) et "l'arrière et la queue" (1.06%). Les tiques sont strictement confinées aux ailes (71.42%) et au dos (28.57%).

- **Les Poux**

La distribution des quatre espèces de poux sur le corps de l'Ibis falcinelle est hétérogène dans les deux lacs (Chatt et Fetzara). En Général, on les trouve dans toutes les parties du corps: la tête, les ailes, le dos, "le ventre et la poitrine", les pattes et "l'arrière et la queue" dans le lac Chatt. *Ibidoecus bisignatus* occupe la région céphalique « la tête » (32%) et *Plegadiphilus plegadis* (13.76%) (**Figure 5.3**). Alors que, les quatre espèces de poux sont communément les plus observées sur la région des ailes du corps de l'hôte avec un taux d'infestation assez différent. *Colpocephalum leptopygos* domine la région des ailes (50%), et respectivement *I. bisignatus* (32%), *P. plegadis* (16.29%) et *Ardeicola raphidius* (14.28%). Cependant, le dos de l'ibis falcinelle supporte respectivement 50%, 24.8% de *C. leptopygos* et *P. plegadis*. Les résultats montrent aussi que, *C. leptopygos* occupe la partie du "ventre et la poitrine" du corps de l'ibis falcinelle (25%) et *A. raphidius* sur les pattes et "l'arrière et la queue" (42.87%) (**Figure 5.3**).

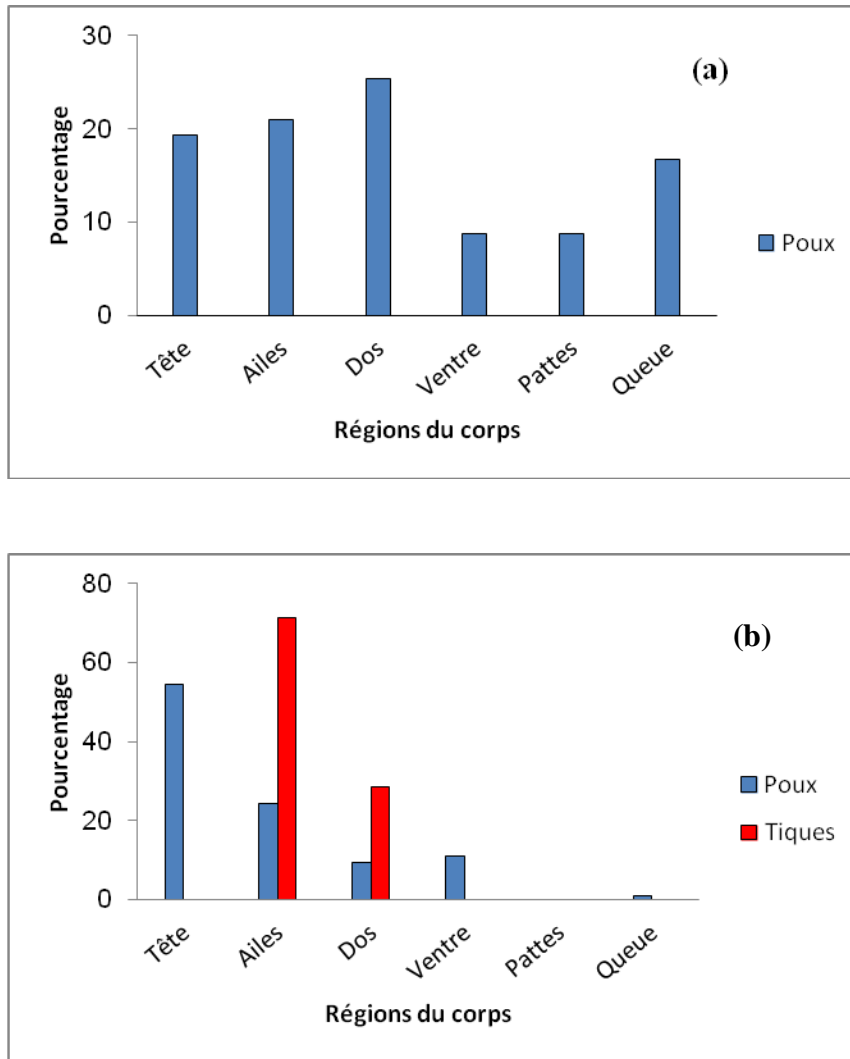


Figure 5.2. Abondance relative des mallophages et des tiques sur les différentes régions du corps des poussins de l'Ibis falcinelle durant l'année de reproduction 2010 à Chatt (a) et Fetzara (b).

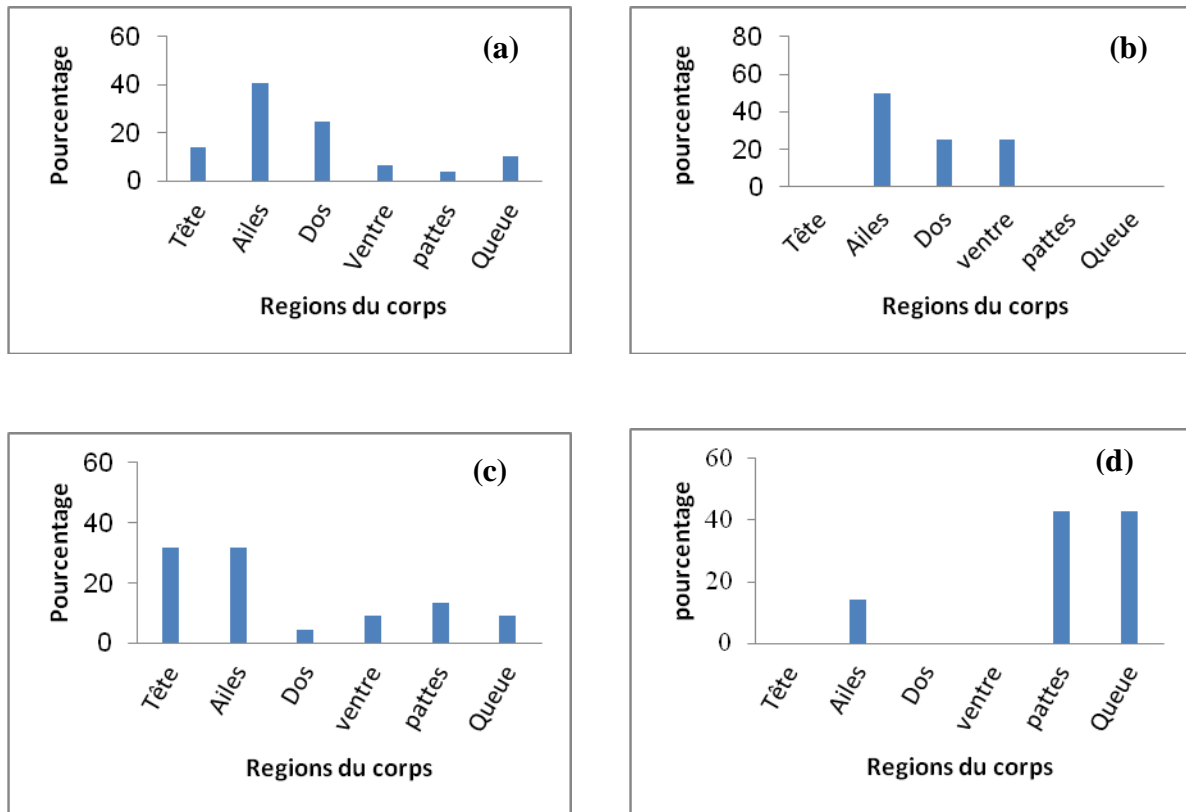


Figure 5.3. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Plegadiphilus plegadis*; (b) *Colpocephalum leptopygos*; (c) *Ibidoecus bisignatus*; (d) *Ardeicola raphidius* sur les six différentes régions du corps de l'Ibis falcinelle à Chatt durant l'année de reproduction 2010.

En occurrence, au niveau du lac Fetzara, les poux sont distribués sur les différentes parties du corps de l'Ibis falcinelle à l'exception des pattes. Nos résultats indiquent clairement comme dans le lac Chatt que, *I. bisignatus* prédomine la région de la tête (67%) et la partage avec *C. leptopygos* (60%) et *P. plegadis* (44.77%). Cependant, la plupart d'*A. raphidius* utilise la partie des ailes de l'oiseau (100%) (**Figure 5.4**). Le dos de l'Ibis falcinelle supporte 25% d'*I. bisignatus*. Enfin, on trouve sur la région du "ventre et de la poitrine" (26.66%) de *C. leptopygos* et aussi (1.49%) sur "l'arrière et la queue" de *P. plegadis*. Apparemment, les ailes ne supportent pas uniquement la majorité des individus mais aussi plus d'espèces que d'autres régions du corps de l'ibis falcinelle (**Figure 5.4**). On a également observé que *P. plegadis* et *I. bisignatus* coexistent dans toutes les parties du corps de l'Ibis falcinelle dans le lac Chatt. Alors que, *P. plegadis* est exclusivement l'espèce la plus rencontrée dans les différentes régions du corps de l'hôte sauf les pattes dans le lac Fetzara. Les trois espèces de poux de *P. plegadis*, *I. bisignatus* et *A. raphidius* sont généralement trouvées sur les pattes et "l'arrière et la queue" dans le lac Chatt (**Figure 5.3**). On note aussi, uniquement *P. plegadis* est rarement isolé avec de faible densité sur "l'arrière et la queue" dans le lac Fetzara (**Figure 5.4**).

Les résultats montrent qu'il n'y a pas des différences significatives pour l'abondance et l'intensité moyennes de l'infection parasitaire entre les sites d'étude. Donc, on peut fusionner les données pour les deux sites pour mieux comprendre la distribution des parasites dans les différentes parties du corps de l'hôte. Ainsi que, seulement *P. plegadis* et *I. bisignatus* sont localisés dans les régions variées de l'hôte et avec des densités élevées. Cela nous permet d'analyser leur distribution spatiale qui était hétérogène à travers les régions du corps de l'hôte échantillonné (approximative K-sample Permutation test: $\max T = 4$, $P = 0.002$ pour *P. plegadis* et $\max T = 4.40$, $P = 0.001$ pour *I. bisignatus*). Les deux espèces occupent préférentiellement la tête, les ailes et le dos. Pour les autres espèces de mallophages, *Colpocephalum leptopygos* et *Ardeicola raphidius* sont moins abondants et peuvent exister que dans certaines parties du corps (**Figure 5.5**). *Colpocephalum leptopygos* est totalement absent sur les pattes et sur "l'arrière et la queue". Alors que *A. raphidius* est introuvable sur la tête, le dos et "le ventre et la poitrine" dans le lac Chatt mais occupe seulement les ailes au niveau du Lac Fetzara (**Figure 5.5**).

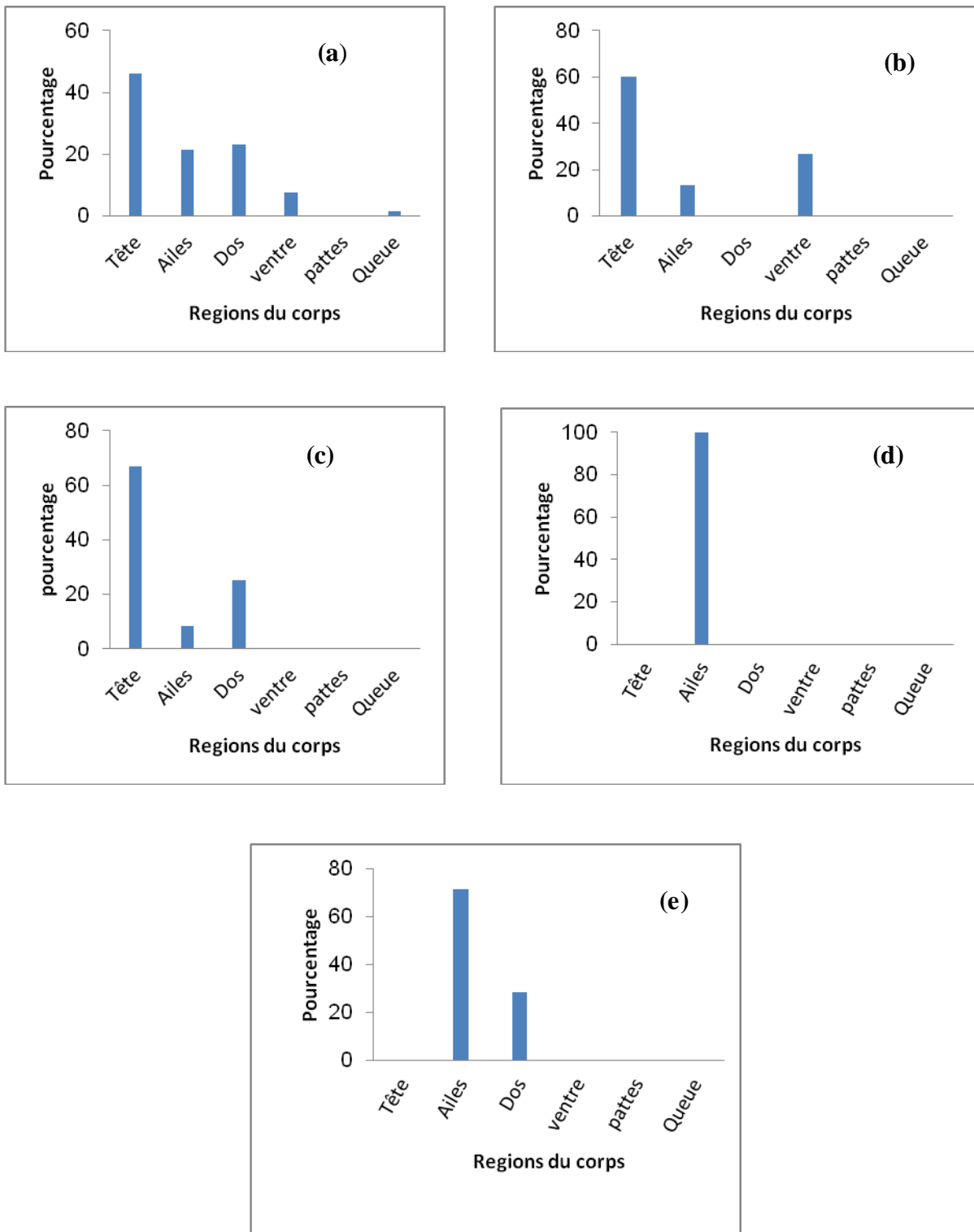


Figure 5.4. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Plegadiphilus plegadis*; (b) *Colpocephalum leptopygos*; (c) *Iridoecus bisignatus*; (d) *Ardeicola raphidius*; (e) *Ixodes ricinus* sur les six différentes régions du corps de l'Ibis falcinelle à Fetzara pour l'année de reproduction 2010.

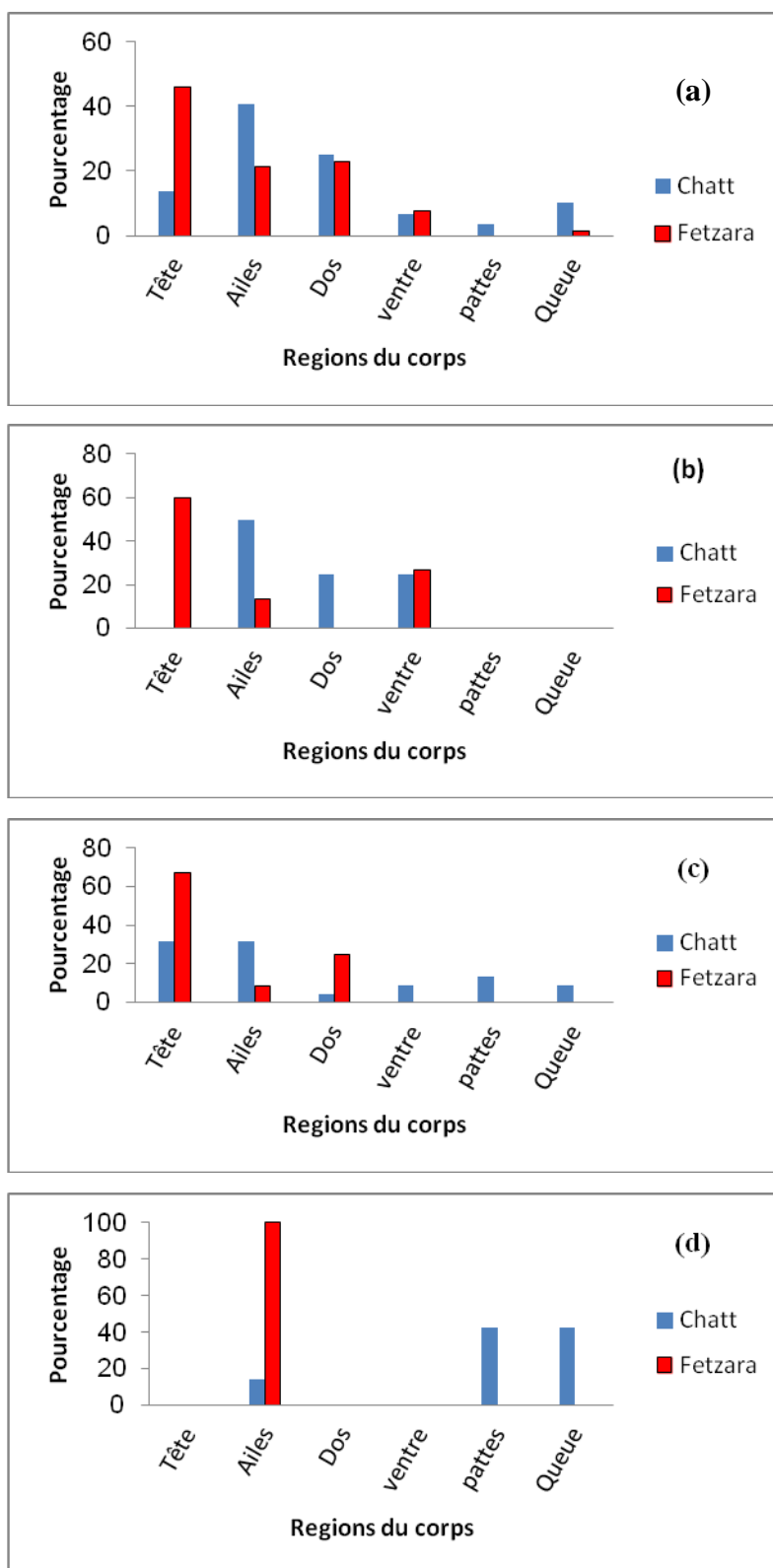


Figure 5.5. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Plegadiphilus plegadis*; (b) *Colpocephalum leptopygos*; (c) *Ibidoecus bisignatus*; (d) *Ardeicola raphidius* sur les six différentes régions du corps de l'Ibis falcinelle à Chatt et Fetzara pour l'année de reproduction 2010.

Les paramètres d'agrégation parasitaire k estimé selon **Southwood (1966)** et **Elliot (1977)** pour chaque espèce de mallophage sont donnés dans le tableau 5.3.

Tableau 5.3. Les valeurs de K Southwood (1966) et les valeurs de k corrigés (Elliot 1977) pour les quatre espèces de poux isolées.

Espèces	K (Southwood)	k (Elliot)
<i>Plegadiphilus plegadis</i>	1.62	1.61
<i>Colpocephalum leptopygos</i>	0.34	0.32
<i>Ibidoecus bisignatus</i>	0.51	0.48
<i>Ardeicola raphidius</i>	0.11	0.09

La distribution globale des mallophages est investie avec un estimateur de densité à noyau Gaussien qui indique que la distribution est unimodale et similaire à une binomiale négative (**Figure 5.6a**). La moyenne calculée (0.664) et la variance (1.827) ont indiqué que les données sont fortement agrégées. Une estimation du paramètre k de l'agrégation (0.379) a été calculée (**Southwood, 1966**) et une estimation du maximum de vraisemblance du même paramètre (0.316) calculé (**Crawley 2007**). Les fréquences observées et attendues de la binomiale négative indiquent un rapprochement (**Figure 5.6b**) suggérant que les parasites enregistrés sont distribués suivant une binomiale négative. Le chi-deux de Pearson calculé avec 2 ddl (degré de liberté) (2.25) était plus petit que la valeur critique (5.991) à $P= 0.05$. Donc, on accepte l'hypothèse que les données représentant les parasites échantillonnés ne sont pas significativement différent de la binomiale négative avec une moyenne = 0.664 et $k = 0.316$.

- **Les tiques**

Dans le lac Fetzara, deux oiseaux dans notre étude sont infestés par les tiques. La larve d'*Ixodes ricinus* occupe particulièrement la région des ailes (71.74%) et le dos (28.57%) (**Figure 5.4**).

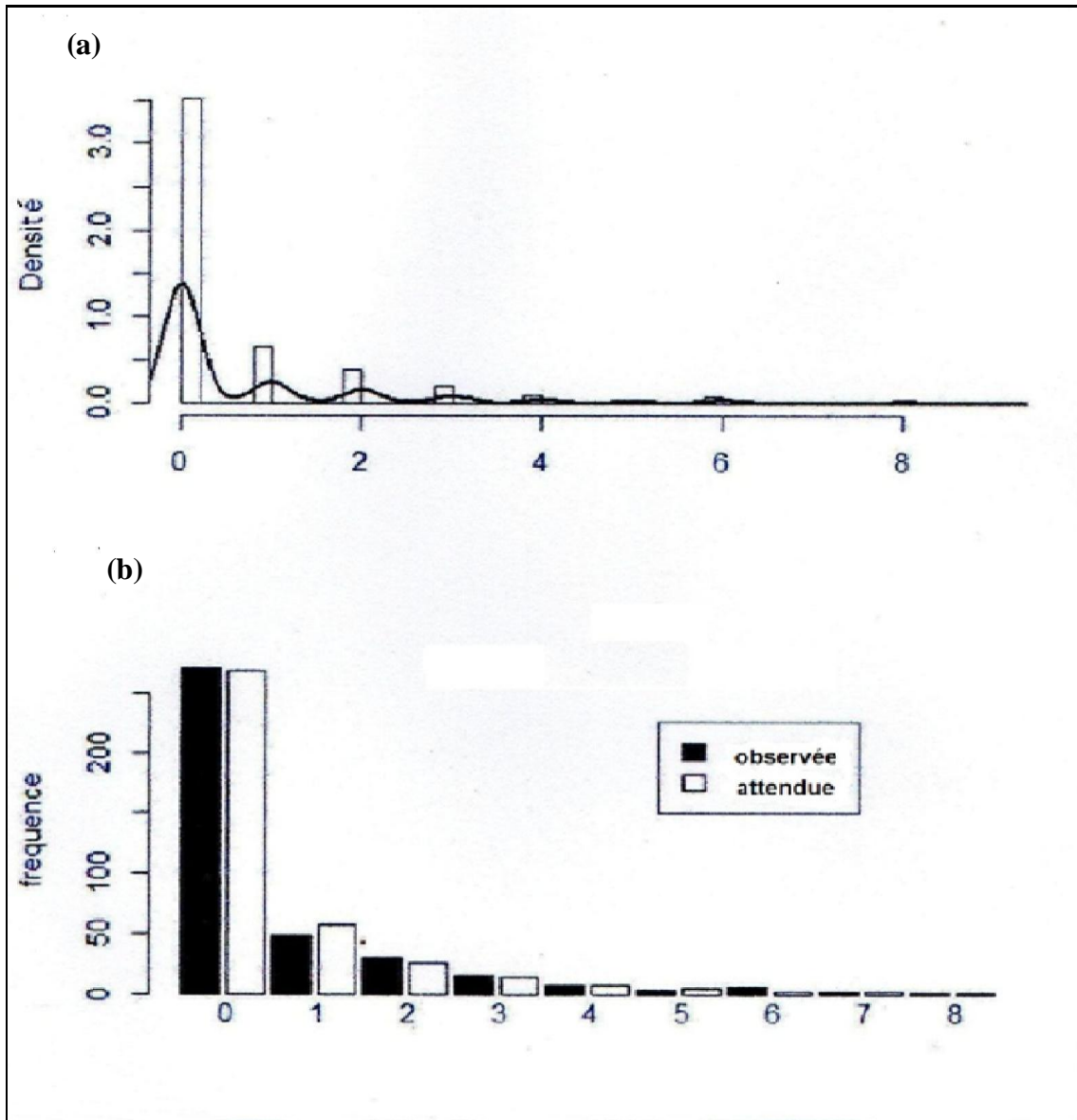


Figure 5.6. Estimation de la densité à noyau Gaussien imposée sur un histogramme des données des mallophages (a) et distribution de la fréquence observée et attendue des mallophages sur les poussins de l'Ibis falcinelle (b).

5.2.2. L'Aigrette garzette

5.2.2.1. La composition des ectoparasites

Les données collectées durant l'année de reproduction 2010, montrent que l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* est extrêmement infestée dans les deux sites d'étude (Lac Chatt et Fetzara) par les trois espèces mallophages: *Ciconiphilus decimfasciatus* Boisduval & Lacordaire 1835, *Colpocephalum* sp. Nitzsch 1818 appartenant à la famille des Menoponidae ainsi que *Ardeicola expallidus* Blagoveshtchensky 1940 de la famille des Philopteridae (**Taleau 5.4**).

Tableau 5.4. Les espèces d'ectoparasites isolées chez l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* à Chatt et Fetzara durant l'année de reproduction 2010.

Ectoparasites	Familles	espèces	sites
Poux	Menoponidae	<i>Ciconiphilus decimfasciatus</i> <i>Colpocephalum</i> sp.	Chatt, Fetzara Chatt, Fetzara
	Philopteridae	<i>Ardeicola expallidus</i>	Chatt, Fetzara

5.2.2.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population:

Les résultats obtenus révèlent que sur un ensemble de 46 poussins d'Aigrette examinés pour la recherche des ectoparasites au niveau du lac Chatt, 30 (65.21%) sont infestés seulement par les mallophages (**Figure 5.7**). Au total 305 poux mallophages sont collectés du 30 oiseaux. Le nombre de poux par oiseau individuel varie entre 1 à 71 (moyenne 10.16).

Cependant, dans le lac Fetzara, sur un total de 40 poussins échantillonné 35 (87.5%) sont infestés (**Figure 5.7**). La charge parasitaire par oiseau individuel varie entre 1 à 9 (moyenne 3.61), avec 130 poux au total collectés de 35 oiseaux. La plupart des oiseaux sont parasités par une seule espèce ectoparasite au niveau du lac Chatt et Fetzara. Deux espèces d'ectoparasites sont trouvées sur 9 oiseaux à Chatt et sur (11 poussins dans le lac Fetzara). A l'instar, un petit nombre d'oiseaux (N=2) sont parasités par trois espèces d'ectoparasites (*Ciconiphilus decimfasciatus*, *Colpocephalum* sp. et *Ardeicola expallidus*) enregistrés exclusivement dans le lac Chatt. On note qu'il y a une différence significative dans la prévalence entre les deux sites (Fisher's Exact test for count data: P=0.02, CI= 0.06 – 0.89).

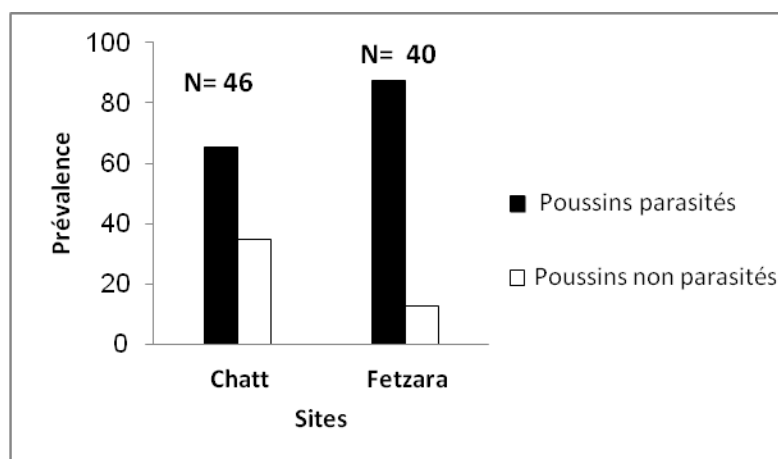


Figure 5.7. Prévalence des ectoparasites dans le lac Chat et Fetzara pour l'année de reproduction 2010.

L'espèce de pou broyeur (mallophage), *Ciconiphilus decimfasciatus* était le plus abondant avec 5 8.69 % et 82.5% à Chat et Lac Fetzara, respectivement. L'abondance était respectivement 5.69 ± 11.61 et 2.57 ± 2.28 à Chat et Lac Fetzara. La prévalence, l'abondance et l'intensité moyennes sont données dans le tableau 5.5.

5.2.2.3. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

Les poux sont largement distribués sur le corps de l'Aigrette garzette. Ces espèces mallophages sont rencontrées dans les deux sites d'étude sur toutes les parties du corps: la tête, les ailes, le dos, "le ventre et la poitrine", les pattes et "l'arrière et la queue". Elles sont abondantes sur les ailes (40.98%) dans le lac Chat (**Figure 5.8**). Les poux sont trouvés aussi sur la tête (10.81%), le dos (22.62%), "le ventre et la poitrine" (3.60%), les pattes (10.49%) et "l'arrière et la queue" (8.19%).

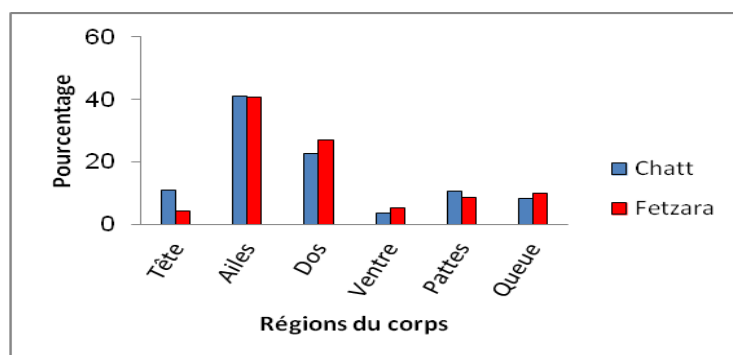


Figure 5.8. Abondance relative des poux broyeurs sur les différentes régions du corps des poussins de l'Aigrette garzette à Chat et Fetzara pour l'année de reproduction 2010.

Tableau 5.5. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés des différentes régions du corps de l'Aigrette garzette à chatt et Fetzara.

Ectoparasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± Ecart type)	Intensité moyenne (± Ecart type)
<i>Ciconiphilus decimfasciatus</i> (Menoponidae)	Chatt 2010	27/46	58.69	5.67 ± 11.61	8.70 ± 13.32
	Fetzara 2010	35/40	82.50	2.75 ± 2.28	3.14 ± 2.17
<i>Colpocephalum sp.</i> (Menoponidae)	Chatt 2010	13/46	28.26	0.65 ± 1.35	0.10 ± 1.51
	Fetzara 2010	9/40	22.50	0.37 ± 0.82	0.42 ± 0.87
<i>Ardeicola expallidus</i> (Philoptéridae)	Chatt 2010	2/46	4.34	0.06 ± 0.29	0.10 ± 0.35
	Fetzara 2010	4/40	10	0.12 ± 0.39	0.14 ± 0.42

Cependant, au niveau du lac Fetzara, les mallophages sont distribués aussi sur les différentes parties du corps de l'Ibis falcinelle (**Figure 5.8**). La plus grande proportion est enregistrée sur les ailes (40.76%). Généralement, on les trouve sur la tête (4.61%), le dos (26.92%), "le ventre et la poitrine" (5.38%), les pattes (8.46%) et "l'arrière et la queue" (10%).

- **Poux**

Nous avons observés que d'une manière similaire pour les autres Ciconiiformes comme l'Ibis falcinelle, la distribution des espèces mallophages sur l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* est hétérogène dans les deux sites d'étude (lac Chatt et Fetzara). En général, les poux broyeur sont trouvés sur toutes les parties du corps: la tête, les ailes, le dos, le "ventre et la poitrine", les pattes et "l'arrière et la queue" dans les deux sites. Cependant, dans le lac Chatt, *C. decimfasciatus* couvre la région des ailes (42.36%), la tête (9.54%), le dos (23.66%), le ventre et la poitrine (4.19%), les pattes (10.68%) et l'arrière et la queue (9.54%) (**Figure 5.9a**). Alors que, trois espèces de poux mallophages sont fréquemment localisées sur la partie des ailes du corps de l'hôte avec des degrés d'infestation variés. Mais, *Colpocephalum sp.*, est largement prévalent et abondant sur la surface des ailes (50%), sur la tête et le dos en partageant le même pourcentage (23.07%), et moins fréquent sur la partie de l'arrière et de la queue (3.84%) (**Figure 5.9b**). *A. expallidus* est apparent sur la région des ailes (60%) et occupe spécifiquement la partie céphalique « la tête » et les pattes avec le même pourcentage (20%) (**Figure 5.9c**).

En occurrence, dans le lac Fetzara aussi les ailes de l'Aigrette garzette *Egretta garzetta* abritent, respectivement *A. expallidus* (57.14%), *Colpocephalum sp.* (47.05%) et *C. decimfasciatus* (45.54%) (**Figure 5.10**). Généralement, les ailes supportent plus d'espèces que d'autres régions du corps dans le lac Chatt et Fetzara (**Figure 5.11**). Nous avons observés que *C. decimfasciatus* marque sa présence sur toutes les parties du corps de l'Aigrette garzette dans les deux sites d'étude.

Par conséquent, *A. expallidus* a été enregistré uniquement sur trois parties distinctes du corps de l'hôte dans le lac Chatt (la tête, les ailes, et les pattes) et Fetzara (la tête, les ailes et "l'arrière et la queue"). En revanche, *Colpocephalum sp.*, est distribué sur les régions du corps de l'Aigrette garzette sauf "le ventre et la poitrine" et les pattes dans le lac Chatt. Tandis que, dans le lac Fetzara, est absent uniquement sur les pattes (**Figure 5.11**). Les deux espèces de mallophages *C. decimfasciatus* et *Colpocephalum sp.*, existent sur la partie de "l'arrière et de la queue" dans le lac Chatt. Alors que, les trois espèces de poux sont largement distribuées sur la surface de "l'arrière et la queue" au niveau du lac Fetzara. (**Figure 5.11**).

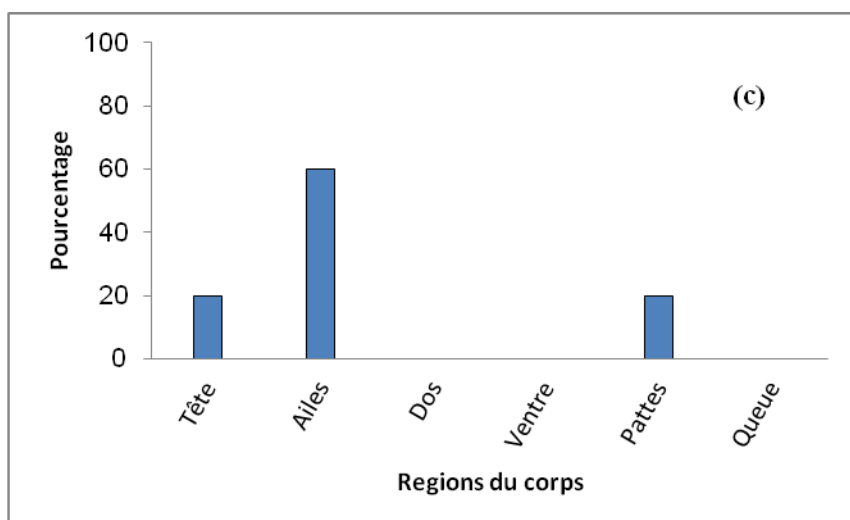
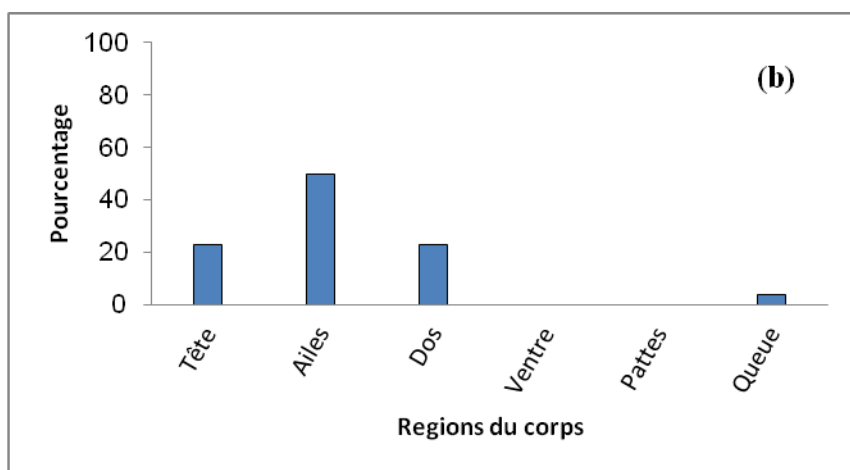
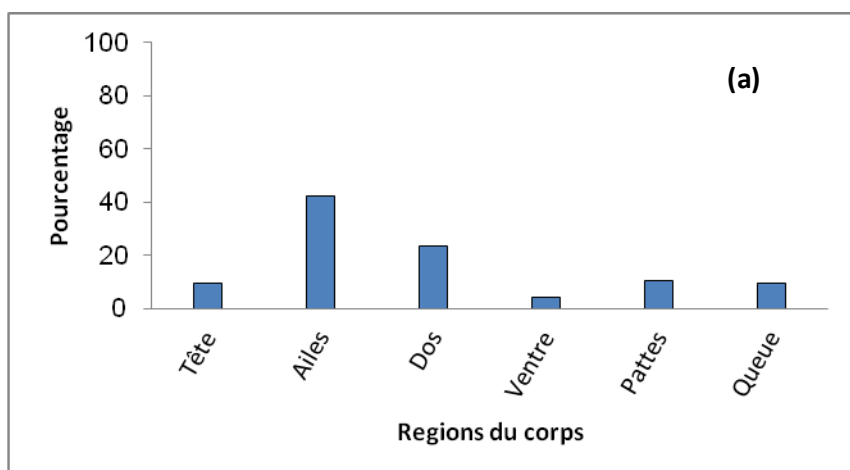


Figure 5.9. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *C. decimfasciatus*; (b) *Colpocephalum sp.*; (c) *A. expallidus*; sur les six différentes régions du corps de l'Aigrette garzette à Chatt pour l'année de reproduction 2010.

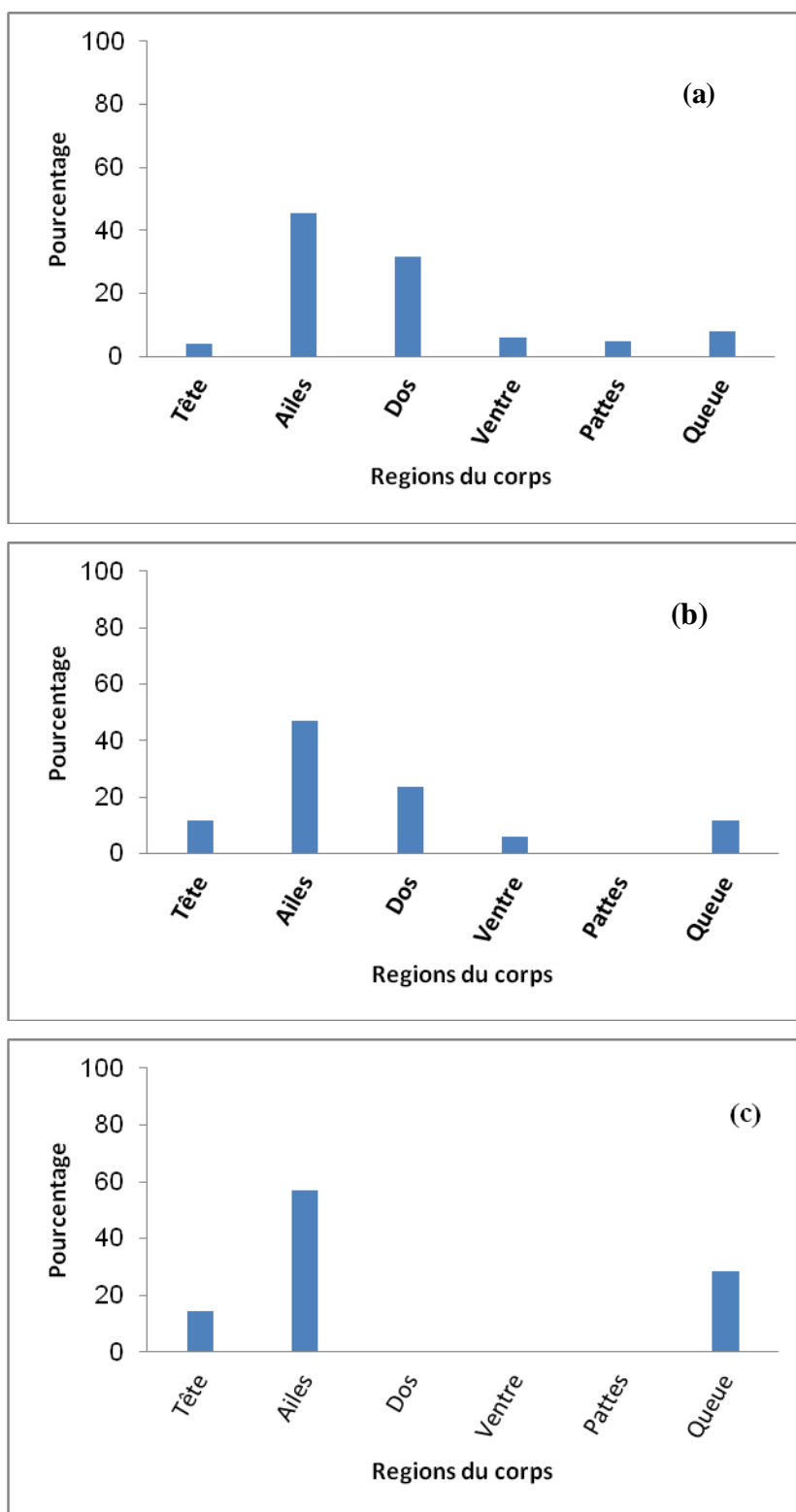


Figure 5.10. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *C. decimfasciatus*; (b) *Colpocephalum sp.*; (c) *A. expallidus*; sur les six différentes régions du corps de l'Aigrette garzette à Fetzara pour l'année de reproduction 2010.

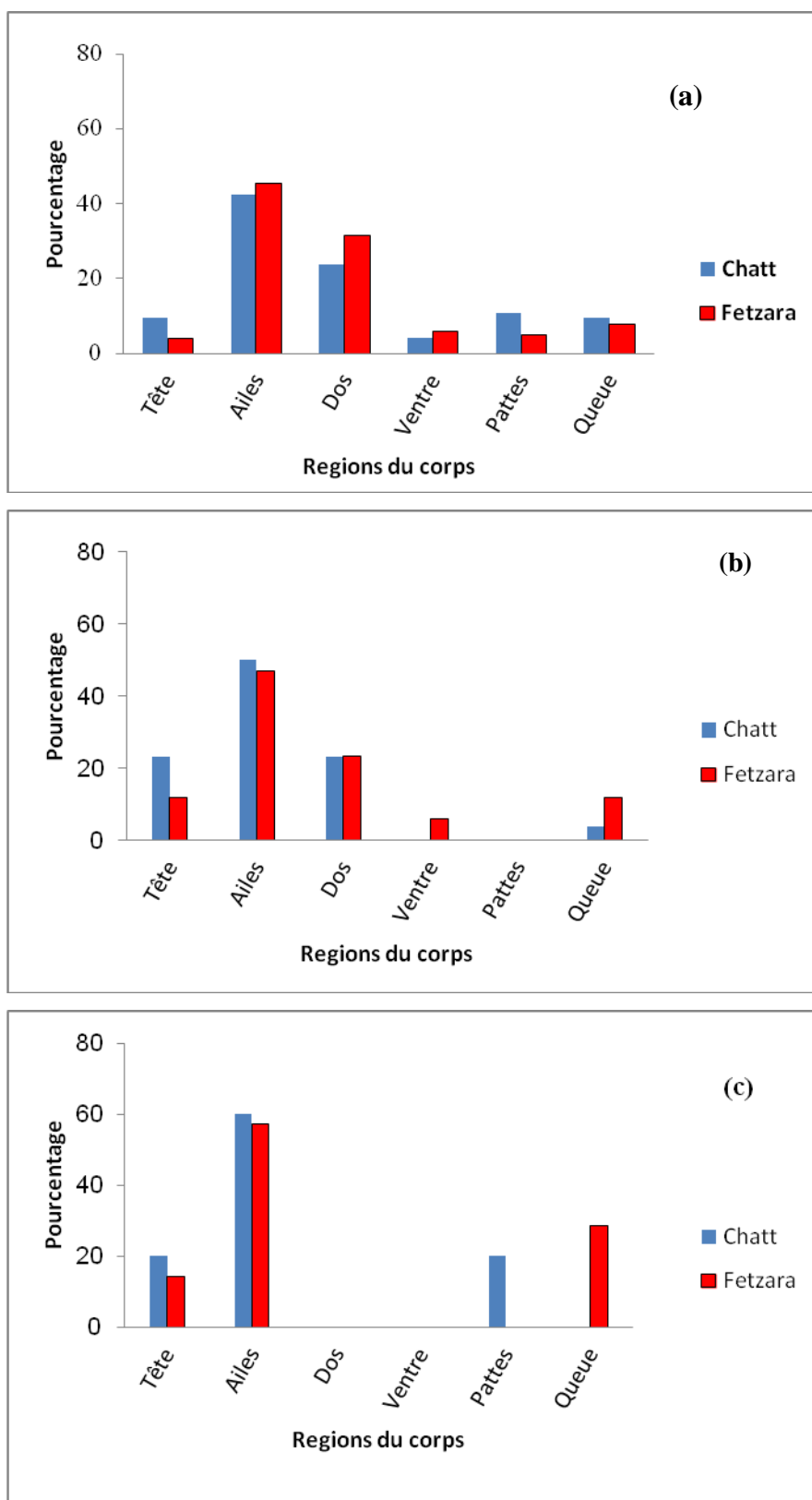


Figure 5.11. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *C. decimfasciatus*; (b) *Colpocephalum sp.*; (c) *A. expallidus*; sur les six différentes régions du corps de l'Aigrette garzette à Chatt et Fetzara pour l'année de reproduction 2010.

5.2.3. Le Héron garde-bœuf

5.2.3.1. La composition des ectoparasites

Le Héron garde-bœuf *Ardea ibis* hébergent les mêmes espèces ectoparasites de l'Aigrette garzette appartenant tous les deux aux Ciconiiformes. Trois espèces de poux déjà citées au préalable forment la communauté parasitaire qui est comme suit: *Ciconiphilus decimfasciatus* Boisduval & Lacordaire 1835, *Colpocephalum sp.* Nitzsch 1818 (famille des Menoponidae) et *Ardeicola expallidus* Blagoveshtchensky 1940 (famille des Philopteridae). Cependant, une autre espèce de tique isolée *Rhipicephalus sp.*, dans le site de Boussedra durant l'année de reproduction 2010 (**Tableau 5.6**).

Tableau 5.6. Les espèces d'ectoparasites isolées chez le Héron garde-bœuf *Ardea ibis* durant l'année de reproduction 2010 dans le marais de Boussedra.

Ectoparasites	Familles	espèces
Poux	Menoponidae	<i>Ciconiphilus decimfasciatus</i> <i>Colpocephalum sp.</i>
	Philopteridae	<i>Ardeicola expallidus</i>
Tiques	Ixodidae	<i>Rhipicephalus sp.</i>

5.2.3.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Sur un ensemble de 52 poussins de Héron garde-bœuf *Ardea ibis* examinés pour collecter les ectoparasites dans le marais de Boussedra, 30 (57.69%) étaient infestés (**Figure 5.12**). On note que 145 poux mallophages étaient collectés de 30 oiseaux. La charge parasitaire par oiseau individuel varie entre 1 à 15 (moyenne 4.83). La grande proportion des oiseaux était parasitée uniquement par une seule espèce d'ectoparasite (38.46%). La présence de deux espèces ectoparasites a été observée sur 10 oiseaux (19.23%). Cependant, on a trouvé qu'un seul poussin (1.92%) abrite trois espèces d'ectoparasites (*Colpocephalum sp.*, *Ciconiphilus decimfasciatus* et *Rhipicephalus sp.*). Enfin, *Ciconiphilus decimfasciatus* était le plus abondant avec 53.84 %. L'abondance moyenne était 2.17 ± 2.59 et l'intensité moyenne était 3.76 ± 2.39 . La prévalence, l'abondance et l'intensité moyennes sont bien illustrées dans le tableau **Tableau 5.7**.

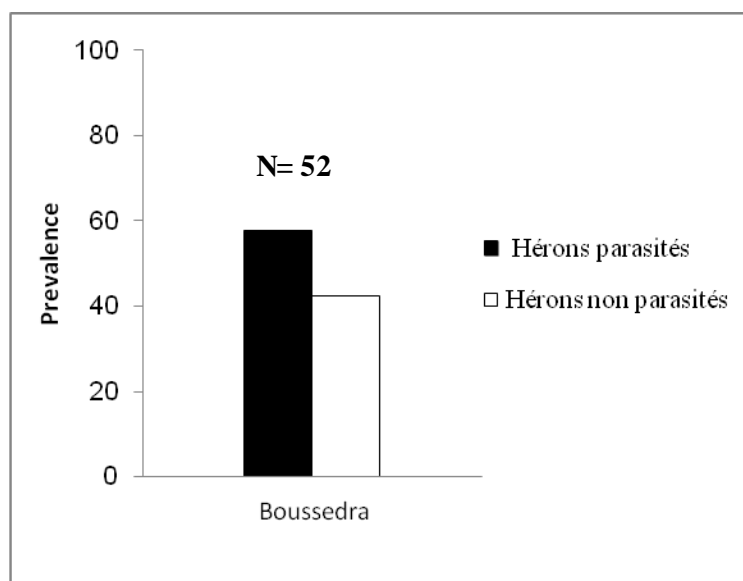


Figure 5.12. Prévalence des ectoparasites de l'Héron garde-bœuf dans les marais de Boussedra pour l'année de reproduction 2010.

Tableau 5.7. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés de différentes régions du corps de l'Héron garde-bœuf dans les marais de Boussedra pendant l'année de reproduction 2010.

Espèces de parasites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± écart type)	Intensité moyenne (± écart type)
<i>Ciconiphilus decimfasciatus</i>	28/52	53.84	2.17 ± 2.59	3.76 ± 2.39
<i>Colpocephalum sp.</i>	12/52	23.07	0.55 ± 1.38	0.96 ± 1.72
<i>Ardeicola expallidus</i>	1/52	1.92	0.05 ± 0.40	0.10 ± 0.53
<i>Rhipicephalus sp.</i>	1/52	1.92	0.01 ± 0.13	0.03 ± 0.17

5.2.3.3. La distribution des ectoparasites sur l'hôte

Les ectoparasites sont largement distribués sur le corps de l'Héron garde-bœuf *Ardea ibis* dans les marais de Boussedra. Ils sont rencontrés dans toutes les parties du corps de l'hôte: la tête, les ailes, le dos, le "ventre et la poitrine", les pattes et "l'arrière et la queue". On les trouve sur la tête (13.79%), les ailes (38.62%), le dos (30.34%), le ventre et la poitrine (7.58%), les pattes (0.68%) et l'arrière et la queue (8.27%) (**Figure 5.13**).

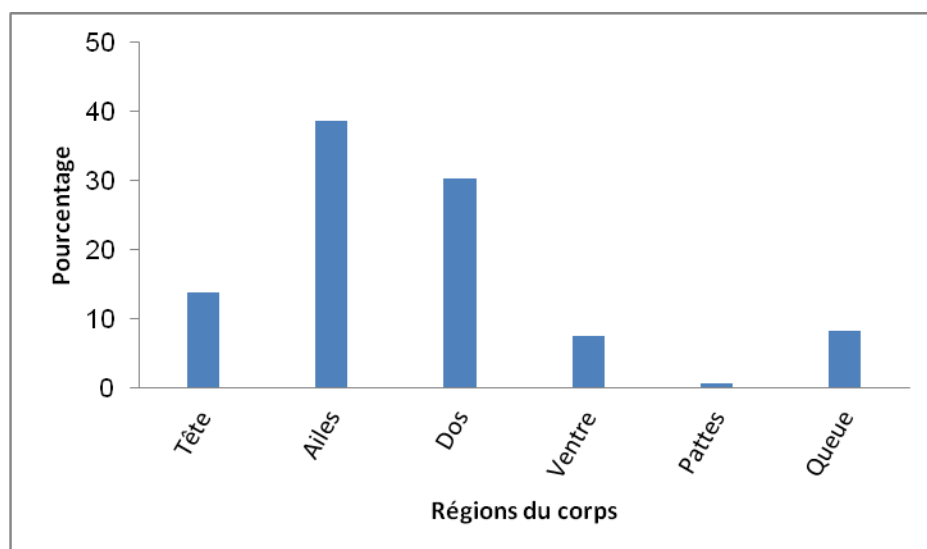


Figure 5.13. Abondance relative des poux broyeur sur les différentes régions du corps des poussins de l'Héron garde-bœuf dans le marais de Bouschedra durant l'année de reproduction 2010.

- **Les poux**

En conséquence, il apparaît que la distribution des poux mallophages est irrégulière sur le corps de l'Héron garde-bœuf. Ils couvrent toutes les régions du corps de l'hôte. *C. decimfasciatus* présente le plus grand nombre et spatialement bien distribué. On les trouve sur la tête (15.17%), les ailes (41.07%), le dos (27.67%), 'le ventre et la poitrine' (6.25%), les pattes (0.88%) et 'l'arrière et la queue' (8.92%) (**Figure 5.14a**). *Colpocephalum sp.*, était effectivement abondant sur le dos (40%) et les ailes (36.66%). Il est aussi enregistré sur la tête (6.66%), le ventre et la poitrine (13.33%) et sur la partie de l'arrière et de la queue de densités faibles (3.33%) (**Figure 5.14b**). En revanche, *A. expallidus* est exclusivement présent sur trois régions distinctes du corps de l'hôte et partage le même pourcentage (33.33%) respectivement sur la tête, le dos et aussi 'l'arrière et la queue' (**Figure 5.14c**). Enfin, on a observé que *C. decimfasciatus* et *Colpocephalum sp.*, coexistent relativement sur toutes les parties du corps de l'Héron Garde-bœuf. Alors que, *A. expallidus* prend spécifiquement sa place sur la tête, le dos et "l'arrière et la queue" (**Figure 5.14**).

- **Les tiques**

Une autre espèce de tique dure isolée a été identifiée. Il s'agit de *Rhipicephalus sp.* (Ixodidae). Cette espèce couvre spécifiquement la surface des ailes de l'Héron garde-bœuf *Ardea ibis* dans le marais de Bouschedra (**Figure 5.14d**).

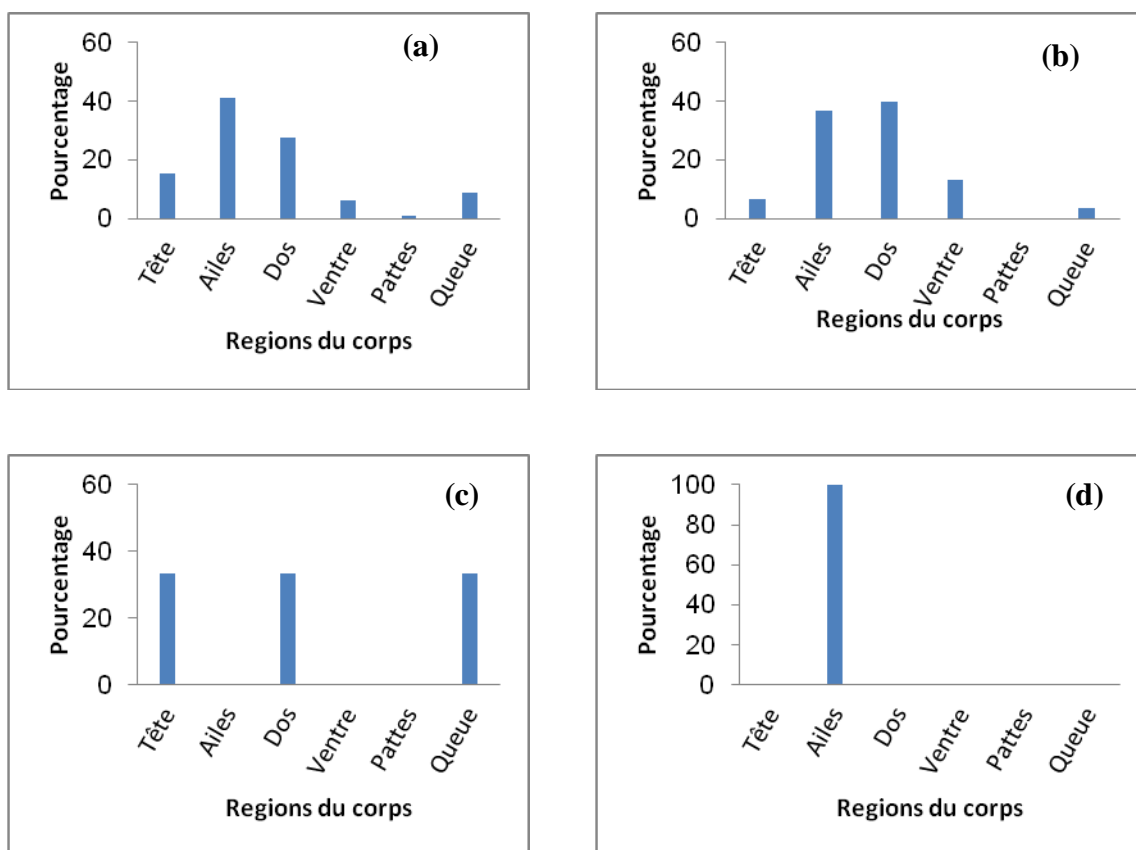


Figure 5.14. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *C. decimfasciatus*; (b) *Colpocephalum sp.*; (c) *A. expallidus*; (d) *Rhipicephalus sp.*, sur les six différentes régions du corps de l'Héron garde-bœuf dans le marais de Bussedra pour l'année de reproduction 2010.

5.2.4. La Cigogne blanche

5.2.4.1. La composition des ectoparasites

Pour les deux années consécutives de reproduction 2011 et 2012, la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* dans le site de Dréan, est parasitée principalement par les quatre espèces de poux broyeur (mallophages) suivants: *Colpocephalum zebra* Burmeister, 1838; *Neophiloaterus incompletus* Denny, 1842; *Ardeicola ciconiae* Linnaeus, 1758 et *Ciconiphilus quadripustulatus* Burmeister, 1838 (**Tableau 5.8**).

Tableau 5.8. Les espèces d'ectoparasites isolées chez la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* durant les années de reproduction 2011 et 2012 dans le site de Dréan.

Ectoparasites	Familles	Espèces
Poux	Menoponidae	<i>Colpocephalum zebra</i>
	Menoponidae	<i>Neophiloaterus incompletus</i>
	Philopteridae	<i>Ardeicola ciconiae</i>
	Philopteridae	<i>Ciconiphilus quadripustulatus</i>

5.2.4.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Durant l'année de reproduction de 2011, sur un ensemble de 59 poussins inspectés, 25 sont extrêmement infestés par les espèces de poux broyeur (42.4%) (**Figure 5.15**). Au total, 92 poux sont collectés des oiseaux examinés correspondant à 25 males (27.19%), 57 femelles (61.95%) et 10 nymphes (10.86%).

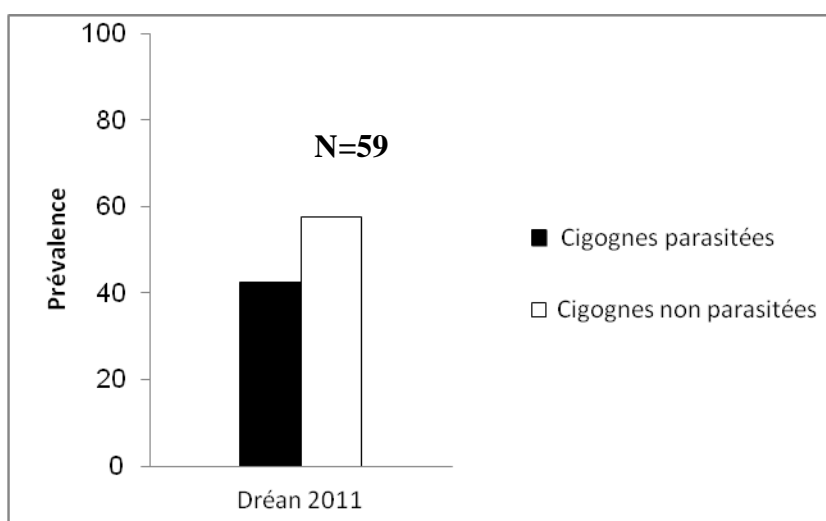


Figure 5.15. Prévalence des ectoparasites dans le site de Dréan.

Cependant, le nombre de poux broyeurs par oiseau individuel varie entre 1 à 7 (moyenne 3.7). La plupart des oiseaux infestés étaient remarquablement parasités par une seule espèce. Par conséquent, la communauté des ectoparasites était dominée par *Colpocephalum zebra* (19.94%). L'abondance moyenne était de 0.59 ± 1.52 . Ensuite, dans la deuxième position comme taxa assez abondant, on trouve *Neophiloaterus incompletus* (10.16%). Les deux autres ectoparasites, *Ardeicola ciconia* et *Ciconiphilus quadripustulatus* étaient moins abondants avec 8.47% et 6.77%, respectivement (**Tableau 5.9**).

Alors que, sur un total de 61 poussins examinés en 2012, uniquement 12 sont effectivement infestés par les mallophages (19.61%) (**Figure 5.16**). Ainsi que, 42 poux sont collectés des oiseaux échantillonnés avec 12 mâles (28.57%), 24 femelles (57.14%), et 6 nymphes (14.28%). Les analyses statistiques montrent une différence significative entre 2011 et 2012 pour le taux d'infestation (Fisher test $P=0.009$; CI : 1.24-7.46).

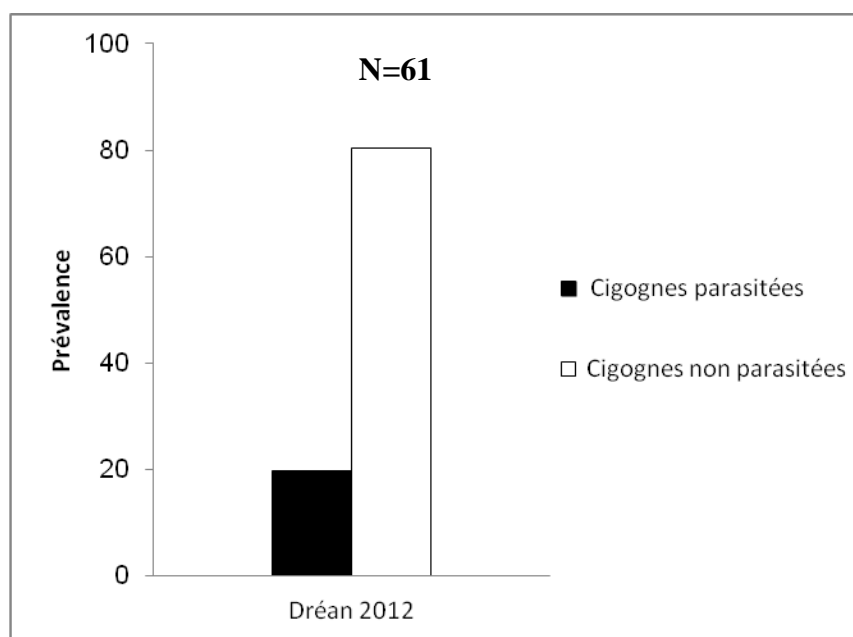


Figure 5.16. Prévalence des ectoparasites dans le site de Dréan.

Le nombre de poux mallophages par oiseau individuel varie entre 1 à 6 (moyenne 3.5). Les poussins de la Cigogne blanche sont parasités exclusivement par une seule espèce ectoparasite. La communauté parasitaire est représentée par *Colpocephalum zebra* (8.19%), *Neophiloaterus incompletus* (4.91%), *Ardeicola ciconiae* (4.91%) et *Ciconiphilus quadripustulatus* (1.63%) (**Tableau 5.9**).

Tableau 5.9. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés des différentes régions du corps de la Cigogne blanche dans le site de Dréan.

Ectoparasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± Ecart type)	Intensité moyenne (± Ecart type)
<i>Colpocephalum zebra</i> (Menoponidae)	Dréan 2011	10/59	19.94	0.59 ± 1.52	1.4 ± 2.12
	Deéan 2012	5/61	8.19	0.27 ± 1.02	141 ± 1.85
<i>Neophiloaterus incompletus</i> (Menoponidae)	Dréan 2011	6/59	10.16	0.38 ± 1.27	0.92 ± 1.2
	Deéan 2012	1/61	1.63	0.16 ± 0.72	0.83 ± 1.42
<i>Ardeicola ciconiae</i> (Philopteridae)	Dréan 2011	5/59	8.47	0.37 ± 1.2	0.88 ± 1.73
	Dréan 2012	3/61	4.91	0.24 ± 1.08	1.25 ± 2.54
<i>Ciconiphilus quadripustulatus</i> (Philopteridae)	Dréan 2011	4/59	6.77	0.22 ± 0.99	0.52 ± 1.53
	Deéan 2012	1/61	1.63	0.03 ± 0.25	0.16 ± 0.53

5.2.4.3. Variation temporelle de la prévalence

Les résultats obtenus montrent clairement que pour les années de reproduction 2011 et 2012, l'apparition des mêmes espèces de parasites dans le site de Dréan avec des prévalences assez voisines (**Figure 5.17**). Les analyses statistiques ne révèlent aucune différence significative entre la prévalence des quatre espèces de poux broyeur pour les deux années d'étude (Fisher's Exact Test for count data: $P > 0.37$).

5.2.4.4. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

A l'exception des pattes, les mallophages sont distribués différenciellement sur les parties du corps de leur hôte en 2011. Les résultats montrent clairement que les ailes (59.1%) et "l'arrière et la queue" (19.4%) supportent la plupart des ectoparasites. Contrairement, un petit nombre est localisé sur la tête, le dos (8.6% pour les deux régions) et le "ventre et la poitrine" (5.4%) (**Figure 5.18**). Quant à l'année 2012, les poux broyeur sont dispersés sur les différentes parties du corps de la Cigogne blanche sauf les pattes de façon similaire pour l'année précédente. Aussi les ailes sont les plus occupées par les mallophages (45.45%). Le dos avec une densité de plus en plus supérieure par rapport aux autres parties du corps (18.18%). Alors que, les ectoparasites (mallophages) se trouvent sur la tête et le "ventre et la poitrine" avec le même pourcentage de 13.63. La surface de la région de "l'arrière et la queue" abrite un nombre assez faible de poux broyeur de 9.09% (**Figure 5.18**).

- **Les poux**

L'année de reproduction 2011 est caractérisée par une distribution irrégulière des poux broyeur. *C. zebra* est trouvé en forte densité sur les ailes (89.5%) et le dos (10.5%) (**Figure 5.19a**). Nous avons enregistré uniquement *N. incompletus* sur "l'arrière et la queue" (78.3%) et le "ventre et la poitrine" (21.8%) (**Figure 5.19b**). Alors que, *A. ciconiae* était présent sur trois parties majeures du corps de l'hôte: les ailes (86.4%), la tête (5.5%) et le dos (9.1%) (**Figure 5.19c**). D'une manière similaire, *C. quadripustulatus* occupe trois régions du corps principalement la tête (53.8%), les ailes (30.8%) et le dos (15.4%) (**Figure 5.19d**). *C. zebra*, *A. ciconiae* et *C. quadripustulatus* étaient les espèces dominantes sur les ailes et les autres parties du corps de la Cigogne blanche. D'un autre côté, *N. incompletus* est strictement implanté sur "le ventre et la poitrine", et sur "l'arrière et la queue" mais demeure seul qui domine ces parties du corps de l'hôte (**Figure 5.19**).

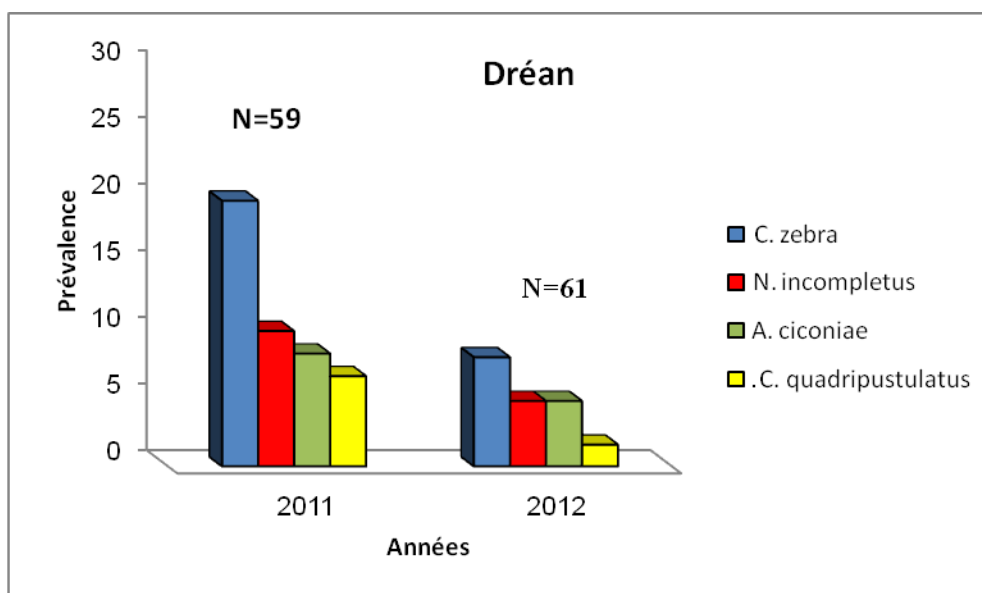


Figure 5.17. Variation temporelle de la prévalence dans le site de Dréan.

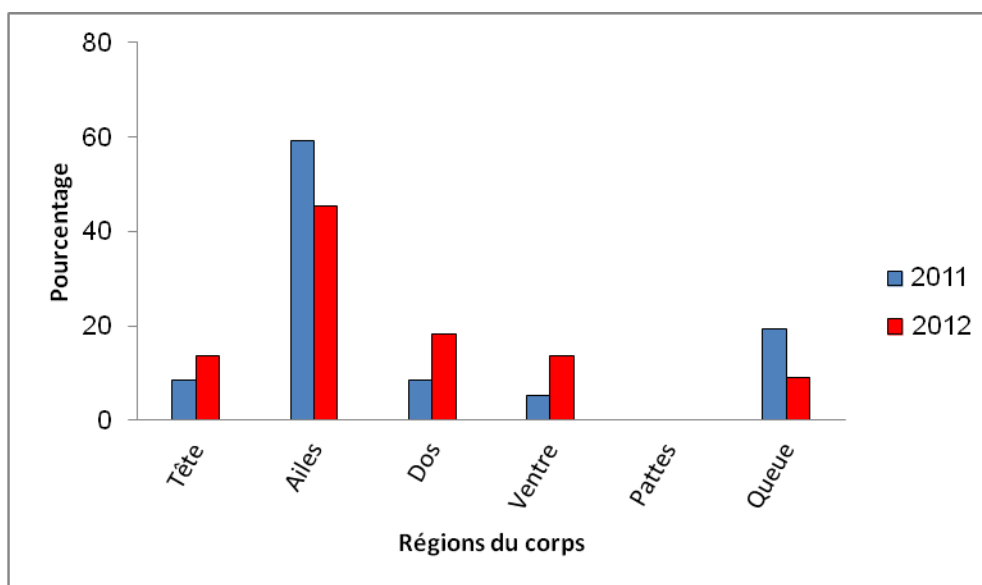


Figure 5.18. Abondance relative des mallophages sur les différentes régions du corps des poussins de la Cigogne blanche dans le site de Dréan.

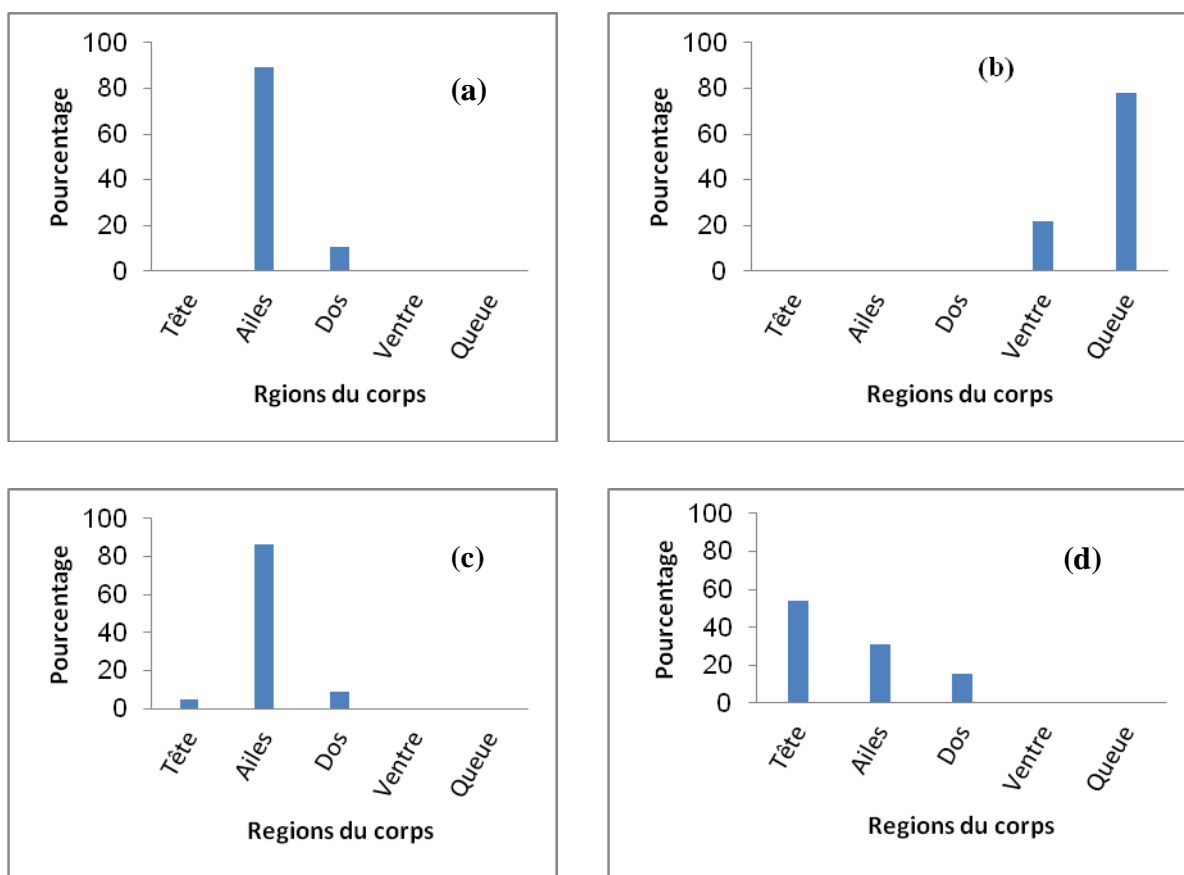


Figure 5.19. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Colpocephalum zebra*; (b) *Neophilopterus incompletus*; (c) *Ardeicola ciconiae*; (d) *Ciconiphilus quadripustulatus* sur les six différentes régions du corps de la Cigogne blanche dans le site de Dréan pour l'année de reproduction 2011.

L'année de reproduction suivante (2012), montre aussi une distribution non homogène des mallophages. *C. zebra* utilise la partie des ailes comme une surface préférentielle avec une densité relativement importante de 66.66%. Il occupe également la tête (5.55%) et le dos aussi avec un pourcentage de 27.77 (**Figure 5.20a**). En occurrence, *N. incompletus* se trouve sur la région qui paraît privilégiée pour lui "le ventre et la poitrine" (60%) et "l'arrière et la queue" (40%) (**Figure 5.20b**), à l'inverse de l'année passée où cette dernière était la prédominante avec un pourcentage de 78.3% et la première région du corps supporte uniquement peu de mallophages (21.8%) (**Figure 5.20**). Cependant, *A. ciconiae* se trouve sur trois parties du corps de l'hôte: la tête et le dos qui partagent le même pourcentage de 21.42, et les ailes avec une densité assez élevée (57.14%). (**Figure 5.20c**).

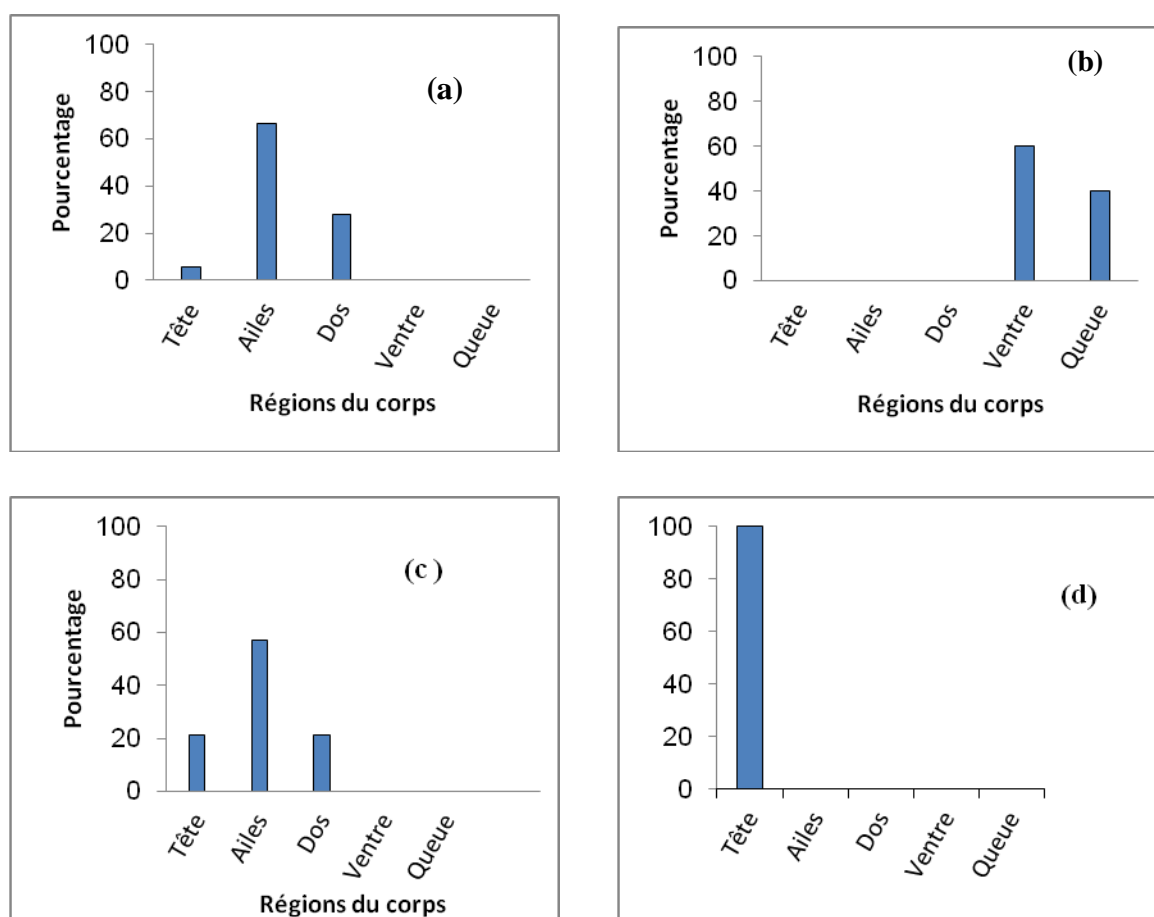


Figure 5.20. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Colpocephalum zebra*; (b) *Neophiloaterus incompletus*; (c) *Ardeicola ciconiae*; (d) *Ciconiphilus quadripustulatus* sur les six différentes régions du corps de la Cigogne blanche à Dréan pour l'année de reproduction 2012.

Cette distribution est aussi semblable à l'année de reproduction précédente où la région des ailes demeure une zone comme un microhabitat préféré (86.36%) et la tête et le dos avec un faible pourcentage de 4.54 et 9.09 respectivement. Enfin, *C. quadripustulatus* colonise fortement la partie de la tête de la Cigogne blanche (100%) (**Figure 5.20d**). Tandis que pour l'année 2011, sa répartition est plus élargie, car il se trouve sur la tête de l'oiseau (53.84%), les ailes (30.76%) et le dos (15.38) (**Figure 5.21**).

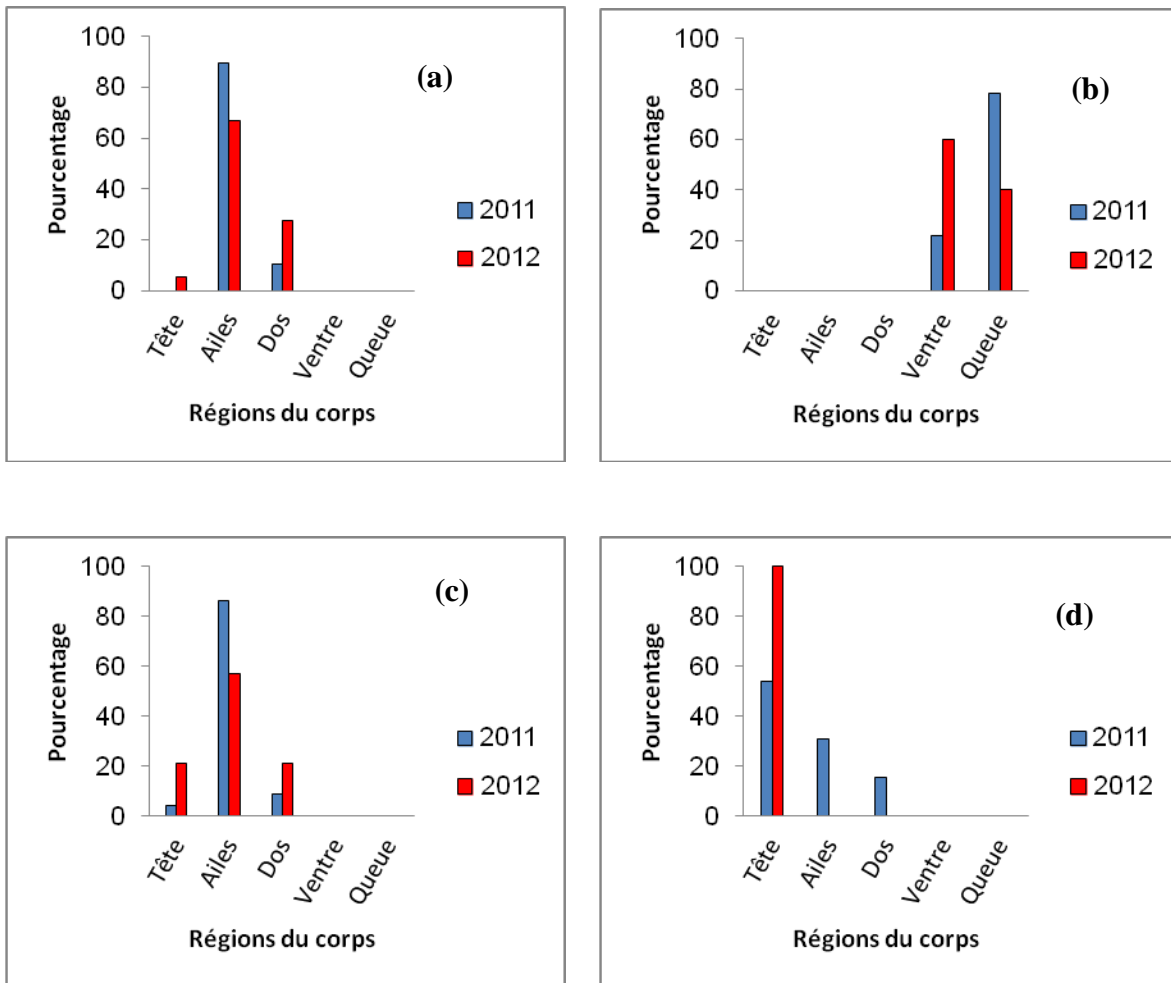


Figure 5.21. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeurs (a) *Colpocephalum zebra*; (b) *Neophilopterus incompletus*; (c) *Ardeicola ciconiae*; (d) *Ciconiphilus quadripustulatus* sur les six différentes régions du corps de la Cigogne blanche à Dréan.

5.2.5. Le Flamant rose

5.2.5.1. La composition des ectoparasites

La communauté des ectoparasites recensée sur les poussins de Flamant rose *Phoenicopus roseus* en Algérie, est composée principalement des espèces de poux broyeur (mallophages) suivants dans les deux sites d'étude Ezzemoul (Hauts Plateaux) et Safioune (Sahara): *Colpocephalum heterosoma* Piaget (Menoponidae), *Triniton femoratum* Piaget (Menoponidae), *Anaticola phoenicopteri* (Coinde) (Phlopteridae) et de *Anatoecus pygaspis* Nitzsch (Phlopteridae) (**Tableau 5.10**).

Tableau 5.10. Les espèces d'ectoparasites isolées chez le Flamant rose *Phoenicopus roseus* à Ezzemoul et Safioune.

Ectoparasites	Familles	Espèces	Sites
Poux	Menoponidae	<i>Colpocephalum heterosoma</i>	Ezzemoul, Safioune
	Menoponidae	<i>Triniton femoratum</i>	Ezzemoul, Safioune
	Phlopteridae	<i>Anaticola phoenicopteri</i>	Ezzemoul, Safioune
	Phlopteridae	<i>Anatoecus pygaspis</i>	Ezzemoul, Safioune

5.2.5.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Les résultats obtenus dans cette présente étude montrent que, dans Garaet Ezzemoul, 18 (33.3%) et 17 poussins (26.98%) sont infestés par les poux broyeur respectivement pour les années 2009 et 2011 (**Figure 5.22**). Cependant, au niveau de Sabkhat Safioune 13 poussins (39.3%) sont trouvés infestés pour l'année de reproduction 2011. (**Figure 5.23**).

Le taux d'infestation ne diffère pas entre les trois échantillons (Fisher's Exact Test for count data: $P=0.11$). En addition, pour les trois événements d'échantillonnage, la prévalence des quatre espèces de poux broyeur est similaire (Fisher's Exact Test for count data: $P>0.40$) pour les trois échantillons).

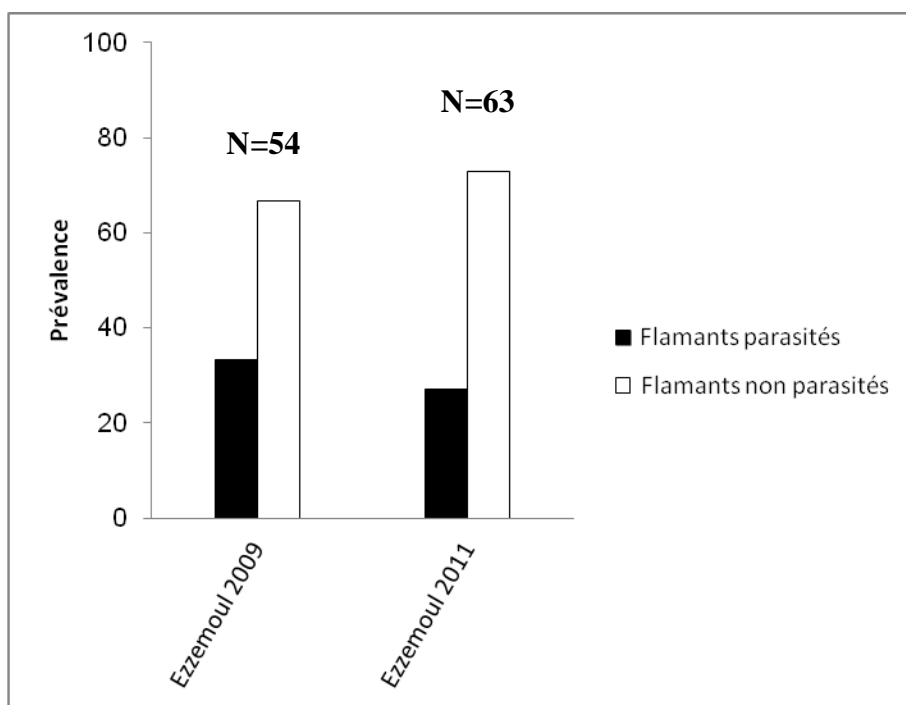


Figure 5.22. Prévalence des ectoparasites à Garaet Ezzemoul

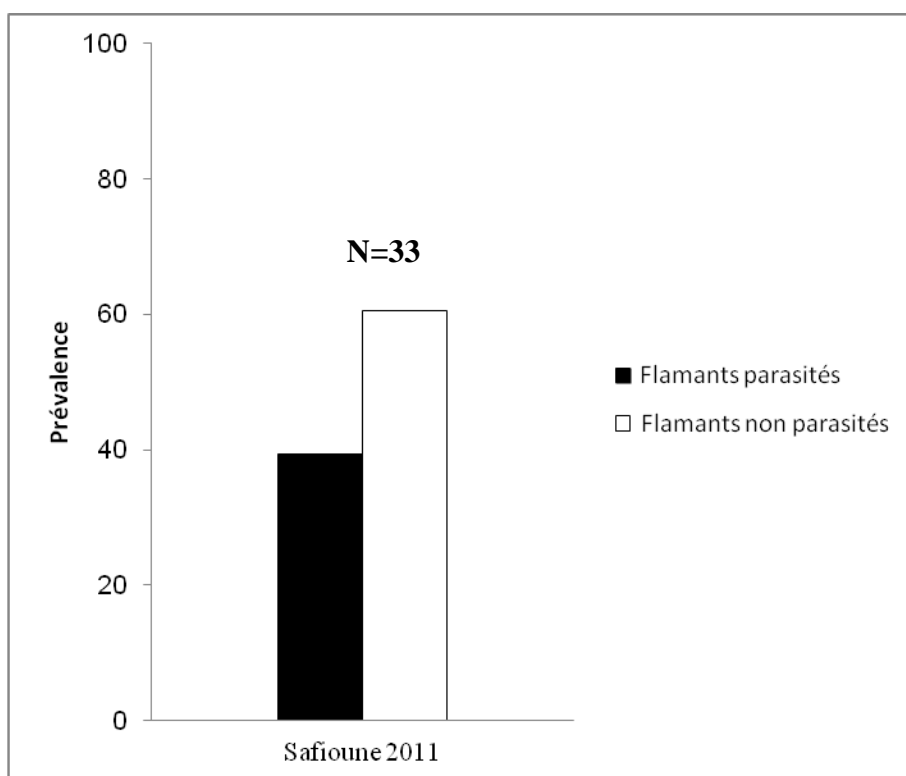


Figure 5.23. Prévalence des ectoparasites à Sabkhat Safioune.

Au total, à Garaet Ezzemoul 115 et 91 poux sont collectés à partir de 18 et 17 poussins de Flamant rose durant les années 2009 et 2011, respectivement. Le nombre d'ectoparasites par oiseau se situe entre 1 et 10 (moyenne de 6.38) ainsi qu'entre 1 et 8 (moyenne 5.35) au niveau de Garaet Ezzemoul respectivement pour les années 2009 et 2011. Nous avons également observés pour les deux sites, que chaque oiseau infesté était parasité par une seule espèce de poux (mallophages). Cependant, la communauté des ectoparasites est dominée par *A. phoenicopteri* (12.86%) et (11.11%) à Ezzemoul pour les années 2009 et 2011, respectivement. Alors que, *Anatoecus pygaspis* est rencontré uniquement sur 2 (3.70%) et 3 oiseaux (4.76%) pour les années d'études 2009 et 2011, respectivement (**Tableau 5.11**).

Au niveau du Sabkhat Safioune en 2011 (la première reproduction réussie), on a uniquement collecté 77 poux mallophages à partir de 13 oiseaux. La charge parasitaire par oiseau varie de 3 à 10 (moyenne 5.92). *A. Phoenicopteri* exhibe le plus haut taux d'infestation des oiseaux (15.15%) et d'abondance moyenne de 1.03 ± 2.50 . Les résultats indiquent aussi la présence de *Anatoecus pygaspis* et celle de *Triniton femoratum* sur le corps de deux oiseaux avec le même pourcentage (6.06%) (**Tableau 5.11**).

Les analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas des différences significatives pour l'abondance moyenne des ectoparasites entre les trois évènements d'échantillonnage (Kruskal-Wallis rank sum test: $P=0.23$). De la même manière, on a remarqué qu'il n'existe pas de différences pour l'intensité moyenne entre les trois évènements d'échantillonnage (Kruskal-Wallis rank sum test: $P=0.37$).

5.2.5.3. Variation spatiale de la prévalence

Les quatre espèces de poux broyeur isolés étaient présentes dans les deux régions Ezzemoul (Hauts plateaux) et Safioune (Sahara), pour l'année de reproduction 2011. L'étude statistique, portant sur les deux régions concernées, ne nous montre aucune différence significative dans la prévalence (Fisher test exact: $P=0.25$). On peut également ajouter que l'infestation parasitaire dépend, par ailleurs, de la concentration en oiseaux, le parasite se propageant plus aisément en zone dense d'animaux (**Figure 5.24**). .

Tableau 5.11. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés des différentes régions du corps des poussins du Flamant rose à Ezzemoul et Safioune.

Ectoparasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (\pm Ecart type)	Intensité moyenne (\pm Ecart type)
<i>Colpocephalum heterosoma</i> (Menoponidae)					
	Ezzemoul 2009	5/54	9.25	0.53 \pm 1.70	1.61 \pm 2.63
	Ezzemoul 2011	4/63	4.76	0.22 \pm 1.01	0.82 \pm 1.78
	Safioune 2011	4/33	12.12	0.51 \pm 1.41	1.30 \pm 1.97
<i>Triniton femoratum</i> (Menoponidae)					
	Ezzemoul 2009	4/54	7.40	0.48 \pm 1.51	1.16 \pm 2.17
	Ezzemoul 2011	3/63	4.76	0.22 \pm 1.01	0.82 \pm 1.78
	Safioune 2011	2/33	6.06	0.27 \pm 1.13	0.69 \pm 1.67
<i>Anaticola phoenicopteri</i> (Philopteridae)					
	Ezzemoul 2009	7/54	12.86	0.92 \pm 2.69	2.77 \pm 4.06
	Ezzemoul 2011	7/63	11.11	0.67 \pm 1.92	2.47 \pm 3.01
	Safioune 2011	5/33	15.15	1.03 \pm 2.5	2.61 \pm 3.43
<i>Anatoecus pygaspis</i> (Philopteridae)					
	Ezzemoul 2009	2/54	3.70	0.27 \pm 1.31	0.83 \pm 2.14
	Ezzemoul 2011	3/63	4.76	0.17 \pm 0.88	0.64 \pm 1.56
	Safioune 2011	2/33	6.06	0.51 \pm 2.03	1.30 \pm 3.02

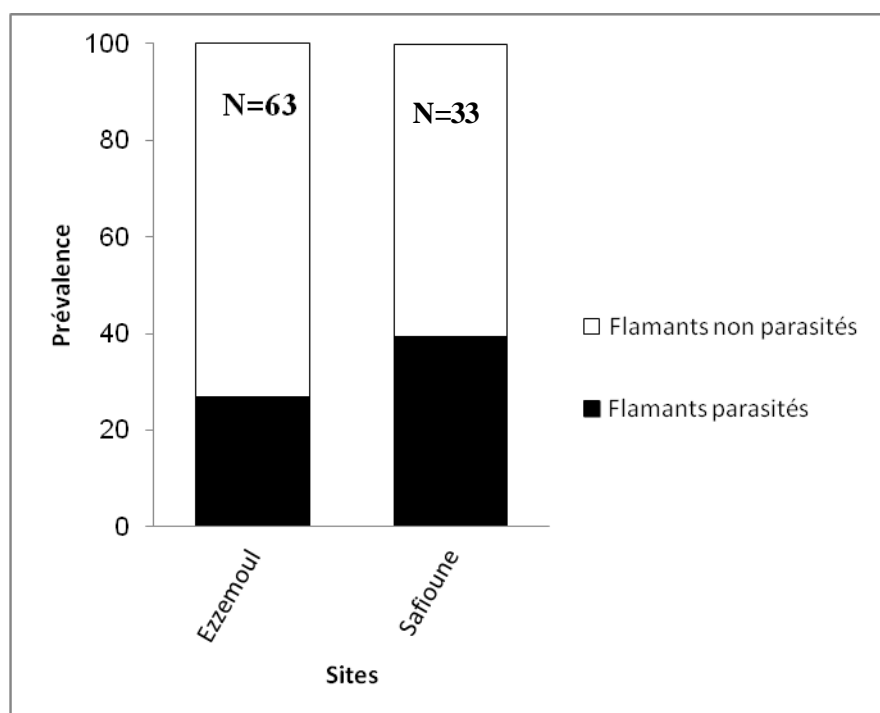


Fig.5.24. Variation spatiale de la prévalence entre Ezzemoul et Safioune pour l'année de reproduction 2011.

5.2.5.4. Variation temporelle de la prévalence

On pourrait s'attendre à de grandes variations dans la composition de la faune parasitaire, d'une année sur l'autre. Les oiseaux migrent avec ses parasites, mais il n'en est rien. En effet, la plupart des animaux que nous avons prélevés étaient nés sur place et nous avons donc un reflet assez juste du parasitisme de leur environnement. Nous voyons que pour les années de reproduction 2009 et 2011, nous avons retrouvé les mêmes espèces de parasites dans Garaet Ezzemoul avec, de plus, des prévalences assez voisines. La prévalence des quatre poux broyeur est similaire, ce qui montre qu'il n'y a pas de différence significative d'une année sur l'autre (Fisher test $P=0.53$) (**Figure 5.25**).

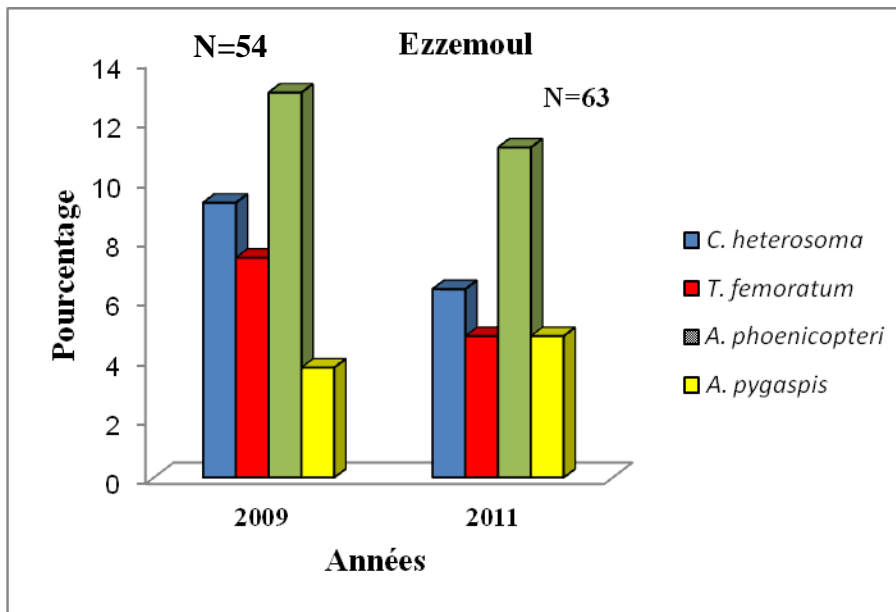


Figure 5.25. Variation temporelle de la prévalence à Ezzemoul.

5.2.5.5. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

Les ectoparasites sont strictement confinés pour les régions préférées du corps du Flamant rose (la tête, les ailes et les flancs) durant les deux années d'études à Garaet Ezzemoul et à Sabkhat Safioune (Figure 5.26). On les trouve sur la tête avec des pourcentages de 21,73 et 18,68 à Ezzemoul respectivement pour les années 2009 et 2011. Ils occupent également les ailes (49,56% et 54,94%) et les flancs (26,95% et 25,27%), à Ezzemoul en 2009 et 2011, respectivement. Cependant, à Safioune, les ectoparasites se localisent de la même manière à Ezzemoul, au niveau de la tête (27,2%), les ailes (50,64%) et les flancs (22,07%).

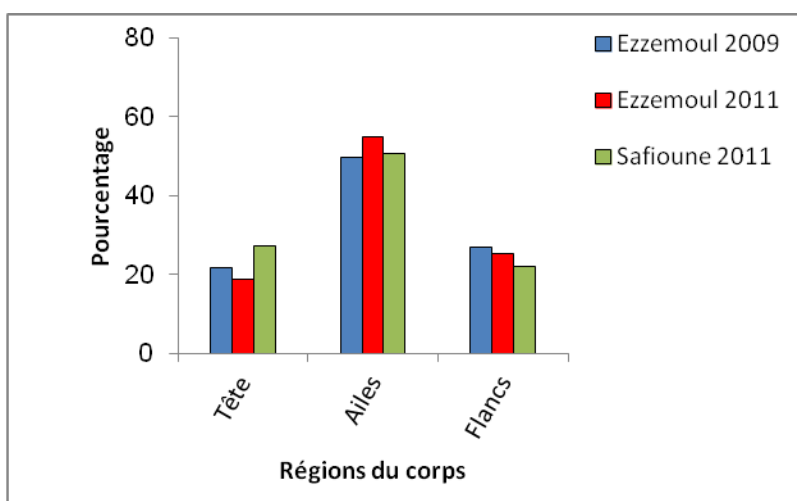


Fig.5.26. Abondance relative des poux broyeurs sur les différentes régions du corps des poussins du Flamant rose à Ezzemoul et Safioune.

- **Les poux**

A Garaet Ezzemoul, *Colpocephalum heterosoma* est largement distribué sur les ailes (68.96%), (79.16%) mais également présent sur la tête (13.79%), (8.33%) et les flancs (17.24%), (12.5%), respectivement durant les années de reproduction 2009 et 2011. Cependant en 2009, *Triniton femoratum* occupe préférentiellement les flancs (52.38%) et (64.28%) pour 2011. Il est rencontré aussi sur la tête (28.57%), (21.42%), et sur les ailes (19.04%), (14.28%), respectivement pour les annexes 2009 et 2011. Bien que, en 2009 et 2011, *Anaticola phoenicopteri* se localise au niveau des ailes (58.18%), (66.66%), mais on le trouve aussi sur la tête (14.54%), (7.14%) et les flancs (27.27%), (26.19%) respectivement. *Anatoecus pygaspis*, apparemment une espèce qui préfère la région de la tête (87.5%), (81.81%) et se trouve également sur les ailes avec des pourcentages de 12.5 et 18.18, respectivement en 2009 et 2011 (**Figure 5.27**).

A Sabkhat Safioune, *Colpocephalum heterosoma* occupe de la même manière à Ezzemoul, les ailes (76.41%) et les autres régions comme la tête (11.71%) et les flancs (11.76%). *Triniton femoratum* préfère les flancs (41.66%) et habite les ailes (11.11%) ainsi que la tête (33.33%). Tandis que, *Anaticola phoenicopteri* choisit les ailes (67.64%) comme microhabitat préférentielle. Il occupe aussi les flancs (26.47%) et la tête (5.88%). Enfin, *Anatoecus pygaspis* se localise sur la tête (82.35%) et sur les ailes (17.64%) (**Figure 5.28**).

Les résultats révèlent que les différences dans l'occurrence des quatre espèces de poux broyeurs (mallophages) entre les différentes parties du corps ne sont pas significatives (Kruskal-Wallis rank sum test: $P= 0.06$).

L'abondance différentielle des mallophages sur les différentes régions du corps de leur hôte dans tous les trois événements d'échantillonnage suggère peut être une partition spatiale à l'intérieur de l'infracommunauté des poux (**Figure 5.29**). *Colpocephalum heterosoma* est quasiment abondant sur les ailes (Fisher's Exact Test: $P<0.0001$), *Triniton femoratum* est dominant sur les flancs (Fisher's Exact Test: $P<0.003$), *Anaticola phoenicopteri* occupe préférentiellement les ailes (Fisher's Exact Test: $P<0.0001$) et *Anatoecus pygaspis* est rencontré le plus souvent exclusivement sur la tête (Fisher's Exact Test: $P< 0.0001$).

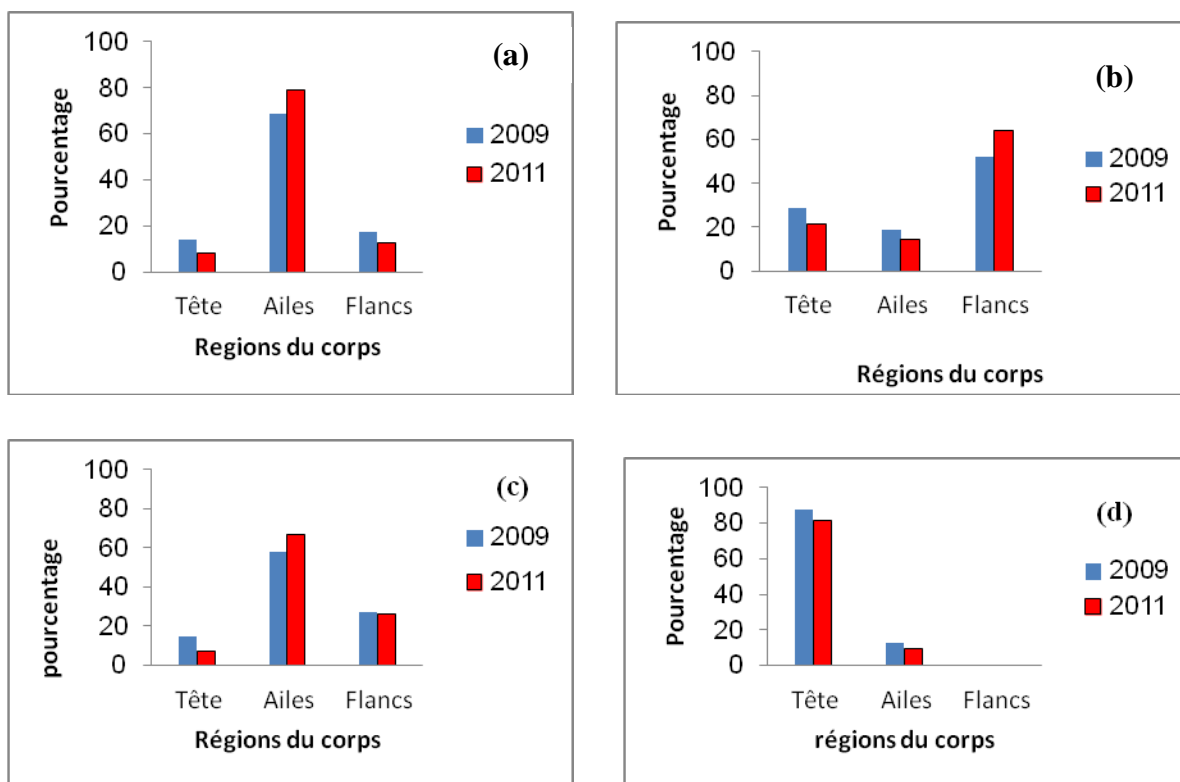


Figure 5.27. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Colpocephalum heterosoma*; (b) *Triniton femoratum*; (c) *Anaticola phoenicopteri*; (d) *Anatoecus pygaspis* sur trois régions du corps du Flamant rose à Ezzemoul.

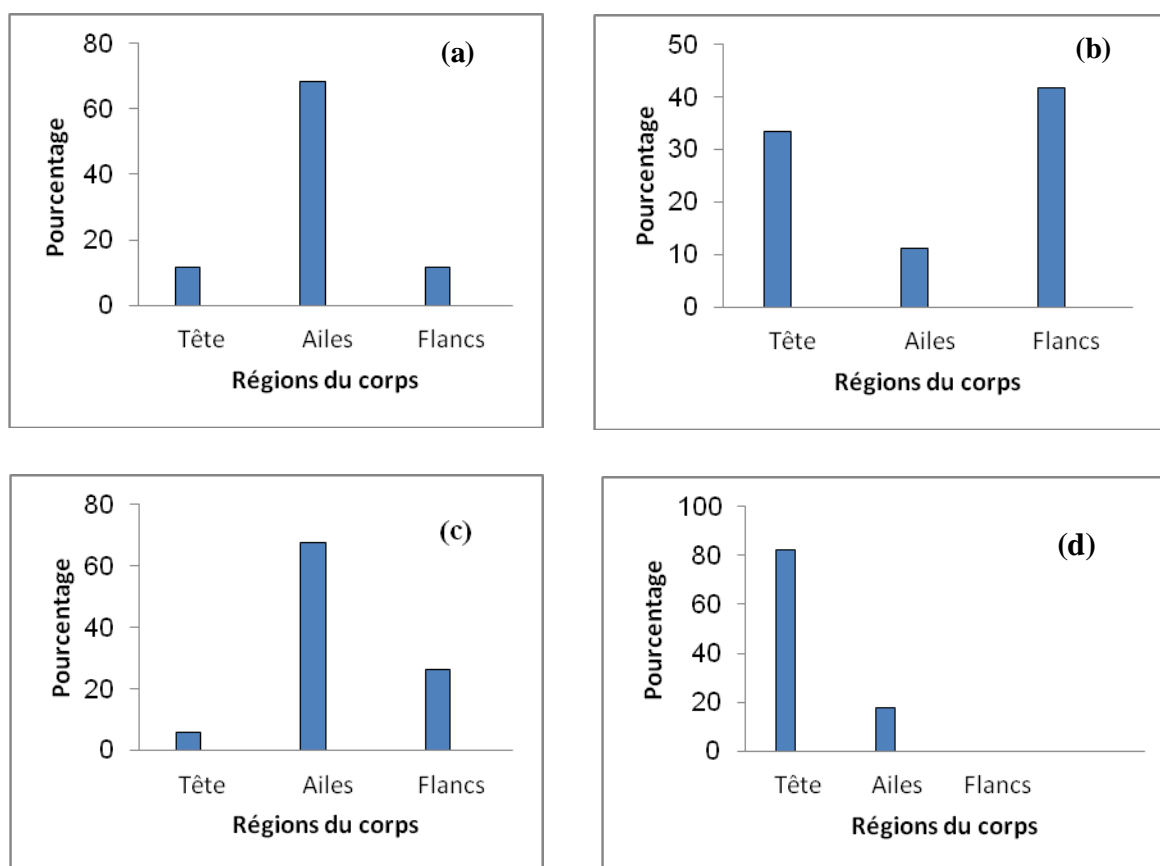


Figure 5.28. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Colpocephalum heterosoma*; (b) *Triniton femoratum*; (c) *Anaticola phoenicopteri*; (d) *Anatoecus pygaspis* sur trois régions du corps du Flamant rose à Safioune pour l'année de reproduction 2011.

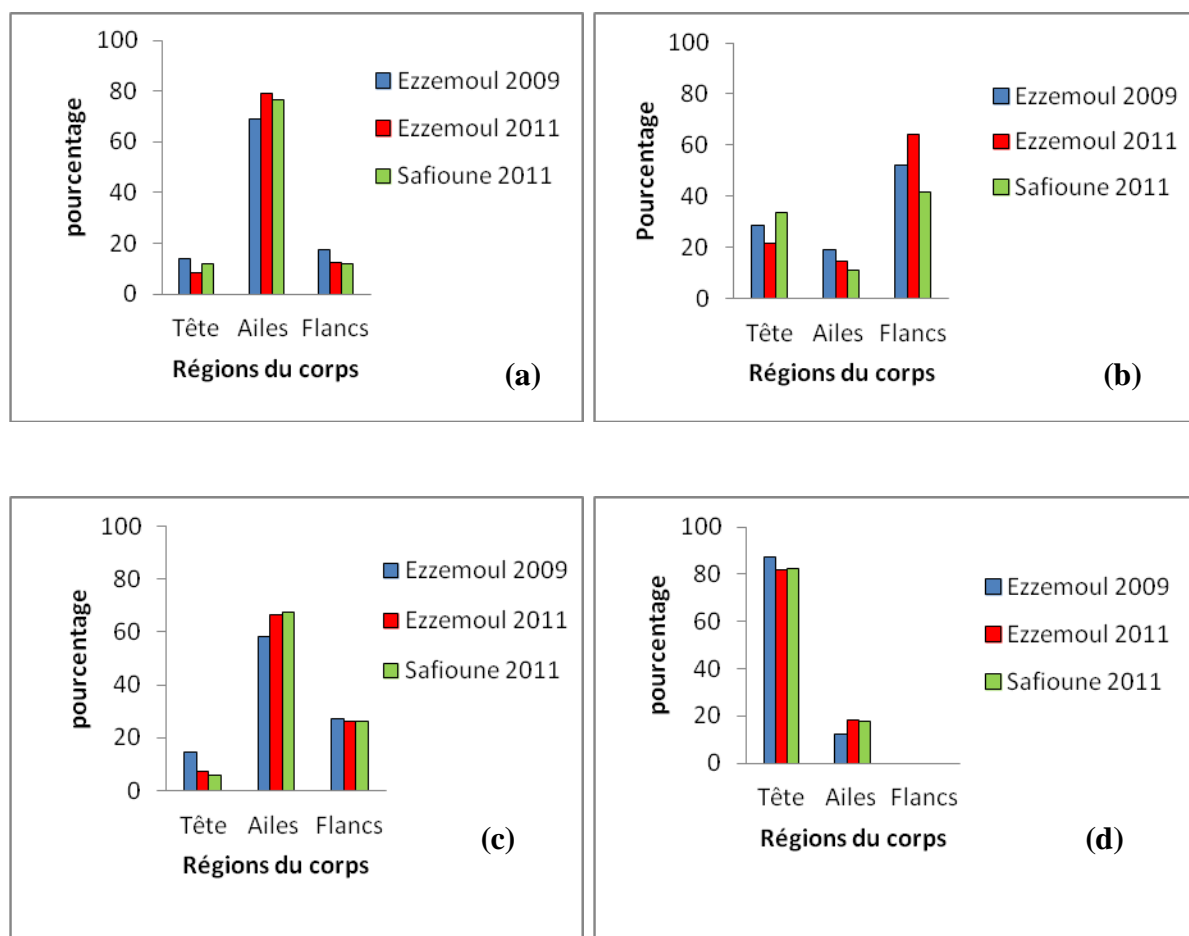


Figure 5.29. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Colpocephalum heterosoma*; (b) *Triniton femoratum*; (c) *Anaticola phoenicopteri*; (d) *Anatoecus pygaspis* sur trois régions du corps du Flamant rose à Ezzemoul et Safioune.

5.2.6. La Foulque macroule

5.2.6.1. La composition des ectoparasites

Les résultats montrent que dans le Lac Tonga, durant la période de reproduction 2010, que les poussins de la Foulque macroule *Fulica atra* sont infestés par deux espèces de poux mallophages. Il s'agit donc de *Pseudomenopon pilosum* (Monoponidae) et *Laemobothrion atrum* (Laemobothriidae) (**Tableau 5.12**).

Tableau 5.12. Les espèces d'ectoparasites isolées chez la Foulque macroule *Fulica atra* dans le Lac Tonga pour l'année de reproduction 2010.

Ectoparasites	Familles	Espèces
Poux	Monoponidae	<i>Pseudomenopon pilosum</i>
	Laemobothriidae	<i>Laemobothrion atrum</i>

5.2.6.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Au cours de notre recherche des ectoparasites sur le corps des poussins de la Foulque macroule dans le lac Tonga, nous avons trouvé que sur 44 poussins uniquement 3 sont infestés (6.81%) représentant une plus faible prévalence notée dans ce site comparativement aux autres échantillonnés. Le nombre de parasite oscille entre 3 à 5 (moyenne 4). On a remarqué que chaque oiseau infesté est parasite par une seule espèce de poux broyeur (mallophage). Egalement, un nombre très faible de 12 poux broyeurs a été collecté. *Pseudomenopon pilosum* parasite deux oiseaux (4.54%), tandis que *Laemobothrion atrum* se trouve uniquement sur un seul poussin (2.27%) de Foulque macroule. L'abondance moyenne de *Pseudomenopon pilosum* est de 0.15 ± 0.72 , tandis que l'intensité moyenne est de 2.33 ± 1.80 . Alors que l'abondance moyenne pour *Laemobothrion atrum* est de 0.11 ± 0.73 , et l'intensité moyenne est de 1.66 ± 2.17 (**Tableau 5.13**).

Tableau 5.13. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés de différentes régions du corps des poussins de la Foulque macroule dans le lac Tonga pour l'année de reproduction 2010.

Espèces parasites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (\pm Ecart type)	Intensité moyenne (\pm Ecart type)
<i>Pseudomenopon pilosum</i>	2/44	4.54	0.11 ± 0.73	1.66 ± 2.17
<i>Laemobothrion atrum</i>	1/44	2.27	0.15 ± 0.72	2.33 ± 1.80

5.2.6.3. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

Dans le lac Tonga, les deux espèces de mallophages sont distribuées sur les quatre régions du corps de l'hôte (la tête, les ailes, le dos et "le ventre et la poitrine". On les trouve sur la tête et les ailes avec le même pourcentage de 25, sur le dos (33,33%) et sur "le ventre et la poitrine" (16,66%) (**Figure 5.30**).

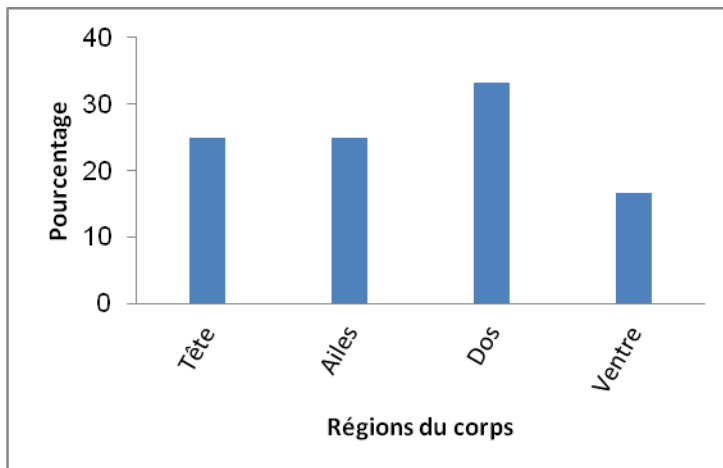


Figure 5.30. Abondance relative des poux broyeur sur les différentes régions du corps des poussins de la foulque macroule dans le lac Tonga pour l'année de reproduction 2011.

Les résultats révèlent que *Laemobothrion atrum* habite préférentiellement deux régions du corps: les ailes (40%) et le dos (60%) (**Figure 5.31**). En occurrence, *Pseudomenopon pilosum* se localise dans les quatre parties du corps de la Foulque macroule. Il occupe la tête (42,87%), les ailes et le dos avec le même pourcentage de 14,28. Enfin, il est enregistré sur le "ventre et la poitrine" (28,57%) (**Fig.5.31**).

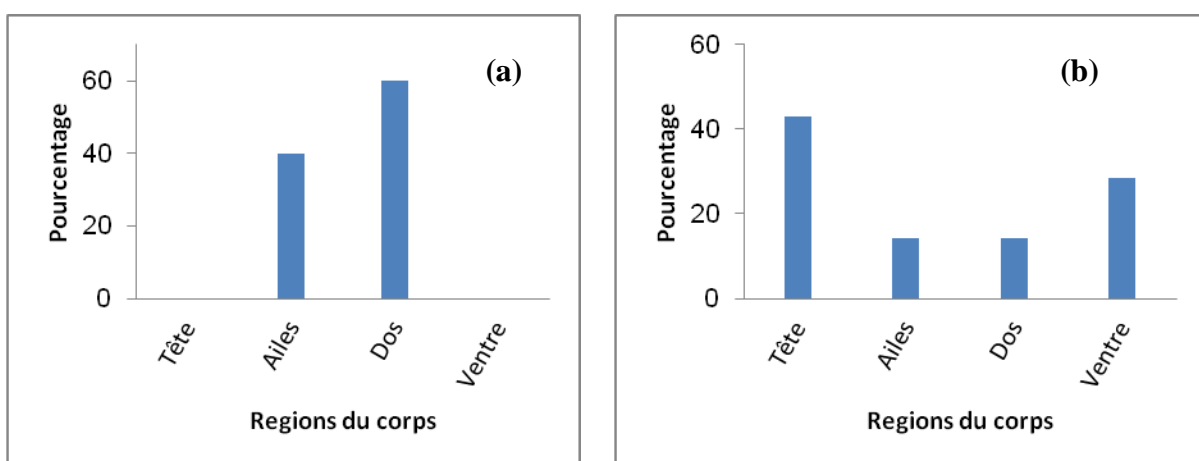


Figure 5.31. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Laemobothrion atrum*; (b) *Pseudomenopon pilosum* sur quatre régions du corps de la Foulque macroule dans le lac Tonga durant l'année de reproduction 2010.

5.2.7. Le Goéland leucophée

5.2.7.1. La composition des ectoparasites

Les résultats montrent que les poussins du Goéland leucophée *Larus michahellis* sont infestés dans les différents sites (Srigina 1, Kef Amor, Pisans, El Aouana et Rachgoun) durant les deux années de reproduction (2010 et 2011) par les tiques suivantes: *Ixodes (Ceraticodes) uriae* White, 1852, *Argas sp.* Latreille, 1796, *Ornithodoros maritimus* Neumann, 1901, et une espèce de pou broyeur identifiée au cours de cette étude, il s'agit *Saemundssonina lari* Fabricius, 1780 (**Tableau 5.14**).

Tableau 5.14. Les espèces d'ectoparasites isolées chez le Goéland leucophée *Larus michahellis* durant les années de reproduction 2010 et 2011 dans les différents sites d'étude (Srigina 1, Kef Amor, Pisans, El Aouana et Rachgoun).

Ectoparasites	Familles	espèces	sites
Tiques	Ixodidae	<i>Ixodes uriae</i>	Srigina 1, Kef Amor, Rachgoun, Pisans
	Argasidae	<i>Argas sp.</i>	Srigina 1, El Aouana, Pisans
		<i>Ornithodoros maritimus</i>	Srigina 1, Pisans
poux	Philopteridae	<i>Saemundssonina lari</i>	Srigina 1

5.2.7.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Au cours de cette étude, 377 et 103 poussins ont été inspectés pour la recherche des ectoparasites, dans les différents sites d'études, pour les deux années de reproduction 2010 et 2011 respectivement. Dans le site Srigina 1, les données collectées révèlent que sur 90 poussins de Goéland leucophée en 2010, 31 (34.44%) sont infestés par les ectoparasites. Les tiques sont les plus abondants (sur 31 oiseaux), alors que l'unique espèce isolée de pou broyeur *Saemundssonina lari* (Ishnocera: Philopteridae) est rare et moins abondante, trouvée uniquement sur un seul poussin (1.11%). Quant, au deuxième site de Srigina 2, un petit segment de la population (N=27), a été échantillonné mais le taux d'infestation parasitaire est nul (**Figure 5.32**). Cependant, à Kef Amor, sur un ensemble de 75 poussins examinés en 2010, 11 (14.66%) sont infestés par une seule espèce de tique identifiée comme *Ixodes uriae* (**Figure 5.32**). On note une différence significative du taux d'infestation entre Kef Amor et Srigina 1 (Fisher test $P=0.0041$; CI: 1.33-7.32). En outre, à Rachgoun, 52 poussins de Goéland leucophée inspectés pour les ectoparasites en 2010, uniquement 3 oiseaux (5.76%) sont parasités par la même tique *Ixodes uriae* (**Figure 5.32**).

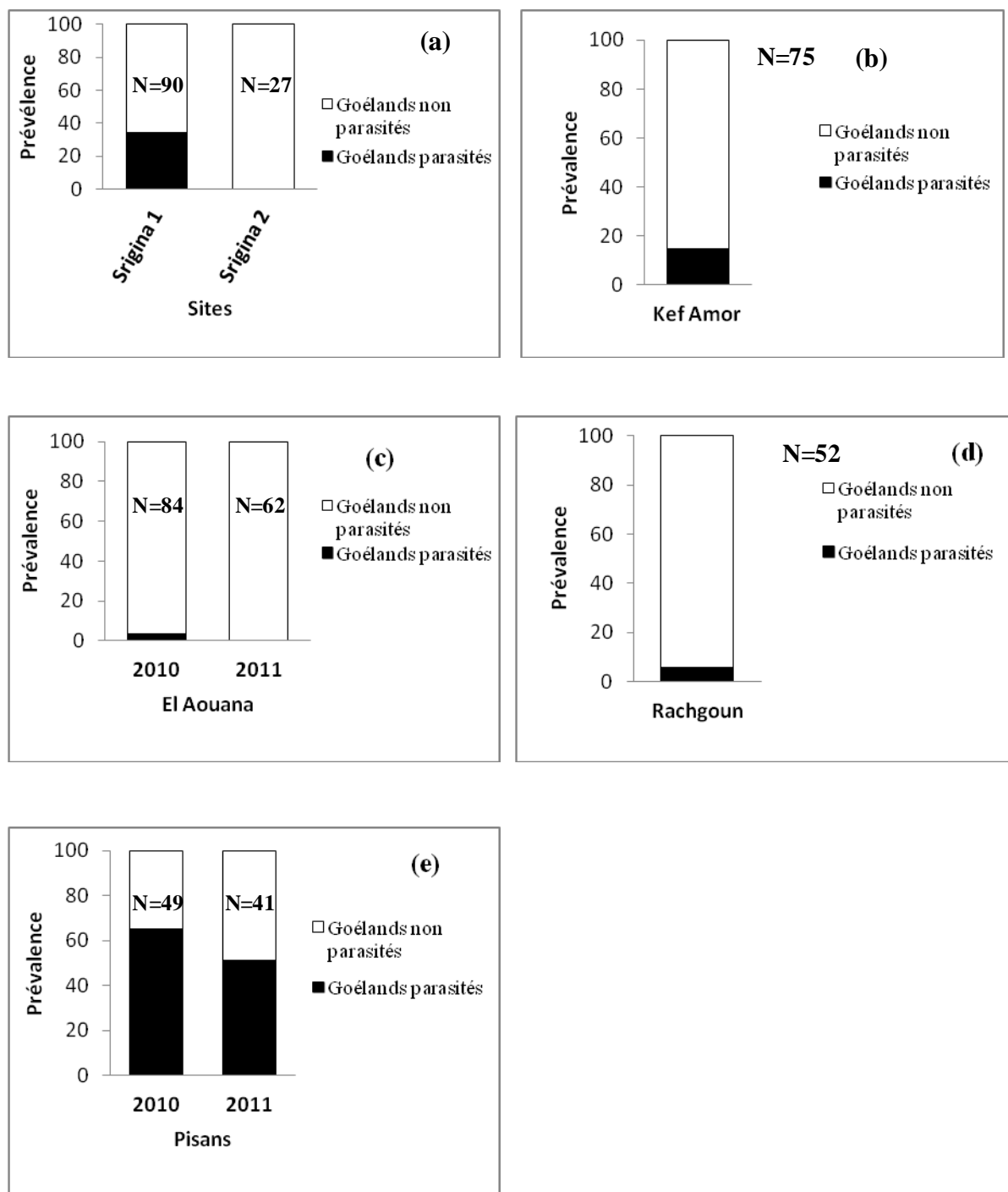


Figure 5.32. Prévalence des ectoparasites dans les différents sites d'étude:

- (a) Srigina 1 et Srigina 2 en 2010
- (b) Kef Amor en 2010
- (c) El Aouana en 2010 et 2011
- (d) Rachgoun en 2010
- (e) Pisans en 2010 et 2011

En revanche à El Aouana (Jijel), sur un total de 84 poussins échantillonnés, un petit nombre (N=3) est infesté (3.57%), en 2010, alors que pendant la même période de reproduction de 2011, 62 poussins sont examinés mais avec l'absence totale des ectoparasites (**Figure 5.32**). Enfin, dans l'île de Pisans (Bejaia), sur un ensemble de 49 et 41 poussins, 32 (65,30%) et 21 (48,78%) sont infestés par les tiques, pour les deux années de reproduction de 2010 et 2011, respectivement (**Figure 5.32**). L'analyse statistique montre l'absence d'une différence significative dans le taux d'infestation pour Pisans entre les deux années 2010 et 2011 (Fisher test $P=0.20$; CI: 0.70-4.56).

Un total de 130 ectoparasites est collecté de 31 oiseaux de Goéland leucophée *Larus michahellis*, à Srigina 1 pour l'année 2010. Le nombre d'ectoparasite par oiseau varie entre 1 à 12 (moyenne 4.29). 29 oiseaux sont parasités par une seule espèce d'ectoparasite. Tandis que, uniquement deux poussins sont infestés par deux espèces qui coexistent sur le corps de l'hôte. La communauté ectoparasitaire est dominée par *Argas sp.* (24.44%). L'abondance était 0.94 ± 2.05 . Le second taxa le plus abondant était *Ixodes uriae* (10 %). Alors que, pour les autres espèces *Ornithodoros maritimus* et *Saemundssonina lari* sont relativement présentes avec de faible densité respectivement dans la colonie de Srigina 1 (2.22%) et (1.11%) (**Tableau 5.15**).

A Kef Amor, en 2010, 34 tiques ont été collectées de 11 poussins. La charge parasitaire varie entre 1 à 6 (moyenne 3.09) tiques par oiseau individuel. Tous les poussins sont infestés par une seule espèce *Ixodes uriae* (14,66%). L'abondance était 0.45 ± 1.21 , avec une intensité moyenne de 3.09 ± 1.62 (**Tableau 5.15**). Cependant, en 2010, dans l'île de Rachgoun le taux d'infestation était faible de 5.76%, tous les poussins sont infestés par une seule espèce de tique *Ixodes uriae*. De la même manière, dans l'île d'El Aouana (Jijel), le taux d'infestation en 2010, était faible de 3.57%, et tous les poussins sont parasités par une seule espèce aussi de tique *Argas sp.* L'abondance était de 0.03 ± 0.18 (**Tableau 5.15**). En plus, dans ce même site (El Aouana) en 2011, on note l'absence des parasites sur un total de 62 poussins inspectés.

Par conséquent, au niveau de l'île de Pisans (Bejaia), 103 et 154 tiques sont collectées de 32 et 21 oiseaux pour les années de reproduction 2010 et 2011, respectivement. Le nombre de tiques varie entre 1 à 15 pour les deux années. Un seul poussin était parasité par deux espèces de tique (3.12%) en 2010, tandis que pour l'autre année de 2011, 04 (19.04%) oiseaux sont infestés. Tous les autres poussins de Goéland leucophée (96.87% et 80.95%) sont parasités par une seule espèce de tique, pour les années de reproduction 2010 et

Tableau 5.15. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés des différentes régions du corps des poussins du Goéland leucophée dans les différents sites d'étude.

Espèces parasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± Ecart type)	Intensité moyenne (± Ecart type)
<i>Ixodes uriae</i> (Ixodidae)	Rachgoun 2010	3/52	5.76	0.09 ± 0.37	0.11 ± 0.41
	Srigina 1 (2010)	9/90	10	0.47 ± 1.69	1.38 ± 2.64
	Pisans 2010	6/49	12.24	0.20 ± 0.52	0.31 ± 0.62
	Pisans 2011	7/41	17.07	0.73 ± 1.95	1.42 ± 2.53
	Kef Amor 2010	11/75	14.66	0.45 ± 1.21	3.09 ± 1.62
<i>Argas sp.</i> (Argasidae)	Srigina 1 (2010)	22/90	24.44	0.94 ± 2.05	2.74 ± 2.72
	Pisans 2010	24/49	48.97	1.79 ± 2.94	2.75 ± 3.28
	Pisans 2011	5/41	12.19	0.46 ± 1.36	0.90 ± 1.79
	El Aouana 2010	3/84	3.57	0.03 ± 0.18	1 ± 0.01
<i>Ornithodoros maritimus</i> (Argasidae)	Srigina 1 (2010)	2/90	2.22	0.04 ± 0.29	0.12 ± 0.48
	Pisans 2010	2/49	4.08	0.08 ± 0.39	0.12 ± 0.47
	Pisans 2011	13/41	31.70	2.53 ± 4.34	4.95 ± 5.03
<i>Saemundssonina lari</i> (Philopteridae)	Srigina 1 (2010)	1/90	1.11	0.01 ± 0.10	0.03 ± 0.12

de 2011, respectivement. L'espèce la plus dominante était *Argas sp.*, avec une abondance moyenne 1.79 ± 2.94 et *Ornithodoros maritimus* avec 2.53 ± 4.34 , pour l'année de reproduction 2010 et 2011, respectivement (**Tableau 5.15**).

5.2.7.3. Variation spatiale de la prévalence

Les résultats obtenus montrent que le taux d'infestation parasitaire est différent d'un site à un autre pour l'année de reproduction 2010 (**Figure 5.33**). Cependant, il est clair de mettre l'accent sur la différence de prévalence entre Srigina 1 qui est un îlot rocheux avec végétation et l'autre partie dénommée Srigina 2 caractérisée par l'absence de couvert végétal avec un taux de parasitisme nul. D'autre part, on note que dans le site de Bejaia « Pisans » que sa prévalence est la plus grande que celles de Srigina 1, Kef Amor, El Aouana et Rachgoun. En conséquence, les taux d'infestation au niveau d'El Aouana et Rachgoun sont les plus faibles par rapport aux autres sites. *Ixodes uriae* est une tique dure qui se trouve pendant l'année 2010 dans les sites de Srigina 1, Kef Amor, Pisans et Rachgoun (Fisher test $P=0.45$). Cependant, *Argas sp.*, est rencontré en 2010 dans les sites de Srigina 1 et Pisans (Fisher test $P=0.004$; CI: 0.15-0.75).

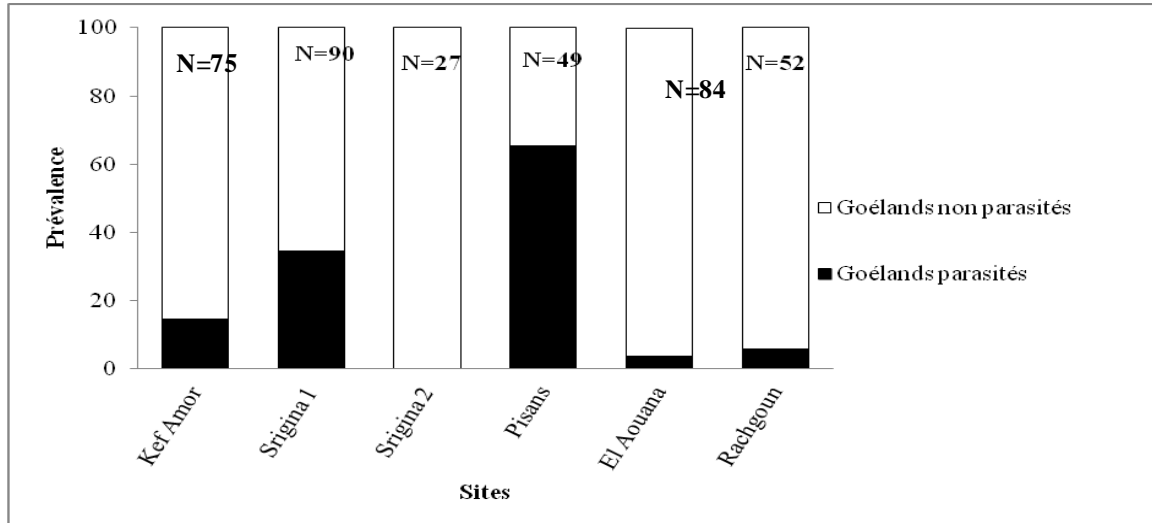


Figure 5.33. Variation spatiale de la prévalence entre les sites pour l'année de reproduction 2010.

5.2.7.4. Variation temporelle de la prévalence

Les oiseaux migrateurs comme le Goéland leucophée transportent leurs parasites avec eux. On s'attend à des variations d'une année à l'autre de point de vue de la composition de la

communauté parasitaire. Les résultats ont révélé que, pour le site d'El Aouana (Jijel), le taux d'infestation était très faible (3.57%) en 2010, représenté par l'unique espèce de tique molle *Argas sp.*, mais l'année qui suit, on a enregistré son absence et le taux d'infestation est quasiment nul (**Figure 5.34a**). Contrairement, à Pisans on a évoqué la présence intégrale des espèces comme *Argas sp.*, *Ixodes uriae* (Fisher test $P=0.00023$, CI: 2.14-25.82) et *Ornithodoros maritimus* (Fisher test $P=0.0005$, CI : 0.009-0.46) pour les deux années de reproduction 2010 et 2011 (**Figure 5.34b**). A l'instar, une espèce de pou broyeur *Saemundssonina lari* trouvée en 2010, manque de la composition des ectoparasites pour l'année 2011. La tique *Argas sp.*, en 2010, était très abondante (48.97%), au contraire de l'année 2011 où était moins prévalent (12.19%) (Fisher test $P=0.55$, CI: 0.17-2.61). Quant, pour *Ixodes uriae*, la prévalence est presque voisine pour les deux années. Alors que l'autre tique molle *O. maritimus* était plus abondante (30.71%) en 2011 que l'année précédente (4.08%) (**Figure 5.34b**). .

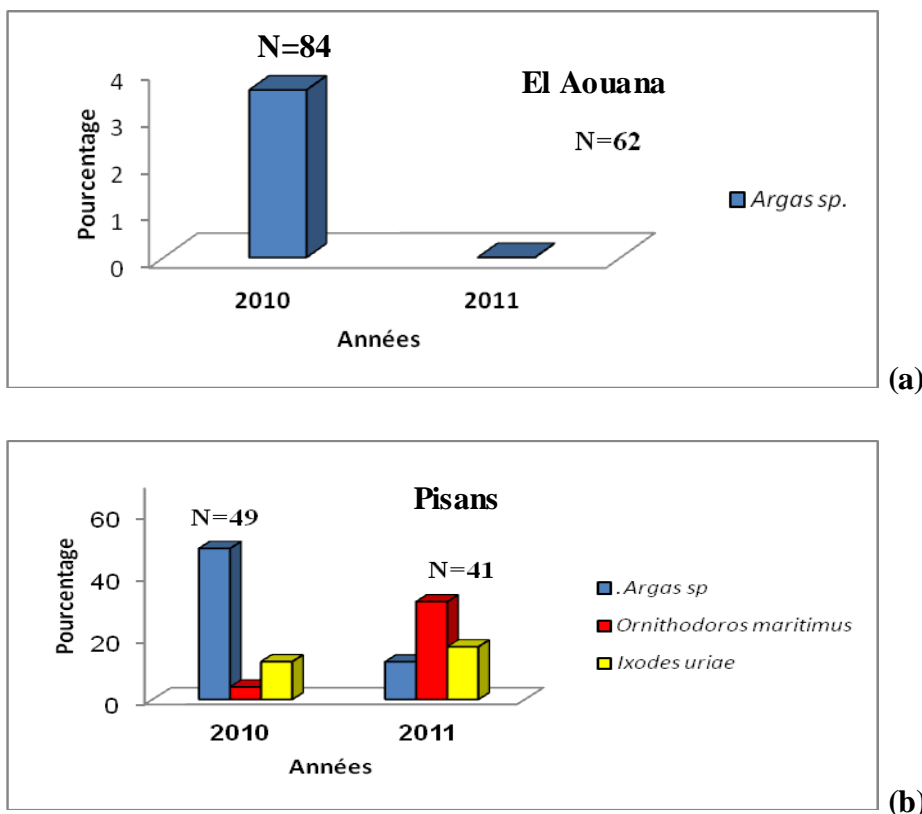


Fig.5.34. Variation temporelle de la prévalence à :

(a) El Aouana

(b) Pisans

5.2.7.5. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

Les ectoparasites sont fréquentés sur les différentes parties du corps du Goéland leucophée *Larus michahellis* sauf le dos (**Figure 5.35**). A Srigina 1, on les trouve sur la tête (29.23%), les ailes (12.30%), les pattes (52.30%) et « l'arrière et la queue » (9.23) pour l'année 2010. Mais, dans les sites de Kef Amor, El Aouana et Rachgoun (2010), les tiques sont localisées uniquement sur les pattes (100%) (**Figure 5.35a**). En revanche dans l'île de pisans, les ectoparasites sont rencontrés sur la tête (3.88% et 12.33%), les ailes (22.33% et 5.84%), « le ventre et la poitrine » (5.82% et 9.74%), les pattes (44.66% et 56.49%) et sur la partie de « l'arrière et la queue » (24.27% et 18.83%), pour les années 2010 et 2011, respectivement (**Figure 5.35b**).

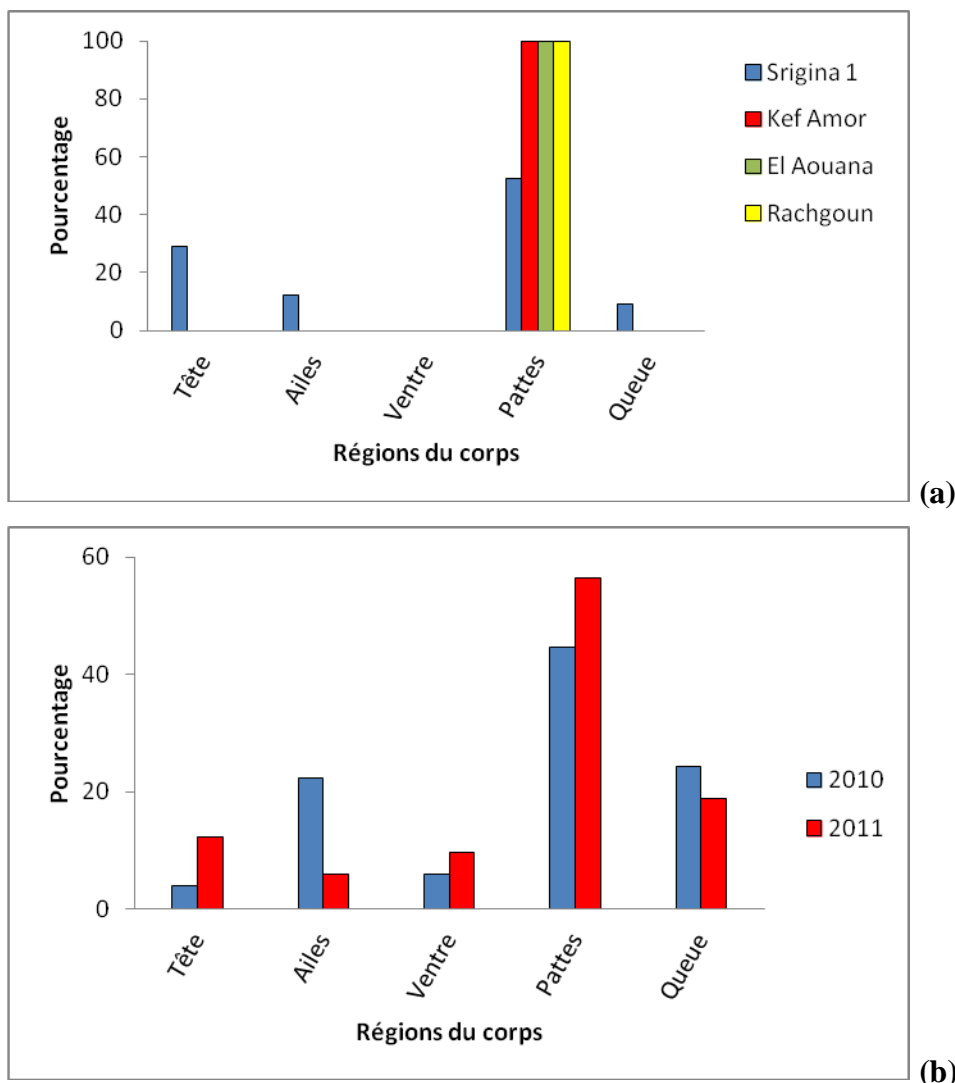


Figure 5.35. Abondance relative des ectoparasites sur les différentes régions du corps du Goéland leucophée dans les sites d'étude: (a) Srigina 1, Kef Amor, El Aouana, Rachgoun en 2010 et (b) Pisans en 2010 et 2011.

Le tique molle *Argas sp.*, isolée en 2010, au niveau de Srigina 1, est l'espèce la plus abondante, se localise principalement sur les pattes (42.10%), la tête (26.31%), les ailes (16.84%) et "l'arrière et la queue" (14.73) (**Figure 5.36a**). La seconde espèce ectoparasite la plus abondante était la tique dure *Ixodes uriae*. Ce dernier se trouve aussi sur les pattes (60%) et sur la partie de la tête (40%) (**Figure 5.36b**). Les individus de l'espèce *Ornithodoros maritimus* sont largement distribués sur les pattes (100%) (**Figure 5.36c**). En outre, le pou broyeur des plumes *Saemundssonina lari* se trouve sur la tête (100%) (**Figure 5.36d**). Il y a une évidence claire de la distribution large de la tique *Argas sp.*, sur les quatre régions préférées du corps de l'hôte (la tête, les ailes, les pattes et "l'arrière et la queue") (**Figure 5.37**). En occurrence, les autres espèces parasites sont fréquemment localisées sur des régions spécifiques. *Ixodes uriae* choisit la tête et les pattes, tandis qu'*Ornithodoros maritimus* préfère les pattes. Le pou broyeur *Saemundssonina lari* habite la région de la tête (**Figure 5.37**).

Dans les sites de Kef Amor, l'île de Rachgoun, durant la période de reproduction de 2010, les poussins du Goéland leucophée, sont parasités par la même espèce de tique dure *Ixodes uriae*. Les tiques sont fréquentées exclusivement sur les pattes (100%) (**Figure 5.38**). Alors que, dans l'île d'El Aouana, les oiseaux sont infestés par *Argas sp.*, qui sont aussi localisés aussi sur les pattes (100%) (**Figure 5.38**).

Enfin, dans l'île de Pisans, les tiques sont réparties sur les cinq régions du corps de l'hôte: la tête, les ailes, "le ventre et la poitrine", les pattes et "l'arrière et la queue". *Ixodes uriae* se trouve sur la tête (40%), les ailes (10%), "le ventre et la poitrine (20%), les pattes (10% et 91.17%) et "l'arrière et la queue" (20% et 8.82%) pour les années de reproduction 2010 et 2011, respectivement (**Figure 5.39**). *O. maritimus*, en 2010 occupe uniquement la région des pattes (100%) (**Figure 5.39**). Contrairement, en 2011, il se trouve sur la tête (19.19%), les ailes (1.01%), "le ventre et la poitrine" (17.17%), les pattes (36.36%) et "l'arrière et la queue" (26.26%) (**Figure 5.39**). *Argas sp.*, la tique molle était fréquentée dans la région de la tête (1.12%), les ailes (24.71% et 31.25%), "le ventre et la poitrine (4.49%), les pattes (43.82% et 56.25%) et la région de "l'arrière et la queue (25.84% et 12.5%) pour les années de 2010 et 2011, respectivement (**Figure 5.39**).

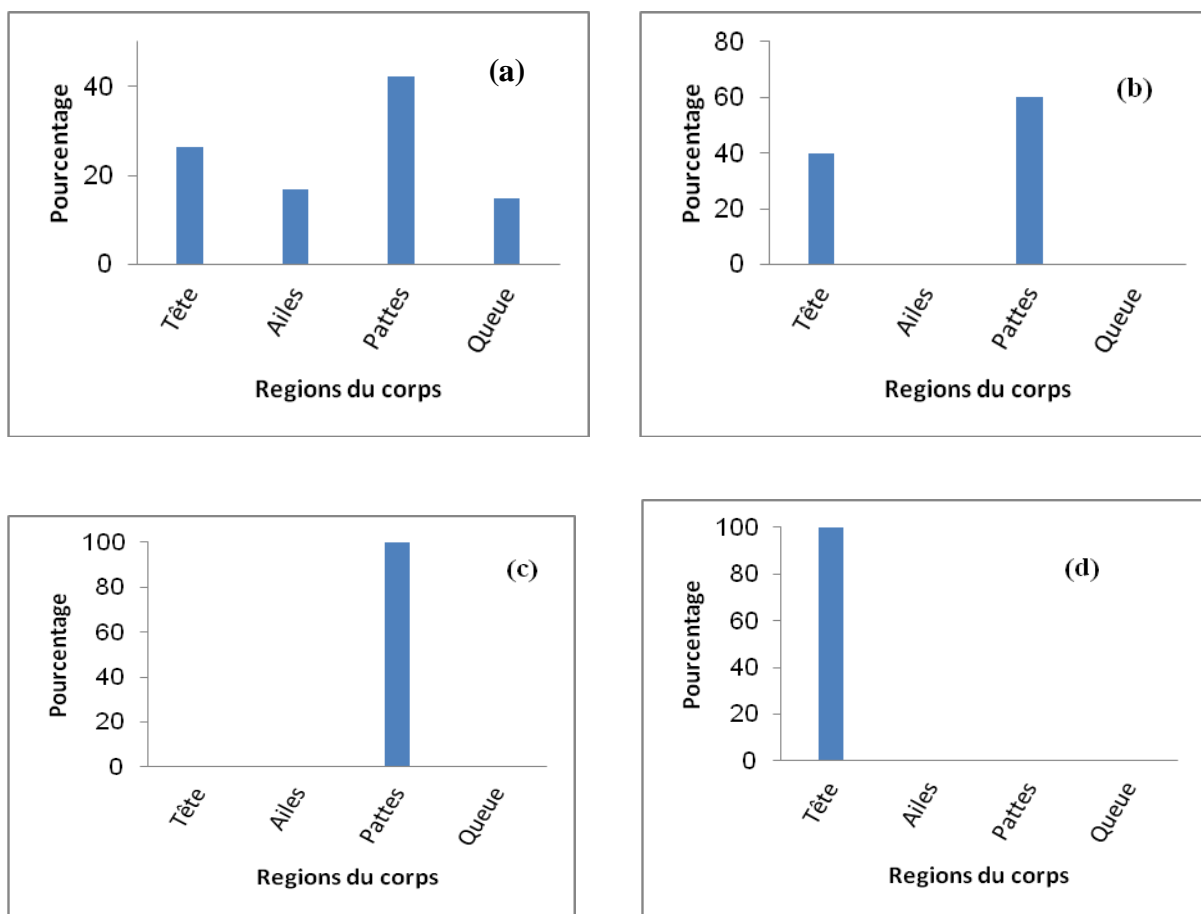


Figure 5.36. Abondance relative et distribution spatiale des tiques (a) *Argas sp*; (b) *Ixodes uriae*, (c) *Ornithodoros maritimus*, et le mallophage (d) *Saemundssonina lari* sur quatre régions du corps de Goéland leucophée pour l'année de reproduction 2010 dans le site de Srigina 1.

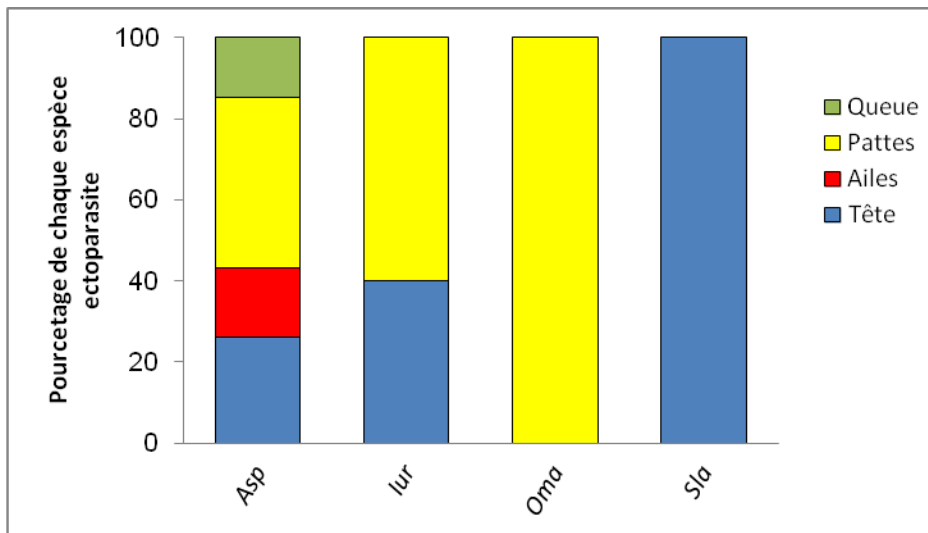


Figure 5.37. Abondance relative des ectoparasites (Asp: *Argas sp.*; Iur: *Ixodes uriae*; Oma: *Ornithodoros maritimus*; Sla: *Saemundssonina lari*) sur les quatre régions du corps du Goéland leucophée pour l'année de reproduction 2010 à Srigina 1.

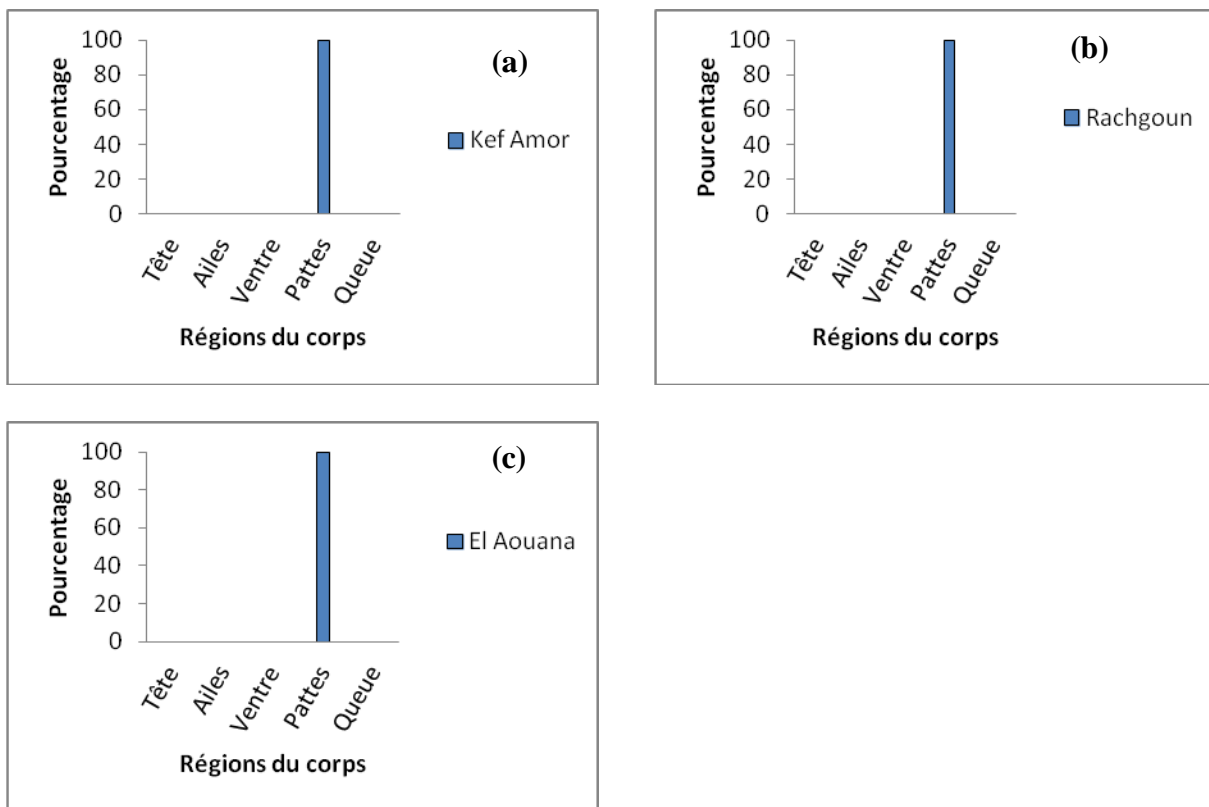
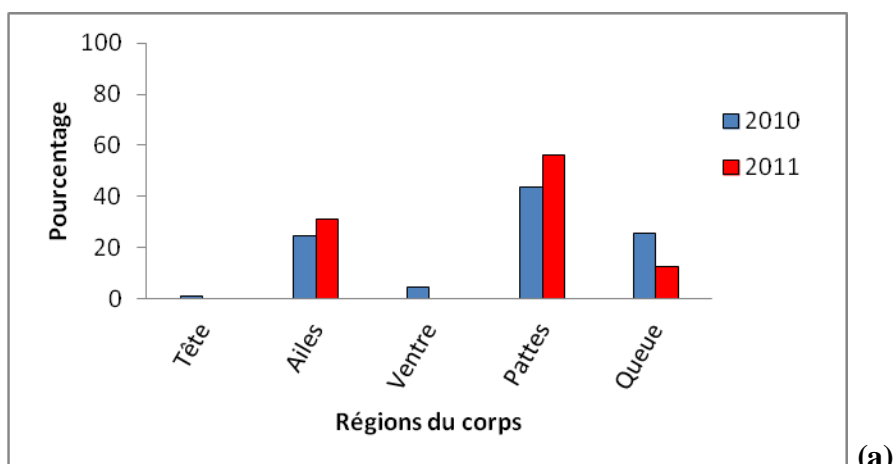
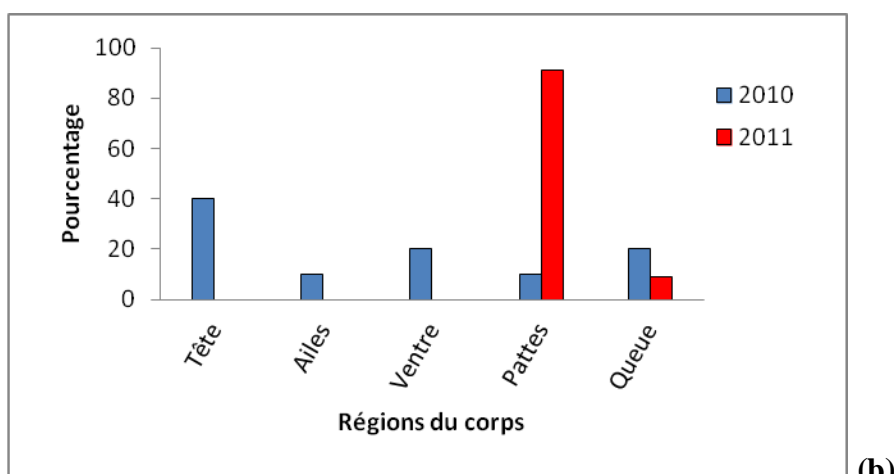


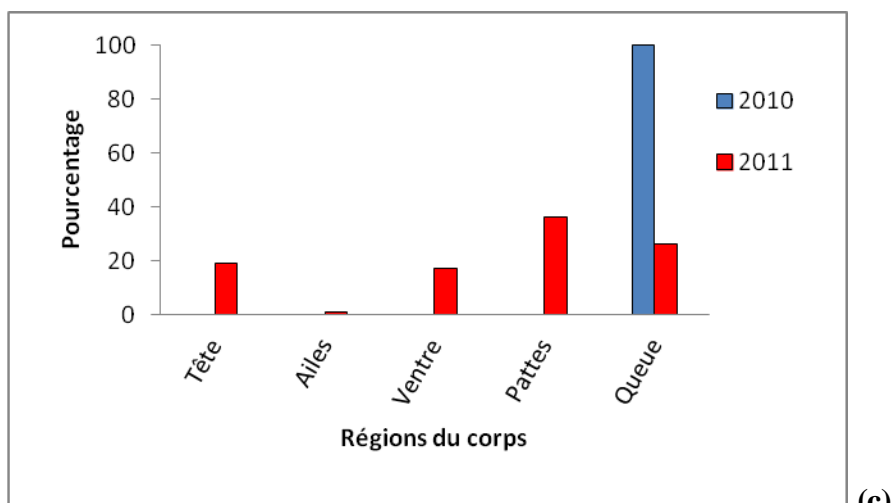
Figure 5.38. Abondance relative et distribution spatiale des tiques (a et b) *Ixodes uriae*, (c) *Argas sp.*, sur les différentes parties du corps de Goéland leucophée pour l'année de reproduction 2010.



(a)



(b)



(c)

Figure 5.39. Abondance relative et distribution spatiale des tiques (a) *Argas sp.*; (b) *Ixodes uriae*, (c) *Ornithodoros maritimus* sur quatre régions du corps de Goéland leucophée à Pisans.

5.2.8. Le Puffin cendré

5.2.8.1. La composition des ectoparasites

Les résultats montrent que les espèces d'ectoparasites suivants sont isolées du corps du Puffin cendré *Calonectris diomedae diomedae*, dans les deux sites d'étude (Srigina et Kef Amor) au cours des années de reproduction (2010, 2011 et 2012): les poux broyeur *Halipeurus abnormis*, *Saemundssonina peusi*, *Austromenopon echinatum*, et une puce (Siphonaptère), *Xenopsylla gratiosa*. Nous avons aussi collectés à Kef Amor une seule espèce de tique (Ixodidae) *Ixodes sp.* et une autre espèce de mallophage *Menopon sp.* (**Tableau 5.16**).

Tableau 5.16. Les espèces d'ectoparasites isolées chez le Puffin cendré *Calonectris diomedae diomedae* à Srigina et Kef Amor

Ectoparasites	Familles	espèces	sites
Poux	Menoponidae	<i>Austromenopon echinatum</i>	Kef Amor, Srigina
	Phlopterae	<i>Menopon sp.</i>	Kef Amor
		<i>Halipeurus abnormis</i>	Kef Amor, Srigina
		<i>Saemundssonina peusi</i>	Kef Amor, Srigina
Tiques	Ixodidae	<i>Ixodes sp.</i>	Kef Amor
Puces	Pulicidae	<i>Xenopsylla gratiosa</i>	Kef Amor, Srigina

5.2.8.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Sur un ensemble de 48 oiseaux (adultes et poussins) de Puffins cendré *Calonectris diomedae diomedae*, examinés durant l'année 2010 dans le site de Kef Amor, 37 sont infestés par les espèces ectoparasites (77.1%). Cependant, on a également remarqué que 24 oiseaux adultes inspectés sont totalement infectés (100%). Alors que, sur 24 poussins, on a recensé uniquement 13 qui sont infectés (58.3%) (**Figure 5.40**). Les analyses statistiques révèlent une différence significative dans le taux d'infestation entre les adultes et les poussins (Fisher test $P=0.0002$; CI: 3.72-infini).

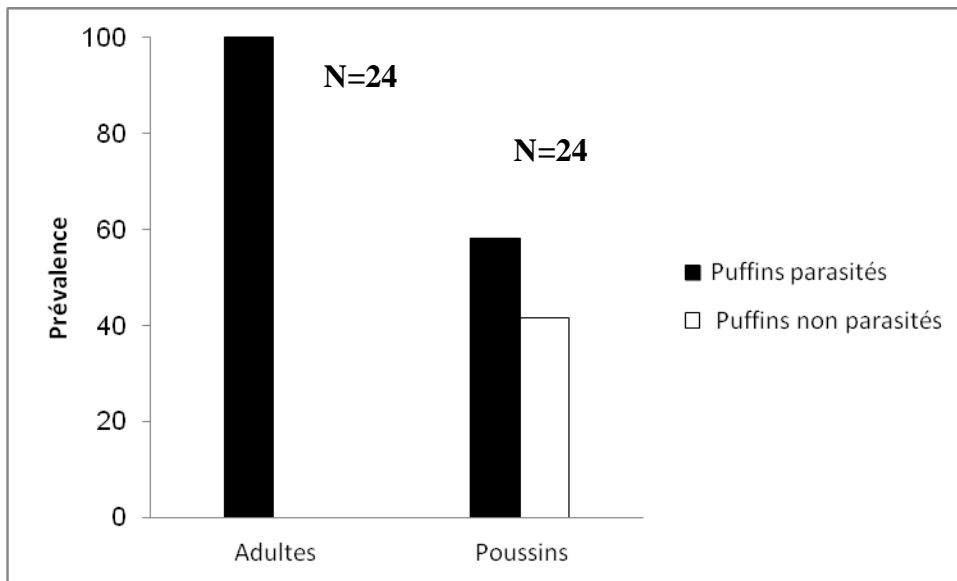


Figure 5.40. Prévalence des ectoparasites à Kef Amor en 2010.

Durant la saison de reproduction de 2011, 29 oiseaux (uniquement adultes) sont inspectés pour la recherche des ectoparasites. Nous avons enregistré que 6 oiseaux (20.7%) sont extrêmement infestés par les mallophages et les puces. Quant à l'année de reproduction 2012, 22 oiseaux (uniquement poussins) sont échantillonnés. Toutefois, on a trouvé que 8 oiseaux (36,36%) sont infestés (**Figure 5.41**).

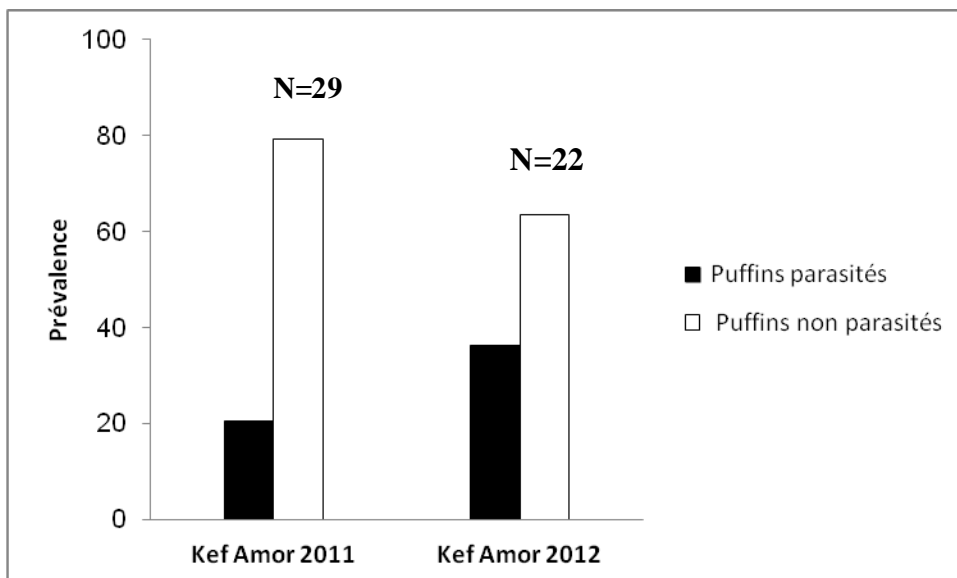


Figure 5.41. Prévalence des ectoparasites à Kef Amor.

A Kef Amor (2010), les mallophages sont collectés de 32 oiseaux (66.7%), mais les tiques et les puces sont présentes respectivement sur 3 et 8 oiseaux (6.3%) et (16.7%). Au total, 158 ectoparasites sont recueillis de 46 Puffins. Le nombre d'ectoparasite par oiseau individuel varie entre 1 à 12 (moyenne 4.3) avec 25 oiseaux infestés (67.6%) sont parasités par une seule espèce d'ectoparasites. Cependant, 10 puffins (27.0%) sont infestés par deux espèces. On note que rarement qu'un seul cas (2.7%) trouvé parasité par quatre espèces d'ectoparasites (deux poux mallophages, une tique et une puce). La communauté ectoparasitaire est dominée principalement par *Halipeurus abnormis* (60.4%) avec une abondance moyenne de 2.2 ± 2.3 suivi par *Xenopsylla gratioiosa* (16.7%). *Saemundssonina peusi* se trouve en troisième position avec 10.4%. Contrairement, *Ixodes sp.*, était présent seulement sur 3 oiseaux alors que, *Menopon sp.* et *Austromenopon echinatum* sont moins abondants dans la colonie de Kef Amor et partagent le même pourcentage 4.2% (**Tableau 5.17**).

En occurrence, durant notre recherche des ectoparasites, pour l'année de reproduction 2011, les puces sont présentes sur le corps de 5 oiseaux (17.2%). Le nombre d'ectoparasites par Puffin oscille entre 1 et 6 (moyenne 4). Nous avons aussi remarqués que, quatre oiseaux étaient parasités par deux espèces distinctes: *H. abnormis* et la puce *X. gratioiosa* et seulement deux par une seule espèce d'ectoparasites. L'abondance moyenne de *Halipeurus abnormis* et *X. gratioiosa* était 0.38 ± 0.82 et 0.53 ± 1.25 , respectivement (**Tableau 5.17**). Enfin, en 2012, les puffins sont parasités par les mallophages et une seule espèce de puce présente sur 03 poussins (13.63%). Le nombre d'ectoparasites varie entre 1 et 5 (moyenne 4.75). Tous les poussins sont infestés par une seule espèce d'ectoparasite. L'abondance moyenne de *Halipeurus abnormis* et *X. gratioiosa* était 1.09 ± 2.11 et 0.5 ± 1.24 respectivement. Tandis que, *A. echinatum* a une abondance moyenne de 0.13 ± 0.61 (**Tableau 5.17**).

D'une autre part, dans le site de Srigina, pendant l'année de reproduction 2010, 13 Puffins cendrés (72.2%) sont trouvés infestés sur un lot total de 18 oiseaux inspectés (adultes et poussins). Néanmoins, 9 oiseaux sont infestés (75.0%) sur un total de 12 adultes, tandis que 4 étaient infestés (66.66%) sur 6 poussins (**Figure 5.42**).

(Tableau 5.17). Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés des différentes régions du corps du Puffin cendré à Kef Amor.

Ectoparasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± Ecart type)	Intensité moyenne (± Ecart type)
<i>Halipeurus abnormis</i> (Philopteridae)	Kef Amor 2010	29/48	60.41	2.16 ± 2.27	2.81 ± 2.23
	Kef Amor 2011	5/29	17.24	0.38 ± 0.82	1.66 ± 1.05
	Kef Amor 2012	5/22	22.72	1.09 ± 2.11	3 ± 2.66
<i>Saemundssonina peusi</i> (Philopteridae)	Kef Amor 2010	5/48	10.41	0.12 ± 0.38	0.16 ± 0.43
<i>Austromenomon echinatum</i> (Menoponidae)	Kef Amor 2010	2/48	4.16	0.08 ± 0.34	0.10 ± 0.38
	Kef Amor 2012	1/22	4.54	0.13 ± 0.61	0.37 ± 0.94
<i>Menopon sp.</i> (Menoponidae)	Kef Amor 2010	3/48	4.16	0.04 ± 0.19	0.05 ± 0.58
<i>Xenopsylla gratiose</i> (Pulicidae)	Kef Amor 2010	8/48	16.66	0.72 ± 1.81	0.94 ± 1.49
	Kef Amor 2011	5/29	17.24	0.53 ± 1.25	2.33 ± 1.77
	Kef Amor 2012	3/22	13.63	0.50 ± 1.24	1.37 ± 1.75
<i>Ixodes sp.</i> (Ixodidae)	Kef Amor 2010	3/48	6.25	0.12 ± 0.52	0.16 ± 0.58

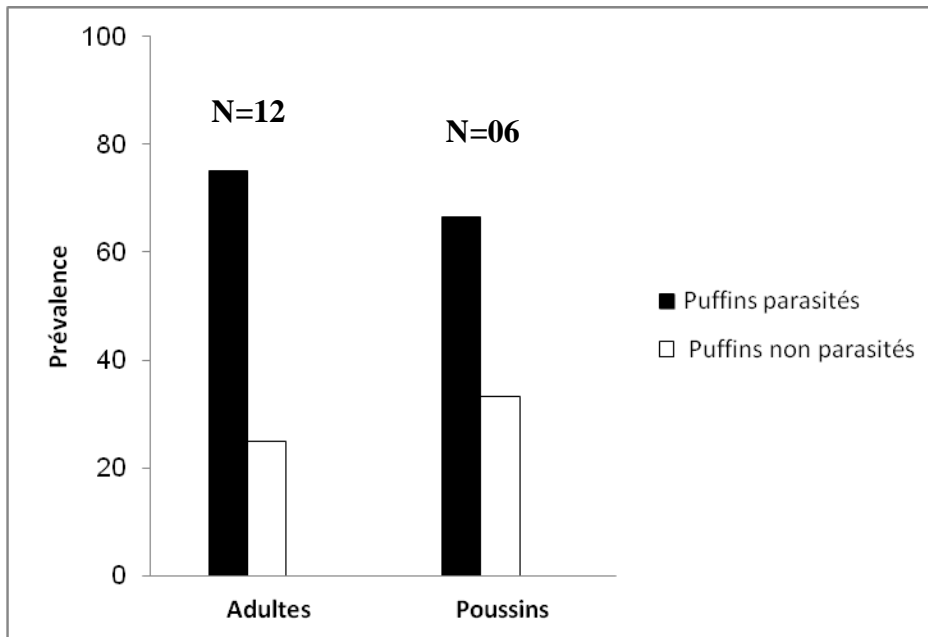


Figure 5.42. Prévalence des ectoparasites dans le site de Srigina en 2010.

Pendant l'année 2011, 13 Puffins examinés pour rechercher les ectoparasites, à Srigina. On trouve 8 (61.5%) qui sont infestés par deux espèces de poux mallophages: *A. echinatum*, *H. abnormis* et une puce *X. gratiosa*. Nous avons enregistré que sur 9 adultes, 7 étaient infectés (77.8%), mais un seul Puffin sur quatre poussins examinés était infecté (25.0%) (**Figure 5.43**). Les analyses statistiques montrent une différence significative pour le taux d'infestation à Srigina entre les poussins uniquement pour les deux années de reproduction 2010 et 2011 (Fisher test $P= 0.02$; CI : 0.0545-0.854).

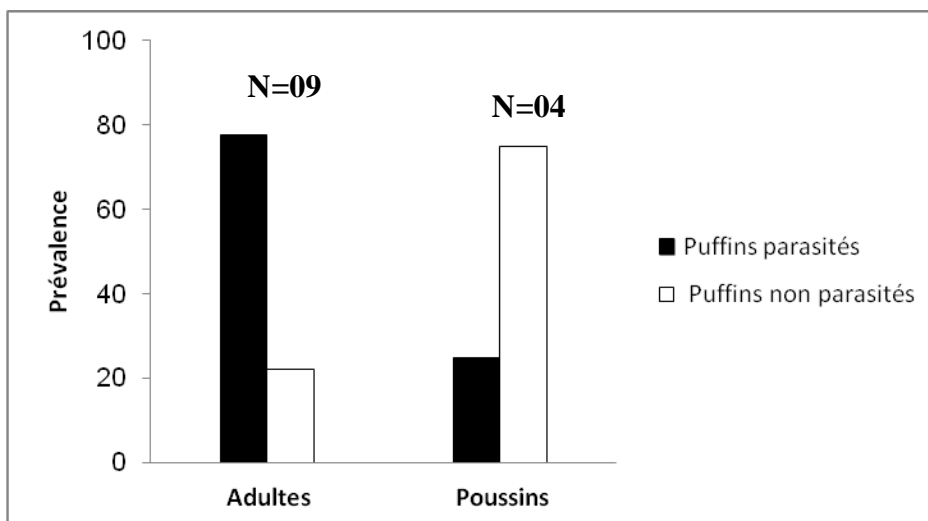


Figure 5.43. Prévalence des ectoparasites dans le site de Srigina en 2011.

A Srigina, au cours de l'année de reproduction de 2010, les mallophages sont collectés de 12 oiseaux (66.7%) alors que les puces de 6 individus (33.3%). Ainsi que, le nombre d'ectoparasites par oiseau varie de 1 à 8 (moyenne 4.0). Nous avons observés que, 8 Puffins infestés (44.4%) étaient parasités par deux espèces d'ectoparasites et uniquement 4 oiseaux (22.2%) étaient effectivement parasites par une seule espèce. Généralement aussi comme à Kef Amor, l'espèce la plus dominante était *Halipeurus abnormis* (61.1%) avec une abondance moyenne de 1.6 ± 1.7 . Le second taxa le plus abondant était *Xenopsylla gratiosa* (33.3%). Un nombre total de 51 ectoparasites isolés du corps du Puffin cendré à Srigina lors de la période de la reproduction de 2011, avec une valeur moyenne de 6.37. Cependant, on a remarqué que 5 oiseaux sont extrêmement infestés par deux espèces d'ectoparasites (2 cas par deux mallophages et 3 oiseaux par un pou broyeur et une puce. Les poux sont trouvés sur 8 oiseaux (61.5%), bien que les puces sur 3 (16.7%). De la même manière, *Halipeurus abnormis* (53.84%) était le plus abondant dans la colonie de Srigina avec une abondance moyenne de 2.5 ± 2.46 . *Xenopsylla gratiosa* partage le même pourcentage de 23.07% avec l'autre espèce mallophage *A. echinatum*. La prévalence, l'abondance et l'intensité sont données dans le tableau 5.18.

7.8.2.3. Variation spatiale de la prévalence

Nos résultats indiquent que le taux d'infestation parasitaire dans la colonie de Kef Amor en 2010, était 77.1%, un résultat similaire à celui enregistré à Srigina (72.2%). La prévalence en 2011 était marquée par une différence entre les deux sites avec une diminution remarquable du taux d'infestation à Kef Amor (20.7%). Comparativement, à Srigina la prévalence est toujours hautement élevée (61.5%) si on réfère à l'année précédente 2010 (**Figure 5.44**). *H. abnormis* est le plus souvent trouvé dans les deux sites d'étude Kef Amor et Srigina avec une prévalence en 2010 similaire (Fisher test $P=1$; CI: 0.26-3.34), mais en 2011, on remarque une différence significative (Fisher test $P=0.026$; CI: 0.033-0.96). Quant pour l'espèce de *Saemundssonina peusi* présente une prévalence assez voisine dans les deux sites en 2010 (Fisher test $P=1$; CI: 0.13-10.7). Alors que, *Austromenopon echinatum* est isolée dans les deux sites en 2010 (Fisher test $P=0.298$; CI: 0.024-5.26). Enfin, la puce *X. gratiosa* est trouvée dans les deux sites avec des prévalences similaires pour l'année de reproduction 2010 (Fisher test $P=0.18$; CI: 0.098-1.72) et 2011 (Fisher test $P=0.69$; CI: 0.10-5.38).

Tableau 5.18. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés des différentes régions du corps du Puffin cendré à Srigina.

Ectoparasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± Ecart type)	Intensité moyenne (± Ecart type)
<i>Halipeurus abnormis</i> (Philopteridae)	Srigina 2010	11/18	61.11	1.54 ± 1.74	2.30 ± 1.72
	Srigina 2011	7/13	53.84	2.50 ± 2.46	3.75 ± 2.31
<i>Saemundssonina peusi</i> (Philopteridae)	Srigina 2010	2/18	11.11	0.21 ± 0.87	0.38 ± 1.04
<i>Austromenomon echinatum</i> (Menoponidae)	Srigina 2010	2/18	11.11	0.15 ± 0.48	0.23 ± 0.55
	Srigina 2011	3/13	23.07	0.33 ± 0.60	0.50 ± 0.68
<i>Xenopsylla gratiosa</i> (Pulicidae)	Srigina 2010	6/18	33.33	0.73 ± 1.30	1.07 ± 1.46
	Srigina 2011	3/13	23.07	1.41 ± 2.86	2.12 ± 3.28

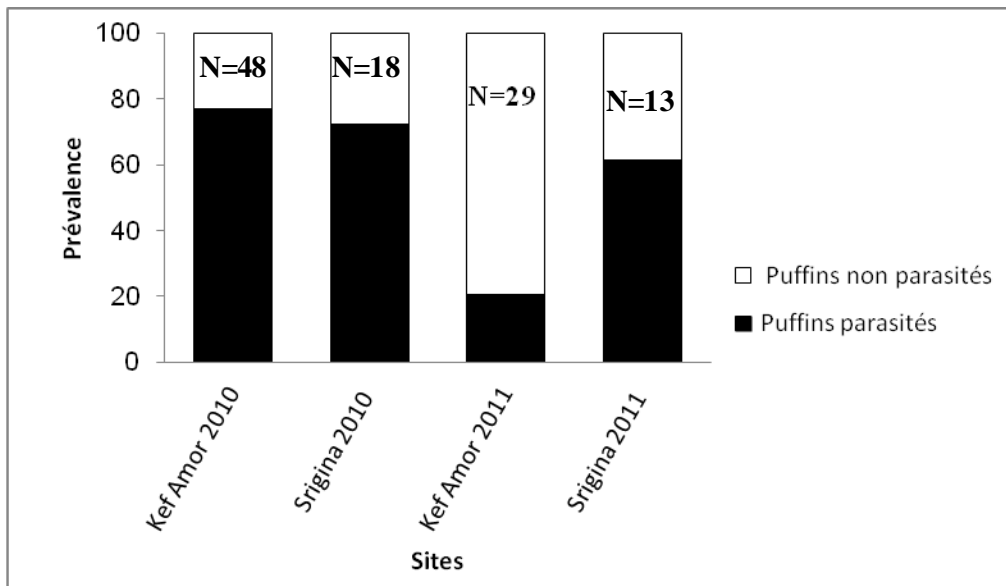


Figure 5.44. Variation de la prévalence des ectoparasites: comparaison entre les sites.

5.8.2.4. Variation temporelle de la prévalence

Les résultats montrent clairement une variation au niveau de la composition des ectoparasites du Puffin cendré à Kef Amor pour les deux années consécutives de reproduction 2010 et 2011 (**Figure 5.45**). *Halipeurus abnormis* (Fisher test $P=0.00031$; CI: 2.17-28.17) et *Xenopsylla gratiosa* (Fisher test $P=1$; CI: 0.24-4.18) marquent leur présence en 2010 et 2011. On note l'absence d'*Austromenopon echinatum*, *S. peusi*, *Menopon sp.*, et la tique *Ixodes sp.* en 2011. Cependant, on a remarqué que pour l'année de reproduction 2012, la réapparition d'*Austromenopon echinatum* ainsi que les deux espèces fréquemment isolées: *H. abnormis* et *Xenopsylla gratiosa*.

A Srigina, la communauté ectoparasitaire n'a pas varié considérablement entre les deux années mais une seule espèce *S. peusi* marque son absence en 2011 (**Figure 5.46**). *H. abnormis* est rencontré pour les deux années de reproduction 2010 et 2011 (Fisher test $P=0.73$; CI: 0.25-7.16). Aussi *Austromenopon echinatum* (Fisher test $P=0.63$; CI: 0.03-4.45) et *Xenopsylla gratiosa* sont le plus souvent fréquentées pour les deux années à Srigina (Fisher test $P=0.696$; CI: 0.26-12.79).

5.2.8.5. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

Le corps du Puffin cendré *Calonectris diomedae diomedae* favorise des microhabitats préférentiels pour les six espèces d'ectoparasites. A Kef Amor, les poux broyeurs (mallophages) sont généralement localisés sur les quatre parties (la tête, les ailes, le

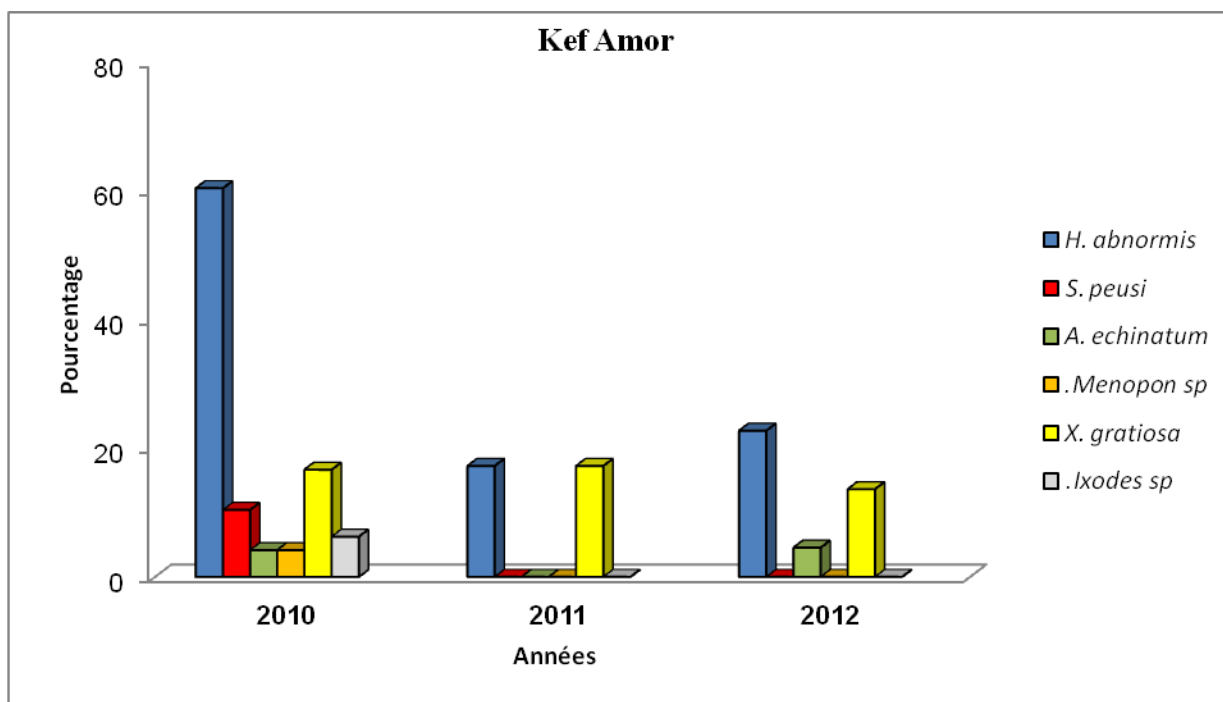


Figure 5.45. Variation temporelle de la prévalence dans le site de Kef Amor.

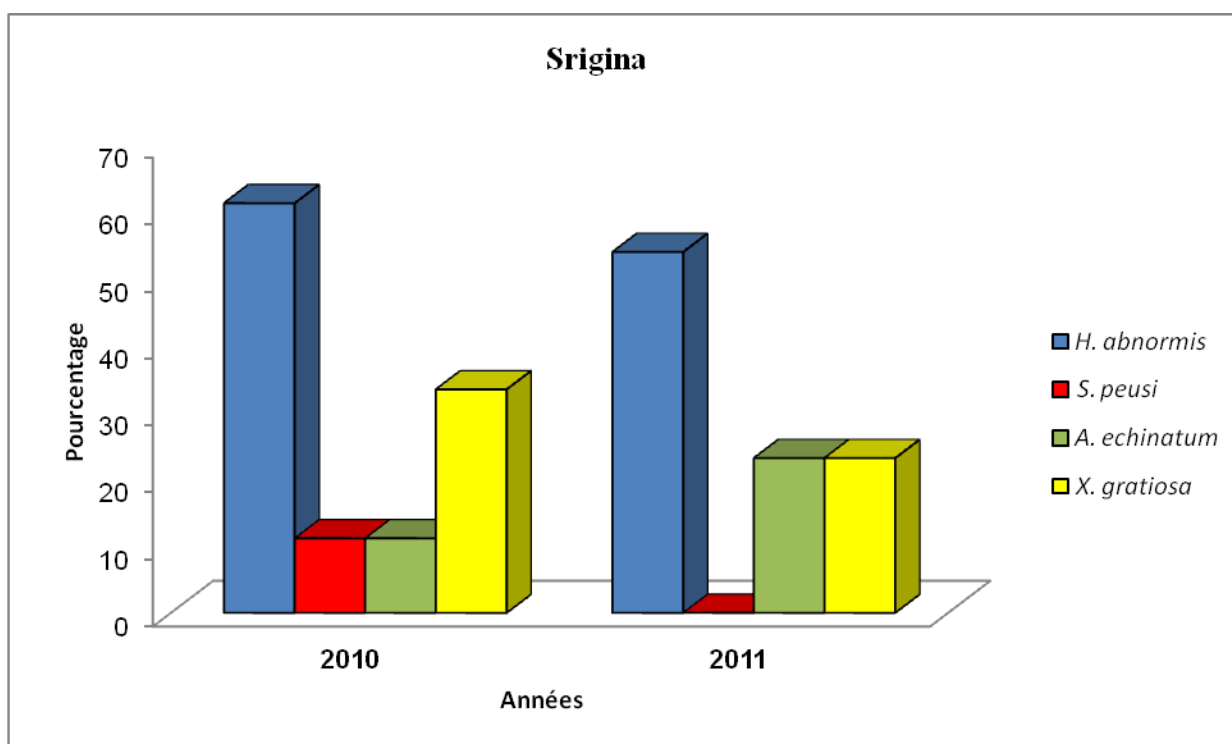


Figure 5.46. Variation temporelle de la prévalence dans le site de Srigina.

dos et "le ventre et la poitrine" alors que les tiques sont très abondantes sur les ailes et les puces sont strictement implantées sur "le ventre et la poitrine" (**Figure 5.47a**). De la même manière, dans le site de Srigina, les ectoparasites (les mallophages et les puces) sont largement distribués sur les quatre régions du corps du Puffin cendré (**Figure 5.47b**).

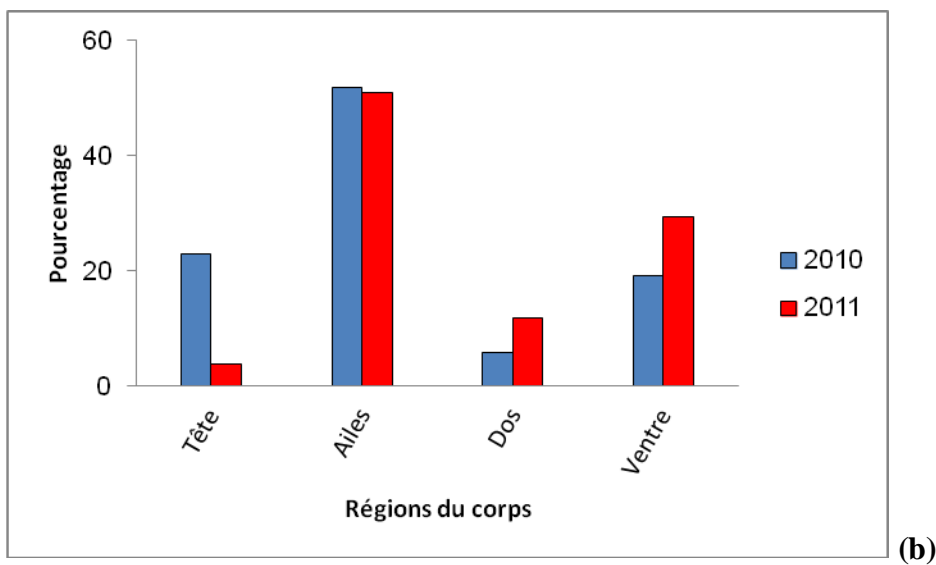
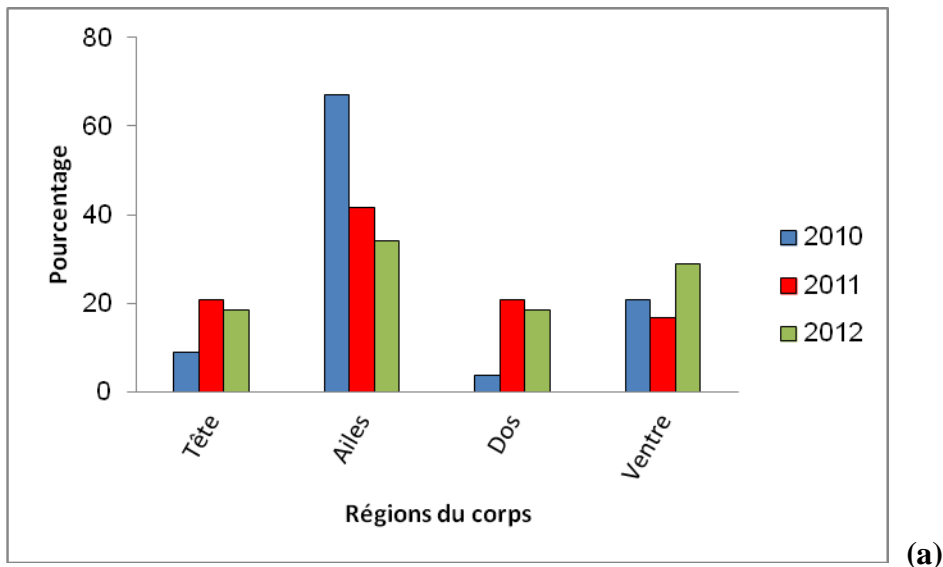


Figure 5.47. Abondance relative des ectoparasites sur les différentes régions du corps des poussins du puffin cendré :

- (a) Kef Amor
- (b) Srigina

Au cours de la période de reproduction de 2010, *Halipeurus abnormis* était à Kef Amor, le plus fréquent sur les ailes (87.6%) mais faiblement rencontré sur la tête (1.0%), le dos, et le ventre et la poitrine avec un pourcentage similaire de (5.7%). Contrairement, en 2011, il est très abondant sur la tête (50%), les ailes (40%), moins fréquents sur le dos (10%) et absent totalement sur le ventre et la poitrine (**Figure 5.48**). On note que *Saemundssonina peusi* qui domine largement sur la tête (100%) en 2010 est absente pour l'année suivante (2011). *Austromenopon echinatum* se localise sur la tête (60%) et les ailes (40%), *Menopon sp.* occupe principalement les ailes (100%). D'un autre côté, *Xenopsylla gratiosa* est trouvée sur "le ventre et la poitrine" (67.6% et (28.6%). Durant 2010 et 2011, respectivement. Cette même espèce occupe la région de la tête en 2010 et les ailes (9.0% et 35.7%) en 2010 et 2011, respectivement. On note aussi qu'a été observé sur le dos pour les deux années d'études avec de faibles proportions 10% et 35.7%, respectivement. La tique *Ixodes sp.*, se trouve confinée à une région distincte du corps du Puffin cendre principalement ailes (100%), enregistrée uniquement pour l'année. Nos résultats montrent que *H. abnormis* et *Xenopsylla gratiosa* sont les espèces fréquemment les plus rencontrées dans les sites d'études (**Figure 5.48**).

En 2012, on a recensés uniquement la présence de deux espèces de poux broyeur: *Halipeurus abnormis* et *Austromenopon echinatum* et une puce des puffins *Xenopsylla gratiosa*. Généralement, *Halipeurus abnormis* se trouve sur la tête (20.83%), les ailes (41.66%), le dos (16.66%) et "le ventre et la poitrine" (20.83%). Alors que, *Austromenopon echinatum* habite comme les années précédentes la tête (66.66%) et les ailes (33.33%. En plus, *Xenopsylla gratiosa* couvre la partie des ailes (18.18%), le dos (27.27%) et "le ventre et la poitrine" avec une forte densité (54.54%) (**Figure 5.48**).

A Srigina, on note que les espèces suivants: *H. abnormis*, *A. echinatum*, *S. peusi*, et la puce *X. gratiosa* sont présentes en 2010, alors que l'année qui suit est marquée par l'absence de *S. peusi*. En outre, *H. abnormis* est largement distribué sur les ailes (50% et 80%) en 2010 et 2011, respectivement) (**Figure 5.49**). L'espèce est collectée aussi du dos du Puffin cendré (3.3% et 10.0%), et du 'ventre et la poitrine' (20% et 10%), respectivement pour les années 2010 et 2011. Mais, on le trouve sur la tête (26.7%) uniquement en 2010. *A. echinatum* était le plus abondant sur la tête (50% et 40%) en 2010 et 2011, respectivement (**Figure 5.49c**). Il couvre les ailes avec le même pourcentage 25% pour les deux années d'études. En plus, *A. echinatum* a été trouvé sur le dos (15% et 20%) et sur 'le ventre et la poitrine' (10% et 15%), respectivement pour 2010 et 2011. Cependant, on note que *S. peusi* était spécifiquement distribuée sur la tête et isolée uniquement en 2010 (**Figure 5.49b**).

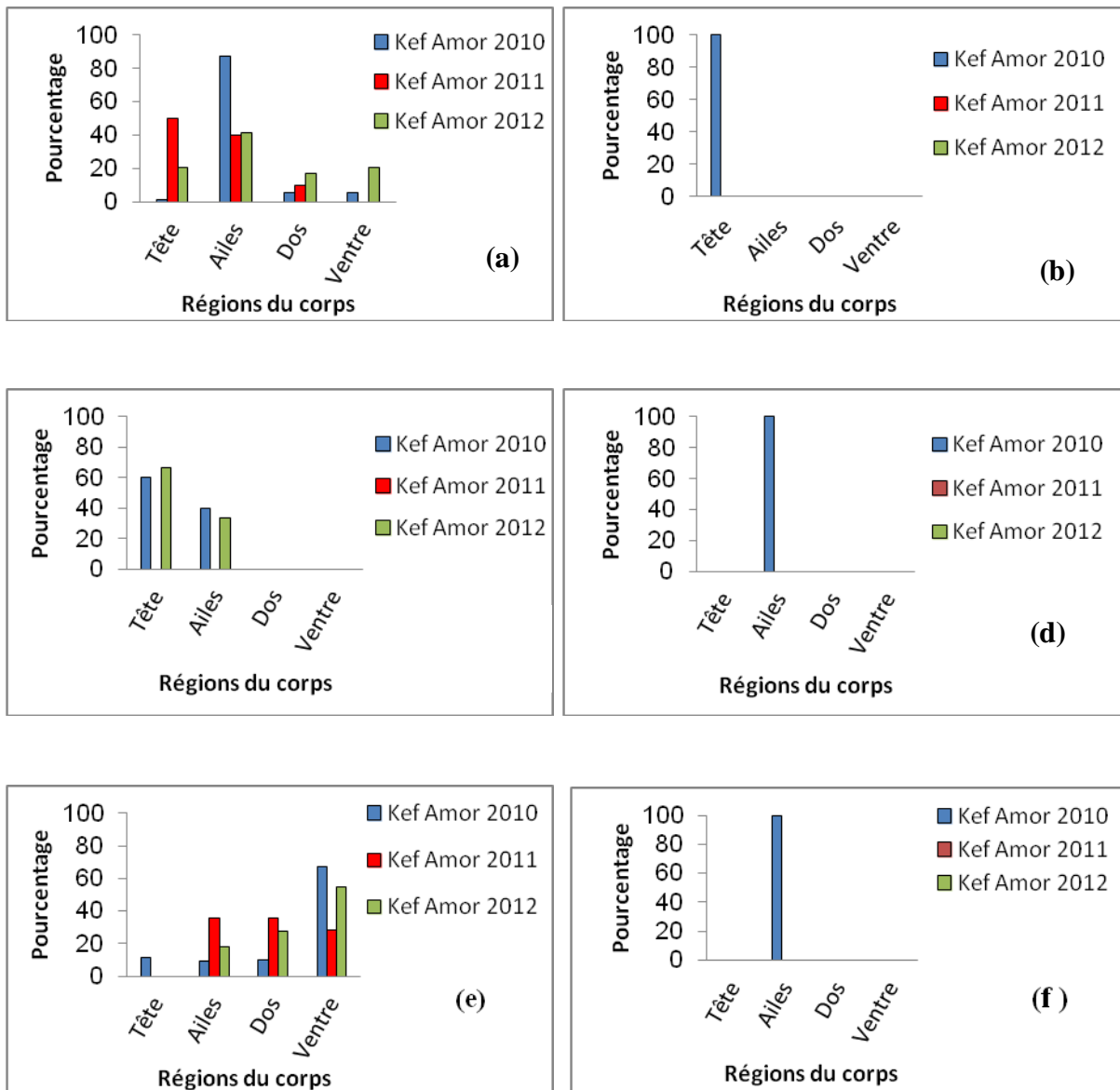


Figure 5.48. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Halipeurus abnormis*; (b) *Saemundssonina peusi*; (c) *Austromenopon echinatum*; (d) *Menopon sp.*; (e) *Xenopsylla gratiosa*; (f) *Ixodes sp.*, sur les quatre régions du corps du Puffin cendré à Kef Amor.

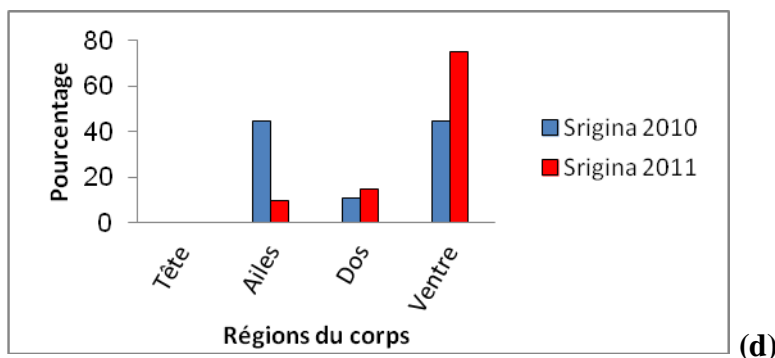
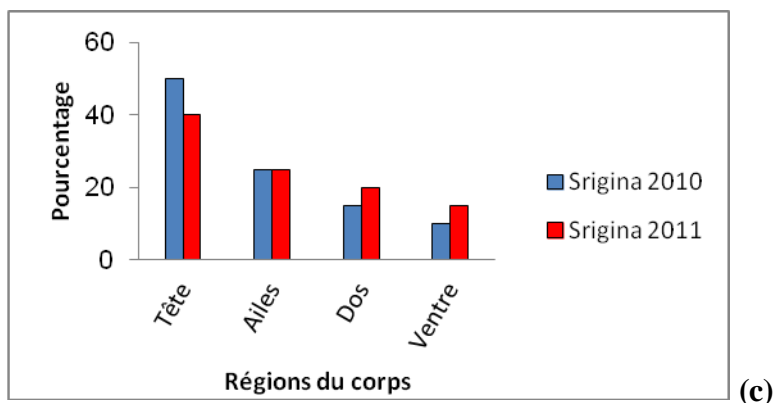
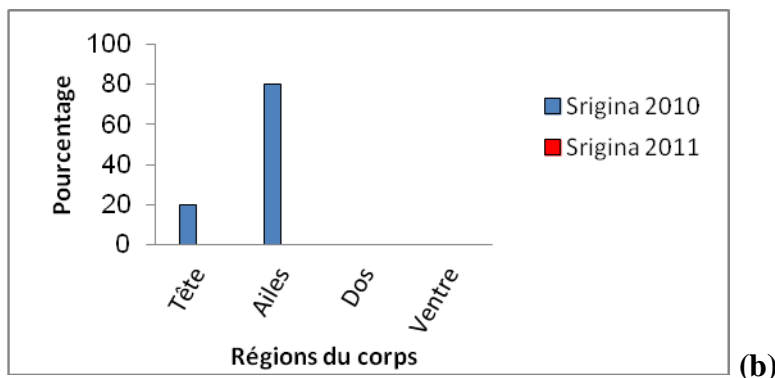
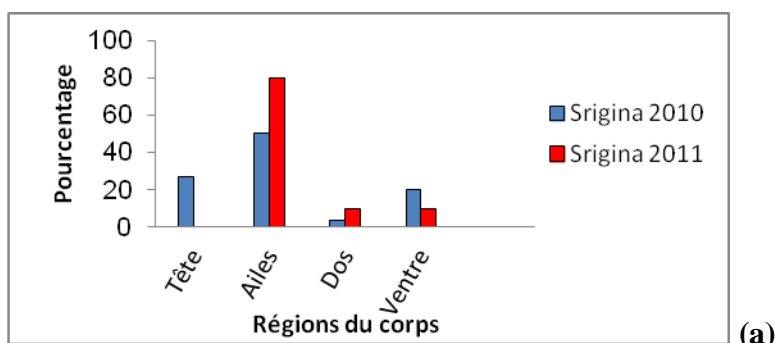


Fig.5.50. Abondance relative et distribution spatiale des poux broyeur (a) *Halipeurus abnormis*; (b) *Saemundssonina peusi*; (c) *Austromenopon echinatum*; (d) *Xenopsylla gratioiosa* sur quatre régions du corps du Puffin cendré à Srigina.

Enfin, la puce *Xenopsylla gratiosa* est largement distribuée sur les quatre parties du corps de l'hôte. On la trouve sur le 'ventre et la poitrine' (44.4% et 75.0% en 2010 et 2011, respectivement). Elle est aussi fréquemment rencontrée sur les ailes (44.4%) en 2010, mais moins abondante pour l'année suivante 2011 avec un pourcentage de 10.0%. Aussi, elle est implantée avec de faibles densités sur le dos (11.1% et 15.0%) en 2010 et 2011, respectivement (**Figure 5.50d**).

5.2.9. Le Faucon d'Éléonore

5.2.9.1. La composition des ectoparasites

La communauté ectoparasitaire est composée essentiellement de quatre espèces de poux broyeur (mallophages) et une seule espèce de tique ixodide, sont identifiées dans le site de Kef Amor en 2010, sont comme suit: *Degeeriella rufa* Burmeister 1838, *Laemobothrion tinnunculi* Linnaeus 1758, *Laemobothrion maximum* Scopoli 1763, *Colpocephalum zerafae* Ansari 1955 et *Haemaphysalis sp.* (Ixodidae). Alors que, pendant l'année suivante de reproduction 2011, on a enregistré uniquement la présence de deux espèces de poux mallophages. Quant à l'année de reproduction 2012, les résultats sont marqués par l'isolement pour la première fois d'une espèce de diptère (Hippoboscidae): *Ornithophila gestroi* (**Tableau 5.19**).

Tableau 5.19. Les espèces d'ectoparasites isolées chez le Faucon d'Éléonore *Falco eleonora* dans le site de Kef Amor.

Ectoparasites	Familles	espèces	Années de reproduction
Poux	Menoponidae	<i>Degeeriella rufa</i>	2010, 2011 et 2012
		<i>Colpocephalum zerafae</i>	2010
	Laemobothriidae	<i>Laemobothrion maximum</i>	2010
		<i>Laemobothrion tinnunculi</i>	2010, 2011 et 2012
Tiques	Ixodidae	<i>Haemaphysalis sp.</i>	2010
Diptères	Hippoboscidae	<i>Ornithophila gestroi</i>	2012

5.9.2.2. Distribution des ectoparasites au niveau de la population

Dans le site de Kef Amor, durant la saison de reproduction 2010, sur un ensemble de 108 poussins de Faucon d'Éléonore *Falco eleonora*, 46 sont infestés par les espèces ectoparasites (42.52%) (**Figure 5.50**). Les mallophages sont collectés de 35 oiseaux

(32.40%). Les tiques sont effectivement présentes sur 16 poussins de Faucon d'Éléonore (14.81%). Les résultats révèlent que 158 ectoparasites sont collectés de 46 poussins. Le nombre d'ectoparasite par oiseau fluctue entre 1 à 18 (moyenne 3.43). On note aussi, sur 27 poussins infestés (58.69%) sont parasités uniquement par une seule espèce d'ectoparasite. Autrefois, 12 oiseaux (26.08%) sont infestés par deux espèces d'ectoparasites. Mais, nous avons recensés un seul cas exclusivement parasité par trois espèces de poux mallophages.

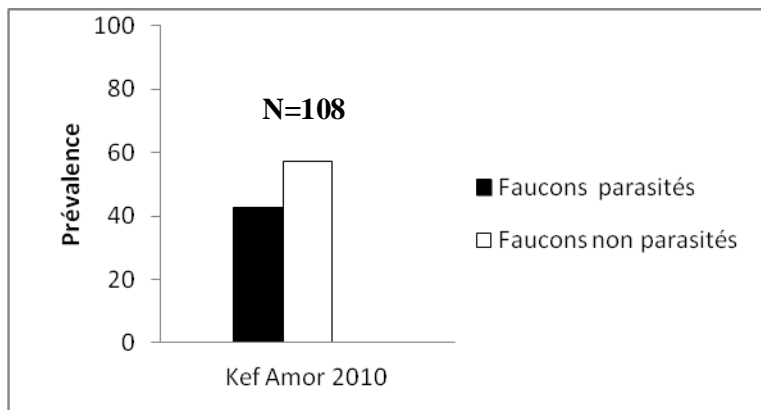


Figure 5.50. Prévalence des ectoparasites à Kef Amor..

La communauté des ectoparasites est extrêmement dominée par *Degeeriella rufa* (26.85%). L'abondance moyenne était de 0.63 ± 1.33 . Le deuxième taxa aussi assez abondant est *Haemaphysalis sp.* (17.59%). Cependant, les résultats indiquent aussi que *L. tinnunculi* est présent avec un pourcentage de 10.18. En général, *L. maximum* et *Colpocephalum zerafae* sont moins abondants dans la colonie de Kef Amor qui partage le même pourcentage (1.85%) (**Tableau 5.20**).

Contrairement, pendant la saison de reproduction de 2011, 67 poussins de Faucon d'Éléonore à Kef Amor sont examinés pour la recherche des ectoparasites. En somme, 10 oiseaux retrouvés infestés (14.92%) (**Figure 5.51**). Les analyses statistiques montrent une différence significative pour le taux d'infestation entre les deux années 2010 et 2011 (Fisher test $P=0.0001$; CI: 1.87-10.22). Les mallophages sont présents sur le corps de l'hôte, mais un petit nombre est collecté des oiseaux examinés. Ainsi que, le nombre d'ectoparasite par oiseau individuel varie entre 1 à 4 (moyenne 2.5). Tous les oiseaux infestés sont parasités uniquement par une seule espèce ectoparasite. La communauté ectoparasitaire est composée de faibles densités de *Degeeriella rufa* (08.95%). L'abondance moyenne était 0.19 ± 0.65 . Nous avons enregistré aussi la présence de *L. tinnunculi* (5.97%) (**Tableau 5.20**).

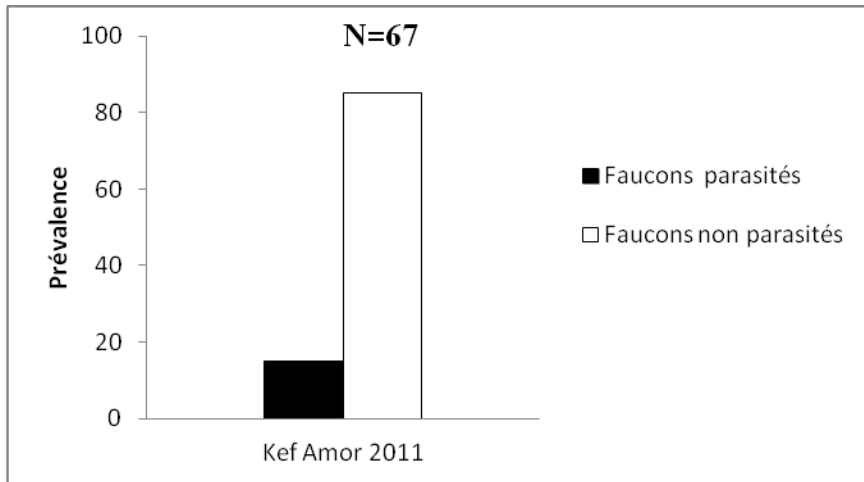


Figure 5.51. Prévalence des ectoparasites à Kef Amor.

Pendant la même période de la reproduction de l'année 2012, 04 poussins sur un ensemble de 35 sont infestés par les ectoparasites (11.42%) (**Figure 5.52**). Aussi, on note qu'il n'existe pas une différence significative pour le taux d'infestation à Kef Amor entre les années 2011 et 2012 (Fisher test $P=0.766$).

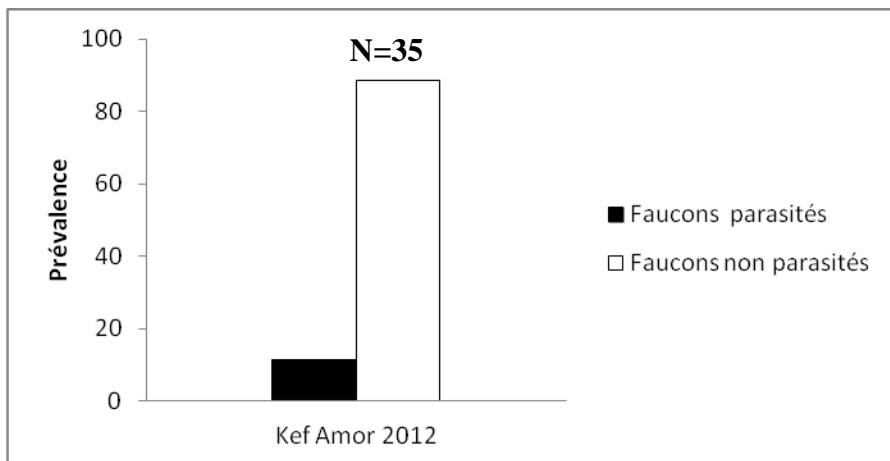


Figure 5.52. Prévalence des ectoparasites à Kef Amor.

Les mallophages sont recensés sur 03 oiseaux (8.57%), alors que les diptères (Hippoboscidae) sur un seul cas (2.85%). Tous les oiseaux sont parasités par une seule espèce d'ectoparasites. Le nombre d'ectoparasite par oiseau individuel varie entre 1 à 3. Généralement, *Degeeriella rufa* et l'autre espèce diptère (Hippoboscidae) *Ornithophila gestroi* sont trouvés respectivement sur le corps d'un seul poussin avec le même pourcentage de 2.85. Alors que, *L. tinnunculi* s'est avéré présent sur le corps de deux oiseaux (5.71%). L'abondance moyenne de *L. tinnunculi* était 0.22 ± 0.92 (**Tableau 5.20**).

Tableau 5.20. Prévalence, abondance et intensité moyennes des ectoparasites collectés des différentes régions du corps des poussins du Faucon d'Éléonore à Kef Amor.

Espèces parasites	Sites	Hôtes infestés	Prévalence (%)	Abondance moyenne (± Ecart type)	Intensité moyenne (± Ecart type)
<i>Degeeriella rufa</i> (Menoponidae)	Kef Amor 2010	29/108	26.85	0.63 ± 1.33	1.5 ± 1.70
	Kef Amor 2011	6/67	8.95	0.19 ± 0.65	1.30 ± 1.25
	Kef Amor 2012	1/35	2.85	0.11 ± 0.66	1 ± 1.73
<i>Laemobothrion tinnunculi</i> (Laemobothriidae)	Kef Amor 2010	11/108	10.18	0.17 ± 0.60	0.41 ± 0.58
	Kef Amor 2011	4/67	5.97	0.14 ± 0.63	1 ± 1.37
	Kef Amor 2012	2/35	5.71	0.22 ± 0.92	2 ± 1.87
<i>Laemobothrion maximum</i> (Laemobothriidae)	Kef Amor 2010	2/108	1.85	0.01 ± 0.13	0.04 ± 0.20
<i>Colpocephalum zerafae</i> (Menoponidae)	Kef Amor 2010	2/108	1.85	0.01 ± 0.13	0.04 ± 0.20
<i>Ornithophila gestroi</i> (Hippoboscidae)	Kef Amor 2012	1/35	2.85	0.05 ± 0.33	0.5 ± 0.70
<i>Haemaphysalis sp.</i> (Ixodidae)	Kef Amor 2010	19/108	17.59	0.59 ± 2.31	1.39 ± 3.51

5.9.2.3. Variation temporelle de la prévalence

Les résultats montrent une variation dans la composition des ectoparasites d'une année à une autre. Le Faucon d'Éléonore est une espèce migratrice qui se déplace avec ses parasites. Donc, nous n'avons pas trouvés les mêmes espèces ectoparasites pour les trois années d'études successives. Cela est marqué par une différence au niveau de la prévalence. Les ectoparasites suivants ont été trouvés uniquement lors de l'année 2010: *Laemobothrion maximum*, *Colpocephalum zerafae* et *Haemaphysalis sp.* Alors que, *Degeeriella rufa* (Fisher test $P=0.0036$) et *Laemobothrion tinnunculi* (Fisher test $P=0,41$; CI: 0.50-8) sont présentes pour les deux années d'étude 2010 et 2011. Nous avons isolés autre que *Degeeriella rufa* et *Laemobothrion tinnunculi* une espèce diptère: *Ornithophila gestroi* (Hippoboscidae) avec un petit nombre de spécimens uniquement pour la dernière année de 2012 (**Figure 5.53**).

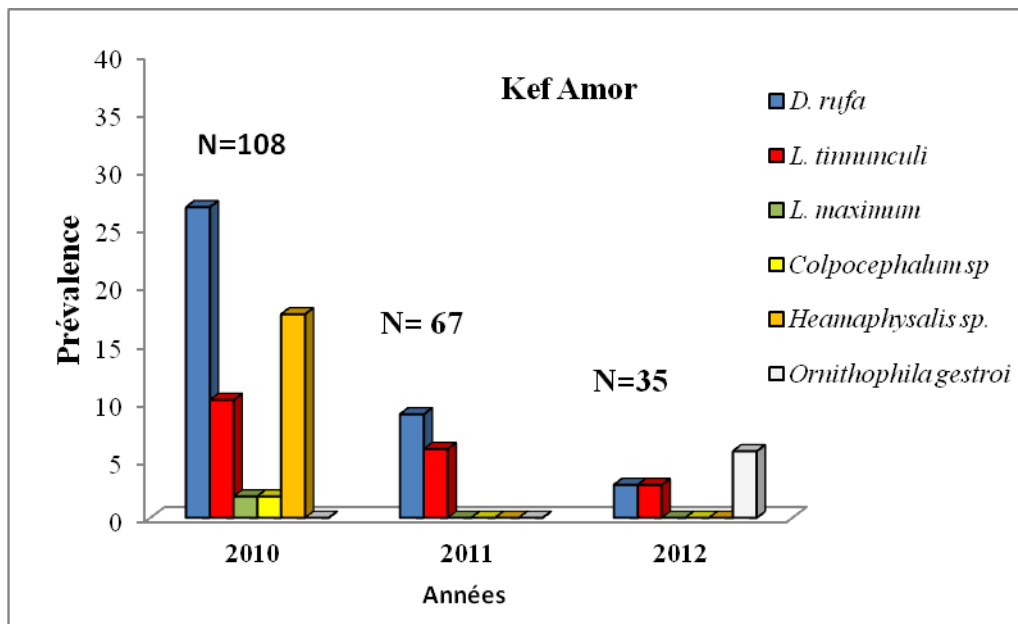


Figure 5.53. Variation temporelle de la prévalence à Kef Amor.

5.9.2.4. Distribution spatiale des ectoparasites sur l'hôte

Les ectoparasites sont strictement inféodés ou implantés dans des régions préférées (favorables) sur le corps du Faucon d'Eléonore *Falco eleonora* (la tête, les ailes et le dos) durant les trois années de reproduction. Nous avons également enregistré rarement leur présence sur "l'arrière et la queue" au cours de notre étude. La tête supporte la plupart des ectoparasites (74.05%), (60.86%) pour les deux années 2010 et 2011, respectivement. Alors que, relativement un petit nombre d'ectoparasites occupe la région de "l'arrière et la queue"

(0.63%) du corps de l'hôte. Les résultats montrent en 2010 que les ectoparasites étaient moins abondants respectivement sur le dos et les ailes (12.17% et 10.75%) (**Figure 5.54**). Dans la même période de reproduction de 2012, les ectoparasites se trouvent sur les trois parties du corps de l'hôte (la tête, les ailes et le dos), mais aussi sur la région de "l'arrière et la queue". Les ectoparasites sont rencontrés sur la tête (35.71%), les ailes (21.42%), le dos (28.57%) et la partie de "l'arrière et la queue (14.28%) **Figure 5.54**).

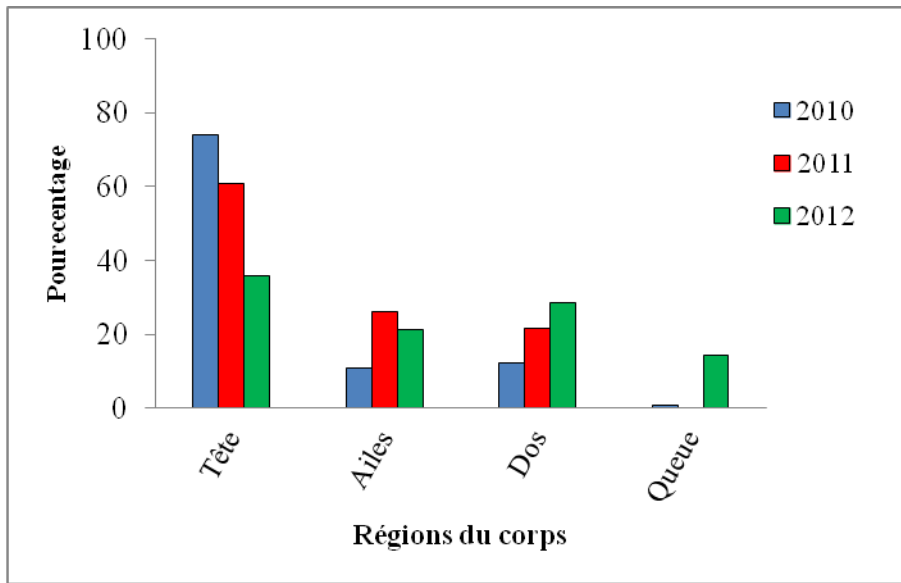


Figure 5.54. Abondance relative des ectoparasites sur les différentes régions du corps des poussins du Faucon d'Éléonore à Kef Amor.

- **Les Poux**

En 2010, les espèces d'ectoparasites se localisent le plus souvent dans les zones favorables et préférables comme la tête, les ailes, le dos et rarement sur la région de "l'arrière et de la queue" (**Figure 5.55**). *D. rufa* se localise principalement sur la tête (77.27%), les ailes (13.63%), le dos (07.57%) et "l'arrière et la queue" (1.51%) (Fisher test $P < 0.0001$). Ainsi, nous avons observés que *L. maximum* est trouvé uniquement sur la tête et sur le dos avec la même fréquence (50%). D'un autre côté, *Colpocephalum zerfae* est présent sur la tête et sur les ailes avec le même pourcentage (50%). Dans cette présente étude, nous avons enregistré aussi que *L. tinnunculi* habite deux régions majeures et importantes du corps de l'hôte: la tête (64.70%), et les ailes (35.29%) (Fisher test $P = 0.48$). Cependant, la tique *Haemaphysalis sp.*, occupe deux zones du corps de l'hôte exceptionnellement sur la tête (82.08%) et le dos (17.91%).

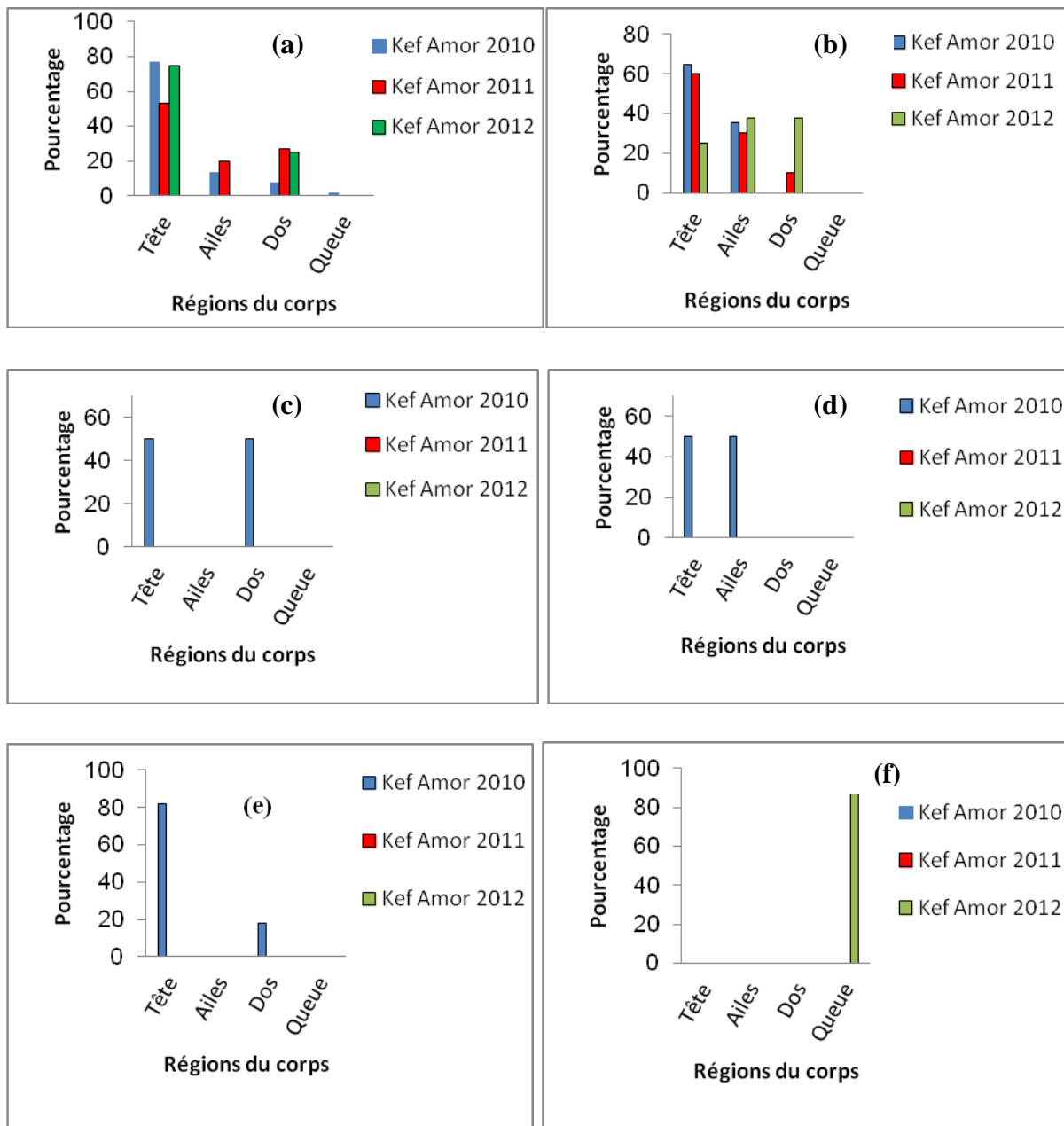


Figure 5.55. Abondance relative et distribution spatiale des ectoparasites: (a) *Degeeriella rufa*; (b) *Laemobothrion tinnunculi*; (c) *Laemobothrion maximum*; (d) *Colpocephalum zerfae*; (e) *Haemaphysalis sp.*; (f) *Ornithophila gestroi* sur quatre régions du corps du Faucon d'Eléonore à Kef Amor.

Nous avons ainsi remarqué que, *D. rufa* était l'espèce la plus commune trouvée spécifiquement sur les quatre parties du corps de l'hôte (la tête, les ailes, le dos et "l'arrière et la queue") (**Figure 5.55**).

En occurrence, nos résultats pour la saison de reproduction 2011, montrent clairement que, *D. rufa* existent sur les trois parties du corps de l'hôte: la tête (53.33%), les ailes (20%) et le dos (26.66%) (Fisher test $P=0.084$). De la même manière, *L. tinnunculi* est distribué aussi sur la tête (60%), les ailes (30%) et le dos (10%) (Fisher test $P=0.84$). En outre, les espèces de poux broyeur (mallophages) utilisent la tête, les ailes ainsi que le dos et sont même confinées pour ces régions limitées (**Figure 5.55**). Enfin, dans la même période de reproduction de 2012, les ectoparasites se trouvent sur les trois parties du corps de l'hôte (la tête, les ailes et le dos), mais aussi sur la région de "l'arrière et la queue". *D. rufa* occupe préférentiellement la partie de la tête avec une forte densité (75%) et le dos (25%). Mais, *L. tinnunculi* habite trois régions du corps du Faucon d'Éléonore: La tête (25%), les ailes et le dos respectivement avec le même pourcentage of (37.5%). Cependant, nous avons noté la présence d'une espèce hippoboscidé *Ornithophila gestroi* exclusivement dans la partie de "l'arrière et la queue" (100%). En conséquence, les espèces d'ectoparasites choisissent la tête, les ailes et le dos comme zones privilégiées du corps de l'hôte (**Figure 5.55**).

5.3. Discussion

Aujourd'hui, l'écologie parasitaire est une discipline en plein développement, notamment en raison de la prise en considération, par les écologues, du rôle potentiel des parasites dans les processus de régulation des populations hôtes, et de leur impact sur l'équilibre et le fonctionnement des écosystèmes. Le nombre des études sur l'écologie et l'évolution des interactions oiseaux-parasites s'est avéré en augmentation considérable au cours de ces dernières années (**Heeb et al., 2000**). Il est clair que les parasites vont influencer plusieurs traits chez l'hôte avec des répercussions significatives sur le niveau individuel, populationnel ainsi que communautaire (**Grenfell & Dobson, 1995; Clayton et Moore, 1997**). Les parasites jouent un rôle capital dans les processus de la sélection sexuelle chez les oiseaux, sur l'évolution de leurs traits d'histoire de vie ou bien sur la structure de la communauté (**Van Riper et al., 2002**). L'identification toutefois de ces parasites propres aux différentes espèces d'oiseaux d'eau reste une étape incontournable pour pouvoir aborder ces problématiques. Le suivi permanent des parasites conduit à l'amélioration de nos connaissances sur la dynamique des communautés de pathogènes associées à des problèmes

de santé publique et /ou vétérinaire. En Algérie, ce domaine de l'écologie parasitaire reste peu connu et nécessite un grand effort pour la promotion de cette discipline dans le futur proche.

Au cours de ce travail, on a pu inventorier 74 espèces appartenant à 13 familles. Ces parasites sont très variés du point de vue de richesse faunistique, on trouve les poux broyeur (mallophages), les acariens, les puces, les diptères et les sangsues. Les poux broyeur isolés du corps de plusieurs espèces d'oiseaux d'eau sont en accord avec la liste des mallophages du monde (**Price et al., 2003**). Les poux broyeur des Falconiformes ont été étudié par plusieurs auteurs dans les différents parties du monde (**Bach & Eichler, 1954, Tendeiro, 1955; Price and Beer; 1963; Nelson & Price, 1965; Gallego et al., 1987; Tendeiro, 1988; Pérez-Jiménez et al., 1988; Adam, 2003; Dik, 2006; Dik & Özkayhan, 2007**). De la même manière, pour les autres espèces de mallophages collectées des oiseaux comme ceux des Procellariiformes qui sont en accord avec ceux enregistrés pour les Puffins et autres espèces marins. Les puces trouvées sont aussi en accord avec les travaux précédents sur les oiseaux d'eau (**Beaucournu et al., 2005; Gómez-Díaz et al., 2008**). Les Ciconiiformes ont été étudié par plusieurs auteurs et nos résultats révèlent sans équivoque que sont aussi conformes avec leur études antérieures pour ces oiseaux (**Tendeiro, 1955; Carriker, 1964; Price et al., 1965; Price & Emerson, 1967; Tuff, 1967; Price, 1976; Hajela et al., 1970; Martin-Mateo, 1994, 2002; Price et al., 2003; Dik et al., 2007**). Les acariens et spécialement les tiques retrouvées sur les différentes parties du corps des oiseaux d'eau sont aussi reportées dans les travaux de plusieurs auteurs (**Hoogstraal et al., 1979; Hoogstraal & Kim, 1985; Horak et al., 2002; Kleindorfer et al., 2006; Kim et al., 2009**). Cependant, pour les diptères, une seule espèce de diptère (Hippoboscidae) a été isolée *Ornithophila gestroi* du corps du Faucon d'Éléonore en 2012 exclusivement, avec une densité très faible. Cette espèce aussi a été reporté par **Wink et al., 1979**. Ce résultat est aussi conforme avec des travaux antérieurs sur les diptères des Falconiformes (*Falco eleonora*, *Falco tinnunculus* et *Falco Naumanni*) (**Maa, 1969; Baez, 1976; Beaucournu et al., 1985; Muñoz et al., 1993**).

Plusieurs oiseaux d'eau y compris les oiseaux marins, se reproduisent en larges colonies qui se présentent comme un habitat idéal pour les ectoparasites (**Clifford, 1979**). Cependant, un grand nombre des espèces parasites ont adaptés ou synchronisés leur cycle de vie avec la phénologie de la reproduction de leur hôtes (**Clifford, 1979, McCoy & Tirard, 2002**). Ces parasites sont aussi mieux transmis durant la saison de la reproduction et cela retourne à l'abondance des hôtes intermédiaires du littoral marin (**Hoberg, 1996**). Plusieurs types d'ectoparasites sont trouvés sur les poussins des oiseaux. Le nombre et la variété des

ectoparasites sont plus importants sur les oiseaux coloniaux que ceux territoriaux (**Rózsa, 1996**). Pour des raisons multiples telles que la compétition pour les ressources et le toilettage pour les hôtes (**Reczigel & Rózsa, 1998**), le taux d'infestation parasitaire dépend de la concentration ou la densité des oiseaux avec la dissémination des ectoparasites aisément à l'intérieur d'une population dense. Comme les poux broyeur, qui complètent leur cycle de vie entier sur le corps de leur hôte. Ils se nourrissent principalement sur les plumes, tissus morts, du sang ou bien les sécrétions, car ils sont incapables de se mobiliser librement. La transmission est assurée durant les périodes des contacts directs entre les hôtes (**Clay, 1974; Clayton & Tompkins, 1994; Lee & Clayton, 1995; Johnson & Clayton, 2003**). Contrairement, les puces sont des organismes qui s'alimentent obligatoirement du sang, et qui sont associées avec l'environnement de la reproduction de l'hôte (nid). Dans la plupart des puces, tous les stades du cycle de reproduction s'opèrent à l'extérieur du corps de l'hôte, sauf pour les adultes, qui se nourrissent sur l'hôte (**Marshall, 1981**). Le taux d'infestation par exemple pour le Flamant rose dans notre étude est cependant faible, comparativement avec l'étude réalisée sur la Foulque macroule *Fulica atra* dans le nord-est algérien (**Rouag-Ziane et al., 2007**). Aussi, elle est territoriale pendant la saison de reproduction, la Foulque macroule est hautement grégaire pour l'hiver, ce qui peut expliquer les résultats. Les tiques (larve, nymphes et adultes) sont complètement hématophages. Elles attaquent généralement, la tête de leur hôte, et spécialement les yeux (**Boyd, 1951**). L'infestation parasitaire varie beaucoup entre et à l'intérieur des hôtes. Plusieurs auteurs ont montrés que les poussins sont plus sensibles aux ectoparasites, ce qui se traduit par une diminution de leur taille du corps et leur condition (**Møller et al., 1994; Merino & Potti, 1995**); ou un faible taux de succès de reproduction (**Brown & Brown, 1986; Merino & Potti, 1995**). Toutefois, les ectoparasites comme les mallophages plumicoles ont des effets sur le comportement du vol des males de *Hirundo rustica* (**Barbosa et al., 2002**).

Les poussins du Flamant rose, dans les deux sites d'études Ezzemoul et Safioune sont infestés par quatre espèces de poux broyeur: *Colpocephalum heterosoma*, *Triniton femoratum*, *Anaticola phoenicopteri* et *Anatoecus pygaspis*. Ces résultats sont les mêmes comparativement avec une étude similaire à la Camargue dans le sud de la France (**Palma et al., 2002**). En addition, des espèces citées dans notre étude, un seul spécimen de *Colpocephalum salimalii* Clay, 1951 a été identifié. Les données en possession supporte l'hypothèse de la connectivité entre les différentes colonies de la Méditerranée du Flamant

rose mise en évidence par les opérations de baguages et les données moléculaires (**Balkiz et al., 2007; Boucheker et al., 2011; Geraci et al., 2012**).

Les différences dans le degré du parasitisme (variation spatiale) peuvent être associées avec le site d'étude considéré. La variabilité observée est parfois forte entre des sites géographiquement proches. La dépendance stricte de l'environnement favorisé par le plumage de l'hôte pour la survie, les mallophages sont avec quelques exceptions transmis verticalement entre les parents et les poussins dans le nid, avec la variation du taux de la transmission horizontale entre poussins et les oiseaux adultes aussi bien (**Darolova et al., 2001; Brooke, 2010**). La variation de la faune parasitaire peut être liée aux facteurs climatiques comme la température, l'humidité et la végétation qui peuvent limiter la distribution (**Moyer et al., 2002; Johnson & Clayton, 2003; Studer & Poulin, 2013**). Dans l'étude actuelle, il semble que le climat algérien, aride (Sahara) et semi-aride (Hauts Plateaux) montre l'absence de toute barrière pour la distribution des espèces de mallophage pour le Flamant rose. Les espèces d'ectoparasites isolées peut être spécialement adaptées aux environnements hypersalins comme l'exposition au sel qui est connue par son influence sur la distribution des mites plumicoles (**Dowling et al., 2001**). On peut également ajouter que l'infestation dépend, par ailleurs, de la concentration en oiseaux; le parasite se propageant plus aisément en zone dense d'animaux.

La variation temporelle de la prévalence peut être expliqué par l'interférence de quelques facteurs environnementaux qui augmentent ou diminuent les nombres des parasites. La température par exemple peut jouer un rôle important dans l'existence des parasites. Les températures hautes, sont fatales pour les parasites. Aussi, les caractéristiques physiques de l'habitat, la collectivité animale présente et les réseaux trophiques complexes qui existent ont une incidence indirecte sur les parasites (**McLaughlin et al., 2008**). Généralement, dans les zones humides, la composition du substrat, la température de l'eau et la profondeur ont un effet sur la production primaire et aussi la présence ou la distribution de la végétation. Cela implique que la faune parasitaire locale peut être affectée avec des répercussions néfastes sur l'hôte intermédiaire (**Jefferies, 1994**). Par exemple, les diptères, des populations de mallophages diminuent durant la période de Juillet- Septembre (**Ash, 1960; Price et al., 2003**). Donc, l'effet parasitaire est conditionné par le type d'habitat et la saison ou l'année (**Nelson, 2004**). Alors que, l'environnement biotique peut lourdement influencer les effets des parasites. Le stress résultant d'un statut social inférieur peut favoriser des changements neuroendocriniens qui induisent l'immunosuppression (**Barnard et al., 1998**).

Dans le contexte de dévoiler la relation qui lie les ectoparasites avec leur hôtes, plusieurs chercheurs (**Randolph 1975; Fowler & Miller 1984; Fowler & Williams 1985; Boulinier *et al.*, 1996; Boulinier *et al.*, 2001; Wilson *et al.*, 2002**), ont analysés la fréquence de distribution des macroparasites et d'avoir une évidence claire des modèles les mieux décrits par la distribution binomiale négative. Mais la signification biologique de telle distribution omniprésente est toujours exigée et demandée. L'exposant binomial k doit permettre une mesure des effets de la déstabilisation des parasites sur la population de l'hôte. Il reflète aussi le taux de reproduction du parasite et de l'hôte (**Anderson & May 1978**). Les valeurs estimées de l'exposant de la distribution négative k obtenus dans notre étude sont conformes avec les données antérieures des valeurs dans la littérature avec k généralement plus petit que 1 (**Shaw & Dobson, 1995**). Un large spectre de facteurs (endogènes ou exogènes pour les deux les parasites et les hôtes) joue un rôle capital dans la détermination de la sélection de l'hôte pour le parasite qui peut être décrite par une gamme de modèles de distribution libre et idéale (Ideal free distribution) (**Parker & Sutherland, 1986; Trezenga 1995; Van der Hammen *et al.*, 2012**).

Les ectoparasites habitent les différentes régions du corps des oiseaux d'eau (la tête, les ailes, le dos, "le ventre et la poitrine", les pattes et " l'arrière et la queue" chez les Ciconiiformes (l'Ibis falcinelle, l'Aigrette garzette, l'Héron garde-bœuf et la Cigogne blanche). Alors que d'autres oiseaux comme le Flamant rose, les ectoparasites se localisent sur la tête, les ailes et les flancs. Ainsi que, pour le Puffin cendré, le Faucon d'Éléonore et le Goéland leucopnée, les ectoparasites sont implantés sur des parties distinctes du corps de l'hôte. Quelques ectoparasites ne font pas le choix des microhabitats préférés mais d'autres sont confinés ou sont strictement localisés sur des régions limitées du corps de l'hôte (**Clay, 1949; Choe & Kim, 1988; Palma *et al.*, 2002**). Le toilettage est la principale réaction défensive comportementale contre les ectoparasites nuisibles (**Muzaffar, 2000; Clayton *et al.*, 2005**). L'infracommunauté des ectoparasites était spatialement structurée en relation avec le corps de l'hôte (**Gómez-Díaz *et al.*, 2008; Mize *et al.*, 2011**). Les parasites qui partagent les ressources peuvent réduire la compétition par la ségrégation (**Mouillot *et al.*, 2003**). La ségrégation spatiale résultent probablement de l'exploitation plus que de l'interférence de la compétition dans la taille et la forme des plumes semble être favorable de créer une hétérogénéité de l'habitat nécessaire pour les parasites afin de ségréger (**Crompton, 1997**). Cependant, plusieurs études ont mis en évidence que la morphologie des plumes et l'aptitude des mallophages pour s'échapper du toilettage sont les facteurs majeurs déterminant la

distribution des poux broyeurs sur les oiseaux (**Bush et al., 2006**). **Nelson & Murray (1971)**, dans leur étude écologique des mallophages des pigeons domestiques, aussi ont trouvé que *Colpocephalum* est majoritaire sur les ailes et sur la partie de “l’arrière et la queue”. Il paraît que ces ectoparasites évitent la compétition directe par l’occupation des microhabitats séparés. L’abondance de quelques mallophages sur la région de la tête peut être aussi expliquée par leur capacité de se nourrir sur les sécrétions lacrymales (**Mey et al., 2006**). La ségrégation dans le temps ou l’espace peut diminuer les interactions interspécifiques (**Nilsson, 1981**). La distribution doit aussi être affectée par l’interférence mécanique de l’hôte avec les espèces attachées comme les tiques se trouvent sur des régions inaccessibles (**Marshall 1981; Murray 1987, 1990**). En plus, les espèces de petites tailles et/ou très mobiles sont fréquemment rencontrées sur d’autres régions du corps de l’hôte. Les tiques (larves, nymphes et adultes) sont complètement hématophages et occupent généralement, avec sélection de la tête de l’hôte, spécialement les yeux (**Boyd 1951**). La tête est une zone du corps où les tiques ne peuvent être facilement enlevées par toilettage. Un grand nombre de tiques autour des yeux peut affaiblir ou causer des troubles de vue (**Hoodless et al., 2003**). Les tiques ont des effets défavorables sur la condition des poussins aussi directement, à travers une anémie (manque de sang), où indirectement à travers une maladie (**Feare, 1976**). La distribution des mallophages sur le corps des poussins du Flamant rose suggère une partition spatiale. *Colpocephalum heterosoma* est dominant sur les ailes, *Trinoton femoratum* est abondant sur les flancs, alors que, l’autre espèce *Anaticola phoenocopteri* est le plus probablement fréquentée sur les ailes. *Anatoecus pygaspis* est exclusivement rencontré sur la tête. Un pattern similaire de la partition de l’habitat entre deux espèces de tiques *Ixodes uriae* et *I. signatus* a été observés sur les mures et les mouettes aux îles de Pribilof (**Choe, 1982**). La partition spatiale du corps de l’hôte doit être le résultat de quelques autres facteurs, peut être la température ou l’humidité du corps de l’hôte (**Reed et al., 2000**). Les hétérogénéités spatiales dans les organismes ont été souvent liés aux propriétés physiques de l’environnement et les processus biotiques comme la prédation et la compétition (**Thieltges et al., 2007; Gopi & Pavdan, 2011**).

En conséquence, nous n’avons pas des informations sur les parasites des oiseaux d’eau et leurs histoires de vie, la transmissibilité, et comment affecte sérieusement le succès de reproduction. En addition, par exemple la pêche et autres activités constituent un danger grandissant pour les oiseaux d’eau. Désormais, les zones humides ne sont pas immunisées contre les nuisances comme la fragmentation ou la perte des habitats, les changements hydrologiques, dérangements, l’introduction des espèces exotiques..... (**Samraoui & Samraoui, 2008**). Plusieurs sites d’importance mondiale et hot-spots ornithologiques sont

sous forte pression causée par l'homme et des mesures urgentes de protection et de conservation sont nécessaires. Cela implique particulièrement le danger réel pour la reproduction et les oiseaux migrateurs. Enfin, ces études nous permettent de prendre de mesures de précautions et de prévenir les changements majeurs pour protéger ces milieux naturels. Les zones humides algériennes sont capables de maintenir les larges populations des oiseaux comme l'Ibis falcinelle et d'autres oiseaux d'eau.

Conclusion

Conclusion

Cette étude vise à inventorier les parasites des oiseaux d'eau en Algérie. Egalement, on s'intéresse à étudier l'écologie des parasites et leurs effets sur la dynamique de leurs hôtes. Les données sur les parasites des oiseaux d'eau en Algérie demeurent rares et nécessitent des investigations plus poussées.

Les études menées dans des sites variés pour la période qui s'étend entre 2009-2012, nous a permis d'inventorier 74 espèces ectoparasites appartenant à 13 familles. Ces espèces sont pour la première fois recensées en Algérie. Ces ectoparasites de point de vue richesse faunistique sont divisés entre les poux broyeur, les acariens comme les tiques et les mites, les puces (Siphonaptères), les diptères et les sangsues.

Le taux d'infestation le plus élevé a été observé chez les mallophages, les tiques, puis les puces et enfin les diptères (Hippoboscidae) avec de faible densité au cours de cette étude. Pour l'année de reproduction 2010, chez l'Aigrette garzette, le taux d'infestation des mallophages est relativement élevé à Fetzara (87.5%), ainsi qu'à Chatt (65.21%). Alors que, les tiques sont présentes avec de fortes densités au niveau des îles Pisans (Bejaia) pour les deux années consécutives de 2010 et 2011 avec des pourcentages de (65.30 et 48.78), respectivement. Cependant, au niveau de l'île de Srigina en 2010, les puces étaient moins prévalentes que les mallophages avec un taux d'infestation pour la colonie du Puffin cendré qui avoisine 33.3%. Quant aux diptères, une espèce (Hippoboscidé) a été isolée exclusivement en 2012, dans le site de Kef Amor sur le corps du Faucon d'Eléonore, mais avec une densité relativement faible (2.85%). Donc, le taux d'infestation parasitaire dépend de la physionomie du site et la concentration des oiseaux d'eau, et la dissémination des parasites est facile en zone dense des animaux.

Dans les sites des Hauts plateaux (Ezzemoul) et le Sahara (Safioune), la composition de la communauté ectoparasitaire pour le Flamant rose est la même, composée essentiellement des poux broyeur suivants: *Colpocephalum heterosoma*, *Triniton femoratum*, *Anaticola phoenocopteri* et *Anatoecus pygaspis*. Ces résultats sont aussi conformes avec ceux trouvés à la Camargue en France. Ce résultat consolide l'hypothèse de la connectivité entre les différentes colonies de la Méditerranée du Flamant rose.

La variation spatiale entre sites peut être liée avec le site d'étude considéré. La variation de la faune parasitaire peut être influencée par les facteurs climatiques comme la

température et l'humidité, la végétation et aussi par les facteurs géographiques. Dans notre étude, on a observé qu'il n'existe pas une barrière pour la distribution des espèces. Malgré le climat algérien est aride pour les sites de Sahara comme Safioune et semi-aride pour les sites des Hauts plateaux. Cela est expliqué par la présence des mêmes espèces de poux broyeurs dans les deux sites en considération.

A la lumière des données collectées, on peut dire concernant la variation temporelle des prévalences des espèces, que malgré les facteurs environnementaux qui conditionnent la présence ou l'absence des ectoparasites, on a recensé qu'il n'ya pas fortement des fluctuations entre les années. Cela montre que le cortège parasitaire trouvé dans une année est généralement répété l'année qui en suit dans la plupart des sites pour les espèces étudiées. On a même mentionné qu'il n'ya pas de variation grande d'une année à l'autre quelque soit le parasite considéré.

Cependant, les résultats montrent clairement que les parasites suivent une distribution binomiale négative. Pour l'Ibis falcinelle, l'indice d'agrégation parasitaire varie entre 0.09 et 1.61.

La distribution des ectoparasites sur le corps de l'hôte est hétérogène. On les trouve sur les différentes régions du corps (la tête, les ailes, le dos, le 'ventre et la poitrine', les pattes et 'l'arrière et la queue' avec des proportions variées pour la plupart des Ciconiiformes comme l'Ibis falcinelle, l'Aigrette garzette, l'Héron Garde-bœuf. Alors que, pour certaines espèces comme le Puffin cendré, le Goéland leucophée, le Faucon d'Éléonore et de même pour le Flamant rose (Ciconiiformes), les ectoparasites sont localisés ou implantés sur des parties spécifiques et privilégiés du corps de leurs hôtes.

En addition, les résultats ont montré dans le cas du Flamant rose que les abondances différentielles des poux broyeurs (mallophages) sur les différentes régions de leurs hôtes suggèrent la présence d'une partition spatiale à l'intérieur de l'infracommunauté. *Colpocephalum heterosoma* est très abondant sur les ailes, *Triniton femoratum* est fréquemment trouvés sur les flancs. En occurrence, *Anaticola phoenicopteri* se localise aussi sur les ailes et *Anatoecus pygaspis* est se trouve exceptionnellement sur la tête.

Enfin, Il ne faut oublier que les systèmes hôtes-parasites sont des systèmes coévolutifs. A l'évolution de la défense des hôtes (défenses comportementales ou immunitaires) répond l'évolution des traits de vie du parasite (transmission, virulence), et

réciroquement. Dans un monde soumis aux changements globaux (changement climatique, fragmentation, baisse de biodiversité), les parasites sont de plus en plus importants à prendre en considération tant pour des aspects de santé (émergence) que pour des aspects de biologie de la conservation.

Ce modeste travail est porteur de très nombreuses perspectives dont un nombre a déjà été évoqué. Nous présenterons bien entendu des perspectives qui nous semblent aussi pouvoir conduire à des développements prometteurs dans le domaine de l'écologie parasitaire en Algérie et pour la compréhension de la relation hôte-parasite:

- Des investigations très poussées à long terme pour recenser la faune parasitaire (ectoparasites, endoparasites et même les haemoparasites)
- Il conviendrait de développer les études à grande échelle, visant à comprendre et à identifier les facteurs responsables de la dispersion et de l'implantation des parasites.
- Egalement, d'étudier la pathogénicité des parasites au sein de populations des oiseaux d'eau, et de chercher fort probable d'une relation entre ces parasites et les indices de condition corporelle et de réponse immunitaire des individus.
- Ainsi, divers travaux récents suggèrent le rôle des caroténoïdes comme lien entre l'immunité des mâles et l'intensité de leurs signaux colorés. Cependant, ces études utilisent des mesures de l'immunité par challenge immunitaire pour « mimer » les infections parasitaires. Cette démarche a été récemment discutée car les challenges pourraient ne pas toujours refléter la résistance parasitaire. Le contexte social module la relation entre immunité et signaux colorés. Ceci pourrait remettre partiellement en cause l'idée selon laquelle les caroténoïdes constituent un mécanisme universel garant de l'honnêteté des signaux.
- Cependant, dans le contexte de la santé publique, on renforce les travaux en dressant une liste de la faune ectoparasitaire: tiques, puces, diptères vecteurs potentiels de maladies en Algérie.
- On s'intéresse fortement à cartographier la distribution (dispersion) des vecteurs (puces, tiques, ...) en fonction des zones bioclimatiques, et d'avoir des données bioécologiques sur leur cycles, activités et leur hôtes.
- En outre, on travaille dans le but d'isoler les pathogènes chez les ectoparasites vecteurs de maladies comme tiques et puces afin de construire une souchothèque. Il est aussi important d'identifier des réservoirs de certains pathogènes transmis par les vecteurs en question.

- Création d'une sérothèque pour les maladies telles que: les Borrélioses ou maladie de Lyme, les Ehrlichioses, les Rickettsioses, Bartonneloses.....

Références bibliographiques

A

- Abraín AM, 2003.** Research applied to the conservation of seabirds breeding on Islands of the western Mediterranean. PhD. Thesis of Zoology. Barcelona: University of Barcelona.
- Adam C, 2003.** Chewing lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera) collected on some bird species in Romania. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa" 45: 159-172.
- Adam C, Chisamera G, 2006.** Remarks on two chewing louse species (Phthiraptera: Amblycera) collected from the individuals of a Sand Martin - *Riparia riparia* (L.) colony of Southern Romania. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa" 49: 129-143.
- Adam C, Daróczy SJ, 2006.** The chewing lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera) collected on some Falconiformes and Strigiformes (Aves) from Romania. Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa" 49: 145-168.
- Adler PH, McCreadie, 2002.** Black flies (Simuliidae). In: Medical veterinary entomology (Mullen GR, Durden I, eds). San Diego: Academic Press; 163-183.
- Adler PH, Currie DC, Wood DM, 2004.** Black flies (Simuliidae) of North America. Ithaca: Comstock.
- Albon SD, Stien A, Langvatn R, Roptad E, Halvorsen O, 2002.** The role of parasites in the dynamics of a reindeer population. Proceedings of the Royal Society of London B 269: 1625-1632.
- Anderson RM, May RM, 1978.** Regulation and stability of host-parasite population interactions. I. Regulatory processes. Journal of Animal Ecology 47: 219-247.
- Anderson RM, May RM, 1979.** Population biology of infectious disease: Part I. Nature 280: 361-367.
- Anderson RM, May RM, 1982.** Coevolution of hosts and parasites. Parasitology 85: 411-426.
- Andersson M, 1994.** Sexual selection. Princeton: Princeton University Press.
- André JP, 1998.** Parasites externes et internes des Oiseaux. NAC info gamme OCE Virbac.
- Archawaranon M, Subinprasert S, 2005.** Bird-parasite relations: a Hill Mynah case study. Journal of Entomology 2: 112-116.

Ash J, 1960. A study of the Mallophaga of birds with particular reference to their ecology. Ibis 102: 93-110.

Atkinson TH, Thomas NJ, Hunter DB, 2008. Parasitic diseases of wild birds. Iowa: Wiley-Blackwell Publishing.

B

Baaloudj A, Samraoui F, Laouar A, Benoughidane M, Hasni D, Bouchahdane I, Khaled H, Bensouilah S, Alfarhan A, Samraoui B, 2012. Dispersal of yellow legged gulls *Larus michahellis* ringed in Algeria: A preliminary analysis. Ardeola 59: 137-144.

Bacetti N, Béchet A, 2007. Range of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* metapopulation in the Mediterranean: new insights from Turkey. Journal of Ornithology 148: 347-355.

Bach G, Eichler D, 1954. Federlinge in Federspulen. Monatshefte für Veterinaemedizin 9: 12-14.

Badyaev AV, Hamstra TL, Kevin PO, Seaman DAA, 2006. Sex-biased maternal effects reduce ectoparasite-induced mortality in a passerine bird. PNAS 103: 14406-14411.

Baez M, 1976. Los hipobóscidos de las Islas Canarias (Diptera, Hippoboscidae). Boletín de la Estación Central de Ecología 7: 59-72.

Balcerowiak S, 2003. Médecine: futur antérieur ou les perspectives d'avenir inspirées par deux grandes découvertes scientifiques du XIXe siècle: la théorie microbienne et les rayons X. Reims: Université de Reims Faculté de Médecine.

Balkiz Ö, 2006. Dynamique de la métapopulation de Flamants roses en Méditerranée: implications pour la conservation. Thèse de doctorat en Biologie des Populations et Écologie. Montpellier: Université de Montpellier II.

Balkiz Ö, Özesmi U, Pradel R, Germain C, Siki M, Amat JA, Rendon-Martos M, Bacetti N, Béchet A, 2007. Range of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* metapopulation in the Mediterranean: new insights from Turkey. Journal of Ornithology 148: 347-355.

Balla A, 2012. Synthèse écologique sur les zones humides algériennes d'importance internationale. Thèse de doctorat en Ecologie et environnement. Batna: Université Hadj Lakhdar-Batna.

Ballweber LR, 2004. Waterfowl parasites. Avian and Exotics Pet Medicine: 197- 205.

Barbosa A, Merino S, De Lope F, Møller AP, 2002. Effects of feather lice on flight behavior of male Barn Swallows (*Hirundo rustica*). Auk 119: 213-216.

- Barnard CJ, Behnke JM, Gage AR, Brown H, Smithurst PR, 1998.** The role of parasite-induced immunodepression, rank and social environment in the modulation of behavior and hormone concentration in male laboratory mice (*Mus musculus*). Proceedings of the Royal Society of London B 265: 693-701.
- Barnes J, 2007.** *Ctenocephalides felis*. Consulté le 23/09/2008. Adresse URL: <http://www.bugguide.net/node/view/156842/bgimage>.
- Barroka M, 2005.** Hétérogénéité des relations parasites-oiseaux: importance écologique et rôle évolutif. Thèse de doctorat. Dijon: Université de Bourgogne.
- Baud'huin B, 2003.** Les parasites de la caille de blé *Coturnix coturnix*. Thèse de doctorat en Ecologie. Toulouse: Université de Toulouse.
- Baumgartner DL, 1988.** Review of myiasis (Insecta, Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae) of Neartic wildlife. Wildlife Rehab 8: 3-46.
- Beaty BJ, Marquardt WC, 2005.** The Biology of Disease Vectors, 2^{ème} Edition. Amsterdam: Elsevier.
- Beaucournu JC, 1976.** Contribution à l'étude des Siphonaptères de mammifères du Nord-Ouest de la région méditerranéenne (France, Italie, Péninsule Ibérique). Thèse doctorat ès-Sciences. Rennes: Université de Rennes.
- Beaucournu JC, 1978.** Les puces (Siphonaptera) du Maroc. Bulletin de l'Institut Scientifique Rabat 2: 85-86.
- Beaucournu JC, Beaucournu-Saguez F, Guiguen C, 1985.** Nouvelles données sur les diptères pupipares (Hippoboscidae et Streblidae) de la sous-région méditerranéenne occidentale. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée 60: 311-327.
- Beaucournu JC, Kowalski K, 1985.** New data on the fleas (Insecta, Siphonaptera) of Algeria. Bulletin de la Société de Pathologies Exotiques Filiales 78: 378-392.
- Beaucournu JC, Launay H, 1987.** Siphonaptères et taxonomie. Bulletin de la Société Française de Parasitologie 5: 133-144.
- Beaucournu JC, Launay H, 1990.** Les puces (Siphonaptera) de France et du bassin méditerranéen occidental. Paris: Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles.
- Beaucournu JC, Jouan R, Menier K, 2001.** Insectes ectoparasites du chien au Laos. Revue de Médecine Vétérinaire 152: 77-82.
- Beaucournu JC, Degeilh B, Guiguen C, 2005.** Les puces parasites d'oiseaux: diversité taxonomique et dispersion biogéographique (Insecta: Siphonaptera). Parasite 12: 111-121.
- Beaumont A, Cassier. 1998.** Embranchement des Annélides. In: Biologie Animale des Protozoaires aux Métazoaires épithélienneurs. Paris: Dunod; 266-275.

- Bechim L, 2005.** Approche bio-écologique des zones humides et des oiseaux d'eau de la région Sud-Constantinois. Thèse de Doctorat en Ecologie et Environnement. Batna: Université Hadj Lakhdar-Batna.
- Benbouta A, 2011.** Les zones humides: caractérisation, classification et contraintes d'étude de Sebket El Hamiet, Sétif. Thèse de Doctorat en Ecologie et Environnement. Batna: Université Hadj Lakhdar-Batana.
- Bennett GF, 1959.** Genus on the genus *Protocalliphora* (Diptera: Calliphoridae). Ph.D. dissertation. Toronto: University of Toronto.
- Bennett PM, Owens IPF, 2002.** Evolutionary ecology of birds: life histories, mating systems, and extinction. Oxford: Oxford University Press.
- Berchi S, 1990.** Ecologie des phlébotomes (Diptera, Psychodidae) de l'Est algérien. Thèse de Magister en Entomologie Appliquée. Constantine: Université de Constantine 1.
- Berchi S, 1993.** Les phlébotomes (Insecta, Diptera, Psychodidae), vecteurs de leishmanioses dans l'Est algérien. Bulletin de la Société de Zoologie Française 118: 341-349.
- Berchi S, 2000.** Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse doctorat d'état en Sciences. Constantine: Université Constantine 1.
- Berenger JM, Delaunay P, Pagès F, 2008.** Les punaises de lits (Heteroptera, Cimicidae): une actualité « envahissante ». Médecine Tropicale 68: 563-567.
- Berggren Á, 2005.** Effect of the blood-sucking mite *Ornithonyssus bursa* on chick growth and fledging age in the North island Robin. New Zealand Journal of Ecology 29: 243-250.
- Bitam I, Parola P, De La Cruz KD, Matsumoto K, Baaziz B, Rolain J-M, Belkaid M, Raoult D, 2006.** First molecular detection of *Rickettsia felis* in fleas from Algeria. American Journal of Tropical Medicine Hygiene 74: 532-535.
- Bloszky J, Gwiazdowicz DJ, Bajerlein D, Halliday RB, 2005.** Nests of the White Stork *Ciconia ciconia* (L.) as a habitat for mesostigmatic mites (Acari, Mesostigmata). Acta parasitologica 50: 171-175.
- Blount JD, Metcalfe NB, Birkhead TR, Surai PF, 2003.** Carotenoid modulation of immune function and sexual attractiveness in zebra finches. Science 300: 125-127.
- Bonneaud C, Mazuc J, Gonzalez G, Haussy C, Chastel O, Faivre B, Sorci G, 2003.** Assessing the cost of mounting an immune response. The American Naturalist 161: 367-379.

- Bonnedahl J, Drobni M, Gauthier-Clerc M, Hernandez J, Granholm S, Kayser Y, Melhus A, Kahlmeter G, Waldenstro J, Johansson A, Olse B, 2009.** Dissemination of *Escherichia coli* with CTX-M Type ESBL between Humans and Yellow-Legged Gulls in the South of France. *Plos One* 4: e5958.
- Boonkong S, Meckvichai W, 1987.** Arthropod parasites of the tree sparrow (*Passer montanus* Linnaeus, 1758) in Bangkok, Thailand. *Journal of Science Society of Thailand* 13: 231-237.
- Booth DT, Clayton DH, Block BA, 1993.** Experimental demonstration of the energetic cost of parasitism in free-ranging hosts. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences London* 253: 125-129.
- Bosch M, Figuerola J, Cantos FJ, Velarde R, 1997.** Intracolonic differences in the infestation by *Haemoproetus lari* on Yellow-Legged Gulls *Larus cachinnans*. *Ornis Fennica* 74: 105-112.
- Bosch M, Figuerola J, 1999.** Detrimental effects of ticks *Ornithodoros maritimus* on the growth of Yellow-Legged Gull *Larus michaehellis* chicks. *Ardea* 87: 83-89.
- Bouattour A, 2002.** Clé dichotomique et identification des tiques (*Acari: Ixodidae*) parasites du bétail au Maghreb. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis* : 1-4.
- Bouchecker A, 2009.** Ecologie de l'Ibis falcinelle *plegadis falcinellus* en Numidie (Nord-est-Algérien). Thèse de doctorat en Sciences. Annaba: Université Badji Mokhtar-Annaba.
- Bouchecker A, 2012.** Dynamique de la métapopulation de flamants roses en Méditerranée: rôle des zones humides d'Afrique du nord et implications pour la conservation. Thèse de doctorat en Ecologie. Montpellier: Ecole Pratique des Hautes Etudes.
- Bouchecker A, Nedjah R, Samraoui F, Menai R, Samraoui B, 2009.** Aspects of the breeding ecology and conservation of Glossy Ibis in Algeria. *Waterbirds* 32: 645- 351.
- Bouchecker A, Samraoui B, Prodon R, Amat JA, Rendón-Martos M, Baccetti N, Vidal Esquerre F, Nissardi S, Balkiz Ö, Germain C, Boukhssaim M, Béchet A, 2011.** Connectivity between the Algerian population of Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* and those of the Mediterranean basin. *Ostrich* 82: 167-174.
- Bouchibi-Baaziz N, Bouzid A, Boukhssaim M, Ouldjaoui A, Baaziz N, Bouchker A, Samraoui B, 2010.** A new nesting site for the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in the Algerian Sahara and an account of the 2010 breeding season. In: *Flamingo/Bulletin of the IUCNSSC/ Wetlands International Flamingo Specialist* (Lee R, Arengo F, Béchet A, eds). Slimbridge: Wildfowl and Wetlands Trust.

- Boulinier T, Ives AR, Danchin E, 1996.** Measuring aggregation of parasites at different host population levels. *Parasitology* 112: 581-587.
- Boulinier T, McCoy KD, Sorci G, 2001.** Dispersal and parasitism. In: *Dispersal* (Clobert J, Danchin E, Dhondt A, Nichols J, eds). Oxford: Oxford University Press; 169-179.
- Boulkenafet F. 2006.** Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) dans la région de Skikda. Mémoire de Magister en Entomologie. Constantine: Université de Constantine 1.
- Boulkhssaim M, Houhamdi M, Samraoui B, 2006.** Population dynamics and diurnal behavior of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl* 58: 65-78.
- Bounamous A, 2010.** Biosystématique et caractérisation par la biologie moléculaire des phlébotomes de l'est algérien. Thèse de doctorat en Sciences. Constantine: Université de Constantine 1.
- Bouzi A, Yousfi A, Boulkhssaim M, Samraoui B, 2009.** Première nidification réussie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans le Sahara algérien. *Alauda* 77: 139-143.
- Bouzi R, 2011.** L'étude de l'écologie du Flamant rose (*Phoenicopterus roseus ruber*) dans le complexe des zones humides Sud-Constantinois. Thèse de Doctorat en Ecologie et Environnement. Batna: Université Hadj Lakhdar-Batna.
- Bouzi-Lamine W, 2008.** Structure génétique de *Ligula intestinalis* (Cestode: Diphyllbothriidea), parasite des poissons d'eau douce. Thèse de doctorat en Écologie et évolution des populations et communautés. Toulouse: Université de Toulouse.
- Boyd EM, 1951.** The external parasites of birds: a review. *Wilson Bulletin* 63: 363-369.
- Boyer S, 2006.** Résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides: conséquences environnementales. Thèse de doctorat en Biologie. Grenoble: Université Joseph Fourier.
- Broderson D, Canaris AG, Bristol JR, 1977.** Parasites of waterfowl from southwest Texas. II. The Shoveler, *Anas clypeata*. *Journal of wildlife Diseases* 13: 435-439.
- Brooke M de L, 2010.** Vertical transmission of feather lice between adult blackbirds *Turdus merula* and their nestlings: a lousy perspective. *Journal of Parasitology* 96: 1076-1080.
- Brown CR, Brown MB, 1986.** Ectoparasitism as a cost of coloniality in cliff swallows (*Hirundo pyrrhonota*). *Ecology* 67: 1206-1218.

Brown CR, Stutchbury BJ, Walsh PD, 1990. Choice of colony size in birds. *Trends in Ecology and Evolution* 5: 398-403.

Brown CR, Brown MB, 2002. Spleen volume varies with colony size and parasite load in a colonial bird. *Proceedings of the Royal Society of London B* 269: 1367-1373.

Bruin J, Van der Geest LPS, 2008. Diseases of mites and ticks. *Experimental and Applied Acarology* 46: 121-139.

Bull JJ, 1994. Perspective: Virulence. *Evolution* 48:1423-1437.

Burneleau G, 2003. Which chick is tasty to parasites? The importance of host immunology vs. Parasite life history. *Journal of Animal Ecology* 72: 75-81

Burton GJ, 1963. Bedbugs in relation to transmission of human diseases. *Public Health Report* 78: 513-24.

Bush AO, Lafferty KD, Lotz, JM, Shostak AW. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of Parasitology* 83: 575-583.

Bush AO, Fernández JC, Esch GW, Seed JR, 2001. Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge: Cambridge University Press.

Bush AO, Sohn E, Clayton DH, 2006. Ecomorphology of parasite attachment: experiments with feather lice. *Journal of Parasitology* 92: 25-31.

Bush SE, 2009. Field guide to collecting parasites. Kansas: University of Kansas.

Bussieras J, Chermette R, 1992. Abrégé de Parasitologie vétérinaire. Fascicule VI: Entomologie vétérinaire, service de parasitologie. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.

C

Calnek BW, Barnes HJ, Beard CW, Mc Dougald LR, Saif YM, 1997. Diseases of poultry, 10th edition. Iowa: Iowa State University Press.

Camicas J-L, Morel PC, 1977. Position systématique et classification des tiques (Acarina: Ixodida). *Acarologia* 18: 410-420.

Camicas J-L, Hervy JP, Adam F, Morel PC, 1998. Les tiques du Monde (Acarida, Ixodidae): nomenclature stades décrits, hôtes, répartition. Paris: Orstom Paris.

Carayon J, 1966. Traumatic insemination and the paragenital system. In: *Monograph of Cimicidae* (Hemiptera-Heteroptera). (Usinger R, ed). Lanham: Thomas Say Foundation; 81-167.

- Carayon J, 1977.** Insemination extragénitale traumatique. In: Anatomie, systématique, biologie, insectes. Gamétogénèses, fécondation, métamorphoses. Traité de zoologie (Grassé PP, ed). Paris: Masson; 351-90.
- Carleton RE, 2008.** Ectoparasites affect hemoglobin and percentages of immature erythrocytes but not hematocrit in nestling eastern bluebirds. *The Wilson Journal of Ornithology* 120: 565-568.
- Carriker MA, 1949.** Report on a collection of mallophaga, largely Mexican (Part 1). *Proceedings of United States Natural Museum* 100: 377-380.
- Carriker MA, 1964.** On the genera "*Ciconiphilus*" and "*Ardeiphilus*" with description of six new species. *Revue of Brasil Biology* 24: 95-108.
- Casati S, 2005.** Etude sur la diversité génétique des tiques *Rhipicephalus sanguineus* et *Ixodes ricinus*, et des agents pathogènes *Rickettsia sp*, *Coxiella sp*, *Borrelia burgdorferi* sensu lato, *Babesia sp* et le virus de l'encéphalite à tique en Suisse. Thèse de doctorat ès Sciences. Neuchâtel: Université de Neuchâtel.
- Cassier P, Brugerolle G, Combes C, Grain J, Raibaut A, 1998.** Le parasitisme, un équilibre dynamique. Paris: Masson.
- Centers for disease control and prevention, 1982.** A Cluster of Kaposi's Sarcoma and *Pneumocystis carinii* Pneumonia among Homosexual Male Residents of Los Angeles and Range Counties, California. *CDC MMWR* 31: 305-307.
- Chakri K, 2007.** Contribution à l'étude écologique de *Daphnia magna* (Branchiopoda: Anomopoda) dans la Numidie, et inventaire des grands branchiopodes en Algérie. Thèse de doctorat d'état en Ecologie. Annaba: Université Badji Mokhtar-Annaba.
- Cheng TC, 1991.** Is parasitism symbiosis? A definition of terms and the evolution of concepts. In: Parasite-host associations, coexistence or conflict? (Toft CA, Aeschlimann A, Bolis L, eds). Oxford: Oxford University Press; 15-36.
- Choe JC, 1982.** Community ecology of ectoparasite on Alaskan seabirds (Charadriiformes). MSc. Thesis. Pennsylvania: The Pennsylvania state university.
- Choe JC, Kim KC. 1987a.** Ectoparasites of the Pelagic Cormorant *Phalacrocorax pelagicus* from the Pribilof Islands, Alaska. *Journal of Medical Entomology* 24: 592-584.
- Choe JC, Kim KC. 1987b.** Community structure of arthropod ectoparasites on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology* 65: 2998-3005.

- Choe JC, Kim KC. 1988.** Microhabitat preference and coexistence of ectoparasites arthropods on Alaskan seabirds. *Canadian Journal of Zoology* 66: 987-997.
- Choisy M, Brown SP, Lafferty KD, Thomas F, 2003.** Evolution of trophic transmission in parasites: why add intermediate hosts? *The American Naturalist* 162(2): 173-181.
- Christe P, Oppliger A, Richner H, 1994.** Ectoparasite affects choice and use of roost sites in the great tit *Parus major*. *Animal Behavior* 47: 895-898.
- Christe P, Richner H, Oppliger A, 1996.** Of great tits and fleas: sleep baby sleep. *Animal behavior* 52: 1087-1092.
- Clay, T, 1949.** Some problems in the evolution of a group of ectoparasites. *Evolution* 3: 279-299.
- Clay, T, 1959.** Key to species of *Austromenopon* Bedford (Mallophaga) parasitic on the Charadriiformes. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London B* 28: 157-168.
- Clay T, 1964.** Geographical distribution of the Mallophaga (Insecta). *Bulletin of British Ornithologist's Club* 84:14-16.
- Clay T, 1974.** The Phthiraptera (Insecta) parasitic on flamingoes (Phoenicopteridae: Aves). *Journal of Zoology of London* 172:483-490.
- Clay T, 1976.** The species of *Ibidoecus* (Phthiraptera) on *Threskiornis* (Aves). *Systematic Entomology* 1: 1-7.
- Clay T, Hopkins GHE. 1952.** A check list of the genera and species of Mallophaga. London: British Museum (Natural History).
- Clay T, Moreby C, 1967.** Mallophaga (biting lice) and Anoplura (sucking lice). Part II: Keys and locality lists of mallophaga and Anoplura. *Antarctic Research Series* 10: 157-196.
- Clayton DH, 1990.** Mate choices in experimentally parasitized rock doves, lousy male lose. *American Zoology* 30: 251-262.
- Clayton DH, 1991.** Co-evolution of avian grooming and ectoparasite avoidance. In: *Bird-parasite interactions: ecology, evolution and behavior* (Loye JE, Zuk M, eds). Oxford: Oxford University Press; 258-289.

- Clayton DH, Tompkins DM, 1995.** Comparative effects of mites and lice on the reproductive success of rock doves (*Columbia livia*). *Parasitology* 110: 195-206.
- Clayton DH, Moore J, 1997.** Host-parasite evolution: general principles and avian models. Oxford: Oxford University Press.
- Clayton DH, Walther BA, 1997.** Collection and quantification of arthropods parasites. In: Host parasite evolution: General principles and avian models (Clayton DH, Moore JE, eds). Oxford: Oxford University Press; 419-440.
- Clayton DH, Price RD, 1999.** Taxonomy of new world *Columbicola* (Phthiraptera: Philopteridae) from the Columbiformes (Aves), with description of five new species. *Annals of the Entomological Society of America* 92: 675-685.
- Clayton DH, Gregory RD, Price RD, 1992.** Comparative ecology of Neotropical bird lice (Insecta: Phthiraptera). *Journal of Animal Ecology* 61: 781-795.
- Clayton DH, Gregory RD, Price RD, 2001.** Critical evaluation of five methods for quantifying chewing lice (Insecta: Phthiraptera). *Journal of Parasitology* 87: 1291-1300.
- Clayton DH, Adams RJ, Bush SE, 2008.** Phthiraptera, the chewing lice. In: parasitic diseases of wild birds (Atkinson TH, Thomas NJ, Hunter DB, eds). Iowa: Wiley-Blackwell Publishing; 515-526.
- Clayton DH, Moyer BR, Bush SE, Jones TG, Gardiner DW, Rhodes BB, Goller F, 2005.** Adaptive significance of avian beak morphology for ectoparasite control. *Proc R Soc B* 272: 811-817.
- Clifford CF, 1979.** Tick-borne viruses of seabirds. In: Arctic and tropical arboviruses (Kurstak E, ed). London: Academic Press; 83-100.
- Clifford CM, Anastos G, Elbl A, 1960.** The larval ixodid ticks of the eastern United States (Acarina-Ixodidae). *Miscellaneous Publications of the Entomological society of America* 2(3): 213-237.
- Cochrane PJ, 2011.** Variation in infection status among bird populations, and its implications For the successful co-introduction of parasites in bird translocations. MSc. Thesis of Science. Lincoln: Lincoln University.
- Colwell DD, Hall MJR, Scholl PJ, 2006.** *The Oestrid Flies: Biology, host-parasite relationships, impact and management*. Oxford: CABI Publishing.
- Combes C, 1995.** Interactions durables. Ecologie et évolution du parasitisme. Paris: Masson.

- Combes C, 1996.** Parasites biodiversity and ecosystem stability. *Biodiversity and Conservation* 5: 953-962.
- Comtois A, 2004.** Impact des insectes piqueurs sur le comportement et l'utilisation de l'habitat du Porc-épic d'Amérique. Mémoire de fin d'études. Gestion de la faune et ses habitats. Québec: Université de Québec.
- Coulson JC, 2002.** Colonial breeding in seabirds. In: *Biology of marine birds* (Schreiber EA, Burger J, eds). London: CRC Press; 87-113.
- Coustau C, Chevillon C, French-Constant R, 2000.** Resistance to xenobiotics and parasites: can we count the cost? *Trends in Ecology and Evolution* 15: 378-383.
- Crofton HD, 1971.** A model of host-parasite relationships. *Parasitology* 63:343-364.
- Cramp S, Simmons KEL, 1977.** Hand book of the birds of Europe, the Middle East and North Africa: the birds of the Western Palearctic. New York: Oxford University Press.
- Carayon J, 1966.** Traumatic insemination and the paragenital system. In: *Monograph of Cimicidae* (Hemiptera-Heteroptera) (Usinger R, ed). Lanham: Entomological Society of America; 81-167.
- Carayon J, 1977.** Insemination extragénitale traumatique. In: *Anatomie, systématique, biologie, insectes. Gamatogénèses, fécondation, métamorphoses. Traité de zoologie* (Grassé PP, éd). Paris: Masson; 351-90.
- Crawley MJ, 2007.** The R book. Chichester: Wiley and Sons.
- Crompton, DWT, 1997.** Birds as habitat for parasites. In: *Host-parasite evolution. General principles and avian models* (Clayton DH, Moore J, eds.). Oxford: Oxford University Press; 253-270.
- Cross MA, Irwin SWB, Fitzpatrick SM, 2001.** Effects of heavy metal pollution on swimming and longevity in cercariae of *Cryptocotyle lingua* (Digenea: Heterophyidae). *Parasitology* 123:499-507.
- Cruz MDS, Rodríguez RB, Ibáñez FA, 1982.** Contribution à l'étude de la taxonomie des mallophages parasites des oiseaux de la province de Grenade (Espagne). *Cahier ORSTOM Série Entomologie Médicale et Parasitologie* 20: 255-264.
- Cuisance D, Barré N, de Deken R, 1994.** Ectoparasites des animaux: méthodes de lutte écologique, biologique, génétique et mécanique. *Revue Scientifique et Techniques de l'Office International des Epizooties* 13:1305-1356.
- Curtis LA, 1987.** Vertical distribution of an estuarine snail altered by a parasite. *Science* 235: 1509-1511.

D

- Danchin E, 1992.** The incidence of tick parasite *Ixodes uriae* in Kittiwake *Rissa tridactyla* colonies in relation to the age of colony, and a mechanism of infecting new colonies. *Ibis* 134: 134-141.
- Danchin E, Wagner RH, 1997.** The evolution of coloniality: the emergence of new perspectives. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 342-347.
- Danchin E, Boulinier T, Massot M, 1998.** Conspecific reproductive success and breeding habitat selection: implications for the study of coloniality. *Ecology* 79: 2415-2428.
- Darrigade M, 1999.** Les parasites de la Bécasse des bois. Thèse de doctorat en Médecine vétérinaire. Toulouse: Université de Toulouse.
- Darolova A, Hoi H, Kristofik J, Hoi C, 2001.** Horizontal and vertical ectoparasite transmission of three species of mallophaga and individual variation in European bee-eaters (*Merops apiaster*). *Journal of Parasitology* 87: 256-262.
- Darwin CR, 1859.** On the origin of species by means of natural selection. London: Murray.
- Darwin CR, 1871.** The descent of man, and selection in relation to sex. London: Murray.
- Davies RW, 1991.** Annelida: leeches, polychaetes and acanthobdellids. In: ecology and classification of North American freshwater invertebrates (Thorpe JH, Covitch AP, eds). New York: New York Academic Press Inc; 437-479.
- Davis JA, and Brown CR, 1999.** Costs of coloniality and the effect of colony size on reproductive success in purple martins. *Condor* 101: 737-745.
- Dawkins R, Krebs JR, 1979.** Arms races between and within species. *Proceedings of the Royal Society of London B* 205: 489-511.
- Debout G, 2003.** Parasitisme et mutualisme de protection. Le cas de *Cataulacus mckeyi*, fourmi symbiotique de *Leonardoxa africana africana*. Thèse de doctorat en Biologie de l'évolution. Montpellier: Université Montpellier II.
- Delaunay P, Berenger J-M, Izeri A, Chosidow O. 2010.** Les punaises de lits *Cimex lectularius* et *Cimex hemipterus*: Biologie, lutte et santé publique. Extrait de Riviera Scientifique. Nice: Association des Naturalistes de Nice et des Alpes-Maritimes.
- De Montaudouin X, Blanchet H, Kisielewski I, Desclaux C, Bachelet G, 2003.** Digenean trématodes moderately alter *Hydrobia ulvae* population size structure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83: 297-305.
- Desclaux C, 2003.** Interactions hôtes-parasites: diversité, mécanismes d'infestation et impact des trématodes digènes sur les coques *Cerastoderma edule* (Mollusque bivalve) en milieu

lagunaire macrotidal. Thèse de doctorat en Océanographie. Bordeaux: Université de Bordeaux I.

Deter J, 2007. Écologie de la transmission de parasites (virus, nématodes) au sein d'une communauté de rongeurs à populations cycliques. Conséquences sur la santé humaine. Thèse de doctorat en parasitologie. Montpellier: Université Montpellier II.

Direction Générale des Forêts, 2001. Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. Consulté le 23/09/2008. Adresse URL: [http://www.asal.dz/files/atlas/ Zones %20humides1.pdf](http://www.asal.dz/files/atlas/Zones%20humides1.pdf)

Direction Générale des Forêts, 2006. Atlas des parcs nationaux algériens ». Consulté le 23/09/2008. Adresse URL: [http:// www.asal.dz/files/atlas/Zones%20humides2.pdf](http://www.asal.dz/files/atlas/Zones%20humides2.pdf)

Diakou A, Fric J, Papazahariadou M, Dimalexis T, 2007. Parasites of *Falco eleonora*: previous and latest information. 5th International Congress on Wild fauna. Chalkidiki: Greece Proceedings.

Dick TA, 1981. Ectoparasites of Sharp-Tailed Grouse, *Pediacetes phasianellus*. Journal of Wildlife Diseases 17: 229-235.

Dik B. 2006. Mallophaga species on Long-Legged buzzards (*Buteo rufinus*). New records from Turkey. Turkiye parazitoloj Derg 30: 226-230.

Dik B, Uslu U, 2006. Mallophaga (Insecta) species occurring on Storks (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758). Turkish Society for Parasitology 30: 220-225.

Dik B, Aydenizöz-Özkayhan M, 2007. Mallophaga species on Long-Legged Buzzards (*Buteo rufinus*) in Turkey. Turkish Society for Parasitology 31: 298-301.

Dobson A, Lafferty KD, Kuris AM, Hechinger RF, Walter J, 2008. Homage to Linnaeus: How many parasites? How many hosts? PNAS 15: 11482-11489.

Dobson AP, Keymer AE, 1990. Population dynamics and community structure of parasite helminths. In: Living in a Patchy Environment (Shorrocks B, Swingland IR, eds). Oxford: Oxford University Press; 107-125.

Dobson AP, Hudson PJ, 1992. Regulation and stability of a free-living host parasite system *Trichostrongylus tenuis* in red grouse. II: Population models. Journal of Animal Ecology 61: 487-498.

Doby JM, Bigaignon G, 1997. Tiques Ixodidae parasites d'oiseaux et leur rôle pathogène. Revue de Médecine vétérinaire 148: 853-860.

Dogiel VA, 1964. General parasitology. London: Oliver and Boyd.

Dowling DK, Richardson DS, Blaakmeer K, Komdeur J, 2001. Feather mite loads influenced by salt exposure, age and reproductive stage in the Seychelles Warbler *Acrocephalus sechellensis*. Journal of Avian Biology 32: 364-369.

Doyle Ú, Crook AC, Smiddy P, O'halloran J, 2005. Feather lice (Mallophaga) of the Irish Dipper *Cinclus cinclus hibernicus*. Ringing and Migration 22: 133-137.

Duchemin JB, Fournier PE, Parola P, 2006. Les puces et les maladies transmises à l'homme. Médecine Tropicale 66: 21-29

Duffy DC, 1983. The ecology of tick parasitism on densely nesting Peruvian seabirds. Ecology 64: 110-119.

Dumbacher JP, Beehler BM, Spandle TF, Garraffo HM, Daly JW, 1992. Homobatrachotoxin in the genus *Pitohui*: Chemical defense in birds? Science 258: 799-801.

Dworkin MS, Shoemaker PC, Anderson DE, 1999. Tick paralysis: 33 human cases in Washington state, 1946-1996. Clinical Infectious Diseases 29: 1435-1439.

E

Ebert D, 1998. The evolution and expression of parasite virulence. In: Evolution in Health and Disease (Stearns SC, eds). Oxford: Oxford university press; 161-175.

Ebert D, Bull JJ, 2003a. Challenging the trade-off model for the evolution of virulence: is Virulence management feasible? Trends in Microbiology 11:15-20.

Ebert D, Bull JJ, 2003b. Response to: Eliot and Gandon and Day: revisiting virulence management. Trends in Microbiology 11: 208-209.

Ebert D, 1994. Virulence and local adaptation of a horizontally transmitted parasite. Science 265:1084-1086.

Edosomwan EU, Amadasun E, 2008. Ectoparasite of some birds species in Ogba zoo in Benin City, South western Nigeria. Bioscience Research Communications 20: 231-235.

Eibel BE, Price RD, 1973. Three new oriental and New Guinean *Degeeriella* (mallophaga: Philopteridae). Pacific Insects 15: 95-101.

Elliot JM, 1977. Statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Ambleside: Freshwater Biological Association.

Elliot SL, 2003. The virulence-transmission trade-off and virulence management. Trends in Microbiology 11: 205-206.

Esparza B, Martínez-Abraín A, Merino S, Oro D, 2004. Immunocompetence and the prevalence of haematozoan parasites in two long-lived seabirds. Ornis Fennica 81: 1-7.

Estrada-Peña A, Bouattour A, Camica J-L, Walker AR, 2004. Ticks of domestic animals in the Mediterranean region: a guide to identification of species. Zaragoza: University of Zaragoza.

Euzet L, 1989. Ecologie et parasitologie. Bulletin Ecologique 20: 277-280.

Ewald PW, 1995. The evolution of virulence: a unifying link between parasitology and ecology. Journal of Parasitology 81: 659-669.

F

Fahrig L, Merriam G, 1985. Habitat patch connectivity and population survival. Ecology 66: 1762-1768.

Faivre B, Grégoire A, Prévault M, Cézilly F, Sorci G, 2003. Immune activation rapidly mirrored in a secondary sexual trait. Science 300:103.

Farge C, 2012. Etude de l'anatomie interne des femelles *Ixodes ricinus*. Thèse de doctorat en Médecine vétérinaire. Lyon: Université Claude Bernard.

Feare CJ, 1976. Desertion and abnormal development in a colony of sooty terns *Sterna fuscata* infested by virus infected ticks. Ibis 118: 112-115

Fisher, R.A. 1941. The negative binomial distribution. Annals of Eugenics 11: 182-187.

Fitze PS, Tschirren B, Richner H, 2004. Life history and fitness consequences of ectoparasites. Journal of Animal Ecology 73: 216-226.

Fleay D, 1968. Night watchmen of bush and plain. New York: Taplinger.

Folstad I, Karter AJ, 1992. Parasites, bright males, and the immunocompetence handicap. The American Naturalist 139: 603-622.

Forrester DJ, Kale HW, Price RD, Emerson KC, Foster GW, 1995. Chewing lice (Mallophaga) from birds in Florida: A listing by host. Bulletin of the Florida Museum of Natural History 39: 1-43.

Forrester DJ, Spalding MG, 2003. Parasites and diseases of wild birds in Florida. Gainesville: University Press of Florida.

Foster WA, Walker ED, 2002. Mosquitoes (Culicidae). In: medical and veterinary entomology (Mullen GR, Durden I, eds). San Diego: academic press; 203-262.

Fowler JA, Williams LR, 1985. Population dynamics of Mallophaga and Acari on reedbuntings occupying a communal winter roost. Ecological Entomology 10: 377-383.

Fowler JA, Cohen L, 1996. Statistics for ornithologists, 2nd Edition. BTO Guide N.2.

Fowler RA, Miller CJ, 1984. Non-haematophagous ectoparasite populations of Procellariiform birds in Shetland, Scotland. *Seabird* 7: 23-30.

Franc M, 1996. Puces et méthodes de lutte. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties* 13: 1019-1037

François ; JB, 2008. Les tiques chez les bovins en France. Thèse de doctorat. Nancy: Université Henri Poincaré.

Freeland WJ, 1981. Parasitism and behavioral dominance among male mice. *Science* 213: 461-462.

Friend M, 2006. Evolving changes in diseases of waterbirds. In: *Waterbirds around the world* (Boere GC, Galbraith CA, Stroud DA, eds). Edinburg: The Stationery Office of Edinburgh; 412-417.

Fromont E, 1997. Analyse comparative de la transmission de cinq virus dans des populations de chats domestiques (*Felis catus* L.). Thèse de doctorat en Médecine Vétérinaire. Lyon: Université de Lyon 1.

Furman DP, Catts EP, 1982. *Manual of Medical entomology*, 4^{ème} Edition. Cambridge: Cambridge University Press.

G

Gallego MP, Martin-Mateo MP, Aguirre YJM, 1987. Malófagos de rapaces Españolas. II. Las Especies del Género *Craspedorhynchus* Keler, 1938 parasitas de Falconiformes, con Descripción de Tres Especies Nuevas. *Eos* 63: 31-66.

Gallizzi K, Bischoff LL, Gern L, Richner H, 2008. An experimental study on the influence of tick infestations on nestings performance in Great tits (*Parus major*). *The Auk* 125: 915-922.

Galloway TD, Andruschak A, Underwood RM, 2000. *Echidnophaga gallinacea* (Siphonaptera: Pulicidae) recorded in Canada for the first time. *Proceedings of the entomological Society of Manitoba* 56: 5-7.

Galloway TD, 2005. Ectoparasites from native and introduced birds from Christchurch and surrounding areas, New Zealand. *Tuhinga* 16: 13-20.

Gam M, 2008. Dynamique des systèmes parasites-hôtes trématodes digènes et coque *Cerastoderma edule*: comparaison de la lagune de Merja Zerga avec le bassin d'Arcachon. Thèse de doctorat en Ecosystèmes aquatiques et écophysiologie. Ain Chock: Université Hassan II.

Gandon S, Day T, 2003. Understanding and managing pathogen evolution: a way forward. *Trends in Microbiology* 11: 206-207.

Garcia A, Nicolosi B, 2012. Les poux broyeurs. Consulté le: 24/7/2012. Adresse URL: <http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecteurs/wery2008.html>.

Garine-Wichatitsky M, 1999. Ecologie des interactions hôtes/vecteurs: analyse du système tiques/ongulés sauvages et domestiques en zone tropicale. Thèse de doctorat en Biologie des populations et écologie. Montpellier: Université Montpellier II Sciences et techniques du Languedoc.

Gaud J, Atyeo T, 1979. Co-évolution des acariens sarcoptiformes plumicoles et de leurs hôtes. *Acarologia* 21: 291-306.

Gauthier-Clerc M, Clerquin Y, Handrich Y, 1998. Hyperinfestation by ticks *Ixodes uriae*: a possible cause of death in adult King Penguins, a long-lived seabird. *Colonial Waterbirds* 21: 229-233.

George JC, Chastel C, 2002. Maladies vectorielles à tiques et modifications de l'écosystème en Lorraine. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique* 95: 95-100.

Geraci J, Béchet A, Cézilly F, Ficheux S, Baccetti N, Samraoui B, Wattier R, 2012. Greater Flamingo colonies around the Mediterranean form a single interbreeding population and share a common history. *Journal of Avian Biology* 43: 341-354.

Gerson U, Smiley R, Ochoa R, 2003. Mites (Acari) for pest control. London: Blackwell Science Ltd.

Gharbi M. 2013. Les acariens et les insectes parasites des animaux domestiques. Tunis: Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet.

Gharbi M, Uilenberg G. 2004. Les rickettsioses des ruminants domestiques transmises par les tiques: éléments taxonomiques et diagnostic du laboratoire. *Archives de l'Institut Pasteur de Tunis* 81: 1-4.

Gilbert L, Norman R, Laurenson KM, Reid HW, Hudson PJ, 2001. Disease persistence and apparent competition in a three-host community: an empirical and analytical study of large-scale, wild populations. *Journal of Animal Ecology* 70: 1053-1061.

Gómez-Díaz E, 2006. Phylogeography of *Calonectris* shearwaters using molecular and morphometric data. *Molecular Phylogenetic Evolution* 41: 322-332.

Gómez-Díaz E, 2007. Lack of host-dependent genetic structure in ectoparasites of *Calonectris* shearwaters. *Molecular Ecology* 16: 5204-5215.

- Gómez-Díaz E, Navarro J, González-Solís J, 2008.** Ectoparasite community structure on three closely related seabird hosts: a multiscale approach combining ecological and genetic data. *Ecography* 31: 477-489.
- González-Solís J, 2007.** Trans-equatorial migration and mixing in the wintering areas of a pelagic seabird. *Frontiers in Ecology and Environment* 5: 297-301.
- Goodman JL, Dennis DT, Sonenshine DE, 2005.** Tick-borne diseases of humans. Washington: ASM Press.
- Goodwin TW, 1984.** The biochemistry of carotenoids. London: Chapman and Hall.
- Gopi GV, Pandav B, 2012.** Nests space partitioning among colonial Nesting waterbirds at Bhitarkanika Mangroves, India. *World Journal of Zoology* 6: 61-72.
- Grande JM, Negro JJ, Torres MJ, 2004.** The evolution of bird plumage coloration: a role for feather-degrading bacteria? *Ardeola* 51: 375-383.
- Grasse PP, Harant H. 1959.** Classe des Annélides Achètes ou Hirudinées ou Sangsues. In: *Traité de zoologie: anatomie, systématique, biologie* (Grasse PP, Avell P, eds). Paris: Masson; 471-593.
- Green CM, Stamps JA, 2001.** Habitat selection at low population densities. *Ecology* 82: 2091-2100.
- Grégoire A, 2003.** Démographie et différenciation chez le Merle noir *Turdus merula*: liens avec l'habitat et les relations hôtes-parasites. Thèse de doctorat en Ecologie. Dijon: Université de Bourgogne.
- Gregory RD, Hudson PJ, 2000.** Parasites take control. *Nature* 406: 33-34.
- Grenfell BT, Dobson AP, 1995.** Ecology of infectious diseases in Naturel population. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grutter AS, 1994.** Spatial and temporal variation of the ectoparasite of seven reel fish species from Lizard Island and Heron Island, Australia. *Marine Ecology Progress Series* 115: 21-30.
- Guiguen C, Monnat JY, Launay H, Beaucournu JC, 1983.** Ectoparasites des oiseaux en Bretagne. II- Siphonaptères. *Revue Française d'Entomologie Numéro Spécial* 5: 144-146.
- Guiguen C, Monnat JY, Launay H, Beaucournu JC, 1987.** Ectoparasites des oiseaux en Bretagne. III- Ixodoidae. *Cahier ORSTOM Série Entomologie Médicale et Parasitologie Numéro Spécial*: 73-81.
- Guiguen C, 1988.** Anthroponoses et oiseaux marins: contribution à l'étude des ectoparasites hématophages des espèces nicheuses sur les côtes françaises continentales et insulaires. Thèse de doctorat. Marseille: Université de Marseille.

Guiguen C, Degeilh B, 2001. Les tiques d'intérêt médical: Rôle vecteur et diagnose de laboratoire. *Revue Française des Laboratoires* 338: 49-57.

H

Hajela KP, Tandan BK, 1967. Two new species of *Ardeicola* Clay, 1935 (Mallophaga: Ichnocera), from African ibises. *Parasitology* 57: 719-728.

Hajela KP, Tandan BK, 1970. Species of *Ardeicola* (Insecta: Mallophaga) parasitic on birds of the Family Threskiornithidae. *Zoological journal Linnaeus Society* 49: 309-334.

Haller X, 1992. Méningo-encéphalite à tiques. Thèse de doctorat. Strasbourg: Université Louis Pasteur.

Halos L, 2005. Détection de bactéries pathogènes dans leur vecteur, les tiques dures (acarien: Ixodidae). Thèse de doctorat en Microbiologie infectieuse. Paris: Institut National Agronomique Paris-Grignon.

Hamilton WD, Zuk M, 1982. Heritable true fitness and bright birds: a role for parasites? *Science* 218:384-387.

Hart BL, 1994. Behavioral defenses against parasites in birds. *Journal of Ornithology* 135: 346-347.

Hechinger RF, Lafferty KD, Huspeni TC, Brooks JB, Kuris AM, 2007. Can parasites be indicators of free-living diversity? Relationships between species richness and the abundance of larval trematodes and of local benthos and fishes. *Oecologia* 151: 82-92.

Heeb P, Kolliger M, Richner H, 2000. Bird-parasite interactions, nest humidity, and ectoparasite community structure. *Ecology* 81:958-968.

Herman CM, 1936. Ectoparasites and bird diseases. *Bird Banding* 7: 163-166.

Herre GA, 1993. Population structure and the evolution of virulence in nematode parasites of fig wasps. *Science* 259: 1442-1444.

Hill GE, 2000. Energetic constraints on expression of carotenoid-based plumage coloration. *Journal of Avian Biology* 31: 559-566.

Hoberg, 1996. Faunal diversity among avian parasite assemblages: the interaction of history, ecology and biogeography in marine systems. *Bulletin of the Scandinavian Society of Parasitology* 6: 65-89.

- Hoodless AN, Kurtenbach K, Nuttall PA, Randolph SE, 2003.** Effects of tick *Ixodes ricinus* infestation on pheasant *Phasianus colchicus* breeding success and survival. *Wildlife Biology* 9: 171-178.
- Hoogstraal H, Kim KC. 1985.** Tick and mammal coevolution, with emphasis on *Haemaphysalis*. In: *Coevolution of parasitic arthropods and mammals* (Kim KC, ed). New York: John Wiley and Sons; 505-568.
- Hopkins GHE, Rothschild M, 1966.** An illustrated catalogue of the Rothschild collection of fleas in the British Museum (Natural History). Oxford: Oxford University Press.
- Hopla CE, Durden LA, Keirans JE, 1994.** Ectoparasites and classification. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties* 13: 985-1017.
- Horak IG, Camicas J-L, Keirans JE. 2002.** The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): A world list of valid tick names. *Experimental and Applied Acarology* 28: 27-54.
- Hothorn T, Hornik K, Van de Wiel MA, Zeileis A, 2008.** Implementing a Class of Permutation Tests: The coin Package. *Journal of Statistical Software* 28: 1-23.
- Hubálek Z, 2004.** An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. *Journal of Wildlife Diseases* 40: 639-59.
- Hudson PE, 1996.** Interactions between microparasites and wild animal populations. *Ricerche di Biologia della Selvaggina* 24: 5-16.
- Hudson PJ, Dobson AP, 1991.** The direct and indirect effects of the caecal nematode *Trichostrongylus tenuis* on red grouse. In: *Bird-parasite interactions: ecology, evolution and behavior* (Loye JE, Zuk M, eds). Oxford: Oxford University Press; 49-68.
- Hudson PJ, Newborn D, Dobson AP, 1992.** Regulation and stability of a free-living host parasite system: *Trichostrongylus tenuis* in Red Grouse. I. Monitoring and parasite reduction experiments. *Journal of Animal Ecology* 61: 477-486.
- Hudson PJ, Dobson AP, Newborn D, 1998.** Prevention of population cycles by parasite removal. *Science* 282: 2256-2258.
- Hudson PJ, Dobson PA, 1995.** Macroparasites observed patterns. In: *Ecology of infectious diseases in natural populations* (Grenfell BT, Dobson AP, eds). Cambridge: Cambridge University Press; 144-176.

Hudson PJ, Rizzoli A, Grenfell BT, Heesterbeek H, Dobson AP, 2002. The ecology of wildlife diseases. Oxford: Oxford University Press.

Hughes RH, Hughes JS, Bernacsek G, 1992. A directory of African wetlands. Cambridge: WCMC Cambridge.

Hurd H, 1993. Reproductive disturbances induced by parasites and pathogens of insects. In: Parasites and pathogens of insects (Beckage NE, Thompson SN, Federici BA, eds). San Diego: San Diego Academic Press; 87-105.

Hurtrez-Boussès S, De Garine-Wichatitsky M, Perret P, Blondel J, Renaud F, 1999. Variations in prevalence and intensity of blow fly infestations in an insular Mediterranean population of blue tits. *Canadian Journal of Zoology* 77: 337-341.

I

Imonen P, Taarna T, Hasselquist D, 2000. Experimentally activated immune defense in female Pied Flycatchers results in reduced breeding success. *Proceedings of the Royal Society of London B* 267: 665-670.

J

Jaenicke J, 1996. Population-level consequences of parasite aggregation. *Oikos* 76: 155-160.

James MT, 1982. Myiasis. In: Handbook series in zoonoses Section C: Parasitic Zoonoses I (Hillyer GV, Hopla CE, eds). Florida: CRC Press Florida; 71-99.

Jardin ML, 2005. Les thérapies par les sangsues: des pratiques les plus anciennes aux traitements actuels hautement scientifiques. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Besançon: Université de Franche-Comté.

John JL, 1997. The Hamilton-Zuk theory and initial test: an examination of some parasitological criticisms. *International Journal for Parasitology* 27: 1269-1288.

Johnson KP, Clayton DH, 2003. The biology, ecology and evolution of chewing lice. In: Chewing lice: world check list and biological overview (Price RD, Hellenthal RA, eds). Illinois: Illinois Natural History Survey Special Publication 24; 449-476.

Johnson KP, Kennedy M, McCracken KG, 2005. Reinterpreting the origins of flamingo lice: cospeciation or host-switching? *Biology Letters* 2: 275-278.

Jourdain E, Gauthier-Clerc M, Bicout DJ, Sabatier P, 2007. Bird migration routes and risk for pathogen dispersion into Western Mediterranean wetlands. *Emerging Infectious Diseases* 13: 365-372.

K

- Kaldonski N, 2007.** La manipulation de l'hôte par les parasites acanthocéphales, aspect éco-éthologiques. Thèse de Doctorat en Ecologie. Dijon: Université de Bourgogne.
- Keirans JE, 1975.** Review of the phoretic relationship between Mallophaga (Phthiraptera: Insecta) and Hippoboscidae (Diptera: Insecta). *Journal of Medicine Entomology* 12: 71-76.
- Keirans JE, Litwak TR, 1989.** Pictorial keys to the adults of hard ticks, family Ixodidae (Ixodida: Ixodoidea), East of the Mississippi River. *Journal of Medical Entomology* 26: 435-448.
- Keirans JE, Hutcheson HJ, Olivier JH, 1992.** *Ornithodros (Alectrobius) capensis* Neumann (Acari: Ixodidae: Argasidae), a parasite of seabirds, established along the Southern Seacoast of the United States. *Journal of Medical Entomology* 29: 371-373.
- Keirans JE, 1992.** Systematics of the Ixodida (Argasidae, Ixodidae, Nuttalliellidae): an overview and some problems. In: Tick vector biology (Fivaz B, Petney T, Horak I, eds). Berlin: Springer Verlag; 1-22.
- Kellogg VL, 1908.** The mallophaga of the world: Systematic summary. Stanford: Stanford University Calif 11-13.
- Kierszenbaum F, 1999.** Chagas' Disease and the Autoimmunity Hypothesis. *Clinical Microbiology Reviews* 12: 210 - 223.
- Killick SC, 2006.** Long live the Red Queen? Examining environmental influence on host-parasite interactions in *Daphnia*. Thèse de doctorat. Edinburgh: Université d'Edinburgh.
- Kim KC, 1985.** Evolutionary relationships of parasitic arthropods and mammals. In: Coevolution of parasitic arthropods and mammals (Kim KC, Wiley J, eds). New York; 3-82.
- Kim HC, KO S, Cho C-Y, Nam HY, Chae H-Y, Chong ST, Klein TA, Sames WJ, Robbins RG, Chae J-S, 2009.** Migratory bird tick surveillance, including a new record of *Haemaphysalis ornithophila* Hoogstraal and Kohls 1959 (Acari: Ixodidae) from Hong-do (Hong Island), Republic of Korea. *Systematics and applied Acarology* 14: 3-10.
- Kleindorfer S, Lambert S, Paton DC, 2006.** Ticks (*Ixodes* sp.) and blood parasites (*Haemoproteus* spp) in New Holland honeyeaters (*Phylidoyris novaehollandiae*): evidence for site specificity and fitness costs. *Emu* 106: 113-118.
- Klemm DJ, 1985.** Freshwater leeches (Annelida: Hirudinea). In: A guide to the freshwater annelid (Polychaeta, naidid and tubificid Oligochaeta, and Hirudinea) of North America (Klemm DJ, ed). Iowa: Kendall/Hunt Dubuque; 70-194.

Klemm DJ, 1991. Taxonomy and pollution ecology of the Great Lakes region leeches (Annelida: Hirudinea). Michigan Academician 24: 37-103.

Klemm DJ, 1995. Identification guide to the freshwater leeches (Annelida: Hirudinea) of Florida and other southern states. Florida Department of Environmental Protection. Consulté le 12/11/2011. URL: <http://dep.state.fl.us/labs/cgi-bin/sbio/Keys.asp>.

Klemm DJ, Moser WE, Wetzel MJ, 2013. Classification and checklist of the leeches (Phylum Annelida: Class Clitellata: Subclass Hirudinida) occurring in North America north of Mexico. Consulté le 29/01/2013. URL: <http://www.inhs.uiuc.edu/mjwetzel/FWLeechesNa.html>.

Kose M, Mand R, Møller AP, 1999. Sexual selection for white tail spots in the barn swallow in relation to habitat choice by feather lice. Animal Behavior 58: 1201-1205.

Krantz GW, 1978. A manual of acarology, 2nd edition. Oregon: Oregon State University Press.

Krantz GW, Walter DE, 2009. A manual of acarology, 3rd edition. Texas: Texas Tech University Press.

L

Laamri M, El Kharrim K, Belghyti D, Mrifag R, Boukbal M, 2012a. Identification et biogéographie des tiques parasites des bovins dans la région du Gharb-Chrarda, Beni Hssen (Maroc). World Journal of Biological research 5: 1994-5108.

Laamri M, El Kharrim K, Mrifag R, Boukbal M, Belghyti D, 2012b. Dynamique des populations de tiques parasites des bovins de la région du Gharb au Maroc. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux 65: 57-62.

Lafferty KD, Allesina S, Arim M, Briggs CJ, De Leo G, Dobson AP, Dunne JA, Johnson PTJ, Kuris AM, Marcogliese DJ, Martinez ND, Jane Memmott J, Marquet PA, Lanzarot MP, Martin-Matéo MP, Merino S, Fernandez-Garcia M, 2005. A redescription of *Neophilopterus tricolor* (Burmeister, 1838) (Insecta: Phthiraptera: Ishnocera: Philopteridae) from the Black Stork *Ciconia nigra* (L.) (Aves) with notes on its prevalence. Journal of Natural History 39: 3471-3480.

Lawrie CH, Uzcátegui NY, Gould EA, Nuttall PA, 2004. Ixodid and Argasid tick species and West Nile Virus. Emerging Infectious Diseases 10: 653-657.

- Lebreton JD, Burnham KP, Clobert J, Anderson DR, 1992.** Modeling survival and testing biological hypothesis using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62: 67-118.
- Ledant JP, Van Dijk G, 1977.** Situation des zones humides algérienne et de leur avifaune. *Aves* 14: 217-232.
- Ledger JA, 1971.** Notes on the genus *Plegadiphilus* (Phthiraptera: Menoponidae) with description of a new species. *Journal of Entomological Society of South Africa* 34: 89-99.
- Lee PLM, Clayton DH, 1995.** Population biology of swift (*Apus apus*) ectoparasites in relation to host reproductive success. *Ecological Entomology* 20: 1-43.
- Lehmann T, 1993.** Ectoparasites: direct impact on host fitness. *Parasitology Today* 9: 8-12.
- Lesbouyries G, 1941.** La pathologie des oiseaux. Paris: Vigot frères.
- Levin BR, 1996.** The evolution and maintenance of virulence in microparasites. *Emerging Infectious Diseases* 2: 93-102.
- Levin SA, Pimentel D, 1981.** Selection of intermediate rates of increase in parasite-host systems. *The American Naturalist* 117: 308-315.
- Lewis RE, 1998.** Resume of the Siphonaptera (Insecta) of the world. *Journal of Medicine Entomology* 35: 377- 89.
- Lindgren E, Tälleklint L, Polfeldt T, 2000.** Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environmental Health Perspectives* 108: 119-12
- Lindström K, 2000.** Bird-parasite interactions. Using Sindbis virus as a model system. PhD. Thesis in Population Biology. Uppsala: Uppsala University.
- Lloyd JE 2002.** Louse flies, keds and related flies (Hippoboscidae). In: *Medical and veterinary entomology* (Mullen GR, Durden I, eds). San Diego: Academic Press; 349-362.
- Lochmiller RL, Vestrey MR, Boren JC, 1993.** Relationship between proteins nutritional status and immunocompetence in northern bobwhite chicks. *The Auk* 110: 503-510.
- López-Rull I, Gil M, Gil D, 2007.** Spots in starlings *Sturnus unicolor* eggs are good indicators of ectoparasite load by *Carnus hemapterus* (Diptera: Carnidae). *Ardeola* 54: 131-134.
- Losson B, 1997.** Entomologie Vétérinaire. Liège: Université de Liège. Faculté de Médecine vétérinaire.

Lounaci Z, 2003. Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole. Thèse de Magister. Alger: INA El-Harrach.

Loye JE, Zuk M, 1991. Bird-Parasite Interactions. Ecology, Evolution and Behavior. Oxford: Oxford University Press.

Loye JE, Carroll SP, 1996. Ectoparasite behavior and its effects on avian nest site selection. *Annals of Entomological Society of America* 91: 159-163.

Lozano GA, 1994. Carotenoids, parasites, and sexual selection. *Oikos* 70: 309-311.

Lozano GA, 2001. Carotenoids, parasites and sexual selection: comparing apples and oranges? *The American Naturalist* 158: 200-203.

M

Maa TC, 1963. Genera and species of Hippoboscidae (Diptera): types, synonyms, habitats and natural groupings. *Pacific Insects Monograph* 6: 1-186.

Maa TC, 1969. A revised check list and concise host index of Hippoboscidae (Diptera). *Pacific insects Monograph* 20: 261-299.

Maa TC, Kuo JS, 1965. A field survey of arthropod parasites of birds in Taiwan. *Journal of Medicine Entomology* 1: 395-401.

Marcogliese DJ, 2001. Implications of climate change for parasitism of animals in the aquatic environments. *Canadian Journal of Zoology* 79: 1331-1352.

Marcogliese DJ, 2008a. Réseau de surveillance et d'évaluation écologiques (RESE). Protocole de mesures de la biodiversité: les parasites des poissons d'eau douce. Québec: Ministère de l'Environnement du Canada.

Marcogliese DJ, 2008b. The impact of climate change on the parasites and infectious diseases of aquatic animals. *Revue Scientifique et Techniques de l'Office International des Epizooties* 27: 467-484.

Margolis L, Eschi, GW, Holmes JC, Kuris AM, Shad GA, 1982. The use ecological terms in parasitology (report of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology* 68: 131-133.

Marquez SMT, De Quadros RM, Da Silva CJ, Baldo M, 2007. Parasites of pigeons (*Columba livia*) in urban areas of lages, Southern Brazil. *Parasitol Latinoam* 62: 183-187.

Marre A, 1992. Le tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne. Etude géomorphologique ». Alger: Office National de Publication Universitaire.

Marshall AG, Nelson BC, 1967. Bird ectoparasites from South Farallon Island, California. *Journal of Medicine Entomology* 4: 335-338.

- Marshall AG, 1981.** The ecology of ectoparasitic insects. London: Academic Press.
- Martin LB, Pless MI, Wikelski MC, 2007.** Greater seasonal variation in blood and ectoparasite infections in a temperate than a tropical population of House Sparrows *Passer passer* in North America. *Ibis* 149: 419-423.
- Martin-Mateo MP, 1988.** Malófagos (Insecta) parasitos de la ciguena comun, *Ciconia ciconia* (L.) (Aves). *Eis* 64: 147-158.
- Martin-Mateo MP, 1994.** Phthiraptera from *Platalea leucodia* (L.) (Aves: Ciconiiformes: Threskiornithidae) in Spain. *Research Revue of Parasitology* 54: 109-115.
- Martin-Mateo MP, 1999.** Malofagidosis y pulicosis. In: *Parasitologia veterinaria* (Cordero del Campillo M, Rojo Vazquez FA, eds). Madrid: McGraw-hill interamericana de España; 833-843.
- Martin-Mateo MP, 2002.** Mallophaga, Amblycera. In: *Fauna Iberica* (Ramos MA, ed). Madrid: Nacional de Ciencias Naturales Consejo Superior de Investigaciones Cientificas; 1-187 .
- Martínez-Abrain A, Esparza B, Oro D, 2004.** Lack of blood parasites in bird species: does absence of blood parasite vectors explain it all? *Ardeola* 51: 225-232.
- Martínez-Padila J, Millan J, 2007.** Prevalence and intensity of intestinal parasitism in a wild population of nestlings Eurasian Kestrel *Falco tinnunculus*. *Ardeola* 54: 109-115.
- Mathieu B, 2011.** Les espèces de *Culicoides* du sous-genre *Avaritia* (Diptera: Ceratopogonidae) dans le monde: révision systématique et taxonomique des espèces d'intérêt dans la transmission d'*Orbivirus*. Thèse de doctorat des Sciences du Vivant. Strasbourg: Université de Strasbourg.
- Matyukhin AV, Krivoshein MG, 2008.** Contribution to the knowledge of Diptera (Insecta) parasitizing on birds. *Entomological Review* 88: 258-259.
- May RM, 1977.** Dynamical aspects of host-parasite associations: Crofton's model revisited. *Parasitology* 75: 259-276.
- May RM, Anderson RM, 1979.** Population biology of infectious diseases: Part II. *Nature* 280: 455-461.
- May RM, 1985.** Host-parasite associations: their population biology and population genetics. In: *Ecology and genetics of host-parasites interactions* (Rollinson D, Anderson RM, eds). London: London Academic Press; 243-262.
- Maziad S, Morsy T, Fekry a, Farrag AM, 1999.** Mites infesting two migratory birds *Coturnix coturnix coturnix* (Quail or Simaan) and *Sturnus vulgaris vulgaris* (Starling or

Zarzuur) with reference to avian zoonosis. Journal of the Egyptian Society of Parasitology 29: 745-761.

McCallum H, Dobson A, 1995. Detecting disease and parasite threats to endangered species and ecosystems. Trends in Ecology and Evolution 10: 190-194.

McCoy KD, Boulinier T, Chardine JW, Danchin E, Michalakis Y, 1999. Dispersal and distribution of the tick *Ixodes uriae* within and among seabird host populations: the need for a population genetic approach. Journal of Parasitology 85: 196-202.

McCoy KD, Boulinier T, Schjørring S, Michalakis Y, 2002. Local adaptation of the ectoparasite *Ixodes uriae* to its seabird host. Evolutionary Ecology Research 4: 441-456

McCoy KD, Tirard C, 2002. Reproductive strategies of Seabird tick *Ixodes uriae* (Acari: Ixodidae). Journal of Parasitology 88: 813-816.

McLaughlin JD, 2008. Protocoles du réseau d'évaluation et de surveillance écologique (Réseé) pour mesurer la biodiversité : parasites des oiseaux. Concordia: Université de Concordia.

McLaughlin JP, Mordecai EA, Pascual M, Poulin R, Thieltges DW, 2008. Parasites in food webs: the ultimate missing links. Ecology Letters 11: 533-546.

Meddour-Bouderda K, Meddour A, 2006. Clés d'identification des Ixodina (Acarina) d'Algérie. Sciences et Technologie 24: 32-42.

Mediannikov O, Diatta G, Fenollar F, Sokhna C, Trape JF, & Raoult D, 2010. Tick-borne rickettsioses, neglected emerging diseases in rural Senegal. PLoS Negl Trop Dis 4(9): 815-821.

Menai, R., 2004. Contribution à l'étude des macro-invertébrés des eaux continentales de l'Algérie: inventaire, écologie et biogéographie des Odonates. Thèse de Doctorat d'état en Ecologie. Annaba: Université Badji Mokhtar-Annaba.

Merino S, Potti J, 1995. High prevalence of hematozoa in nestlings of a passerines species, the Pied flycatcher (*Ficedula hypoleuca*). The Auk 112: 1041-1043.

Merino S, Potti J, Moreno J, 1996. Maternal effort mediates the prevalence of trypanosomes in the offspring of a passerine bird. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 93: 5726-5730.

Mesbah A, Samraoui F, Youcefi A, Djelailia A, Bouzid A, Ouldjaoui A, Boukhssaim M, Baaziz N, Bouchecker A, Samraoui B. 2011. Safioune: un nouveau site de reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* au Sahara algérien. Alauda 79: 321-324.

- Mey E, Cicchino A, Gonzalez-Acuña D, 2006.** Consumption of ocular secretions in birds by lice in Chile and Argentina. *Boletin Chileno de Ornitologia* 12: 30-35.
- Millan J, Martinez JL, Martin-Mateo, MP, 2008.** Malófagos encontrados sobre pollos imperial *Ardea purpurea* y garceta común *Egretta garzetta* en La Albufera de Mallorca. *AOB* 23: 63-65.
- Miller MJR, Ewins PJ, Galloway TD, 1997.** Records of ectoparasites collected on ospreys from Ontario. *Journal of Wildlife Diseases* 33: 373-376.
- Mize EL, Tsao JI, Maurer BA, 2011.** Habitat correlates with the spatial distribution of ectoparasites on *Peromyscus leucopus* in Southern Michigan. *Journal of Vector Ecology* 36: 308-320.
- Mokrani D, 2011.** Contribution à la conservation du Flamant rose *Phoenicopterus roseus*, caractérisation des milieux utilisés et évaluation de l'impact anthropique sur le complexe des zones humides des Hauts Plateaux du Nord-est algérien. Mémoire de Magister. Batna: Université El Hadj Lakhdar-Batna.
- Møller AP, 1987.** Advantages and disadvantages of coloniality in the swallow (*Hirundo rustica*). *Animal Behavior* 35: 819-832.
- Møller AP, 1990a.** Effects of parasitism by a haematophagous mite on reproduction in the barn swallow. *Ecology* 71:2345-1357.
- Møller AP, 1990b.** Parasites and sexual selection: current status of the Hamilton and Zuk hypothesis. *Journal of Evolutionary Biology* 3: 319-328.
- Møller AP, 1994.** Sexual selection and the barn swallow. Oxford: Oxford University Press.
- Møller AP, Dufva R, Allander K, 1993.** Parasites and the evolution of host sexual behavior. *Advances in the Study of Behavior* 22: 65-102.
- Møller AP, Rózsa L, 2005.** Parasite biodiversity and host defenses: chewing lice and immune response of their avian hosts. *Oecologia* 142: 169-176.
- Moore J, 2002.** Parasites and the behavior of animals. New York: Oxford University Press Inc.
- Mooring MS, Blumstein DI, Stoner CJ, 2004.** The evolution of parasite-defense grooming in ungulates. *Biological Journal of the Linnaean Society* 81: 17-37.
- Morand S, Gonzalez EA, 1997.** Is parasitism a missing ingredient in model ecosystems?

Ecological Modeling 95: 61-74.

Moreno E, 2004. Les insectes et acariens hématophages. Mémoire de diplôme d'état de Docteur en Pharmacie. Strasbourg: Université de Strasbourg.

Moret Y, Schmid-Hempel P, 2000. Survival for immunity: the price of activation for bumblebee workers. *Science* 290: 1166-1167.

Morgan BB, Waller EF, 1941. Some parasites of the Eastern Crow. *Bird-Banding* 12: 16-22.

Morgan NC, 1982. An ecological survey of standing waters in North-West Africa: II Site descriptions for Tunisia and Algeria. *Biological Conservation* 24: 83-113.

Morley NJ, Lewis JW, Hoole D, 2006. Pollutant-induced effects on immunological and physiological interactions in aquatic host-trematode systems: implications for parasite transmission. *Journal of Helminthology* 80: 137-149.

Mrad A, 2011. Les antiparasitaires externes chez les carnivores domestiques. Thèse de doctorat en Médecine Vétérinaire. Tunis: Ecole Nationale Vétérinaire de Sidi Thabet,

Mouchet J, Morel P, 1957. Contribution à l'étude des mallophages de France. *Bulletin de la Société Entomologique de France* 62 : 153-159.

Mouchet J, Rageau J, Coz J, Rickenbach A, Taufflieb R, 1978. Insectes et arachnides en santé publique. *Encyclopédie de Médecine Chirurgicale (Paris) des Maladies infectieuses Fascicule 8120*: 1-14.

Mouchet J, Giacomini T, Julvez J, 1995. La diffusion anthropique des arthropodes vecteurs de maladie dans le monde. *Cahiers Santé* 5: 293-298.

Mougeot F, Pérez-Rodríguez L, Sumosa N, Terraube J, 2009. Parasites, condition, immune responsiveness and carotenoid-based ornamentation in male red-legged partridge *Alectoris rufa*. *Journal of Avian Biology* 40: 67-74.

Mouillot D, George-Nascimento M, Poulin R, 2003. How parasites divide resources: a test of the niche apportionment hypothesis. *Journal of Animal Ecology* 72: 757-764.

Moyer BR, Drown DM, Clayton DH, 2002. Low humidity reduces ectoparasite pressure: implications for host life history evolution. *Oikos* 97: 223-228.

Moyer BR, Clayton DH, 2004. Avian defenses against ectoparasites. *Insect and Bird Interactions* 3: 243-258.

Mullen GR, 2002. Biting midges (Ceratopogonidae). In: *medical and veterinary entomology* (Mullen GR, Durden I, eds). San Diego: Academic Press; 163-183.

Mullen GR, Durden LA, 2009. *Médical and Veterinary Entomology*, 2^{ème} Edition. New York: Academic Press.

Muñoz E, Pomarol M, Castella J, Gutierrez IF, Galmes M, 1993. *Ornithophila gestroi* (Rondani, 1878) (Diptera: Hippoboscidae) on *Falco tinnunculus* and *Falco naumanni* in Monegros (Aragon, Spain). *Research and Reviews in Parasitology* 53: 71-72.

Murray MD, 1987. Effects of host grooming on louse populations. *Parasitology Today* 3: 276-278.

Murray MD, 1990. Influence of host behavior on some ectoparasites of birds and mammals. In: *Parasitism and Behavior*. (Barnard CJ, Behnke JM, eds). London: Taylor and Francis Publishing Corporation; 290-314.

Muzaffar SB, 2000. Ectoparasites of Auks (Alcidae) at the Gannet Islands, Labrador: diversity, ecology and host-parasite interactions. MSc. Thesis. Newfoundland: Memorial University of Newfoundland.

Muzaffar SB, Jones IL, 2004. Parasites and diseases of the Auks (Alcidae) of the world and their ecology. A review. *Marine Ornithology* 32: 121-146.

N

Nedjah R, 2010. Ecologie de la reproduction de l'Héron pourpré *Ardea purpurea* en Numidie (Nord-est-Algérien). Thèse de doctorat en Sciences. Annaba: Université Badji Mokhtar-Annaba.

Nelson BC, Murray MD, 1971. The distribution of Mallophaga on the domestic Pigeon (*Columba livia*). *International Journal for Parasitology* 1: 21-29.

Nelson R, 2004. Seasonal immune function and sickness responses. *Trends in Immunology* 25: 187-192.

Nelson RC, Price RD, 1965. The *Laemobothrion* (Mallophaga: Laemobothriidae) of the Falconiformes. *Journal of Medicine Entomology* 2: 249-257.

Newborn D, Fletcher KL, Beeston R, Baines D, 2009. Occurrence of sheep ticks on moorland wader chicks. *Bird Study* 56: 401-404.

Nilsson, A. 1981. Spatial differentiation of ectoparasites on small mammals. *Ecography* 4: 184-190.

Nordling D, Anderson M, Zohari S, Gustafsson L, 1998. Reproductive effort reduces specific immune response and parasite resistance. *Proceedings of the Royal Society of London B* 265: 1291-1298.

Norris KJ, Evans MR, 2000. Ecological immunology: life history trade-offs and immune defense in birds. *Behavioral Ecology* 11: 19-26.

O

Oliphant LW, Thompson WJP, Donald T, Rafuse R, 1976. Present status of the Prairie Falcon in Saskatchewan. *Canadian Field-Nature* 90: 365-367.

Oliver JH, 1989. Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). *Annual Review of Ecological Systematic* 20: 397-430.

Olson SL, 1985. Early Pliocene Ibises (Aves, Plataleidae) from South-western Cape Province, South Africa. *Annals of South Africa Museum* 97: 57-69.

Oppliger A, Richner H, Christe P, 1994. Effect of an ectoparasite on lay date, nest-site choice, desertion, and hatching success in the great tit (*Parus major*). *Behavioral Ecology* 5: 130-134.

Ots I, Murumägi A, Hõrak P, 1998. Haematological health state indices of reproducing Great Tits: methodology and sources of natural variation. *Functional Ecology* 12: 700- 707.

Ouldjaoui A, 2010. Contribution à l'étude de l'écologie du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans les zones humides des hautes plaines de l'est Algérien. Thèse de doctorat en Ecologie. Annaba: Université Badji Mokhtar-Annaba.

P

Pacala SW, Dobson AP, 1988. The relation between the number of parasites/host and host age: population dynamics causes and maximum likelihood estimation. *Parasitology* 96: 197-210.

Palma RL, 1978. Slide-mounting of lice: a detailed description of the Canada balsam technique. *New Zealand Entomologist* 6: 432-436.

Palma RL, Johnson AR, Cezilly F, Thomas F, Renaud F, 2002. Diversity and distribution of feather lice on Greater Flamingoes (*Phoenicopterus roseus ruber*) in the Camargue, southern France. *New Zealand Entomologist* 25: 85-89.

Palomar A, Santibáñez P, Mazuelas D, Roncero L, Santibáñez S, Oteo JA, 2012. Role of birds in dispersal of etiologic agents of Tick-borne zoonoses, Spain, 2009. *Emerging Infectious Diseases* 18: 1188-1191.

Parker GA, Sutherland WJ, 1986. Ideal free distribution when individuals differ in competitive ability – phenotype-limited ideal free models. *Animal Behaviour* 34: 1222-1242.

Parsons KC, Yaccabuci JE, Schmidt SR, 2009. Dermestid beetles inhabiting wading birds nests in northeastern of U.S.A estuaries. *Northeastern Naturalist* 16: 415-422.

Perez C, Rodhain F, 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris: Maloine.

- Pérez-Eid C, 2007.** Les tiques. Identification, biologie, importance médicale et vétérinaire. Monographies de microbiologie. Paris: Lavoisier.
- Pérez-Jiménez JM, Soler-Cruz MD, Benitez-Rodriguez R, Diaz-Lopez M, Ruiz-Martinez I, 1988.** Mallophaga of *Buteo b. buteo* in southern Spain. Parasitology 29: 189-200.
- Pesson B, Ready JS, Benabdenni I, Martin-Sanchez J, Esseghir S, Cadi-Soussi M, Morillas-Maequez F, Ready PD, 2004.** Sandflies of the *Phlebotomus perniciosus* complex: mitochondrial introgression and a new sibling species of *P. longicuspis* in the Moroccan Rif. Medicine and Veterinary Entomology 8: 25-37.
- Philips JR, 2006.** Ectoparasites. Pathology 2:311-317.
- Plaffenberger GS, Rosero JF, 1984.** Mallophaga from five raptors species in Eastern New Mexico. Journal of Wildlife Diseases 20: 65-66.
- Poiani A, 1992.** Ectoparasitism as a possible cost of social life: a comparative analysis using Australian passerines (Passeriformes). Oecologia 92: 429-441.
- Poisot T, 2008.** Specificité et spéciation: l'apport de l'étude des systèmes hôtes-parasites. Master en Sciences & Technologies. Montpellier: Faculté des Sciences de Montpellier.
- Post W, Enders F, 1970.** The occurrence of Mallophaga on two bird species occupying the same habitat. Ibis 112: 539-540.
- Poulin R, 1991.** Group-living and infestation by ectoparasites in passerines. The Condor 93: 418-423.
- Poulin R, 1996.** How many parasite species are there: are we close to answers? International Journal of Parasitology 26: 1127-1129.
- Poulin R, 1998.** Evolutionary ecology of parasites from individuals to communities. London: Chapman and Hall.
- Poulin R, 1999.** The functional importance of parasites in animal communities: many roles at many levels? The International Journal of Parasitology 29: 903-914.
- Poulin R, 2000.** The diversity of parasites. The Quarterly Review of Biology 75: 277-293.
- Poulin R, Mouritsen KN, 2006.** Climate change, parasitism and the structure of intertidal ecosystems. Journal of Helminthology 80: 183-191.
- Price MA, Graham OH, 1997.** Chewing and sucking lice as parasites of mammals and birds. Washington: USDA-ARS Technical Bulletin 1849.
- Price PW, 1980.** Evolutionary biology of parasites. Princeton: Princeton University Press.

Price RC, 1976. A new species of *Colpocephalum* (Phthiraptera) on Threskiornis (Aves) from Aldabra. Systematic Entomology 1: 61-63.

Price RD, Beer JR, 1963. Species of *Colpocephalum* (Mallophaga: Menoponidae) parasitic upon the Falconiformes. The Canadian Entomologist 95: 731-763.

Price RD, Beer JR, 1965a. *Colpocephalum* (Mallophaga: Menoponidae) of the Ciconiiformes. Annals of Entomological Society of America 1: 111-131.

Price RD, Beer JR, 1965b. A review of *Ciconiphilus* Bedford (Mallophaga: Menoponidae). Canadian Entomologist 97: 657-666.

Price RD, Emerson KC, 1967. Two new species of *Colpocephalum* (Mallophaga: Menoponidae) from Neotropical Ciconiiformes. Annals of Entomological Society of America 60: 875-878.

Price RD, Hellenthal RA, Palma RL, Johnson KP, Clayton DH, 2003. The chewing lice: world checklist and biological overview. Champaign: Illinois Natural History Survey Special Publication 24.

Price T, Schluter D, Heckman NE, 1993. Sexual selection when the female directly benefits. Biological Journal of the Linnaean Society 48: 187-211.

R

R Development Core Team, 2009. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.

Råberg L, Nilsson J, Ilmonen P, Stjernman M, Hasselquist D, 2000. The cost of an immune response: vaccination reduces parental effort. Ecology Letters 3: 382-386.

Rageau J, Vervent G, 1959. Les tiques (Acariens: Ixodidae) des Iles Françaises du Pacifique. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique 52: 819-835.

Rajchard J, 2007. Intraspecific and interspecific chemosignals in birds: a review. Veterinarni Medecina 52: 385-391.

Randolph SE, 1975. Patterns of distribution of the tick *Ixodes triangulate* Birula on its hosts. Journal of Animal Ecology 44: 451-474.

- Randolph SE, Storey K, 1999.** Impact of Microclimate on Immature Tick-Rodent Host Interactions (Acari: Ixodidae): Implications for Parasite Transmission. *Journal of Medical Entomology* 36: 741-748.
- Read AF, Weary DM, 1990.** Sexual selection and the evolution of bird song: a test of the Hamilton-Zuk hypothesis. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 26: 47-56.
- Reed DL, Hafner MS, Allen SK, Smith MB, 2000.** Spatial partitioning of host habitat by chewing lice of the genera *Geomydoecus* and *Thomomydoecus* (Phthiraptera: Trichodectidae). *Journal of Parasitology* 86: 951-955.
- Reiczigel J, Rózsa L, 1998.** Host-mediated site segregation of ectoparasites: an individual - based simulation study. *Journal of Parasitology* 84: 491-498.
- Reinhardt K, Naylor RA, Siva-Jothy MT, 2005.** Potential sexual transmission of environmental microbes in a traumatically inseminating insect. *Ecological Entomology* 30: 607-11.
- Rékázi J, Rózsa L, Kiss BJ, 1997.** Patterns in the distribution of avian lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera). *Journal of Avian Biology* 28: 150-156.
- Rékázi J, Saxena AK, 2005.** A new phthirapteran species (Phloptera: Philopteridae) from the Red avadavat (*Amandava amandava*). *Aquila* 112: 87-93.
- Revels M, 1996.** Eight new host species for the parasitic blow fly genus *Protocalliphora* (Diptera: Calliphoridae). *The Wilson Bulletin* 108: 189-190.
- Rhodain F, Perez C, 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Paris: Maloine.
- Ribaut J, 1964.** Dynamique d'une population de Merles noirs *Turdus merula*. *Revue Suisse de Zoologie* 71: 815-902.
- Richner H, Christe P, Oppliger A, 1995.** Paternal investment affects prevalence of malaria. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 92: 1192-1194.
- Richner H, Oppliger A, Christe P, 1993.** Effect of an ectoparasite on reproduction in great tits. *Journal of Animal Ecology* 62: 703-710.
- Rigby MC, Moret Y, 2000.** Life-histories trade-offs with immune defenses. In: *Evolutionary biology of Host-Parasite relationships: Theory meets reality.* (Poulin R, Morand S, Skorping A, eds). Amsterdam: Elsevier Science; 129-142.
- Roberts ML, Buchanan KL, Evans MR, 2004.** Testing the immunocompetence handicap hypothesis: a review of the evidence. *Animal Behavior* 68: 227-239.
- Robertson WB, Woolfenden GE, 1992.** Florida bird species: an annotated list. Gainesville: Florida Ornithological Society.

Rognes K, 1991. Revision of the bird-parasitic blowfly genus *Trypocalliphora* Peus, 1960 (Diptera: Calliphoridae). *Scandinavian Entomology* 15: 371-382

Roitt I, Brostoff J, Male D, 2001. *Immunology*, 6th. London: Mosby.

Rothschild M, Clay T, 1952. Fleas, flukes and cuckoos. A study of bird parasites. London: Collins.

Rothschild M, 1975. Recent advances in our knowledge of the order Siphonaptera. *Annals of Review Entomology* 20: 241- 59.

Rouag-Ziane N, Boulahbal A, Gauthier-clerk M, Thomas F, Chabi Y. 2007. Inventaire et quantification des ectoparasites de la Foulque Macroule *Fulica atra* (Gruiformes: Rallidés) dans le Nord-est de l'Algérie. *Parasite* 14: 253-256.

Roulin A, Brinkhof MWG, Bize P, Richner H, Jungi TW, Bavoux C, Boileau N, Burneleau G, 2003. Which chick is tasty to parasites? The importance of host immunology vs. Parasite life history. *Journal of Animal Ecology* 72: 75-81.

Roy L, 2009. Ecologie évolutive d'un genre d'acarien hématophage: approche phylogénétique des délimitations interspécifiques et caractérisation comparative des populations de cinq espèces du genre *Dermanyssus* (Acari: Mésostigmata). Thèse de doctorat en Biologie de l'évolution et écologie. Paris: Institut des Sciences et Industries du vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).

Rózsa L, Rékási J, Reiczigel J, 1996. Relationship of host coloniality to the population ecology of avian lice (Insecta: Phthiraptera). *Journal of ecology* 65: 242-248.

Rózsa L, Reiczigel J, Majoros G, 2000. Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of parasitology* 86: 228-232.

Rukhsana T, 2005. Infection of haematozoan parasites found in birds of NWFP (Pakistan). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8: 1-5.

Ryckman ER, Bentley DG, Archbold EF, 1981. The *Cimicidae* of the Americas and oceanic islands, a checklist and bibliography. *Bulletin of the Society of Vector Ecologists* 6: 93-142.

S

Sabrosky CW, Bennett GF, Whitworth TL, 1989. Bird blowflies (Protocalliphora) in North America (Diptera: Calliphoridae) with notes on the Palearctic species. Washington: Smithsonian Institution press.

- Samraoui B, de Béclair G, 1997.** The Gerbes-Senhadja wetlands, N.E. Algeria. Part I: An overview. *Ecologie* 28: 233-250.
- Samraoui B, de Béclair G, 1998.** Les Zones humides de la Numidie orientale, Bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse* 4: 1- 90.
- Samraoui B, Chakri K, Samraoui, F. 2006a.** Large branchiopodes (Branchiopoda: Anostraca, Notostraca and Spinicaudata) from the salt lakes of Algeria. *Journal of Limnology* 65: 2-6.
- Samraoui B, Ouldjaoui A, Boukhssaïm M, Houhamdi M, Saheb M, Béchet A, 2006b.** Behavioral and ecological aspects of the first successful reproduction of the Greater Flamingo *Phoenicopterus roseus* in Algeria. *Ostrich* 77: 153-159.
- Samraoui B, Samraoui F, 2008.** An ornithological survey of Algerian wetlands: important bird area, Ramsar sites and threatened species. *Wildfowl* 58: 71-98.
- Samraoui B, Bouchecker A, Nedjah R, Yousfi J, Samraoui F, 2012.** First banding scheme of Glossy Ibis *Plegadis falcinellus* in Algeria. *Aves Ichnusae* 10: 30-37.
- Samraoui-Chenafi F, 2009.** Contribution à l'étude de l'écologie de la reproduction des ardéidés (Héron garde-bœufs *Ardea ibis*, Héron crabier (*Ardeola ralloides*), Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) et Héron bihoreau (*Nycticorax nycticorax*) en Numidie (Nord-Est Algérien). Thèse de Doctorat en Sciences. Alger: Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene-Alger.
- Samraoui F, Boukhssaïm M, Bouzid A, Baaziz N, Ouldjaoui A, Samraoui B, 2010.** La reproduction du Flamant rose *Phoenicopterus roseus* en Algérie (2003-2009). *Alauda* 78: 15-25.
- Samraoui F, Alfarhan AH, Al-Rasheid KAS, Samraoui B, 2011.** An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: indicators of global changes? *Ardeola* 58: 137-163.
- Sánchez I, 2011.** La fauna de malófagos Iberica- Balear. Consulté le 27 janvier 2013. URL: [www. Siete de Un Golpe](http://www.Siete de Un Golpe).
- Satô M, Mogi M, 2008.** Records of some blood-sucking flies from birds and bats of Japan (Diptera: Hippoboscidae, Nycteribiidae and Streblidae). *Rishiri studies* 27: 41-48.
- Schalk G, Forbes MR, 1997.** Male biases in parasitism of mammals: effects of study type, host age and parasite taxon. *Oikos* 78: 67-74.
- Schall JJ, Dearing MD, 1987.** Malarial parasitism and male competition for mates in the western fence lizard, *Sceloporus occidentalis*. *Oecologia* 73: 389-392.

- Schilling F, Bottcher M, Walter G, 1981.** Probleme des Zeckenbefalls bei Nestlingen des Wanderfalcken (*Falco peregrinus*). Journal of Ornithology: 122: 359-367.
- Scott ME, Anderson RM, 1984.** The population dynamics of *Gyrodactylus bullatarudis* (Monogenea) on guppies (*Poecilia reticulata*). Parasitology 89: 159-194.
- Scott ME, 1987.** Regulation of mouse colony abundance by *Heligmosomoides polygyrus*. International journal for Parasitology 95:111-124.
- Scott ME, Dobson AP, 1989.** The role of parasites in regulating host abundance. International Journal of Parasitology 5: 176-183.
- Séguy E, 1944.** Faune de France, 43. Insectes ectoparasites (Mallophages, Anoploures, Siphonaptères). Paris: Paul Lechevalier.
- Service MW, 1993.** Mosquitoes (Culicidae). In: Medical insects and arachnids (Lane RP, Crosskey RW, eds). London: Chapman and Hall; 120-240.
- Shaw DJ, Dobson AP, 1995.** Patterns of macroparasite abundance and aggregation in wildlife populations: a quantitative review. Parasitology 111: S111- S133.
- Shaw DJ, Grenfell BT, Dobson AP, 1998.** Patterns of macroparasite aggregation in wildlife host populations. Parasitology 117: 597-610.
- Sheldon BC, Verhulst S, 1996.** Ecological immunology: costly parasites defenses and trade-offs in evolutionary ecology. Trends in Ecology and Evolution 11: 317-321.
- Siddall ME, Borda E, 2004.** Leech collections from Chile including two new species of *Helobdella* (Annelida: Hirudinida). The American Museum of Natural History 3487: 1-18.
- Silverman B, 1986.** Density estimation. London: Chapman and Hall/CRC.
- Simon M, 2009.** Eradication des puces: de la biologie au traitement. Nancy: Université Henri Poincaré-Nancy 1.
- Smit FGAM, 1957.** Siphonaptera. Handbooks identification British insects. London: Royal Entomological Society.
- Smit, FGAM, 1966.** Siphonaptera. Insecta Helvetica Catalogus 1: 1-107.
- Smith-Trail DR, 1980.** Behavioral interactions between parasites and hosts: host suicide and the evolution of complex life cycles. The American Naturalist 116: 77-90.
- Socolovschi C, Doudier B, Pages F, Parola P, 2008.** Tiques et maladies transmises à l'homme en Afrique. Médecine Tropicale 68: 119-133.
- Sol D, Jovani R, Torres J, 2003.** Parasite mediated mortality and host immune response explain age-related differences in blood parasitism in birds. Oecologia 135: 542-547.

- Solène M, 2010.** Caractérisation des déterminants de la structure spatiale de la tique *Ixodes ricinus*. Mémoire de Master 2 en Ecologie Fonctionnelle, Comportementale et Evolutive. Rennes: Université de Rennes 1.
- Solt S, 1998.** Lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera) of raptors in Hungarian Zoos and Rehabilitation Centers. *Journal of Raptor Research* 32: 264-266.
- Sonenshine DE, 1993.** Biology of ticks. Oxford: Oxford University Press.
- Sonenshine DE, Lane RS, Nicholson WI, 2002.** Ticks (Ixodida). In: Medical and veterinary entomology (Mullen GR, Durden L, eds). San Diego: Academic press San Diego; 517-558.
- Souilah R, Razkallah I, Houma I. 2011.** Ecologie de la reproduction de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*). Mémoire de Master en Ecologie et Conservation des Zones Humides. Guelma: Université 08 Mai 1945-Guelma.
- Southwood, T.R.E. 1966.** Ecological methods. London: Chapman and Hall.
- Spicer GS, 1987.** Prevalence and host-parasite list of some nasal mites from birds (Acarina: Rhinonyssidae, Speleognathidae). *The Journal of Parasitology* 73: 259-264.
- Spory GR, 1965.** Some internal and external parasites of the red winged blackbird, *Agelaius phoeniceus* L., from central Ohio, including descriptions of three mites. *The Ohio Journal of Science* 65: 49-59.
- Staszewski V, 2003.** Utilisation de la vaccination en écologie évolutive: application à l'étude des interactions hôte-parasite, des effets maternels et de l'immunité du jeune chez la Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) et le Goéland marin (*Larus marinus*). Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil: Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
- Stettenheim PR, 2000.** The integumentary morphology of modern birds. An overview. *Am Zool* 40: 461-477.
- Stjerma M, Raberg L, Nilson JA, 2004.** Survival costs of reproduction in the blue tit (*Parus caeruleus*): as a role for blood parasite? *Proceedings of the Royal Society of London B* 271: 2387-2394.
- Studer A, Poulin R, 2013.** Differential effects of temperature variability on the transmission of a marine parasite. *Marine Biology* 160: 2763-2773.
- Sychra O, 2005.** Chewing lice (Phthiraptera: Amblycera, Ischnocera) from chukars (*Alectoris chukar*) from a pheasant farm in Jinacovice (Czech Republic). *Veterinary Medicine-Czech* 50: 213-218.

Szabó MPJ, Pascoli GVT, Júnior OM, Franchin AG, Torga K, 2008. Brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus* parasitizing the bird *Coereba flaveola* in the Brazilian Cerrado. *Ciencia Rural Santa Maria* 38: 543-545.

T

Tendeiro J, 1955. Estudos Sobre Uma Colecção de Malofagos de Aves. Do Boletim Cultural Da Guine Portuguesa 35: 497-625.

Tendeiro J, 1967. Etudes sur les mallophages du parc National de l'Upemba (Congo). *Estudos Universitários de Moçambique* 4: 361-413.

Tendeiro J, Miranda de Restivo MA, Mocci Demartes A, 1979. Sur trois espèces du genre *Colpocephalum* Nitzsch (Mallophaga: Menoponidae), parasites de Falconiformes de la Sardaigne. *Garcia de Orta (Séries Zoologie) Lisboa* 8: 29-38

Tendeiro J, 1988. Etudes sur les *Colpocephalum* (Mallophaga, Menoponidae) parasites des Falconiformes I. Groupe *zerafae* Price and Beer. *Bonner Zoologische Beiträge* 39: 77-102.

Thieltges DW, Reise K, 2007. Spatial heterogeneity in parasite infections at different scales in an intertidal bivalve. *Oecologia* 150: 569-581.

Thomas F, Renaud F, Rousset, F, Cézilly F, De Meeüs T, 1995. Differential mortality of two closely related host species induced by one parasite. *Proc R Soc B* 260: 349-352.

Thomas F, Cézilly F, De Meeüs T, Crivelli A, Renaud F, 1997. Parasitism and ecology of wetlands: a review. *Estuaries* 20: 646-654.

Thomas F, Guégan JF, Michalakis Y, Renaud F, 2000. Parasites and host life-history traits: implications for community ecology and species co-existence. *International journal of Parasitology* 30: 669-674.

Thomas F, Guégan J-F, Renaud F, 2007. *Ecologie et évolution des systèmes parasites.* Bruxelles: de Boeck Université.

Thompson GB, 1938. The parasites of British birds and mammals. XX. The ectoparasites of the House-Martin, Swift, Swallow and Sand-Martin. *The entomologist's* 24: 147-151.

Thompson RCA, Kutz SJ, Smith A, 2009. Parasite zoonoses and wildlife: emerging issues. *International Journal of Environmental Public Health* 6: 678-693.

Threlfall W, Wheeler TA, 1986. Ectoparasites from birds in Newfoundland. *Journal of Wildlife Diseases* 22: 273-275.

Toft CA, Aeschliman A, Bolis L, 1991. Parasites- host associations: coexistence or conflict? Oxford: Oxford University Press.

Tompkins DM, Jones T, Clayton DH, 1996. Effect of vertically transmitted ectoparasites on the reproductive success of Swifts (*Apus apus*). *Functional Ecology* 10: 733-740.

Touati L, 2008. Distribution spatio-temporelle des genres *Daphnia* et *Simocephalus* dans les mares temporaires de la Numidie. Mémoire de Magister en Ecologie et Génie de l'Environnement. Guelma: Université 08 Mai 1945-Guelma.

Townsend AK, Richard SO, Khathleen BG, 2003. The effects of bird feeders on Lyme disease prevalence and density of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in a residential area of Dutchess county, New York. *Journal of Medicine Entomology* 40: 540-546.

Tregenza T, 1995. Building on the ideal free distribution. *Advances in Ecological Research* 26: 253-307.

Tripet F, Richner H, 1997. Host responses to ectoparasites: food compensation by parent blue tits. *Oikos* 78: 557-561.

Tryjanowski P, Baraniak E, Bajaczyk R, Gwiazdowicz DJ, Konwerski S, Olzanowski Z, Szymkowiak P, 2001. Arthropods in nests of the Red-Backed Shrike (*Lanius collurio*) in Poland. *Belgium Journal of Zoology* 131: 69-74.

Tschirren B, Richner H, Schwabl H, 2005. Ectoparasite-modulated deposition of maternal androgens in great tits eggs. *Proceedings of the Royal Society of London B* 271: 1371-1375.

Tuff DW, 1967. A review of North American *Ardeicola* (Mallophaga: Philopteridae). *Journal of Kansas Entomological Society* 40: 241-263.

U

Usher MB, 1968. A new species of bird flea from the Manx shearwater in Scotland. *Entomology Gazette* 19: 173-180.

Usinger RL, 1966. Monograph of Cimicidae. Baltimore: Thomas Say Foundation.

V

Valim MP, Palma RL, 2007. The correct identity of a louse sample (Phthiraptera: Menoponidae) from the Roadside Hawk, *Rupornis magnirostris* (Gmelin) (Falconiformes: Accipitridae). *Neotropical Entomology* 36: 157-159.

- Valim MP, Lambrecht FM, Vianna EES, 2009.** New records of chewing lice (Insecta, Phthiraptera) from birds of Southern Brazil, with description of a new species. *Iheringia Serie Zoology Porto Alegre* 99: 249-258.
- Van Den Broek E, 1967.** Observation on the infection of young gulls by mallophaga. *Ardea* 55: 112-114.
- Van der Hammen T, Montserrat M, Sabelis MW, de Roos AM, Janssen A, 2012.** Whether ideal free or not, predatory mites distribute so as to maximize reproduction. *Oecologia* 169: 95-104.
- Van Dijk G, Ledant JP, 1980.** Rapport d'observations sur les oiseaux dans la région d'Annaba. Rapport Dactylographié.
- Van Dijk G, Ledant JP, 1983.** La valeur ornithologique des zones humides de l'est algérien. *Biological Conservation* 26: 215-226.
- Van Rensburg MJ, 2010.** Parasitism, disease and breeding ecology of little blue penguins (*Eudyptula minor*) on Tiritirimatangi Island, New Zealand. MSc. Thesis in Conservation Biology. Auckland: Massey University.
- Van Riper C, Van Riper SG, Hansen WR, 2002.** Epizootiology and effect of avian pox on Hawaiian forest birds. *The Auk* 119: 929-942.
- Van Valen L, 1973.** A new evolutionary law. *Evolutionary Theory* 1: 1-30.
- Vittecoq M, 2012.** Maladies infectieuses émergentes au sein des zones humides méditerranéennes dans le contexte des changements globaux. Thèse de doctorat en Biologie de l'évolution et écologie. Montpellier: Université Montpellier II.

W

- Walker JL, Keirans JE, Horak IG, 2000.** The Genus *Rhipicephalus* (Acari, Ixodidae): a Guide to the Brown Ticks of the World. Cambridge: Cambridge University Press
- Walker AR, Bouattour A, Camicas J-L, Estrada-Pena A, Horak IG, Latif AA, Pegram RG, Preston PM, 2003.** Ticks of domestic animals in Africa: a guide to identification of species. Edinburg: Bioscience Reports.
- Wall R, Shearer D, 2008.** Veterinary ectoparasites: biology, pathology and control. New York: Blackwell Science.
- Walther BA, Clayton DH, 1997.** Dust-ruffling: a simple method for quantifying ectoparasite loads of live birds. *Journal of Field Ornithology* 68: 509-518.
- Warham J, 1996.** The behavior, population biology and physiology of the petrels. London: Academic Press.

Watt JC, 1967. Ectoparasitic insects on birds and mammals of the Kermadec Islands. *Notornis* 18: 227-244.

Webster HJ, 1944. A survey of the Prairie Falcon in Colorado. *Auk* 61: 609-616.

Wecksten JD, 2004. Biogeography explains phylogenetic patterns in toucan chewing lice. *Systematic Biology* 53: 154-164

Weddle CB, 2000. Effects of parasites on nestling body mass in the house Sparrow. *The Condor* 102: 684-687.

Weible GD, 2003. Interspecific coevolution. *Encyclopedia of Life Sciences*: 1-12.

Whiteman NK, Parker PG, 2004. Effects of host sociality on ectoparasite population biology. *Journal of Parasitology* 90: 939-947.

Wikel SK, 1996. Host immunity to ticks. *Annual Review of Entomology* 41:1-22.

Wilson K, 2002. Parasites and host population dynamics. In: *The ecology of wildlife diseases* (Hudson PJ, Rizzoli A, Grenfell BT, Heesterbeek H, Dobson AP, eds). Oxford: Oxford University Press; 45-62.

Wilson K, Bjørnstad ON, Dobson AP, Merler S, Poglayen G, Randolph SE, Read, Skorpning A, 2002. Heterogeneities in macroparasite infections: patterns and processes. *The ecology of wildlife diseases* (Hudson PJ, Rizzoli A, Grenfell BT, Heesterbeek H, Dobson AP, eds). Oxford: Oxford University Press; 6-44.

Wink Von M, Ristow D, Wink C, 1979. Biologie des Eleonorenfalcken (*Falco eleonora*) 3. Parasitenbefall während der Brutzeit und Jugendentwicklung. *Journal of Ornithology* 120: 94-97.

Wittenberger GF, Hunt J, 1985. The adaptive significance of coloniality in birds. In: *Avian biology* (Farner DS, King JR, Parkes KC, eds). New York: New York Academic Press; 1-78.

Woolhouse MEJ, Taylor LH, Haydon DT, 2001. Population biology of multihost pathogens. *Science* 292: 1109-1112.

Y

Yamaguti N, Tipton VJ, Keegan HL, Toshioka S, 1971. Ticks of Japan, Korea and the Ryukyu Islands. *Brigham Young University Science Bulletin Biological series* 15: 1-226.

Yusufu SD, Bui AA, Buba G, 2004. Quelea birds (*Quelea quelea*): a correlation study between their feeding habitat and gastro-intestinal parasitism in Borno State, Nigeria. *International Journal of Agriculture and Biology* 6: 268-269.

Z

Zahavi A, 1975. Mate selection - A selection for a handicap. *Journal of Theoretical Biology* 53: 205-214.

Zuk M, McKean KA, 1996. Sex differences in parasite infections: patterns and processes. *International Journal of Parasitology* 26: 39-68.

Zuk M, Stoehr AM, 2002. Immune defense and host life history. *The American Naturalist* 160: S9-S22.

Résumés

Résumé

Si les parasites sont étudiés depuis très longtemps, la plupart des connaissances concernent des parasites présentant un intérêt médical ou vétérinaire. Ainsi, malgré leur omniprésence au sein du monde vivant, le rôle des infections parasitaires sur les populations naturelles est encore très mal maîtrisé.

Le but de cette présente thèse est d'identifier les ectoparasites qui se trouvent sur le corps des oiseaux d'eau. Elle se focalise sur les oiseaux d'eau en inventoriant leurs cortèges parasitaires. On s'intéresse également à l'étude de la distribution spatio-temporelle des ectoparasites et les effets de ces derniers sur la dynamique de leur hôte. Ainsi que, leur compétition pour l'espace et les ressources et leur mode de distribution sur l'hôte.

Notre étude, nous a permis d'identifier 74 espèces parasites, réparties sur 13 familles. Les ectoparasites les plus prévalent sont les poux broyeur suivis des acariens composés d'une grande proportion de tiques. Cependant, on trouve aussi les puces (Siphonaptères) et les Hippoboscidés (diptères) avec des densités de plus en plus faibles si on les compare avec les autres espèces ectoparasites déjà citées au préalable. Ces espèces parasites sont enregistrées pour la première fois en Algérie.

Le taux d'infestation varie selon l'espèce considérée et la variation temporelle en matière de la composition parasitaire de chaque année, montre que les espèces isolées sont le plus souvent enregistrées les années qui suivent.

Enfin, les ectoparasites ont une distribution hétérogène sur le corps de leur hôte. Certains individus sont répartis sur toutes les régions du corps de l'hôte, mais d'autres sont strictement confinés à des zones bien définies. Quelques fois, on parle d'une partition spatiale au niveau de l'infracommunauté. Ce phénomène est observé pour les poux broyeur dans le cas de leur distribution sur le Flamant rose.

Mots clés: ectoparasites, Algérie, taux d'infestation, compétition, distribution, hôte.

Abstract

If parasites have been studied there is a long time ago, the most part of knowledge about parasites present a medical and veterinary interest. So, despite their omnipresence within the life world, the rule of parasitic infections on natural populations is badly mastered.

The aim of this study was to identify the ectoparasites found on the different parts of the host body of waterbirds. Although, is focused on the waterbirds and to determine the ectoparasites infracommunity of each one. We are highly interested to study the spatio-temporal distribution of ectoparasites found on the host's body and their effects on dynamics of the host. Furthermore, the competition for space rather resources and their pattern of distribution on the host.

Our study enables us to identify 74 species of ectoparasites belonging to 13 families. The chewing lice were the prevalent followed by ticks with high proportion. We so found fleas and Hippoboscid specimens with lower densities if we compared with other species of ectoparasites cited. These species parasites were recorded for the first time in Algeria.

The relative rate of infestation varied with considered species. So, the temporal variation with the composition of ectoparasites shows every year no change and we often record the same species next year.

Finally, the ectoparasites have heterogeneous distribution on the body of their host. Some individuals were well distributed on the various regions of the host, but someone, were strictly confined to preferred areas of the body host. Sometimes, we suggest the space partitioning within the infracommunity. Such pattern was observed for lice in the case of their distribution on Great Flamingo.

Key words: ectoparasites, Algeria, infestation rate, competition, distribution, host.

ملخص

إذا كانت الطفيليات حظيت بالدراسة منذ وقت بعيد ، فإن معظم المعارف شملت الطفيليات ذات اهتمام طبي أوبيطري. كذلك رغم وجودها في العالم الحي ، يبقى دور الأمراض الطفيلية عند الجماعات الطبيعية غير متحكم فيها.

إن الهدف من هذه الأطروحة ، هو التعرف على مجموع الطفيليات الخارجية المتواجدة على جسم الطيور المائية. فهي تسلط الضوء على الطيور المائية بجرد كافة الطفيليات المرافقة لها . ومن خلال الدراسة ، تهتم أيضا بالتوزيع الزمني - المكاني للطفيليات الخارجية ومدى تأثيرها على الدينامكية الخاصة بالعائل. فضلا عن التنافس فيما بينها من أجل المكان ، الموارد وصيغ تموضعها على جسم العائل .

لقد مكنتنا هذه الدراسة من التعرف على 74 نوعا من الطفيليات، تتوزع على 13 عائلة. إجمالا، فإن الطفيليات الخارجية الأكثر تمثيلا كانت القمل ثم السوس و المتمثلة في القراد بأعداد كبيرة أيضا. غير أن البراغيث وثنائية الأجنحة توجد بأعداد صغيرة جدا إذا ما قورنت بالأنواع الأخرى من الطفيليات. هذه الأنواع من الطفيليات تم إحصاؤها لأول مرة بالجزائر .

إن معدل الإصابة يختلف حسب النوع والتغير الزمني من خلال تشكيلة الطفيليات تبين أن الأنواع التي تم عزلها تكون غالبا موجودة في السنوات التالية .

أخيرا، الطفيليات الخارجية لها توزيع غير متجانس فوق جسم العائل. نلاحظ أن بعض الأفراد يتواجدون في كل أجزاء الجسم ، غير أن آخرون يتمركزون حصريا في أماكن محددة جدا . في بعض الأحيان نتحدث عن تقسيم مكاني من خلال الطفيليات الخارجية المتواجدة على جسم عائل واحد. هذه الظاهرة تم رصدها بالنسبة للعمل في حالة توزعها على جسم طائر النحام الوردي .

الكلمات المفتاحية : الطفيليات الخارجية ، الجزائر ، معدل الإصابة ، تنافس ، التوزيع ، العائل .

Annexes

Annexe 1. Les différentes fonctions des caroténoïdes

- **Rôle pigmentaire**

Les caroténoïdes représentent un groupe de plus de 600 pigments colorés constitués d'hydrocarbures sous forme oxygénée (xanthophylles) ou non (carotènes) (**Olson & Owens, 1998**). Ces pigments sont synthétisés par les algues, les bactéries, les champignons et les plantes (**Goodwin, 1984**). En plus de leur abondance chez les végétaux, ils ont un rôle pigmentaire extrêmement fréquent au sein du règne animal notamment chez les poissons, les reptiles et les oiseaux (**Møller *et al.*, 2000; Prévault, 2003**).

- **Fonctions physiologiques**

Outre leur rôle de pigments, les caroténoïdes interviennent dans de nombreux processus physiologiques (**Bendich, 1993a; Chew, 1993, 1996; Olson & Owens, 1998; Møller *et al.*, 2000**). Si la plupart des études ont été conduites chez les mammifères, nous disposons aujourd'hui d'informations relatives à d'autres classes d'animaux, comme les poissons et les oiseaux qui semblent confirmer ces résultats (**Amar *et al.*, 2000; Møller *et al.*, 2000**) dont certains présentent un intérêt particulier dans une perspective de compromis évolutif. Tout d'abord, les caroténoïdes ont la propriété de neutraliser les radicaux libres. Les radicaux libres sont des molécules qui contiennent un électron non apparié. Ils sont potentiellement dangereux, car leur nature très réactive les fait se combiner aléatoirement avec d'autres molécules de l'organisme (lipides, protéines, ADN...), provoquant ainsi l'inactivation ou l'inhibition de leurs fonctions (**Barja *et al.*, 1994; Collins & Horváthová, 2001; Nordberg & Arnér, 2001**). Les radicaux libres sont produits naturellement par le métabolisme, mais pour limiter leurs dommages, les organismes possèdent un système de protection. Ce système comporte des enzymes (la superoxyde dismutase, la catalase et la glutathione peroxydase principalement) mais également des molécules protectrices qui piègent les radicaux libres et les neutralisent (**Beckman & Ames, 1998**). C'est notamment le cas des caroténoïdes dont la longue chaîne poly-insaturée permet de piéger les radicaux libres (**Faure *et al.*, 1999**). Les caroténoïdes présentent également un effet immunostimulant (**Hughes, 1999; Krinsky, 2001**). En effet, les caroténoïdes permettent d'accroître la prolifération des leucocytes et stimulent l'activité des cytokines (**Bendich, 1993b; Chew, 1993; Edge *et al.*, 1997; Møller *et al.*, 2000**). De plus, l'efficacité des cellules du système immunitaire dépend en grande partie de la présence d'acides gras polyinsaturés qui assurent la

fluidité des membranes plasmiques. Ainsi, la perte de fluidité membranaire diminue la capacité des lymphocytes à répondre à un challenge immunitaire (**Bendich, 1993b**). Cependant, ces acides gras sont particulièrement sensibles aux attaques radicalaires qui dégradent leurs propriétés. Cette fragilité est renforcée par les taux importants de radicaux libres produits par certaines cellules immunitaires. Par leur capacité à neutraliser les radicaux libres, les Caroténoïdes permettent de maintenir l'intégrité des acides gras et donc l'efficacité du système immunitaire.