



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار-عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Thèse En Vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences

Spécialité: Biologie Animale

Contribution à l'étude de la biologie des oiseaux nicheurs dans le Nord-Est algérien

Présenté par: M^r RAMDANI Kamel

Devant le jury:

Présidente	M ^{me} ROUAG-ZIANE Nadia	MCA	Univ. Annaba
Directeur de Thèse	M ^r HOUHAMDI Moussa	Pr.	Univ. Guelma
Co-directeur de Thèse	M ^r OUKID Mohamed Laïd	Pr.	Univ. Annaba
Examinatrice	M ^{me} ADJAMI-HACHEMI RACHEDI Yasmine	MCA	Univ. Annaba
Examineur	M ^r ATOUSSI Sadek	MCA	Univ. Guelma
Examineur	Mr ROUAG Rachid	MCA	Univ. El Tarf

Année universitaire: 2020/2021



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة باجي مختار-عنابة

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR-ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Thèse En Vue de l'Obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences

Spécialité: Biologie Animale

Contribution à l'étude de la biologie des oiseaux nicheurs dans le Nord-Est algérien

Présenté par: M^r RAMDANI Kamel

Devant le jury:

Présidente	M ^{me} ROUAG-ZIANE Nadia	MCA	Univ. Annaba
Directeur de Thèse	M ^r HOUHAMDI Moussa	Pr.	Univ. Guelma
Co-directeur de Thèse	M ^r OUKID Mohamed Laïd	Pr.	Univ. Annaba
Examinatrice	M ^{me} ADJAMI-HACHEMI RACHEDI Yasmine	MCA	Univ. Annaba
Examineur	M ^r ATOUSSI Sadek	MCA	Univ. Guelma
Examineur	Mr ROUAG Rachid	MCA	Univ. El Tarf

Année universitaire: 2020/2021

Contribution à l'étude de la biologie des oiseaux nicheurs dans le Nord-Est algérien

Résumé

L'objectif principal de la présente étude est de comprendre la bio-écologie de deux espèces nicheuses dans une subéraie à basse altitude (Parc National d'El-Kala, Nord-Est algérien). 62 nids ont été étudiés durant deux saisons de reproduction (2016-2017). Les résultats obtenus montrent que les nids construits dans des strates bien définies (strate buissonnante pour la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala* et strate arboré pour le Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana*). La date de ponte moyenne de la Fauvette mélanocéphale est précoce (11 avril) par rapport à celle du Pinson des arbres (2 Mai), soit une période de ponte de 54 jours et 46 jours respectivement. La grandeur de ponte moyenne est de 4,14 œufs par nichée pour la Fauvette mélanocéphale et 3,18 œufs par nichée pour le Pinson des arbres. Les traits des œufs des deux espèces sont similaires à ceux trouvés en Europe. Le succès moyen à l'éclosion et le succès moyen de la reproduction des espèces étudiées sont relativement faibles par rapport aux populations européennes.

Les matériaux de construction des nids diffèrent d'un oiseau à un autre dans le même habitat. L'étude des ectoparasites des nids ou la faune parasite des nids a montré que les nids des espèces étudiées sont infestés essentiellement par les mouches (*Protocalliphora sp.* et *Ornithomya frinfillina*) et par les poux (*Menopon sp.*). Chez les deux espèces l'abondance des hémoparasites ou la charge parasitaire des hémoparasites est importante, avec une dominance de *Plasmodium* et *Haemoproteus*.

Mots clés: PNEK, Nord-Est algérien, *Sylvia melanocephala melanocephala*, *Fringilla coelebs africana*, Biologie de la reproduction, Ectoparasites des nids, Hémoparasites des adultes, Charge parasitaire.

Contribution to the study of the biology of breeding birds in the Algerian North-East

Abstract

The main objective of the present study is to understand the bio-ecology of two species breeding in a low altitude suberaie (El-Kala National Park, North-East Algeria). 62 nests were studied during two breeding seasons (2016-2017). The results obtained show that the nests were built in well-defined strata (bushy stratum for the Sardinian warbler *Sylvia melanocephala melanocephala* and tree stratum for the Chaffinch *Fringilla coelebs africana*). The average laying date of the Sardinian warbler is early (11 April) compared to that of the Chaffinch (2 May), with an laying period of 54 days and 46 days respectively. The average clutch size is 4.14 eggs/nest for the Sardinian warbler and 3.18 eggs/nest for the Chaffinch. The eggs traits of two species are similar to those found in Europe. The mean hatching success and average reproductive success of the species studied are relatively low compared to European populations.

Nests building materials differ from one bird to another in the same habitat. The study of the nests ectoparasites or the nests parasitic fauna has shown that the nests of the species studied are infested mainly by the flies (*Protocalliphora sp.* and *Ornithomya frinfillina*) and the lice (*Menopon sp.*). In two species the abundance of haemoparasites or the parasitic load of haemoparasites is high, with a dominance of the *Plasmodium* and *Haemoproteus*.

Key words: EKPN, North-Eeastern Algeria, *Sylvia melanocephala melanocephala*, *Fringilla coelebs africana*, Reproductive biology, Ectoparasites of nests, Hemoparasites of adults, Parasitic load.

دراسة أولية لبيولوجيا الطيور المعششة في شمال شرق الجزائر

الملخص

الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو فهم بيولوجيا وبيئة نوعين معششتين في غابة من الفلين ذات ارتفاع منخفض (الحظيرة الوطنية للقالمة، شمال شرق الجزائر). تمت دراسة 62 عش خلال موسمي التكاثر (2016-2017). بينت النتائج المتحصل عليها أن بناء الأعشاش يتم في طبقات محددة (شجيرية بالنسبة لهازجة سردينيا الرأساء *Fringilla coelebs Africana* الظالم و شجيرية بالنسبة للحسون الظالم *Sylvia melanocephala melanocephala* يعتبر متوسط تاريخ الوضع بالنسبة لهازجة سردينيا الرأساء مبكرا (11 ليرفاً) مقارنة بالحسون الظالم (2 يام)، وتقدر فترة الوضع بـ 54 يوم و46 يوم على الترتيب. متوسط حجم الوضع 4,14 بيضة لكل حضنة بالنسبة لهازجة سردينيا الرأساء و 3,18 بيضة لكل حضنة بالنسبة للحسون الظالم. سمات البيض عند النوعين مشابهة لتلك المتواجدة في أوروبا. متوسط نجاح الفقس ومتوسط نجاح التكاثر للأنواع المدروسة ضعيف نسبياً مقارنة برئاسعلاّب الأوربية. مواد بناء الأعشاش تختلف من طائر إلى آخر في نفس المسكن. دراسة التطفل الخارجي للأعشاش أو الحيوانات المتطفلة على الأعشاش بينت أن أعشاش الأنواع المدروسة معرضة بالأساس للذباب (*Protocalliphora sp. et Ornithomya frinfillina*) والقمل (*Menopon sp.*). بالنسبة للنوعين فإن وفرة الطفيليات الدموية أو الحمولة الطفيلية للطفيليات الدموية معتبرة، مع سيادة لكل من *Plasmodium* و *Haemoprote*.

الكلمات المفتاحية: الحظيرة الوطنية للقالمة، شمال شرق الجزائر، *Sylvia melanocephala melanocephala*، *Fringilla coelebs africana*، بيولوجيا التكاثر، التطفل الخارجي للأعشاش، التطفل الدموي عند البالغين، الحمولة الطفيلية.

Au terme de ce travail, Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Madame **ROUAG-ZIANE Nadia**, Maître de conférences à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de présider le jury.

Je tiens à exprimer aussi mon estime et ma reconnaissance à mon directeur de thèse Monsieur **HOUHAMDI Moussa**, Professeur à l'Université 8 Mai 1945-Guelma et à mon co-directeur de thèse Monsieur **OUAKID Mohamed Laïd**, Professeur à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de diriger ce travail.

Je remercie également Madame **ADJAMI-HACHEMI RACHEDI Yasmine**, Maître de conférences à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, Monsieur **ATOUSSE Sadek** Maître de conférences à l'Université 8 Mai 1945-Guelma et Monsieur **ROUAG Rachid**, Maître de conférences à l'Université Chadli Bendjedid-El Tarf, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je suis très honoré par la contribution de Monsieur **KOUIDRI Mohamad**, Maître de conférences à l'Université Amar Telidji-Laghouat dans la publication d'une partie du présent travail.

Mes remerciements à tous les membres de mon Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (*LBEE*), Université 8 Mai 1945-Guelma, pour leurs sympathies et leurs soutiens.

Mes remerciements à mes amis et collègues, M^r ADAMOU Alaa eddine, M^r BOUTMEDJET Ahmed, M^r KOUIDRI Mohamed, M^r TIAR Ghoulem et M^r SEKOUM Mohamed pour leurs soutiens et leurs sympathiques.

Je voudrais remercier spécialement mes parents et ma famille, ainsi que ma belle famille pour leurs encouragements et leurs soutiens.

Enfin, je remercie ma chère épouse « Dindou » qui m'a toujours soutenue et encouragée pour soutenir.

Je dédie cette thèse:

A la mémoire de Monsieur **CHABI Yassine**, Professeur en biologie animale à l'Université Badji Mokhtar-Annaba, qui nous à quitté si tôt. Qu'Allah l'accueil dans son paradis le plus élevé.

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	Localisation géographique et les limites du Parc National d'El- Kala (Benyacoub et <i>al.</i> , 1998).	06
2	Températures moyennes mensuelles de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).	08
3	Précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).	09
4	Hygrométries moyennes mensuelles de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).	10
5	Vitesses moyennes mensuelles des vents de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).	10
6	Diagramme Ombrothermique de Gausson des régions d'étude.	12
7	Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région d'étude.	13
8	Aire de répartition géographique de la Fauvette mélanocéphale d'après Cramp, 1992.	16
9	Aire de répartition géographique du Pinson des arbres d'après Cramp et Perrins, 1994.	18
10	Localisation des stations d'étude dans le Parc National d'El-Kala (Google earth 2019).	23
11	Technique de réalisation d'un frottis sanguin d'après Gilles et Warrell (1993).	25
12	Chronologie de ponte de la Fauvette mélanocéphale (A) et du Pinson des arbres (B).	29
13	Proportions de grandeur de ponte des espèces étudiées.	31
14	Relation entre grandeur de ponte et la date de ponte chez la Fauvette mélanocéphale (A) et le Pinson des arbres (B).	31
15	Fréquences des différentes parties de construction des nids Chez la Fauvette mélanocéphale (A) et le Pinson des arbres (B).	42
16	Structure de la faune non parasitaire des nids des espèces étudiées par Classe (A) et par Ordre (B).	43
17	Prévalence des différents ectoparasites des nids chez les espèces étudiées par espèces (A) et par groupe (B).	44
18	Intensité parasitaire moyenne des différents ectoparasites des nids chez les espèces étudiées par espèces (A) et par groupe (B).	45
19	Prévalence des hémoparasites des espèces étudiées.	50
20	Corrélation entre <i>Dermanyssus sp.</i> et la durée d'incubation.	51
21	Corrélation entre <i>Menopon sp.</i> et la durée d'incubation.	52
22	Corrélation entre <i>Protocalliphora sp.</i> et la date de ponte.	52
23	Corrélation entre <i>Protocalliphora sp.</i> et le succès de reproduction.	53

24	Corrélation entre <i>Haemoproteus</i> et la date de ponte.	53
25	Corrélation entre le <i>Plasmodium</i> et la date de ponte.	54
26	Corrélation entre <i>Haemoproteus</i> et la durée d'incubation.	54
27	Corrélation entre le <i>Leucocytozoone</i> et la masse des œufs.	55
28	Corrélation entre le <i>Plasmodium</i> et la masse des œufs.	55
29	Corrélation entre le <i>Leucocytozoone</i> et le volume des œufs.	56
30	Corrélation entre le <i>Plasmodium</i> et le volume des œufs.	56
31	Corrélation entre le <i>Leucocytozoone</i> et le succès de la reproduction.	57
32	Corrélation entre le <i>Leucocytozoone</i> et la grandeur de ponte.	57
33	Corrélation entre le <i>Plasmodium</i> et la grandeur de ponte.	58
34	Corrélation entre <i>Trypanosoma</i> et la grandeur de ponte.	58
35	Corrélation entre <i>Microfilaria</i> et la durée d'incubation.	59
36	Corrélation entre <i>Haemoproteus</i> et le nombre d'œufs éclos.	59
37	Corrélation entre le <i>Leucocytozoone</i> et le nombre d'œufs éclos.	60
38	Corrélation entre le <i>PLasmodium</i> et le nombre d'œufs éclos.	60
39	Corrélation entre <i>Trypanosoma</i> et le nombre d'œufs éclos.	61
40	Corrélation entre <i>Haemoproteus</i> et le nombre des jeunes envolés.	61
41	Corrélation entre le <i>Plasmodium</i> et le nombre des jeunes envolés.	62
42	Corrélation entre <i>Haemoproteus</i> et le succès de la reproduction.	62
43	Corrélation entre le <i>Plasmodium</i> et le succès de la reproduction.	63

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1	Indice d'aridité de De-Martonne de la région d'étude.	12
2	Date de ponte des espèces étudiées.	29
3	Grandeur de ponte des espèces étudiées.	30
4	Traits des œufs de la Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala melanocephala</i> .	32
5	Traits des œufs du Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs africana</i> .	33
6	Variation de la durée d'incubation des espèces étudiées.	33
7	Variation de la date d'éclosion des espèces étudiées.	34
8	Variation du nombre d'œufs éclos des espèces étudiées.	35
9	Succès à l'éclosion des espèces étudiés.	35
10	Variation du nombre des jeunes à l'envol des espèces étudiées.	36
11	Succès à l'envol des espèces étudiés.	37
12	Succès de la reproduction des espèces étudiés.	37
13	Caractéristiques des nids des espèces étudiés.	38
14	Support de construction et hauteur des nids chez la Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala melanocephala</i> .	40
15	Support de construction et hauteur des nids chez le Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs africana</i> .	41
16	Structure et richesse des ectoparasites des nids des espèces étudiées.	44
17	Intensité parasitaire moyenne des espèces étudiées.	51
18	Corrélations entre les ectoparasites des nids et les paramètres de reproduction des espèces étudiées.	64
19	Corrélations entre les hémoparasites et les paramètres de reproduction des espèces étudiées.	65

LISTE DES PLANCHES

N°	Titre	Page
1	Différentes formes de <i>Plasmodium</i> chez les deux espèces étudiées.	46
2	Différentes formes d' <i>Haemoproteus</i> chez les deux espèces étudiées.	47
3	Gametocytes de <i>Leucocytozoon</i> chez les deux espèces étudiées.	48
4	Microfilaire, parasite inter-érythrocytaires.	49
5	Trypanosome, parasite inter-érythrocytaires.	49

TABLE DES MATIERES

	RESUME	
	ABSTRACT	
	ملخص	
	REMERCIEMENTS	
	DEDICACES	
	LISTE DES FIGURES	
	LISTE DES TABLEAUX	
	LISTE DES PLANCHES	
I.	INTRODUCTION	01
II.	MATERIEL ET METHODES	05
II.1.	Présentation de la région d'étude	05
II.1.1.	Caractères géomorphologiques	05
II.1.2.	Caractères climatiques	07
II.1.2.1.	Température	07
II.1.2.2.	Précipitations	08
II.1.2.3.	Humidité de l'air	09
II.1.2.4.	Vents	10
II.1.3.	Caractères bioclimatiques	11
II.1.3.1.	Synthèse climatiques	11
II.1.3.1.1.	Indice d'aridité de De-Martonne	11
II.1.3.1.2.	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	12
II.1.3.1.3.	Climagramme d'Emberger	13
II.1.4.	Richesses biologiques	14
II.2.	Présentation des modèles biologiques	14
II.2.1.	Fauvette mélanocéphale	14
II.2.2.	Pinson des arbres	17
II.3.	Présentation des modèles parasites	19
II.3.1.	Ectoparasites	19
II.3.2.	Hémiparasites	20
II.4.	Méthodologie générale	22
II.4.1.	Site d'étude	22
II.4.2.	Etude des paramètres de la reproduction	23

II.4.2.1.	Biologie de la reproduction	23
II.4.2.2.	Ecologie de la reproduction	24
II.4.2.2.1.	Recherche des nids	24
II.5.	Méthodologie d'étude des nids	24
II.5.1.	Séparation des composantes et récolte des spécimens	24
II.5.2.	Identification des spécimens	25
II.6.	Méthodologie d'étude des hémoparasites	25
II.6.1.	Capture des adultes	25
II.6.2.	Prélèvement sanguin	25
II.6.3.	Préparation du Frottis sanguin	25
II.6.4.	Evaluation quantitative des hémoparasites	26
II.6.5.	Identification des hémoparasites	26
II.7.	Indices d'analyse de la charge parasitaire	26
II.7.1.	Prévalence	26
II.7.2.	Intensité parasitaire moyenne	27
II.8.	Analyse statistique des données	27
III.	RESULTATS	28
III.1.	Bio-écologie de la reproduction des espèces étudiées	28
III.1.1.	Biologie de la reproduction	28
III.1.1.1.	Date et période de ponte	28
III.1.1.2.	Grandeur de ponte	30
III.1.1.3.	Caractéristiques des œufs	32
III.1.1.4.	Durée d'incubation	33
III.1.1.5.	Date d'éclosion	34
III.1.1.6.	Nombre d'œufs éclos	34
III.1.1.7.	Succès à l'éclosion	35
III.1.1.8.	Jeunes à l'envol	36
III.1.1.9.	Succès à l'envol	36
III.1.1.10.	Succès de la reproduction	37
III.1.2.	Ecologie de la reproduction	38
III.1.2.1.	Caractéristiques des nids	38
III.1.2.2.	Support de construction et hauteur des nids	39
III.1.2.3.	Matériaux des nids	41

III.1.3.	Etude parasitaire	42
III.1.3.1.	La faune des nids	42
III.1.3.1.1.	La faune non parasitaire	42
III.1.3.1.2.	La faune parasitaire	42
III.1.3.2.	Hémoparasites	46
III.1.3.2. 1.	Prévalence	50
III.1.3.2. 2.	Intensité parasitaire moyenne	50
III.1.4.	Interactions parasites-hôtes	51
III.1.4.1.	Impact des ectoparasites des nids sur les paramètres de reproduction de la Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala melanocephala</i>	51
III.1.4.2.	Impact des ectoparasites des nids sur les paramètres de reproduction du Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs africana</i>	52
III.1.4.3.	Impact des hémoparasites sur les paramètres de reproduction de la Fauvette mélanocéphale <i>Sylvia melanocephala melanocephala</i>	53
III.1.4.4.	Impact des hémoparasites sur les paramètres de reproduction du Pinson des arbres <i>Fringilla coelebs africana</i>	57
IV.	DISCUSSION	66
V.	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	73
VI.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	75
	ANNEXES	91
	ARTICLE	

I. INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le développement, la survie et la reproduction déterminent les valeurs sélectives des individus (**Lack, 1968; Roff, 1992; Stearns, 1992**). Ainsi, toute pression de sélection engendre l'évolution d'une adaptation que ça soit en termes de fécondité ou de survie. Les systèmes de reproduction adoptés au sein du règne vivant présentent une extrême variabilité (**Stearns, 1987**). De ce fait et pour maximiser leur chance de survie, les oiseaux ont opté d'utiliser différents modes de reproduction, que ça soit colonial ou territorial. Ces deux stratégies adaptatives sont dictées par plusieurs facteurs dont le type d'habitat et la disponibilité alimentaire (**Blondel, 1995; Chabi, 1998**).

Dans le mode colonial, les oiseaux se regroupent pour nicher en densité élevée sur des territoires de superficies réduites qui sont souvent découplés des territoires d'alimentation (**Siegel-Causey et Kharitonov, 1991**). Ce mode de reproduction apporte de nombreux bénéfices tels qu'une plus grande efficacité dans la recherche de nourriture (**Ward et Zahavi, 1973; Wittenberger et Hunt, 1985**), une meilleure sélection de l'habitat (**Danchin et Wagner, 1997**) et surtout une réduction de la prédation (**Darling, 1938; Wittenberger et Hunt, 1985; Siegel-Causey et Kharitonov, 1991**), par contre, il impose de fortes contraintes, telle que la recherche de la nourriture hors de la colonie, la nécessité de mettre en place une reconnaissance individuelle et la protection des jeunes qui devraient fortement limiter son champ de variabilité (**Wittenberger et Hunt, 1985; Kharitonov et Siegel-Causey, 1988; Siegel-Causey et Kharitonov, 1991**). Cependant, la grande variété des bénéfices et des coûts potentiellement associés à ce mode de reproduction au sein des habitats variés permet d'expliquer les nombreuses adaptations comportementales perceptibles chez les espèces l'ayant adopté. Ainsi, chez la grande majorité des oiseaux coloniaux, les poussins sont élevés sur le territoire de nidification (**Del Hoyo et al., 1996**) et chez certaines espèces, les poussins quittent le nid au cours de l'élevage et s'agrègent en groupes compacts appelés "crèche".

Dans le mode territorial, les oiseaux choisissent un territoire qui sert à la fois de lieu de reproduction et d'alimentation dont la taille varie en fonction de l'espèce et du régime alimentaire (**Lack, 1968; Perrins et Birkhead, 1983**). Comme dans le mode colonial, cette stratégie présente à la fois des avantages, comme le choix du site de construction du nid, qui doit être bien dissimulé dans la végétation ou dans les troncs d'arbres exhibant un trou d'envol adapté à la taille de l'individu. Il présente également des inconvénients comme la vulnérabilité vis-à-vis des prédateurs et la compétition inter et intra spécifique.

INTRODUCTION

Les oiseaux forestiers insectivores optent généralement pour le mode territorial à cause de la limitation de la disponibilité des ressources trophiques et de leur abondance saisonnière. En effet, ces derniers sont contraints d'ajuster leur période de reproduction de manière à ce que les jeunes soient dans le nid au moment où la disponibilité alimentaire est à son comble dans le milieu (**Chabi, 1998**).

Généralement les oiseaux sont de bons modèles biologiques pour comprendre le comportement des populations animales et l'étude de leur répartition biogéographique. Les espèces qui occupent une aire de répartition géographique importante sont soumises à des conditions écologiques variées. Ainsi, pour survivre, les populations qui les constituent, doivent s'adapter aux contraintes spécifiques propres à chaque habitat (**Blondel, 1995; Chabi, 1998; Tabib, 2017**). Selon **Doumanji et Doumanji-Mittiche (1994)**, les oiseaux sont présents dans presque toutes les régions de la Terre, notamment la région du Paléarctique, qui englobe entre autre l'Afrique du Nord. Cette région représente les limites sud des aires de nidification de plusieurs espèces de passereaux (**Heim de Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Isenmann et Moali, 2000**) et offre encore, des conditions écologiques favorables malgré la dégradation actuelle.

En région méditerranéenne, le paysage est représenté par une mosaïque d'habitats. La densité des forêts est moins importante que celle d'Europe centrale et du Nord. Ce qui a des conséquences sur la structure forestière qui présente alors une complexité spatiale dans l'organisation de la végétation (**Arriero et Fargallo, 2006**). Cette complexité influence la structure de la communauté animale (**Hunter, 1999**). Les régions de l'Algérie du Nord dont le caractère paléarctique ne fait aucun doute sont moins originales et par conséquent ont été délaissées (**Benyacoub, 1993**). C'est grâce aux travaux de **Heim de Balsac (1926, 1936)**, puis de **Heim de Balsac et Mayaud (1962)**, que le premier ouvrage synthétique de l'avifaune du Nord-Ouest de l'Afrique. Par la suite, **Etchécopare et Hüe (1964)** ont réalisé un guide illustré des oiseaux d'Afrique du Nord et **Isenmann et Moali (2000)** ont réalisés un autre guide illustré les oiseaux d'Algérie, qui comprend 406 espèces observées pendant l'escale, l'hivernage et la reproduction. Plusieurs passereaux qui nichent en Europe, hivernent en Afrique du Nord. En Algérie ces espèces se répandent du Tell jusqu'aux Oasis méridionales du Sahara algérien (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopare et Hüe, 1964; Isenmann et Moali, 2000**).

INTRODUCTION

Au niveau du Parc National d'El-Kala (Nord-Est algérien), les études sur les passereaux forestiers sont peu nombreux. Elles n'ont concerné que les deux espèces des Mésanges (la Mésange bleue *Cyanistes caeruleus ultramarinus* et la Mésange charbonnière *Parus major*) (Chabi et al., 1995; Chabi et Isenmann, 1997; Chabi, 1998; Chabi et al., 2001; Bouslama et al., 2001, 2002; Boulahbal et al., 2008; Rouag-Ziane et Chabi, 2008; Djenidi et al., 2011; Brahmia et al., 2013), la Pie Grièche à tête rousse *Lanius senator* (Brahmia et al., 2003), le Merle noir *Turdus merula mauritanicus* (Bouslama et al., 2006; Khelfaoui et al., 2006) et le Gobe-mouche de l'Atlas *Ficedula speculigera* (Boudeffa et al., 2014). Dans cette présente étude, nous avons choisis d'étudier deux espèces de passereaux abondantes dans le Parc National d'El-Kala (Benyacoub et Chabi, 2000) ; la population de la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala*, qui appartient à la famille des Sylviidae et du Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana*, qui appartient à la famille des Fringillidae. Ce travail a pour objectif d'analyser les paramètres locaux de la nidification et de la survie des deux populations d'oiseaux nicheurs à travers leurs phénologies de reproduction. Cette dernière a fait l'objet de plusieurs travaux concernant sa distribution géographique, son écologie, sa migration, sa reproduction et son comportement, principalement en Afrique du Nord (Heim De Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Benyacoub et Chabi, 2000; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005) et en Europe (Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994).

Les parasites sont un des facteurs biotiques qui déterminant la répartition des espèces d'oiseaux. Ils profitent de leur hôte par la consommation de tissus du sang, le détournement de ressources, les modifications du comportement, la transmission d'agent pathogènes (Chaster, 1988; Atkinson et Van Riper, 1991; Loye et Moore, 1997). Deux grandes catégories peuvent être distinguées selon leur taille: les microparasites (virus, bactéries, protozoaires sanguins) et les macroparasites (helminthes et arthropodes) (Blondel, 1995; Cassier et al., 1998; Bush et al., 2001). Les parasites présentent des aires de distribution qui coïncident parfois avec celles de leurs vecteurs (Seguy, 1944; Greiner et al. 1975; Whitman et Wilson, 1992; Young et al., 1993; Tella et al., 2000; Krasnov et al., 2004; Kouidri, 2013) ou de leurs espèces hôtes (Price et Clancy, 1983; Shaw et al. 1998; Peirce, 2005; Valkiunas 2005; Atkinson et al., 2008; Kouidri, 2013). Selon quelques chercheurs, les parasites ont un impact sur les traits d'histoire de vie des espèces hôtes, sur leurs croissances, sur leurs expositions aux prédateurs, sur les valeurs sélectives, sur les

INTRODUCTION

comportement et sur leurs distributions (**Møller, 1990, 1994; Hamilton et al., 1982; Blondel et al., 1987; Blondel, 1995; Martin et al., 2003; Baroca, 2005**).

Le travail présenté est structuré en trois chapitres; le premier expose d'une part les matériels et les méthodes utilisées, à savoir la région d'étude avec la situation géographique, les caractères géomorphologiques et la climatologie et d'autre, des généralités sur les modèles biologiques, leurs descriptions, leurs répartitions ainsi que les techniques utilisées sur le terrain et au laboratoire sont énoncées. Le deuxième est consacré aux résultats obtenus. Il expose les données obtenues sur la bio-écologie de la reproduction avec ses deux aspects (phénologie et écologie de la reproduction) ainsi que les interactions parasites-hôtes déterminées. Dans le troisième et le dernier chapitre, les résultats obtenus sont discutés par rapport aux données antérieures disponibles (régionales et internationales). Enfin, une conclusion générale des principaux résultats obtenus ainsi que des perspectives émises clôturent cette thèse.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation de la région d'étude

La présente étude a été réalisée dans le Parc National d'El-Kala, au sein de l'un des plus grands Parcs Nationaux d'Algérie. Il figure parmi les zones protégées les plus importantes et les plus riches de la Méditerranée occidentale. Erigé comme Parc National par le décret N° 83-462 du 23 juillet 1983, il est, depuis 1990, désigné comme « Réserve de la biosphère » par l'UNESCO. Par ailleurs, ce parc héberge de nombreux lacs tels que; le Lac de Tonga (2700 hectares), le Lac l'Oubeïra (2200 hectares) et Lac El Mellah (800 hectares), dont l'importance est reconnue à l'échelle internationale (**Benyacoub et Chabi, 2000**).

Il s'étend sur une superficie de 78 438 hectares, subdivisé en trois principaux secteurs: le secteur de Brabtia, le secteur de Tonga et le secteur de Bougous. Situé à l'extrême Nord-Est de l'Algérie (36°52 latitude Nord et 08°27 longitude Est), il se trouve à 70 Km à l'Est d'Annaba. Le Parc National d'El-Kala est inclus administrativement dans la wilaya d'El-Tarf. Il est limité à l'Est par la frontière algéro-tunisienne, au Nord par le littoral méditerranéen, à l'Ouest par les plaines d'Annaba et enfin au Sud par les monts de la Medjerda (**Figure 1**).

II.1.1. Caractères géomorphologiques

La stratigraphie de la région se caractérise par des séries datées du tertiaire et du quaternaire (**Marre, 1987**). Selon **Joleaud (1936)**, les terrains tertiaires sont constitués d'argiles de Numidie datées de l'Eocène moyen et qui forment une épaisseur de 300 m environ; des bancs de grès de Numidie qui se distinguent dans le Relief des collines datées de l'Eocène supérieur; des sables et des argiles rouges ou grises, localisés dans la région Sud-Est et qui datent du Miocène. Les formations quaternaires sont caractérisées par les dépôts fluviatiles composés de limons, sables et galets et qui s'observent dans les talwegs des oueds. Les dépôts marins, résultent de l'activité des courants marins et des vents. Ce sont les amas dunaires qu'on observe dans le Nord du Lac El Mellah, du Lac Oubeira et également à l'Est de la ville d'El-Kala. Enfin, Les dépôts actuels, sont vaseux et disposés autour du Lac Tonga, ainsi que les alluvions formants le fond des Oueds.

Selon **De Belair (1990)**, le relief du Parc National d'El-Kala se compose d'une série de dépressions, dont le fond est occupé par des formations lacustres ou palustres, et de hautes collines aux formes variées: dômes, escarpements, alignements de crêtes généralement couverts par une végétation dense.

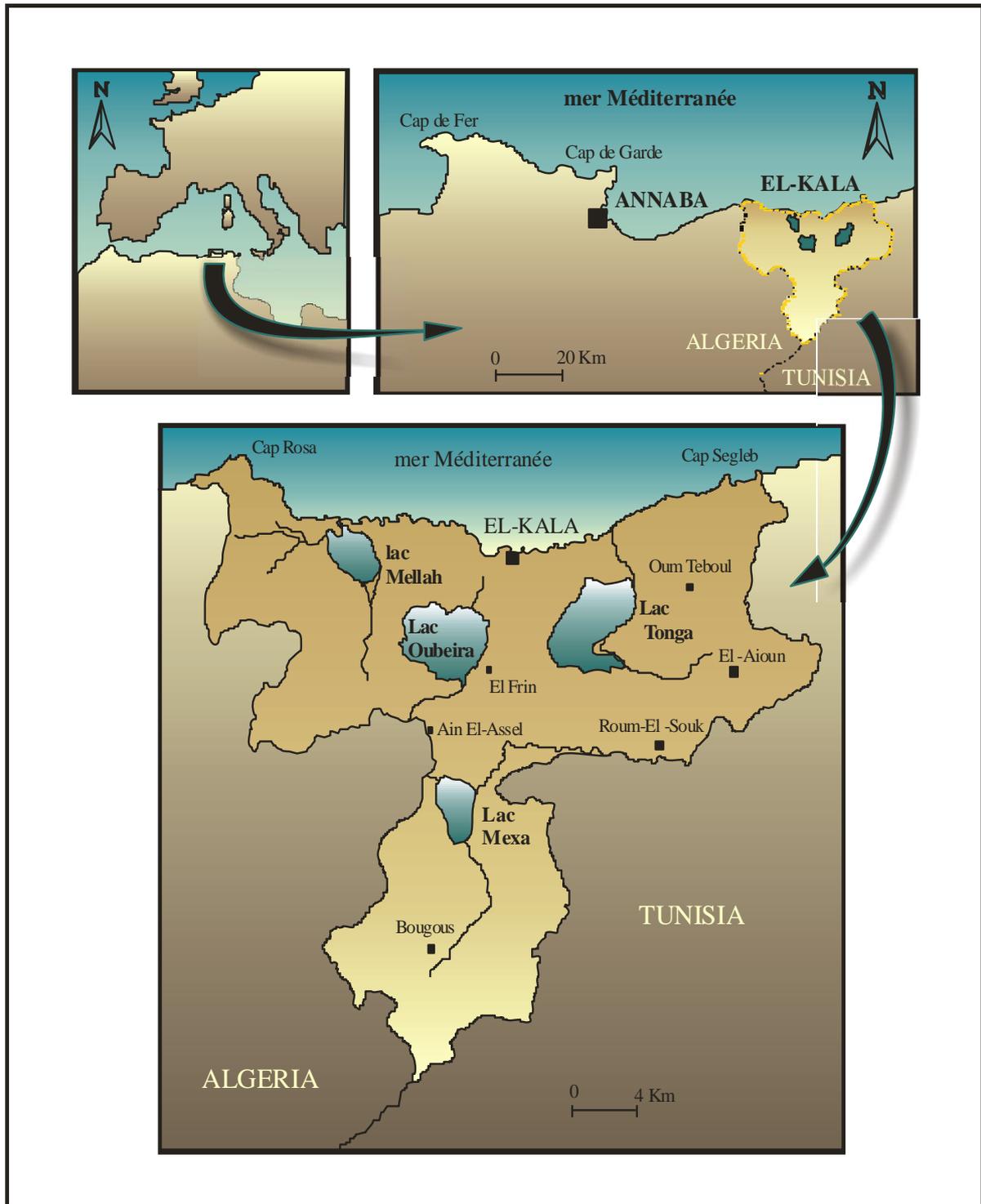


Figure 1: Localisation géographique et les limites du Parc National d'El-Kala (Benyacoub et al., 1998).

D'une manière générale, nous distinguons du littoral, vers le Sud, trois grands ensembles géomorphologiques:

- Le cordon dunaire littoral qui s'étend sur une longueur de 40 Km d'Ouest en l'Est et se prolonge vers le Sud jusqu'au pied de Djebel Segleb. Il est formé essentiellement de sable du quaternaire.
- Les plaines sub-littorales qui représentent un relief plat ou ondulé avec des altitudes qui ne dépassent pas 600 m et qui sont caractérisées par une multitude de cuvettes et de dépressions inter-collinaires occupées par des lacs et des étangs de toutes les tailles.
- Les montagnes telliennes qui sont caractérisées par l'élévation d'une partie du versant Nord de la chaîne de montagnes de la Medjerda qui atteint une altitude moyenne de 1100 m et dont le culminant est le Djebel Ghorra avec 1202 m d'altitude.

Dans la région d'étude les ressources hydriques sont importantes et le réseau hydrographique est complexe. Les trois lacs caractérisant cette région sont: le Lac El Mellah, le Lac Oubeïra et le Lac Tonga, qui constituent à eux seuls une importante réserve hydrique. Le réseau hydrographique est constitué également de quelques Oueds: Oued Bougous, Oued Mellila qui se jettent dans l'Oued El-Kebir dans la partie Sud-Est du Parc, Oued Reguibet, Oued Mellah, Oued El-Aroug, Oued Bou Merchen, Oued Bougous, Oued Dey et Oued Garâa dans la partie Ouest du Parc (**Benyacoub et al., 1998; Bakaria, 2002**). Les sources sont nombreuses et réparties à travers tout le Parc. Les plus importantes sont celles de Bouglès, Bouredim et El-Bhaim au Sud-Est de la région (**Brahmia, 2002**).

II.1.2. Caractères climatiques

Le climat de la région d'étude est du type méditerranéen, avec alternance d'une saison pluvieuse de l'automne jusqu'au printemps et d'une longue saison sèche et chaude, pendant l'été (**Benyacoub et al., 1998**). Cette variabilité est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs climatiques.

II.1.2.1. Température

La température est un facteur qui est influencé par l'altitude, la latitude, l'éloignement à la mer, l'exposition, l'orientation des reliefs, la réverbération au sol et la densité de la couverture végétal (**Daget, 1977; Chabi, 1998**).

Les températures agissent principalement par le (M) qui représente la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud et le (m) qui représente la moyenne des températures minimales du mois le plus froid. Selon **Kouidri (2013)**, Ces derniers sont très importants, car ils donnent réellement les limites de résistance des êtres vivants. Elles

permettent aussi d'évaluer la température moyenne qui égale $(M+m)/2$, et l'amplitude thermique extrême moyenne qui égale $(M-m)$; cette dernière traduisant la continentalité d'une station.

La température moyenne annuelle est de 18,68 °C. Le mois du Décembre est le plus froid (12,66 °C) et le mois d'Aout est le plus chaud (28,33 °C) (**Figure 2**).

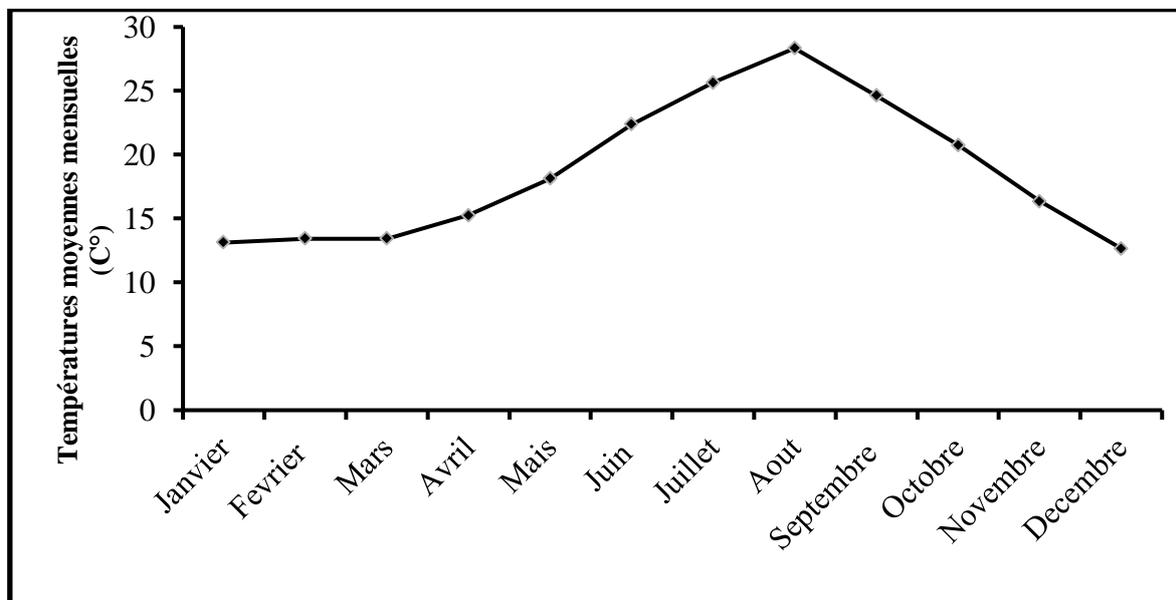


Figure 2: Températures moyennes mensuelles de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).

II.1.2.2. Précipitations

La région d'El-Kala compte parmi les zones les plus arrosées d'Afrique du Nord (1300 mm/an). Elle est considérée comme étant suffisante pour l'entretien des formations forestières, lacustres et marécageuses existantes au sein du Parc (**Oulmouhoub, 2002**).

Selon **Benyacoub (1993)**, cette pluviosité est conditionnée par deux phénomènes météorologiques principaux:

- Les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Ouest.
- Les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée occidentale.

La précipitation annuelle est de 740,80 mm. La précipitation moyenne mensuelle maximale est enregistrée au mois de Décembre (126,81 mm). La précipitation moyenne mensuelle minimale est enregistrée pendant le mois de Juillet (2,78 mm) (**Figure 3**).

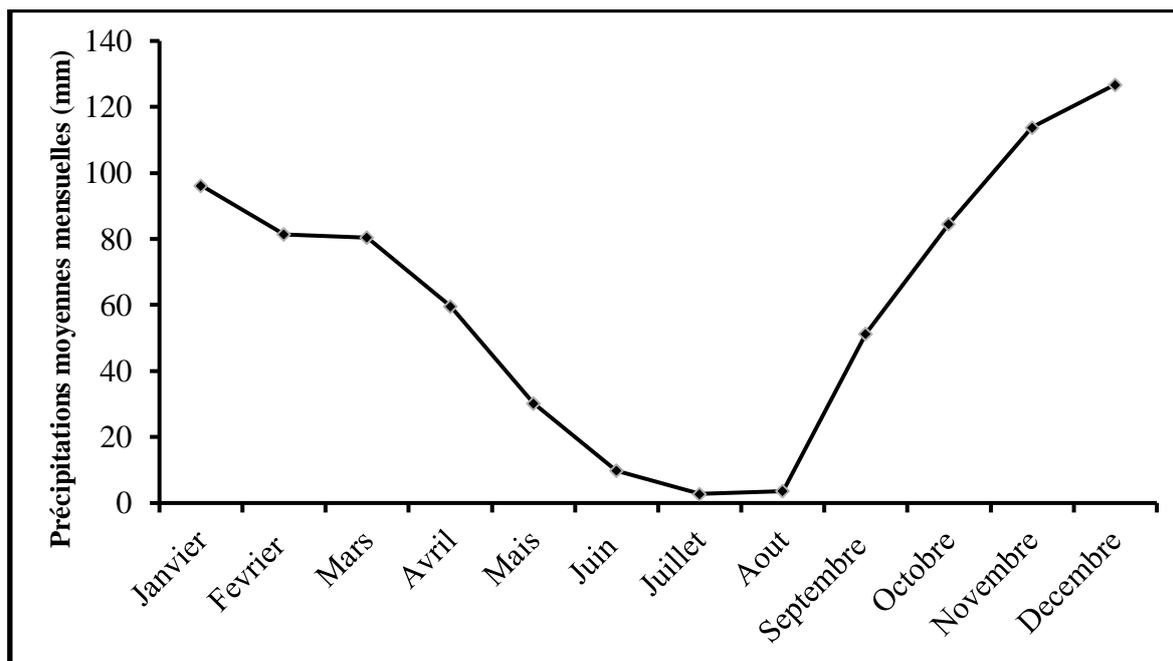


Figure 3: Précipitations moyennes mensuelles de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).

II.1.2.3. Humidité de l'air

L'évaporation intense des zones humides depuis les marais de la Mekhada jusqu'au Lac Tonga, la proximité de la mer et l'existence d'une couverture forestière importante entretiennent une humidité élevée tout au long de l'année. Les valeurs extrêmes sont enregistrées à la fin de l'été et au début de l'hiver. Celle-ci se transforme notamment, durant le printemps et au début de l'été, en brume. Durant la saison sèche. Cette nébulosité est certainement favorable au maintien d'une végétation éprouvée par un important déficit hydrique (**Benyacoub, 1993**).

L'humidité de l'air moyen annuel est de 76,99 %. La **figure 4** montre que la valeur maximale est enregistrée pendant le mois de Février (81,66 %). La valeur minimale est enregistrée durant le mois de Juillet (70,66 %).

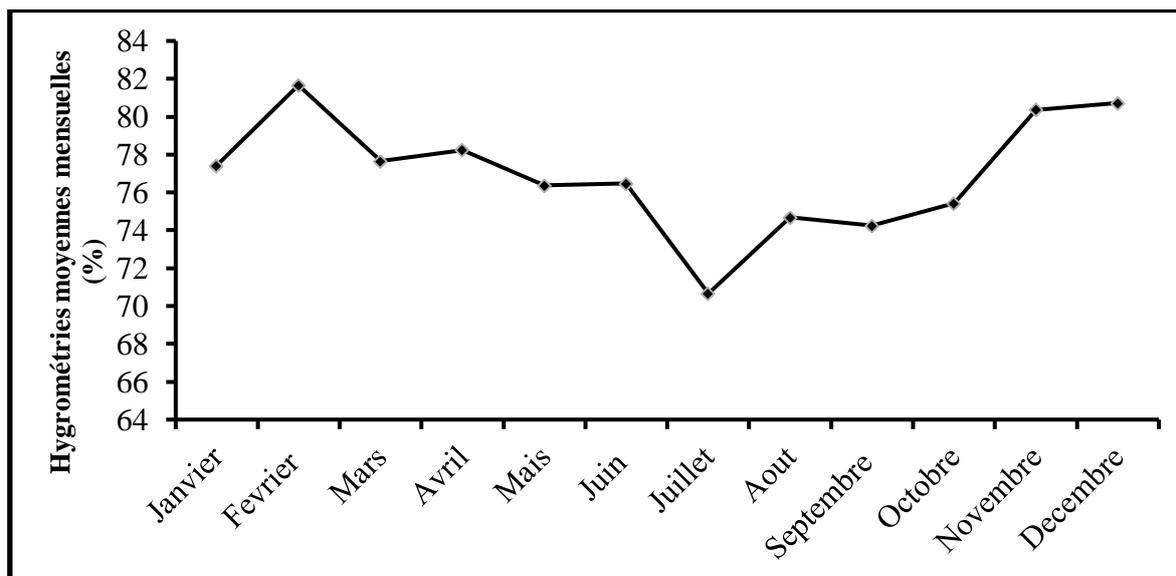


Figure 4: Hygrométries moyennes mensuelles de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).

II.1.2.4. Vents

Selon **De Belair (1990)**, les vents dominant de la région d'étude est de régime Nord-Ouest, avec un caractère violent. Ils sont chargés en humidité et en précipitations importantes venues de l'Atlantique. A partir du printemps et en été, leur direction devient Nord-Est et trouve son origine dans le gonflement de l'anticyclone des Açores (**Benyacoub, 1993**).

La **figure 5** montre que la vitesse moyenne annuelle des vents est de 3,39 m/s.

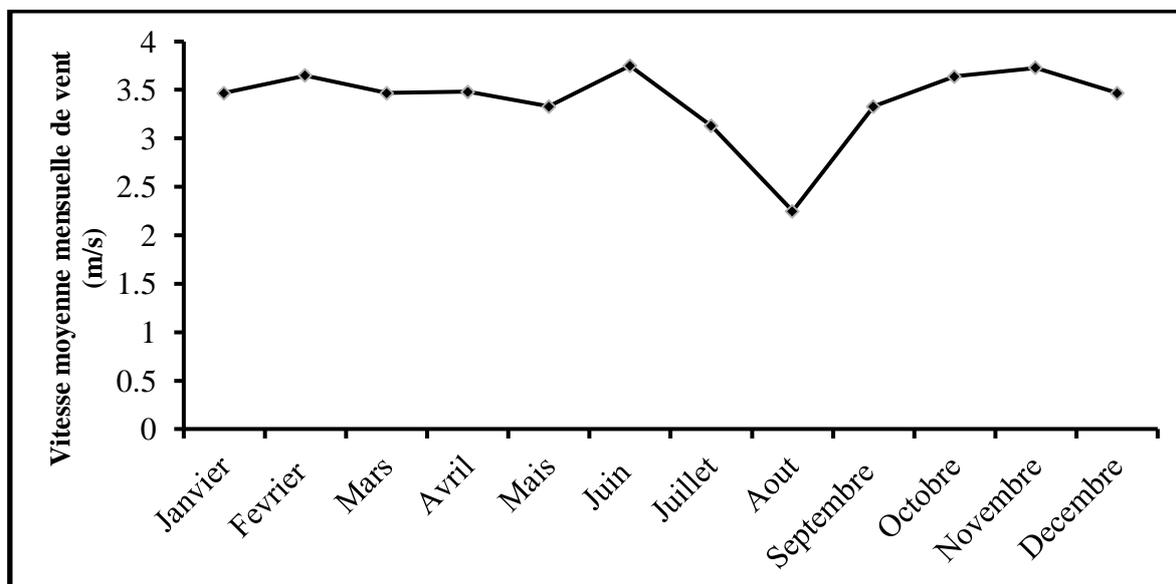


Figure 5: Vitesses moyennes mensuelles des vents de la région d'étude, enregistrées sur une période (1990-2019).

II.1.3. Caractères bioclimatiques

D'après le climagramme d'**Emberger (1955)**, la région d'El-Kala se situe dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver chaud, à la limite de l'étage humide (**Figure 7**). La végétation est la réplique fidèle du climat et ses nuances. Pour cela, une mosaïque d'étage de végétation est observée au sein du Parc National d'El-Kala (**De Belair, 1990**). Ainsi, du littoral au massif forestier de la Medjerda, trois étages bioclimatiques sont observés:

- Etage sub-humide à hiver chaud : Cet étage est situé au niveau des plaines alluviales, du cordon dunaire et les collines sublittoral. Il se caractérise par l'aire de l'Oléolentisque à Caroubier au niveau de la mer et par celle de l'Oléolentisque à Myrte à un niveau altitudinal supérieur (**Toubal, 1986**). Il se caractérise également par la série du Chêne kermès *Quercus coccifera* en situation côtière sur substrat dunaire (**Toubal, 1986**).

- Etage humide à hiver chaud à tempéré: Cet étage est situé au niveau des collines basses méridionales et correspond à l'aire du Chêne liège *Quercus suber* ou l'espèce dominante se distingue par deux groupement (**Toubal, 1986**) : le plus thermophile à basse altitude, c'est le groupement à *Quercus suber* et *Pistacia lentiscus* et le moins thermophiles à haute altitude, c'est le groupement à *Quercus suber* et *Cytisus triflorus* à une altitude de 500 à 700 mètres (**Benyacoub, 1993**).

- Etage humide à hiver tempéré à frais: Cet étage se situe plus au Sud, au-delà de 800 à 900 mètres d'altitude dans le Djebel Ghorra. Il se caractérise par la présence du Chêne zeen *Quercus faginea*. C'est une essence caducifoliée exigeante en humidité et se développe lorsque la pluviométrie est supérieure à 900 mm/an. Il est associé en groupement à *Cytisus triflorus*, *Rubus ulmifolius* et *Crataegus monogyna* (**Toubal, 1986**).

2.1.3.1. Synthèse climatiques

2.1.3.1.1. Indice d'aridité de De-Martonne

D'après **Ozenda (1982)**, l'indice d'aridité de De-Martonne est le rapport de la précipitation annuelle (mm) sur la température moyenne annuelle (°C) auquel on ajoute 10: $I=P/(T+10)$. Cet indice est d'autant plus bas que le climat est plus aride (**Tableau 1**) et on distingue plusieurs classes (**Prévost, 1999**):

Tableau 1: Indice d'aridité de De-Martonne de la région d'étude.

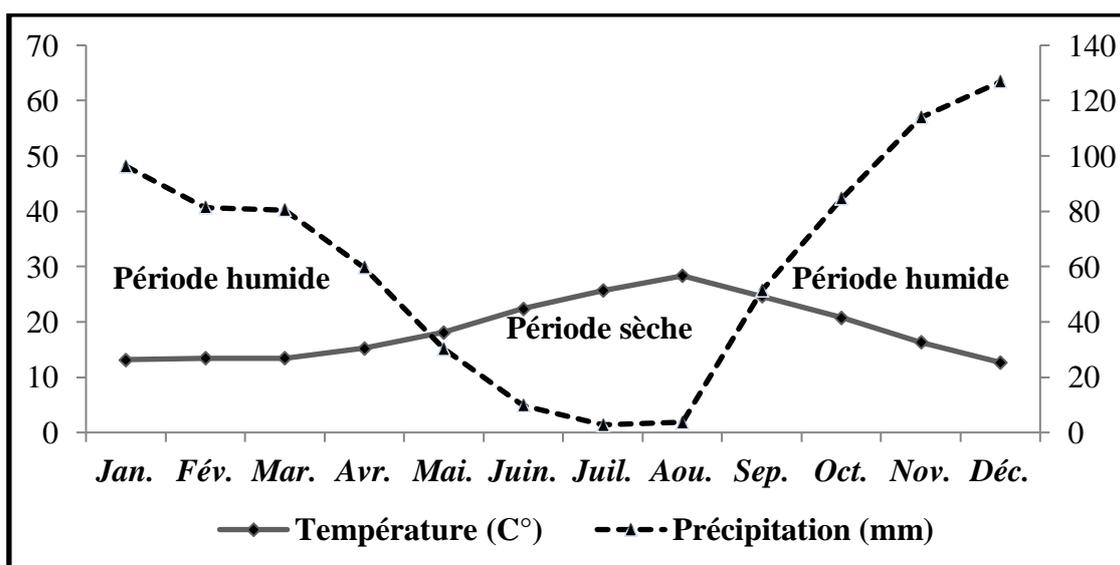
Classification du climat	Localité	Indice annuel d'aridité de De-Martonne
Climat très humide ($I < 30$)		/
Climat humide ($20 < I < 30$)	El-Kala	25,83
Climat sec ($I < 20$)		/
Climat très sec ($I < 10$)		/

II.1.3.1.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

D'après **Bagnouls et Gausсен (1953)**, le diagramme ombrothermique traduit l'effet du stress hydrique sur le développement de la végétation et la formation de la biomasse. Il exprime la durée et l'intensité de la saison sèche.

Bagnouls et Gausсен (1953), considéraient qu'un mois est sec, lorsque le rapport P/T est inférieur ou égale à 2 (P étant le total mensuel des précipitations exprimé en mm et T étant la température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius). Ces auteurs préconisent ensuite pour la détermination de la période sèche qui se trouve matérialisée par la surface de croisement où la courbe thermique passe au-dessus de la courbe des précipitations.

Le diagramme Ombrothermique de la région d'étude montre l'existence de deux périodes humides et une période sèche au cours de l'année, qui s'étale comme suit: Les périodes humides comprises entre le mois de Janvier et Mai et la seconde entre la Septembre et Décembre, et la période sèche entre le mois Mai et Septembre (**Figure 6**).

**Figure 6:** Diagramme Ombrothermique de Gausсен des régions d'étude.

II.1.3.1.3. Climagramme d’Emberger

Selon **Prévost (1999)**, le Climagramme d’Emberger permet de connaître l’étage bioclimatique de la région d’étude. Il est représenté en abscisse par la moyenne des minima des températures du mois le plus froid, en ordonnées par le quotient pluviothermique Q_2 d’Emberger. Nous avons utilisé la formule de **Stewart (1969)**: $Q_2 = 3,43 \times P / (M - m)$

Q₂: Quotient pluviothermique d’Emberger;

P: Moyenne des précipitations annuelles (740,80 mm);

M: Moyenne des maximums du mois le plus chaud (33,33 °C);

m: Moyenne des minimums du mois le plus froid (9,63 °C).

Après l’analyse des données climatiques de la région d’étude, la valeur de quotient pluviothermique d’Emberger (Q_2) est égale à 107,21, qui permet de classer la région dans l’étage climatique sub-humide à hiver très chaud (**Figure 7**).

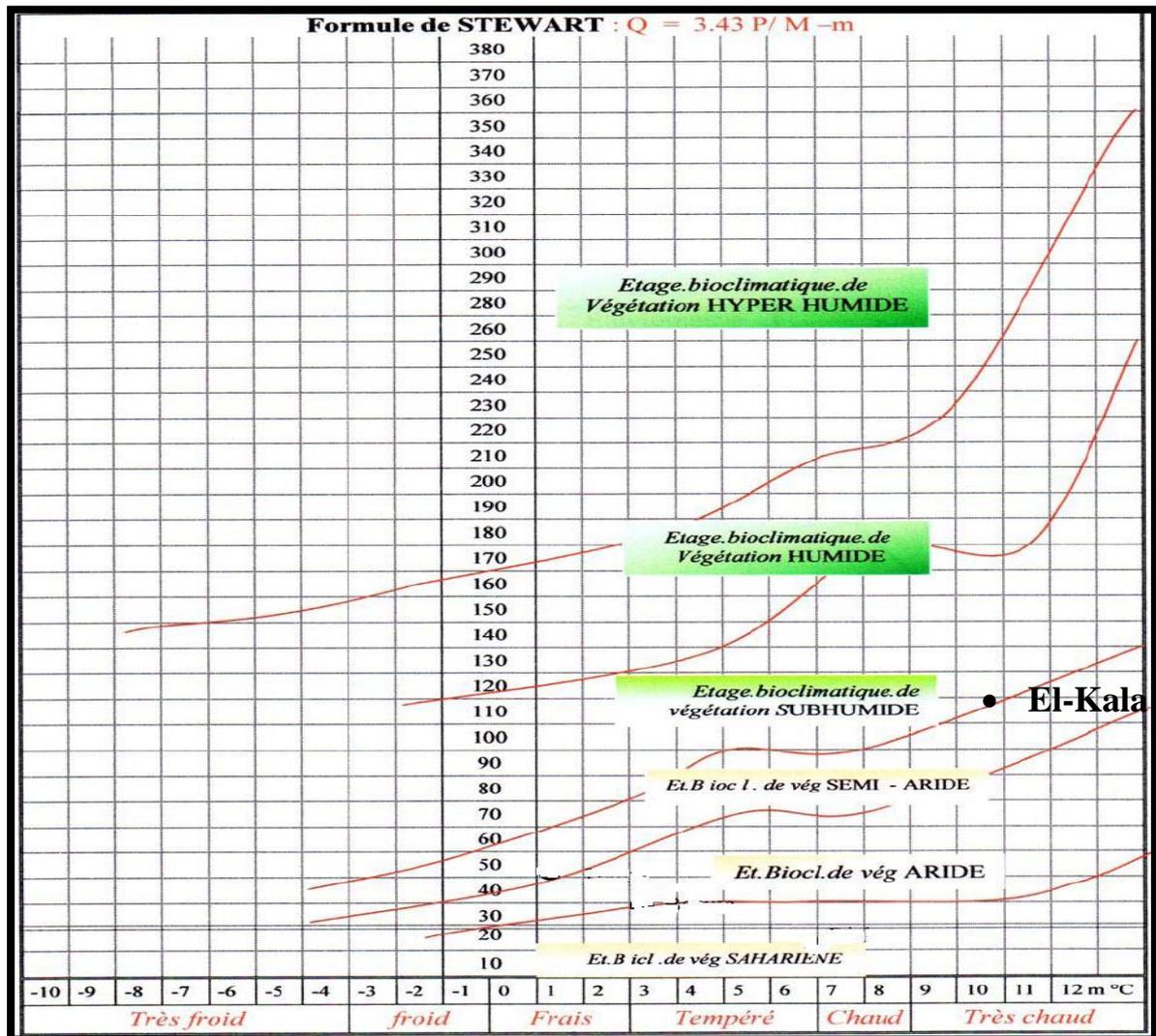


Figure 7: Climagramme pluviothermique d’Emberger de la région d’étude.

II.1.4. Richesses biologiques

Le Parc National d'El-Kala est le siège d'une richesse faunistique remarquable, **Joleaud (1936)**, rapportait que les Lions s'y sont maintenus jusqu'en 1891 et les Panthères jusqu'en 1930. Il compte environ 37 espèces de Mammifères (**Haltenort et Dilier, 1977**), 190 espèces d'Oiseaux (55 hivernantes et 135 nicheuses) (**Benyacoub et al., 1998**), 42 espèces d'Odonates (**Bouguessa, 1993**), 76 espèces de Syrphidés (**Djellab, 1993**), 60 espèces de Carabidés (**Ouchtatai, 1993**), 45 espèces de Lépidoptères (**Bey Lagoum, 1998**) et 24 espèces de Reptiles et 6 Amphibiens (**Rouag et Benyacoub, 2006**).

Il abrite près du tiers de la flore algérienne, avec environ 850 espèces. Celle-ci compte 550 espèces Spermaphytes et 300 espèces Cryptophytes (**De Belaire, 1990**). Parmi ces derniers nous avons, 30 Fougères, 110 Champignons, 40 Mousses, 70 Algues et 50 Lichens. Des 135 familles recensées dans la flore de **Quezel et Santa (1962)**, plus de 100 familles sont représentées dans la région. La flore du PNEK, constitue un véritable mélange d'espèces d'origines biogéographiques diverses, avec d'une part l'élément méditerranéen dominant (50%) et d'autre part, des espèces à affinité européenne (20 %), cosmopolite (20 %) et tropicale (10 %) (**Benyacoub et al., 1998**).

II.2. Présentation des modèles biologiques

II.2.1. Fauvette mélanocéphale

La famille des Sylviidae compte environ trois cent (300) espèces dans le monde (**Gooders et Lesaffre, 1998**). Parmi elles, trente-six (36) espèces nichent en Europe (**Gooders et Lesaffre, 1998**) et quatorze (14) espèces appartenant du genre *Sylvia* nichent en Afrique du Nord (**Etchécopar et Hüe, 1964**). Ce sont des espèces de petite taille ou de taille moyenne, brunâtre ou grisâtre, avec un vol sautillant (**Beaman et Madge, 1998**). Parmi ces espèces, nous nous sommes intéressés à la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala* qui niche en Afrique du Nord.

La Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala* (Passériformes, Sylviidae) est un passereau insectivore, à bec fin, très mobile dans les buissons (**Etchécopar et Hüe, 1964; Peterson et al., 1997**). Elle mesure 13,5 cm de long pour un poids de 14 à 20 g (**Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp, 1992; Beaman et Madge, 1998**). Elle est caractérisée par des ailes brunes relativement courtes, une queue assez longue, noir à rectrices externes blanches, un cercle orbital rouge. Chez le mâle, la tête est entièrement noire (**Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp, 1992; Beaman et Madge, 1998**). Les femelles ont le

même plumage, mais la tête est beaucoup moins sombre, les parties supérieures sont brunes et les parties inférieures moins pures, teintées de roussâtres clair (**Etchécopar et Hüe, 1964**).

La Fauvette mélanocéphale est un oiseau forestier qui se reproduit accidentellement en Italie, en Roumanie, en Bulgarie, en Bretagne, dans l'Ouest de l'Allemagne, au Danemark, en Finlande, en Hongrie, en Australie et au Kuwait (**Cramp, 1992**) (**Figure 8**). La sous espèce nicheuse en Algérie *Sylvia melanocephala melanocephala* (Race typiquement méditerranéenne), se reproduit également dans l'Atlas Saharien (**Heim De Balsac, 1926; Etchécopar et Hüe, 1964; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005**).

En Algérie, la Fauvette mélanocéphale est abondante dans toute la zone du littoral, sur les collines couvertes de Cistes, de Lentisques et de Genêts épineux. Dans l'Atlas Tellien, sa présence est rare et dans l'Atlas Saharien, elle est quasi absente (**Heim De Balsac 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962**). Au Maroc, elle est très ré pondue, sauf dans les zones désertiques de l'Est et du Sud, et dans les hautes terres (**Thévenot et al., 2003**). Selon **Heim De Balsac et Heim De Balsac (1954) et Thévenot et al., (2003)**, elle se ré pond beaucoup plus à l'Est du Maroc jusqu'aux limites du Haut Plateau et dans le Maroc Atlantique, mais peu ré pondue et locale plus au Sud dans l'Anti-Atlas occidental et dans le Bas-Draa. Son aire de répartition s'étend au Sud jusqu'à Saquiat Al-Hamra (par exemple de Layoune à Smara, et à Oued Ad-Dehb à Imlilik), mais la nidification n'y a pas été confirmée depuis les années 1970 (**Congost-Tor, 1976; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Paris, 1981; Thévenot et al., 2003**). Elle est ré pondue dans le Rif et dans le Plateau central jusqu'à une altitude de 800 à 1000 m, mais rare entre 1000 et 1400 m (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Thévenot et al., 2003**). Ré pondue dans le Moyen Atlas oriental (par exemple jusqu'à 1000 m dans le Jbel Tazekka), mais moins ré pondue sur les pentes inférieures du Moyen Atlas occidental (par exemple à Sefrou, El-Hajeb et à l'Est de Khénifra, et jusqu'à 1500 m à Dayet Aoua) (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Thévenot, 1982; Thévenot et al., 2003**). Elle est également fréquente jusqu'à 1500-1800 m dans les contreforts du Haut Atlas occidental et central, à l'Est d'Azilal (**Barreau et al., 1987; Thévenot et al., 2003**). En Algérie, elle niche dans les garrigues, les maquis du Tell, les Aurès, mais elle n'atteint pas les Hauts-plateaux (**Heim De Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Benyacoub, 1993; Isenmann et Moali, 2000**), les oliveraies et les buissons au bord des cultures du Nord (Ile de la Galite incluse) et du centre du pays jusqu'à Jerba vers le Sud, les oasis du Sud (en Tunisie)

(Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Isenmann *et al.*, 2005), les buissons ou les arbres bas, des *Tamarix*, des *Limoniastrum* et des Euphorbes cactoïdes (au Maroc) (Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Thévenot *et al.*, 2003).

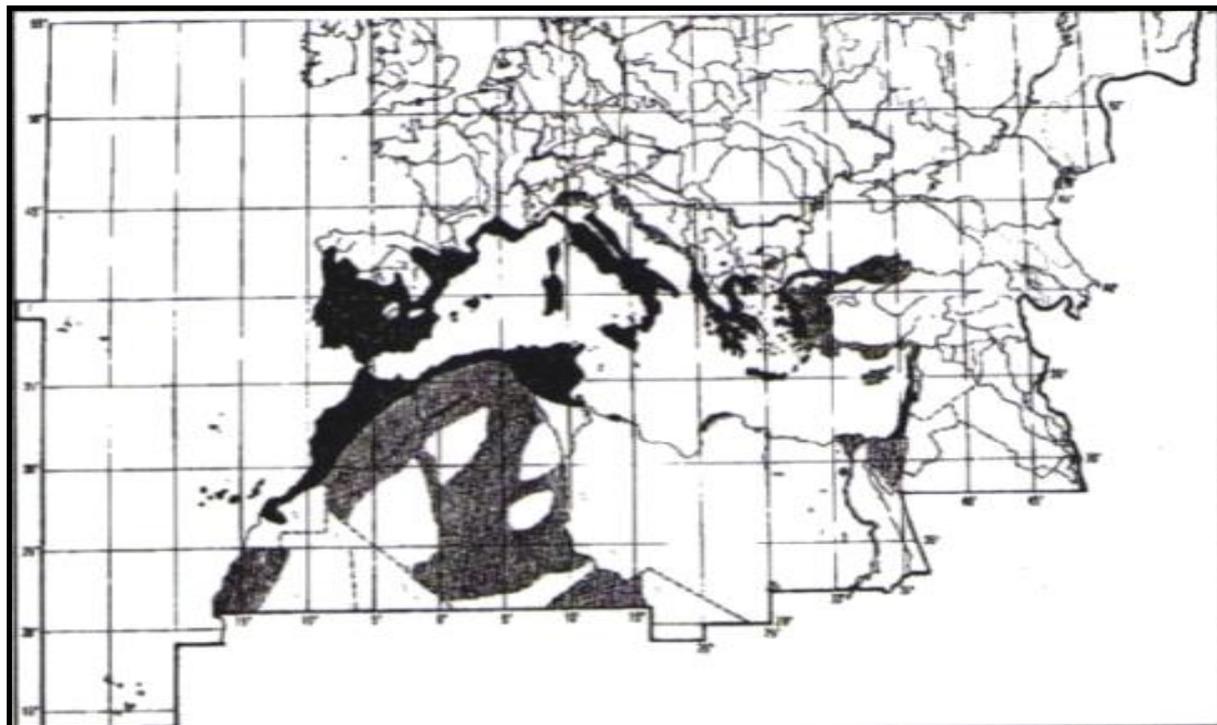


Figure 8: Aire de répartition géographique de la Fauvette mélanocéphale d'après Cramp, 1992.

La période de nidification s'étale du début Avril à début Juin (Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Isenmann et Moali, 2000; Isenmann *et al.*, 2005). Selon Cramp (1992). Ce sont les mâles qui arrivent les premiers dans l'aire de nidification, les femelles les rejoignent plus tard et les trouvent déjà prêts pour la reproduction. La parade sexuelle commence par l'attraction de la femelle dans le territoire où le mâle effectue des mouvements de la queue et pousse des chants de parade. Une fois la femelle attirée dans le territoire, la reproduction débute et le couple commence à bâtir son nid en forme d'une demi-coupe constituée de feuilles d'herbes et de tiges, et de quelques radicelles. Il est construit sur des herbes minces et des arbres, à une hauteur de 0,75 à 1,35 m (Cramp, 1992) et de 1 à 3 m par rapport au sol (Thévenot *et al.*, 2003).

Après la construction du nid, la femelle commence à pondre les œufs au rythme d'un œuf par jour tôt le matin (Cramp, 1992). Le poids moyen de l'œuf est de 1,73 g (Cramp, 1992) pour une dimension moyenne de 18,0 x 13,6 mm (Heim De Balsac, 1926; Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp, 1992). La femelle pond de 3 à 5 œufs (Heim De Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964;

Cramp, 1992; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005), et les couve seule durant 12 à 15 jours (**Cramp, 1992**). Après l'éclosion, les pulli sont nourris pendant 12 à 13 jours environs par les deux parents (**Cramp, 1992**) par des insectes, des larves, ainsi que d'autre petits invertébrés (**Cramp et al., 1992; Jonson, 1992; Perrins, 1993; Baker, 1997**).

II.2.2. Pinson des arbres

La famille des Fringillidae compte trente-une (31) espèces dans le Paléarctique occidental (**Beaman et Madge, 1998**). Ce sont des petits oiseaux granivore à bec court, fort, et à vol généralement onduleux (**Cramp et Perrins, 1994; Beaman et Madge, 1998**). Parmi ces espèces, nous nous sommes intéressés au Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana* qui niche en Afrique du Nord.

Le Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana* (Passériformes, Fringillidae) est un passereau, granivore en hiver et insectivore durant la saison de reproduction (**Cramp et Perrins, 1994**). Il mesure 14,5 à 15 cm de long pour un poids de 19 à 24 g (**Etchécopar et Hüe, 1964; Beaman et Madge, 1998**). Il est caractérisé par une nuque bleue, des barres alaires blanches très visible, un croupion vert, une tache noire au front et, chez le mâle, un dessous rouge brique (**Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp et Perrins, 1994; Beaman et Madge, 1998**). Les femelles sont brun olive dessus mais plus pâle dessous, tout en conservant les barre blanches alaires (**Etchécopar et Hüe, 1964**). En général les juvéniles ressemblent à la femelle (**Cramp et Perrins, 1994; Beaman et Madge, 1998**). Chez les adultes, le dimorphisme sexuel est légèrement différent dans la taille, le mâle est légèrement plus grand que la femelle (**Cramp et Perrins, 1994**).

Le Pinson des arbres est un passereau, dont l'aire de distribution occupe tout le Paléarctique; c'est-à-dire l'Europe, l'Asie centrale et l'Afrique du Nord (**Cramp et Perrins, 1994**) (**Figure 9**). Il existe différentes sous-espèces suivant la répartition géographique. Les populations Européennes appartiennent à la forme nominale *Fringilla coelebs coelebs*, de Madère *Fringilla coelebs maderensis*, d'Iles de la Gomera, de Tenerife et de Gran Canaria aux Canaries *Fringilla coelebs tintillon*, d'Ile d'Hierro aux Canaries *Fringilla coelebs ombriosa* et d'Ile de la Palma aux Canaries *Fringilla coelebs palmae* (**Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp et Perrins, 1994**). En Afrique du Nord, elle est représentée par deux sous-espèces: *Fringilla coelebs africana* qui niche en Algérie et au Maroc et à l'Ouest de la Tunisie, et *Fringilla coelebs spodiogenys* qui niche au Nord-Est de la Tunisie (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Svensson, 2015**).

En Algérie, il est présent du Nord jusqu'aux régions boisées de l'Atlas Saharein (**Heim De Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962**). Il niche dans les formations forestières de Cèdre d'Atlas *Cedrus atlantica* et de Pin d'Alep *Pinus halepensis* (en Algérie) (**Heim De Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Blondel, 1962a; Isenmann et Moali, 2000**); des oliveraies, des allées de Figuier de Barbarie *Opuntia ficus-indica*, des jardins et des Chênaies (en Tunisie) (**Uhlig, 1994; Isenmann et al., 2005**); de l'Arganier *Argania spinosa*, de le thuya de Berbérie *Tetraclinis articulata* et l'Eucalyptus (au Maroc) (**Thévenot et al., 2003**). En altitude, l'espèce atteint la limite supérieure des forêts (2200-2300 m), mais parfois atteint 2500 m dans le Haut Atlas central du Maroc (Genévrier thurifère *Juniperus thurifera*) (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Schoenenberger, 1972; Vielliard, 1978; Barreau et al., 1987; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003**).

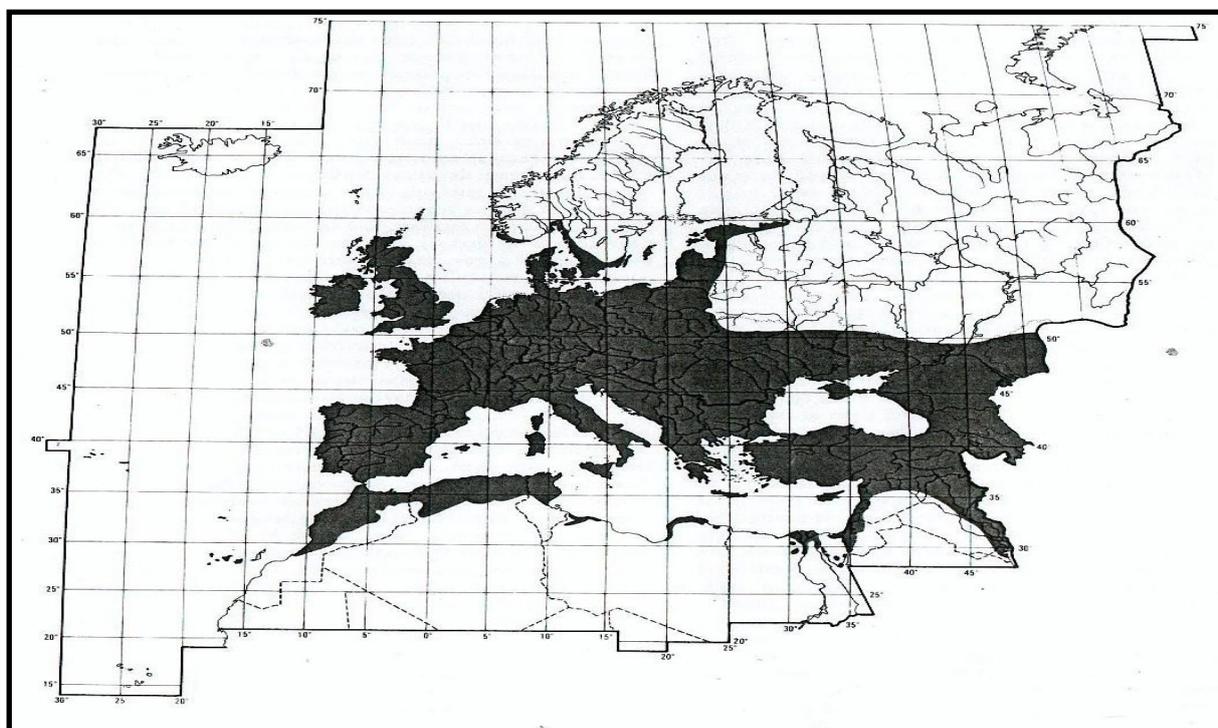


Figure 9: Aire de répartition géographique du Pinson des arbres d'après **Cramp et Perrins, 1994**.

La période de nidification s'étale du début Avril à juin (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005**). Selon **Cramp et Perrins (1994)**, ce sont les mâles qui arrivent les premiers dans l'aire de nidification, les femelles les rejoignent plus tard et les trouvent déjà prêts pour la reproduction. La parade sexuelle commence par l'attraction de la femelle dans le territoire où le mâle effectue des mouvements de la queue et pousse des

chants de parade. Une fois la femelle attirée dans le territoire, la reproduction débute et le couple commence à construire son nid en forme d'une demi-coupe constituée de lichens, de mousses, et de fibres liées avec la soie d'Araignée. Le nid est tapissé par les tiges, des radicelles, des cheveux, et des plumes. Il est construit sur la branche ou sur plusieurs brindilles minces, à une hauteur de 1 à 6 m du sol, et la durée de la construction du nid est d'environ 7 à 14 jours.

Après la construction du nid, la femelle commence à pondre les œufs au rythme d'un œuf par jour (**Cramp et Perrins, 1994**). Le poids moyen de l'œuf est de 2,16 g pour une dimension moyenne de 19,3 mm X 14,6 mm (**Heim De Balsac, 1926; Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp et Perrins, 1994**). La femelle pond 3 à 5 œufs et très rarement 6 œufs (**Heim De Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp et Perrins, 1994; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005**) et les couve seule durant 10 à 16 jours (**Newton, 1964; Cramp et Perrins, 1994**). Les pulli sont nourris pendant 14 jours environ par les deux parents par différents invertébrés (**Cramp et Perrins, 1994**).

Le régime alimentaire pendant la période de reproduction est principalement insectivore pour nourrir ses jeunes et granivore et autre matière végétale en hiver (**Cramp et Perrins, 1994**).

II.3. Présentation des modèles parasites

II.3.1. Les ectoparasites

Les ectoparasites communs chez les oiseaux sont surtout:

- **Les poux:** Arthropodes, appartenant à l'ordre des Phtiraptères (Anaptérygotes; petite taille; permanents), avec plus de 3500 espèces. Ils passent leur cycle biologique entier sur l'hôte, leurs œufs sont collés aux plumes avec un ciment glandulaire et leur propagation dépend fortement du contact direct entre les différents hôtes. Il existe deux types des poux: les poux suceurs (Anoploures), se nourrissent essentiellement du sang de l'hôte et les poux broyeur (Mallophages), se nourrissent sur les débris d'épidermes et des (**Wall et Shearer, 2001; Hugon, 2015**). Selon **Wall et Shearer (2001)**, l'ordre des Phtiraptères est subdivisé en quatre sous-ordres: Amblycera, Ischnocera, Anoplura et Rhynchophthirina. Les deux premiers sont des ectoparasites des oiseaux et des mammifères, et les deux derniers sont des ectoparasites des mammifères.

- **Les mites:** Arthropodes, appartenant à la classe des Arachnides, de petite taille, avec 30000 espèces connues et parasite à tous les stades de leur développement. Leur propagation dépend fortement du contact direct entre les adultes ou durant la période de reproduction entre les adultes et les oisillons. Les mites se nourrissent des écailles de la peau ou des particules de plumes (**Hugon, 2015**). Les mites sont des ectoparasites qui affectent plusieurs classes des invertébrés et toutes les classes des vertébrés, particulièrement les oiseaux et les mammifères (**Wall et Shearer, 2001**). Il existe trois lignées principales: les Opiloacariformes, les Parasitiformes et les Acariformes (**Wall et Shearer, 2001**).

- **Les tiques:** Arthropodes, appartenant à la classe des Arachnides, leur taille est plus importante que les mites, temporaires, avec 800 espèces. Elles passent une partie de leur cycle au sol (éclosion, métamorphose et quête d'un hôte) et une autre partie (deux ou trois stades) ancrées sur la peau des mammifères, des oiseaux ou des reptiles (**Wall et Shearer, 2001**). Selon **Wall et Shearer (2001)**, les tiques sont subdivisées en trois familles: Ixodidae ou tiques dures, Argasidae ou tiques molles et Nuttalliellidae. Cette dernière famille, comporte une seule espèce qui parasite les hirondelles en Afrique du Sud. Les deux premières familles sont toutes hématophages.

- **Les puces:** Arthropodes, appartenant à l'ordre des Siphonaptères (Anaptérygotes; de petite taille; temporaires), avec 2500 espèces connues, 15 à 16 familles et 239 genres. La plupart sont des ectoparasites des mammifères, alors qu'environ 80 espèces parasitent les oiseaux (**Wall et Shearer, 2001**).

- **Les diptères:** Arthropodes, appartenant à la classe des insectes (Ptérygotes), avec 120000 espèces connues. Ils sont subdivisés en trois sous-ordres: Nematocera, Brachycera et Cyclorhapha. Les oiseaux sont parasités par plusieurs familles à savoir: Calliphoridae, Ceratopogonidae, Culicidae, Simuliidae et Hippoboscidae, dont les espèces aspirent le sang pathogènes (**Wall et Shearer, 2001**).

II.3.2. Les hémoparasites

Les parasites du sang chez les oiseaux ont été découverts par Danilewsky en 1884. Ils touchent plus de 4000 espèces examinées (**Atkinson et Van Riper, 1991; Kouidri, 2013**). Ces haemosporidies sont des protozoaires parasites à faible pathogénicité dans les populations sauvages, mais, il a été démontré que ces hématozoaires peuvent avoir des implications importantes sur la structure de la communauté d'oiseau (**Van Riper et al., 1986; Kouidri, 2013**), sur la croissance, la maintenance et la reproduction des hôtes (**Price, 1980; Kouidri, 2013**), aussi bien que les traits d'histoire de vie des oiseaux hôtes

(Merino et al., 2000; Hōrak et al., 2001; Sanz et al., 2001a, b; Sol et al., 2003; Marzal et al., 2005; Kouidri, 2013).

Les hémoparasites communs chez les oiseaux sont surtout les parasites intra-érythrocytaires, comme les hémosporeidés des genres *Plasmodium*, *Haemoproteus*, et *Leucocytozoon* et les parasites inter-érythrocytaires, comme *Plasmodium* et *Microfilaria* (Valkiūnas, 2005). On peut distinguer des familles et des genres de vecteurs en fonction des parasites:

- ***Plasmodium***: Genre d'un hémosporeidie intra-érythrocytaire, de la famille des Plasmodiidae. L'infection par ce parasite chez les oiseaux se caractérise par la présence de pigments dans le parasite intra-érythrocytaire, par une schizogonie exo et endo-érythrocytaire et par une gamétogonie endo-érythrocytaire (Raharimanga et al., 2002; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011). Le sang périphérique contient à la fois des schizontes et des gamétocytes contrairement aux genres *Haemoproteus* et *Leucocytozoon* qui ne présentent que des gamétocytes (Raharimanga et al., 2002; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011). Il est transmis par des diptères (Culicidae) essentiellement du genre *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* et *Mansonia* (Raharimanga et al., 2002; Barroca, 2005; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011).

- ***Haemoproteus***: Genre d'un hémosporeidie intra-érythrocytaire, de la famille des Haemoproteidae. L'infection par ce parasite chez les oiseaux se caractérise par une schizogonie uniquement dans les cellules endothéliales viscérales et par la présence de gamétocytes dans le sang circulant (Raharimanga et al., 2002; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011). Il est transmis par divers diptères de la famille des Hippoboscidae ou Ceratopogonidae (Raharimanga et al., 2002; Barroca, 2005; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011).

- ***Leucocytozoon***: Genre d'un hémosporeidie intra-érythrocytaire, de la famille des Leucocytozoidae. L'infection par ce parasite chez les oiseaux se caractérise par la présence de gamétocytes non pigmentés de grande taille, dans les globules rouges ou les globules blancs, ceci entraînant une déformation caractéristique (Raharimanga et al., 2002; Adamou, 2011). La transmission se fait par des mouches noires (Simuliidae) du genre *Simulium*, un Ceratopogonidae (Raharimanga et al., 2002; Barroca, 2005; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011).

- ***Microfilarie***: C'est un parasite inter-érythrocytaire, filiforme, de la superfamille des Filarioidea. La transmission de ce parasite se fait par un diptère hématophage de la famille des Ceratopogonidae (Raharimanga et al., 2002; Adamou, 2011). L'affection par une filariose

se caractérise par la présence de microfilaires au stade larvaire dans la circulation sanguine (**Bourée, 1989; Raharimanga et al., 2002; Adamou, 2011**).

- *Trypanosoma*: C'est un parasite inter-érythrocytaire du sang de la lymphe et des tissus des invertébrés et vertébrés, de la famille des Trypanosomidae. Les trypanosomes sont des protozoaires, flagellé fusiformes, de 10 à 40 µm de long, avec une membrane ondulante et un flagelle partant d'un petit blépharoplaste (**Bourée, 1989; Adamou, 2011**). La plupart des espèces passent une partie de leur cycle dans les intestins des insectes et d'autres invertébrés (**Adamou, 2011**). Les stades flagellés s'achèvent uniquement dans l'hôte vertébré (**Gosling, 2005; Adamou, 2011**). C'est un parasite commun en Afrique à côté du genre *Leishmania*, transmis par les phlébotomes, très abondant dans les régions de l'atlas telliens et saharien, et propre aux mammifères (**Dadet et al., 1984; Adamou, 2011**).

II.4. Méthodologie générale

II.4.1. Site d'étude

L'étude a été effectuée dans le Nord-Est algérien, dans une subéraie de basse d'altitude (30 m), (36°53'N ; 08°30'E) au niveau du Parc National d'El-Kala. Le site d'étude correspond à plusieurs stations dont deux (Station 1 et 2) sont situées dans la zone de Brabtia et la troisième située dans la forêt de Chêne liège *Quercus suber*, en amont de la rive Nord du Lac Oubeira. Les deux premiers sites ont été le siège des feux de forêts en 2000, alors qu'une partie du troisième site le fut en 2008 (**Boulahbal, 2012**). En effet, divers facteurs de dégradation (incendies, coupes, pâ-turage, démasclage....etc.) demeurent actifs dans cette zone.

Selon **Benyacoub et Chabi (2000)**, les stations d'étude sont un habitat mixte constitué d'une strate arborée mono-spécifique (**Figure 10**), composée essentiellement de Chêne liège *Quercus suber*, avec une hauteur moyenne de 7 m. Le sous-bois est constitué principalement de la Filaire *Phillyrea angustifolia*, du Lentisque *Pistacia lentiscus*, du Myrthe *Myrtus communis*, de Ronce *Rubus ulmifolius*, de Genêt épineux *Calicotome villosa*, d'Aubépine monogyne *Crataegus monogyna* et de la Bruyère *Erica arborea*, avec une hauteur variant entre 0,5 et 2 m. La strate herbacée est relativement rare du fait de la densité du sous-bois; elle est composée d'Ampélodesme de Mauritanie ou Diss *Ampelodesmos mauritanica*, de pieds épars d'Asphodèles *Asphodelus aestivus*, de Doum ou Palmier nain *Chamaerops humilis* et de Scille maritime *Urginea maritima*.



Figure 10: Localisation des stations d'étude dans le Parc National d'El-Kala
(Google earth 2019).

II.4.2. Etude des paramètres de la reproduction

II.4.2.1. Biologie de la reproduction

- La date de ponte c'est l'intervalle qui sépare la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif (**Chabi, 1998**). Pour toutes les dates le premier mars correspond au jour 1;
- La période de ponte c'est la durée entre la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif;
- La grandeur de ponte c'est le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre, en sachant qu'elle pond un œuf par jour tôt le matin;
- Les mensurations des œufs de chaque couvée, en déterminant la masse moyenne de l'œuf à partir de la pesée de la couvée entière, à l'aide d'une balance électronique (précision 0,1 g). La longueur et la largeur ont été mesurées pour chaque œuf à l'aide d'un pied à coulisse (précision 0,01 cm). Celles ci ont été réalisées durant les premiers jours d'incubation. Nous avons calculé le volume des œufs en utilisant l'équation développée par **Hoyt (1979)**: $EV = 0,51 \times EL \times EB^2$ (**EV**: volume, **EL**: longueur et **EB**: largeur de l'œuf);
- La durée d'incubation est le nombre de jour qu'une femelle passe à couvrir les œufs (entre le commencement de l'incubation et l'éclosion de chaque œuf) (**in Kouidri, 2013**);
- Le succès moyen d'éclosion représente le nombre d'œufs éclos sur le nombre d'œufs pondus;

- Le succès moyen à l'envol correspond au nombre des poussins envolés sur le nombre d'œufs éclos;
- Le succès moyen de la reproduction correspond au nombre des poussins envolés sur le nombre d'œufs pondus.

II.4.2.2. Ecologie de la reproduction

II.4.2.2.1. Recherche des nids

La recherche des nids dans les milieux étudiés est un travail difficile (**Adamou, 2011; Kouidri, 2013**). Nous avons cherché systématiquement les nids dans la végétation (strate arboricole pour la Fauvette mélanocéphale et strate arborée pour le Pinson des arbres) ou par l'observation des couples nicheurs transportant des matériaux de construction (**Drachmann et al., 1997 et 2002; Macleod et al., 2004; Kouidri et al., 2012**). Une bonne proportion a été également trouvée de façon accidentelle, en marchant à proximité des nids, provoquant l'envol des femelles en couvaision (**Kouidri et al., 2012 et 2016**). Une fois les nids sont repérés, nous avons procédé à caractériser la végétation par le suivi de deux traits importants à savoir (**Kouidri, 2013**):

- **Supports de construction des nids**, en notant:
 - Nom de l'espèce végétale;
 - Hauteur des nids par rapport au sol.
- **Paramètres biométriques des nids**, en notant:
 - Diamètre interne et externe de la coupe;
 - Hauteur et profondeur de la coupe;
 - Epaisseur de la coupe, ainsi que sa masse.

II.5. Méthodologie d'étude des nids

II.5.1. Séparation des composantes et récolte des spécimens

Les nids ont été récupérés après l'envol des poussins et les conservés dans des sachets de congélation au laboratoire. La séparation des composantes des nids nécessite plusieurs étapes: une extraction par tamisage (Tamis de 2 mm de diamètre) pour séparer les éléments selon leurs calibres; une deuxième séparation des différentes parties trouvées: la partie animale (laine, poils, plumes,.....etc), la partie végétale (feuilles, rameau, racine, radicelles, épines,.....ect) et une autre partie sous forme de terre (boue); après la séparation des composantes des nids, nous avons pesé le poids de chaque fraction (animal, végétal et terre) pour connaître son importance par rapport au poids total du nid. Dans cette étape, nous avons aussi isolés tous les individus d'insectes ou d'autres taxons qui occupe les nids des espèces

étudiées et les conservés dans des tubes à essais secs ou des tubes Eppendorf contenant de l'éthanol à 70° (Greiner et Ritchie, 1994; Adamou, 2011; Kouidri, 2013).

II.5.2. Identification des spécimens

L'identification de ces derniers a été réalisée sous la loupe binoculaire à différents grossissements. Nous nous sommes basés sur les clés d'identification disponibles dans les ouvrages spécialisés (Séguy, 1923, 1934 et 1944; Wall et Richard, 2001; Wolfgang et Werner, 2009; Hugon, 2015).

II.6. Méthodologie d'étude des hémoparasites

II.6.1. Capture des adultes

Nous avons effectué des captures des espèces étudiées (Fauvette mélanocéphale et Pinson des arbres) au cours et à la fin de la période de reproduction, à l'aide d'un filet ornithologique placé dans notre site d'étude tôt le matin.

II.6.2. Prélèvement sanguin

Un prélèvement sanguin a été effectué sur les adultes à partir de la veine alaire ou de la veine des pattes ou de la veine jugulaire à l'aide d'une aiguille stérile et récolté dans un micro-capillaire pré-hépariné (Hoysak et Weatherhead, 1991; Campbell, 1994; Adamou, 2011; Kouidri, 2013).

II.6.3. Préparation du Frottis sanguin

Les frottis sanguin ont été préparés directement juste après le prélèvement sanguin sur le terrain. Pour réaliser un bon frottis sanguin mince, nous plaçons une goutte de sang sur une lame porte-objet nettoyée avec l'alcool (1). Une deuxième lame porte-objet est appliquée à un angle de 45° de manière à toucher la goutte de sang qui coule le long du bord (2). La deuxième lame porte-objet est ensuite étalée le long de la première lame porte-objet, avec un mouvement régulier, ni trop lent, ni trop rapide (3) et laisser sécher à l'air libre (4) (Figure 11) (Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011; Kouidri, 2013). Les lames préparées sont identifiées (nom d'espèce et sexe) à l'aide d'un marqueur permanent ou d'un stylo graveur (diamant).

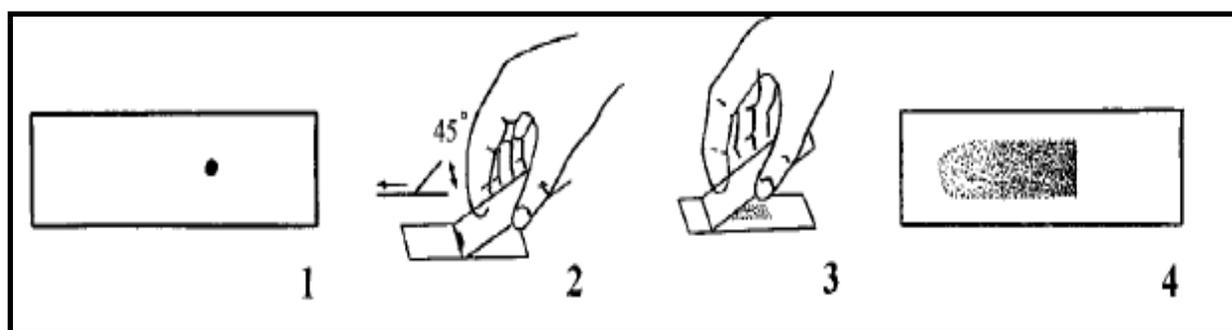


Figure 11: Technique de réalisation d'un frottis sanguin d'après Gilles et Warrell (1993).

Au niveau de laboratoire, les frottis sanguins préparés sont colorés par la méthode MGG (May-Grünwald et Giemsa). Elle est basée sur l'emploi successif de deux colorants (May-Grünwald et Giemsa romanowsky): le May-Granwald fixe le frottis par son alcool méthylique et colore surtout le cytoplasme des granulations hétérophiles, basophiles et éosinophiles par son éosine et son bleu de méthylène; le Giemsa colore surtout les noyaux et les granulations azurophiles par son azur de méthylène.

Les lames séchés sont placées horizontalement sur un support; puis trempés pendant 3 minutes dans le May Grunwald (bleu de méthylène éosine); suivi d'un rinçage des lames avec l'eau distillée; cette coloration doit être suivi par le Giemsa dilué à 10 % pendant 20 min. Puis rincer les lames avec l'eau distillée et sécher à l'air libre (**Hawkey et Dennett, 1989; Campbell, 1994; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011; Kouidri, 2013**).

II.6.4. Evaluation quantitative des hémoparasites

L'examen des frottis sanguins est réalisé au microscope optique sous l'objectif x 40 pour observer les parasites d'une longueur supérieur à 10 µm (les microfilaires), puis avec l'objectif x100 à immersion dans l'huile pour les protozoaires (*Trypanosoma*, *Plasmodium*, *Leucocytozoo* et *Haemoproteus*) (**Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011; Kouidri, 2013**). Le temps moyen d'une observation totale varie entre quarante-cinq (45) minutes et soixante (60) minutes par frottis.

II.6.5. Identification des hémoparasites

L'identification des hémoparasites s'est basée sur les clés de détermination de (**Valkiunas, 2005**).

II.7. Indices d'analyse de la charge parasitaire

Pour quantifier les ectoparasites des nids et les hémoparasites des espèces capturés dans la région d'étude. Nous avons calculé la prévalence et l'intensité parasitaire moyenne pour chaque parasite les indices de la charge parasitaire (**Margolis et al., 1982**):

II.7.1. Prévalence

C'est le rapport en pourcentage du nombre des individus d'hôtes infestés (N) par une espèce donnée de parasites sur le nombre d'individus examinées (H).

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

N: Nombre d'hôte parasité; **H:** Nombre d'hôte examiné.

II.7.2. Intensité parasitaire moyenne

Elle 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. C'est donc le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite par hôte parasité dans l'échantillon.

$$I = n/N$$

n: Nombre moyen d'un parasite; **N:** Nombre d'hôtes parasités.

Pour les parasites intra-érythrocytaires, l'intensité de l'infection repose généralement sur des estimations provenant de l'examen de 10 000 à 50 000 érythrocytes (Bennett et Campbell, 1972; Godfrey et al., 1987; Valkiūnas, 2005; Adamou, 2011; Kouidri, 2013) et elle s'exprime comme le nombre moyen de parasites/n érythrocytes.

II.8. Analyse statistique des données

Plusieurs traitements ont été réalisés à savoir: les moyennes, les écarts-types, les extrêmes et le coefficient de corrélation de Pearson afin d'analyser les liaisons entre les différents paramètres étudiés. La comparaison des différents paramètres a été effectuée à l'aide d'analyse de la variance One-Way Anova. L'analyse statistique des données a été effectuée en utilisant le logiciel STATISTIX, version 8.

III. RESULTATS

III.1. Bio-écologie de la reproduction des espèces étudiées

III.1.1. Biologie de la reproduction

III.1.1.1. Date et période de ponte

La période de ponte de la Fauvette mélanocéphale s'est étalée sur huit (08) semaines: de la Mi-mars (15 Mars) jusqu'au début de la deuxième semaine du mois de Mai (08 Mai), soit une durée de ponte de cinquante-quatre (54) jours, avec une fréquence de ponte importante durant les cinq (05) dernières semaines de la reproduction (03 Avril-08 Mai) et un pic durant la deuxième (25-27 Mars) et la cinquième semaine (14-19 Avril) (**Figure 12-A**).

Le Pinson des arbres présente une période qui s'est étalée sur sept (07) semaines: de la deuxième décade du mois d'Avril (12 Avril) jusqu'à la fin du mois de Mai (27 Mai), soit une durée de ponte de quarante-six jours (46), avec une fréquence de ponte importante durant les quatre (04) premières semaines de la reproduction (12 Avril-09 Mai) et avec deux pics de ponte: le premier durant la première semaine (12-18 Avril) et le deuxième pendant la quatrième semaine (06-09 Mai) (**Figure 12-B**).

La date moyenne de ponte de la Fauvette mélanocéphale a lieu le 11 Avril ($41,82 \pm 15,03$). Il n'existe aucune différence significative entre les dates moyennes de ponte des deux années de suivi ($F_{1,26}=0,01$; $p=0,938$; NS) (**Tableau 2**).

La date moyenne de ponte du Pinson des arbres a lieu le 2 Mai ($31,53 \pm 11,39$). Il n'existe aucune différence significative entre les dates moyennes de ponte des deux années ($F_{1,32}=0,81$; $p=0,375$; NS) (**Tableau 2**).

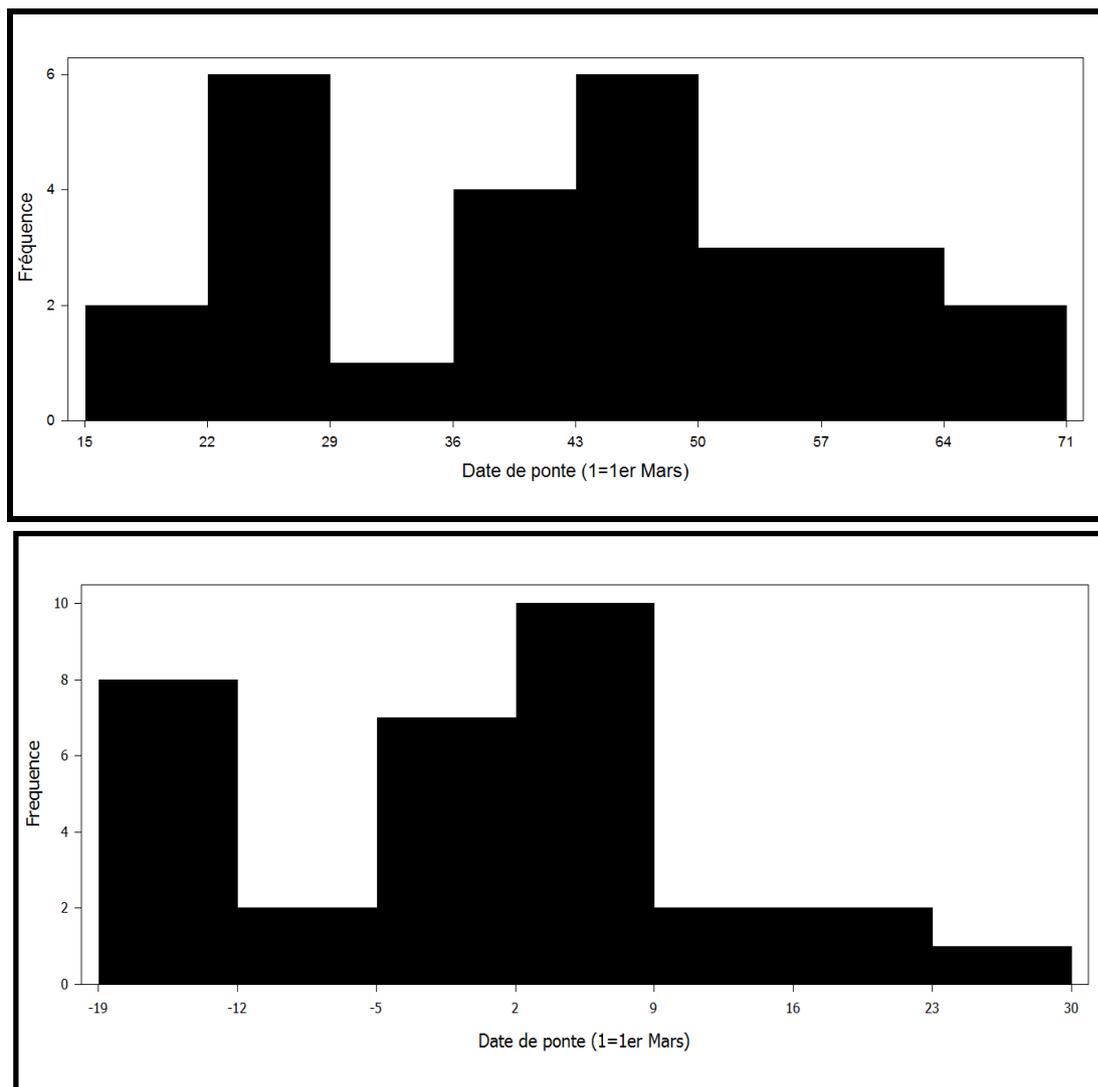


Figure12: Chronologie de ponte (2016-2017)

de la Fauvette mélanocéphale (A) et du Pinson des arbres (B).

Tableau 2: Date de ponte des espèces étudiées.

Espèce	Année	Date de ponte (Jours)
		n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	16; 41,63±14,00 (21 Mars-08 Mai)
	2017	12; 42,08±16,94 (15 Mars-06 Mai)
	Moyenne	28; 41,82±15,03 (15 Mars-08 Mai)
	One-way ANOVA	$F_{1,26}=0,01$; $p=0,938$; NS
Pinson des arbres	2016	10; 28,80±13,46 (12 Avri-27 Mai)
	2017	24; 32,67±10,52 (15 Avril-22 Mai)
	Moyenne	34; 31,53±11,39 (12 Avril-26 Mai)
	One-way ANOVA	$F_{1,32}=0,81$; $p=0,375$; NS

III.1.1.2. Grandeur de ponte

La grandeur moyenne de ponte de la Fauvette mélanocéphale est de $4,14 \pm 0,97$ œufs par nichée. Aucune différence significative entre la grandeur moyenne de ponte au cours des deux saisons n'a été observée ($F_{1,26}=0,08$; $p=0,785$; NS) (**Tableau 3**). Les pontes les plus fréquentes sont celles de 4 et de 5 œufs par nichée qui représentent respectivement 28,60 % (08 nids) et 46,40 % (13 nids), avec la présence d'autre ponte de 2 et 3 œufs par nichée qui représente 07,10 % (02 nids) et 17,90 % (05 nids) respectivement (**Figure 13**).

Le Pinson des arbres présente une grandeur moyenne de ponte de $3,18 \pm 0,90$ œufs par nichée. Il n'existe pas de différence significative entre la grandeur moyenne de ponte au cours des deux saisons ($F_{1,32}=0,53$; $p=0,471$; NS) (**Tableau 3**). Les pontes les plus fréquentes sont celles de 3 et de 4 œufs par nichée qui représentent respectivement 44,10 % (15 nids) et 41,20 % (14 nids), avec la présence d'autre ponte de 1 et de 2 œufs par nichée qui représente 08,80 % (03nids) et 05,90 % (02 nids) respectivement (**Figure 13**).

Tableau 3: Grandeur de ponte des espèces étudiées.

Espèce	Année	Grandeur de ponte
		n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	16; $4,19 \pm 0,98$ (2-5)
	2017	12; $4,08 \pm 1,00$ (2-5)
	Moyenne	28; $4,14 \pm 0,97$ (2-5)
	One-way ANOVA	$F_{1,26}=0,08$; $p=0,785$; NS
Pinson des arbres	2016	10; $3,00 \pm 1,05$ (1-4)
	2017	24; $3,25 \pm 0,85$ (1-4)
	Moyenne	34; $3,18 \pm 0,90$ (1-4)
	One-way ANOVA	$F_{1,32}=0,53$; $p=0,471$; NS

Il n'existe aucune relation significative entre la date de ponte et la grandeur de ponte chez la Fauvette mélanocéphale ($r=-0,272$; $p=0,161$; NS) (**Figure 14-A**) et chez le Pinson des arbres ($r=-0,148$; $p=0,402$; NS) (**Figure 14-B**).

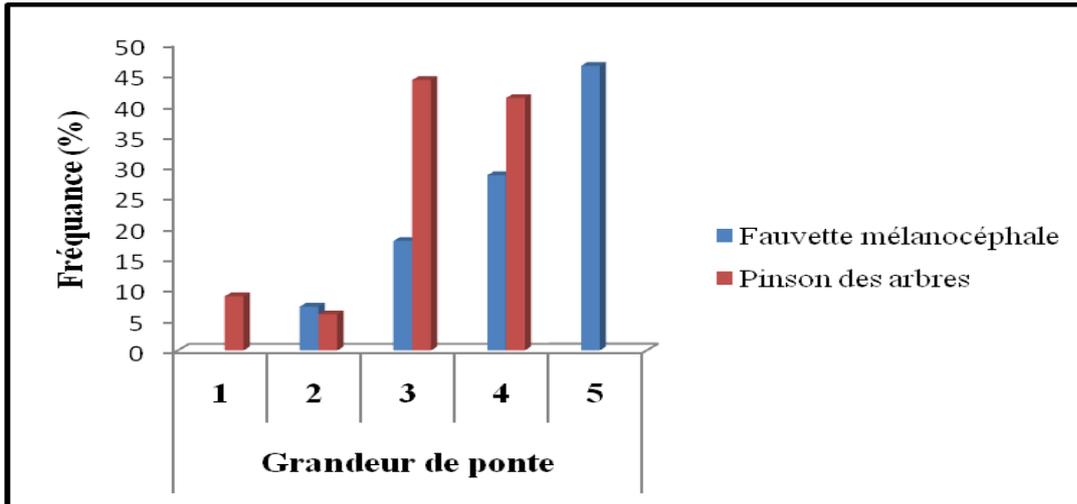
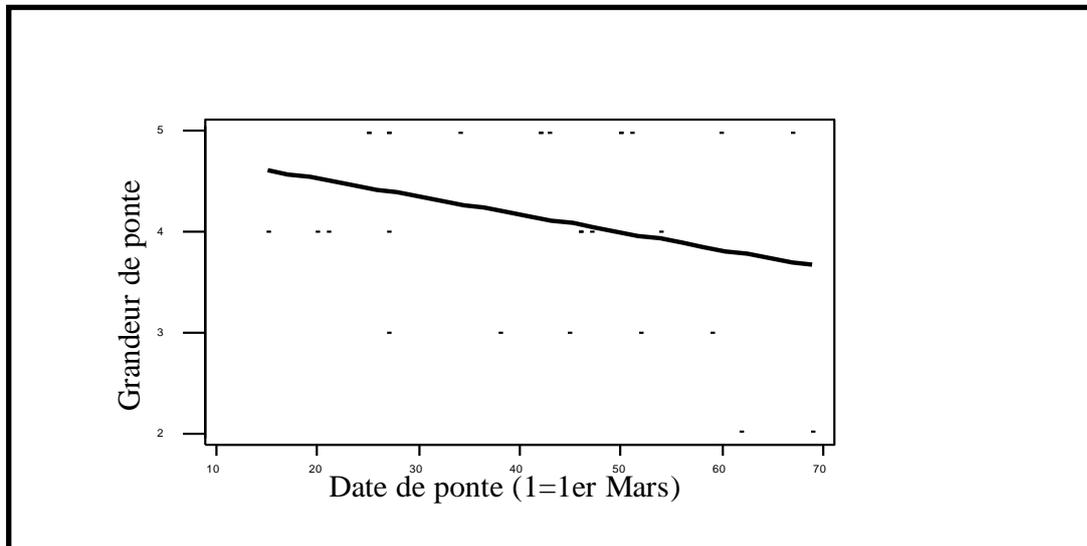
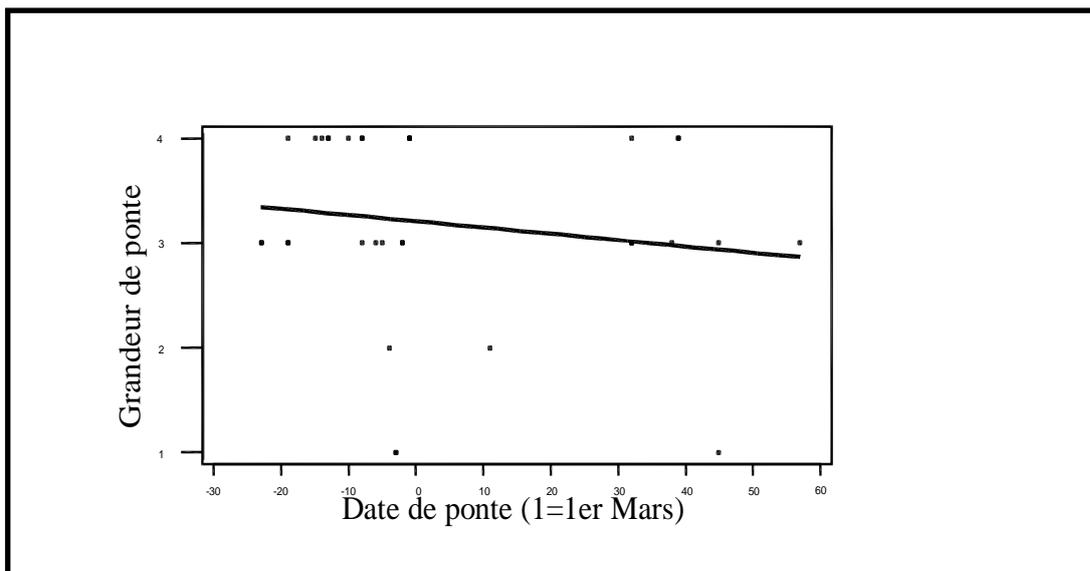


Figure 13: Proportions des grandeurs de ponte des espèces étudiées.



A



B

Figure 14: Relation entre la date et la grandeur de ponte chez la Fauvette mélanocéphale (A) et le Pinson des arbres (B).

III.1.1.3. Caractéristiques des œufs

La masse moyenne des œufs de la Fauvette mélanocéphale est de $1,93 \pm 0,30$ g. Elle varie entre 1,5 et 3 g. Il n'existe aucune différence significative entre la masse moyenne des œufs au cours des deux saisons ($F_{1,114}=0,22$; $p=0,638$; NS). La longueur moyenne des œufs est de $18,46 \pm 1,21$ mm. Elle varie entre 16,06 et 20,93 mm. Il n'existe aucune différence significative entre la longueur moyenne des œufs au cours des deux saisons ($F_{1,114}=0,24$; $p=0,628$; NS). La largeur moyenne des œufs est de $14,28 \pm 0,70$ mm. Elle varie entre 13,20 et 15,39 mm. Il n'existe aucune différence significative entre la largeur moyenne des œufs des deux saisons ($F_{1,114}=0,08$; $p=0,782$; NS). Le volume moyen des œufs est de $1,93 \pm 0,29$ cm³. Il varie entre 1,48 et 2,53 cm³. Le volume moyen des œufs ne montre aucune différence significative entre les deux saisons ($F_{1,114}=0,00$; $p=0,971$; NS) (**Tableau 4**).

Tableau 4: Traits des œufs de la Fauvette mélanocéphale

Sylvia melanocephala melanocephala.

Année	Masse (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Volume (cm ³)
2016	67; $1,94 \pm 0,32$ (1,5-3)	67; $18,41 \pm 1,21$ (16,07-20,93)	67; $14,30 \pm 0,69$ (13,20-15,39)	67; $1,93 \pm 0,29$ (1,48-2,53)
2017	49; $1,92 \pm 0,27$ (1,5-2,5)	49; $18,52 \pm 1,22$ (16,06-20,93)	49; $14,26 \pm 0,71$ (13,20-15,39)	49; $1,93 \pm 0,30$ (1,48-2,53)
Moyenne	116; $1,93 \pm 0,30$ (1,5-3)	116; $18,46 \pm 1,21$ (16,06-20,93)	116; $14,28 \pm 0,70$ (13,20-15,39)	116; $1,93 \pm 0,29$ (1,48-2,53)
One-Way ANOVA	$F_{1,114}=0,22$; $p=0,638$; NS	$F_{1,114}=0,24$; $p=0,628$; NS	$F_{1,114}=0,08$; $p=0,782$; NS	$F_{1,114}=0,00$; $p=0,971$; NS

Les œufs du Pinson des arbres ont une masse moyenne de $2,16 \pm 0,27$ g, et varient entre 1,7 et 2,70 g. Il existe une différence hautement significative entre la masse moyenne des œufs entre les deux saisons ($F_{1,106}=6,83$; $p=0,010$; HS**); elle est plus importante en 2016. La longueur moyenne des œufs est de $19,74 \pm 1,06$ mm. Elle varie entre 17,8 et 23 mm. Il n'existe aucune différence significative entre la longueur moyenne des œufs au cours des deux saisons ($F_{1,106}=1,00$; $p=0,319$; NS). La largeur moyenne des œufs est de $14,76 \pm 0,51$ mm. Elle varie entre 13,79 et 16,35 mm. Il n'existe aucune différence significative entre la largeur moyenne des œufs des deux saisons ($F_{1,106}=1,14$; $p=0,289$; NS). Le volume moyen des œufs est de $2,20 \pm 0,21$ cm³. Il varie entre 1,74 et 2,85 cm³. Il n'existe pas de différence significative entre le volume moyen des deux saisons ($F_{1,106}=1,78$; $p=0,185$; NS) (**Tableau 5**).

Tableau 5: Traits des œufs du Pinson des arbres
Fringilla coelebs africana.

Année	Masse (g)	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Volume (cm ³)
2016	30; 2,27±0,28	30; 19,90±1,11	30; 14,85±0,58	30; 2,24±0,24
	(1,8-2,7)	(18,07-21,83)	(14,02-16,35)	(1,85-2,85)
2017	78; 2,12±0,25	78; 19,67±1,05	78; 14,73±0,48	78; 2,18±0,20
	(1,7-2,7)	(17,8-23)	(13,79-16,35)	(1,74-2,85)
Moyenne	108; 2,16±0,27	108; 19,74±1,06	108; 14,76±0,51	108; 2,20±0,21
	(1,7-2,7)	(17,8-23)	(13,79-16,35)	(1,74-2,85)
One-way ANOVA	F _{1,106} =6,83; p=0,010; HS**	F _{1,106} =1,00; p=0,319; NS	F _{1,106} =1,14; p=0,289; NS	F _{1,106} =1,78; p=0,185; NS

III.1.1.4. Durée d'incubation

La durée moyenne d'incubation de la Fauvette mélanocéphale est de 13,27±0,46 jours. Elle varie entre 13 et 14 jours. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative de la durée moyenne d'incubation (F_{1,13}=0,20; p=0,662; NS) (**Tableau 6**).

Le Pinson des arbres présente une durée moyenne d'incubation de 13,65±0,81 jours. Elle varie entre 12 et 15 jours. Il n'existe aucune différence significative entre la durée moyenne d'incubation des deux saisons (F_{1,18}=1,25; p=0,278; NS) (**Tableau 6**).

Tableau 6: Variation de la durée d'incubation des espèces étudiées.

Espèce	Année	Durée d'incubation (Jours) n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	09; 13,22±0,44 (13-14)
	2017	06; 13,33±0,52 (13-14)
	Moyenne	15; 13,27±0,46 (13-14)
	One-Way ANOVA	F _{1,13} =0,20; p=0,662; NS
Pinson des arbres	2016	05; 14,00±0,71 (13-15)
	2017	15; 13,53±0,83 (12-15)
	Moyenne	20; 13,65±0,81 (12-15)
	One-way ANOVA	F _{1,18} =1,25; p=0,278; NS

III.1.1.5. Date d'éclosion

La date moyenne d'éclosion de la Fauvette mélanocéphale a lieu le 24 Avril (54,73±13,29). Elle varie entre le 02 Avril et le 20 Mai. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative de la date moyenne d'éclosion ($F_{1,13}=0,00$; $p=0,982$; NS) (**Tableau 7**).

La date moyenne d'éclosion du Pinson des arbres a lieu le 11 Mai (41,25±12,05). Elle varie entre le 21 Avril et le 09 Juin. Il n'existe aucune différence significative entre la date moyenne d'éclosion des deux saisons ($F_{1,18}=1,34$; $p=0,263$; NS) (**Tableau 7**).

Tableau 7: Variation de la date d'éclosion des espèces étudiées.

Espèce	Année	Date d'éclosion (Jours) n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	09; 54,67±11,39 (09 Avril-12 Mai)
	2017	06; 54,83±16,94 (02 Avril-20 Mai)
	Moyenne	15; 54,73±13,29 (02 Avril-20 Mai)
	One-Way ANOVA	$F_{1,13}=0,00$; $p=0,982$; NS
Pinson des arbres	2016	05; 46,6±15,08 (3 Mai-09 juin)
	2017	15; 36,47±10,89 (21 Avril -29 Mai)
	Moyenne	20; 41,25±12,05 (21 Avril-09 Juin)
	One-way AVOVA	$F_{1,18}=1,34$; $p=0,263$; NS

III.1.1.6. Nombre d'œufs éclos

Le nombre moyen d'œufs éclos de la Fauvette mélanocéphale est de 2,14±2,17 œufs par nichée. Il varie entre 0 et 5 œufs par couvée. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative du nombre moyen d'œufs éclos ($F_{1,26}=0,02$; $p=0,903$; NS) (**Tableau 8**).

Le Pinson des arbres présente un nombre moyen d'œufs éclos de 1,50±1,50 œufs par nichée. Il varie entre 0 et 4 œufs par couvée. Il n'existe aucune différence significative entre le nombre moyen d'œufs éclos des deux saisons ($F_{1,32}=1,60$; $p=0,215$; NS) (**Tableau 8**).

Tableau 8: Variation du nombre d'œufs éclos des espèces étudiées.

Espèce	Année	Nombre d'œufs éclos par couvée n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	16; 2,19±2,26 (0-5)
	2017	12; 2,08±2,15 (0-5)
	Moyenne	28; 2,14±2,17 (0-5)
	One-Way ANOVA	$F_{1,26}=0,02$; $p=0,903$; NS
Pinson des arbres	2016	10; 1,00±1,25 (0-3)
	2017	24; 1,71±1,57 (0-4)
	Moyenne	34; 1,50±1,50 (0-4)
	One-way AVOVA	$F_{1,32}=1,60$; $p=0,215$; NS

III.1.1.7. Succès à l'éclosion

Le succès moyen à l'éclosion de la Fauvette mélanocéphale est de 47,38±46,01 %. Il varie entre 0 et 100 %. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative du succès moyen à l'éclosion ($F_{1,26}=0,00$; $p=0,966$; NS) (**Tableau 9**).

Le Pinson des arbres présent un succès moyen à l'éclosion de 43,14±42,22 %. Il varie entre 0 et 100 %. Il n'existe aucune différence significative entre le succès moyen à l'éclosion des deux saisons ($F_{1,32}=1,58$; $p=0,218$; NS) (**Tableau 9**).

Tableau 9: Succès à l'éclosion des espèces étudiés.

Espèce	Année	Succès à l'éclosion (%) n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	16; 47,71±47,32 (0-100)
	2017	12; 46,94±46,29 (0-100)
	Moyenne	28; 47,38±46,01 (0-100)
	One-Way ANOVA	$F_{1,26}=0,00$; $p=0,966$; NS
Pinson des arbres	2016	10; 29,17±36,27 (0-100)
	2017	24; 48,96±43,84 (0-100)
	Moyenne	34; 43,14±42,22 (0-100)
	One-way AVOVA	$F_{1,32}=1,58$; $p=0,218$; NS

III.1.1.8. Jeunes à l'envol

Le nombre moyen des jeunes à l'envol de la Fauvette mélanocéphale est de $2,00 \pm 2,07$ jeunes par nichée. Il varie entre 0 et 5 jeunes par couvée. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative du nombre moyen des jeunes à l'envol ($F_{1,26}=0,03$; $p=0,858$; NS) (**Tableau 10**).

Le Pinson des arbres présent un nombre moyen des jeunes à l'envol de $1,29 \pm 1,59$ jeunes par nichée. Il varie entre 0 et 4 jeunes par couvée. Il n'existe aucune différence significative entre le nombre moyen des jeunes à l'envol des deux saisons ($F_{1,32}=0,87$; $p=0,358$; NS) (**Tableau 10**).

Tableau 10: Variation du nombre des jeunes à l'envol des espèces étudiées.

Espèce	Année	Nombre de jeunes à l'envol par couvée n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	16; $2,06 \pm 2,11$ (0-5)
	2017	12; $1,92 \pm 2,11$ (0-5)
	Moyenne	28; $2,00 \pm 2,07$ (0-5)
	One-Way ANOVA	$F_{1,26}=0,03$; $p=0,858$; NS
Pinson des arbres	2016	10; $0,90 \pm 1,29$ (0-3)
	2017	24; $1,46 \pm 1,69$ (0-4)
	Moyenne	34; $1,29 \pm 1,59$ (0-4)
	One-way AVOVA	$F_{1,32}=0,87$; $p=0,358$; NS

III.1.1.9. Succès à l'envol

Le succès moyen à l'envol de la Fauvette mélanocéphale est de $51,43 \pm 49,12$ %. Il varie entre 0 et 100 %. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative du succès moyen à l'envol ($F_{1,26}=0,08$; $p=0,779$; NS) (**Tableau 11**).

Le Pinson des arbres présent un succès moyen à l'envol de $44,12 \pm 50,40$ %. Il varie entre 0 et 100 %. Il n'existe aucune différence significative entre le succès moyen à l'envol des deux saisons ($F_{1,32}=0,09$; $p=0,764$; NS) (**Tableau 11**).

Tableau 11: Succès à l'envol des espèces étudiés.

Espèce	Année	Succès à l'envol (%)
		n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	16; 53,75±49,38 (0-100)
	2017	12; 48,33±50,78 (0-100)
	Moyenne	28; 51,43±49,12 (0-100)
	One-Way ANOVA	$F_{1,26}=0,08$; $p=0,778$; NS
Pinson des arbres	2016	10; 40,00±51,64 (0-100)
	2017	24; 45,83±50,90 (0-100)
	Moyenne	34; 44,12±50,40 (0-100)
	One-way AVOVA	$F_{1,32}=0,09$; $p=0,764$; NS

III.1.1.10. Succès de la reproduction

Le succès moyen de la reproduction de la Fauvette mélanocéphale est de 47,86±47,17 %. Il varie entre 0 et 100 %. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative du succès moyen de la reproduction ($F_{1,26}=0,12$; $p=0,727$; NS) (**Tableau 12**).

Le Pinson des arbres présente un succès moyen de la reproduction de 36,27±44,42 %. Il varie entre 0 et 100 %. Il n'existe aucune différence significative entre le succès moyen de la reproduction des deux saisons ($F_{1,32}=0,78$; $p=0,385$; NS) (**Tableau 12**).

Tableau 12: Succès de la reproduction des espèces étudiés.

Espèce	Année	Succès de la reproduction (%)
		n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	2016	16; 50,63±47,82 (0-100)
	2017	12; 44,17±48,14 (0-100)
	Moyenne	28; 47,86±47,17 (0-100)
	One-Way ANOVA	$F_{1,26}=0,12$; $p=0,727$; NS
Pinson des arbres	2016	10; 25,83±37,36 (0-100)
	2017	24; 40,63±47,10 (0-100)
	Moyenne	34; 36,27±44,42 (0-100)
	One-way AVOVA	$F_{1,32}=0,78$; $p=0,385$; NS

III.1.2. Ecologie de la reproduction

III.1.2.1. Caractéristiques des nids

Les nids des espèces étudiées (Fauvette mélanocéphale et Pinson des arbres) sont des coupes demi-sphériques ou ouvertes construits par le couple. Les caractéristiques des nids sont présentées dans le tableau ci-dessous.

La profondeur moyenne et la masse moyenne des coupes sont plus importantes chez le Pinson des arbres par rapport à la Fauvette mélanocéphale (**Tableau 13**).

Les résultats de la Fauvette mélanocéphale montrent que les diamètres moyens externes et internes des nids sont respectivement de 08,58 cm et 05,99 cm. La hauteur et la profondeur moyenne des nids sont de 05,62 m et 04,25 cm respectivement. L'épaisseur moyenne des nids est de 01,47 cm et sa masse moyenne est de 08,67 g (**Tableau 13**).

Chez le Pinson des arbres les diamètres moyens externes et internes des nids sont respectivement de 08,87 cm et 06,01 cm. La hauteur et la profondeur moyenne des nids sont de 05,94 cm et 05,52 cm respectivement. L'épaisseur moyenne des nids est de 01,86 cm et sa masse moyenne est de 14,70 g (**Tableau 13**).

Tableau 13: Caractéristiques des nids des espèces étudiés.

Espèce	Caractéristiques	n; Moyenne±Ecart type (Min-Max)
Fauvette mélanocéphale	Masse des nids (g)	22; 08,67±02,63 (05-12,5)
	Hauteur des nids (cm)	22; 05,62±01,29 (02,66-06,91)
	Diamètre des nids (cm)	22; 05,99±0,53 (05,22-06,78)
	Diamètre externe des nids (cm)	22; 08,58±0,52 (06,41-10,45)
	Epaisseur des nids (cm)	22; 01,47±0,20 (01,21-01,83)
	Profondeur des nids (cm)	22; 04,25±0,56 (03,22-05,11)
Pinson des arbres	Masse des nids (g)	16; 14,70±08,40 (07,10-30,20)
	Hauteur des nids (cm)	16; 05,94±0,52 (05,05-06,46)
	Diamètre interne des nids (cm)	16; 06,01±01,13 (04,58-07,55)
	Diamètre externe des nids (cm)	16; 08,87±01,57 (06,41-10,45)
	Epaisseur des nids (cm)	16; 01,86±0,34 (01,47-02,42)
	Profondeur des nids (cm)	16; 05,52±01,18 (04,47-07,21)

III.1.2.2. Support de construction et hauteur des nids

Vingt-huit (28) nids de la Fauvette mélanocéphale ont été repérés lors des deux saisons d'étude. Les nids étaient installés principalement sur six espèces végétales: 39,30 % des nids sur la Bruyère *Erica arborea*, 21,40 % des nids sur la Liane *Clematis vitalba*, 17,90 % des nids sur la Filaire *Phillyrea angustifolia* et 07,10 % des nids sur la Mimosa *Acacia dealbata*, le Myrthe *Myrtus communis* et Aubépine monogyne *Crataegus monogyna*. Ils sont construits à une hauteur moyenne de 01,97 m par rapport au sol et qui se localisent entre 0,50 et 04 m. Les deux saisons ne montrent aucune différence significative de la hauteur moyenne des nids ($F_{1,26}=0,11$; $p=0,745$; NS) (**Tableau 14**).

Trente-quatre (34) nids du Pinson des arbres ont été repérés lors des deux saisons d'étude. Les nids étaient installés principalement sur deux espèces végétales: 67,6 % des nids sur le Chêne liège *Quercus suber* et 32,40 % sur l'Olivier *Olea europaea*. Les nids sont construits à une hauteur moyenne de 06,28 m par rapport au sol et qui se localisent entre 03,50 et 09 m. Il existe une différence hautement significative de la hauteur moyenne des nids entre les deux saisons de suivi ($F_{1,32}=7,70$; $p=0,009$; HS**) (**Tableau 15**).

Tableau 14: Support de construction et hauteur des nids chez la Fauvette mélanocéphale
Sylvia melanocephala melanocephala.

Année	Végétation						Hauteur des nids/Sol (m) n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
	Bruyère <i>Erica arborea</i>	Liane <i>Clematis vitalba</i>	Mimosa <i>Acacia dealbata</i>	Myrthe <i>Myrtus communis</i>	Filaire <i>Phillyrea angustifolia</i>	Aubépine monogyne <i>Crataegus monogyna</i>	
2016	06 (37,50 %)	04 (25 %)	01 (06,30 %)	01 (06,30 %)	03 (18,80 %)	01 (06,30 %)	16; 02,03±01,11 (0,5-04)
2017	05 (41,70 %)	02 (16,70 %)	01 (08,30 %)	01 (08,30 %)	02 (16,70 %)	01 (08,30 %)	12 ; 01,89±0,98 (0,5-04)
Moyenne	11 (39,30 %)	06 (21,40 %)	02 (07,10 %)	02 (07,10 %)	05 (17,90 %)	02 (07,10 %)	28; 01,97±01,04 (0,5-04)
One-Way ANOVA							F _{1,26} =0,11; p=0,745; NS

Tableau 15: Support de construction et hauteur des nids chez le Pinson des arbres
Fringilla coelebs africana.

Année	Végétation		Hauteur des nids/Sol (m) n; Moyenne±Ecart-type (Min-Max)
	Chêne liège <i>Quercus suber</i>	Olivier <i>Olea europaea</i>	
2016	09 (90 %)	01 (10 %)	10; 05,20±01,11 (03,5-07)
2017	14 (58,30 %)	10 (41,70 %)	24; 06,73±01,58 (04-09)
Moyenne	23 (67,60 %)	11 (32,40 %)	34; 06,28±01,60 (03,5-09)
One-Way ANOVA			F _{1,32} =7,70; p=0,009; HS**

III.1.2.3. Matériaux des nids

L'étude des nids des espèces étudiées a permis de caractériser les matériaux de construction utilisés par les couples nicheurs. La **figure 15 (A et B)**, montre que la Fauvette mélanocéphale et le Pinsons des arbres utilisent trois types de matériaux: une partie végétale, une autre partie animale et une dernière partie formée de boues de terre.

Nous avons constaté que:

- Le Pinson des arbres utilise plus du matériel végétal frais et animal par rapport à la Fauvette mélanocéphale (**Figure 15**).
- La Fauvette mélanocéphale exploite des végétaux secs pour construire ses nids. Par contre le Pinson des arbres utilise des végétaux frais.
- Les nids de la Fauvette mélanocéphale sont constitués principalement par l'utilisation de Palmier nain *Chamaerops humilis* et Filao *Casuarina excelsior* comme une partie végétale et par l'utilisation des poils comme une partie animale;
- Les nids du Pinsons des arbres sont constitués par l'utilisation des lichens *Xanthoria parietina* et des mousses fraîches *Funaria hygrometrica* comme une partie végétale et par l'utilisation des poils et les plumes comme une partie animale.

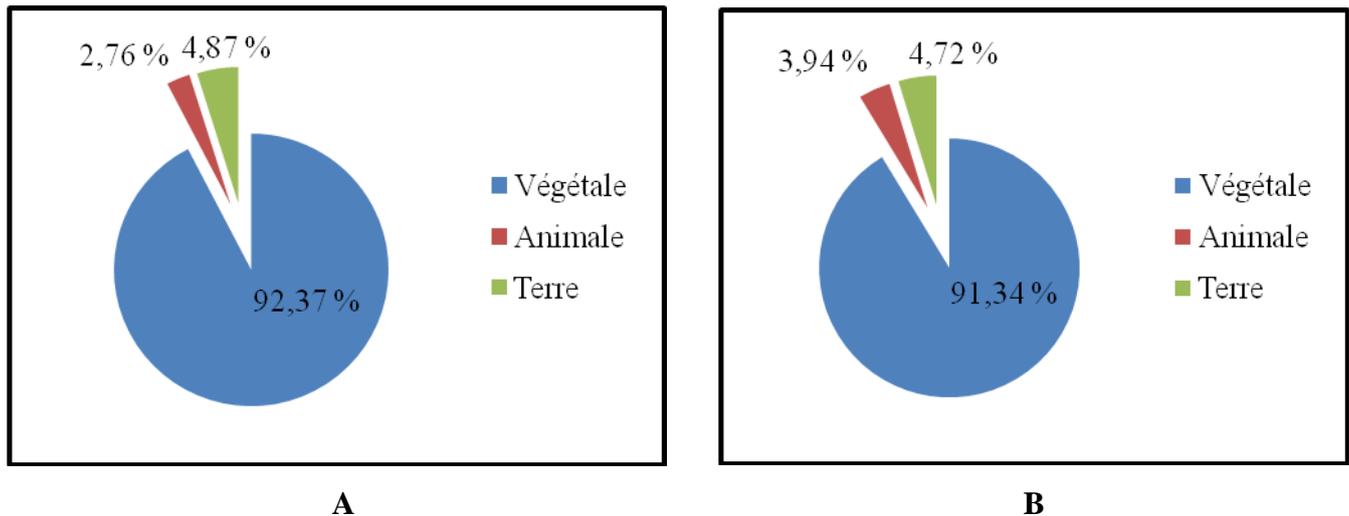


Figure 15: Fréquences des différentes parties de construction des nids chez la Fauvette mélanocéphale (A) et le Pinson des arbres (B).

III.1.3. Etude parasitaire

III.1.3.1. La faune des nids

III.1.3.1.1. La faune non parasite

L'analyse de Vingt-un (21) nids des espèces étudiées (11 nids de la Fauvette mélanocéphale et 10 nids du Pinson des arbres) montrent que la classe Insecta est la plus importante. Elle est représentée par 89,12 %, avec six (06) ordres (Hemiptera 30,95 %, Coleoptera 27,04 %, Lepidoptera 19,22 %, Thysanura 10,71 %, Blattodea 1,02 % et Hymenoptera 0,17 %), suivi par la classe Arachnida qui représente 5,78 %, avec un seul (1) ordre (Araneae 5,78 %) et la classe Malacostraca qui représente 5,10 %, avec un seul (1) ordre (Isopoda 5,10 %) (**Figure 16**).

III.1.3.1.2. La faune parasite

Les nids des espèces étudiées ont été soigneusement examinés. Vingt-un (21) nids ont fait l'objet de cette étude. L'identification a montré la présence de cinq espèces d'ectoparasites: les mites (*Dermanyssus sp.*), les mouches (*Protocalliphora sp.* et *Ornithomya fringillina*), les poux (*Menopon sp.*) et les tiques (*Ixodes sp.*). Ils sont répartis en deux (2) classes (Arachnida et Insecta), trois (3) ordres (Acarina, Diptera et Phthiraptera) et cinq (5) familles (Dermanyssidae, Ixodidea, Calliphoridae, Hippoboscidae et Menoponidae) (**Tableau 16**).

Le Pinson des arbres est parasité par la majorité des parasites qui sont mentionnés dans le tableau ci-dessous. La Fauvette mélanocéphale est parasitée par quatre espèces appartenant à deux (2) classes, trois (3) ordres et quatre (4) familles (**Tableau 16**). La classe Insecta est la plus représentée pour les deux espèces (**Tableau 16**).

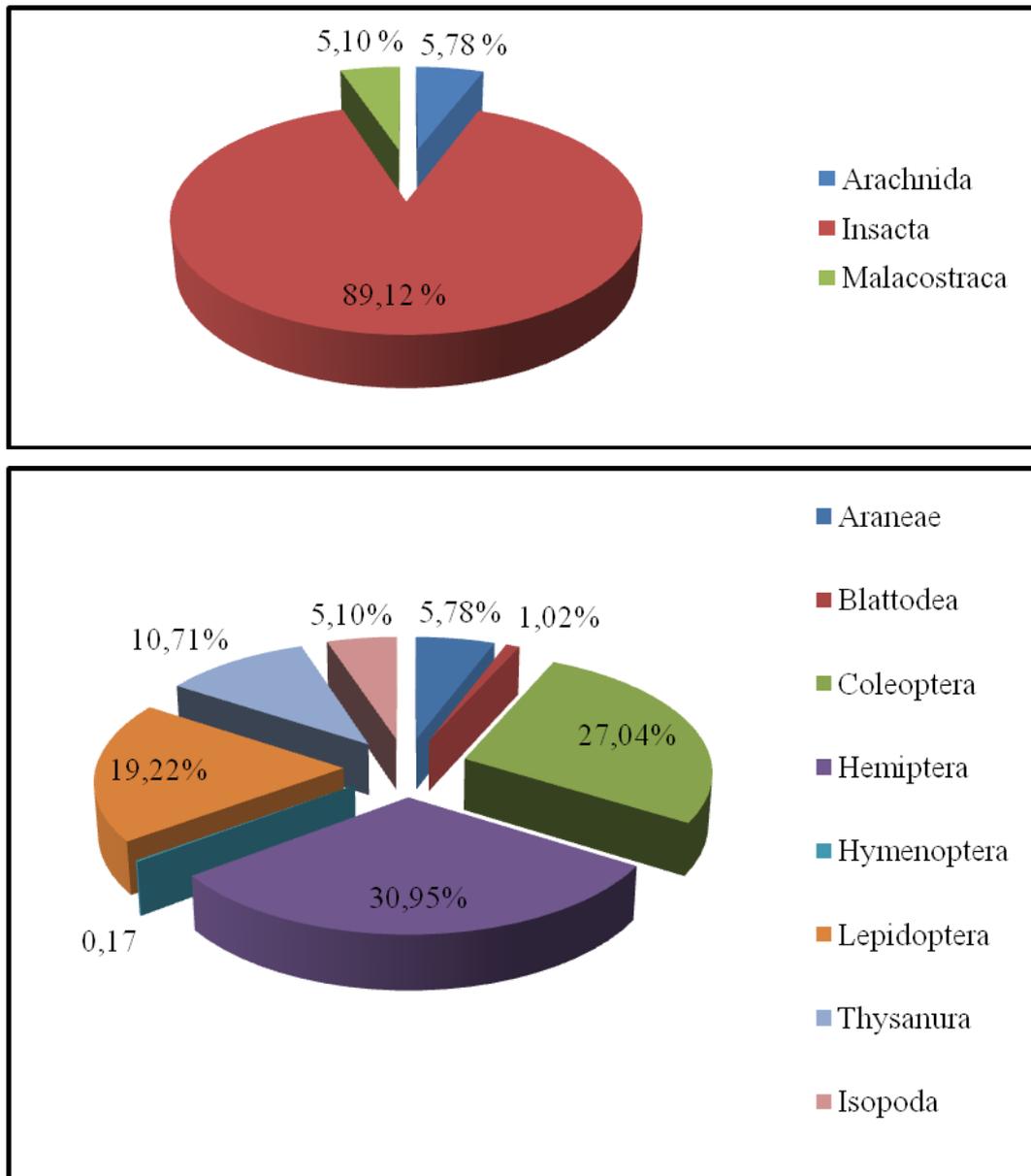


Figure 16: Structure de la faune non parasite des nids des espèces étudiées par Classe (A) et par Ordre (B).

- La prévalence

Chez la Fauvette mélanocéphale, la prévalence des mouches (*Protocalliphora sp.* et *Ornithomya fringillina*) est de 27,27 %, suivi par les poux (*Menopon sp.*) avec 18,18 % et les mites (*Dermanyssus sp.*) avec une faible prévalence de 9,09 %. Les tiques sont totalement absents (**Figure 17**). La prévalence totale est de l'ordre de 45,45 % (05 nids infectés).

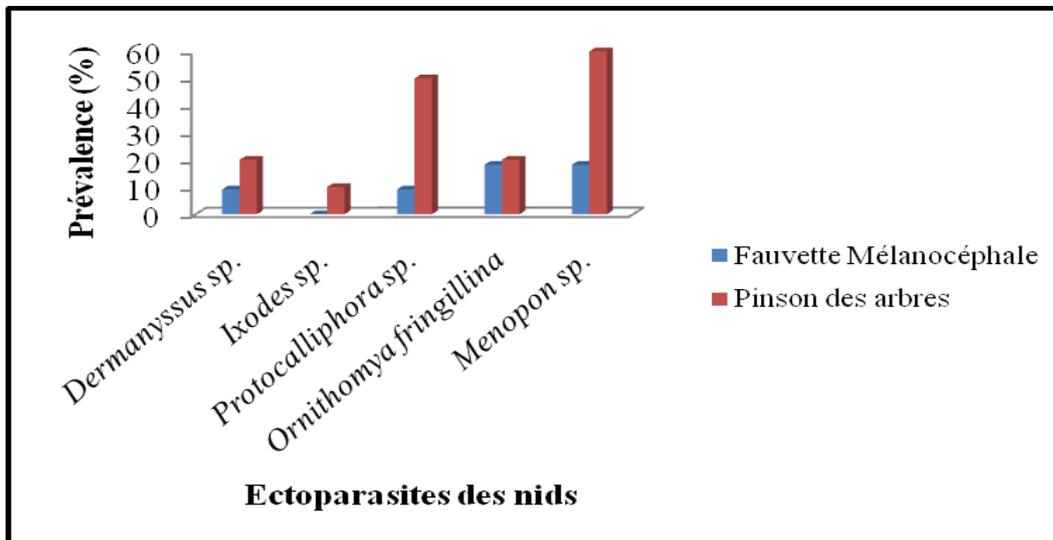
Le Pinson des arbres présente un taux d'infestation de 60 % par les poux (*Menopon sp.*), suivi par une prévalence de 50 % par les mouches (*Protocalliphora sp.* et *Ornithomya fringillina*), 20 % par les mites (*Dermanyssus sp.*) et une faible prévalence par

les tiques (*Ixodes sp.*) de 10 % (**Figure 17**). La prévalence totale est de l'ordre de 100 % (10 nids infectés).

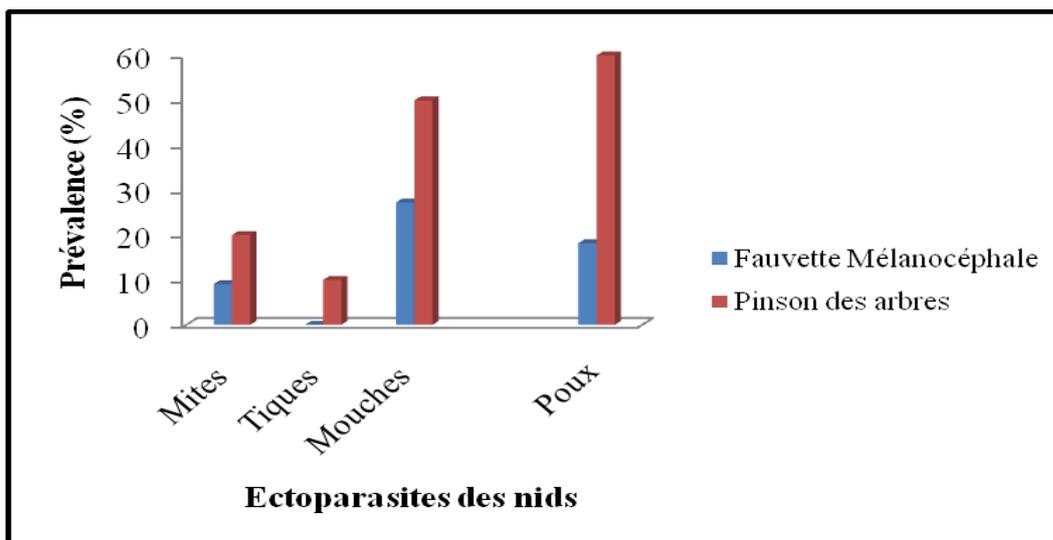
Tableau 16: Structure et richesse des ectoparasites des nids des espèces étudiées.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	F	P
Arachnida	Acarina	Dermanyssidae	<i>Dermanyssus sp.</i>	+	+
		Ixodidae	<i>Ixodes sp.</i>	-	+
Insecta	Diptera	Calliphoridae	<i>Protocalliphora sp.</i>	+	+
		Hippoboscidae	<i>Ornithomya fringillina</i>	+	+
	Phthiraptera	Menoponidae	<i>Menopon sp.</i>	+	+

+: Présence; -: Absence; **F**: Fauvette mélanocéphale; **P**: Pinson des arbres.



A



B

Figure 17: Prévalence des différents ectoparasites des nids chez les espèces étudiées par espèces (**A**) et par groupe (**B**).

- Intensité parasitaire moyenne

Chez la Fauvette mélanocéphale, l'intensité parasitaire moyenne des mouches (*Protocalliphora sp.* et *Ornithomya fringillina*) est de (10,5), suivi par une faible intensité des poux (*Menopon sp.*) (4) et une très faible intensité des mites (*Dermanyssus sp.*) (2). Les tiques sont totalement absentes chez cette espèce (**Figure 18**). Pour le Pinson des arbres, l'intensité parasitaire moyenne des mouches (*Protocalliphora sp.* et *Ornithomya fringillina*) est la plus élevée (26,60), puis les poux (*Menopon sp.*) (19,33) suivi par une faible intensité des mites (*Dermanyssus sp.*) (3) et une très faible intensité des tiques (*Ixodes sp.*) (2) (**Figure 18**).

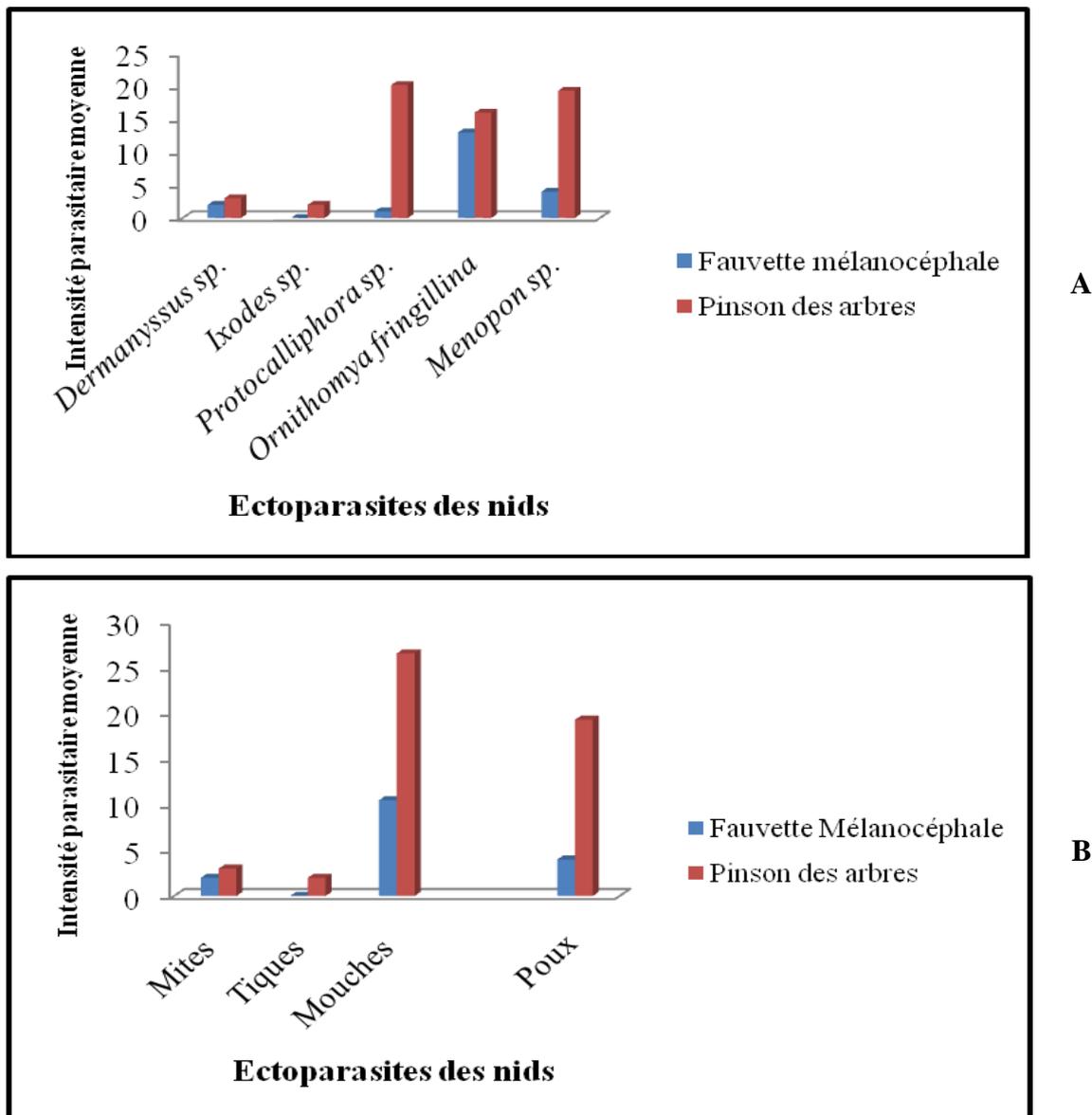


Figure 18: Intensité parasitaire moyenne des différents ectoparasites des nids chez les espèces étudiées par espèces (A) et par groupe (B).

III.1.3.2. Hémoparasites

Trente-neuf (39) lames ont été examinées (19 lames pour la Fauvette mélanocéphale et 20 lames pour le Pinson des arbres). Après la lecture, nous avons identifiés cinq genres de hémoparasites à savoir *Plasmodium* (photos 1-4), *Haemoproteus* (photos 5-8), *Leucocytozoon* (photos 9-10), *Microfilaria* (photo 11) et *Trypanosoma* (photo 12).

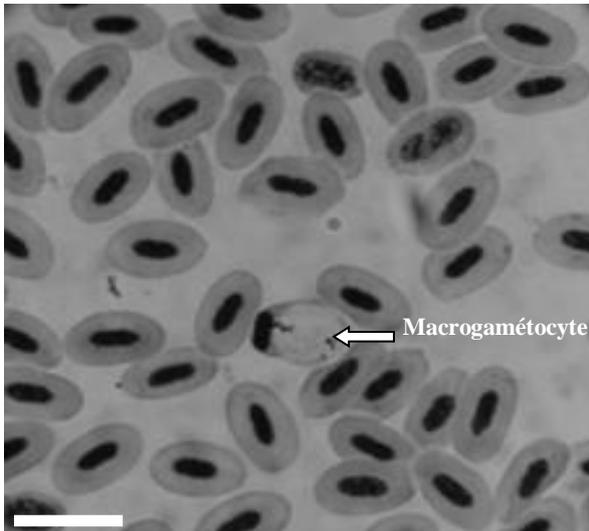


Photo 1: Macrogamétoocytes d'un *Plasmodium sp.* dans le sang du Pinson des arbres, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

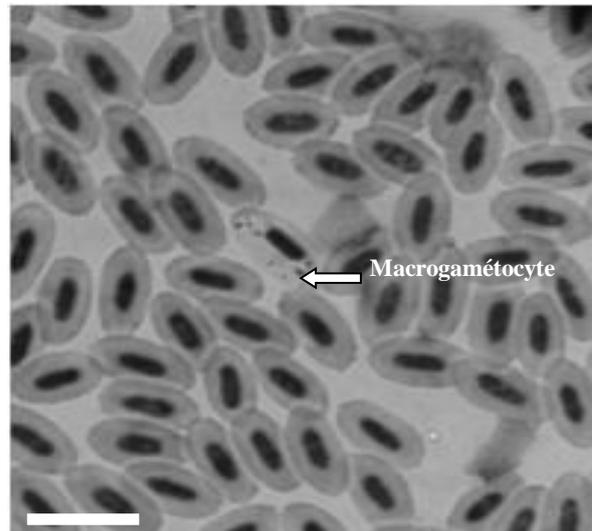


Photo 2: Macrogamétoocytes d'un *Plasmodium sp.* dans le sang de la Fauvette mélanocéphales, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

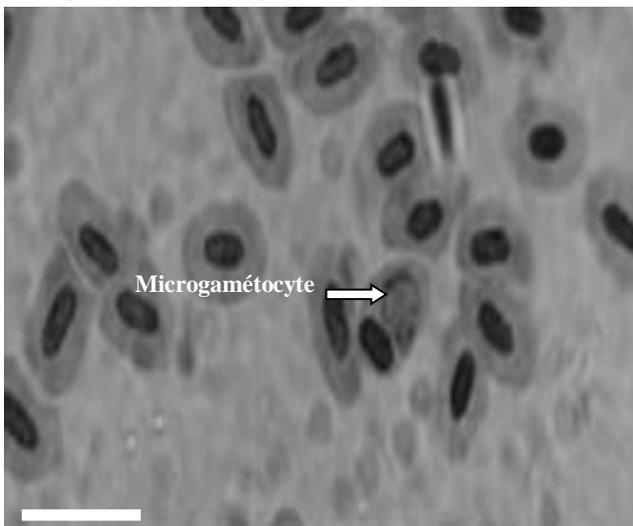


Photo 3: Microgamétoocytes d'un *Plasmodium sp.* dans le sang de la Fauvette mélanocéphale, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

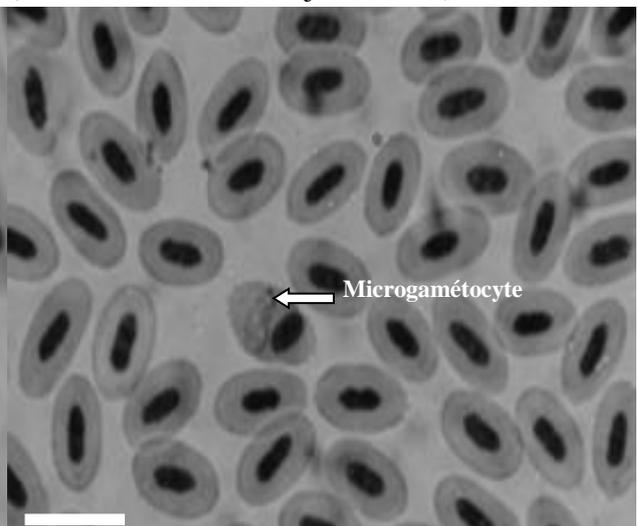


Photo 4: Microgamétoocytes d'un *Plasmodium sp.* dans le sang du Pinson des arbres, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 1: Différentes formes de *Plasmodium* chez les deux espèces étudiées.
(Photos personnelles)

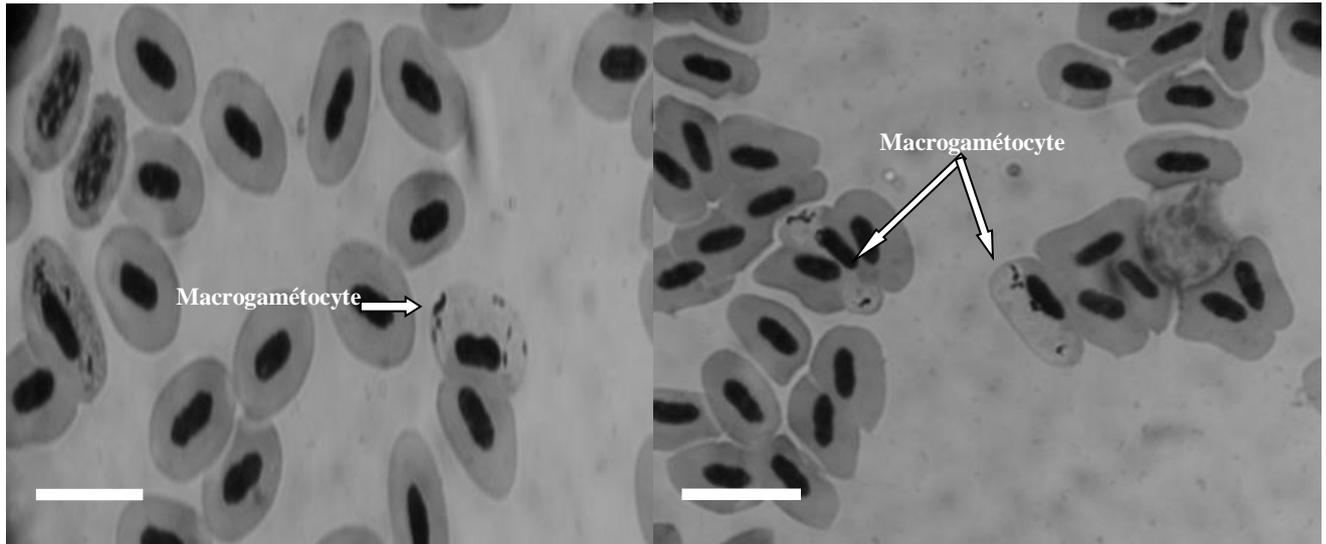


Photo 5: Macrogamétocytes d'un *Haemoproteus sp.* dans le sang du Pinson des arbres, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

Photo 6: Macrogamétocytes d'un *Haemoproteus sp.* dans le sang de la Fauvette mélanocéphales, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

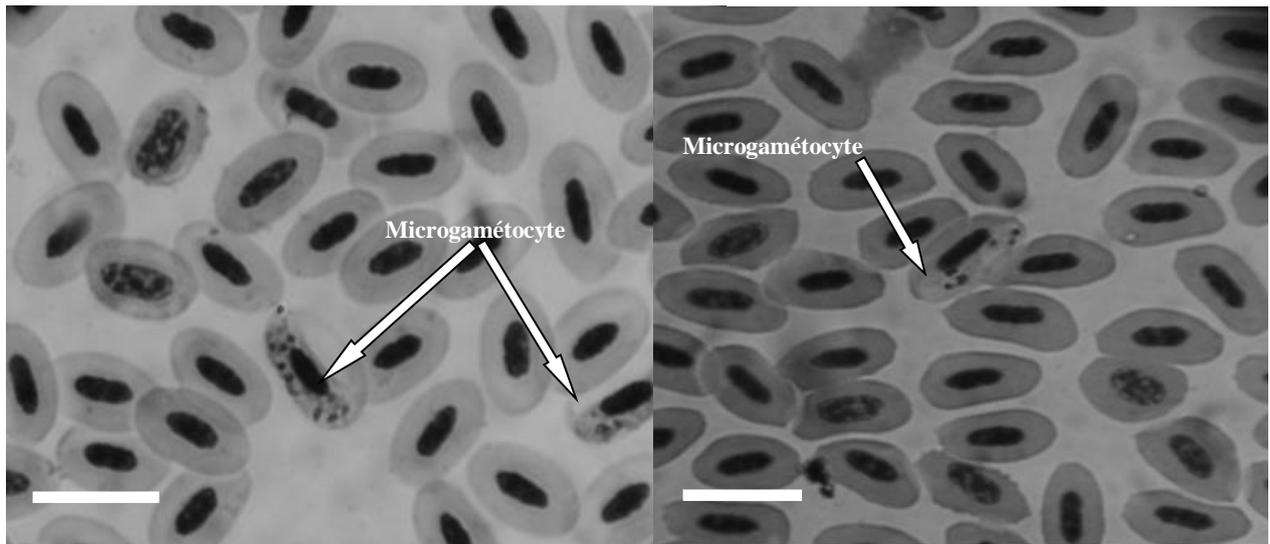


Photo 7: Microgamétocytes d'un *Haemoproteus sp.* dans le sang de la Fauvette mélanocéphale, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

Photo 8: Microgamétocytes d'un *Haemoproteus sp.* dans le sang du Pinson des arbres, Barre d'échelle= 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 2: Différentes formes d' *Haemoproteus* chez les deux espèces étudiées.

(Photos personnelles).

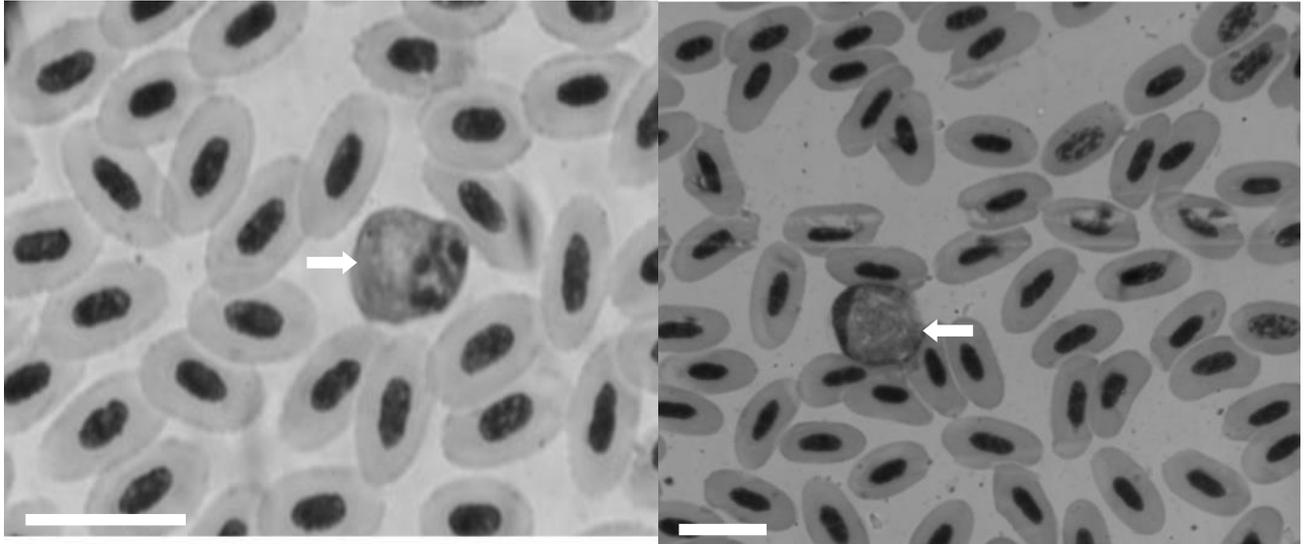


Photo 9: Gamécytes d'un *Leucocytozoon sp.* dans le sang du Pinon des arbres,
Barre d'échelle= 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

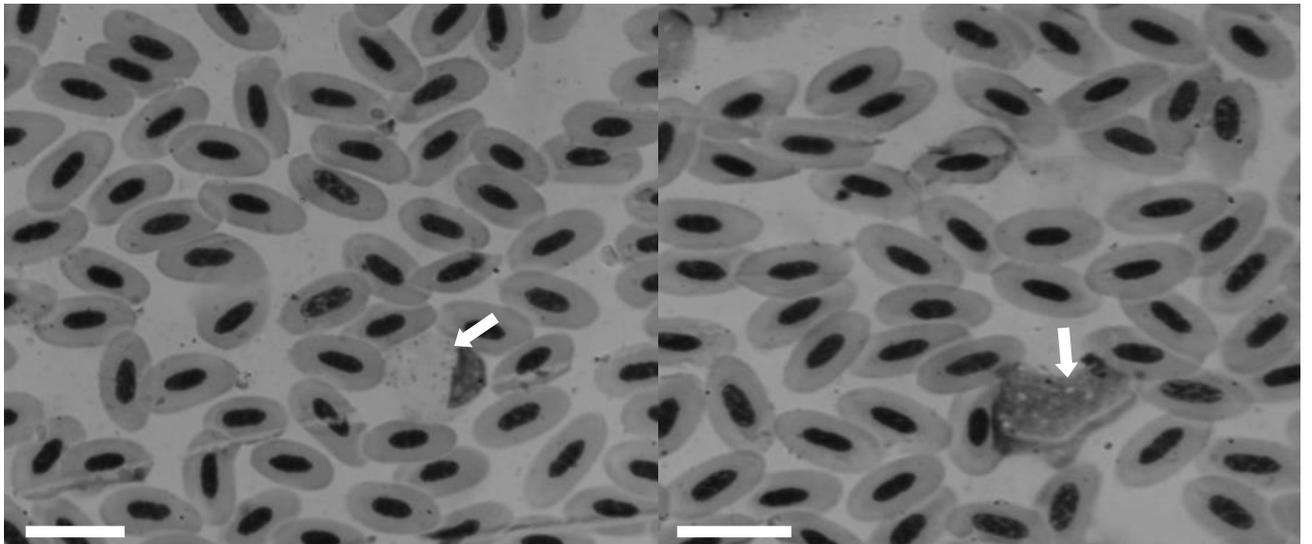


Photo 10: Gamécytes d'un *Leucocytozoon sp.* dans le sang de la Fauvette mélanocéphale,
Barre d'échelle= 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 3: Gamécytes de *Leucocytozoon* chez les deux espèces étudiées.
(Photos personnelles).

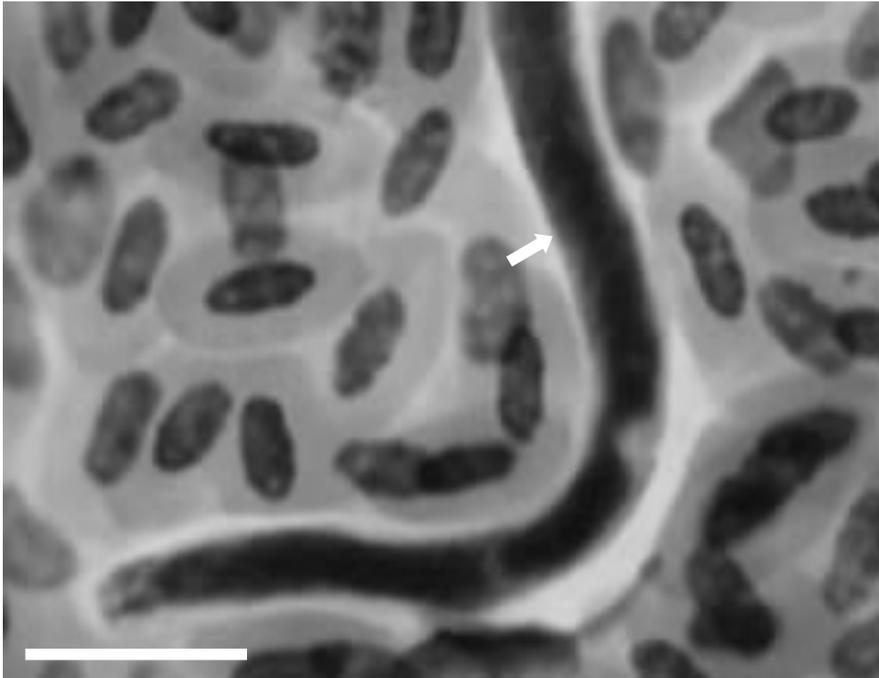


Photo 11: *Microfilaria* dans le sang de la Fauvette mélanocéphale,
Barre d'échelle= 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 4: Microfilaire, parasite inter-érythrocytaires.

(Photo personnelle).

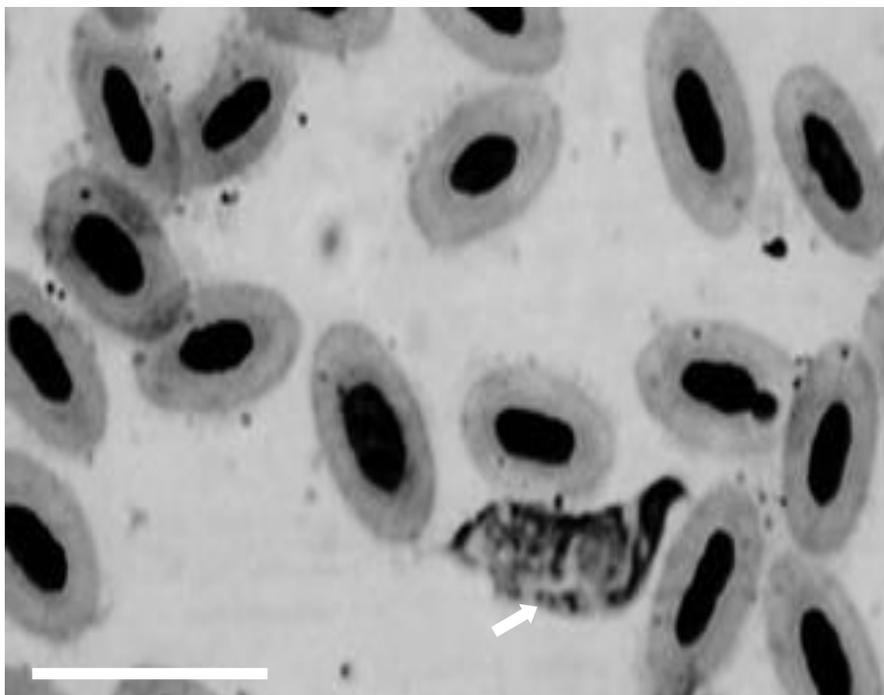


Photo 12: *Trypanosoma sp.* dans le sang du Pinson des arbres,
Barre d'échelle= 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 5: Trypanosome, parasite inter-érythrocytaires.

(Photo personnelle).

III.1.3.2. 1. Prévalence

La prévalence du *Plasmodium* et de *Haemoproteus* chez la Fauvette mélanocéphale est de 100 % (19 individus). Elle est suivie par le *Leucocytozoon* avec 89,47 % (17 individus), le *Trypanosoma* avec 42,11 % (08 individus) et par la *Microfilaria* avec 31,58 % (06 individus) (**Figure 19**), Soit un taux d'infestation total de 100 %.

Chez le Pinson des arbres la prévalence de *Haemoproteus* est de 100 % (20 individus). Elle est suivie par le *Plasmodium* avec 95 % (19 individus), le *Leucocutozoon* avec 90 % (18 individus), la *Microfilaria* avec 65 % (13 individus) et le *Trypanosoma* avec 45 % (09 individus) (**Figure 19**), Soit un taux d'infestation total de 100 %.

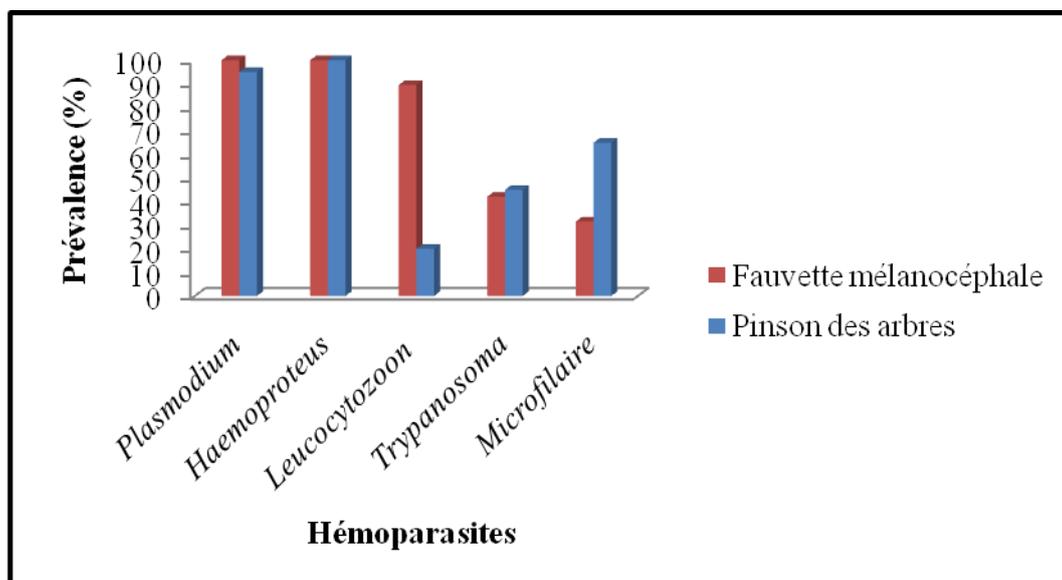


Figure 19: Prévalence des hémoparasites des espèces étudiées.

III.1.3.2. 2. Intensité parasitaire moyenne

L'intensité parasitaire moyenne de *Haemoproteus* chez la Fauvette mélanocéphale est de 1,77 %. Elle est suivie par le *Leucocytozoon* avec 1,73 %, le *Plasmodium* avec 1,55 %, la *Microfilaria* avec 0,31 % et par le *Trypanosoma* avec 0,16 % (**Tableau 17**).

Chez le Pinson des arbres l'intensité parasitaire moyenne de *Leucocytozoon* est de 2,17 %. Elle est suivie par *Haemoproteus* avec 2,05 %, le *Plasmodium* avec 1,79 %, la *Microfilaria* avec 0,26 % et par le *Trypanosoma* avec 0,20 % (**Tableau 17**).

Il n'existe aucune différence significative entre les intensités parasitaires moyennes chez les deux espèces étudiées (**Tableau 17**).

Tableau 17: Intensité parasitaire moyenne des espèces étudiées.

Hémoparasites					
Hôte	PL	HP	LZ	TR	MR
Fauvette mélanocéphale	19; 1,55±1,96 (0,009-6,058)	19; 1,77±1,91 (0,137-6,585)	17; 1,73±1,98 (0,009-5,931)	08; 0,16±0,21 (0,005-0,609)	06; 0,31±0,15 (0,106-0,474)
Pinson des arbres	20; 1,79±1,93 (0,005-4,863)	19; 2,05±1,99 (0,117-5,732)	18; 2,18±2,67 (0,005-7,450)	09; 0,20±0,18 (0,005-0,499)	13; 0,26±0,28 (0,005-0,796)
One-Way ANOVA	F _{1,37} =0,14; P=0,707; NS	F _{1,36} =0,19; P=0,663; NS	F _{1,33} =0,31; P=0,581; NS	F _{1,15} =0,21; P=0,656; NS	F _{1,17} =0,15; P=0,708; NS

PL: *Plasmodium*; **HP:** *Haemoproteus*; **LZ:** *Leucocytozoon*; **TR:** *Trypanosoma*; **MR:** *Microfilaria*.

III.1.4. Interactions parasites-hôtes

L'analyse statistique montre des corrélations significatives entre la charge parasitaires et certains paramètres de reproduction (**Tableaux 18 et 19**).

III.1.4.1. Impact des ectoparasites des nids sur les paramètres de reproduction de la Fauvette mélanocéphale

Les figures ci-dessous présentent des corrélations positives et significatives entre:

- *Dermanyssus sp.* et la durée d'incubation ($r=0,671$; $p=0,024$; S^*) (**Figure 20**);

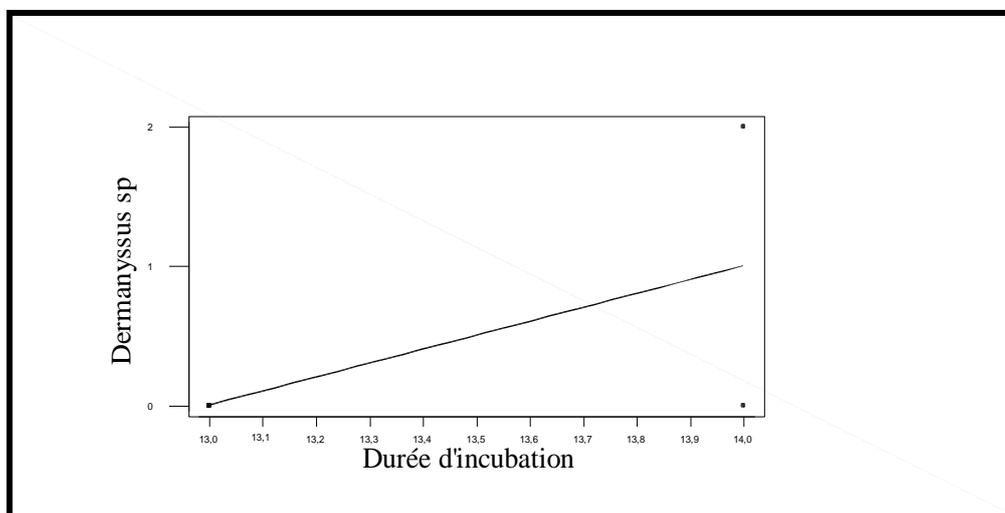


Figure 20: Corrélation entre *Dermanyssus sp.* et la durée d'incubation.

- *Menopon sp.* et la durée d'incubation ($r=0,630$; $p=0,038$; S^*) (**Figure 21**).

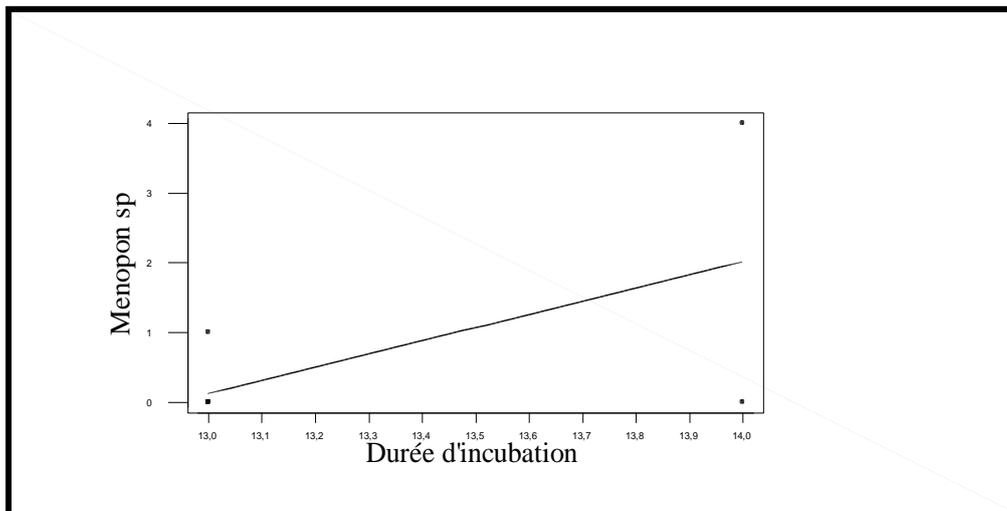


Figure 21: Corrélation entre *Menopon sp.* et la durée d'incubation.

III.1.4.2. Impact des ectoparasites des nids sur les paramètres de reproduction du Pinson des arbres

Les figures ci-dessous présentent des corrélations positives et significatives entre:

- *Protocalliphora sp.* et la date de ponte ($r=0,752$; $p=0,012$; S^*) (**Figure 22**);

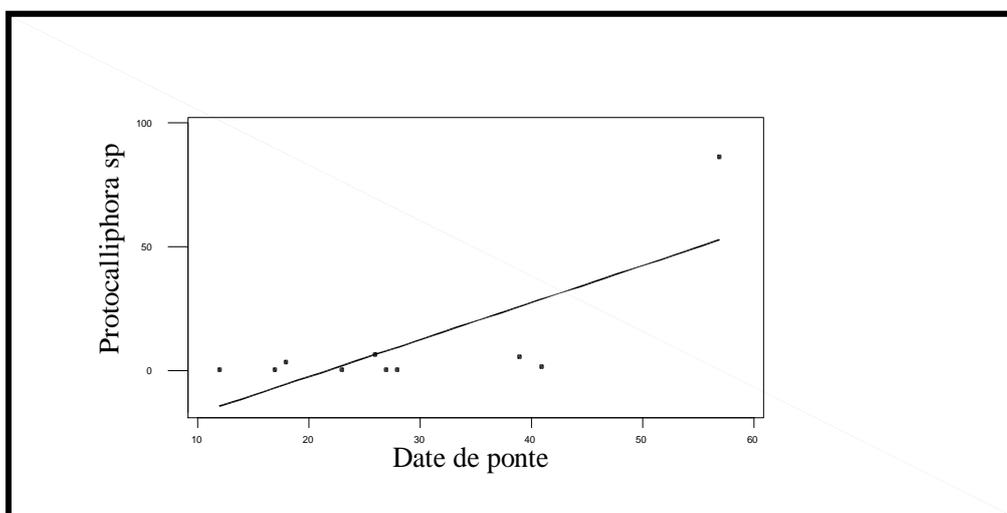


Figure 22: Corrélation entre *Protocalliphora sp.* et la date de ponte.

- *Protocalliphora sp.* et le succès de la reproduction ($r=0,694$; $p=0,026$; S^*) (**Figure 23**).

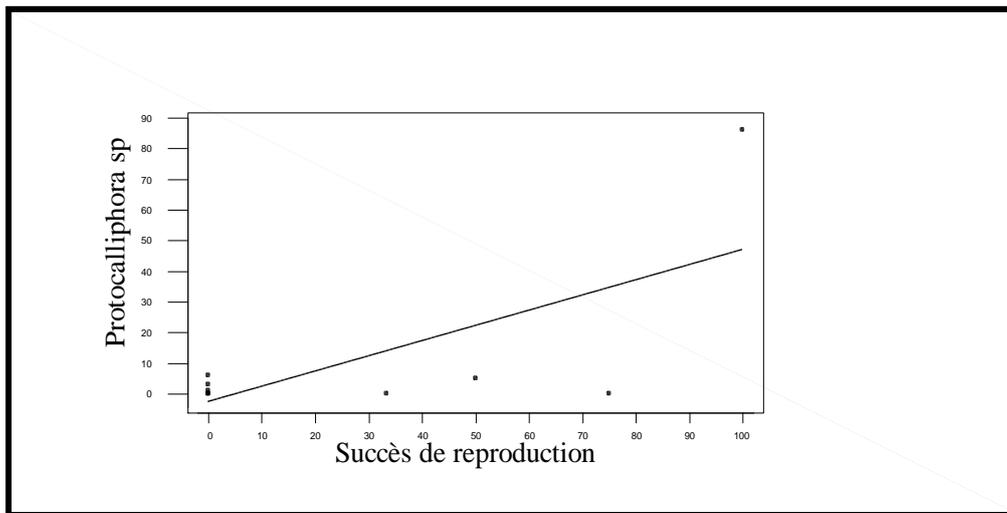


Figure 23: Corrélation entre *Protocalliphora sp.* et le succès de reproduction.

III.1.4.3. Impact des hémoparasites sur les paramètres de reproduction de la Fauvette mélanocéphale

Les figures ci-dessous présentent des corrélations positives et significatives entre:

- *Haemoproteus* et la date de ponte ($r=0,571$; $p=0,011$; S^*) (**Figure 24**);

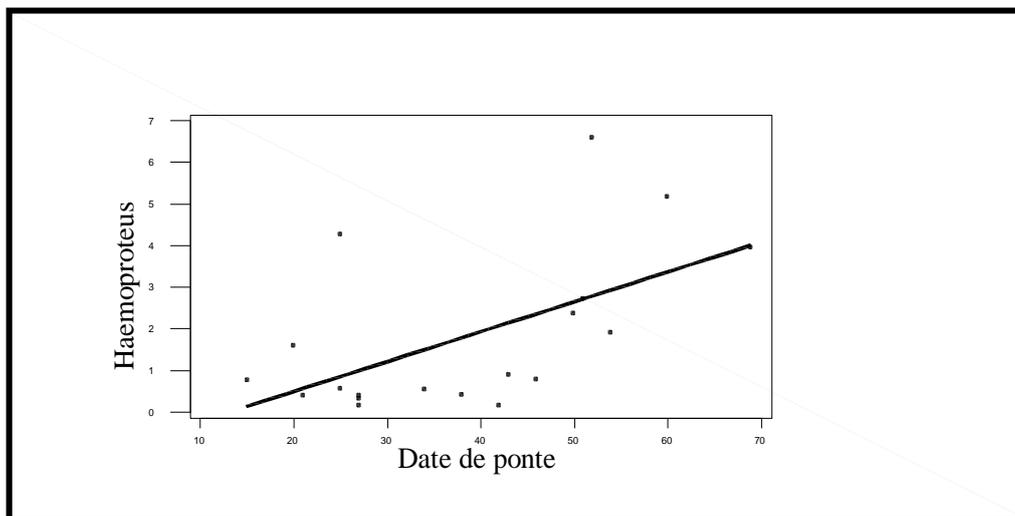


Figure 24: Corrélation entre *Haemoproteus* et la date de ponte.

- *Plasmodium* et la date de ponte ($r=0,503$; $p=0,028$; S^*) (**Figure 25**);

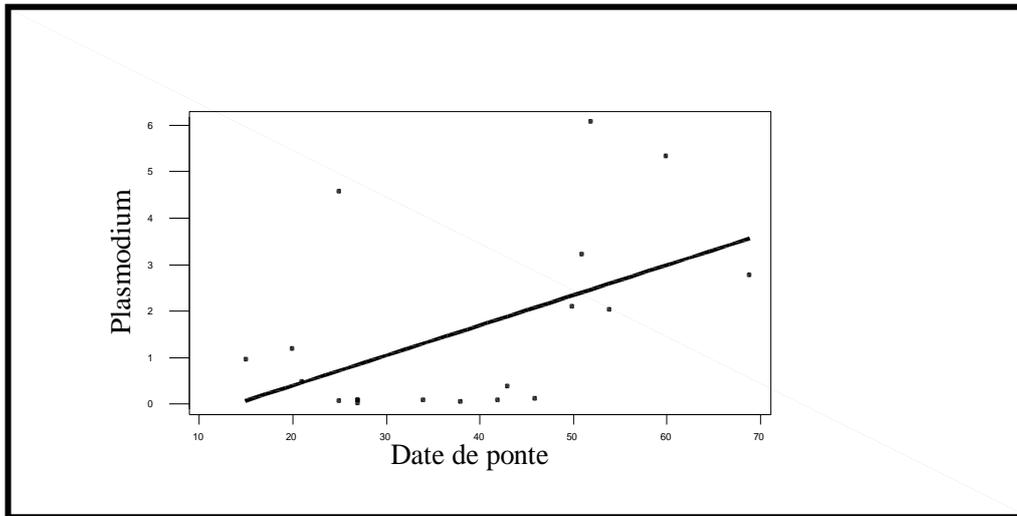


Figure 25: Corrélation entre le *Plasmodium* et la date de ponte.

- *Haemoproteus* et la durée d'incubation ($r=0,520$; $p=0,047$; S^*) (**Figure 26**).

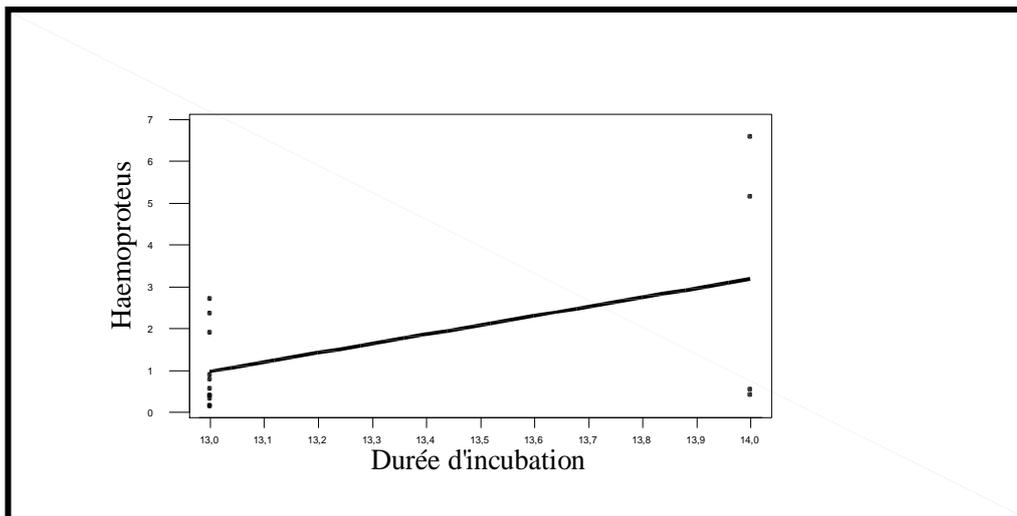


Figure 26: Corrélation entre *Haemoproteus* et la durée d'incubation.

Les figures ci-dessous présentes des corrélations négatives et significatives entre:

- *Leucocytozoon* et la masse des œufs ($r=-0,489$; $p=0,047$; S^*) (**Figure 27**);

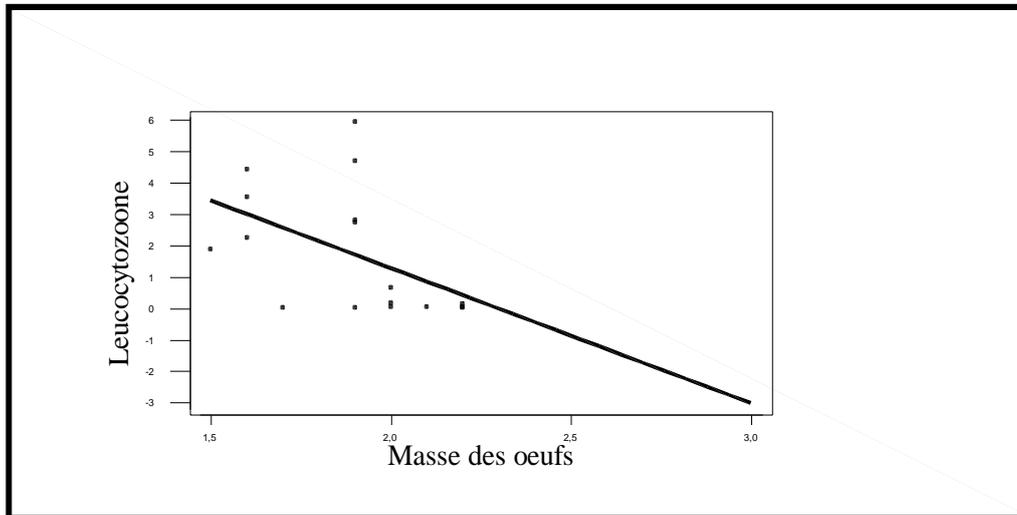


Figure 27: Corrélation entre le *Leucocytozoon* et la masse des œufs.

- *Plasmodium* et la masse des œufs ($r=-0,526$; $p=0,021$; S^*) (**Figure 28**);

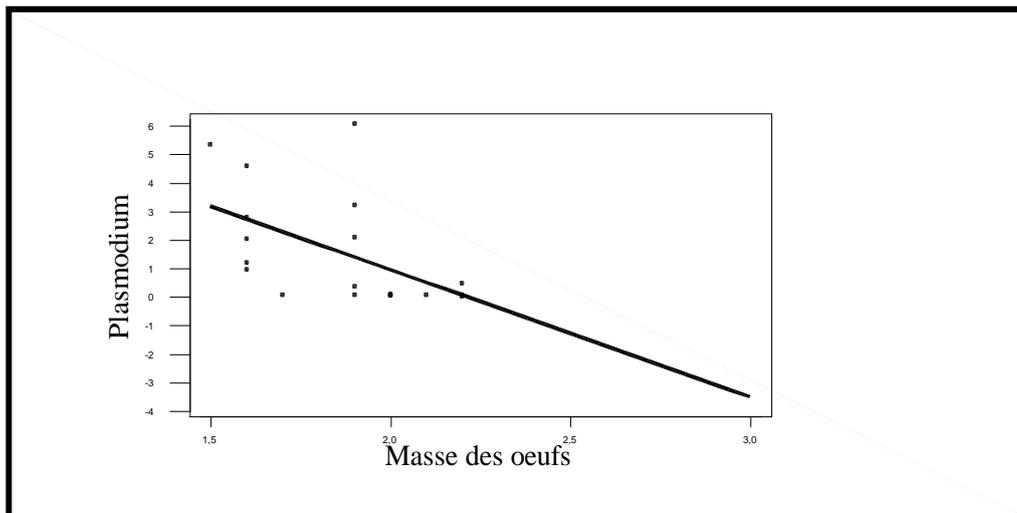


Figure 28: Corrélation entre le *Plasmodium* et la masse des œufs.

- *Leucocytozoon* et le volume des œufs ($r=-0,650$; $p=0,005$; S^{**}) (**Figure 29**);

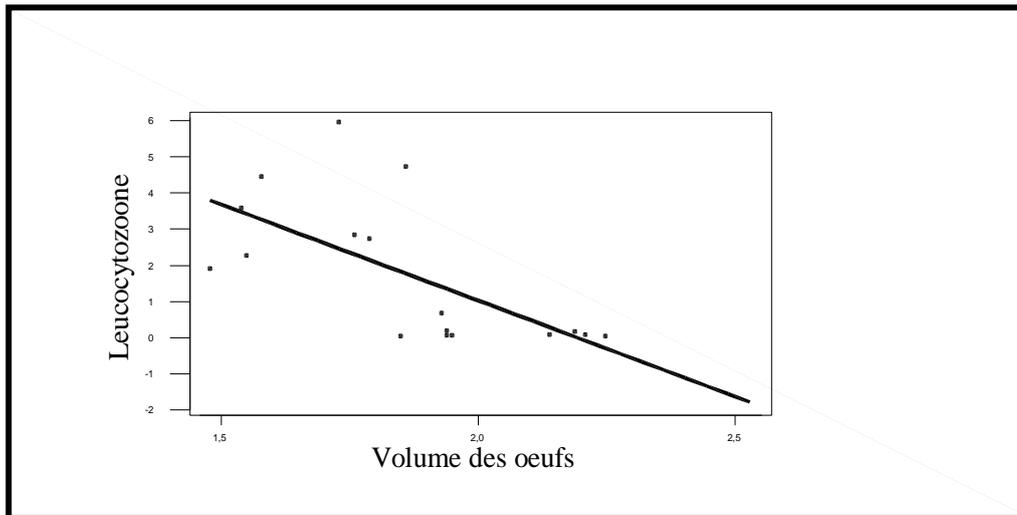


Figure 29: Corrélation entre le *Leucocytozoon* et le volume des œufs.

- *Plasmodium* et le volume des œufs ($r=-0,646$; $p=0,003$; S^{**}) (**Figure 30**);

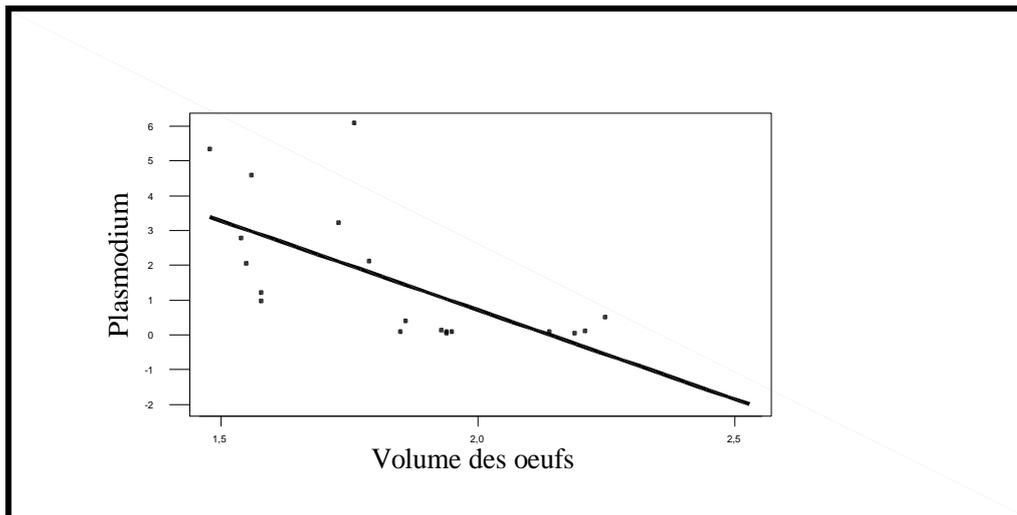


Figure 30: Corrélation entre le *Plasmodium* et le volume des œufs.

- *Leucocytozoon* et le succès de la reproduction ($r=-0,490$; $p=0,046$; S^*) (**Figure 31**).

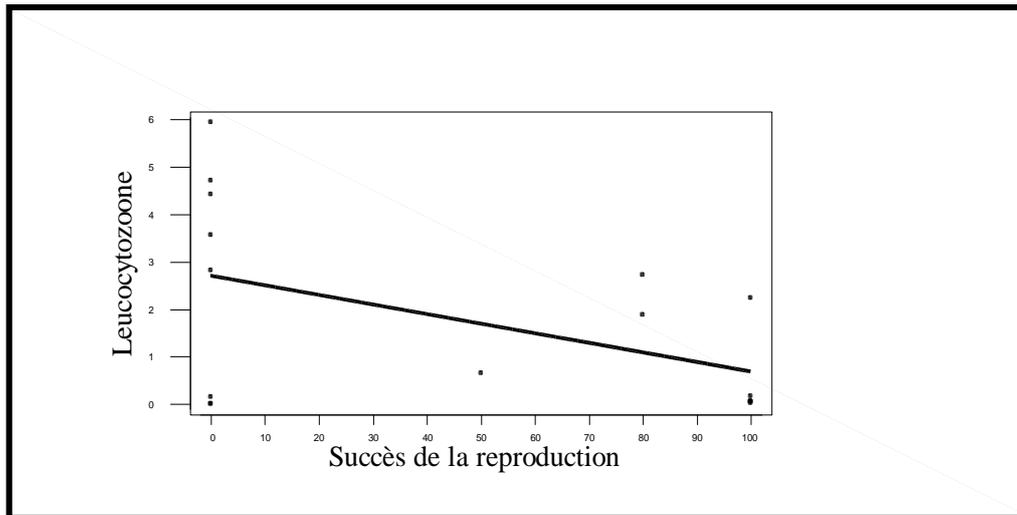


Figure 31: Corrélation entre le *Leucocytozoon* et le succès de la reproduction.

III.1.4.4. Impact des hémoparasites sur les paramètres de reproduction du Pinson des arbres

Les figures ci-dessous présentent des corrélations négatives et significatives entre:

- *Leucocytozoon* et la grandeur de ponte ($r=-0,541$; $p=0,021$; S^*) (**Figure 32**);

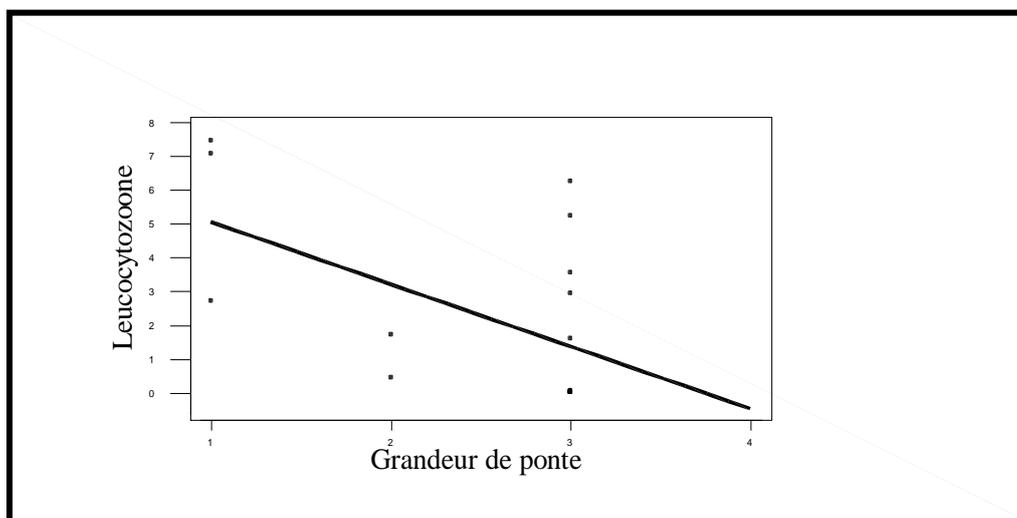


Figure 32: Corrélation entre le *Leucocytozoon* et la grandeur de ponte.

- *Plasmodium* et la grandeur de ponte ($r=-0,455$; $p=0,044$; S*) (**Figure 33**);

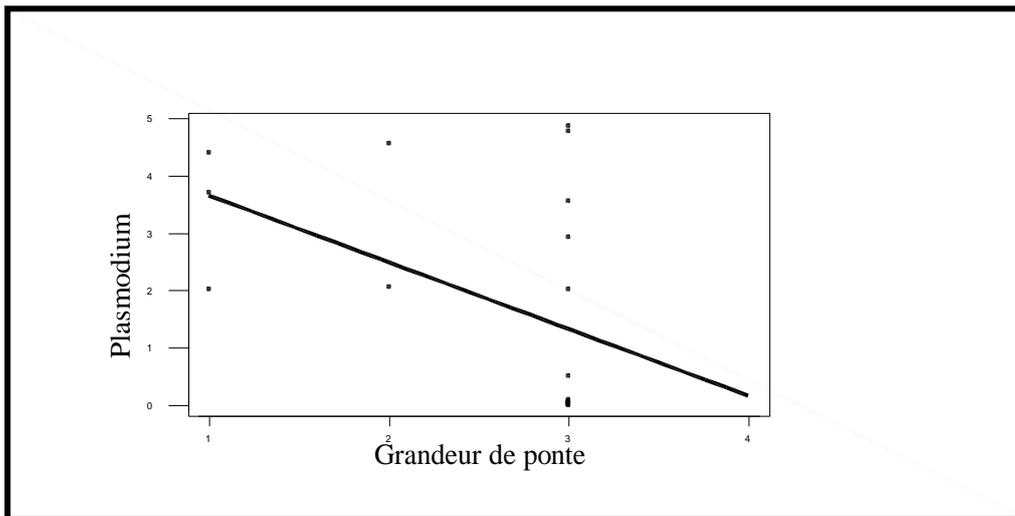


Figure 33: Corrélation entre le *Plasmodium* et la grandeur de ponte.

- *Trypanosoma* et la grandeur de ponte ($r=-0,672$; $p=0,047$; S*) (**Figure 34**);

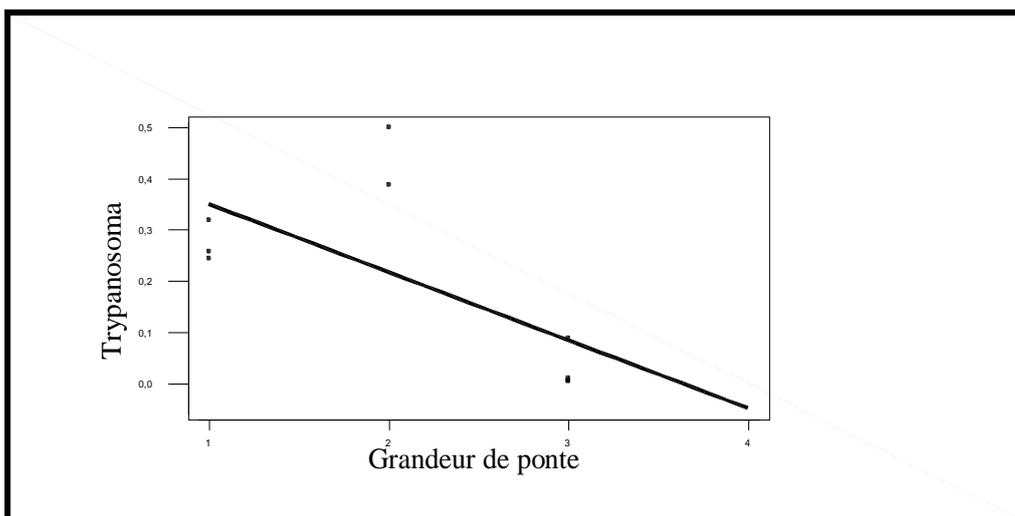


Figure 34: Corrélation entre *Trypanosoma* et la grandeur de ponte.

- *Microfilaria* et la durée d'incubation ($r=-0,604$; $p=0,029$; S^*) (**Figure 35**);

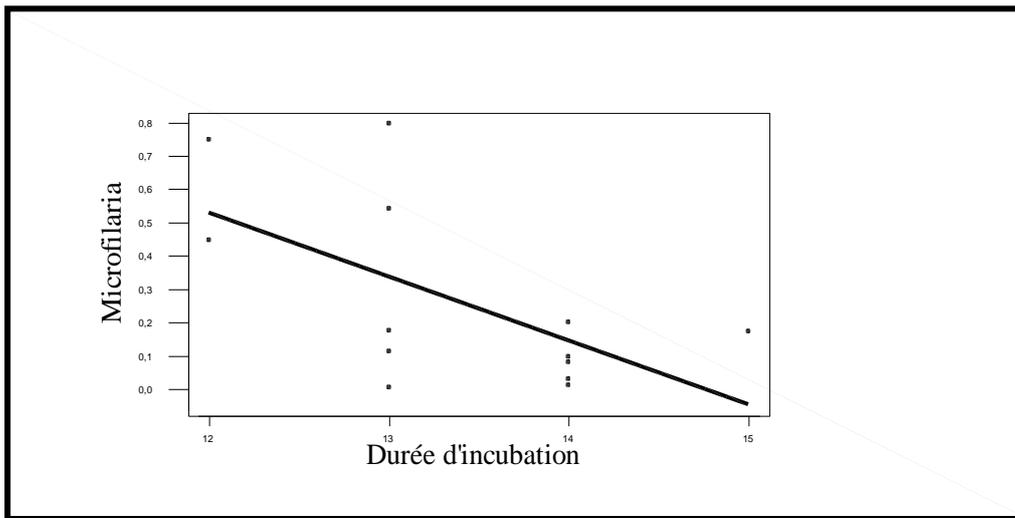


Figure 35: Corrélation entre la *Microfilaria* et la durée d'incubation.

- *Haemoproteus* et le nombre d'œufs éclos ($r=-0,678$; $p=0,001$; S^{***}) (**Figure 36**);

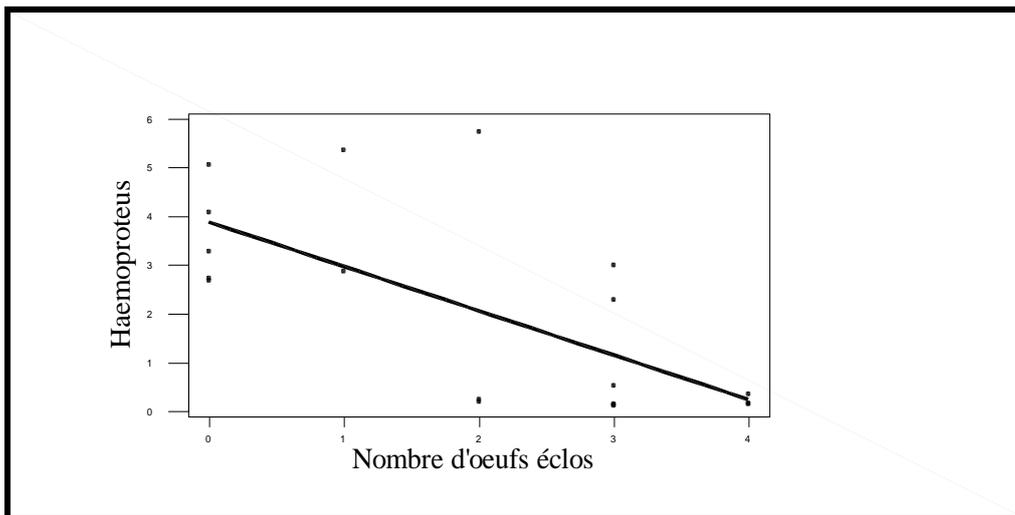


Figure 36: Corrélation entre *Haemoproteus* et le nombre d'œufs éclos.

- *Leucocytozoon* et le nombre d'œufs éclos ($r=-0,515$; $p=0,029$; S^*) (**Figure 37**);

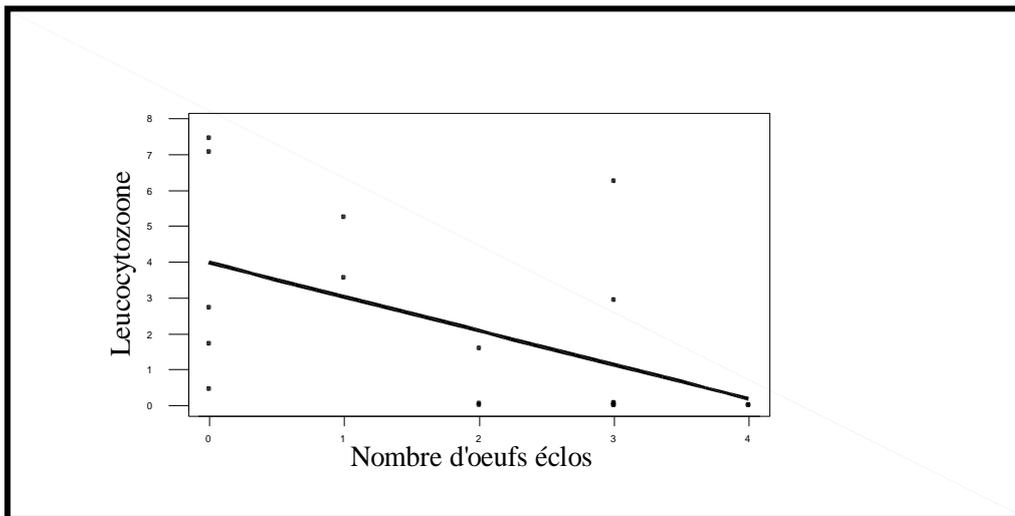


Figure 37: Corrélation entre le *Leucocytozoon* et le nombre d'œufs éclos.

- *Plasmodium* et le nombre d'œufs éclos ($r=-0,706$; $p=0,001$; S^{***}) (**Figure 38**);

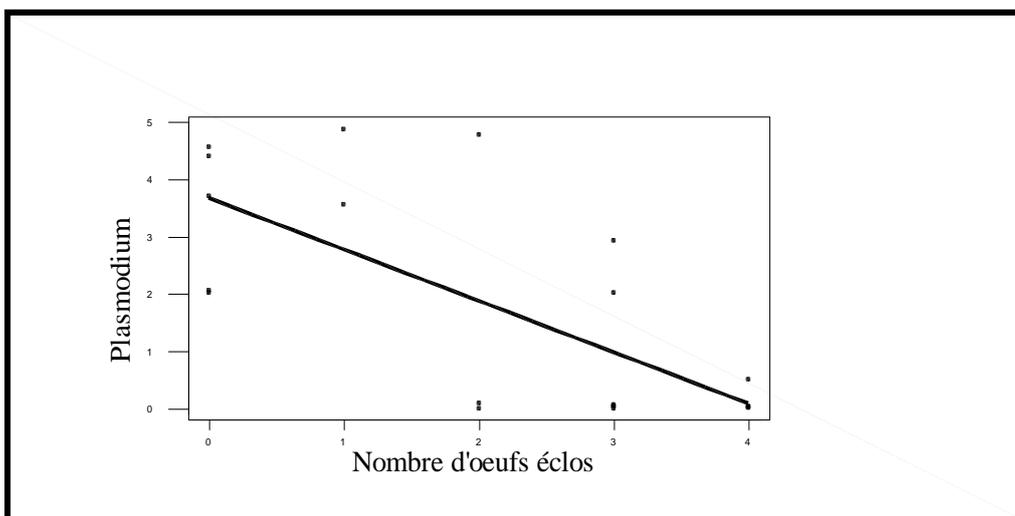


Figure 38: Corrélation entre le *PLasmodium* et le nombre d'œufs éclos.

- *Trypanosoma* et le nombre d'œufs éclos ($r=-0,701$; $p=0,035$; S^*) (**Figure 39**);

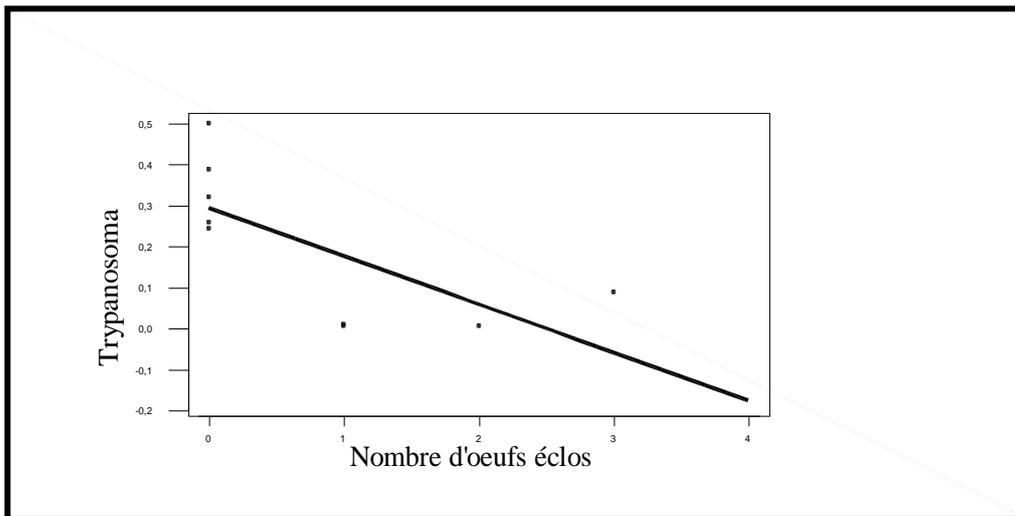


Figure 39: Corrélation entre *Trypanosoma* et le nombre d'œufs éclos.

- *Haemoproteus* et le nombre des jeunes envolés ($r=-0,499$; $p=0,030$; S^*) (**Figure 40**);

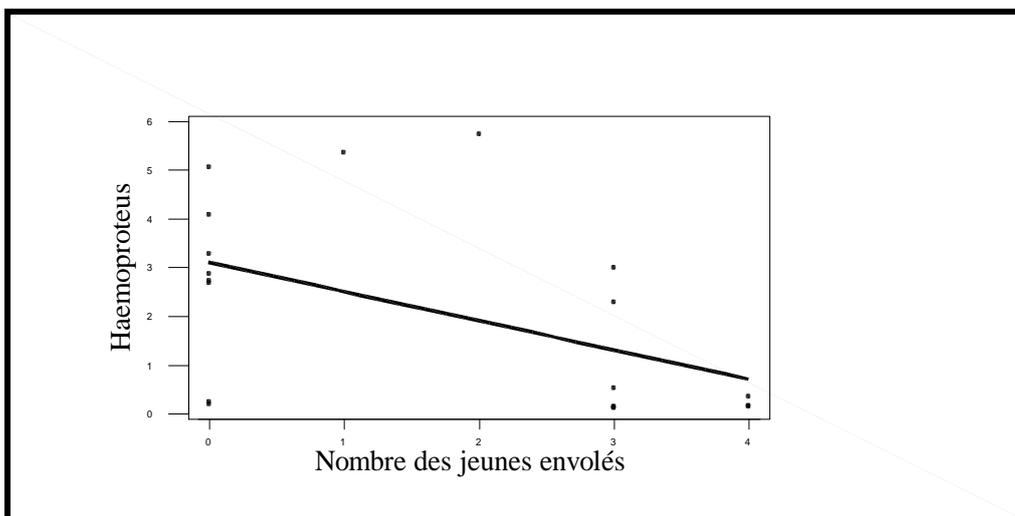


Figure 40: Corrélation entre *Haemoproteus* et le nombre des jeunes envolés.

- *Plasmodium* et le nombre des jeunes envolés ($r=-0,549$; $p=0,012$; S^*) (**Figure 41**);

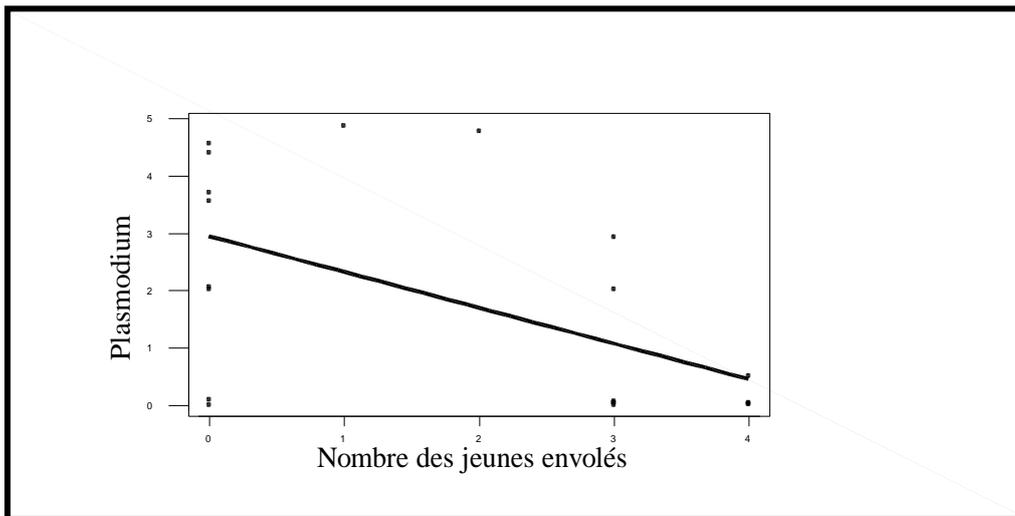


Figure 41: Corrélation entre le *Plasmodium* et le nombre des jeunes envolés.

- *Haemoproteus* et le succès de la reproduction ($r=-0,522$; $p=0,022$; S^*) (**Figure 42**);

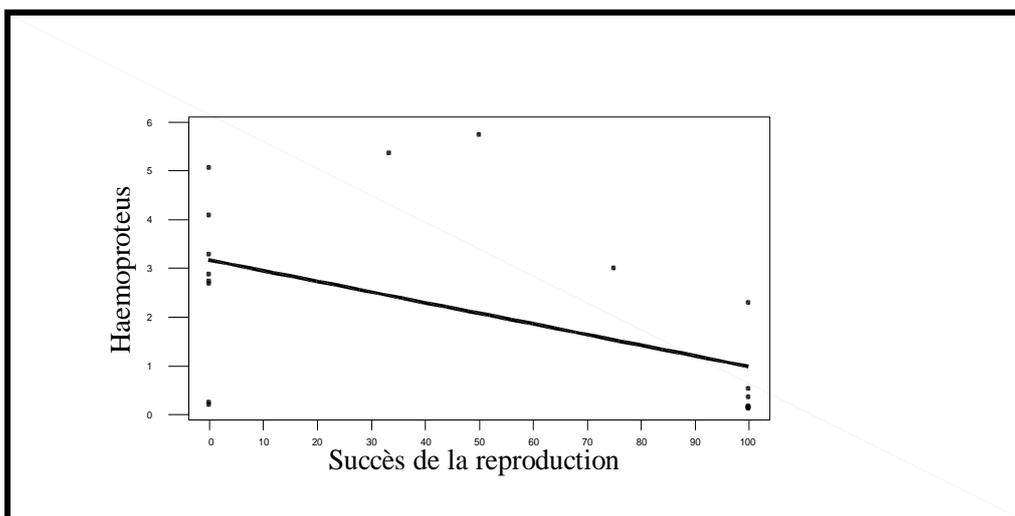


Figure 42: Corrélation entre *Haemoproteus* et le succès de la reproduction.

- *Plasmodium* et le succès de la reproduction ($r=-0,570$; $p=0,009$; S^{**}) (**Figure 43**).

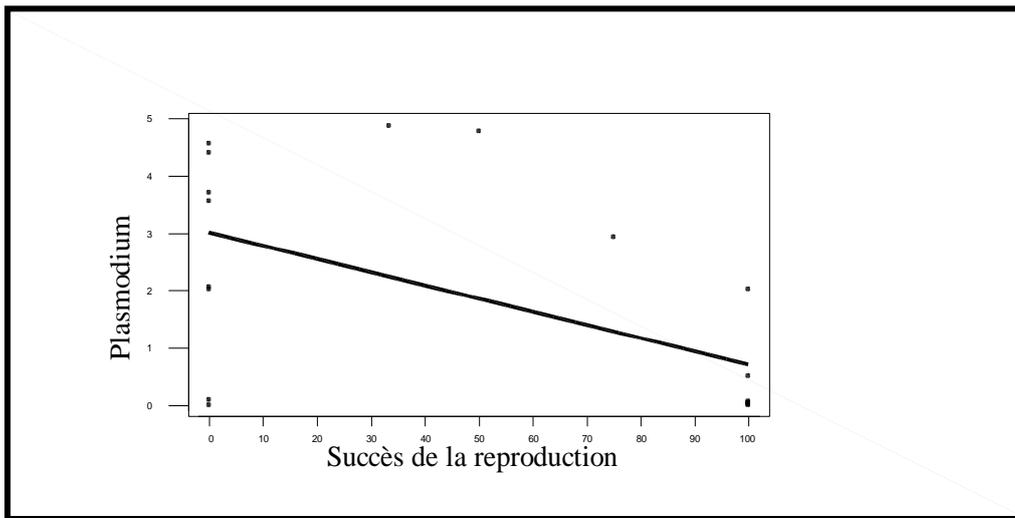


Figure 43: Corrélation entre le *Plasmodium* et le succès de la reproduction.

Tableau 18: Corrélations entre les ectoparasites des nids et les paramètres de reproduction des espèces étudiées.

Espèce	Variables	n	DER		IXO		MEN		ORN		PRO	
			r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Fauvette mélanocephale	Date de ponte	28	0,117	0,731	/	/	-0,099	0,772	-0,425	0,193	-0,460	0,155
	Grandeur de ponte	28	-,559	0,074	/	/	0,324	0,331	-0,037	0,914	-0,149	0,662
	Masse des œufs	116	-,019	0,956	/	/	0,029	0,934	-0,399	0,225	0,4012	0,221
	Volumes des œufs	116	-,132	0,699	/	/	0,197	0,562	-0,103	0,763	0,502	0,116
	Durée d'incubation	15	0,671	0,024*	/	/	0,630	0,038*	-0,211	0,534	-0,149	0,662
	Nombre d'œufs éclos	28	-,201	0,553	/	/	0,300	0,370	-0,4934	0,123	-0,349	0,293
	Nombre des jeunes envolés	28	-,196	0,563	/	/	0,331	0,320	-0,496	0,121	-0,351	0,290
	Succès de la reproduction	28	0,297	0,376	/	/	0,196	0,564	-0,563	0,072	-0,398	0,226
Pinson des arbres	Date de ponte	34	-0,247	0,492	-0,047	0,898	-0,360	0,307	-0,024	0,947	0,752	0,012*
	Grandeur de ponte	34	-0,115	0,752	0,306	0,390	-0,443	0,200	-0,056	0,877	0,311	0,382
	Masse des œufs	108	0,348	0,324	0,290	0,416	-0,150	0,679	0,148	0,684	-0,435	0,209
	Volumes des œufs	108	0,544	0,104	0,149	0,682	0,084	0,817	-0,268	0,455	0,008	0,983
	Durée d'incubation	20	-0,167	0,645	-0,482	0,159	0,533	0,113	-0,119	0,743	-0,120	0,742
	Nombre d'œufs éclos	34	-0,211	0,558	0,563	0,090	-0,275	0,442	-0,245	0,494	0,559	0,093
	Nombre des jeunes envolés	34	-0,164	0,651	0,574	0,083	-0,242	0,502	-0,209	0,563	0,571	0,084
	Succès de la reproduction	34	-0,129	0,722	0,462	0,178	-0,274	0,443	-0,198	0,585	0,694	0,026*

DER: *Dermanyssus sp.*; **IXO:** *Ixodes sp.*; **MEN:** *Menopon sp.*; **ORN:** *Ornithomya fringillina*; **PRO:** *Protocalliphora sp.*

Tableau 19: Corrélations entre les hémoparasites et les paramètres de reproduction des espèces étudiées.

Espèce	Variables	n	HP		LZ		MR		PL		TR	
			r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Fauvette mélanocephale	Date de ponte	28	0,571	0,011*	0,420	0,093	0,367	0,475	0,503	0,028*	0,291	0,485
	Grandeur de ponte	28	-0,165	0,500	-0,001	0,998	0,324	0,531	-0,062	0,801	-0,696	0,055
	Masse des œufs	116	-0,523	0,022	-0,489	0,047*	0,044	0,933	-0,526	0,021*	0,332	0,422
	Volumes des œufs	116	-0,639	0,003	-0,650	0,005***	0,031	0,954	-0,646	0,003***	0,135	0,751
	Durée d'incubation	15	0,520	0,047*	-0,067	0,813	0,515	0,296	0,473	0,075	0,175	0,678
	Nombre d'œufs éclos	28	-0,124	0,613	-0,369	0,145	0,700	0,122	-0,116	0,636	-0,369	0,368
	Nombre des jeunes envolés	28	-0,186	0,445	-0,411	0,101	0,700	0,122	-0,182	0,457	-0,369	0,368
	Succès de la reproduction	28	-0,272	0,261	-0,490	0,046*	0,738	0,094	-0,272	0,260	-0,198	0,638
Pinson des arbres	Date de ponte	34	0,236	0,331	0,245	0,326	0,482	0,095	0,217	0,358	-0,631	0,068
	Grandeur de ponte	34	-0,450	0,054	-0,541	0,021*	0,336	0,261	-0,455	0,044*	-0,672	0,047*
	Masse des œufs	108	-0,249	0,304	-0,200	0,425	-0,261	0,389	-0,227	0,337	0,457	0,216
	Volumes des œufs	108	-0,447	0,055	-0,149	0,556	-0,227	0,456	-0,411	0,072	0,007	0,985
	Durée d'incubation	20	-0,391	0,098	-0,106	0,676	-0,604	0,029*	-0,383	0,095	0,600	0,088
	Nombre d'œufs éclos	34	-0,678	0,001***	-0,515	0,029*	0,097	0,753	-0,706	0,001***	-0,701	0,035*
	Nombre des jeunes envolés	34	-0,499	0,030*	-0,365	0,137	0,260	0,391	-0,549	0,012*	-0,568	0,110
	Succès de la reproduction	34	-0,522	0,022*	-0,350	0,154	0,184	0,548	-0,570	0,009**	-0,599	0,089

HP: *Haemoproteus*; **LZ:** *Leucocytozoon*; **MR:** *Microfilaria*; **PL:** *Plasmodium*; **TR:** *Trypanosoma*

IV. DISCUSSION

IV.1. Eco-biologie de la reproduction des espèces étudiées

IV.1.1. Ecologie de la reproduction

Les oiseaux choisissent les meilleurs sites de nidification ou les lieux de pontes pour optimiser leurs performances reproductrices, parce qu'ils sont liés à la qualité de l'habitat et ou à la disponibilité des ressources alimentaires durant la saison de reproduction et à la protection contre les prédateurs (**Perrins, 1990; Chabi et Isenmann, 1997; Chabi, 1998; Forstmeier et Weiss, 2004; Boulinier et al., 2005; Eggers et al., 2006; Pinot, 2009; Kouidri, 2013; Tabib, 2017**).

Les nids des espèces étudiées ont été installés tous sur un support d'origine végétale. La Fauvette mélanocéphale installe son nid sur six espèces. C'est un oiseau qui niche dans des habitats diversifiés: sur la strate arborée (Arganier *Argania spinosa*, Chêne liège *Quercus suber*, Chêne vert *Quercus ilex*, Genévrier oxycèdre *Juniperus oxycedrus*, Mimosa *Acacia dealbata*, Olivier *Olea europaea*, Palmier dattier *Phoenix dactylifera* et Tamaris *Tamarix*) (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005; Ramdani, 2007**), sur la strate buissonnante (Bruyère *Erica arborea*, Ciste *Cistus salvifolius*, Euphorbe *Euphorbia*, Filaire *Phillyrea angustifolia*, Genêt épineux *Calicotome villosa*, Lentisque *Pistacia lentiscus*, Liane *Clematis vitalba*, Lyciet *Lycium*, Myrthe *Myrtus communis* et Retam *Retama retem*) (**Heim de Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005; Ramdani, 2007**) et sur la strate herbacée (Doum ou Palmier nain *Chamaerops humilis* et Inule visqueuse *Inula graveolens*) (**Thévenot et al., 2003**). Les nids du Pinson des arbres ont été installés sur deux espèces. Cette espèce avienne niche dans des habitats diversifiés: sur les arbres (Conifères ou décidus même sur les palmiers) et dans les haies (**Macleod et al., 2014**), ou les arbustes d'Olivier (**Mestari et al., 2013**) et sur les branches ou sur plusieurs brindilles minces (**Heim de Balsac, 1926; Etchécopar et Hüe, 1964; Cramp et Perrins, 1994**). La hauteur des nids du Pinson des arbres est plus élevée par rapport à celle de la Fauvette mélanocéphale. Ces résultats sont en revanche similaires à celles signalées en France et aux Îles de Canaries) (**Cramp et Perrins, 1994**) et au Nord-Est algérien (**Ramdani, 2007**) et encore plus élevées par rapport aux populations européennes (**Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994**).

Chez les deux espèces étudiées les nids sont composés par des matériaux d'origine animale, végétale et de boues de terre. Le Pinson des arbres utilise plus de matériel animal (laines, poils et plumes) que la Fauvette mélanocéphale (poils) pour tapisser l'intérieur des

nids. Le matériel végétal est dominant pour les deux espèces, suivi par la boue de terre pour donner une certaine rigidité des nids et pour assurer un bon attachement entre les brindilles (**Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994; Ramdani, 2007; Kouidri, 2013; Tabib, 2017**).

Les caractéristiques des nids (Diamètre externe et interne, Hauteur et Profondeur de la coupe) des deux espèces sont semblables à celles mentionnées en Europe (**Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994**) et au Nord-Est algérien (Parc National d'El-Kala) (**Ramdani, 2007**).

IV.1.2. Biologie de la reproduction

Chronologiquement, la Fauvette mélanocéphale déclenche sa reproduction avant le Pinson des arbres. La date de ponte de la Fauvette mélanocéphale est précoce (Mi-Mars) par rapport à celle signalée dans le Nord-Ouest de l'Afrique, l'Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Tunisie) (Début d'Avril) (**Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005**), en Grèce (Fin Avril) et en Sud-Ouest de l'Europe (Début Mai) (**Cramp, 1992**). Elle est cependant tardive par rapport à celle citée en Malte (Mi-Février) (**Cramp, 1992**) et similaire à celle mentionnée au Nord-Est algérien (Parc National d'El-Kala) (Mi-Mars) (**Ramdani, 2007**). La date de ponte du Pinson des arbres est comparable (deuxième décade du mois d'Avril) à celle signalée dans le Nord-Ouest d'Afrique, Nord de l'Afrique, Nord-Est algérien (PNEK), Sahara central et du Sud algérien (Début d'Avril) (**Heim de Balsac, 1926; Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Isenmann et Moali, 2000; Thévenot et al., 2003; Isenmann et al., 2005; Ramdani, 2007**), en Grand-Bretagne, en Allemagne et en République Tchèque (Avril) (**Cramp et Perrins, 1994; Weidinger, 2001**). Elle est précoce à celle citée en Russie occidentale, en Allemagne et en Scandinavie (Mai) (**Cramp et Perrins, 1994**) et tardive à celle mentionnée en Grand-Bretagne (Mi-Mars) (**Cramp et Perrins, 1994**). Généralement chez les passereaux, les dates de ponte varient ou dépendent principalement de la qualité d'habitat ou du type de végétation, de la disponibilité alimentaire, aux variations climatiques, de la latitude et de l'altitude (**Lack 1950 et 54; Heim de Balzac et Mayaud, 1962; Etchécopar et Hüe, 1964; Dhondt et al., 1984; Blondel et al., 1987; Isenmann, 1987; Perrins et Mc Cleery, 1989; Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994; Chabi et al., 1995; Chabi et Isenmann, 1997; Chabi, 1998; Adamou, 2011; Kouidri et al., 2015**). Plusieurs travaux expliquent aussi que les dates de ponte sont liées au stade phénologique des végétaux et plus précisément l'éclatement des bourgeons (**Von' Haartman, 1969; Jones, 1972;**

Van Balen, 1973; Slagsvold, 1976; Chabi et Isenmann, 1997; Chabi, 1998). Ce phénomène, conditionne la disponibilité alimentaire durant la période de nourrissage des jeunes, considérée comme un facteur ultime qui détermine la période de reproduction des oiseaux des régions tempérées et méditerranéennes (Lack, 1966, 1968; Greenwood et Hubart, 1979; Cramm, 1982; Dhondt et al., 1984; Blondel et al., 1987; Clamens, 1988, 1990; Perrins et Mc Cleery, 1989; Zandt et al., 1990; Chabi et Isenmann, 1997; Chabi, 1998). D'autres travaux ont montré que la date de ponte peut être avancée par un apport supplémentaire de nourriture en début de la saison de reproduction (Källander, 1974; Smith et al., 1980; Von Brömssen et Jansson, 1980; Clamens et Isenmann, 1989; Chabi, 1998).

La grandeur de ponte de la Fauvette mélanocéphale est analogue à celle signalée au Sahara central et du Sud algérien (Heim de Balsac, 1926), au Nord-Ouest d'Afrique (Heim de Balsac et Mayaud, 1962), en Afrique du Nord (Etchécopar et Hüe, 1964), en Malte (Cramp, 1992), en Algérie et en Tunisie (Isenmann et Moali, 2000; Isenmann et al., 2005), au Maroc (Heim de Balsac, 1952; Littel, 1980; Thévenot et al., 2003) et au Nord-Est algérien (Parc National d'El-Kala) (Ramdani, 2007). Pour le Pinson des arbres, la grandeur de ponte enregistrée est similaire à celle signalée au Nord-Ouest d'Afrique (Heim de Balsac et Mayaud, 1962; Cramp et Perrins, 1994) et au Nord-Est algérien (Ramdani, 2007). Elle est relativement faible par rapport à celles des populations européennes (Grand-Bretagne, Finlande, France, Tchécoslovaquie et Russie occidentale) (Newton, 1964; Cramp et Perrins, 1994) et République Tchèque (Weidinger, 2001). La grandeur de ponte diminue au cours de la saison, du fait qu'elle est liée à la diminution de la disponibilité alimentaire durant la saison (Chabi, 1998; Chabi et al., 2001; Ramdani, 2007; Adamou, 2011; Kouidri, 2013). La grandeur de ponte est un paramètre ajusté au nombre de poussins que les parents peuvent élever (Lack, 1966; Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994). Pour cela, les oiseaux doivent adapter la grandeur de ponte à la qualité de ressources alimentaire disponibles, soit en résistant physiologiquement au manque de nourriture ou bien en réduisant leur grandeur de ponte (Koskimies, 1948; O'connor, 1978; Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994).

Les dimensions des œufs reflètent la qualité trophique du milieu durant la période de ponte, et par conséquent permettent d'obtenir des poussins de meilleure qualité (Perrins, 1970; Martin, 1987; Chabi, 1998). Par ailleurs, les dimensions des œufs dépendent des conditions alimentaires (Högstedt, 1981), et de l'état physiologique de la femelle durant

la ponte (**Pikula, 1976; Wiggins, 1990**). Ces facteurs conditionnent la masse des poussins (**Jarninen et väisänen, 1983; Ojanen, 1983**) et par conséquent leur survie (**Martin, 1987**). Les résultats obtenus de ces deux espèces montrent que les traits des œufs sont similaires à ceux mentionnés dans plusieurs travaux: en Europe (**Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994**), au Sahara central et du Sud algérien (**Heim de Balsac, 1926**), en Afrique du Nord (**Etchécopar et Hüe, 1964**) et au Nord-Est algérien (Parc National d'El-Kala) (**Ramdani, 2007**).

Durant l'incubation plusieurs facteurs peuvent agir sur la taille de la nichée. Ces facteurs sont soit d'ordre endogènes tel que la stérilité des œufs, ou exogènes représentés par les aléas climatiques, la prédation, et / ou le vandalisme (**Blondel et al., 1985; Isenmann, 1987, 1997**). Les résultats montrent que la durée d'incubation des œufs de deux espèces est proche à celle notée pour les populations européennes (**Newton, 1964; Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994**) et au Nord-Est algérien (**Ramdani, 2007**).

Le succès à l'éclosion et le succès de la reproduction de la présente étude sont relativement faibles pour les deux espèces étudiées par rapport aux résultats obtenus en Europe (**Cramp, 1992; Cramp et Perrins, 1994**), Nord-Est algérien (**Ramdani, 2007**) et Nord-Ouest algérien (**Mestari et al., 2013**). Ces paramètres sont liés à plusieurs facteurs, en l'occurrence, l'infertilité des œufs, la désertion des nids au cours de la période de la reproduction, les perturbations humaines fréquentes dans le site (vandalisme des nids), l'effet des pluies et la prédation des nids et des adultes durant la période de leur nidification (Couleuvre de Montpellier *Malpolon monspessulanus*, Lézard ocellé *Timon pater*, Surmulot *Rattus norvegicus*, Mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus*, Souris de Lataste *Mus spretus*, Genette commune *Genetta genetta*, Fourmis camponotes *Camponotus cruentatus*, Fourmis écussonnées *Crematogaster scutellaris*) (**Boulahbal et al., 2008; Boulahbal, 2012**).

IV.2. La faune non parasite des nids

Chez les oiseaux, les études sur la faune non parasite des nids sont très rares voir exceptionnelles (**Tryjanowski et al., 2001, Kouidri, 2013**). Cette faune non parasite est très diversifiée par les Arthropodes (**Hicks, 1959; Riley, 2000; Kouidri, 2013**) qui sont généralement accidentels ou rares dans les nids (**Gajdos et al., 1991; Ambros et al., 1992; Kristofík et al., 1993, 1996; Neubig et Smallwood, 1999; Kouidri, 2013**). Les études sur les nids des oiseaux ont fait l'objet des plusieurs travaux, a savoir des inventaires des espèces parasites (**McAtee, 1927; Hicks, 1959; Iwasa et al., 1995; Wallace et Nicolaas, 1996;**

Riley, 2000; Rouag-Ziane et Chabi, 2008; Adamou, 2011; Djenidi et al., 2011; Kouidri, 2013; Boudeffa, 2015; Baziz-Neffah et al., 2015; Breistøl et al., 2015) ou des descriptions taxonomiques (Grimaldi, 1997; Gilbert et Wheeler, 2007) et les matériaux utilisés dans la construction des nids (Kouidri, 2013; Boudeffa, 2015; Tabib, 2017). Ils n'ont concerné que quelques espèces tels que: la Mésange de Pologne *Remiz pendulinus* (Kristofík et al., 1993 et 1995; Masán et Kristofík, 1995; Kristofík et Masán, 1996), l'Hirondelle de rivage *Riparia riparia* (Masán et Kristofík, 1993; Kristofík et al., 1994), le Guêpier d'Europe *Merops apiaster* (Kristofík et al., 1996), le Moineau domestique *Passer domesticus* et le Moineau friquet *Passer montanus* (Wasylik, 1971; Cyprich et al., 1997; Draber-Monko, 1997; Fena et Pinowski, 1997), l'Hirondelle bicolore *Tachycineta bicolor* (Wallace et Nicolaas, 1996), le Goéland leucophée *Larus michahellis*, le Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*, le Merle noir *Turdus merula*, le Pigeon biset *Columba livia*, le Rossignol philomèle *Luscinia megarhynchos*, la Perdrix choukar *Alectoris chukar*, le Gobe-mouche gris *Muscicapa striata*, la Mésange bleue *Cyanistes caeruleus*, le Pigeon ramier *Columba palumbus*, la rousserolle effarvate *Acrocephalus scirpaceus*, la Poule d'eau *Gallinula chloropus* et la Fuligule nyroca *Aythya nyroca* (Rouag-Ziane et Chabi, 2008; Adamou, 2011; Djenidi et al., 2011; Baziz-Neffah et al., 2015; Tabib, 2017), l'Agrobate roux *Cerchotrichas galactotes* (Adamou, 2011; Tabib, 2017), la Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*, le Verdier d'Europe *Carduelis chloris* et le Roselin githagine *Bucanetes githagineus* (Kouidri, 2013), la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* (Mammeria, 2013), le Gobe-mouche d'Atlas *Ficedula speculigera* (Boudeffa, 2015) et Gobe-mouche noir *Ficedula hypoleuca* (Breistøl et al., 2015). Au Japon, plusieurs espèces sont trouvées dans les nids, à savoir les Diptères, les Anthomyiidae, les Fanniidae, les Muscidae, les Calliphoridae, les Heleomyzidae, les Sphaeroceridae, les Sepsidae et les Stratiomyidae (Iwasa et al., 1995). Au Canada, Riley (2000) a cité 71 espèces, appartenant à 13 ordres, avec une forte abondance des mites, des Siphonaptères, Coléoptères et des Diptères. En Algérie et dans l'Atlas saharien, Kouidri (2013) a signalé 15 espèces appartenant à 08 ordres. Chez les oiseaux, l'analyse de la structure de la communauté des Arthropodes des nids nécessite une grande prise en charge par les chercheurs pour la compréhension des traits d'histoire de vie de cette communauté.

IV.3. Interactions oiseaux-parasites

Peu ou encore plus rare sont les travaux qui traitent la prévalence de la faune parasite des nids chez les oiseaux dans ces environnements. Les résultats obtenus sur les nids montrent que la prévalence totale du Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana* est plus importante que celle de la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala*. Cette dernière est similaire aux études réalisées sur les Mésanges (Bleue *Cyanistes caeruleus ultramarinus* et Charbonnière *Parus major*) dans les chênaies du Nord-Est algérien (**Bousslama et al., 2001; Rouag-Ziane et Chabi, 2008; Rouag-Ziane, 2010**) et elle est plus élevée à celle signalée sur les Mésanges (Bleue *Cyanistes caeruleus ultramarinus* et Charbonnière *Parus major*) dans les Aurès (**Adamou, 2011**) et sur les Fringillidae (Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*, Roselin githagine *Bucanetes githagineus* et Verdier d'Europe *Carduelis chloris*) dans l'Atlas saharien (**Kouidri, 2013**). Ceci pourrait être expliqué par l'augmentation de la température au cours de la saison, qui favorise l'abondance des ectoparasites représentés par les arthropodes (**Rouag-Ziane et Chabi, 2008; Rouag-Ziane, 2010; Djenidi et al., 2011**). Ces derniers synchronisent leur cycle de vie en fonction de celui de leurs hôtes. Chez les deux espèces étudiées, les poux et les mouches sont les plus abondants des ectoparasites. Contrairement, chez les Fringillidae (Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*, Roselin githagine *Bucanetes githagineus* et Verdier d'Europe *Carduelis chloris*), les Paridae (Mésange Bleue *Cyanistes caeruleus ultramarinus* et Mésange Charbonnière *Parus major*) et les Muscicapidae (Gobe mouche de l'Atlas *Ficedula speculigera*), les mites sont les plus abondants des ectoparasites (**Bousslama et al., 2001; Rouag-Ziane et Chabi, 2008; Rouag-Ziane, 2010; Adamou, 2011; Kouidri, 2013; Boudeffa, 2015**). Cette différence de la charge parasitaire des ectoparasites des nids est expliquée par la différence dans les matériaux utilisés dans la construction des nids (**Bauchau, 1998; Boudeffa, 2015**). D'autres travaux montrent que la composition des nids n'a eu aucun effet sur l'abondance des ectoparasites. Par ailleurs, ils sont trouvés un effet significatif pour le type d'habitat, autrement dit les nids dans les chênaies sont plus infestés que ceux des forêts de conifères (**Remeš et Krist, 2005; Moreno et al., 2009; Boudeffa, 2015**). Cependant, les tiques des espèces étudiées sont soit absents chez la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala* ou présente avec une faible prévalence (10 %) chez le Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana*. En ce qui concerne l'effet des ectoparasites des nids sur les paramètres de reproduction des deux espèces étudiées, les résultats ne montrent aucun effet négatif sur les paramètres de

reproduction. Pour cela, il serait plus judicieux d'augmenter le nombre d'échantillons pour mieux comprendre les différentes interactions.

Concernant l'étude des hémoparasites chez les adultes des deux espèces étudiées, les résultats montrent que nos hôtes sont parasités par cinq genres (*Plasmodium*, *Haemoproteus*, *Leucocytozoon*, *Microfilaria* et *Trypanosoma*). La prévalence des hémospories du genre *Plasmodium* et *Haemoproteus* est plus élevée chez toutes les individus des deux espèces étudiées par rapport aux autres hémoparasites. Cette dernière est plus élevée par rapport à ceux signalée par **Adamou (2011)** sur la Mésange bleue *Cyanistes caeruleus ultramarinus*, le Merle noir *Turdus merula* et l'Agrobate roux *Cerchotrichas galactotes* dans les Aurès et les Oasis septentrionales, **Kouidri (2013)** sur Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*, Roselin githagine *Bucanetes githagineus* et Verdier d'Europe *Carduelis chloris* dans l'Atlas saharien et par **Tabib (2017)** sur le Merle noir *Turdus merula*, l'Agrobate roux *Cerchotrichas galactotes* et l'Hypolaïs pâle *Hippolais pallida* dans les Oasis de Biskra. Elle est similaire à celle signalée par **Chiheb (2017)** sur le Moineau Espagnol *Passer Hispaniolensis* dans le Nord-Est algérien. Suivie par le *Leucocytozoon*, la *Microfilaria* et le *Trypanosoma*. Le genre *Trypanosoma* est totalement absent chez les trois Fringillidae (Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina*, Roselin githagine *Bucanetes githagineus* et Verdier d'Europe *Carduelis chloris*) (**Kouidri, 2013**) et chez le Merle noir *Turdus merula*, l'Agrobate roux *Cerchotrichas galactotes* et l'Hypolaïs pâle *Hippolais pallida* (**Tabib, 2017**). Cependant, La prévalence de chaque hémoparasite varie en fonction de l'aire de répartition géographique des espèces hôte (**Price et Clancy, 1983; Tella et al., 1999; Adamou, 2011; Tabib, 2017; Chiheb, 2017**), de l'abondance des vecteurs (**Séguy, 1944; Whiteman et al., 2006; Archawaranon et al., 2005; Tabib, 2017**) et de la sensibilité de l'espèce hôte (**Lysenko et Beljaev, 1969; Tabib, 2017**).

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude s'inscrit parmi les études pionnières sur la bio-écologie de la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala* et sur le Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana* qui nichent dans le Nord-Est algérien. L'objectif majeur étant de caractériser au mieux les différents paramètres de la biologie, de l'écologie et le parasitisme de ces espèces. Ce travail effectué, pendant deux saisons de reproduction, sur 62 nids (28 nids de la Fauvette mélanocéphale et 34 nids du Pinson des arbres) dans une subéraie de basse altitude au Nord du Parc National d'El-Kala. La biologie et l'écologie de la reproduction ont été évaluées. De plus, la faune non parasite, les parasites des nids et les parasites des adultes ont été analysés. Pour terminer, l'impact de la charge parasitaire des nids et des adultes sur les traits d'histoire de vie ont été déterminés.

Le choix des sites de nidification est soumis à une forte sélection par les deux espèces. La Fauvette mélanocéphale occupe la strate buissonnante plus dense pour éviter probablement la prédation. Le Pinson des arbres occupe des emplacements plus élevés que ceux de la Fauvette mélanocéphale dans la strate arborée à feuillage plus dense. Les hauteurs des nids des espèces étudiées sont plus élevées par rapport aux populations européennes.

L'étude de la biologie de la reproduction a montré que la Fauvette mélanocéphale commence ces pontes avant le Pinson des arbres. Les dates de ponte des espèces étudiées sont comparables à celles signalées en Afrique (Nord-Ouest et Nord de l'Afrique) et différents à celles signalées en Europe. Nous pensons que certaines de ces différences sont dues à la qualité de l'habitat et aux conditions environnementales. Dans le Nord-Est algérien la température est plus élevée par rapport au climat des zones tempérées, ce qui conduit à une disponibilité trophique inférieure en quantité et en qualité. Les grandeurs de pontes et les dimensions des œufs de la présente étude sont analogues à celles des populations africaines et européennes. Le succès à l'éclosion et le succès de la reproduction sont relativement faibles pour les deux espèces étudiées par rapport aux résultats obtenus en Europe.

L'analyse des nids a révélé que les deux espèces utilisent trois types de matériaux pour construire leurs nids. Ces matériaux diffèrent d'un oiseau à un autre dans le même habitat. La faune non parasite des nids est représentée par trois (3) classes (Insecta, Arachnida et Malacostraca) et huit (8) ordres (Hemiptera, Coleoptera, Lepidoptera, Thysanura, Blattodea, Hymenoptera, Araneae et Isopoda). La classe des insectes est la plus importante avec six (6) ordres. Par contre, la faune parasite a montré que les nids sont infectés par les mites (*Dermanyssus sp.*), les tiques (*Ixodes sp.*), les mouches (*Protocalliphora sp.* et *Ornithomya fringillina*) et les poux (*Menopon sp.*). Après la lecture des lames, nous avons

identifiés cinq (5) genres de hémoparasites à savoir *Plasmodium*, *Haemoproteus*, *Leucocytozoon*, *Microfilaria* et *Trypanosoma*. 100 % des individus capturés sont infestés au moins par un genre de hémoparasites. La charge parasitaire des hémoparasites est importante chez les deux espèces, avec une dominance de *Plasmodium* et de *Haemoproteus*.

L'analyse des différents paramètres reproductifs, la charge parasitaire des nids et des individus examinés montrent l'existence de différences significatives dans tous les paramètres de reproduction.

Dans ce contexte et au terme de cette étude, il serait intéressant d'envisager les perspectives suivantes:

- Etudier la bio-écologie d'autres populations de la Fauvette mélanocéphale et du Pinson des arbres dans d'autres régions de l'Afrique du Nord,
- Etudier le régime alimentaire de ces deux espèces,
- Identifier et quantifier les ectoparasites des poussins et des adultes des deux espèces,
- Identifier et quantifier les hémoparasites des poussins des deux espèces,
- Etudier la prédation des nids des deux espèces.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adamou, A.E., 2011.** Biologie des populations des oiseaux dans les Aurès et les oasis septentrionales. *Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 150p.
- Ambros, M., Kristofik, J., and Sustek, Z., 1992.** The mites (Acari, Mesostigmata) in the birds nest in Slovakia. *Biologia, Bratislava*, **47**: 369-381.
- Archawaranon, M., 2005.** First Report of *Haemoproteus sp.* in Hill Mynah Blood in Thailand. *International Journal of Poultry Science*, **4(8)**: 523-525.
- Arriero, E., and Fargallo, J.A., 2006.** Habitat structure is associated with the expression of carotenoid-based coloration in nestling blue tits *Parus caeruleus*. *Naturwissenschaften*, **93**: 173-180.
- Atkinson, C.T., and Van Riper, C., 1991.** Pathogenicity and epizootiology of avian haematozoa: *Plasmodium*, *Leucozytozoon* and *Haemoproteus*. In: Loye JE, Zuk M (Eds) Bird-parasite interactions. *Oxford University Press, Oxford*, 19-48 pp.
- Atkinson, C.T., Thomas, N.J., and Hunter, D.B., 2008.** Parasitic Diseases of Wild Birds. *Ed. Wiley-Blackwell, USA*, 595p.
- Bagnouls, S.F., et Gaussen, H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Hist. Nat., Toulouse*, **88**: 93-239.
- Bakaria, F., 2002.** Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction de la population de Giffete moustac *Chlidonias hybridus hybridus* (Pallas, 1811) dans les zones humides du Nord-Est algérien: Cas du lac Tonga. *Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 55p.
- Baker, K., 1997.** Warblers of Europe, Asia and North Africa. *Ed. Princeton University Press, New Jersey*, 400p.
- Barreau, D., Bergier, P., et Lesne, L., 1987.** L'avifaune de l'Oukaïmeden, 2200-3600 m (Haute Atlas, Maroc). *L'Oiseau et la R.F.O.*, **57**: 307-367.
- Barroca, M., 2005.** Hétérogénéité des relations parasites-oiseaux: importance écologique et rôle évolutif. *Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Ecole doctorale Buffo*, 172p.
- Bauchau, V., 1998.** Comparison of parasitism level in two sympatric passerines: The pied flycatcher and the great tit. *Ecoscience*, **5**: 64-171.
- Baziz-Neffah1, F., Bitam, I., Kernif, T., Beneldjouzi, A., Boutellis, A., Berenger, J.M., Zenia, S., et Doumandji, S.E., 2015.** Contribution à la connaissance des ectoparasites d'oiseaux en Algérie. *Parasitisme. Bull. Soc. zool. Fr.*, **140(2)**: 81-98.

- Beaman, M., et Madge, S., 1998.** Guide encyclopédique des oiseaux du paléarctique occidental. *Edition Nathan, Paris, France*, 867p.
- Bennett, G.F., and Campbell, A.G., 1972.** Avian Haemoproteidae, description of *Haemoproteus fallisi n. sp.* and a review of haemoproteids of the family Turdidae. *Can. J. Zool.*, **50**: 1269-1275.
- Benyacoub, S., 1993.** Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El-Kala. (Nord-Est algérien). *Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Dijon*, 202p.
- Benyacoub, S., Louanchi, M., Baba Ahmed, R., Benhouhou, S., Boulahbal, R., Chalabi, B., Haou, F., Rouag, R. et Ziane, N., 1998.** Plan directeur de gestion du parc national d'El-Kala et du complexe de zones humides (Willaya d'El Tarf). *Algérie*, 300p.
- Benyacoub, S., et Chabi, Y., 2000.** Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala. *Revue des sciences et de la Technologie, Synthèse N°7, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 98p.
- Bey Lagoun, I., 1998.** Contribution à l'inventaire des lépidoptères dans le Parc National d'El-Kala. *Mémoire d'Ingénieur d'état, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 36p.
- Blondel, J., 1962a.** Données écologiques sur l'avifaune des monts des ksour (Sahara septentrional). *Terre et vie*, **16**: 209-251.
- Blondel, J., Gaubert, H., et Corman, A., 1985.** Les mécanismes régulateurs de l'investissement dans la reproduction chez la Mésange bleue (*Parus caeruleus L.*) (Aves) en milieu insulaire. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **300**: 673-678.
- Blondel, J., Clamens, A., Cramm, A., Gaubert, H., and Isenmann, P., 1987.** Population studies on tits in mediterranean region. *Ardea*, **75**: 21-34.
- Blondel, J., 1995.** Biogéographie. Approche écologique et évolutive. *Edition Masson, Paris*, 297p.
- Boudeffa, k., Brahmia, Z., and Benyacoub, S., 2014.** Breeding ecology of the Atlas Pied Flycatcher *Ficedula speculigera* in an old oak *Quercus suber* forest in northeastern Algeria. *Bird Study*, **61**:73-81.
- Boudeffa, K., 2015.** Ecologie d'une population de Gobe mouches de l'atlas *Ficedula speculigera* dans la région d'El-Kala: Reproduction, régime alimentaire et parasitose. *Thèse doctorat LMD (3^{ième} cycle), Université Badji Mokhtar, Annaba*, 156p.
- Bouguessa, S., 1993.** Contribution à la bio-écologie des Anisoptères (Odonates) du lac Oubeira. *Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 115p.

- Boulahbal, R., Benyacoub, S., et Giraudoux, P., 2008.** Prédation au nid chez La Mésange bleue *Parus Caeruleus Ultramarinus* L. 1758 dans les subéraies du Nord-Est de L'Algérie. *Bull. Soc. zool. Fr.*, **133(1-3)**: 245-252.
- Boulahbal, R., 2012.** La prédation sur les populations de *Cyanistes caeruleus ultramarinus* (*Paridae, Aves*) dans les forêts du Nord-Est algérien: identité et impact des prédateurs durant la période de reproduction. *Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 139p.
- Boulinier, T., Mariette, M., et Danchin, E., 2005.** La sélection d'un lieu de reproduction. Chapitre 7: 171-198pp. *In* Danchin, E., Giraldeau, L.A., et Cézilly, F., *Ecologie comportementale, cours et questions de réflexion. Ed. Dunod, Paris*, 637p.
- Bourée, P., 1989.** Dictionnaire de parasitologie. *Ed., Ellipses, Paris*, 126p.
- Bouslama, Z., Chabi, Y., and Lambrechts M.M., 2001.** Chicks resist high parasite intensities in Algerian population of blue tits. *Ecoscience* **8(3)**: 320-324.
- Bouslama, Z., Lambrechts, M.M., Ziane, N., Djenidi, R., and Chabi, Y., 2002.** The effect of nests ectoparasites on parental provisioning in a north African population of blue tits. *Ibis*, **144**: 73-78.
- Bousslam, Z., Khelfaoui, F., Belabed, A., et Gregoire, A., 2006.** Stratégie comportementale adaptée par un modèle d'oiseau sauvage pour pallier à l'impact de l'ectoparasitisme, le Merle noir (*Turdus merula mauritanicus*) nichant à basse altitude du Nord-Est algérien. N° spécial: 2^{ème} Colloque Euro-méditerranéen de Biologie Environnement. Mésogée, Volume 62.
- Brahmia, Z., 2002.** Rôle fonctionnel du lac Oubeira et du lac El Mellah pour les oiseaux marins (Parc National d'El-Kala). *Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 80p.
- Brahimia, Z., Dziri, H., Benyacoub, S., Chabi, Y., and Banbura, J., 2003.** Breeding ecology of Algerian woodchat shrikes *Lanius senator*: low breeding success. *Folia Zool.*, **52(3)**: 309-316.
- Breistøl, A., Högstedt, G., and Lislevand, T., 2015.** Pied Flycatchers *Ficedula hypoleuca* prefer ectoparasite-free nest sites when old nest material is present. *Ornis Norvegica*, **38**: 9-13.
- Bush, A.O., Fernández, J.C., Esch, G.W., and Seed, J.R., 2001.** Parasitism, the diversity and ecology of animal parasites. *Cambridge University Press*, 531p.

- Campbell, W.T., 1994.** Hematology. *In*: Branson, W.R., Harrison, J.G. et Harrison, R.L., Avian Medicine: principles and application. *Ed. Wingers, Lake Worth Florida*, 176-198.
- Cassier, P., Brugerolle, G., Combes, C., Grain, J., et Raibaut, A., 1998.** Le parasitisme, un équilibre dynamique. *Edition Masson, Paris*, 366p.
- Chabi, Y., Benyacoub, S., Isenmann, P., and Samraoui, B., 1995.** Breeding Ecology of the North-African Blue Tit *Parus caeruleus ultramarinus* in Two Semi-Evergreen Oak Forests in Algeria. *Rev. Ecol., (Terre and Vie)*, **50**: 133-140.
- Chabi, Y., et Isenmann, P., 1997.** La reproduction de la Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* dans les subéraies *Quercus suber* à différentes altitudes en Algérie. *Alauda*, **1**: 13-18.
- Chabi, Y., 1998.** Biologie de la reproduction des Mésanges dans les chênaies du Nord-est de l'Algérie. *Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 162p.
- Chabi, Y., Benyacoub, S., et Ziane, N., 2001.** Performance reproductives des populations algériennes de la Mésange charbonnière *Parus major* qui nichent à l'extrême Sud de leur aire de distribution de géographique. *Revue des sciences et de la Technologie, Synthèse N°9, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 25-46.
- Chiheb, K., 2017.** Ecologie du Moineau Espagnol (*Passer hispaniolensis*, Temminck 1820) dans le Nord-Est algérien. *Thèse doctorat LMD (3^{ième} cycle), Université Badji Mokhtar, Annaba*, 105p.
- Clamens, A., 1988.** Déterminants écologiques de la date de ponte et de la grandeur de ponte de la Mésange bleue *Parus caeruleus*: Le cas de la chênaie de Chênes verts. *PhD doctorat, Université de Montpellier, France*.
- Clamens, A., and Isenmann, P., 1989.** Effect of supplemental food on the breeding of Blue and Great Tits in mediterranean habitats. *Orn. Scand.*, **20**: 36-42.
- Clamens, A., 1990.** Influence of Oak *Quercus* leafing on Blue Tits *Parus caeruleus* laying date in Mediterranean habitats. *Acta Oecologica*, **11(4)**: 539-544.
- Clayton, D.H., and Moore, J., 1997.** Host-parasite evolution: general principles and avian models. *Oxford University Press, Oxford*, 473p.
- Cramm, P., 1982.** La reproduction des Mésanges dans une chênaie verte du Languedoc. *L'Oiseau et R. F. O.*, **52**: 347-360.
- Cramp, S., 1992.** The birds of the Western Palearctic. *Vol. VI, Oxford University Press, Oxford*, 899p.

- Cramp, S., Brooks, D.J., Dunn, E., Guillmor, R., Hall-Craggs, J., Hollom, P.A.D., Nicholson, E.M., Ogilvie, M.A., Rosellaar, C.S., Seljar, P.J., Simmons, K.E.L., Snow, D.W., Vincent, D., Wallace, D.I.M., and Wilson M.G., 1992.** Handbook of the Birds of Europe, the middle eas and North Africa, the Birds of the Western Palearctic. *Vol. VI, Oxford University Press, Oxford, 728p.*
- Cramp, S., et Perrins, C.M., 1994.** The birds of the Western Palearctic. *Vol. VIII, Oxford University Press, Oxford, 728p.*
- Cyprich, D., Krumpal, M., and Pinowski, J., 1997.** Fleas (Siphonaptera) in the nests of sparrows *Passer domesticus* and *Passer montanus* in suburban villages of Warsaw (Poland). *Intern. Stud. Sparrows, 24:* 23-35.
- Dadet, J.P., Addadi, K. et Belazzoug, S., 1984.** Les Phlébotomes (Diptera, Psychodidae) d'Algérie. *Cah. O.R.S.T.O.M, sér. Ent.. méd. et Paradol., 21(2):* 99-127.
- Daget, P., 1977.** Le bioclimat méditerranéen: analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Végétation, 34(2):* 87-103.
- Danchin, E., and Wagner, R.H., 1997.** The evolution of coloniality: the emergence of new perspectives. *Trends in Evolution and Ecology, 12:* 342-347.
- Darling, F.F., 1938.** Birds flock and breeding cycle; a contribution of the study of avian sociality. *Macmillan. Oxford, England.*
- De Belair, G., 1990.** Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre complexes lacustres et marécageux (El-Kala, Est algérien). *Thèse de doctorat, Université du languedoc, 193p.*
- Del Hoyo, J., Elliot, A., and Argatal, J., 1996.** Handbook of the birds of the word. *Lynx Edicions, Barcelona.*
- Dhondt, A.A., Eyckerman, R., Moermans, R., and Hubl, J., 1984.** Habitats and laying date of the Great and Blue tit, *Parus major* and *Parus caeruleus*. *Ibis, 126:* 388-397.
- Djellab, S., 1993.** Inventaire et écologie des syrphidés (Ordre: *Diptera*) dans le Parc National d'El-Kala. *Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba, 184p.*
- Djenidi, R., Bouslama, Z., Benyacoub, S., Houhamdi, M., Soualah Alila, H., et Belabed, A., 2011.** Etat de santé des poussins de la Mésange maghrébine *Cyanistes teneriffae*. *Alauda, 79(1):* 65-78.
- Doumandji, S., et Doumandji-Mittiche, B., 1994.** Ornithologie appliquée à l'agronomie et à la sylviculture. *Edition O.P.U., 124p.*

- Draber-Monko, A., 1997.** *Protocalliphora azurea* (Diptera, Calliphoridae) and other insects found in nests sparrows, *Passer domesticus* (L.) and *Passer montanus* (L.) in the vicinity of Warsaw. *Intern. Stud. Sparrows*, 22-23: 3-10 Fena,P.
- Drachmann, J., Komdeur, J., and Boomsma J.J., 1997.** Copulation behaviour in the Linnet *Carduelis cannabina* and the insemination window hypothesis. *Journal of Avian Biol.*, **28**: 191-196.
- Drachmann, J., Broberg, M.M., and Sjøgaard, P., 2002.** Nest predation and semicolonial breeding in Linnets *Carduelis cannabina*. *Bird Study*, **49**: 35-41.
- Eggers, S., Griesser, M., Nystrand, M., and Ekman, J., 2006.** Predation risk induces changes in nest site selection and clutch size in the Siberian jay. *Proceeding on the Royal Society of London, Series B* **273**: 701-706.
- Emberger, L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. *Rec. Tr. Lab. Bot. Go. Zoo. Fac. Sci., Montpellier, ser Bot.*, **7**: 3-43.
- Etchécopar, R.D., et Hüe, F., 1964.** Les oiseaux du Nord de l'Afrique. *Ed. N. Boubée et Cie. Paris*, 606p.
- Fena, P., and Pinowski, J., 1997.** The mites (Acarina: Mesostigmata) in the nests of sparrows, *Passer domesticus* and *Passer montanus* in suburban villages of Warsaw. *Intern. Stud. Sparrows*, **24**: 37-47.
- Forstmeier, W., and Weiss, I., 2004.** Adaptive plasticity in nest-site selection in response to changing predation risk. *Oikos*, **104**: 487-499.
- Gajdos, P., Kristofik, J., and Sustek, Z., 1991.** Spiders (Araneae) in the birds nest in Slovakia. *Biologia, Bratislava*, **46**: 887-905.
- Gilbert, G., and Wheeler, T.A., 2007.** Systematics and ecology of the genus *Neossos* (Diptera: Heleomyzidae), nest associates of birds. *Annals of the Entomological Society of America*, **100**: 609-616.
- Gilles, H.M., and Warrell, D.A., 1993.** Bruce-Chwatt's essential malariology. *Third edition, London*.
- Godfrey, R.D., Fedynich, A.M., and Pence, D.B., 1987.** Quantification of hematozoa in blood smears. *J. Wildl. Dis.*, **23**: 558-565.
- Gooders, J., et Lesaffre, G., 1998.** Guide des oiseaux d'Europe. *Ed. Delachaux et Niestlé, Paris*, 736p.
- Gosling, P.J., 2005.** Dictionary of parasitology. *Ed., Taylor and Francis, London*, 394p.

- Greenwood, J.G.D., and Hubbart, S.F., 1979.** Breeding in Blue Tit in relation to food supply. *Scott. Birds*, **10**: 268-271.
- Greiner, E.C., Bennett, G.F., White, E.M., and Coombs, R.F., 1975.** Distribution of the avian hematozoa of North American. *Canadian Journal of Zoology*, **53**:1762-1787.
- Greiner, E.C., and Ritchie, B.W., 1994.** Parasites. In Branson, W.R., Harrison, J.G., and Harrison, R.L., Avian Medicine: principles and application. *Ed. Wingers, Lake Worth Florida*, 1009-1029.
- Grimaldi, D., 1997.** The bird flies, genus *Carnus*. Species revision, generic relationships and a fossil *Meoneura* in amber (Diptera: Carnidae). *American Museum Novitates*, **3190**: 1-30.
- Haltenorth, T., et Diler, H., 1977.** Mammifères d'Afrique et de Madagascar. *Ed., Delachaux et Niestle*, 397p.
- Hawkey, C.M., and Dennett, T.B., 1989.** A colour atlas of comparative veterinary haematology. *Ed. Wolfe publishing limited, London*, 192p.
- Heim de Balsac, H., 1926.** L'Ornithologie du Sahara central et du Sud-Algérien. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de L'Afrique du Nord*, 127p.
- Heim de Balsac, H., 1936.** Biogéographie des Mammifères et des Oiseaux de l'Afrique du Nord. *Pres. Univ. Fran. Paris*, 446p.
- Heim de Balsac, H., 1952.** Rythme sexuel et fécondation chez les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique. *Alauda*, **20**: 213-242.
- Heim de Balsac, H., et Heim de Balsac, T., 1954.** De l'Oued Sous au fleuve Sénégal. Oiseaux reproducteurs. Particularités écologiques. Distribution. *Alauda*, **22**: 145-205.
- Heim de Balsac, H., et Mayaud, N., 1962.** Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique. Distribution géographique, Ecologie, Migration, Reproduction. *Lechevalier, Paris, France*, 487p.
- Hicks, E.A., 1959.** Checklist and Bibliography on the Occurrence of Insects in Birds Nests. *Iowa State College Press, Ames, Iowa*.
- Högstedt, G., 1981.** Should there be a positive or negative correlation between survival of adults in bird population and their clutch size?. *Am. Nat.*, **118**: 568-571.
- Hůrak, P., Ots, I., Vellau, H., Spottiswoode, C., and Møller, A.P., 2001.** Carotenoid based plumage coloration reflects hemoparasite infection and local survival in breeding great tits. *Oecologia*, **126**: 166-173.

- Hoysak, D.J., and Weatherhead, P.J., 1991.** Sampling blood from birds: a technique and an assessment of its effect. *Condor*, **93**: 746-752.
- Hoyt, D.F., 1979.** Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *The Auk*, **96**: 73-77.
- Hugon, A., 2015.** Réalisation d'une clef de détermination des espèces de poux présentes Sur La Poule Domestique *Gallus Gallus Domesticus*. *Thèse de doctorat, Université Claude-Bernard, Lyon I*, 254p.
- Hunter, M., 1999.** Maintaining Biodiversity in forest Ecosystems. *Cambridge University Press, UK*.
- Isenmann, P., 1987.** Geographical variation in clutch size: the example of the Blue Tit *Parus caeruleus* in the mediterranean area. *Vogelwarte*, **34**: 93-99.
- Isenmann, P., et Moali, A., 2000.** Oiseaux d'Algérie (Birds of Algeria). *Édit. Société d'Études Ornithologiques de France, Paris*, 336p.
- Isenmann, P., Gaultier, T., El Hlili, A., Azafzaf, H., Dlensi, H., et Smart, M., 2005.** Oiseaux de Tunisie (Birds of Tunisia). *Édit. Société d'Études Ornithologiques de France, Paris*, 432p.
- Iwasa, M., Hori, K., and Aoki, N., 1995.** Fly fauna of bird nests in Hokkaido, Japan (Diptera). *Canadian Entomologist*, **127**: 613-621.
- Jarninen, A., and Väisänen, R.A., 1983.** Egg size and related reproductive traits southern passerine *Ficedula hypoleuca* breeding in an extreme norther environment. *Ornis Scand.*, **14**: 253-262.
- Joleaud, L., 1936.** Etude géologique région de Bône et de la calle. *Source gallica.bnf.fr/ Bibliothèque nationale de France*, 200p.
- Jones, P.J., 1972.** Food as a proximate factor regulating the breeding season of the Great Tit *Parus major*. In *Proc. XVth. Int. Orn. Cong.* (eds Voous, K.H.). The Hague. 657-658.
- Jonson, L., 1992.** Birds of Europe. *Ed. Helm, London*, 558p.
- Källander, H., 1974.** Advancement of laying of Great Tits by the provision of food. *Ibis*, **116**: 365-367.
- Kharitonov, S.P., and Siegel-Causey, D., 1988.** Colony formation in seabirds. In *Current ornithology*, Volume 5.

- Khelfaoui, F., Bouslam, Z., Becir, F., et Belabed, A., 2006.** Etude comparée de la phénologie de reproduction du Merle noir (*Turdus merula mauritanicus*) nichant en milieu urbain et forestier dans le Nord-Est algérien. N° spécial : 2^{ième} Colloque Euro-méditerranéen de Biologie Environnement. Mésogée, Volume 62.
- Koskimies, J., 1948.** On temperature regulation and metabolism in the Swift, *Micropus a. apus* L., during fasting. *Experientia*, **4**: 274-282.
- Kouidri, M., Ouakid, M.L., et Houhamdi, M., 2012.** Biologie de la reproduction de la Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina* dans l'Atlas saharien (Aflou, Algérie). *Alauda*, **80**: 117-124.
- Kouidri, M., 2013.** Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse de la région de l'Atlas saharien. *Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 152p.
- Kouidri, M., Adamou, A.E., Bañbura, A., Ouakid, M.L., Chabi, Y., Bañbura, J., 2015.** High egg size variation in African Blue Tits *Cyanistes caeruleus ultramarinus* on the periphery of species range. *Acta Ornithol*, **50(2)**: 205-212.
- Kouidri, M., Adamou, A.E., Madhi, L., Ouakid, M.L., et Libois, R., 2016.** Données numériques sur la reproduction du Verdier d'Europe *Carduelis chloris* dans la région de Djebel amour (Atlas saharien, Algérie). *Alauda*, **84(2)**: 105-110.
- Krasnov, B.R., Shenbrot, G.I., Khokhlova, I.S., and Degen, A.A., 2004.** Flea species richness and parameters of host body, host geography and host 'milieu'. *Journal of Animal Ecology*, **73**: 1121-1128.
- Kristofik, J., Masan, P., Sustek, Z., and Gajdos, P., 1993.** Arthropods in the nest of penduline tit *Remiz pendulinus*. *Biologia, Bratislava*, **48**: 493-505.
- Kristofik, J., Sustek, Z., and Gajdos, P., 1994.** Arthropods in the nest of the Sand Martin *Riparia riparia* L. in South Slovakia. *Biologia, Bratislava*, **50**: 557-570.
- Kristofik, J., Masan, P., and Sustek, Z., 1995.** Arthropods in the penduline tit *Remiz pendulinus* nests: occurrence and abundance in different breeding phases. *Biologia, Bratislava*, **50**: 487-493.
- Kristofik, J., Masan, P., and Sustek, Z., 1996.** Ectoparasites of bee-eater *Merops opiaster* and arthropods in its nest. *Biologia, Bratislava*, **50**: 557-570
- Kristofik, J., and Masan, P., 1996.** Population structure changes of *Dermanyssus hirundinis* and *Ornithonyssus sylvarium* (Acarina, Mesostigmata) in the penduline tit *Remiz pendulinus* nests during the breeding period. *Biologia, Bratislava*, **51**: 519-529.
- Lack, D., 1950.** The breeding seasons of European birds. *Ibis*, **92**: 288-316.

- Lack, D., 1954.** The natural regulation of animal numbers. *Clarendon Press. Oxford.*
- Lack, D., 1966.** Population Studies of Birds. *Clarendon Press, Oxford, England.*
- Lack, D., 1968.** Ecological adaptations for breeding in birds. *Methuen. London.*
- Little, J. A., 1980.** On eggs collected in Morocco. *Bull. Jordain Soc., 9:* 175-179.
- Lysenko, A.JA., and Beljaev A.E., 1969.** An analysis of the geographical Distribution of *Plasmodium ovale*. *Bull. Wld. Hlth. Org., 40:* 380-394.
- Macleod, C.J., Parish, D.M.B., and Hubbard, S.F., 2014.** Habitat associations and breeding success of the Chaffinch *Fringilla coelebs*: Capsule Population trends for Chaffinch on farmland are unlikely to be explained by their preference for non-crop habitats alone. *Bird Study, 51(3):* 239-247.
- Mammeria, A.B., 2013.** Abundance de la Cigogne blanche *Ciconia ciconia* dans le Nord-Est algérien et parasitisme. *Thèse de doctorat, Université d'El-Tarf, 179p.*
- Margolis, L., Esch, G.W., Holmes, J.C., Kuris A.M., and Shad G.A., 1982.** The use ecological termes in parasitology (Report of an ad hoc commitee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology, 68:* 131-133.
- Marre, A., 1987.** Etude géomorphologique du Tell oriental algérien de Collo à la frontière Tunisienne. *Univ. Aise. Marseille II. U.E.R. de géographie, 559p.*
- Martin, T.E., 1987.** Food as limit on breeding birds: a life-history perspective. *Ann. Rev. Ecol. Syst., 18:* 453-487.
- Martin, L.B., Scheuerlein, A., and Wikelski, M., 2003.** Immune activity elevates energy expenditure of house sparrows: A link between direct and indirect costs? *Proceedings of the Royal Society of London, Series B 270:*153-158.
- Marzal, A., de Lope, F., Navarro, C., and Møller, AP., 2005.** Malarial parasites decrease reproductive success: an experimental study in a passerine bird. *Oecologia, 142:* 541-545.
- Masan, P., and Kristofik, J., 1993.** Mites and ticks (Acarina: Mesostigmata et Ixodida) from the nests of *Riparia L.* in South Slovakia. *Biologia, Bratislava, 48:* 155-162.
- Masan, P., and Kristofik, J., 1995.** Mesotigmatid mites (Acarina: Mesostigmata) in the nests of penduline tit *Remiz pendulinus*. *Biologia, Bratislava, 50:* 481-485.
- McAtee, W.L., 1927.** Notes on insect inhabitants of bird houses. *Proceedings of the Entomological Society of Washington , 29:* 87-90.

- Merino, S., Moreno, J., Sanz, J.J., and Arriero, E., 2000.** Are avian blood parasites pathogenic in the wild? A medication experiment in blue tits (*Parus caeruleus*). *Proc.R. Soc. Lond. B*, **267**: 2507-2510.
- Mestari, M., Khelil, M.A., Reynaud, P.A., et Mesli, L., 2013.** Suivi de reproduction des espèces oiseaux nichant sur les vergers d'olivier de la wilaya de Tlemcen (Nord-Ouest algérien). *Rev. Ecol. Envir.*, **9**: 1-6.
- Møller, A.P., 1990.** Effects of parasitism by a haematophagous mite on reproduction in the barn swallow. *Ecology*, **71**: 2345-2357.
- Møller, A.P., 1994.** Parasites as an environmental component of reproduction in birds as exemplified by the swallow *Hirundo rustica*. *Ardea*, **82**:161-172.
- Moreno, J., Merino, S., Lobato, E., Ruiz-de-Castañeda, R., Martínez-de la Puente, J., Del Cerro, S., and Rivero-de-Aguilar, J., 2009.** Nest-dwelling ectoparasites of two sympatric hole-nesting passerines in relation to nest composition: an experimental study. *Ecoscience*, **16**: 418-427.
- Neubig, J.P., and Smallwood, J.A., 1999.** The significant others of American Kestrels: cohabitation with arthropods. *Wilson Bull.*, **111**: 269-271.
- Newton, I., 1964.** The breeding biology of the Chaffinch. *Bird Study*, **11**: 47-68.
- O'connor, R.J., 1978.** Brood reduction in birds: selection for fratricide, infanticide and suicid?. *Anim. Behave.*, **26**: 79-96.
- Ojanen, M., 1983.** Effects of laying sequence and ambient temperature on the composition of eggs of the Great Tit *Parus major* and Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Ann. Zool. Fennici*, **20**: 65-71.
- Ouchtati, N., 1993.** Inventaire et écologie des Cicindelidae (Ordre: *Coleoptera*) du Parc National d'El-Kala. *Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 145p.
- Oulmouhoub, S., 2002.** Contribution à l'étude des subéraies de la région d'El-Kala: dynamique post-incendie des successions végétales et leurs biodiversités. *Mémoire de Magister, I.N.A., El Harrache, Alger*, 88p.
- Ozenda, P., 1982.** La végétation dans la biosphère. *Ed., Masson*, 335p.
- Peirce, M.A., 2005.** A checklist of the valid avian species of *Babesia* (Apicomplexa: Piroplasmorida), *Haemoproteus*, *Leucocytozoon* (Apicomplexa: Haemosporida), and *Hepatozoon* (Apicomplexa: Haemogregarinidae). *Journal of Natural History*, **39**: 3621-3632.
- Perrins, C.M., 1970.** Timing of birds breeding seasons. *Ibis*, **112**: 242-255.

- Perrins, C.M., and Birkhead, T.R., 1983.** Avian Ecology. *Blackie*, 232p.
- Perrins, C.M., and Mc Cleery, R.H., 1989.** Laying date and clutch size in great tits. *Wilson Bull.*, **101**: 236-253.
- Perrins, C.M., 1990.** Factors affecting clutch size in Great Tit and Blue Tit. In Blondel, J., Gosler, A.G., Lebreton, J.D., and Mc Cleery, R.H., (eds). Population biology of passerine birds. An intergrate approach. *Springer-Verlag, Berlin*, 117-120.
- Perrins, C.M., 1993.** Fauvettes et Gobe mouches. 192-195. In Forshaw. J., Le grand livre des oiseaux. *Ed. Bordas, Paris*, 240p.
- Peterson, R., Mountfort, G., Holloml, P.A.D., et Geroudet, P., 1997.** Guide des oiseaux de France et d'Europe. *Ed. Delachaux et Niestlé, Paris*, 534p.
- Pikula, J., 1976.** Eggs size in relation to weight and egg laying female *Turdus merula* and *turdus philomelos*. *Zoo. Listy.*, **25**: 65-72.
- Pinot, A., 2009.** Influence de la densité et de l'habitat sur la repartition spatial d'une espèce. *Mémoire de master II. Université de Poitiers*, 38p.
- Prévost, P., 1999.** Les bases de l'agriculture. 2ème Ed., *Technique et documentation, Paris*, 243p.
- Price, P.W., 1980.** Evolutionary biology of parasites. *Princeton University Press, Princeton, New Jersey*.
- Price, P.W., and Clancy, K.M., 1983.** Patterns in number of helminth parasite species in freshwater fishes. *J. Parasitol.*, **69**: 449-454.
- Quezel, P., et Santa, S., 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Ed., CNRS, Paris (T1 et T2)*, 1170p.
- Raharimanga, V., Saula F., Raherialalao, M.J., Coodman, S.M., Sadonès, H., Tall A., Randrianariveლოსია, M., Raharimalala, L., duchemin, J.B., Arieý, F., et Robert, V., 2002.** Hémoparasites des oiseaux sauvages à Madagascar. *Arch. Inst. Pasteur de Madagascar*, **68(1-2)**: 90-99.
- Ramdani, K., 2007.** Etude de la biologie de deux espèces de passereaux: le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* et la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala* dans une subéraie du Nord-Est algérien. *Mémoire de magister, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 51p.
- Remeš, V., and Krist, M., 2005.** Nest design and the abundance of parasitic Protocalliphora blow flies in two hole-nesting passerines. *Ecoscience*, **12**: 549-553.

- Riley, C., 2000.** The arthropod nest fauna of House Sparrows and Tree Swallows in southern Quebec. *M.Sc. Thesis, McGill University, Montreal.*
- Roff, D.A., 1992.** The evolution of Life Histories. *Chapman and Hall, New York.*
- Rouag, R., et Benyacoub, S., 2006.** Inventaire et écologie des reptiles du Parc national d'El-Kala (Algérie). *Bull. Soc. Herp. Fr.*, **117**: 25-40.
- Rouag-Ziane, N., et Chabi, Y., 2008.** Écologie de la reproduction de la Mésange bleue *Cyanistes caeruleus ultramarinus* dans un habitat caducifolié : Caractérisation du régime alimentaire et inventaire des ectoparasites. *Revue Synthèse des sciences et de la Technologie*, **17**: 14-24.
- Rouag-Ziane, N., 2010.** Stratégies adaptatives des Mésanges bleues *Cyanistes caeruleus untramarinus* (L. 1758) dans les chênaies du Nord-Est algérien: effet de la richesse du milieu sur les traits d'histoire de vie. *Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 127p.
- Sanz, J.J., Arriero, E., Moreno, J., and Merino, S., 2001a.** Female hematozoan infection reduces hatching success but not fledging success in pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Auk*, **118**: 750-755.
- Sanz, J.J., Arriero, E., Moreno, J., and Merino, S., 2001b.** Interactions between hemoparasite status and female age in the primary reproductive output of pied flycatchers. *Oecologia*, **126**: 339-344.
- Schoenenberger, A., 1972.** Contribution à l'étude de l'avifaune estivale des massifs du Chéla et des Beni Imloul, Algérie. *Alauda*, **40**: 23-26.
- Séguy, E., 1923.** Diptères Anthomyides: Faune de France. *Ed. O.C.F, Paris*, 393p.
- Séguy, E., 1934.** Diptères (Brachycères Muxidae Acalyptée et Scatophagidae): Faune de France. *Ed. O.C.F, Paris*, 831p.
- Séguy, E., 1944.** Insectes ectoparasites (Mallophages, Anoploures, Siphonaptère): Faune de France. *Ed. O.C.F. Paris*, 681p.
- Shaw, D.J., Grenfell, B.T., and Dobson, A.P., 1998.** Patterns of macroparasite aggregation in wildlife host populations. *Parasitology*, **117**: 597-610.
- Siegel-Causey, D., and Kharitonov, S.P., 1991.** The evolution of coloniality. *Current ornithology*, **7**: 285-330.
- Slagsvold, T., 1976.** Annual and geographical variation in the time of breeding of the Great Tit and the pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca* in relation to environmental phenology and spring temperature. *Ornis. Scand.*, **7**: 127-145.

- Smith, J.N.M., Montgomerie, M.J., and Yom-Tov, Y., 1980.** A winter feeding experiment on an island sparrow population. *Oecologia*, **47**: 164-170.
- Sol, D., Jovani, R., and Torres, J., 2003.** Parasite mediated mortality and host immune response explain age-related differences in blood parasitism in birds. *Oecologia*, **135**: 542-547.
- Stearns, S.C., 1987.** The evolution of sexe and its consequence. *Birkhäuser Verlag, Basel. Boston*, 403p.
- Stearns, S.C., 1992.** The evolution of Life Histories. *Oxford University Press, Oxford*, 249p.
- Stewart, P.H., 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Doc. Inst. Nat. Agro., El Harrache*, 24p.
- Tabib, R., 2017.** Etude de la bio-écologie (reproduction, régime alimentaire, parasite) des oiseaux nicheurs dans les Oasis de Biskra. *Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba*, 191p.
- Tella, J.L., Blanco, G., Forero, M.G., Gajón, Á., Donazar, J.A., and Hiraldo, F., 1999.** Habitat, world geographic range, and embryonic development of hosts explain the prevalence of avian hematozoa at small spatial and phylogenetic scales. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, **96**: 1785-1789.
- Tella, J.L., Rodriguez-Estrella, R., and Blanco, G., 2000.** Louse Flies on Birds of Baja California. *Journal of Wildlife Diseases*, **36(1)**: 154-156.
- Thévenot, M., Vernon, R., and Bergier, P., 2003.** The birds of Morocco. *British Ornithologists' Union and British Ornithologists' Club*, 594p.
- Toubal, O.S., 1986.** Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale). Cartographie au 1/25000 USTM. *Thèse de doctorat, Université de Grenoble*, 111p.
- Tryjanowski, P., Baraniak, E., Bajaczyk, R., Gwiazdowicz, D.J., Konwerski, S., Olszanowski, Z., and Szymkowiak, P., 2001.** Arthropods in nest of the red-backed shrike *Lanius collurio* in Poland. *Belg. J. Zool.*, **131(1)**: 69-74.
- Uhlig, R., 1994.** Ornithologische Frühjahrsnotizen aus Tunessien. *Ornithologische Mitteilungen*, **46**: 40-50.
- Valkiūnas, G., 2005.** Avian malaria parasites and other Haemasporidae. *New York: CRC press*, 923p.
- Van Balen, J.H., 1973.** A comparative study of Great Tit *Parus major* in different habitats. *Ardea*, **61**: 1-93.

- Van Riper, C., Van Riper, S.G., Goff, M.L., and Laird, M., 1986.** The epizootiology and ecological significance of malaria in Hawaiian land birds. *Ecol. Monogr.*, **56**: 327-344.
- Vielliard, J., 1978.** Le Dendrocygne fauve *Dendrocygna bicolor* dans le Paléarctique. *Alauda*, **46**: 178-180.
- Von' Bromssen, A., and Jansson, C., 1980.** Effect of food addition to Willow Tit *Parus montanus* and Crested Tit *Parus cristatus* at the time of breeding. *Ornis. Scand.*, **11**: 173-178.
- Von'Haartmann, L., 1969.** The nesting habitat of Finnish birds. *Proc. Int. Orn. Congr.*, **13**: 611-619.
- Wall, R., and Shearer, D., 2001.** Veterinary Ectoparasites : Biology, Pathology and Control. *Second Edition, Blackwelle Science*, 262p.
- Wallace, B.R., and Nicolaas, A.M.V., 1996.** Are avian ectoparasites more numerous in nest boxes with old nest material? *Can. J. Zool.*, **74**: 1819- 1825.
- Ward, P., and Zahavi, A., 1973.** The importance of certain assemblages of birds as "informationcentres" for food-finding. *Ibis*, **115**: 517-534.
- Wasylik, A., 1971.** Nest type and abundance of mites. *Ekol. Pol.*, **19**: 689-699.
- Weidinger, K., 2001.** Laying dates and clutch size of open-nesting passerines in the Czech Republic: a comparison of systematically and incidentally collected data. *Bird Study*, **48**: 38-47.
- Whiteman, N.K., Sanchez, P., Merkel, J., Klompen, H., and Parker, P.G., 2006.** Cryptic host specificity of an avian skin mite (Epidermoptidae) vectored by louseflies (Hippoboscidae) associated with two endemic Galapagos bird species. *J. parasitol.*, **92(6)**:1218-1228.
- Whitman, J.S., and Wilson, N., 1992.** Incidence of louse-flies (Hippoboscidae) in some Alaskan birds. *North American Bird Bander*, **17**: 65-68.
- Wiggins, D.A., 1990.** Sources of variation in eggs mass of tree Swallows *Tachycineta bicolor*. *Ornis Scand.*, **21**: 157-160.
- Wittenberger, J. F., and Hunt, G.L., 1985.** The adaptive significance of coloniality in birds. *Avian Biology*, **8**: 1-78.
- Wolfgang, D., et Werner, R., 2009.** Guide des insectes: La description, l'habitat, les mœurs. *Edition, Delachaux et Niestlé, Paris*, 237p.
- Young, K.E., Franklin, A.B., and Ward, J.P., 1993.** Infestation of Northern spotted owls. *Journal of Wildlife Diseases*, **29**: 278-283.

Zandt, H., Strijkstra, A., Blondel, J., and Van Balen, H., 1990. Food in two Mediterranean Blue Tit populations: Do differences in caterpillar availability explain differences in timing of the breeding season? In Blondel, J., Gosler, A.G., Lebreton, J.D., and Mc Cleery, R.H., (eds). Population biology of passerine birds. An intergrate approach. *Springer-Verlag, Berlin*. 145-155.

Annexes



Mâle du Pinson des arbres *Fringilla coelebs africana*
(Photo prise par RAMDANI K. 2017).



Nid du Pinson des arbres avec
deux œufs
(Photo prise par RAMDANI K. 2017).



Nid du Pinson des arbres avec
un œuf et quatre oisillons
(Photo prise par RAMDANI K. 2016).



Chêne liège *Quercus suber*



Olivier *Olea europaea*

Différents supports de construction des nids chez le Pinson des arbres

Fringilla coelebs africana

(Photos prises par RAMDANI K. 2016 et 2017).



Femelle de Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala melanocephala*
(Photo prise par RAMDANI K. 2016).



Nid de la Fauvette mélanocéphale avec
trois œufs
(Photo prise par RAMDANI K. 2016).



Nid de la Fauvette mélanocéphale avec
un œuf et deux oisillons
(Photo prise par RAMDANI K. 2016).



Liane
Clematis vitalba



Filaire
Phillyrea angustifolia



Aubépine monogyne
Crataegus monogyna



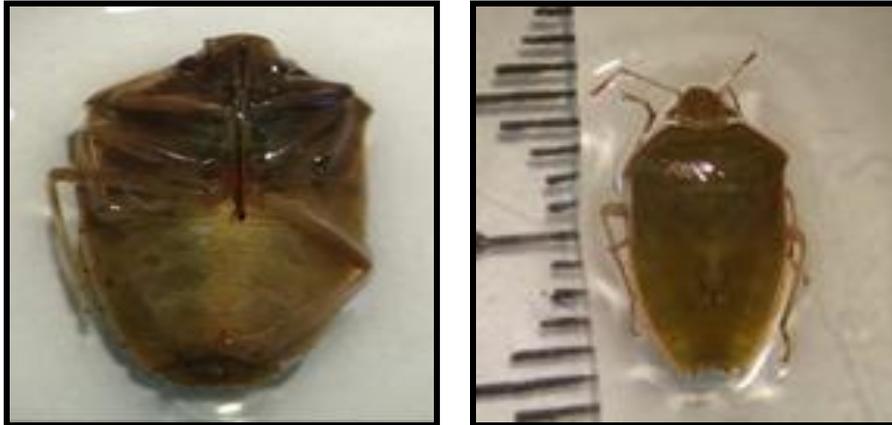
Myrthe
Myrtus communis

Quelques supports de construction des nids chez la Fauvette mélanocéphale
Sylvia melanocephala melanocephala

(Photos prises par RAMDANI K. 2016 et 2017).



Quelques spécimens
de la faune non parasitaire (Ordre: Coléoptères)
observés sous loupes binoculaires
à différents grossissement dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2016 et 2017).



Vue ventro-dorsale de *Acrosternum heegeri*,
de la faune non parasitaire (Ordre: Hémiptères) observé sous
loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2016).



Vue ventro-dorsale de *Lygaeus saxatilis*,
de la faune non parasitaire (Ordre: Hétéroptères) observé sous
loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2017).



Vue ventro-dorsale de *Isopoda sp.*
de la faune non parasitaire (Ordre: Isopodes) observé sous
loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2017).



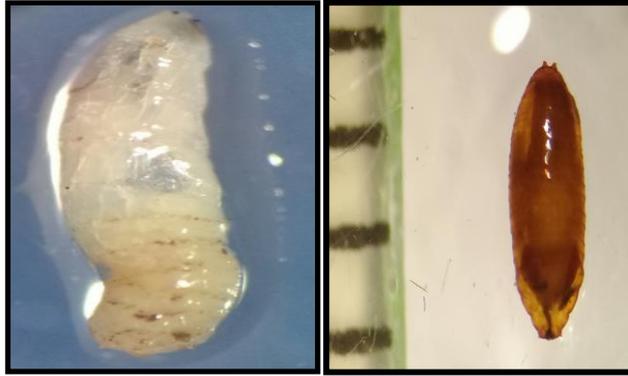
Quelques spécimens
de la faune non parasitaire (Ordre: Araignées) observés sous
loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2016 et 2017).



Vue ventro-dorsale d'une espèce
de la faune non parasitaire (Ordre: Blattoptères) observé sous
loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2017).



Les stations d'étude
(Photos prises par RAMDANI K. 2016).



Larve et pupa de la mouche *Ornithomya fringillina*
observé sous loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2017).



Mouche du *Protocalliphora sp.*
observé sous loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2016 et 2017).



Vue ventro-dorsale de quelques spécimens des mites *Dermanyssus sp*
observé sous loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2017).



Vue ventro-dorsale d'une larve de tique *Ixodes sp.*
observé sous loupes binoculaires dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2017).



Poux du *Menepon sp.*
observé sous loupes binoculaires dans les nids
(Photo prise par RAMDANI K. 2016).

Ectoparasites observés sous loupes binoculaires à différents grossissement dans les nids
(Photos prises par RAMDANI K. 2016 et 2017).

ARTICLE

Breeding biology of the chaffinch *Fringilla coelebs africana* in the El Kala National Park (North East Algeria)

K. Ramdani, M. Kouidri, M. L. Ouakid, M. Houhamdi

K. Ramdani, K., Kouidri, M., Ouakid, M. L., Houhamdi, M., 2019. Breeding biology of the chaffinch *Fringilla coelebs africana* in the El Kala National Park (North East Algeria). *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 17: 109–121, Doi: <https://doi.org/10.32800/amz.2019.17.0109>

Abstract

Breeding biology of the chaffinch *Fringilla coelebs africana* in the El Kala National Park (North East Algeria). This work focused on monitoring the reproductive phenology of the Chaffinch *Fringilla coelebs africana* for two successive seasons (2016 and 2017) in the mountains of the El Kala National Park (North East Algeria). We searched for nests in the tree stratum or by direct observation of breeding pairs carrying building materials from mid–March to the end of June and found a total of 34 nests that were measured without affecting the breeding process. The results show that nests were built at an average height of 6.3 m from the ground. The laying period was 46 days (Early April to mid–May) and the average laying date was May 2. The mean of clutch size is 3.2 eggs per brood. All the previous traits are similar to those recorded in Europe. The mean hatching success rate was 43.1% and the average breeding success rate was 36.3%. These two values are relatively low compared to those found in European populations.

Key words: *Fringilla coelebs africana*, El Kala National Park, North–east Algeria, Reproductive phenology, Reproductive success

Resumen

Biología reproductiva del pinzón *Fringilla coelebs africana* en el Parque Nacional de El Kala (Noreste de Argelia). Este trabajo se centró en el seguimiento de la fenología reproductiva del pinzón *Fringilla coelebs africana* durante dos temporadas consecutivas (2016 y 2017) en las montañas del Parque Nacional de El Kala (noreste de Argelia). Se buscaron nidos en el estrato arbóreo o por observación directa de parejas reproductoras que llevaban materiales de construcción desde mediados de marzo hasta finales de junio y se encontró un total de 34 nidos que fueron medidos sin afectar al proceso de reproducción. Los resultados muestran que los nidos se construyen a una altura media de 6,3 m del suelo. El período de puesta es de 46 días (de principios de abril a mediados de mayo) y la fecha media de puesta es el 2 de mayo. El tamaño medio de la puesta es de 3,2 huevos por nidada. Todos los rasgos anteriores son similares a los registrados en Europa. La tasa media de éxito de eclosión es del 43,1% y la tasa media de éxito reproductor del 36,3%. Estos dos valores son relativamente bajos en comparación con los de las poblaciones europeas.

Palabras clave: *Fringilla coelebs africana*, Parque Nacional de El Kala, Noreste de Argelia, Fenología de la reproducción, Éxito reproductivo

Resum

Biologia reproductiva del pinsà Fringilla coelebs africana al Parc Nacional d'El Kala (nord-est d'Algèria). Aquest treball es va centrar en el seguiment de la fenologia reproductiva del pinsà *Fringilla coelebs africana* durant dues temporades consecutives (2016 i 2017) a les muntanyes del Parc Nacional d'El Kala (nord-est d'Algèria). Es van buscar nius a l'estrat arbori o per observació directa de parelles reproductores que portaven materials de construcció des de mitjan març fins a la fi de juny i es van trobar un total de 34 nius que van ser mesurats sense afectar el procés de reproducció. Els resultats mostren que els nius es construeixen a una altura mitjana de 6,3 m de terra. El període de posta és de 46 dies (des del començament d'abril a mitjan maig) i la data mitjana de la posta és el 2 de maig. La grandària mitjana de la posta és de 3,2 ous per niuada. Tots els trets anteriors són similars als registrats a Europa. La taxa mitjana d'èxit d'eclosió és del 43,1 % i la taxa mitjana d'èxit reproductor del 36,3%. Aquests dos valors són relativament baixos en comparació amb els de les poblacions europees.

Paraules clau: *Fringilla coelebs africana*, Parc Nacional d'El Kala, Nord-est d'Algèria, Fenologia de la reproducció, Éxit reproductiu

Received: 29/04/2019; Conditional acceptance: 04/06/2019; Final acceptance: 20/06/2019

Kamel Ramdani, Moussa Houhamdi, *Biology, Water and Environment Laboratory (LBEE), Department of Ecology and Environmental Engineering, Faculty SNV–STU, University 8 Mai 1945 Guelma, BP 401 24000 Guelma, Algeria.*– Mohamed Kouidri, *Desertification and Climate Team, Mechanical Laboratory, Amar Telidji–Laghouat University, Algeria.*– Mohamed Laïd Ouakid, *Department of Biology, Faculty of Science, Badji Mokhtar–Annaba University, Algeria.*

Corresponding author: Moussa Houhamdi. E-mail: houhamdi.moussa@univ-guelma.dz/
houhamdimoussa@yahoo.fr

Kamel Ramdani: <https://orcid.org/0000-0002-3754-6563>

Mohamed Kouidri: <https://orcid.org/0000-0003-0558-4829>

Mohamed Laïd Ouakid: <https://orcid.org/0000-0002-5957-2228>

Moussa Houhamdi: <https://orcid.org/0000-0002-4644-8906>

Introduction

The family Fringillidae has 31 species in the Western Palearctic (Beaman and Madge, 1998). They are small or relatively small granivorous birds with short, strong beaks and generally undulating flight and sexual dimorphism (Cramp and Perrins, 1994; Beaman and Madge, 1998). Among these species is the chaffinch *Fringilla coelebs africana*, which nests in North Africa. It is a passerine, granivorous in winter and insectivore during the breeding season (Cramp and Perrins, 1994). The chaffinch breeds throughout the Palearctic (Cramp and Perrins, 1994). It occupies a variety of habitats but prefers wooded areas (forests, parks, hedges and gardens) (Newton, 1967; Cramp and Perrins, 1994; Macleod and al., 2014). This species, like other Fringillidae, nests either in 'loose colonies' or solitary, but it is not territorial (Newton, 1967).

The nesting area of the North African subspecies of chaffinch covers eastern Morocco to the west of Tunisia (Etchecopar and Hùe, 1964; Svensson, 2015) and northeastern Libya



Fig. 1. Location of study stations in El Kala National Park.

Fig. 1. Ubicación de las estaciones de estudio en el Parque Nacional El Kala.

(Svensson, 2015). According to Heim De Balsac (1926), this subspecies in Algeria is settled from the sea to the forested areas of the Saharan Atlas.

This work aimed to characterize the breeding parameters of North African subspecies of the Chaffinch *Fringilla coelebs aricana*. Specifically, we aimed to determine nest characteristics, laying date, clutch size, egg characteristics, incubation time, hatching success and reproductive success in a Mediterranean coastal area of north–eastern Algeria. We compared the values found in this locality with others reported for other areas within the large geographic distribution of the species

Material and methods

Study site

The study was carried out in north–eastern Algeria, in a cork oak *Quercus suber* forest at an altitude of 30 m, (36° 53' N; 08° 30' E) (fig. 1). The climate is Mediterranean with a hot and dry season between May and November. It is humid and rainy the rest of the year. Rainfall reaches 1000 mm per year (Benyacoub and Chabi, 2000).

The study site corresponds to three stations, two of which (Stations 1 and 2) are located in the Brabtia area and the third is located in the cork oak forest, upstream from the northern shore of Lake Oubeira. The most recent fires at the first two stations occurred in 2000, while a fire at the site of the third station occurred in 2008. The study stations have a mixed habitat, consisting of a monospecific tree stratum (fig. 2), composed mainly of *Quercus suber*, with an average height of 7 m. The undergrowth is mainly composed of *Phillyrea augustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Mirtus communis*, *Rubus ulmifolius*, *Calycotome villosa*, *Crataegus monogyna* and *Erica arborea*, with a height between 0.5 m and 2 m.



Fig. 2. Matorral dominated by *Quercus suber* (Original picture, K. Ramdani).

Fig. 2. Matorral con árboles (*Quercus suber*). (Foto original, K. Ramdani).

The herbaceous stratum is relatively rare because of the density of the undergrowth. It is composed of *Asphodelus microcarpus*, *Chamaerops humilis* and *Urginea maritima*.

Methodology

Sampling consisted of a systematic search for nests in vegetation (tree stratum) and by observing breeding pairs carrying building materials (Drachmann et al., 1997, 2002; Kouidri et al., 2012; Macleod et al., 2014). A good proportion were also found accidentally, while team members were walking near nests, causing the females to fly off (Kouidri et al., 2012, 2016; Bensouilah et al., 2014, 2016; Brahmia et al., 2015; Kafi et al., 2015; Zeraoula et al., 2015). Once the nests were identified, we monitored and recorded breeding parameters such as laying date, clutch size, incubation time, hatching, flight, and breeding success. The biometric parameters of the nests (height above the ground, internal and external diameter, height and depth of the cutting and its weight) were measured just after the young fledged. Egg measurements were also taken, namely the length and width of the eggs, measured using the caliper with an accuracy of 0.01 mm and the egg mass, using an electronic scale with an accuracy of 0.1 g. The egg volume was calculated according to the formula developed by Hoyt (1979):

$$V = 0.51 * L * B^2$$

Nesting monitoring parameters were recorded twice a week to avoid disturbance to breeding pairs. Statistical analysis (descriptive statistics; one-way analysis of variance) to compare the different parameters between two breeding seasons and the correlation coefficient to analyze the links between the different parameters) was carried out using Statistix software, version 8.

Table 1. Construction support and nest height of the chaffinch *Fringilla coelebs africana* in El Kala National Park.

Tabla 1. Construcción del soporte y altura del nido del pinzón arbóreo *Fringilla coelebs africana* en el Parque Nacional El Kala.

Year	Vegetation		Nest height (m)
	<i>Quercus suber</i>	<i>Olea europaea</i>	n; mean \pm SD (min–max)
2016	09 (90%)	01 (10%)	n = 10; 05.20 \pm 01.11 (3.5–7)
2017	14 (58.30%)	10 (41.70%)	n = 24; 06.73 \pm 01.58 (4–9)
Mean	23 (67.60%)	11 (32.40%)	n = 34; 06.28 \pm 01.60 (3.5–9)
One-way ANOVA			$F_{1,32} = 7.70$; $p = 0.009$; HS**

Results

Nest characteristics

Thirty-four nests were identified during the two study seasons. The nests were mainly installed on two plant species: 67.6% of the nests on *Quercus suber* and 32.4% on *Olea europaea*. They were built at an average height of 6.28 m above the ground, between 3.5 and 9 m (table 1). The difference in average nest height between the two seasons was significant ($F_{1,32} = 7.70$; $p = 0.009$; HS**) (table 1). The nests were installed higher in the second season (2017).

The average external and internal diameters of the nests were 8.87 cm and 6.01 cm respectively. The average height and depth of the cups was 5.94 cm and 5.52 cm respectively. The average thickness of the cup was 1.86 cm and its average mass was 14.70 g (table 2).

For nest building, the chaffinch used lichens, predominantly *Xaurotharia parietina*. Fresh mosses such as *Funaria hygrometrica*, and strands, hairs and feathers were also used (fig. 3).

Table 2. Characteristics of the nests of *Fringilla coelebs africana* in El Kala National Park.

Tabla 2. Características de los nidos del pinzón arbóreo *Fringilla coelebs africana* en el Parque Nacional El Kala.

Characteristics	n; mean \pm SD (min–max)
Weight (g)	16; 14.70 \pm 8.40 (7.10–30.20)
Cup height (cm)	16; 5.94 \pm 0.52 (5.05–6.46)
Internal diameter (cm)	16; 6.01 \pm 1.13 (4.58–7.55)
External diameter (cm)	16; 8.87 \pm 1.57 (6.41–10.45)
Cup thickness (cm)	16; 1.86 \pm 0.34 (1.47–2.42)
Depth (cm)	16; 5.52 \pm 1.18 (4.47–7.21)



Fig. 3. A, chaffinch nest and egg; B, chaffinch chicks. (Original picture, K. Ramdani).

Fig. 3. A, nido y huevos del pinzón arbóreo; b, pollos del pinzón arbóreo. (Foto original, K. Ramdani).

Date and period of laying

The laying period lasted 7 weeks: from the second week of April (12 April) to the end of May (27 May), a laying period of 46 days, with a high frequency during the first 4 weeks of breeding (12 April–09 May; fig. 4). The average laying date was May 2 (31.52 ± 11.39). There were no significant differences between the two years regarding the average laying dates ($F_{1,32} = 0.81$; $p = 0.375$; NS).

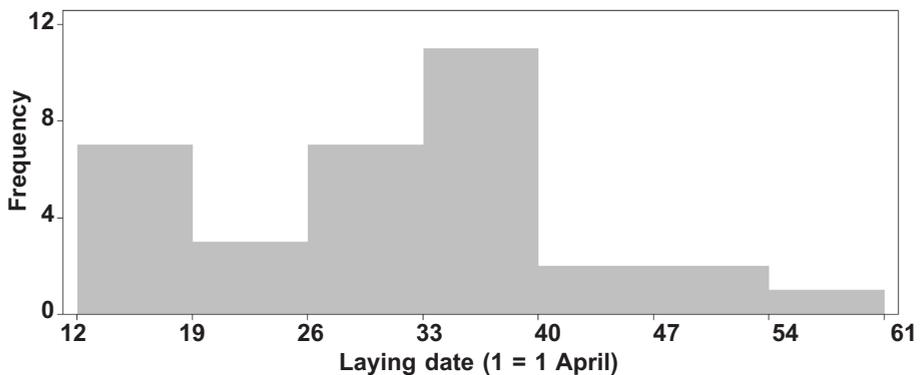


Fig. 4. Egg laying chronology of the chaffinch (2016–2017) in El Kala National Park.

Fig. 4. Cronología de la puesta de huevos del pinzón arbóreo (2016–2017) en el Parque Nacional El Kala.

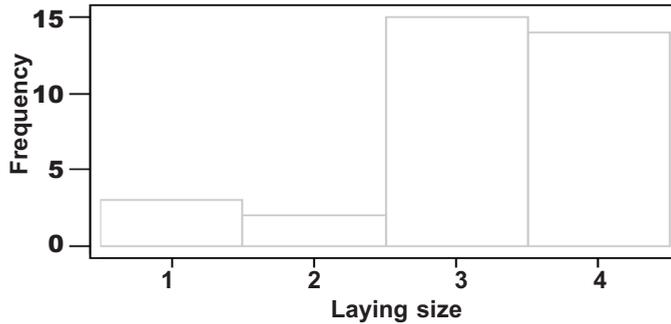


Fig. 5. Clutch size of the chaffinch (2016–2017) in El Kala National Park.

Fig. 5. Tamaño de la puesta del pinzón arbóreo (2016–2017) en el Parque Nacional El Kala.

Clutch size

The average clutch size was 3.18 ± 0.90 eggs per brood. No significant differences were observed in the average egg laying size between the two seasons ($F_{1,32} = 0.53$; $p = 0.471$; NS). The most frequent spawnings were those of 3 and 4 eggs per nest, representing 44.1% (15 nests) and 41.2% (14 nests) respectively (fig. 5).

We did not record a significant relationship between egg laying date and egg laying size ($r = -0.148$; $p = 0.402$; NS), and the number of eggs laid did not decrease during the breeding season.

Egg characteristics

The average egg mass was 2.16 ± 0.27 g, varying between 1.7 and 2.70 g. There was significant difference between the average egg mass in the two seasons ($F_{1,106} = 6.83$; $p = 0.010$), this being higher in 2016. The average length of the eggs was 19.74 ± 1.06 mm, varying between 17.8 and 23 mm. There was no significant difference between the average egg length between the two seasons ($F_{1,106} = 1$; $p = 0.319$; NS). The average egg width was 14.76 ± 0.51 mm, ranging between 13.79 and 16.35 mm. There as no significant difference between the average egg width between the two seasons ($F_{1,106} = 1.14$; $p = 0.289$; NS). The average volume of eggs was 2.20 ± 0.21 cm³, ranging between 1.74 and 2.85 cm³. The average egg volume showed no significant difference between the two seasons ($F_{1,106} = 1.78$; $p = 0.185$; NS) (table 3).

Incubation time

The average incubation period was 13.65 ± 0.81 days, ranging between 12 and 15 days. The two seasons showed no significant difference regarding the average incubation time ($F_{1,18} = 1.25$; $p = 0.278$; NS) (table 4).

Date of hatching

The average hatching date was May 11 (41.25 ± 12.05), ranging from April 21 to June 09. There was no significant difference between the two seasons regarding the average hatching date ($F_{1,18} = 1.34$; $p = 0.263$; NS) (table 5).

Table 3. Traits of the chaffinch eggs (n; mean \pm SD (min–max)) in El Kala National Park.

Tabla 3. Características de los huevos (n; media \pm DE (min–max)) del pinzón arbóreo en el Parque Nacional El Kala.

Egg characteristics				
Year	Weight (g)	Length (mm)	Width (mm)	Volume (cm ³)
2016	30; 2.27 \pm 0.29 (1.8–2.7)	30; 19.90 \pm 1.11 (18.07–21.83)	30; 14.85 \pm 0.58 (14.02–16.35)	30; 2.24 \pm 0.24 (1.85–2.85)
2017	78; 2.12 \pm 0.25 (1.7–2.7)	78; 19.67 \pm 1.05 (17.8–23)	78; 14.73 \pm 0.48 (13.79–16.35)	78; 2.18 \pm 0.20 (1.74–2.85)
Mean	108; 2.16 \pm 0.27 (1.7–2.7)	108; 19.74 \pm 1.06 (17.8–23)	108; 14.76 \pm 0.51 (13.79–16.35)	108; 2.20 \pm 0.21 (1.74–2.85)
One-way ANOVA	$F_{1,106} = 6.83$; $p = 0.010$	$F_{1,106} = 1$; $p = 0.319$; NS	$F_{1,106} = 1,14$; $p = 0,289$; NS	$F_{1,106} = 1,78$; $p = 0.185$; NS

Table 4. Variation in incubation time (n; mean \pm SD (min–max)) between the two seasons in El Kala National Park.

Tabla 4. Variación del tiempo de incubación (n; media \pm DE (min–max)) entre los dos periodos de estudio en el Parque Nacional El Kala.

Year	Incubation time (day)
2016	5; 14 \pm 0.71 (13–15)
2017	15; 13.53 \pm 0.84 (12–15)
Mean	20; 13.65 \pm 0.81 (12–15)
One-way ANOVA	$F_{1,18} = 1.25$; $p = 0.278$; NS

Table 5. Variation in the hatching date (n; mean \pm SD (min–max)) between the two seasons in El Kala National Park.

Tabla 5. Variación de la fecha de eclosión (n; media \pm DE (min–max)) entre los dos periodos de estudio en el Parque Nacional El Kala.

Year	Date of hatching (day)
2016	5; 46.6 \pm 15.08 (3 May–9 June)
2017	15; 36.47 \pm 10.89 (21 April–29 May)
Mean	20; 41.25 \pm 12.05 (21 April–9 June)
One-way ANOVA	$F_{1,18} = 1.34$; $p = 0.263$; NS

Success at hatching

The average hatching success was $43.06 \pm 42.20\%$, ranging between 0 and 100%. There was no significant difference between the two seasons regarding the average hatching success ($F_{1,32} = 1.58$; $p = 0.218$; NS) (table 6).

Young in flight

The average number of young at flight was 1.29 ± 1.59 per clutch, ranging between 0 and 4 per clutch. There was no significant difference between the average number of young in the two seasons ($F_{1,32} = 0.87$; $p = 0.358$; NS) (table 7).

Reproductive success

The average reproductive success rate was $36.27 \pm 44.42\%$, ranging from 0 to 100%. There was no significant difference between the two seasons regarding the average reproductive success ($F_{1,32} = 0.78$; $p = 0.384$; NS) (table 8).

Table 6. Successful hatching (n; mean \pm SD (min–max)) in the reproductive seasons in El Kala National Park.

Tabla 6. Porcentaje de eclosión (n; media \pm DE (min–max)) en los dos periodos de cría en el Parque Nacional El Kala.

Year	Successful hatching (%)
2016	10; 29.10 ± 36.26 (0–100)
2017	24; 48.88 ± 43.83 (0–100)
Mean	34; 43.06 ± 42.20 (0–100)
One–way ANOVA	$F_{1,32} = 1.58$; $p = 0.218$; NS

Table 7. Variation in the number of young at flight per brood (n; mean \pm SD (min–max)) between the two seasons in El Kala National Park.

Tabla 7. Variación en el número de volantones por nido (n; media \pm DE (min–max)) entre los dos periodos de cría en el Parque Nacional El Kala.

Year	Number of young at flight per brood
2016	10; 0.90 ± 1.29 (0–3)
2017	24; 1.46 ± 1.69 (0–4)
Mean	34; 1.29 ± 1.57 (0–4)
One–way ANOVA	$F_{1,32} = 0.87$; $p = 0.358$; NS

Table 8. Variation in the number of young at flight per brood (n; mean \pm SD (min–max)) between the two seasons in El Kala National Park.

Tabla 8. Éxito de la reproducción (n; media \pm DE (min–max)) entre los dos periodos de estudio en el Parque Nacional El Kala.

Year	Reproductive success (%)
2016	10; 25.80 \pm 37.35 (0–100)
2017	24; 40.63 \pm 47.10 (0–100)
Mean	34; 36.27 \pm 44.42 (0–100)
One-way ANOVA	$F_{1,32} = 0.78$; $p = 0.384$; NS

Discussion

The subspecies of chaffinch *Fringilla coelebs africana* builds its nest on branches or several thin twigs (Heim De Balsac, 1926; Etchecopar and Hùe, 1964; Cramp and Perrins, 1994; Ramdani, 2007) in diverse habitats: particularly trees (both conifers and deciduous, and even palm trees), hedges (Macleod et al., 2014), and olive shrubs (Mestari et al., 2013). We observed that the nests were mainly built on two plant species: cork oak and olive trees.

We found that the nest building material in our region was generally similar to that described for Europe (Cramp and Perrins, 1994) and Algeria (Ramdani, 2007).

The nest height recorded in our study was comparable to those mentioned in several previous studies: in Spain (Canary Islands) (5.1 m) (Cramp and Perrins, 1994) and north-eastern Algeria (El Kala National Park) (5.83 m) (Ramdani, 2007), and is relatively high compared to those reported by (Cramp and Perrins, 1994) in the southwest of Germany (4.4 m) and east of Germany (1.8 m–2.5 m) and Poland (3.9 m).

The characteristics of the nests (external and internal diameter, height and depth of the cup) in our study were similar to those cited in Poland (Cramp and Perrins, 1994) and in north-east Algeria (El Kala National Park) (Ramdani, 2007) (table 9).

The laying date of the North African subspecies was comparable to that reported in European regions (subspecies: *Fringilla coelebs coelebs*) (Cramp and Perrins, 1994), but the laying period was relatively shorter than that reported for Great Britain (late April to mid-June and mid-March to mid-July; with regional variation), Western Russia (early

Table 9. Measurements (mean) of the chaffinch nests.

Tabla 9. Medidas (media) de los nidos del pinzón arbóreo.

Parameters	Poland	North–East Algeria
Cup heights (cm)	7.1	5.94
Internal diameters (cm)	5.3	6.01
External diameters (cm)	9	8.87
Depths (cm)	4	5.52

Table 10. Measurements (n; mean) of the chaffinch eggs.

Tabla 10. Medidas (n; media) de los huevos del pinzón arbóreo.

	Length (cm)	Width (cm)	Weight (g)
<i>F. c. coelebs</i>	1.93–2.28	1.46–1.55	–
<i>F. c. gengleri</i>	121; 1.99	121; 1.47	21; 2.24
<i>F. c. africana</i>	101; 2.07	101; 1.52	101; 2.61
	56; 1.98	56; 1.48	56; 2.15
<i>F. c. maderensis</i>	40; 2.21	40; 1.55	40; 2.78

May to early July and late May to early July), Germany (early April to mid–July) (Cramp and Perrins, 1994), and the Czech Republic (early April to early July) (Weidinger, 2001) and similar to that reported in Northeast Algeria (early April to mid–May) (Ramdani, 2007). This variation is related to factors such as latitude, altitude and habitat type (Zang, 1982; Berndt et al., 1983; Chabi et al., 1995; Chabi and Isenmann, 1997; Brahmia et al., 2013; Kouidri et al., 2015). Populations living in northern latitudes breed later than those living in the southern regions.

The recorded clutch size of the North African subspecies is similar to that of populations (North African subspecies) in Northwest Africa (3.9 eggs/clutch) (Cramp and Perrins, 1994) and North East Algeria (3.22 eggs/clutch) (Ramdani, 2007) and relatively small compared to European populations (subspecies: *Fringilla coelebs coelebs*): Britain (4.3 eggs/clutch); Finland (4.7 eggs/clutch); France (4 to 5 eggs/clutch); Czechoslovakia and Western Russia (4.64 eggs/clutch) (Newton, 1964; Cramp and Perrins, 1994) and Czech Republic (4.77; 4.34 and 4.80 eggs/clutch) (Weidinger, 2001). The latter can lay up to 7 eggs/clutch (Newton, 1964). This variation is linked to several factors, particularly the quality of the habitat or territory, the availability of trophic resources, and the general quality of the female (physiology, experience, etc.) (Lack, 1954; Newton, 1964; Lambrechts et al., 1997; Chabi, 1998; Christians, 2002).

The characteristics of eggs are comparable to those mentioned in many studies in Europe (Cramp and Perrins, 1994) and North Africa (Heim De Balsac, 1926; Etchecopar and Hùe, 1964; Ramdani, 2007) (table 10).

The incubation period of eggs for the North African subspecies is similar to that of European populations (subspecies: *Fringilla coelebs coelebs*). It varies from 9 to 16 days with an average of 12.6 days (Newton, 1964).

The number of eggs hatched in our study area is significantly lower than that observed by Mestari et al. (2013) in an olive grove in Tlemcen (Western Algeria). However, flight success and reproductive success are low in our region compared to figures reported by (Mestari et al., 2013), but they are relatively close to those reported by (Cramp and Perrins, 1994). The failure rates observed during the breeding period, between egg hatch and young flight, could be the result of several factors, namely, egg infertility, frequent human disturbances at the site (nest vandalism) and predation (*Malpolon monspessulanus*, *Larcerta pater*, *Mus spretus*, *Genetta genetta*).

This study is the first to characterize the breeding activity of the North–African subspecies of the chaffinch, *Fringilla coelebs Africana*. Further work is needed to better understand its dynamics, such as analysis of food availability and composition of the diet of chicks and study of the influence of parasitism on the population and its effect on reproductive success.

References

- Beaman, M., Madge, S., 1998. *Guide en cyclopédique des oiseaux du paléarctique occidental*. Edition Nathan, Paris, France.
- Bensouilah, T., Brahmia, H., Zeraoula, A., Bouslama, Z., Houhamdi, M., 2014. Breeding biology of the European Greenfinch *Chloris chloris* in the loquat orchards of Algeria (North Africa). *Zoology and Ecology*, 4(2): 1–9.
- 2016. Variation in nest placement by the European Greenfinch *Chloris chloris* in relation to the age of orange trees. *Zoology and Ecology*, 26(1): 9–14.
- Benyacoub, S., Chabi, Y., 2000. *Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El-Kala*. Synthèse N° 7, Publication de l'Université d'Annaba, Algérie.
- Benyacoub, S., Louanchi, M., Baba Ahmed, R., Benhouhou, S., Boulahbal, R., Chalabi, B., Haou, F., Rouag, R., Ziane, N., 1998. *Plan directeur de gestion du parc national d'El Kala et du complexe de zones humides (Willaya d'El Tarf)*. Algérie.
- Berndt, R., Winkel, W., Zang, H., 1983. Über Legebeginn und Gelegestärke von Kohl- und Blaumeise *Parus major*, *P.caeruleus* in Beziehung zur geographischen Lage des Brutortes. *Vogelwarte*, 32: 46–56.
- Brahmia, Z., Scheifler, R., Crini, N., Maas, S., Giraudoux, P., Benyacoub, S., 2013. Breeding performance of blue tits *Cyanistes caeruleus ultramarinus* in relation to lead pollution and nest failure rates in rural, intermediate, and urban sites in Algeria. *Envir. Pollut*, 174: 171–178.
- Brahmia, H., Zeraoula, A., Bensouilah, T., Bouslama, Z., Houhamdi, M., 2015. Breeding biology of sympatric Laughing *Streptopelia senegalensis* and Turtle *Streptopelia turtur* Dove: a comparative study in northeast. *Zoology and Ecology*, 25(3): 220–226.
- Chabi, Y., 1998. Biologie de la reproduction des Mésanges dans les chênaies du Nord-est de l'Algérie. PhD thesis, Université d'Annaba, Algérie. [In French].
- Chabi, Y., Benyacoub, S., Isenmann, P., Samraoui, B., 1995. Breeding Ecology of the North-African Blue Tit *Parus caeruleus ultramarinus* in Two Semi-Evergreen Oak Forests in Algeria. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 50: 133–140.
- Chabi, Y., Isenmann, P., 1997. La reproduction de la Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* dans les subéraies *Quercus suber* à différentes altitudes en Algérie. *Alauda*, 1: 13–18.
- Christians, J. K., 2002. Avian egg size: variation within species and inflexibility within individuals. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.*, 77: 1–26.
- Cramp, S., Perrins, C. M., 1994. *The birds of the Western Palearctic*, vol VIII. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Drachmann, J., Broberg, M. M., Søggaard, P., 2002. Nest predation and semicolonial breeding in Linnets *Carduelis cannabina*. *Bird Study*, 49: 35–41.
- Drachmann, J., Komdeur, J., Boomsma J. J., 1997. Copulation behaviour in the Linnet *Carduelis cannabina* and the insemination window hypothesis. *Journal of Avian Biol.*, 28: 191–196.
- Etchecopar, R. D., Hüe, F., 1964. *Les oiseaux du Nord de l'Afrique*. Ed. N. Boubée et Cie, Paris.
- Heim De Balsac, H., 1926. L'Ornithologie du Sahara central et du Sud-Algérien. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de L'Afrique du Nord*. Edition La typo-litho, Alger.
- Hoyt, D. F., 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *The Auk*, 96: 73–77.
- Kafi, F., Hanane, S., Bensouilah, T., Zeraoula, A., Brahmia, H., Houhamdi, M., 2015. Les facteurs déterminant le succès de la reproduction des Tourterelles des bois (*Streptopelia turtur*) dans un milieu agricole nord-africain. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 70(3): 271–279.
- Koudri, M., Adamou, A. E., Bañbura, A., Ouakid, M. L., Chabi, Y., Bañbura, J., 2015. High

- egg size variation in African Blue Tits *Cyanistes caeruleus ultramarinus* on the periphery of species range. *Acta Ornithol.*, 50(2): 205–212.
- Kouidri, M., Adamou, A. E., Madhi, L., Ouakid, M. L., Libois, R., 2016. Données numériques sur la reproduction du Verdier d'Europe *Carduelis chloris* dans la région de Djebel amour (Atlas saharien, Algérie). *Alauda*, 84(2): 105–110.
- Kouidri, M., Ouakid, M. L., Houhamdi, M., 2012. Biologie de la reproduction de la Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina* dans l'Atlas saharien (Aflou, Algérie). *Alauda*, 80: 117–124.
- Lack, D., 1954. *The natural regulation of animal numbers*. Clarendon Press, Oxford.
- Lambrechts, M. M., Blondel, J., Maistre M., Perret, P., 1997. A single response mechanism is responsible for evolutionary adaptive variation in a bird's laying date. *Proc. Natl Acad. Sci., USA*, 94: 5153–5155.
- Macleod, C. J., Parish, D. M. B., Hubbard, S. F., 2014. Habitat associations and breeding success of the Chaffinch *Fringilla coelebs*: Capsule Population trends for Chaffinch on farmland are unlikely to be explained by their preference for non-crop habitats alone. *Bird Study*, 51(3): 239–247.
- Mestari, M., Khelil, M. A., Reynaud, P. A., Mesli, L., 2013. Suivi de reproduction des espèces oiseaux nichant sur les vergers d'olivier de la wilaya de Tlemcen (Nord-ouest Algérien). *Rev. Ecol. Environ.*, 9: 1–6.
- Newton, I., 1964. The breeding biology of the Chaffinch, *Bird Study*, 11(1): 47–68.
- 1967. The adaptive radiation and feeding ecology of some British finches. *Ibis*, 109: 33–98.
- Ramdani, K., 2007. Etude de la biologie de deux espèces de passereaux: le Pinson des arbres *Fringilla coelebs* et la Fauvette mélanocéphale *Sylvia melanocephala* dans une subéraie du Nord-est Algérien. PhD thesis, Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie. [In French].
- Svensson, L., 2015. A new African subspecies of Common Chaffinch *Fringilla coelebs*. *Bull. B.O.C.*, 135(1): 69–76.
- Weidinger, K., 2001. Laying dates and clutch size of open-nesting passerines in the Czech Republic: a comparison of systematically and incidentally collected data. *Bird Study*, 48: 38–47.
- Zang, H., 1982. Der einfluß der Höhenlage auf siedlungsdichte und brutbiologie höhlebrütender singvögel in Harz. *Journal für Ornithologie*, 121: 371–386.
- Zeraoula, A., Bensouilah, T., Brahmia, H., Bouslama, Z., Houhamdi M., Kerfouf, A., 2015. Breeding biology of the European Blackbird *Turdus merula* in orange orchards. *Journal of King Saud University-Sciences*, 28: 300–307.