



Faculté des Sciences

Département de Biologie

Thèse

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de

Doctorat

En

Biologie Animale

Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse de la région de l'Atlas saharien

Soutenue publiquement le : 27 février 2013.

Présenté par : **KOUIDRI Mohammed**

Jury :

Mr KHEBAB Mohamed El Haddi	Professeur	Univ. Annaba	Président
Mr OUAKID Mohamed Laïd	Professeur	Univ. Annaba	Directeur de Thèse
Mr BOUDJELIDA Hamid	Professeur	Univ. Annaba	Examineur
Mr BELHAMRA Mohamed	Professeur	Univ. Biskra	Examineur
Mr SI BACHIR Abdelkrim	Professeur	Univ. Batna	Examineur
Mr HOUHAMDI Moussa	Professeur	Univ. Guelma	Examineur

Je dédie cette thèse :

A ma défunte Mère, qui était à l'image d'une mère par sa grandeur d'esprit, model par son éthique. Qu'Allah l'accueille dans son paradis le plus élevé.

A Yassine Chabi qui a été le premier à m'encourager à aller si loin dans cet axe d'étude. Il m'a inculqué le goût du travail, de la rigueur et de l'ambition, son départ, nous a laissés si tristes et perplexes. Que dieu le préserve au fond de ses édens.

A mon très cher Père, mes frères et mes sœurs et à tous les autres membres de ma grande famille et à ma belle famille (Naili).

A ma femme pour avoir accepté tant de sacrifices durant les années de thèse et à mes adorables enfants, Ahmed et Aroua.

Au terme de ce travail, Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Monsieur KHEBAB Mohamed El Haddi Professeur à l'université de Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de présider le jury.

Je remercie Monsieur BOUDJELIDA Hamid, Professeur à l'université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de juger ce travail, malgré ses multiples préoccupations.

Je suis particulièrement reconnaissant à Monsieur Abdelkrim SI BACHIR Professeur à l'université Hadj Lakhder-Batna, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie aussi Monsieur Mohamed BELHAMRA, Professeur à l'université Mohamed Kheider-Biskra, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je suis très honoré par la présence dans mon jury de Moussa HOUHAMDI Professeur à l'université de Guelma.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à mon directeur de thèse Monsieur Mohamed Laïd OUAKID, Professeur à l'université Badji Mokhtar-Annaba, d'avoir accepté de diriger ce travail, pour sa disponibilité tout au long de la réalisation de cette thèse, ainsi pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui, ce document n'aurait jamais vu le jour.

Je remercie également Monsieur Roland LIBOIS, Professeur et Chef d'Unité de recherches Zoogéographiques à l'université de Liège (Belgique) pour son accueil chaleureux et ses conseils durant mon séjour en Belgique.

Je remercie aussi M^{elle} Valérie DEFFONTAINE, Docteur à l'université de Liège pour ses conseils et son aide au laboratoire.

Je ne dois pas oublier Monsieur André BURNEL, Président d'Aves à Liège pour ces informations et son aide précieuse sur le terrain avec son équipe : Thierry et André.

Mes remerciements à toute l'équipe des Services des forêts d'Aflou d'avoir mis à ma disposition tous les moyens techniques et logistiques pour le bon déroulement du suivi sur terrain, j'exprime mes remerciements à L. BOUZIDI ; N. HAKMI ; L. MADHI ; J. DAOUDI ; M. SALMI ; M. BAIAT ; S. AIT MECHDAL ; L. MAAROUFI, AEK. DENDANI et M. KEBIR et à tous les autres agents forestiers.

Sans oublier mon cher ami et frère A. ADAMOU qui m'a appuyé durant toute la période de réalisation de ce travail et toute l'équipe de Laghouat (Sidi l'atfi) ; A. BOUTMEDJET, K. RAMDANI, G. TIAR, M. SEKOUM, A. HOUICHER et mes amis d'Ouargla, F. BENBRAHIM, M. BELLAROUSSI, M. BEROUEL, H. BOUZID, L. BRADAI et J. ZOUMALI qui n'ont jamais cessé de me soutenir. Je remercie tous qui m'ont aidé de près ou de loin pour finaliser ce travail.

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Valeurs moyennes annuelles des précipitations (en mm) de la région d'étude	11
2	Régimes saisonniers des précipitations dans la région d'étude	12
3	Variation mensuelle des températures dans la région d'étude	13
4	Répartition des familles par ordre d'abondance en espèces dans la région d'étude	36
5	Importance des statuts phénologiques des espèces dans la région de Dj. Amour	37
6	Statut de l'avifaune nicheuse de la région d'étude	37
7	Latitude ornithologique (N ; $m \pm se$ (extrêmes)) et écart latitudinal de la région d'étude	39
8	Liste des espèces méditerranéennes selon l'indice de méditerranéité	40
9	Dates de ponte des trois espèces étudiées dans le Dj. Amour entre 2007-2009	44
10	Grandeur de ponte des trois espèces dans le Dj. Amour entre 2007-2009	45
11	Traits des œufs des trois espèces étudiées entre 2007-2009	47
12	Succès à l'éclosion (SE) et de la reproduction (SR) des trois Fringillidae	49
13	Mensurations des nids et volumes des matériaux des nids des espèces étudiées	50
14	Variation des hauteurs des nids chez la Linotte mélodieuse et le Verdier d'Europe dans la région d'étude en 2007-2009	51
15	Variation des espèces végétales supports de nids de la Linotte (LT) et du Verdier d'Europe (VE) durant les trois saisons de suivi	52
16	Importance des différentes parties de matériaux de construction des nids des trois Fringillidae	53
17	Principales familles floristiques des nids des trois espèces d'oiseaux étudiés	54
18	Autres familles floristiques rencontrées dans les nids des trois Fringillidae	55
19	Richesse totale et richesse moyenne pour les trois Fringillidae	56
20	Fréquences d'occurrences des espèces végétales de la première classe pour les trois Fringillidae	56
21	Exemples de fréquences d'occurrences des espèces végétales des autres classes pour les trois Fringillidae	56
22	Indices de similitude floristique de Jaccard entre les nids des trois espèces	57
23	Distances de Hamming entre les nids des trois espèces	57
24	Structure et richesse de la faune non parasite des nids des oiseaux du Dj. Amour	58
25	Structure et richesse des ectoparasites chez les oiseaux du Djebel Amour	59

26	Structure et richesse des ectoparasites chez les trois Fringillidae	59
27	Prévalence des hémoparasites de quelques oiseaux capturés dans le Dj. Amour	65
28	Prévalence des hémoparasites des trois Fringillidae dans le Djebel Amour	66
Annexes		
1	Liste de l'avifaune sédentaire nicheuse contactée en Djebel Amour	126
2	Liste de l'avifaune sédentaire non nicheuse et nicheuse probable du Dj. Amour	127
3	Liste de l'avifaune estivante non nicheuse contactée en Djebel Amour	127
4	Liste de l'avifaune estivante nicheuse et nicheuse probable du Djebel Amour	127
5	Liste de l'avifaune hivernante du Djebel Amour	128
6	Liste des oiseaux migrants de passage du Djebel Amour	128
7	Liste des oiseaux à statut non défini du Djebel Amour	129
8	Répartition des oiseaux selon les biotopes dans la région de Djebel Amour	129
9	Liste des espèces du Paléarctique dans le Dj. Amour	132
10	Liste des espèces Méditerranéennes dans le Dj. Amour	132
11	Liste des espèces Européo-turkestanéennes dans le Dj. Amour	133
12	Liste des espèces Turkmène-Méditerranéennes dans le Dj. Amour	133
13	Liste des espèces de l'Ancien monde dans le Dj. Amour	133
14	Liste des espèces Holarctiques dans le Dj. Amour	134
15	Liste des espèces Paléoxériques dans le Dj. Amour	134
16	Liste des espèces Européennes dans le Dj. Amour	134
17	Liste des espèces Ethiopiennes dans le Dj. Amour	135
18	Liste des espèces Cosmopolites dans le Dj. Amour	135
19	Liste des espèces Indoafricaines dans le Dj. Amour	135
20	Liste des espèces Arctiques dans le Dj. Amour	135
21	Liste des autres types biogéographiques des espèces du Dj. Amour	135
22	Fréquences d'occurrences des espèces végétales régulières des nids des trois Fringillidae	136
23	Fréquences d'occurrences des espèces végétales communes des nids des trois Fringillidae	136
24	Fréquences d'occurrences des espèces végétales rares des nids des trois Fringillidae	136
25	Fréquences d'occurrences des espèces végétales exceptionnelles des nids des trois Fringillidae	137

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Localisation géographique de la région de Djebel Amour (Extraire de la carte topographique 1973)	7
2	Variation saisonnière des précipitations dans la région d'étude pour plusieurs périodes	12
3	Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région d'Aflou	14
4	Diagramme ombrothermique de la région d'Aflou pour la période 1996-2011	15
5	Profil descriptif des biotopes suivis durant la période d'étude	19
6	Localisation de la région de suivi des oiseaux nicheurs	22
7	Représentation des adultes et un juvénile de la Linotte mélodieuse	23
8	Carte de répartition de la Linotte mélodieuse dans le Paléarctique occidental (d'après Cramp et Perrins, 1994)	24
9	Représentation des adultes et d'un juvénile de Verdier d'Europe	25
10	Carte de répartition du Verdier d'Europe dans le Paléarctique occidental (d'après Cramp et Perrins, 1994)	26
11	Représentation des adultes et d'un juvénile du Roselin githagine	27
12	Carte de répartition mondiale du Roselin githagine (Barrientos, 2009)	28
13	Position biogéographique de la région d'étude pour les familles d'avifaune	39
14	Indice de méditerranéité des familles de l'avifaune de Djebel Amour	40
15	Variation de l'indice de méditerranéité (IM) et de la moyenne latitudinale (MLAT) dans les sept biotopes	41
16	Relation entre l'indice de méditerranéité et la moyenne latitudinale des oiseaux dans le djebel Amour	42
17	Chronologie de ponte de la Linotte mélodieuse (A) du verdier (B) et du Roselin githagine (C) entre 2007-2009 dans la région d'étude	43
18	Grandeurs de ponte des trois espèces étudiées en 2007-2009	45
19	Relation entre la grandeur de ponte et la date de ponte chez la Linotte mélodieuse en 2007-2009	46
20	Relation entre la grandeur de ponte et la date de ponte chez le Verdier d'Europe en 2007-2009	46
21	Relation entre la grandeur de ponte et la date de ponte chez le Roselin en 2007-2009	47
22	Variation de la masse des œufs des trois espèces durant les saisons de reproduction	48
23	Evolution du succès moyen de la reproduction chez les trois Fringillidae	50

24	Fréquences des différentes parties de construction des nids des espèces étudiées : a : Linotte mélodieuse ; b : Verdier d'Europe ; c : Roselin githagine	53
25	Prévalence des différents ectoparasites chez les trois Fringillidae	60
26	Intensité du <i>Plasmodium</i> chez les trois Fringillidae	66
27	Intensité d' <i>Haemoproteus</i> chez les trois Fringillidae	67
28	Intensité de <i>Leucocytozoon</i> chez les trois Fringillidae	67
29	Intensités des hémoparasites dans les trois biotopes étudiés	68

Liste des planches

Planche	Titre	Page
1	Différentes formes d' <i>Haemoproteus</i> observées chez les trois modèles étudiés	62
2	Formes de <i>Plasmodium</i> chez deux espèces analysées	62
3	Microfilaires, parasites interérythrocytaires chez deux espèces analysées	63
4	Gamétocytes de <i>Leucocytozoon</i> chez trois espèces analysées	64
5	Trypanosomes, parasites interérythrocytaires chez deux espèces analysées	64
Annexes		
1	Exemples de gravures rupestres qui illustrent la vie sauvage durant le Néolithique	120
2	Vues générales de quelques biotopes prospectés dans la région de Dj. Amour	121
3	Adultes et nids des trois Fringillidae étudiés	123
4	Exemples de la faune des nids trouvée chez diverses espèces d'oiseaux	124
5	Exemples d'ectoparasites observés chez les oiseaux de Dj. Amour	125

1. Introduction	1
2. Matériels et méthodes	6
2.1. Présentation de la région d'étude	7
2.1.1. Géologie	7
2.1.2. Géomorphologie	8
2.1.3. Caractérisations édaphiques	9
2.1.4. Hydrologie	10
2.1.5. Etude climatique et bioclimatique de la zone d'étude	11
2.1.5.1. Précipitations	11
2.1.5.2. Températures	12
2.1.5.3. Synthèse bioclimatique	13
2.1.6. Cadre phytogéographique	15
2.1.6. 1. Les formations forestières et dégradation forestière.....	16
2.1.6.2. Les formations steppiques	17
2.2. Etude du peuplement avien	18
2.2.1. Techniques d'inventaire.....	18
2.2.1.1. Milieux steppiques.....	20
2.2.1.2. Milieux pré-forestier et forestier	20
2.2.1.3. Dépressions.....	20
2.2.2. Etude biogéographique	20
2.2.2.1. Moyenne latitudinale MLAT (latitude ornithologique)	21
2.2.2.2. Écart latitudinal	21
2.2.2.3. Indice de méditerranéité IM	21
2.3. Biologie de la reproduction	22
2.3.1. Modèles biologiques	22
2.3.1.1. Linotte mélodieuse (<i>Carduelis cannabina</i> L. 1758)	22
2.3.1.2. Verdier d'Europe (<i>Carduelis chloris</i> L. 1758)	25
2.3.1.3. Le Roselin githagine (<i>Bucanetes githagineus</i> , Lichtenstein, 1823) ...	27
2.3.2. Paramètres de la reproduction	29
2.3.2.1. Phénologie de la reproduction	29
2.3.2.2. Ecologie de la reproduction	30
2.4. Etude des parasites	32
2.4.1. Hémoparasites	32

2.4.2. Ectoparasites	33
2.4.3. Indices d'analyse de la charge parasitaire	34
2.4.3.1. Prévalence	34
2.4.3.2. Intensité parasitaire moyenne	34
2.5. Analyse statistique	34
3. Résultats	35
3.1. Etude du peuplement avien	36
3.1.1. Richesse	36
3.1.2. Statuts phénologiques des espèces	36
3.1.3. Inventaire de l'avifaune nicheuse	37
3.1.4. Caractéristiques biogéographiques de la région d'étude	38
3.1.4.1. Statuts zoogéographiques de Voous (1960)	38
3.1.4.2. Latitude ornithologique et écart latitudinal	38
3.1.4.3. Indice de méditerranéité IM	39
3.2. Biologie de la reproduction	42
3.2.1. Phénologie de la reproduction	42
3.2.1.1. Date et période de ponte	42
3.2.1.2. Grandeur de ponte	44
3.2.1.3. Caractéristiques des œufs	47
3.2.1.4. Durée d'incubation	48
3.2.1.5. Date d'éclosion	49
3.2.1.6. Succès de l'éclosion et succès de la reproduction	49
3.2.2. Ecologie de la reproduction	50
3.2.2.1. Densité et paramètres des nids	50
3.2.2.2. Matériaux des nids	51
3.3. La faune des nids	58
3.3.1. La faune non parasite	58
3.3.2. La faune parasite	58
3.3.2.1. Ectoparasites	58
3.3.2.2. Hémoparasites	60
3.3.2.2.1. Hémoparasites des Fringillidae	65
4. Discussions	69
4.1. Répartition biogéographique du peuplement avien	70

4.2. Biologie de la reproduction	74
4.2.1. Ecologie de la reproduction	74
4.2.2. Phénologie de la reproduction	76
4.3. Faune non parasite des nids.....	79
4.4. Interactions oiseaux-parasites	79
5. Conclusion	84
Références bibliographiques	88
Annexes	119
Résumés	153

1. Introduction

1. Introduction

Les organismes agissent l'un sur l'autre et entre eux et avec l'environnement abiotique sur une échelle de temps écologique. Ces interactions sont le produit de la sélection naturelle qui s'étale sur des périodes qui dépassent les milliers voire les millions d'années et qui aboutissent à des organismes bien adaptés à leur environnement. La sélection naturelle a formé non seulement les traits des individus, mais également les propriétés des populations.

Depuis l'antiquité, l'homme de l'atlas saharien s'est intéressé à la prospection de son environnement, et les traces trouvées dans la région (Annexe-Planche 1) montrent d'une part les conditions écologiques qui régissent jadis et d'autre part, la faune de cette époque (Bellin, 1957 ; Aumassip, 1986). Les gravures rupestres observées dans de nombreux sites de l'atlas saharien donnent une idée sur les oiseaux qui ont dominé son aire et sa terre comme les Struthioniformes, les Gruiformes et d'autres familles (Aumassip, 1986).

Malheureusement, cette région n'a bénéficiée que de très peu d'observations voire d'études. Nous n'avons trouvé que quelques références qui font allusion à la flore de la région (Maire, 1926; Quézel et Santa, 1962-1963; Pouget, 1980; Kadik, 1983 ; Ozenda, 2004) et à la faune (Heim de Balzac, 1926 ; Isenmann et Moali, 2000).

A ce propos, le Djebel Amour, de par sa position biogéographique dans le paléarctique occidental et dans la sous-région méditerranéenne, présente une mosaïque de biotopes avec des degrés différents d'anthropisation et montre des caractéristiques particulières ; un climat hivernal froid, une saison estivale sèche, une formation végétale de dégradation et une série de monts qui peuvent favoriser parfois l'isolement des populations existantes. Ces conditions accueillent une diversité floristique et faunistique remarquable. Sa position dans l'extrême sud du paléarctique, l'alimente principalement par deux éléments faunistiques ; un élément européen nordique, et un autre au Sud représenté par le Sahara ; l'espace de transition entre la région paléarctique et la région afrotropicale (dite aussi africaine ou éthiopique). Cette région constitue la limite (sud ou nord) des aires de nidification de plusieurs espèces d'oiseaux parmi lesquels les modèles suivis et dont la distribution s'étale sur de grandes étendues de l'Europe et de l'Afrique du Nord.

Ce travail a pour objectif d'analyser les paramètres locaux de la nidification et de la survie des populations d'oiseaux nicheurs à travers leurs phénologies de reproduction. Pour cela, nous avons choisi trois espèces abondantes à suivre de manière détaillée durant trois saisons consécutives de reproduction. Il s'agit de la population de la Linotte mélodieuse, du Verdier d'Europe et du Roselin githagine qui appartiennent toutes à la famille des Fringillidae

qui est une famille cosmopolite. Cette dernière a fait l'objet de plusieurs études de divers aspects bioécologique en Europe (Newton, 1967 ; Ballmann, 1973 ; Ash and Miskell, 1981; Bub, 1986; Asencio, 1987 ; Cringoli and Quesada, 1990; Busche, 1991 ; Eybert and Constant, 1992 ; Augustijn, 1994 ; Brown *et al.*, 1995 ; Clark and Sellers, 1997; Atkinson, 1998; Dierschke, 2002; Goorts, 2003; Sage, 2005; Moorcroft *et al.*, 2006; Förschler and del Val, 2010) indiquant ainsi une grande importance dans l'analyse des écosystèmes qui l'accueillent.

L'écologie des oiseaux étant bien connue (Cramp *et al.*, 1977-1994), ils constituent alors d'excellents bio-indicateurs d'évolution du milieu (Prodon et Lebreton, 1981 ; Rotenberry, 1985) et les relevés d'avifaune sont bien maîtrisés (Blondel *et al.*, 1981, Bibby *et al.*, 1992) et sont donc largement utilisés comme descripteurs de l'état du milieu et de son évolution en fonction des facteurs qui les modèlent.

Dans ce contexte, nous essayons de recenser les facteurs responsables de la répartition actuelle de ces espèces et les causes des limites de leurs aires de répartition, ce qui est primordiale pour compléter nos connaissances sur le fonctionnement de ces écosystèmes. Plusieurs hypothèses ont été proposées dans ce domaine et de nombreux travaux se sont intéressés à cette approche (Mac Arthur et Wilson, 1963, 1967 ; Mac Arthur, 1972 ; Blondel, 1995) visant à expliciter les mécanismes de mise en place, de maintien et d'évolution des communautés et des populations.

S'agit-il de la pression humaine (urbanisation, pratiques culturelles,...) ? qui est très ancienne qu'on peut le croire dans notre région où il faut signaler que durant l'antiquité, l'on pouvait rencontrer des panthères, des autruches et même des éléphants dans cette zone (Bellin, 1957 ; Aumassip, 1986). Cette situation actuelle de dégradation se répercute sur le comportement reproductif et les traits d'histoire de vie des espèces et remanie leur aire de distribution (Wiens, 1976 ; Murphy *et al.*, 1990 ; Villa *et al.*, 1992). Cet effet, peut également s'étaler sur une période considérable, il est nommé *Dettes d'extinction* (Tilman, 1994; Tilman *et al.*, 1994; Tilman *et al.*, 1997).

Cependant, une deuxième hypothèse suggère que disponibilité des sites de reproduction contribue à l'extension des aires de distribution. Il en résulte une extension vers d'autres milieux ou bien au contraire, un recule de leur répartition, ce qui a fait émerger naturellement le concept *sources-puits* (Holt, 1985 ; Pulliam, 1988 ; Pulliam and Danielson, 1991 ; Møller, 1995 ; Dias, 1996). Dans ce concept, on suggère que dans les habitats *sources*, le nombre de sites de reproduction disponibles est fixe et si la population dépasse ce nombre par suite d'un succès reproducteur élevé, les individus d'excès cherchent obligatoirement de

nouveaux habitats appelés habitats *puits*, qui sont des habitats pauvres où les taux de mortalité dépassent généralement les taux de natalité (Holt, 1997). Ce concept permet non seulement de classer les habitats par rapport aux qualités des espèces d'oiseaux étudiées mais aussi de procéder aux actions de préservation des sites potentiels de répartition des espèces.

Parmi les facteurs prépondérants qui influencent la distribution des espèces, nous pouvons citer les facteurs climatiques (Thomas and Lennon, 1999 ; Rahbek and Graves, 2001), les espèces peuvent changer leur distribution et leur abondance (Holt, 1990 ; Huntley et al., 2006), soit par une extinction ou bien une évolution (Holt, 1990). Les espèces de différents types biogéographiques sont adaptées à différents climats, qui pourrait affecter leur richesse (Voous, 1960 ; Newton, 2003). Il semble que la richesse des espèces nordiques devrait être négativement corrélée avec la température qui affecte généralement les espèces aviaires (Root, 1988 ; Turner et al., 1988 ; Lennon et al., 2000), et positivement avec la précipitation, alors que l'inverse devrait se produire dans la richesse de la distribution méridionale des espèces (Santos and Tellería, 1995). Les perturbations climatiques peuvent également influencer les paramètres reproductifs de l'avifaune (Slagsvold, 1976 ; Chabi, 1998 ; Forchhammer et al., 1998 ; Visser et al., 2002 ; Winkler et al., 2002 ; Pearce-Higgins et al., 2005 ; Adamou, 2011).

Par conséquent, les fluctuations climatiques influencent directement les potentialités alimentaires sur le terrain ; la saisonnalité climatique entraîne une saisonnalité alimentaire qui conditionne la qualité des couples nicheurs de printemps (Ashmole, 1963, 1965; Skutch, 1985 ; Rowley and Russell, 1991; Martin, 1996 ; Martin et al., 2000 ; Stenseth et Mysterud, 2002). De nombreuses études montrent que les précipitations sont le déterminant majeur de la disponibilité alimentaire des oiseaux dans les régions arides et semi-arides ; du moment où elles influencent l'éclosion des œufs chez les insectes et la germination des graines (Lloyd 1998, 1999; Dean and Milton 2001).

Enfin, parmi les facteurs biotiques qui supposent conditionner la répartition des espèces d'oiseaux ; les parasites. Ces derniers, par leurs différentes catégories (endoparasites, hémoparasites, ectoparasites) 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) ou de leurs hôtes (Price et Clancy, 1983 ; Shaw et al. 1998 ; Peirce, 2005; Valkiunas 2005 ; Atkinson et al., 2008). D'après certains auteurs, ils influencent les traits d'histoire de vie de leurs hôtes (Møller, 1994 ; Martin et al., 2003), leur croissance, leur exposition aux prédateurs, leur valeur sélective, leur

comportement et leur distribution (Blondel, 1995). Les parasites sont considérés par certains auteurs comme la cause principale de la répartition sud des oiseaux du paléarctique et source probable de perturbation des communautés d'oiseaux (Holt, 2003). Cette hypothèse pourrait être vérifiée dans la région de l'atlas saharien suite à sa position biogéographique particulière comme limite sud pour certaines espèces (Adamou, 2011) où se chevauchent les aires des espèces aviaires avec celles des parasites en Afrique du Nord.

Le présent travail se structure en trois chapitres ; le premier, expose les matériels et les méthodes utilisées, à savoir la région d'étude avec les différents facteurs écologiques actifs, les modèles biologiques, description et répartition, ainsi que les techniques utilisées sur le terrain et celles d'analyse. Le deuxième chapitre est consacré aux résultats obtenus durant la période de suivi, dont l'état du peuplement d'oiseaux, son importance et sa position biogéographique. La bioécologie de la reproduction avec ses deux aspects ; phénologie et écologie de reproduction seront également traitées, ainsi que les interactions oiseaux-parasites. Dans le dernier chapitre, les résultats seront discutés à la lumière des données régionales et internationales disponibles tout en cherchant à expliquer certains résultats et nous achevons l'étude par une conclusion générale des principaux résultats ainsi que des perspectives.

2. Matériel et Méthodes

2. Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la région d'étude

D'ouest en Est, l'Atlas saharien peut être subdivisé en : Monts Ksour, Massif du djebel Amour et Monts des Ouled Naïl et plus au sud, les Aurès. La série des monts de Djebel Amour s'étend entre les latitudes 1°30' E et 2°24' E, et 33°45' et 34°24' N, entre la wilaya d'El Bayadh au sud-ouest jusqu'aux limites sud-ouest des monts d'Ouled Nail (Fig. 1).

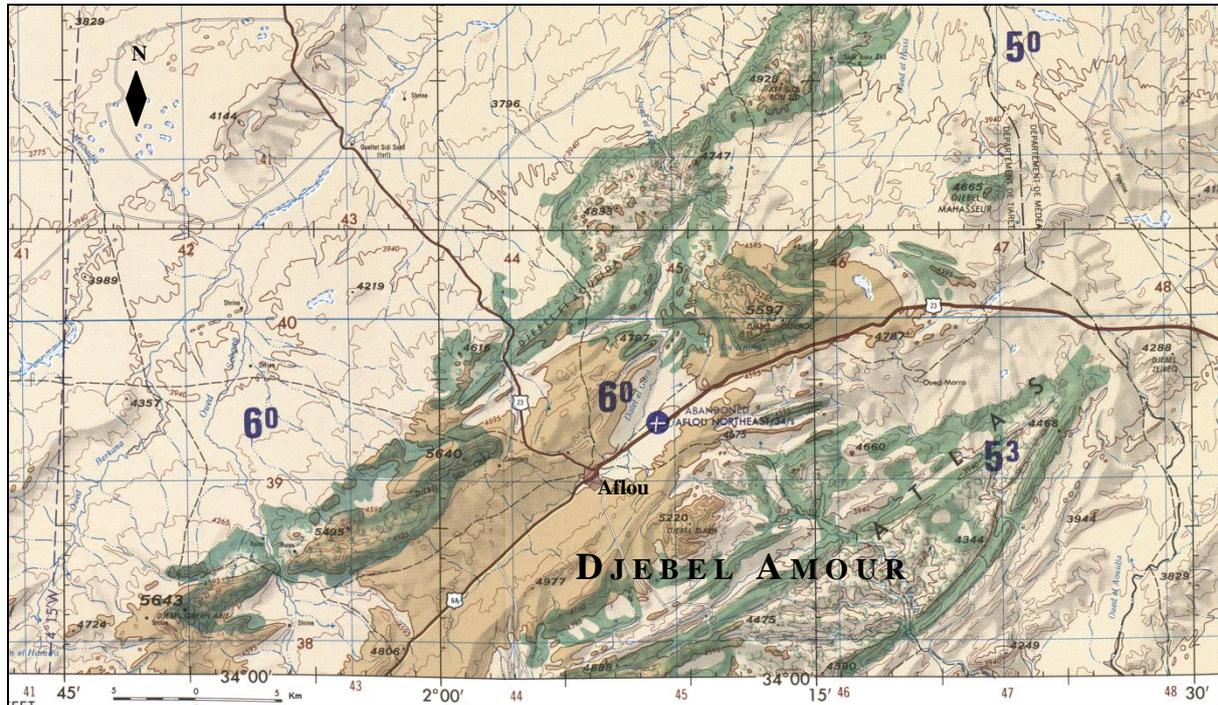


Figure 1 : Localisation géographique de la région de Djebel Amour (Extrait de la carte topographique 1973)

La région d'Aflou, capitale du djebel Amour se situe au sud des grandes étendues des hautes plaines, algéroises et oranaises, au cœur de la dernière barrière topographique avant la plate forme saharienne. Elle est à environ de 500 km au sud d'Alger, au nord-ouest du chef lieu de la wilaya de Laghouat.

2.1.1. Géologie

L'Atlas saharien est un domaine bien individualisé qui se distingue tant par son relief et sa structure que par le climat qu'il supporte et par une lithologie marquée par la prédominance de formations marno-gréseuses (Stamboul, 2004).

Au Nord, l'Atlas saharien se rattache au domaine des Hauts plateaux Oranais dont il n'est séparé que par la ligne de fractures qui correspond à l'accident Nord Atlasique. Au Sud, la flexure qui le sépare de la plateforme saharienne apparaît comme une entité structurale majeure où se relaient divers types d'accidents.

La zone du Djebel Amour présente des plis anticlinaux, coffrée et faillée avec une remontée du Trias, de roches vertes et des synclinaux formés par des grés du continental intercalaire. Cette région est constituée de couches de calcaire et parfois de grés de l'albien, alternant avec des lits marneux servant de réservoirs pour les ressources naturelles (Hammouda, 2009).

2.1.2. Géomorphologie

La géomorphologie peut être considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques (Aidoud-Lounis, 1984).

Notre zone d'étude est caractérisée par plusieurs formes géomorphologiques à savoir des *Hamadas* qui sont des reliefs tabulaires de pente (Stamboul, 2004). Le *Djellal*, qui présente des formations relativement planes (glacis) et qui, selon Stamboul (2004) couvrent les deux tiers Nord-ouest de cette région. Il relie Tiaret à Aflou et il s'élève assez rapidement au dessus de la steppe en un glacis de pente assez forte et parfois ravinée.

Les *reliefs* de la région sont caractérisés par un très faible couvert végétal, ce qui est expliqué par la nature de leurs sols et la présence marquée des éléments grossiers. Les principaux djebels sont d'après Stamboul (2004):

- *Djebel Zlag*, qui barre l'horizon d'Aflou à 1593 m d'altitude ;
- *Djebel Gaada*, dont la partie élevée se termine au Sud-est par le vaste plateau de grés ceinturé de falaises difficilement accessibles.

Les *dépressions* fermées ou Haouds, qui reçoivent parfois les eaux de ruissèlement où nous pouvons observer durant la période hivernale, les rassemblements des oiseaux d'eau qui font le repos de quelques jours, voire quelques semaines.

Les *accumulations sableuses* qui sont des formations éoliennes où on distingue quatre formes ; *les voiles sableux* qui sont des dépôts discontinus de sable, peu épais et plus ou moins mobiles. Ils favorisent le développement des psammophytes annuelles telles que *Schismus barbatus* et *Plantago albicans* (Pouget, 1980).

Les nebkas, quant à elles, sont des accumulations de sable fin arrêtées par un obstacle végétal de petite dimension. La troisième formation sont *les nappes de sable* qui sont des accumulations continues, localisées dans les dépressions. Elles sont colonisées par les psammophytes telles que: *Thymelaea microphylla* et des placages d'espèces annuelles telles que *Plantago albicans* et *Schismus barbatus*. Les accumulations les plus importantes sont les *microdunes*, elles sont plus ou moins fixées par des psammophytes vivaces, telles qu'*Aristida pungens* surtout au niveau des oueds secs.

2.1.3. Caractérisations édaphiques

Les sols des zones arides et semi-arides ont été décrits par plusieurs auteurs. Ils sont en général pauvres en humus, fragiles et peu profonds. Les processus de pédogenèse se produisent dans les conditions du climat semi- aride, la formation des sols est influencée non seulement par des précipitations insuffisantes mais aussi par une évaporation élevée. Hammouda (2009) a distingué plusieurs types de sols dans la région :

Les sols minéraux bruts très peu évolués, se caractérisent par une faible différenciation des horizons. Suivant la nature et la consistance de la roche mère on distingue :

Les lithosols : sont des sols d'érosion qui se développent sur les roches dures (grès, calcaire), ces sols sont très squelettiques rencontrés au niveau des crêtes et sur les sommets de djebels ;

Les régosols : sont aussi des sols d'érosion qui se développent sur les roches tendres (marnes, argiles) et se rencontrent dans les entailles des oueds et dans certains glacis.

Les sols d'apports peu évolués, classés suivant l'origine des dépôts : alluviaux ou éoliens. Les sols d'apport alluvial sont les plus représentés dans cette région, ils sont situés dans les lits des oueds ainsi que sur les zones d'épandage et les petites dayas. La surface du sol présente une croûte de battance. En général, les sols alluviaux bénéficient d'un apport d'eau de ruissellement. Ces sols peuvent être intéressants pour les cultures céréalières et fourragères. Ils peuvent présenter également un faciès post-cultural à *Artemisia campestris* et *Peganum harmala*.

Les sols d'apport éolien se localisent au niveau des formations éoliennes fixées par la végétation : champ de sable, placage et microdunes. Ces sols sont colonisés par des psammophytes tels que *Aristida pungens* et *Retama retam*.

Les sols calcimagnésiques, comprennent des *rendzines* qu'on retrouve sur les versants de djebels. Leur texture est souvent limono argileuse. Lorsque l'érosion est forte, l'horizon A est décapé, la roche mère est mise à nu, aboutissant à la formation d'un lithosol. Ces *rendzines* sont colonisées par un matorral à base de *Quercus ilex*, *Juniperus phoenicea*, *Launaea acanthoclada* et *Stipa tenacissima*.

Les sols bruns calcaires sur les piedmonts et les glacis du Quaternaire récent. Ces sols sont peu profonds, leur épaisseur varie de 10 à 30 cm. La texture varie de limono-sableuse à sablo-limoneuse avec un taux de matière organique faible.

Les sols à accumulation calcaire qui occupent une superficie importante sur les glacis du Quaternaire ancien et moyen. Lorsque ces sols sont recouverts d'un léger apport éolien, on y trouve une végétation psammophile à base de *Thymelaea microphylla*.

Les sols calcimagnésiques ont leur surface sensible à l'érosion (surtout l'érosion en nappe). Ils sont couverts d'une pellicule de glaçage surmontée souvent d'un voile éolien.

Les sols hydromorphes (à gleys- salés) sont formés dans les vallées des oueds. Ces sols sont caractérisés par la différenciation des horizons génétiques et la présence de gleys. La texture du sol est limoneuse, et la teneur en matière organique est élevée dans l'horizon supérieur (5%) qui décroît avec la profondeur.

Généralement, les sols de la région sont un peu humifères ; les uns sont riches en calcaires mais la plupart en sont dépourvus et donnent des sols en équilibre ou des sols insaturés en fait des terres sablonneuses, légères et pauvres non seulement en calcaires mais aussi en acide phosphorique. Dans le sud de la région, les formations sableuses du tertiaire continental représentent un aquifère intérieur lorsqu'elles atteignent une épaisseur importante (Stamboul, 2004).

2.1.4. Hydrologie

Selon Pouget (1980), le réseau hydrographique de faible vitalité s'organise en système endoréique dont les eaux de ruissellement sont collectées au moment des pluies.

De par sa situation au flanc Nord Ouest de l'Atlas Saharien, la région d'Aflou se caractérise par un réseau hydrographique important avec un type d'écoulement endoréique. Les principaux oueds occupant la zone d'étude sont l'Oued Sebgag, à 20 Km à l'Ouest d'Aflou et qui prend naissance d'un certain nombre de sources pérennes et qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil qui traverse les Hautes Plaines. Ce dernier arrive à franchir les chaînes telliennes pour devenir l'oued Chélif (Pouget, 1980).

Au Sud-est d'Aflou, se situe l'Oued Seklafa et constitue l'affluent le plus important de l'Oued M'Zi (d'une longueur de 40 km, il draine un bassin de 775.6 km²).

Au niveau de la terminaison nord-occidentale du Djebel Amour (dans la région d'El-Bayadh), l'Oued Sidi Naceur prend naissance. Plusieurs émergences contribuent à son alimentation, en particulier les sources de la région d'El Hadj Mecheri et de Sidi Naceur. L'écoulement s'effectue du Sud- ouest vers le Nord-est avec un parcours de 120 km. Le bassin versant limité au Nord par celui du Chott Chergui couvre une superficie de 1972 km². Ces oueds sont généralement à écoulement temporaire et principalement hivernal.

2.1.5. Etude climatique et bioclimatique de la région d'étude

Classiquement, la classification bioclimatique d'Emberger, utilisée dans la région méditerranéenne, repose sur « les caractères climatiques qui influencent le plus fortement la vie végétale » (Le Houérou et *al.*, 1977).

La région d'étude appartient au climat méditerranéen, qui se caractérise par une période sèche estivale où les précipitations sont faibles. D'ailleurs, les steppes des hauts plateaux algériens dans leur intégralité sont régies par un climat méditerranéen, caractérisée par une période hivernale relativement froide et pluvieuse, les précipitations sont plus fréquentes avec une grande variabilité interannuelle et inter mensuelle, et une période sèche estivale (Emberger, 1955 ; 1971).

Pour caractériser le climat de la région, nous avons pris en considération les données climatiques de plusieurs périodes suite à l'indisponibilité de données continues (Seltzer, 1946 ; Dubief, 1959 ; 1963 ; Chaumont et Paquin, 1971 ; E.N.E.M.A, 1976) cités par Hammouda (2009) et O.N.M. (2012).

2.1.5.1. Les précipitations

Le tableau (1) indique les différentes valeurs de la moyenne annuelle des précipitations pour notre région, recueillies par les différents auteurs et organismes durant la période de 1913 à 2011.

Tableau 1: Valeurs moyennes annuelles des précipitations (en mm) de la région d'étude

Seltzer 1913-1938	Dubief 1926 - 1950	Chaumont et Paquin 1913 – 1963	E.N.E.M.A 1950- 1975	O.N.M 1967- 1987	O.N.M 1996- 2011	Moyenne (mm)
342	332	330	376.5	318.3	296,15	325,04

(Hammouda, 2009 ; ONM, 2012)

Régime saisonnier

La lecture de la figure (2) montre que les précipitations saisonnières gardent la même allure dans toutes les périodes mentionnées avec une diminution des moyennes saisonnières d'une période à l'autre. Les précipitations ont diminuées au cours du dernier siècle, parfois plusieurs années consécutives de sécheresse sont marquées. La pluviosité moyenne annuelle a diminué de 17 à 27% dans les steppes algériennes durant le siècle dernier (Djellouli et Nedjraoui, 1995). La diminution générale des précipitations de la zone d'étude est de 7% (Hammouda, 2009).

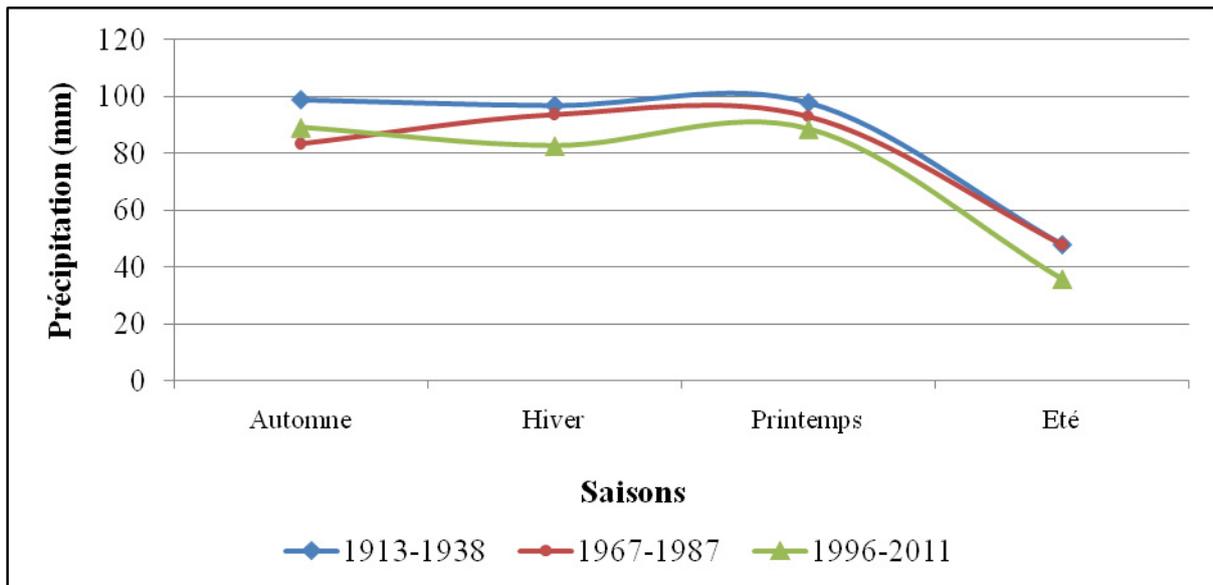


Figure 2 : Variation saisonnière des précipitations dans la région d'étude pour plusieurs périodes

Le régime saisonnier des précipitations est de type APHE pour la plupart des périodes observées (Tab.2). Les précipitations automnales sont les plus importantes suivies par les précipitations printanières, hivernales et estivales. Cet ordre conditionne la végétation qualitativement et quantitativement et se répercute sur la disponibilité alimentaire de la région.

Tableau 2 : Régimes saisonniers des précipitations dans la région d'étude

Période	Automne (A)	Hiver (H)	Printemps (P)	Eté (E)	Régime saisonnier
1913-1938	99	97	98	48	APHE
1967-1987	83,5	93,8	93,1	47,9	HPAE
1996-2011	89,12	82,67	88,59	35,77	APHE

2.1.5.2. Températures

Les températures agissent principalement par les deux extrêmes thermiques, le (m) et le (M), le (m) représentant la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, et le (M) la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud. Ces deux facteurs, selon Djellouli (1981), sont très importants, car ils donnent réellement les limites de résistance des êtres vivants. Elles permettent aussi d'évaluer la « température moyenne », $(M + m)/2$, et « l'amplitude thermique extrême moyenne » $(M - m)$; cette dernière, traduisant la continentalité d'une station.

La température moyenne annuelle a connu une diminution entre les deux périodes (1967-1987) et (1996-2011) (Tab.3). Il en est de même pour les températures moyennes minimales du mois le plus froid. La température moyenne maximale du mois le plus chaud a resté stable entre les deux périodes climatiques (Tab.3).

Tableau 3 : Variation mensuelle des températures dans la région d'étude

Mois		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	At	Annuel
1967-1987	m	12,49	8,1	2,34	-1,83	-2,27	-2,46	-0,23	3,64	8,69	12,36	15,69	16,01	6,04
	M	27,06	19,77	14,08	9,2	9,64	9,48	13,99	16,32	22,3	28,82	32,19	31,58	19,54
	Moy	19,78	13,94	8,21	3,69	3,69	3,51	6,88	9,98	15,50	20,59	23,94	23,80	12,79
1996-2011	m	9,34	4,9	-0,63	-3,44	-4,4	-3,77	-0,91	1,3	5,5	10,73	14,44	13,89	3,91
	M	26,23	20,55	13	9,33	8,68	10,18	14,82	18,11	21,73	27,88	32,17	32,17	19,57
	Moy	17,79	12,73	6,19	2,95	2,14	3,21	6,96	9,71	13,62	19,31	23,31	23,03	11,74

2.1.5.3. Synthèse bioclimatique

Il serait intéressant d'utiliser les deux précédents facteurs climatiques pour construire le climagramme d'Emberger et le diagramme ombrothermique de Gaussen (Dajoz, 2006).

Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique (Q_2) d'Emberger (1955) correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen tenant compte de la moyenne annuelle des précipitations (P en millimètre) et, pour les températures, d'une part de la « moyenne des minima du mois le plus froid » (m), d'autre part de la "moyenne des maxima du mois le plus chaud" (M).

Selon Prévost (1999) ; le Climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique d'une région donnée, il représente en abscisse la moyenne des minima des températures du mois le plus froid et en ordonnées le quotient pluviothermique Q_2 d'Emberger. Nous avons utilisé la formule de Stewart adapté pour l'Algérie pour calculer le Q_3 qui se présente comme suit :

$$Q_3 = \frac{3.43 \times P}{(M - m)}$$

Q_3 : quotient pluviothermique d'Emberger ;

P : moyenne des précipitations annuelles en mm ;

M : moyenne des maximums du mois le plus chaud en degré Celsius ($M_{\text{aflou}}=32,17^\circ\text{C}$);

m : moyenne des minimums du mois le plus froid en degré Celsius. ($m_{\text{aflou}}=-4,4^\circ\text{C}$)

M-m : Amplitude thermique.

D'après le climagramme (Fig.3), la région d'Aflou appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, variante à hiver très froid. Il faut signaler ici que la région a connu un changement des sous-étages ; du semi aride moyen vers le semi aride inférieur où les caractères d'aridité s'accroissent plus en plus.

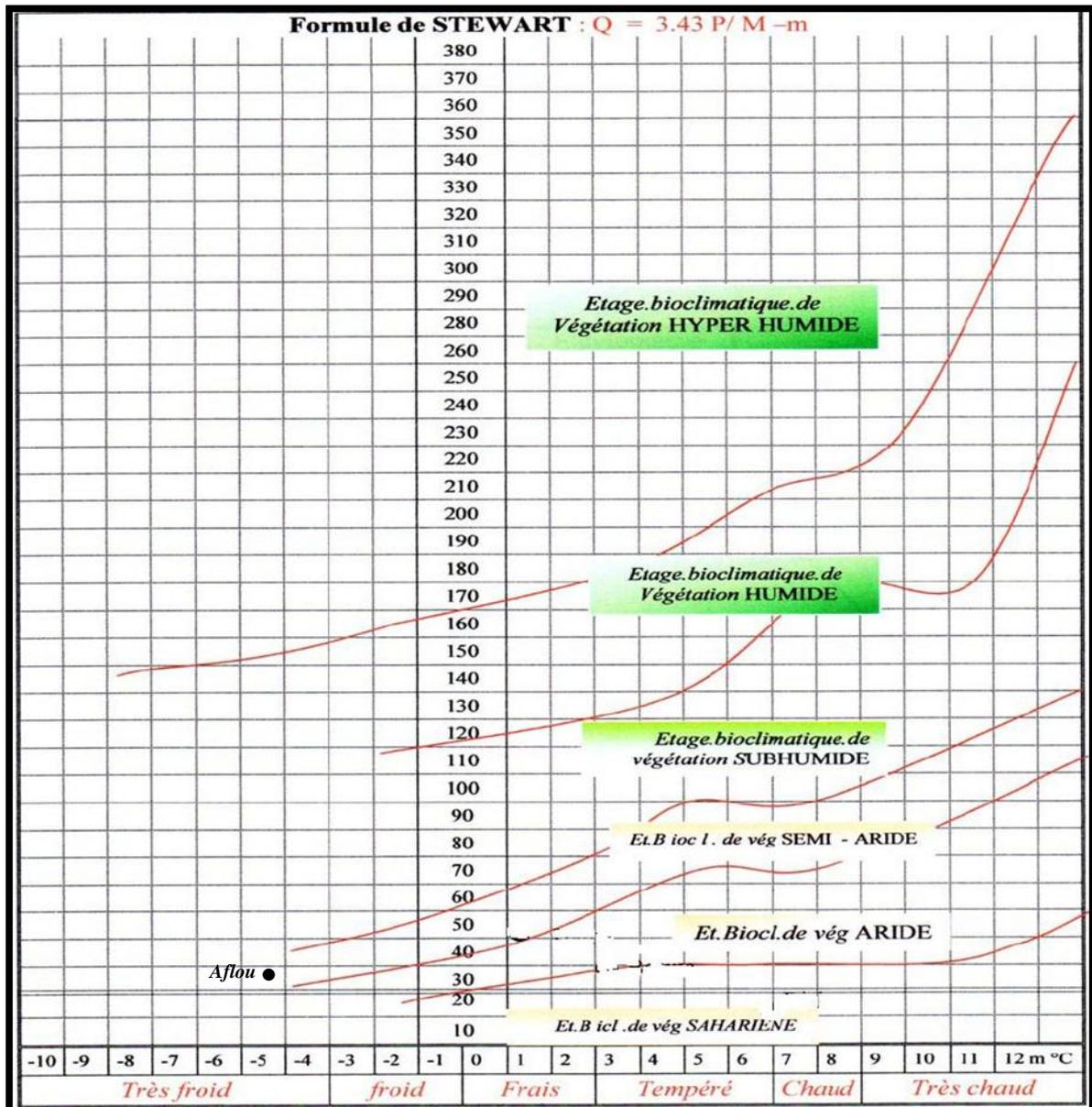


Figure 3 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région d'Aflou.

Diagramme ombrothermique de Gaussen

Du fait que les éléments climatiques n'agissent jamais indépendamment les uns des autres, les nombreux utilisateurs, notamment les écologues et les climatologues, ont cherché à représenter le climat par des formules intégrant ses principales variables.

Bagnouls et Gaussen (1953) définissent la saison sèche comme étant : « l'ensemble des mois où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre, est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle, exprimée en degrés centigrades ($P \leq 2T$) ».

Le diagramme pluviothermique de Bagnouls et Gaussen (1953), permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté :

- En abscisse par les mois de l'année ;
- En ordonnées à gauche par les précipitations (en mm) ;
- En ordonnées à droite par les températures moyennes (en °C) ;
- Une échelle de $P=2T$.

Pour la zone considérée, et pour la période 1996-2011, la saison sèche s'étale sur cinq mois et demi ; du début mai à la mi-octobre (Fig.4).

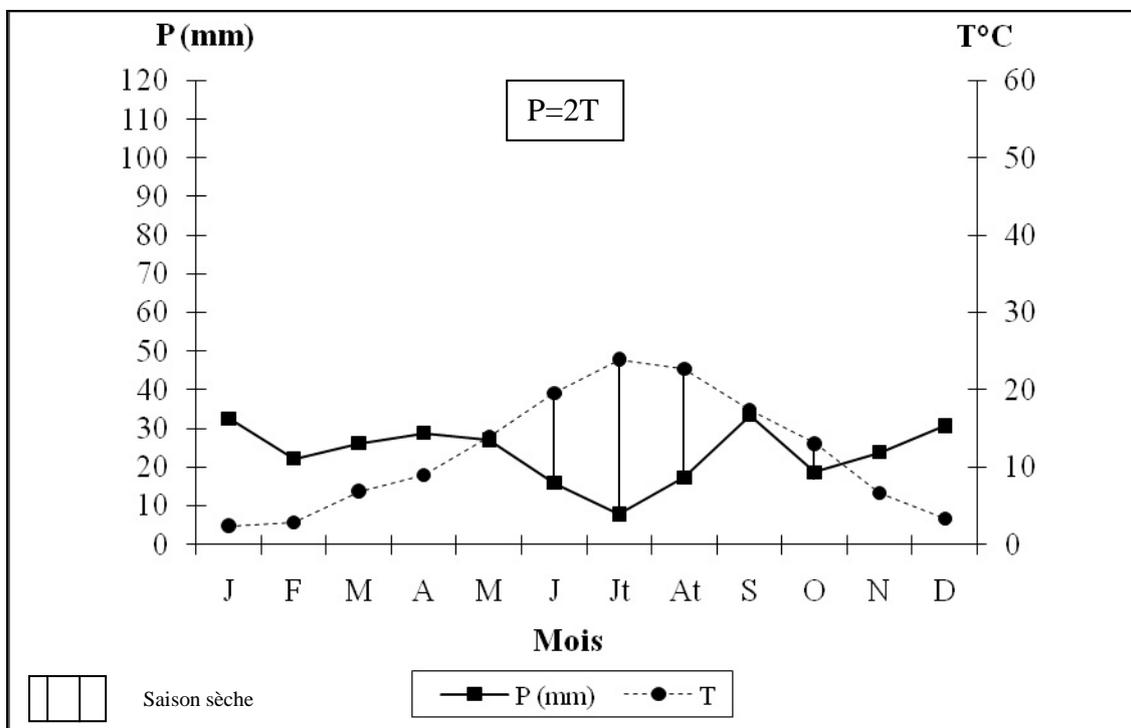


Figure 4 : Diagramme pluviothermique de la région d'Aflou pour la période 1996-2011

2.1.6. Cadre phytogéographique

Les travaux des botanistes et des phytosociologues, concernant l'Algérie steppique sont nombreux : Maire (1926) ; Ozenda et Keraudren (1960) ; Barry et Faurel (1968) ; Celles, (1974, 1975) ; Barry et *al.* (1974) ; Rodin et *al.* (1970) ; Le Houérou et *al.* (1977) ; Djebaili (1978).

Nous avons adopté les modifications de Quézel et Santa (1962, 1963) et celles de Barry *et al.* (1974) qui ont apportés plus de détails sur la subdivision de Maire (1926) en se basant essentiellement sur l'aspect floristique.

D'après la carte de végétation au 1/1.000.000 d'Alger établie par Barry *et al.* en 1974, la zone d'étude fait partie du Groupe méditerranéen de l'Holarctis, de la Région méditerranéenne, sous-région Eu-méditerranéenne, du domaine Maghrébin steppique, secteur de l'Atlas Saharien et sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois.

Elle est bordée au Nord, par le secteur des Hauts plateaux Algéro-oranais et au Sud par le Sahara septentrional (région Saharo-sindienne).

En zones arides, la végétation est fidèle à certains aspects de la géomorphologie en relation avec la lithologie (Le Houérou, 1969; Djebaili, 1978). Les zones steppiques présentent une végétation exceptionnelle qui est le résultat des interactions de plusieurs facteurs essentiels dont le climat et le sol (Le Houérou, 1971) ainsi que l'action anthropique (Le Houérou, 1971 ; Le Houérou, 1993 ; Le Houérou, 1995) et provient de la dégradation de formations forestières primitives.

La végétation de Djebel Amour est dans sa majorité steppique qui résulte apparemment de la dégradation de l'ancienne forêt de chêne vert. Nous avons pu caractériser suivant les différentes situations géomorphologiques plusieurs formations végétales :

2.1.6.1. Les formations forestières et de dégradation forestière

Les forêts

La notion de « forêt » diffère des régions nordiques pluvieuses plus arrosées à celles du Sud relativement sèches. Pour Le Houérou (1971), une « forêt » est toute formation d'au moins 100 arbres par hectare. Les "forêts" d'Aflou sont fortement soumises aux délits, et elles sont constituées de genévrier de Phénicie, de pin d'Alep, de chêne vert et du pistachier de l'atlas, et sont situées sur un substrat siliceux très rocheux, peu profond avec peu d'humus (Smaïhi, 2009). Elles sont toujours plus ou moins dégradées, à cause du climat et de l'homme (Kadik, 1983 ; Barbéro *et al.*, 1990).

D'abord, les vestiges de l'ancienne forêt de chêne vert qui, occupa jadis, des superficies importantes de la région, le reste de cette formation forestière se localise au niveau des bords d'oueds. Une grande partie de cette formation a été remplacée dans le cadre du grand projet de barrage vert par le pin d'Alep. Les formations naturelles de ce conifère occupent les versants sud du Djebel Amour, ce sont actuellement des forêts dégradées.

Du côté des monts des Ouled Nail, le pin d'Alep et le chêne vert ont tendance à se regrouper avec le genévrier de Phénicie et du genévrier oxycèdre. La composition floristique du pin d'Alep est composée par : *Helianthemum cinereum*, *Globularia alypum*, *Pistacia lentiscus*, *Cistus libanotis*, *Genista microcephala*, *Atractylis humilis*, *Phillyrea angustifolia* et *Romarinus tournefortii*.

Il faut aussi signaler les formations de reboisement de Pin d'Alep qui occupent de vastes étendues dans la région avec des taux de réussite différents et des étagements très hétérogènes.

Les matorrals

Classe essentiellement méditerranéenne et méditerranéo-montagnarde, constituée par des groupements arbustifs et pelouses maigres des terrains calcaires et marneux soumis au pacage par les ovins. Ce type de formation est qualifié, sur substrat calcaire de garrigue et sur substrat siliceux, de maquis. Le terme de matorral est habituellement utilisé pour qualifier, du point de vue physionomique, cette végétation quelque soit le type de substrat (Bourbouze et Donadieu, 1987).

Parmi les formations les plus abondantes dans l'atlas saharien et dans le Djebel Amour, les formations végétales de dégradation, appelées communément « Matorral ». Ce terme d'origine espagnol a été adopté par Ionesco et Sauvage (1962), il concerne les arbustes et les arbres ne dépassant pas 7 m de hauteur. Il représente d'après Dicastri (1981), la forme la plus typique de la végétation méditerranéenne.

Les matorrals du Djebel Amour peuvent être considérées comme des forêts présteppiques au sens de Quézel et Médail (2003), suite à une insuffisance de précipitations (stress hydrique) ou à des températures hivernales très basses (stress thermique) (Quézel et al., 1980a in Quézel et Médail, 2003). Le recouvrement global du couvert végétal dans ces formations ne dépasse pas 50%.

Ces formations sont à base d'alfa (*Stipa tenacissima*), genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) et genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*). Ces dernières formations, où déjà domine l'alfa, assurent la transition dynamique vers les groupements steppiques (Le Houérou et al., 1977).

2.1.6.2. Les formations steppiques

Les formations steppiques ne constituent pas une végétation primitive mais divers stades de dégradation d'une forêt claire xérophile à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* (Le Houérou, 1959, 1969).

La steppe est l'écosystème où s'exacerbent l'ensemble des contraintes méditerranéennes par le déficit hydrique qui devient permanent (aridité) et par la pression anthropique qui est dans la plupart des cas, de plus en plus intense (Aidoud, 1994).

Selon Le Houérou (1995), la steppe comme les formations végétales basses et ouvertes, dominée par des espèces pérennes, dépourvue d'arbres, où le sol nu apparaît dans des proportions variables.

Les formations à alfa (*Stipa tenacissima*) remplacent la végétation forestière sur les mi-versants et sur les glacis anciens et moyens avec des sols calcimagnésiques. Des steppes mixtes d'alfa, de sparte (*Lygeum spartum*) et d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) sur les chenaux d'oueds ensablés surtout dans les versants nord du djebel Amour et qui connaissent-elles même des dégradations suite au surpâturage. Elles se partagent le paysage, plus au sud, assurant la transition avec les végétations sahariennes où la steppe à Remt (*Hammada scoparia*) domine.

Les dépressions fermées de la région, sont presque totalement exploitées pour la céréaliculture. Les espèces caractéristiques de ces milieux, telle le Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) et le jujubier (*Zizyphus lotus*), colonisent parfois les lignes de crêtes des reliefs qui gardent par leur nature, un taux considérable d'humidité.

Les régions qui subissent des pressions anthropiques importantes (surtout le surpâturage) sont couvertes par des formations de dégradation telles que le Drinn (*Aristida pungens*), Harmel (*Peganum harmala*), et essentiellement l'Armoise champêtre (*Artemisia campestris*) et le Chouprouk (*Noaea mucronata*). Les jachères sont colonisées par des espèces épineuses comme le Chardon (*Carduus sp.*) qui attire certaine espèces d'oiseaux granivores durant la partie de sa fructification de l'année.

2.2. Etude du peuplement avien

2.2.1. Techniques d'inventaire

L'inventaire de l'avifaune doit généralement impliquer la vue et l'ouïe. *Primo*, dans certains cas, les oiseaux sont entendus sans pouvoir être vus (ex. : couvert végétal important) et, dans d'autres cas, c'est le contraire, l'oiseau est muet et l'environnement permet son identification à vue.

Secundo, il faut parfois cumuler l'écoute, l'observation, voire la localité (situation géographique et habitat) pour pouvoir identifier un oiseau de façon pertinente. Nous avons donc associé ces deux approches, durant nos observations.

Lors de celles-ci, nous avons effectué notre inventaire avec la présence habituelle des services forestiers d'Aflou (un ingénieur et deux techniciens), où nous avons cherché, dans la mesure du possible, à confirmer nos identifications.

L'opération s'effectue en début et fin de journée, pour autant, l'effort d'inventaire de l'avifaune n'aura pas été négligé aux heures chaudes ou froides (toutes les saisons), certaines espèces profitant de celles-ci pour chasser (insectivores, rapaces notamment).

Concernant l'observation, celle-ci aura été facilitée par l'usage de jumelles (10x30 et 10x50). A l'occasion, des indices de présence auront été relevés (traces, fientes, pelotes de réjection,...).

D'autres espèces ont été recensées lors des captures par des filets ornithologiques. Les identifications ont été effectuées à l'aide du Guide ornithologique des oiseaux d'Europe (Mullarney et *al.*, 2005) et les noms des espèces et des familles sont tirés de l'ouvrage des Oiseaux d'Algérie (Isenmann et Moali, 2000).

La prospection de la région du Djebel Amour a permis d'identifier sept biotopes, à savoir la steppe proprement dite, connue par ses différents faciès végétaux ; la steppe arborée qui est une formation mixte de végétaux steppique et des arbres ou arbustes de genévrier de Phénicie et d'oxycèdre ; les matorrals à chêne vert et des genévriers constituent le troisième biotope. Des vestiges de l'ancienne forêt de chêne vert avec des sujets de tailles importantes de part et d'autres des oueds qui assurent un taux considérable d'humidité. Le cinquième biotope est celui des cultures qui se localisent partout dans la région suite sa vocation agropastorale, ces biotopes sont généralement des lieux d'alimentation. Les biotopes précédents sont intercalés par des cultures céréalières et maraichères qui constituent des endroits de nidification et de nourriture pour un grand nombre d'oiseaux (Fig. 5 ; Annexes-Planche 2). Les dayas, qui sont des dépressions fermées et qui s'alimentent en eau par le biais des pluies saisonnières, sont fréquentées par les oiseaux d'eaux de passage. En plus des biotopes cités, le milieu urbain a permis aussi de recenser un certains nombre d'espèces. Les observations durant quatre années de suivi ont permis de classer ces espèces selon leurs biotopes d'apparition.

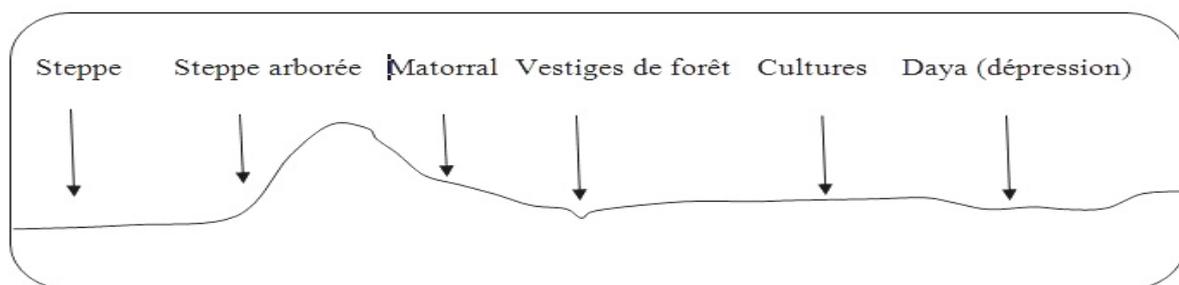


Figure 5: Profil descriptif des biotopes suivis durant la période d'étude.

2.2.1.1. Milieux steppiques

Ce sont des milieux ouverts qui offrent généralement les meilleures conditions pratiques pour l'observation. En revanche, les espèces adaptées à ce type de milieux anticipent généralement de loin l'arrivée de l'observateur, ou se fondent dans le paysage par mimétisme ou adoptent des comportements discrets (immobilisation, utilisation des cultures pour se cacher, vols bas...).

Ces milieux regroupent la steppe proprement dite, au nord du djebel Amour (région Djellal) et la steppe arborée du versant sud des premiers monts de ce djebel (Région Ed-dokhlia) (Fig.5).

2.2.1.2. Milieux pré-forestier et forestier

La densité de la végétation et des différentes strates agissent sur la qualité du suivi. Nous avons suivi les vestiges de la forêt de chêne vert tout au long de l'oued dit Oued El Bsibsa ainsi que le matorral dans la même zone.

Le suivi des oiseaux nicheurs a été effectué dans les quatre milieux cités à savoir la steppe, la steppe arborée, les matorrals et les vestiges de la forêt.

2.2.1.3. Dépressions

Les dépressions sont des oueds ou des dayas qui se chargent d'eau après la chute des pluies. Elles sont les lieux de regroupement des oiseaux d'eau qui font l'escale dans la région.

Pour les nicheurs, nous avons utilisé la méthode dite plans quadrillés, ou quadrats, décrite par Pough (1950), Blondel (1969) et Frochet (1975) et normalisée par Ferry (1969) et Tricot (1969-1970).

Cette méthode a été mise en œuvre pour dénombrer l'ensemble des oiseaux nichant sur une zone mais aussi être employée pour dénombrer une seule espèce. L'observateur doit pouvoir connaître avec précision sa position et celle de tout oiseau contacté sur la parcelle. Si ce n'est pas le cas, il doit procéder à un piquetage pour pouvoir se repérer. Les quadrats ont été définis de façon à permettre de faciliter les observations à l'aide des séparations naturelles par les oueds dans le site ou parfois à l'aide des bornes installées par les services des forêts.

Nous avons parcouru le terrain, plusieurs fois durant la période de reproduction des oiseaux, un minimum de 10 visites ont été réalisées sur chaque quadrat, de la mi-mars jusqu'au début-juillet permettant une vision plus étendue de la zone.

2.2.2. Etude biogéographique

Dans cette partie, nous avons adopté deux méthodes biogéographiques ; la première est celle de Voous (1960), et la deuxième est la méthode de Prodon (1993).

2.2.2.1. Moyenne latitudinale MLAT (latitude ornithologique)

Malgré son intérêt synthétique indéniable et sa popularité, le système de Voous présente plusieurs inconvénients sérieux (Prodon, 1993). C'est un système qualitatif et discontinu : tous les intermédiaires entre deux types de distribution sont possibles, comme le prouvent les nombreux cas de fluctuations des aires (Prodon, 1993). Pour cela cet auteur a cherché une méthode quantitative et simple l'aire de répartition actuelle des espèces par un nombre de paramètres numériques.

Selon Prodon (1993), la distribution de chaque espèce peut être représentée par une moyenne latitudinale (*midlatitude*) qui résume le statut latitudinal d'une espèce en un seul chiffre par la formule suivante :

$$MLAT^{\circ} = \frac{LEN+LES}{2}$$

Dont : LEN : latitude d'extrême nord ; LES : latitude d'extrême sud.

2.2.2.2. Écart latitudinal

L'écart entre la moyenne latitudinale de l'espèce (*i*) MLAT et la latitude moyenne de la région d'étude (LR) est « l'écart latitudinal (EL) » (Lovaty, 2000 ; Adamou, 2011). Il se calcule comme suit :

$$EL^{\circ} = MLAT - LR$$

2.2.2.3. Indice de méditerranéité IM

Parmi les différents indices simples que l'on peut retenir pour chiffrer le caractère méditerranéen d'une aire de répartition, l'indice de méditerranéité à l'avantage de s'obtenir facilement par un simple balayage longitudinal discontinu de l'aire (Prodon, 1993). Si E_i est l'étendue longitudinale de l'aire de l'espèce considéré à la latitude i , on calcule :

$$IM(\%) = \frac{E30+E35+E40+E45}{\sum_{i=0}^{90} E_i} \times 100$$

Cet indice considère l'intersection de la distribution latitudinale d'une espèce avec la distribution latitudinale de l'aire méditerranéenne. Selon Prodon (1993), la valeur limite 100 pour une aire de distribution complètement incluse dans les limites de l'aire méditerranéenne et 0 pour une aire complètement extérieure, et pour des valeurs supérieures à 50 les espèces qui méritent d'être qualifiées de méditerranéennes au sens large, et au sens strict si l'indice dépasse 90. Ainsi, l'indice de méditerranéité et la moyenne latitudinale de la majorité des espèces étudiées sont calculés par Prodon (1993).

2.3. Biologie de la reproduction

Trois espèces d'oiseaux ont été suivies durant trois saisons de reproduction, la Linotte mélodieuse, le Verdier d'Europe et le Roselin githagine. Ce sont des Fringillidae sédentaires nicheurs dans la région et sont très abondants chacun dans son biotope. Le suivi est effectué dans une région qui s'étale entre la steppe au Nord jusqu'au matorral vers le Sud (Fig.6).

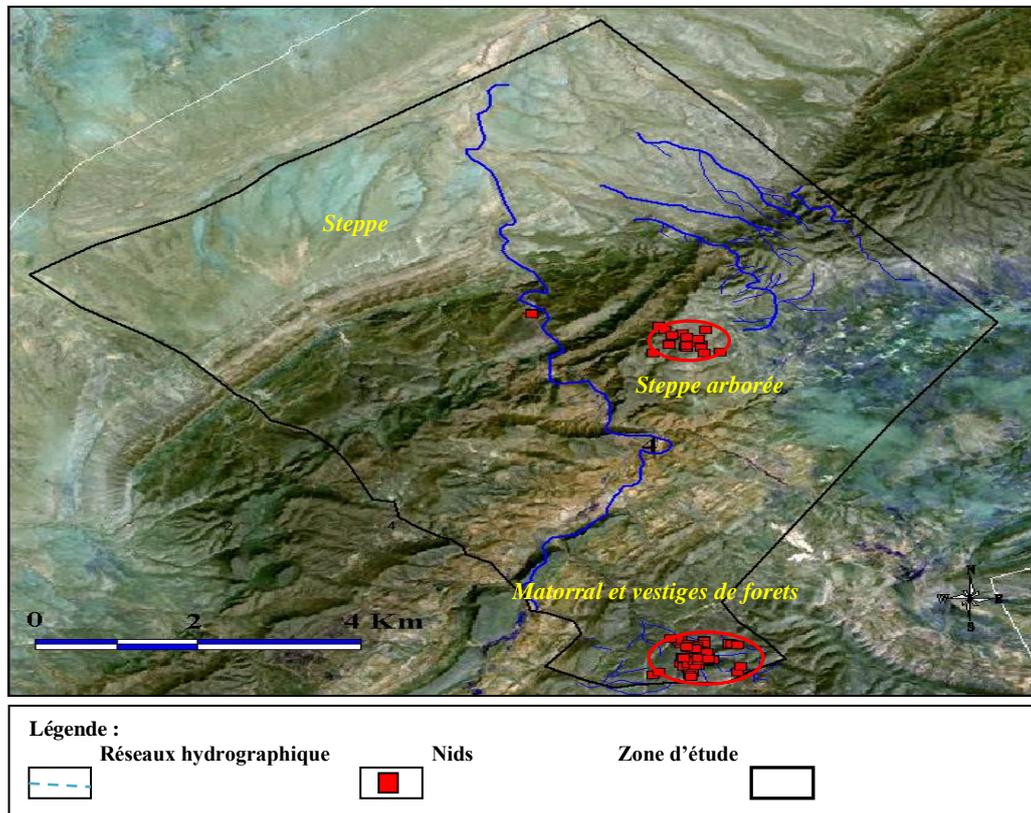


Figure 6 : Localisation de la région de suivi des oiseaux nicheurs.

2.3.1. Modèles biologiques

Les trois espèces étudiées appartiennent à l'Embranchement des **Chordata**, classe des **Aves**, l'ordre des **Passeriformes** et à la famille des **Fringillidae**.

2.3.1.1. Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina* L. 1758)

Description

La Linotte mélodieuse est un passereau qui présente une taille de 13,5 à 14,3 cm, l'aile présente une longueur de 7,3 à 7,9 cm et avec une queue de 5,2 à 5,7 cm, un tarse de 1,6 à 1,65 cm et un bec de 0,95 à 1cm (Paris, 1970). C'est un oiseau monogame qui se reproduit dans des semi-colonies avec une importante densité (Newton, 1972).

Ce petit fringillidae a un aspect soigné avec un petit bec conique. Pendant la saison de reproduction, il est impossible de ne pas reconnaître le mâle arborant fièrement des taches cramoisies sur le front et sur la poitrine avec un dos brun; au vol, zone claire sur l'aile, queue échancrée à côtés blancs (Fig.7). En dehors de la saison de reproduction, la linotte a un aspect plus terne. En hiver, les deux sexes sont d'une couleur brune assez uniforme. Les mâles ont le dos brun, les ailes foncées, une tête brun-gris et le dessous légèrement strié. Les femelles sont plus grises, avec moins de roux dans le plumage.

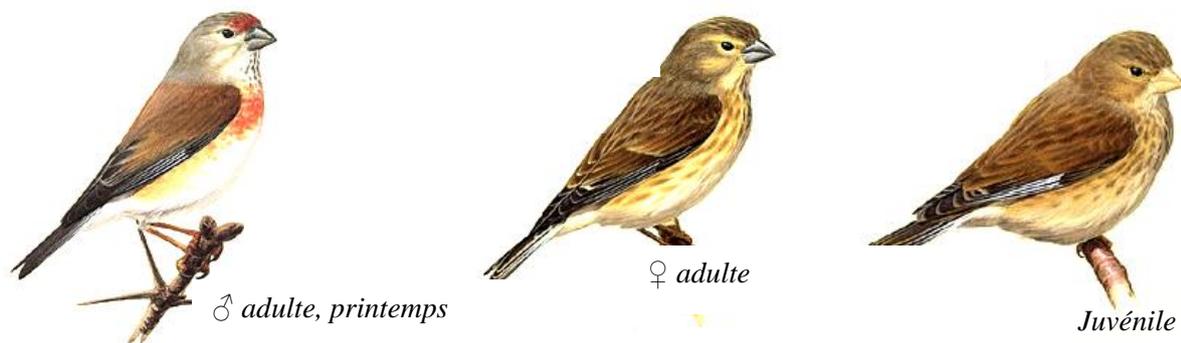


Figure 7: Représentation des adultes et un juvénile de la Linotte mélodieuse

Les jeunes sont roux clair avec des rayures foncées. Souvent vues en vol, ils sont facilement identifiables par leur gazouillis très mélodieux et les taches pâles sur les ailes (Fig.7).

Plusieurs sous-espèces ont été caractérisées en Europe et en Asie (*C.c. cannabina* ; *C.c. autochthona* ; *C.c. bella* ; *C.c. guentheri* et *C.c. mediterranea*), mais la sous espèce nicheuse de l'Afrique du Nord n'est pas encore nommée (Cramp et Perrins, 1994). Elle présente une morphologie un peu différente de ces congénères européens avec des ailes courtes et des becs gros.

Les traits d'histoire de vie des populations européennes de cette espèce ont été largement étudiés et caractérisés depuis le début du XX^{ème} siècle à travers les études de : (Witherby et al. (1938); Orford (1959); Stokov (1962); Brochot & Petitot (1964); Tast (1968; 1970); Mahéo (1969); Haartman (1972); Handtke & Witsack (1972); Mildenberger & Schulze-Hagen (1973); Godin et al. (1977); Hachfeld (1979); Meineke (1979); Eybert (1980); Glück (1983); Mal'chevski & Pukinski (1983); Menzel (1983); Schönwetter (1984); Shurupov (1986); Deunert (1989); Frey (1989) et Gassmann (1989–90)) synthétisées par Cramp et Perrins (1994). Cependant, la population Nord-africaine n'est pas encore connue.

Répartition

Dans le paléarctique occidental, les sous espèces citées sont observées presque dans toutes les zones climatiques européennes boréales, tempérées, méditerranéennes et steppiques et se prolongeant en Afrique du Nord côtière (de la steppe jusqu'à la méditerranée) et en Asie du sud-ouest, dans des climats continentaux et, jusqu'à des faibles degrés, atlantiques (Cramp et Perrins, 1994) (Fig.8). Cette espèce niche en Algérie de la méditerranée jusqu'à l'Atlas saharien (Heim de Balsac et Mayaud, 1962).

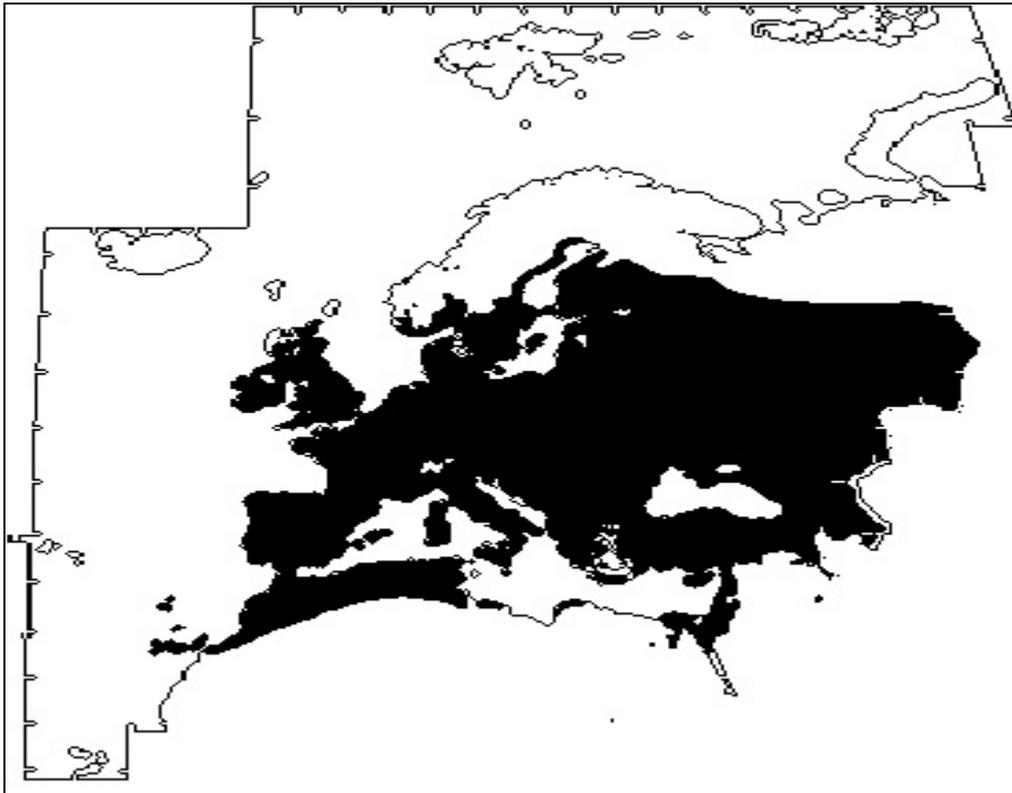


Figure 8 : Carte de répartition de la Linotte mélodieuse dans le Paléarctique occidental (d'après Cramp et Perrins, 1994)

Principalement, c'est un oiseau de terre, répandu dans une très grande variété d'habitats, mais également dans des régions accidentées appropriées, et dans les Alpes suisses, niche jusqu'à 2200-2300 m, et évite généralement les forêts et les grands bois denses excepté ceux du type ouvert avec des dégagements ou des clairières et d'accès facile. Occupe des régions boisées de marais et la végétation de bruyère ensoleillé et sèche, des terres cultivables avec des haies ou des arbres bas, vignes, vergers, maquis, et les bords non soignés de forêt ; aussi, dans des certains secteurs, jardins ruraux ou suburbains. La saison de reproduction extérieure décalera au plus aux habitats ouverts, tels que des dunes de sable, aussi bien que des terres cultivables. L'essentiel est pour la Linotte de bénéficier de zones

dénudées pour la nourriture. Le nid en corbeille est placé dans un buisson, entre 0,5 et 1,5 m du sol, parfois même par terre.

Les graines de 46 espèces ont été enregistrées dans le régime alimentaire de la linotte mélodieuse. Ce sont généralement des graines du Brassicassae, Polygonaceae, de Chenopodiaceae et de Compositae. Cependant, des invertébrés ont été aussi notés mais avec moins de 1% de sa nourriture (Newton, 1967). Elles nourrissent ses jeunes par des végétaux ; il s'agit de Brassicassae, Euphorbiaceae, Compositae, Caryophyllaceae, Polygonaceae et de Chenopodiaceae (Eybert and Constant, 1998).

2.3.1.2. Verdier d'Europe (*Carduelis chloris* L. 1758)

Description

Le Verdier d'Europe (*Carduelis chloris* L. 1758) ou (*Chloris chloris*) est un oiseau grégaire qui présente une taille entre 15 à 15,5 cm, une aile de 8,3 à 8,6 cm et une queue de 5,6 à 6,2 cm (Paris, 1970) et une masse moyenne de 28-30 g (Lindström, 2000 ; Hõrak et al., 2004). Ce Fringillidae présente un dimorphisme sexuel ; les mâles sont plus grands et plus colorés que des femelles (Merilä et al., 1999) (Fig.9). Eley (1991) a montré que la couleur brillante des mâles tendre à être favorisé par les femelles. Le sexage des juvéniles est difficile, les mâles montre une faible étendue de couleur noir sur la cinquième rectrice (< 31,44 mm) (Arenas and Senar, 2004). Les Verdiers d'Europe anticipent les risques de mort par faim par un réajustement de leurs réserves de graisse au cours des périodes au cours desquelles les sources de nourriture deviennent imprévisibles voire douteuses (Ekman et Hake, 1990).



Figure 9 : Représentation des adultes et d'un juvénile de Verdier d'Europe

Le Verdier d'Europe présente une période de ponte qui s'étale entre le mois de d'avril jusqu'à fin mai (Isenmann et Moali, 2000).

Répartition

Le Verdier d'Europe est un granivore d'origine de la région paléarctique occidentale (Hörak et al., 2004). Il est observé dans une grande partie de l'Europe (Lindström, 2000). Il occupe une aire de répartition importante; du Nord d' Europe à partir de l'est de la Belgique, des Pays Bas, de la Scandinavie et de la Russie. Au sud, l'Espagne, le Portugal, le Maroc, l'Algérie et la Tunisie (Cramp et Perrins, 1994) (Fig.10).

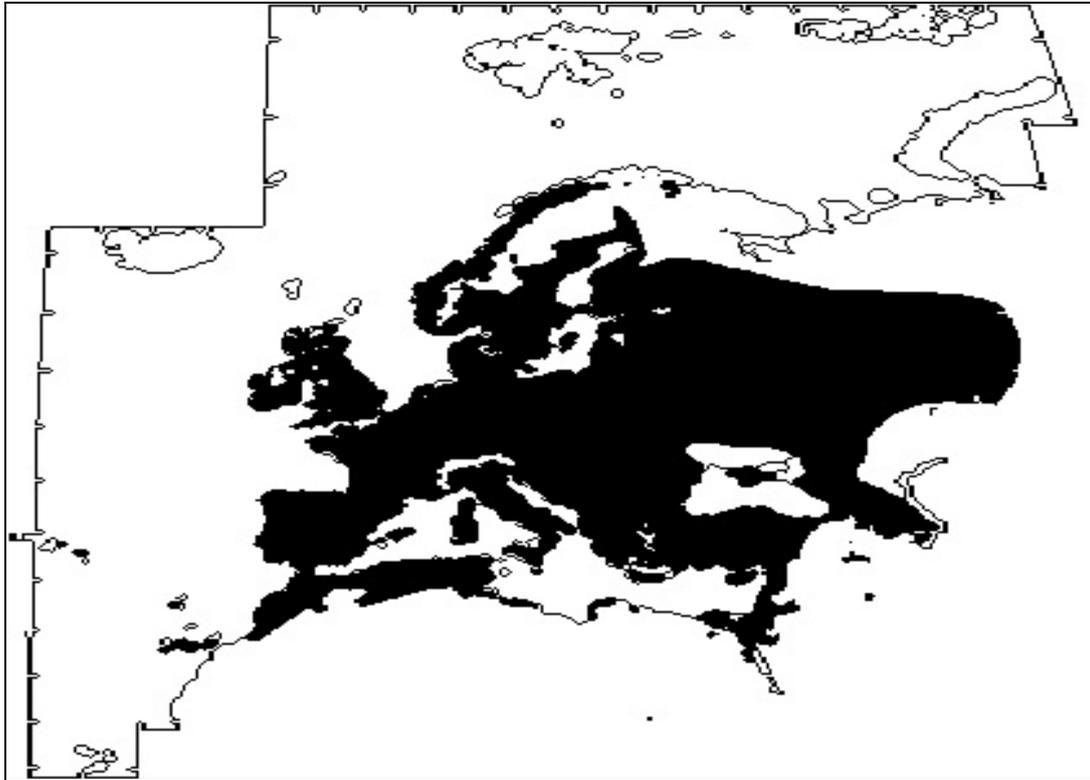


Figure 10 : Carte de répartition du Verdier d'Europe dans le Paléarctique occidental (d'après Cramp et Perrins, 1994)

La sous-espèce nicheuse en Algérie est *Carduelis chloris voousi* (Cramp et Perrins, 1994) est répandue en Afrique du Nord. Elle niche de la mer aux premières oasis (Heim de Balsac et Mayaud, 1962). Nous avons pu l'observer jusqu'aux jardins de la région de Hassi R'mel plus au sud entre Laghouat et Ghardaïa durant plusieurs années.

C'est un oiseau très répandu dans les jardins, mais aussi aux abords des forêts, dans les broussailles, les parcs et les taillis. On peut le rencontrer aussi en ville du fait des changements survenus dans les méthodes d'agriculture qui ont entraîné la raréfaction des graines de plantes sauvages. Ainsi cette espèce s'est adaptée et ne craint pas la présence de l'homme. Le verdier établit son nid dans divers endroits allant de la fourche d'un arbre, au lierre grim pant le long d'un mur, ou encore de petits arbustes au feuillage persistant qui dissimulera le nid.

Les poussins sont nourris au départ de larves d'insectes, de coléoptères, pucerons, chenilles ou araignées, puis de graines régurgitées par les parents sous forme de bouillie épaisse. Newton (1967) a enregistré les graines de 60 espèces végétales dans le régime alimentaire du Verdier d'Europe. Principalement, des Asteraceae, Brassicaceae, Polygonaceae et Poaceae, ainsi que celles des Betulaceae.

2.3.1.3. Le Roselin githagine (*Bucanetes githagineus*, Lichtenstein, 1823)

Description

Le Roselin githagine est un petit passereau de 20g de masse (Barrientos, 2009). Ce petit fringillidé se remarque principalement par son plumage brun-rose clair et par son gros bec orange. Chez les adultes, le capuchon est gris cendré, le dos est brun grisâtre avec une légère nuance rose. Les ailes et le bas du croupion sont rosâtres. La queue est brun sombre avec des bordures pâles. Les parties inférieures sont gris-rose pâle, contrastant avec le dessus qui est plus foncé. La femelle ressemble à son partenaire mais la nuance rosâtre est absente en hiver et à peine visible pendant la période nuptiale (Fig. 11).



Figure 11 : Représentation des adultes et d'un juvénile du Roselin githagine.

Chez les juvéniles, le dessus est brun clair, un peu plus pâle sur le croupion mais avec quelques vagues stries sur le manteau. Les ailes et la queue sont semblables à celles de la femelle adulte, mais les liserés des couvertures affichent une couleur jaune-fauve. Le centre de la poitrine, le ventre, la zone anale et les sous-caudales forment un ensemble blanchâtre. Le reste du plumage est identique à celui de la femelle, sauf que les côtés du corps sont infiltrés de fauve clair (Fig. 11).

Répartition

Ce fringillidae est lié aux habitats arides et aux climats chauds (Cramp et Perrins, 1994 ; Valera et al., 2003 ; Barrientos, 2009). Il se trouve en déserts et steppes avec le minimum de végétation et de beaucoup de surface pierreuse ou caillouteuse dans les collines

parsemées de petits arbustes, de buissons, de plantes herbacées et de végétation adaptée à la sécheresse (Cramp et Perrins, 1994). Ils marquent également une certaine affection pour les déserts rocheux et caillouteux, pour les sub-déserts situés à basse et à moyenne altitude. Ils fréquentent même les zones arides dénudées à condition qu'elles disposent de points d'eau à proximité.

Selon Cramp et Perrins (1994), les roselins githagines vivent sur deux continents. En Afrique, leur aire de distribution s'étend des îles Canaries et de la Mauritanie jusqu'en Egypte et au Soudan en passant par les pays du petit Maghreb et par la Lybie, le sud-est de l'Espagne est actuellement la limite nord de son aire de distribution (Carrillo et *al.*, 2007).

En Asie, elle couvre tous les pays du Moyen-Orient, de la Palestine et la Syrie jusqu'en Arabie Saoudite et jusqu'en Iran. Ce territoire se poursuit en Afghanistan jusqu'au Pakistan et à l'extrême ouest de l'Inde. Sur ce vaste territoire de plusieurs millions de kilomètres carrés, on reconnaît officiellement 4 sous-espèces : *B. g. githagineus*, la race nominale (Egypte principalement la vallée du Nil et le nord du Soudan), sédentaire - *B. g. zedlitzi* (Maroc et Algérie dans les régions de l'Atlas, Mauritanie, Tunisie, extrême nord du Tchad, sud-est de la péninsule ibérique) - *B. g. amantum* (îles Canaries, Grande Canarie, Tenerife et Fuerteventura) - *B. g. crassirostris*, la race la plus orientale, (Sinaï, Palestine, nord-ouest et ouest de la péninsule arabique, Oman, Turkménistan, est de l'Iran, Afghanistan et ouest du Pakistan, ouest et nord-ouest de l'Inde) (Fig.12). Cette espèce est actuellement en extension suite à l'augmentation des surfaces agricoles et l'accentuation de la sécheresse (Carrillo et *al.*, 2007).

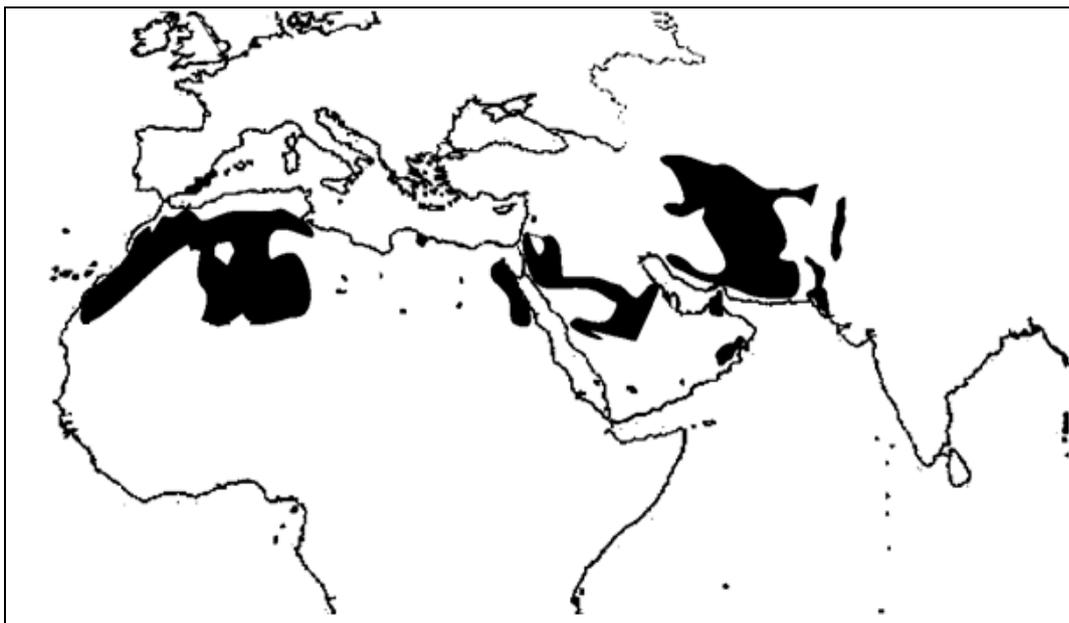


Figure 12

: Carte de répartition mondiale du Roselin githagine (Barrientos, 2009)

La période de reproduction dure environ 25-30 jours (Barrientos et *al.*, 2007) et au moins quelques paires présentent deux pontes par saison, qui se prolonge de février à juillet en Espagne continentale (Barrientos et *al.*, 2007) et de janvier à mai en Îles Canaries (Martin et Lorenzo, 2001).

2.3.2. Paramètres de la reproduction

2.3.2.1. Phénologie de la reproduction

Date et période de ponte

La date de ponte de chaque couvée représente la ponte du premier œuf et comme les nids ne sont en leur totalité découverts au début de la ponte, nous procédons à une estimation de la date de ponte.

Pour la plupart des passereaux, un œuf est pondu par jour, et l'incubation commence quand le dernier œuf est pondu (Nur et *al.*, 1999).

La période de ponte représente la durée entre la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif (Chabi, 1998).

Grandeur de ponte

La grandeur de ponte représente le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre

Caractéristiques des œufs

Les mensurations des œufs de chaque couvée consistent à déterminer la masse moyenne de l'œuf à partir de la pesée de la couvée entière, à l'aide d'un pesola (précision 0,1 g). La longueur et la largeur ont été mesurées pour chaque œuf à l'aide d'un pied à coulisse (précision 0,05 cm). Les mensurations ont été réalisées durant les premiers jours d'incubation quand les parents sont absents. Le volume des œufs a été calculé en utilisant la formule de Hoyt (1979) :

$$EV = 0,51 \times EL \times EB^2 \text{ (EV : volume, EL : longueur et EB : largeur de l'œuf).}$$

Durée d'incubation

Pour la plupart des passereaux, un œuf est pondu par jour, et l'incubation commence quand le dernier œuf est pondu (Nur et *al.*, 1999). La durée d'incubation est l'intervalle entre le commencement de l'incubation et l'éclosion de chaque œuf.

Succès à l'éclosion et de la reproduction

Le succès moyen à l'éclosion représente le rapport du nombre d'œufs éclos sur la grandeur de ponte. Cependant, le succès moyen de la reproduction représente le nombre de jeunes envolés sur la grandeur de ponte (Chabi, 1998).

2.3.2.2. Ecologie de la reproduction

Etude des nids

Le nid peut indiquer la qualité parentale, l'expérience ou la qualité génétique (Borgia, 1987), La recherche des nids dans les milieux étudiés est un travail laborieux (Ricklefs and Bloom, 1977 ; DeSante and Geupel, 1987). Nous avons systématiquement enregistré les emplacements des nids à l'aide d'un GPS (G72) pour permettre ensuite de calculer la densité de chaque espèce nicheuse. La connaissance de la végétation de l'entourage des nids est un outil important de surveillance et donne une idée plus précise des micro-habitats choisis par l'avifaune. Il est très utile de déterminer son aspect, pour cela, nous avons procédé à caractériser la végétation par le suivi de deux traits importants à savoir :

1. Supports des nids, en notant :

- Le nom de l'espèce support ;
- La hauteur du nid dans la plante.

2. Analyse des nids, en notant :

- Les dimensions du nid (diamètres et profondeur) pour calculer le volume du matériel utilisé de chaque nid (investissement de construction), pour cela, nous avons utilisé la formule citée par Soler et *al.* (1998) dont :

$$\text{Le matériel d'un nid} = \text{Volume externe} - \text{Volume interne}$$

- Les espèces végétales utilisées par l'oiseau dans le nid.

Une fois les nids sont vides, nous procédons à leur enlèvement, on les conserve dans des sachets au laboratoire. Dans cette étape, nous procédons à une :

Séparation des composantes

Nous avons séparé les différentes parties trouvées, la partie animale (laine, poils, plumes,..), la partie végétale (feuilles, rameau, racine, radicelles, épines,..) et une autre partie sous forme de terre (boue, cailloux). Après la séparation des différentes composantes des nids, nous avons pesé le poids de chaque fraction pour connaître son importance par rapport au poids total du nid. Dans cette étape, nous avons aussi isolé tous les individus d'insectes ou d'autres taxons qui occupent les nids des oiseaux. Certains sont identifiés à l'aide des guides appropriés d'identification.

Etude de la végétation des nids

Dans cette étape, nous avons trié les espèces végétales de chaque nid, espèce par espèce ; les individus complets, les brindilles, les radicelles et les feuilles qui se ressemblent. Ensuite, nous avons identifié les espèces végétales selon la possibilité.

L'identification des espèces a été réalisée en se basant sur les documents de botanique spécialisés et nous citons ceux de Maire (1952-1977), Quézel et Santa (1954), Ozenda (2004) et Bayer et *al.* (2009).

Plusieurs indices sont utilisés pour analyser et comparer entre les nids des oiseaux étudiés :

Constante

La constante (C) représente le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (F_i) au nombre total de relevés (F) exprimé en (%) (Dajoz, 2006).

$$C\% = \frac{F_i}{F} \times 100$$

En fonction de la valeur de C, on distingue les catégories suivantes :

- Espèces omniprésentes ($F_i = 100\%$) ;
- Espèces constantes ($75\% \leq F_i < 100\%$) ;
- Espèces régulières ($50\% \leq F_i < 75\%$) ;
- Espèces communes ($25\% \leq F_i < 50\%$) ;
- Espèces rares ($5\% \leq F_i < 25\%$) ;
- Espèces exceptionnelles ($F_i < 5\%$).

Richesse totale (S)

C'est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné. La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 2003). Pour notre travail, elle représente le nombre total en espèces trouvées dans les nids.

Richesse moyenne (s)

D'après Ramade (2003), la richesse moyenne s'avère d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements. Elle correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans un échantillon (nid). La richesse moyenne permet de calculer l'homogénéité du peuplement.

Coefficient de similitude floristique de Jaccard

Ce coefficient permet des comparaisons entre relevés (nids d'espèces). Sur la base d'une formule mathématique, ce coefficient (Pj) exprime la proportion d'espèces communes (c) par rapport aux espèces particulières (a et b) aux nids comparés deux à deux.

$$P_j = \frac{c}{a+b-c} * 100$$

Où **a** : nombre d'espèces de la liste a (relevé a),
b : nombre d'espèces de la liste b (relevé b),
c : nombre d'espèces communes entre les deux relevés.

Les relevés d'un même site (même espèce) auront des valeurs élevées de ce coefficient (Le Floch, 2008).

Distance de Hamming

Daget et *al.* (2003), proposent pour les comparaisons floristiques entre deux relevés de recourir au calcul de la distance de Hamming selon la formule :

$$\mathbf{H = 100 - P_j}$$

Où : P_j est le coefficient de communauté de Jaccard tel qu'il est explicité plus haut.

Hamming propose l'échelle suivante pour estimer les différences :

- Différence floristique très faible : $H < 20$;
- Différence floristique faible : $20 < H < 40$;
- Différence floristique moyenne : $40 < H < 60$;
- Différence floristique forte : $60 < H < 80$;
- Différence floristique très forte : $80 < H$.

2.4. Etude des parasites

Le parasitisme est l'une des majeures forces sélectives qui affectent l'histoire de vie des oiseaux (Loye et Zuk, 1991; Clayton et Moore, 1997).

Chez les oiseaux, l'histoire de vie passe souvent par l'intermédiaire des parasites et sont les résultats d'une série de réponses comportementales adaptatives pour réduire les effets coûteux du parasitisme (Clayton et Moore, 1997). Les adaptations induites se produisent habituellement pendant l'exposition au parasite, comme a été montré dans une série d'études expérimentales sur le système oiseau-ectoparasite, par exemple le changement du début de reproduction (Møller 1993 ; Oppliger et *al.*, 1994), de la grandeur de ponte (Richner et Heeb, 1995 ; Møller 1997 ; Richner et Tripet, 1999; Martin et *al.*, 2001) ou de l'investissement parental (Møller 1993; Christe et *al.*, 1996; Tripet et Richner 1997).

Dans le présent travail, nous avons essayé de caractériser la prévalence en parasites chez quelques oiseaux capturés dans la région, ainsi que l'intensité d'infestation des trois modèles suivis.

2.4.1. Hémoparasites

Les Hémoparasites aviaires ont été découverts par Danilewsky en 1884 et ils touchent actuellement plus de 4000 espèces d'oiseau examinées (Atkinson et van Riper, 1991). Ces

hématozoaires ont été considérés comme des organismes de faible pathogénicité dans les populations sauvages, mais, il a été démontrés que ces hématozoaires peuvent avoir des implications importantes sur la structure de la communauté d'oiseau (van Riper et *al.*, 1986), sur la croissance, la maintenance et la reproduction des hôtes (Price, 1980), 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).

Les oiseaux sont infectés par un certain nombre de parasites intra-érythrocytaires, comme les hémosporeidés des genres *Plasmodium*, *Haemoproteus*, et *Leucocytozoon*. Ils restent infectés pendant toute leur vie ou plusieurs années (Valkiūnas, 2005).

Les hémoparasites, tel que *Haemoproteus* ou *Trypanosoma*, peuvent avoir des effets graves sur leurs hôtes (Atkinson et van Riper, 1991). D'ailleurs, les oiseaux expérimentalement infectés avec le *Haemoproteus* ont une croissance réduite, et certains d'entre eux meurent (Atkinson et van Riper, 1991).

L'étude des hémoparasites repose sur l'identification des parasites sur des frottis sanguins réalisés sur terrain. Un frottis sanguin est réalisé à partir d'une goutte de sang obtenue généralement à partir de la veine alaire ou de la patte d'un individu adulte vivant en utilisant des aiguilles stériles et des microcapillaires pré-héparinés (Campbell, 1995).

Pour faire un frottis mince, on place une goutte de sang au bord d'une lame porte-objet nettoyée avec de l'alcool. Une deuxième lame porte-objet, appliquée à un angle de 45 ° tout d'abord, touche à la goutte de sang qui coule le long du bord. La lame porte-objet est ensuite tirée ou poussée le long de la première lame vers le bord opposé, produisant une pellicule de sang qui s'amincit plus la distance augmente avec la goutte initiale. Chaque lame doit porter des informations sur l'espèce étudiée (nom d'espèce, sexe). La deuxième phase consiste à colorer les frottis sanguins par une double coloration MGG (May-Grunwald-Giemsa). Les lames séchées sont recouvertes pendant trois minutes avec May Grunwald (bleu de méthylène éosine) puis, elles sont rincées à l'eau distillée. On procède ensuite à la coloration de Giemsa à 1/10 pendant 20 minutes suivie d'un rinçage et séchage. La lame est observée à un grossissement $\times 400$ pour détecter les microfilaires, puis avec un grossissement $\times 1000$ pour observer et compter les *Haemoproteus*, *Plasmodium*, *Trypanosoma* et *Leucocytozoon*.

2.4.2. Ectoparasites

En exploitant les ressources de leurs hôtes, les ectoparasites peuvent réduire la survie de ces hôtes et leur succès de reproduction (Price, 1980 ; Loye et Carroll, 1991 ; Loye et Zuk,

1991 ; de Lope and Moller, 1993 ; Richner et *al.*, 1993; Christe et *al.*, 1996 ; Clayton et Moore, 1997 ; Fitze et *al.*, 2004b).

Nous avons effectué des captures de plusieurs espèces d'oiseaux au cours et à la fin de la période de reproduction. Les ectoparasites ont été prélevés au moyen d'une petite pince à épiler. Toutes les parties du corps des oiseaux (la tête, les yeux, les oreilles, le dos, la queue et les ailes) ont été examinés systématiquement et ont fait l'objet d'une recherche minutieuse car c'est généralement les parties les plus parasitées (Bush, 2009). Parallèlement, une recherche des ectoparasites a été réalisée au cours de l'étude des nids.

Les espèces d'ectoparasites trouvées sont conservées dans de l'éthanol à 70° (Greiner et Ritchie, 1994) pour être ensuite identifier à l'aide des clés d'identifications disponibles (Séguy, 1923, 1934, 1944 ; Arthur, 1963 ; Arthur, 1965 ; Walker et *al.*, 2000).

2.4.3. Indices d'analyse de la charge parasitaire

Nous avons calculé la prévalence parasitaire pour l'ensemble des oiseaux capturés dans la région d'étude et l'intensité parasitaire pour les trois modèles suivis.

2.4.3.1. Prévalence

C'est le rapport en pourcentage du nombre d'hôtes infestés (N) par une espèce donnée de parasites sur le nombre d'individus examinées (H) (Bush et *al.*, 1997). $P (\%) = N/H * 100$

2.4.3.2. 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 (Bush et *al.*, 1997). $I = n/N$

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) et elle s'exprime comme le nombre moyen de parasites/n érythrocytes.

2.5. Analyse statistique

Plusieurs calculs ont été réalisés à savoir ; les moyennes, les écart-types et les extrêmes pour les différents paramètres étudiés et plusieurs tests ont été utilisés pour comparer entre deux ou plusieurs moyennes ou pour voir les différences entre ces dernières (Analyse de la variance One-Way Anova; le test χ^2 pour comparer entre les succès de reproduction et les prévalences parasitaires des trois saisons. le calcul du degré de liaison entre les différents paramètres par le coefficient de corrélation). L'analyse statistique de ces paramètres a été effectuée en utilisant le logiciel Statistix 8 sous windows.

3. Résultats

3. Résultats

3.1. Etude du peuplement avien

3.1.1. Richesse

La prospection et le suivi de l'avifaune de la région du djebel Amour a révélé la présence de 116 espèces (Annexe-Tab.1 à 7). Ces dernières se structurent en 39 familles d'oiseaux avec la dominance des Turdidae par 15 espèces, suivis par les Accipitridae par 10 espèces. Les Alaudidae par 9 espèces, les Sylviidae et les Fringillidae avec 7 espèces. Cette dernière présente un caractère particulier avec des espèces dont la plupart sont sédentaires nicheuses (Annexe-Tab.1). Les autres familles : Anatidae, Motacillidae et Columbidae sont représentées par 05 espèces chacune. La famille des Hirundinidae est représentée par 4 espèces. Les autres familles sont présentes soit avec 3 espèces comme celles des Ardeidae, 2 espèces comme les Emberizidae (Tab.4). La majorité des familles (18 familles) ne sont présentes que par une seule espèce (Tab.4).

Tableau 4 : Répartition des familles par ordre d'abondance spécifique dans la région d'étude.

N	Familles	Nombre d'espèces
1	Turdidae.	15
2	Accipitridae.	10
3	Alaudidae.	9
4	Fringillidae, Sylviidae.	7
5	Anatidae, Columbidae, Motacillidae.	5
6	Hirundinidae.	4
7	Ardeidae, Falconidae, Passeridae, Pteroclididae, Strigidae, Scolopacidae, Charadriidae.	3
8	Corvidae, Emberizidae, Laniidae, Phasianidae, Recurvirostridae.	2
9	Burhinidae, Caprimulgidae, Ciconiidae, Cuculidae, Glareolidae, Laridae, Meropidae, Muscicapidae, Oriolidae, Otididae, Paridae, Rallidae, Podicipedidae, Sternidae, Sturnidae, Upupidae, Acrocephalidae, Phoenicopteridae	1

3.1.2. Statuts phénologiques des espèces

L'analyse du peuplement révèle une dominance du caractère de sédentarisation avec 56,90% par rapport aux autres catégories (Tab.5 et Annexe-Tab. 1 et 2). Les estivants représentent 37,93% (Annexe-Tab.3, 4 et 5), ces derniers, arrivent généralement à la région de

Djebel Amour vers la fin d'hiver ou au début du printemps, soit pour se reproduire comme la Fauvette orphée et la Fauvette de l'Atlas, ou pour passer la période estivale.

Tableau 5 : Importance des statuts phénologiques des espèces dans la région de Dj. Amour

Statut phénologique	Pourcentage (%)	Total
SN	35,34	56,90
S(N)	17,24	
SNN	4,31	
EN	10,34	37,93
E(N)	6,90	
E	20,69	
H	0,86	5,17
MP	3,45	
ND	0,86	

3.1.3. Inventaire de l'avifaune nicheuse

Nous avons recensé 62 espèces nicheuses, qui représentent 52,6 % du peuplement d'oiseaux. Elles sont réparties en deux catégories ; les sédentaires nicheurs, qui montrent une dominance avec 67,21% et les estivants nicheurs avec 32,79 % (Tab.6).

Tableau 6 : Statut de l'avifaune nicheuse de la région d'étude

Catégorie	Nombre d'espèces	Pourcentage %
Sédentaire nicheurs	41	67,21
Estivants nicheurs	21	32,79

L'analyse des milieux occupés par cette avifaune, dans sa recherche tant pour les ressources alimentaires que pour la nidification a permis de dégager plusieurs cortèges avifaunistiques dans la région d'étude :

Un premier cortège d'espèces associées aux milieux steppiques ouverts, à savoir les cochevis, les ammomanes, les alouettes, les gangas et les traquets.

On trouve également un deuxième cortège ; des espèces représentatives d'une strate arbustive comme la linotte mélodieuse, le verdier d'Europe, les rouges-queue et le merle noir.

Un troisième cortège, qui reflète le caractère essentiellement forestier de la zone, où la majorité des espèces contactées sont en effet associées aux boisements et aux arbres, comme les fauvettes, les grives, les pouillots, et les autres espèces communes de la région telle que le pinson des arbres.

Une avifaune typiquement aquatique, exploite également les zones humides, permanentes ou temporaires (Dayas, oueds et retenus). Il s'agit des Anatidae, des Rallidae, des Recurvirostridae et des Ardeidae.

On rencontre aussi dans la région de Djebel Amour, des espèces associées au milieu urbain, parmi lesquelles, les Hirundidae et les Passeridae. Le dernier cortège est celui des rapaces, qui est présent dans tout les milieux cités précédemment et constitue le sommet de la chaîne alimentaire, représenté par les Accipitridae, Falconidae et Strigidae.

Les espèces recensées sont présentes dans plusieurs biotopes (steppe, matorrals, zones humides). La lecture de l'Annexe-Tab. (8) montre que la steppe est le milieu le plus riche en espèces d'oiseaux avec 42 espèces, suivi par le maquis avec 40 espèces. Les autres biotopes accueillent par degrés d'importance ; 34 pour la steppe arborée, 33 pour les vestiges de forêt de chêne vert, 29 espèces pour les dépressions, 25 pour les cultures et en dernier lieu, le milieu urbain par 15 espèces.

3.1.4. Caractéristiques biogéographiques de la région d'étude

3.1.4.1. Statuts zoogéographiques de Voous (1960)

Les espèces d'oiseaux recensées dans ce travail (116 espèces) sont subdivisées en 16 types fauniques parmi les 23 types cités par Voous (1960). Les plus importantes sont celles appartenant au type Paléarctique, qui sont représentées par 25 espèces (21,55% du total de l'avifaune) (Annexe-Tab.13).

En deuxième position, apparaissent l'élément Méditerranéen par 14 espèces (12,07%) (Annexe-Tab. 14), puis Européo-turkestanéen par 12 espèces (10,34%) (Annexe-Tab. 15), suivis par le type Turkmène-Méditerranéen et celui de l'Ancien Monde avec 10 espèces (8,62%) chacune (Annexe-Tab. 16 et 17). Les autres éléments, Holarctique, Paléoxérique, Européen et Ethiopien sont représentés systématiquement par 9, 8, 7 et 6 espèces (Annexe-Tab. 18 à 21). Ainsi, le reste des types biogéographiques sont représentés seulement par moins de cinq espèces (Annexe-Tab. 22 à 25).

3.1.4.2. Latitude ornithologique et écart latitudinal

Le tableau (7), montre que la latitude ornithologique moyenne de la région d'étude est de **40,45°**. L'écart moyen entre les deux latitudes, réelle et ornithologique est de **6,35°**, il varie entre (-10°) pour les familles à aire de distribution qui s'étend plus au sud de notre région et (+19,8°) pour celles à aire de distribution qui s'étend plus au nord de notre région d'étude.

Tableau 7: Latitude ornithologique (N ; m±se (extrêmes)) et écart latitudinal de la région d'étude

	Latitude réelle	Latitude ornithologique	Ecart latitudinal
Dj. Amour	34,2°	35 ; 40,45° ± 8,2 (24–54)	6,35° (-10 à 19,8)

La lecture de la figure (13), montre que la région du Djebel Amour peut être considérée comme la limite sud pour la plupart des familles existantes. Cependant, elle est considérée comme limite nord pour d'autres familles comme les Otididae et les Glareolidae. La région d'étude rapproche du centre de répartition biogéographique des familles qui présentent un écart latitudinal plus faible comme celui des Alaudidae, Strigidae et Upupidae.

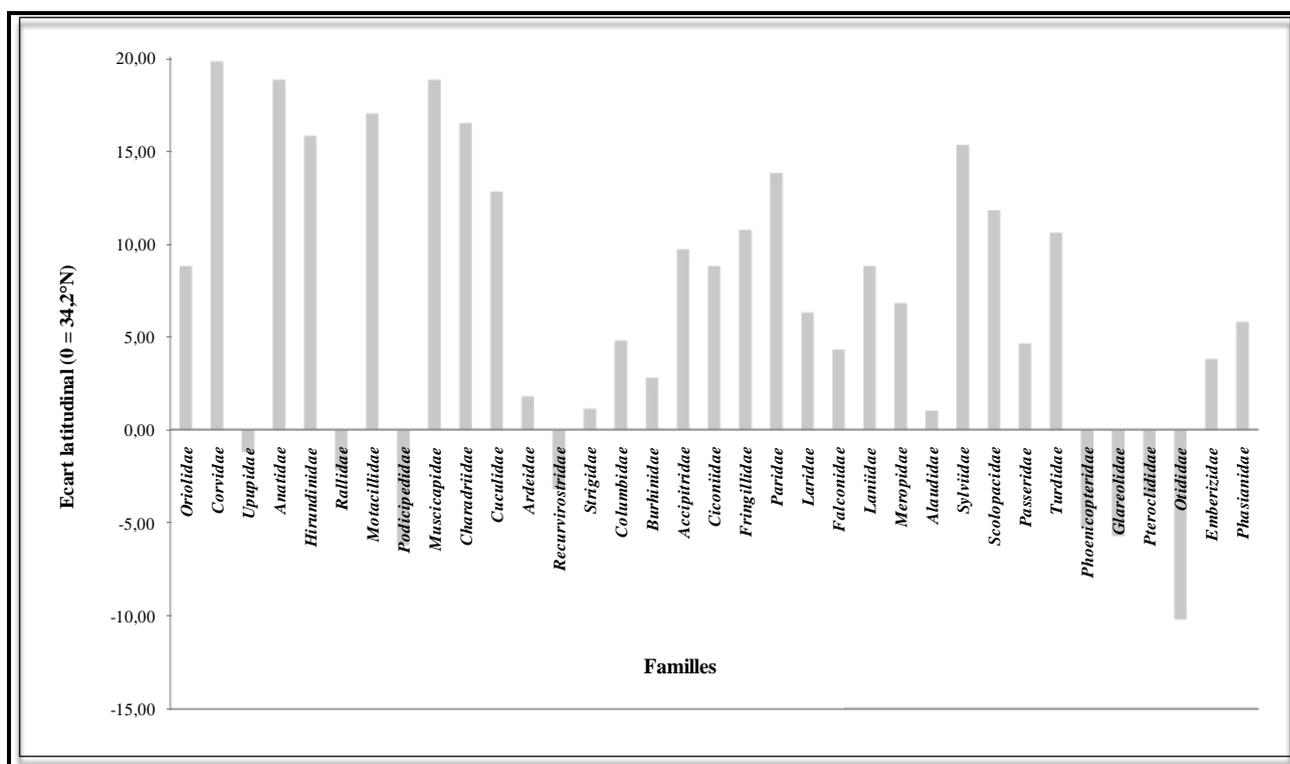


Figure 13 : Position biogéographique de la région d'étude pour les familles d'avifaune recensées.

3.1.4.2. Indice de méditerranéité IM

L'indice de méditerranéité moyenne pour les différentes familles est de **21,30 ±15,47** % (1-54). Seulement deux familles présentent une appartenance à la région méditerranéenne, il s'agit des Phasianidae et des Emberizidae qui sont représentées par deux espèces chacune. Les familles les plus importantes telles que les Turdidae, Accipitridae, Sylviidae et Fringillidae, montrent des indices plus faibles (Fig.14) malgré qu'elles regroupent parfois des espèces méditerranéennes typiques.

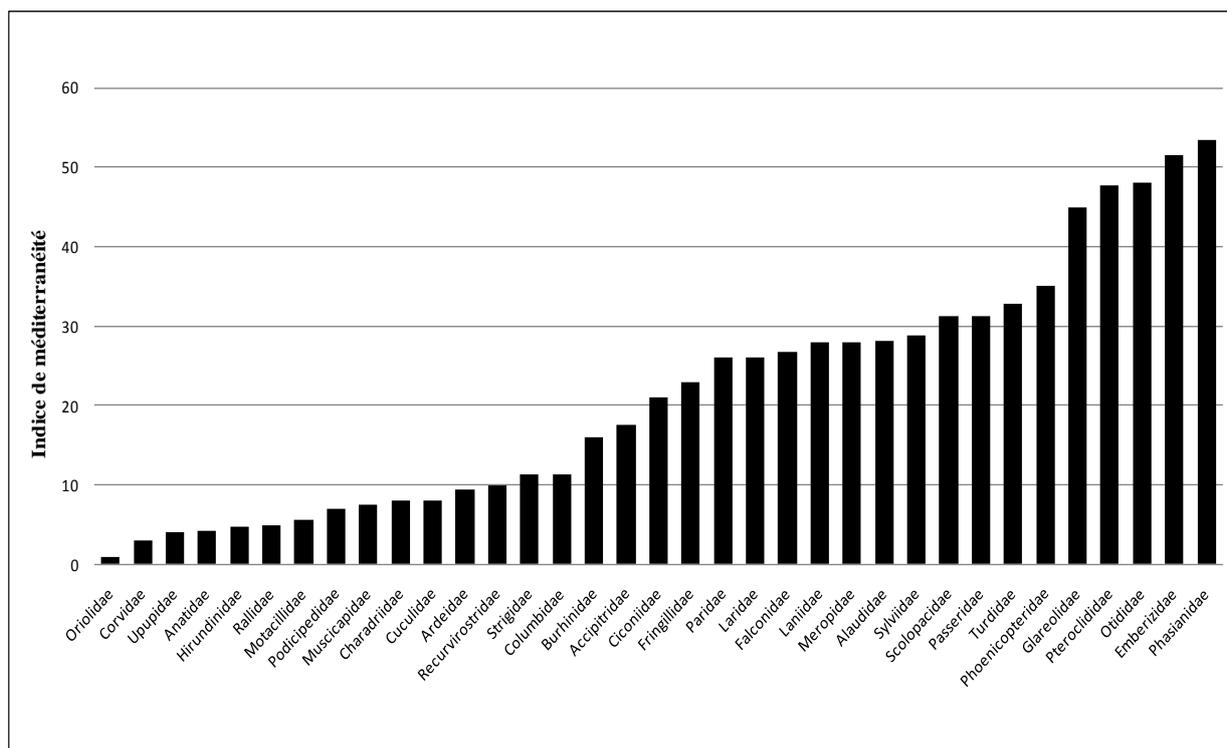


Figure 14 : Indice de méditerranéité des familles de l'avifaune de Djebel Amour

La classification des espèces selon leur indice de méditerranéité a permis de distinguer les espèces méditerranéennes (Tab.8). Ce sont celles à indice supérieur à 50% (**IM ≥ 50%**). Le taux d'endémisme à la région méditerranéenne est de 13% par rapport au peuplement. Les espèces dont l'indice dépasse les 90%, ont une aire de répartition géographique axée sur la région méditerranéenne.

Tableau 8 : Liste des espèces méditerranéennes selon l'indice de méditerranéité

N	Nom commun	Nom scientifique	Indice de méditerranéité (IM)
1	Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>	100
2	Rougequeue de Moussier	<i>Phoenicurus moussieri</i>	100
3	Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	95
4	Traquet rieur	<i>Oenanthe leucura</i>	94
5	Buse féroce	<i>Buteo rufinus</i>	92
6	Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i>	91
7	Bruant striolé	<i>Emberiza striolata</i>	70
8	Cochevis de Thékla	<i>Galerida theklae</i>	67
9	Moineau espagnol	<i>Passer hispaniolensis</i>	65
10	Ganga cata	<i>Pterocles alchata</i>	61
11	Fauvette orphée	<i>Sylvia hortensis</i>	60
12	Faucon lanier	<i>Falco biarmicus</i>	58
13	Traquet à tête blanche	<i>Oenanthe leucopyga</i>	53
14	Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	53
15	Ganga couronné	<i>Pterocles coronatus</i>	51

L'indice de méditerranéité diffère d'un milieu à un autre, il est plus important dans les milieux naturels que les milieux anthropisés. En ordre décroissant, il est relativement important dans les milieux steppiques (steppe et steppe arborée), suivis des maquis, des vestiges de forêt, du milieu urbain, du milieu agricole et il est le plus faible dans les milieux humides (dépressions) (Fig.15). Les moyennes latitudinales restent supérieures d'au moins 4° de la latitude moyenne de la région d'étude (c.à.d. 34,2°). Elles sont plus importantes dans les maquis, les vestiges de la forêt, les cultures et les dépressions (C, D, E et F) (Fig.15).

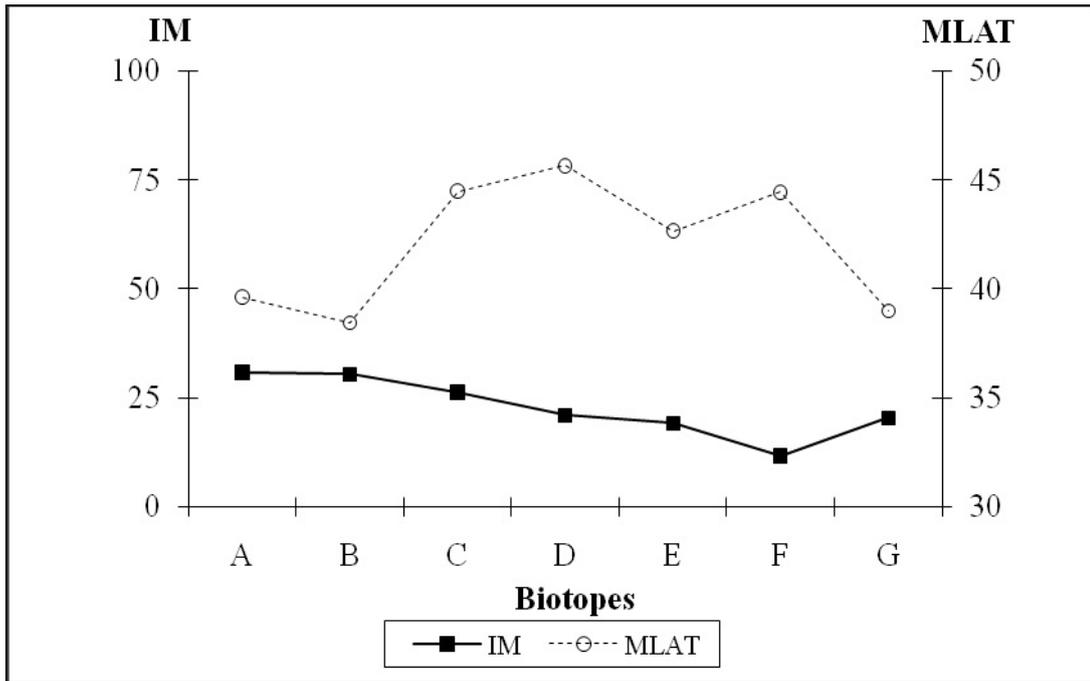


Figure 15: Variation de l'indice de méditerranéité (IM) et de la moyenne latitudinale (MLAT) dans les sept biotopes.

Nous avons enregistré une corrélation significative et négative entre la moyenne latitudinale des espèces et leurs indices de méditerranéité ($r = -0,69$; $dll = 29$; $P \leq 0,01$), les espèces les plus endémiques de la région méditerranéenne, présentent une moyenne latitudinale relativement faible (Fig.16).

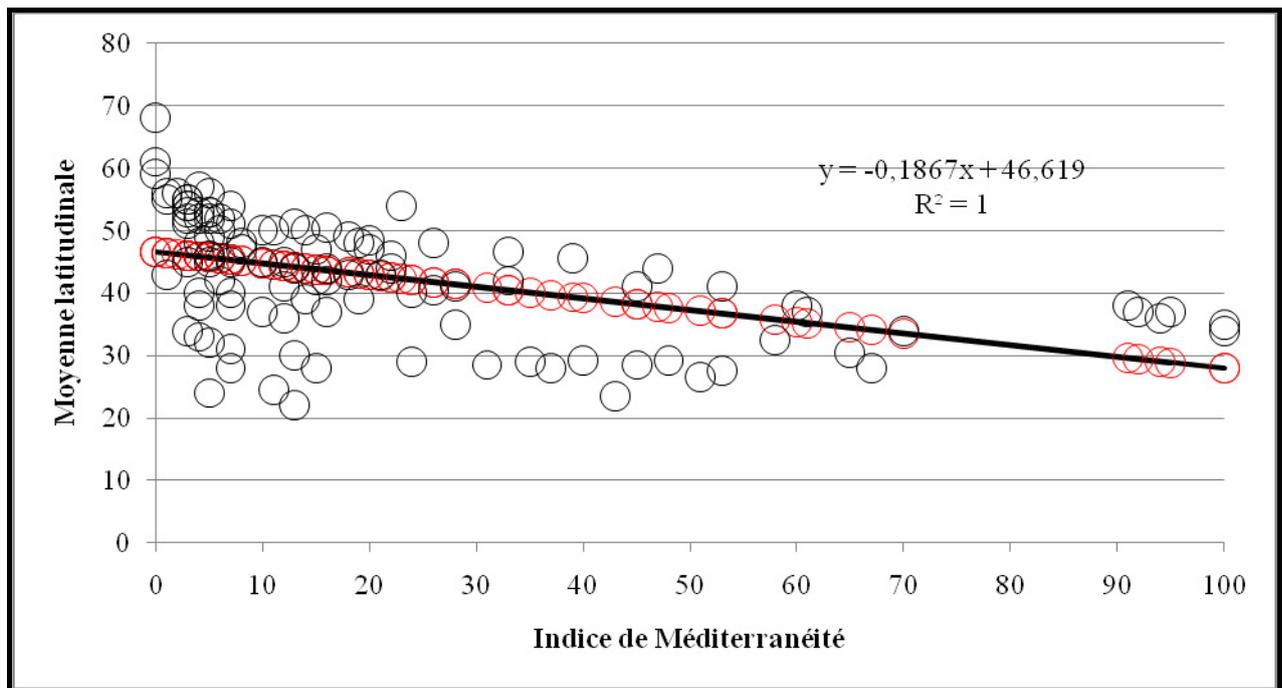


Figure 16: Relation entre l'indice de méditerranéité et la moyenne latitudinale des oiseaux dans le djebel Amour.

3.2. Biologie de la reproduction

3.2.1. Phénologie de la reproduction

3.2.1.1. Date et période de ponte

Au total, cinquante-sept nids de la Linotte mélodieuse et trente quatre nids de Verdier d'Europe et vingt trois nids de Roselin githagine ont été trouvés durant les trois saisons d'étude.

La Linotte présente une période de ponte qui s'étale sur 11 semaines (72 jours), de la mi-avril à la fin-juin, avec une fréquence importante durant les trois premières semaines de la reproduction (Fig.17A). Cependant, le verdier d'Europe présente une période de ponte qui s'étale entre la première semaine du mois d'Avril et continue jusqu'à 09 semaines (62 jours) avec une fréquence importante entre la sixième et la huitième semaine de la reproduction (Fig.17B).

Les couples du Roselin commencent la reproduction vers la mi-mars jusqu'à fin-avril, avec une période de ponte qui s'étend sur 43 jours. La majorité des pontes sont enregistrées entre la 2^{ième} et la 4^{ième} semaine (Fig.17C).

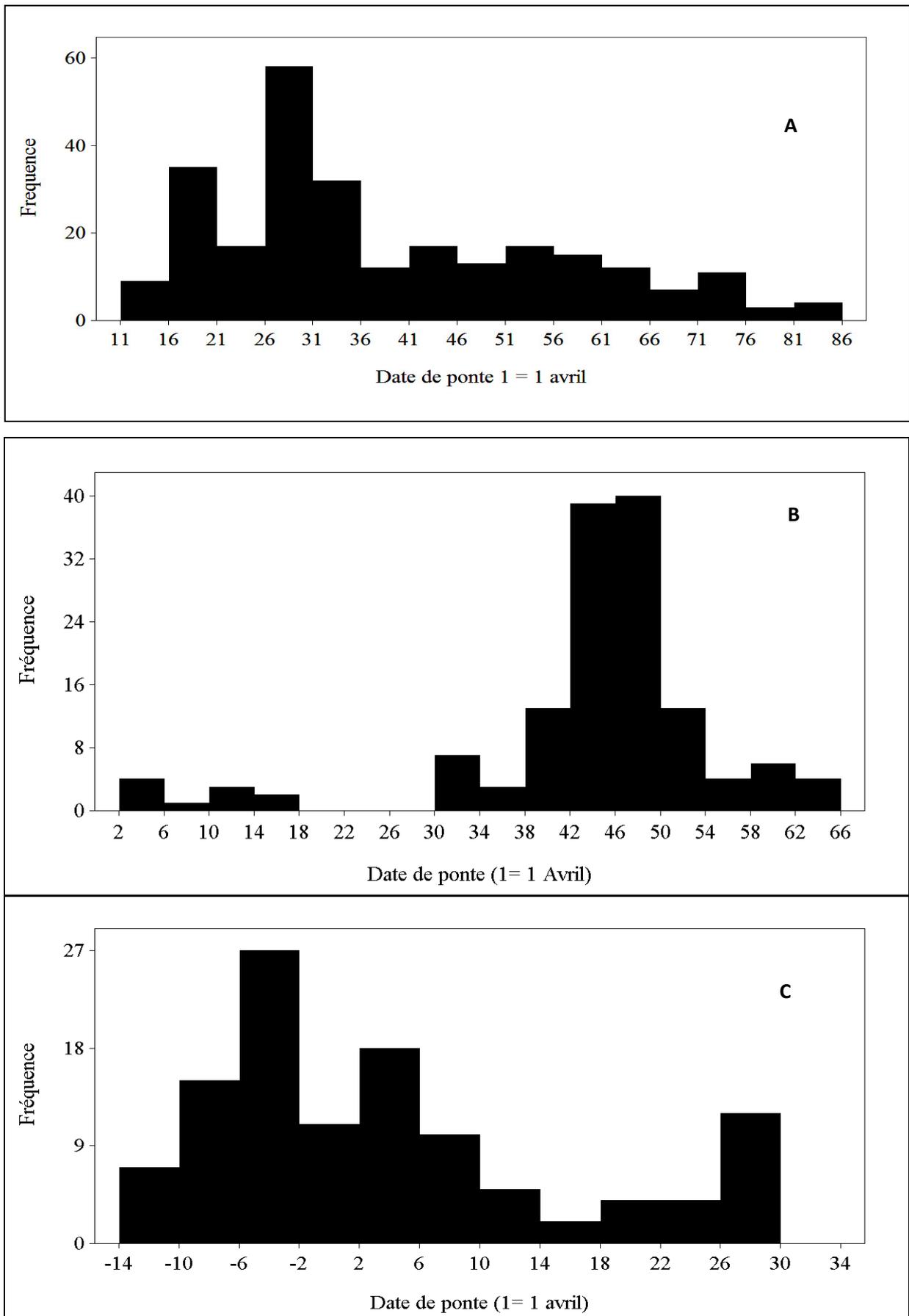


Figure 17: Chronologie de ponte de la Linotte mélodieuse (A) du verdier (B) et du Roselin (C)

La date moyenne de ponte pour la Linotte mélodieuse est le **9 mai (39,16)**. Elle varie entre le 13 avril et le 24 juin. Cependant, la date moyenne de ponte chez le Verdier est le 14 mai (**44,30**). Elle varie entre le 3 avril et le 4 juin. Les couples du Roselin githagine présentent une date moyenne de ponte plus précoce dès le 4 avril (**4,43**), elle varie entre le 19 mars et le 30 avril (Tab.9).

Une différence significative a été observée entre les dates de ponte de la Linotte des trois années (One way Anova : $F^{2, 259}=7,90$; $P=0,0005$), la première saison (2007) est cependant la plus précoce. En revanche, chez le Verdier, nous n'avons enregistré aucune différence significative entre les dates de ponte des trois années ($F^{2, 136}=3,56$; $P=0,03$). Il en est de même pour le Roselin ($F^{2, 112}=0,82$; $P=0,44$).

Tableau 9 : Dates de ponte des trois espèces étudiées dans le Dj. Amour entre 2007-2009

Espèce	Année	N ; $m \pm se$ (extrêmes)
<i>C. cannabina</i>	2007	35 ; 28,57 \pm 5,58 (15 avril – 7 mai)
	2008	41 ; 42,63 \pm 12,08 (24 avril – 3 Juin)
	2009	186 ; 40,39 \pm 19,39 (13 avril – 24 juin)
	Moy. 2007-2009	262 ; 39,16 \pm 17,64 (13 avril – 24 juin)
<i>C. chloris</i>	2007	22 ; 48,96 \pm 2,45 (14 avril – 2 juin)
	2008	33 ; 46,27 \pm 2 (1 mai – 4 juin)
	2009	84 ; 42,31 \pm 1,25 (3 avril – 31 mai)
	Moy. 2007-2009	139 ; 44,30 \pm 11,69 (3 avril – 4 juin)
<i>B. githagineus</i>	2007	48 ; 3,06 \pm 10,32 (22 mars – 30 avril)
	2008	35 ; 2,31 \pm 8,40 (23 mars – 22 avril)
	2009	32 ; 8,81 \pm 16,10 (19 mars – 30 avril)
	Moy. 2007-2009	115 ; 4,43 \pm 11,96 (19 mars – 30 avril)

3.2.1.2. Grandeur de ponte

La grandeur de ponte moyenne de la Linotte est de $4,60 \pm 0,90$ œufs/couvée, elle varie entre 3 et 6 œufs/couvée (Tab.10). La grandeur de ponte diffère significativement entre les trois saisons ; elle est plus faible en 2008 par rapport aux autres saisons ($F^{2, 54} = 21,7$; $P < 0,00001$).

Le Verdier d'Europe présente une grandeur de ponte moyenne de $4,09 \pm 0,75$ œufs / couvée, elle varie entre un minimum de 3 et un maximum de 5 œufs / couvée (Tab.10). Il n'existe aucune différence significative entre les grandeurs de ponte des trois saisons ($F^{2, 31}=5,29$; $P=0,01$). Cependant, le Roselin présente une grandeur de ponte moyenne de $5 \pm 0,67$ œufs/ couvée avec un minimum de 4 œufs et un maximum de 6 œufs/couvée (Tab.10).

Tableau 10 : Grandeur de ponte des trois espèces dans le Dj. Amour entre 2007-2009.

Espèce	Année	N ; m ± se (extrêmes)
<i>C. cannabina</i>	2007	7 ; 5 ± 0,58 (4 – 6)
	2008	12 ; 3,42 ± 0,52 (3 – 4)
	2009	38 ; 4,90 ± 0,72 (3 – 6)
	Moy. 2007-2009	57 ; 4,60 ± 0,90 (3 – 6)
<i>C. chloris</i>	2007	6 ; 3,67 ± 0,27 (3 – 4)
	2008	9 ; 3,67 ± 0,22 (3 – 5)
	2009	19 ; 4,42 ± 0,15 (3 – 5)
	Moy. 2007-2009	34 ; 4,09 ± 0,75 (3 – 5)
<i>B. githagineus</i>	2007	9 ; 5,33 ± 0,5 (5 – 6)
	2008	8 ; 4,38 ± 0,52 (4 – 5)
	2009	6 ; 5,33 ± 0,52 (5 – 6)
	Moy. 2007-2009	23 ; 5 ± 0,67 (4 – 6)

La majorité des pontes de la linotte sont de 5 œufs par nid, mais d’autres grandeurs de ponte sont aussi présentes (3, 4 et 6 œufs par nid) (Fig.18). Le Verdier d’Europe présente un mode de grandeur de ponte de 4 œufs par nid dans leur majorité, avec aussi des grandeurs de ponte de 5 et de 3 œufs par nid (Fig.18). Cependant, le Roselin présente des grandeur de ponte majoritaire de 5 œufs par nid, mais aussi des grandeurs de ponte de 4 et 6 œufs avec des proportions similaires (Fig.18).

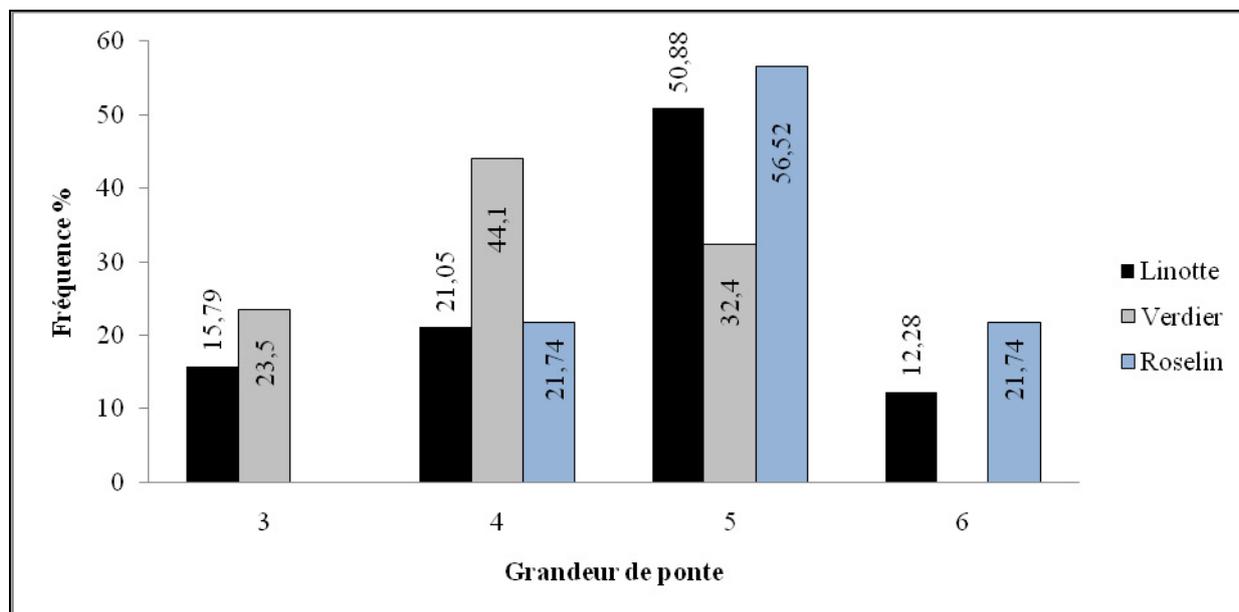


Figure 18 : Grandeurs de ponte des trois espèces étudiées en 2007-2009.

Chez la Linotte, la grandeur de ponte est négativement et significativement influencée par la date de ponte, elle diminue au cours de la saison ($r = -0,40$; $P = 0,0034$) (Fig.19).

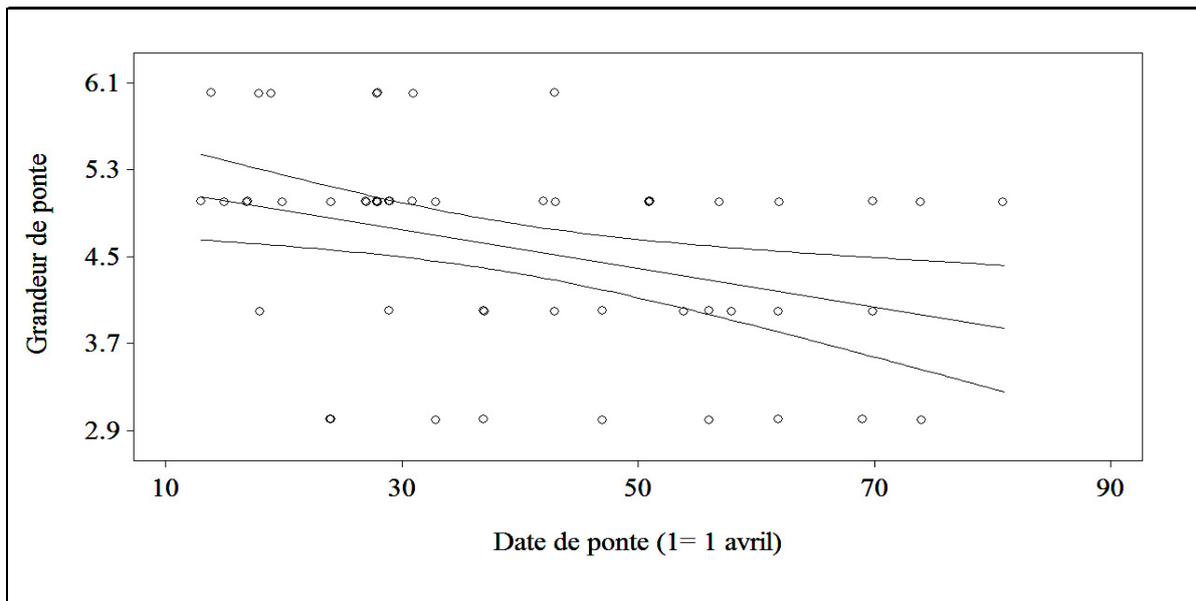


Figure 19 : Relation entre la grandeur de ponte et la date de ponte chez la Linotte mélodieuse en 2007-2009.

La grandeur de ponte est négativement et significativement influencée par la date de ponte, la grandeur de ponte diminue au cours de la saison ($r = -0,51$; $P = 0.0018$) (Fig.20).

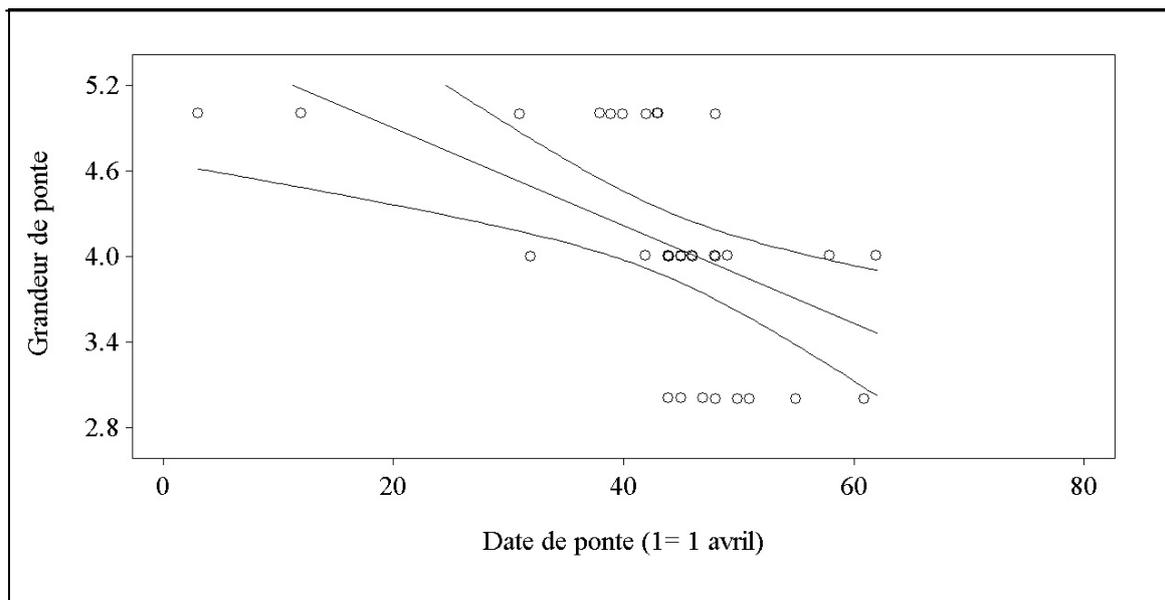


Figure 20 : Relation entre la grandeur de ponte et la date de ponte chez le Verdier d'Europe en 2007-2009.

En revanche, La grandeur de ponte reste stable durant toute la saison de la reproduction et nous n'avons enregistré aucune corrélation significative entre la date de ponte et la grandeur de ponte ($r = 0,11$; $p = 0,60$, ns) (Fig.21).

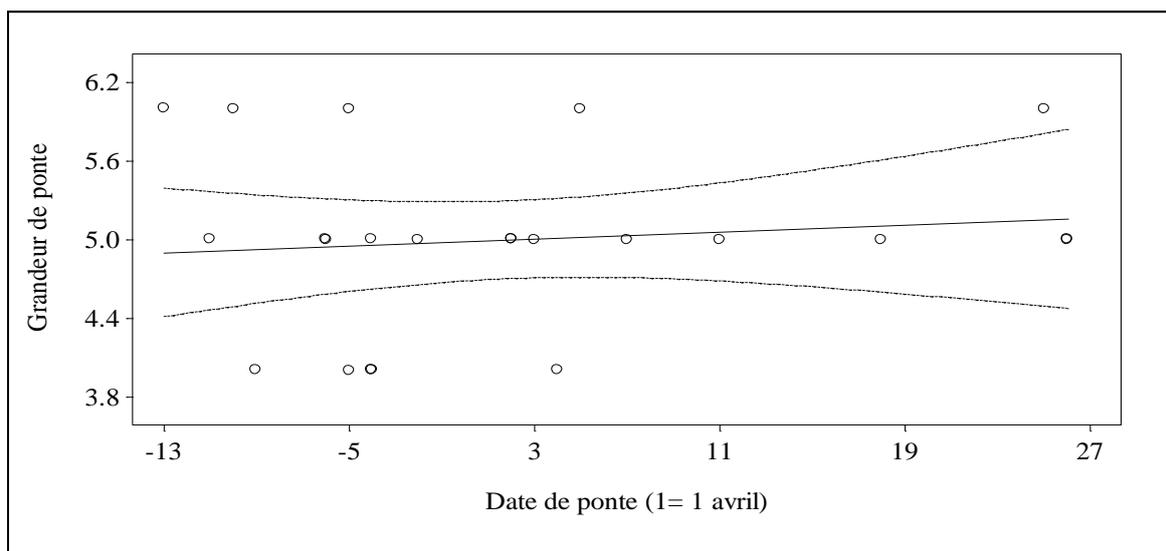


Figure 21: Relation entre la grandeur de ponte et la date de ponte chez le Roselin en 2007-2009.

3.2.1.3. Caractéristiques des œufs

Les œufs de la Linotte mélodieuse présentent une moyenne de masse variant entre 1,3 et 1,9 g avec une moyenne de $1,58 \pm 0,17$ g. Leurs longueurs varient entre 1,44 et 1,80 cm et présentent une moyenne de $1,58 \pm 0,08$ cm. Leurs largeurs présentent une moyenne de $1,12 \pm 0,04$ cm. Elle varie souvent de 1,02 à 1,20 cm. Leur volume varie de 0,79 à 1,32 cm^3 et présente une moyenne de $1,01 \pm 0,10$ cm^3 (Tab.11). Cependant, les œufs du Verdier d'Europe présentent une moyenne de masse de $2,53 \pm 0,26$ g, elle varie entre 1,88 et 3,5 g. La longueur des œufs présente une moyenne de $1,91 \pm 0,08$ cm, elle varie entre 1,71 et 2,14 cm et la largeur présente une moyenne de $1,30 \pm 0,04$ cm, elle varie de 1,13 à 1,37 cm. Le volume des œufs montre une moyenne de $1,66 \pm 0,14$ cm^3 , il varie entre 1,21 et 1,96 cm^3 (Tab.11).

Les œufs du Roselin présentent une moyenne de masse de $2,01 \pm 0,21$ g, elle varie entre 1,67 et 2,5g. Leur longueur présente une moyenne de $1,81 \pm 0,09$ cm, elle varie entre 1,54 et 2 cm. Cependant, la largeur présente une moyenne de $1,25 \pm 0,05$ cm, elle varie de 1,11 à 1,35 cm. Le volume des œufs montre une moyenne de $1,46 \pm 0,15$ cm^3 , il varie entre 0,97 et 1,7 cm^3 (Tab.11).

Tableau 11: Traits des œufs des trois espèces étudiées entre 2007-2009

Espèce	Paramètres	Nombre	Moyenne	Se	Extrêmes
Linotte mélodieuse	Masse (g)	262	1,58	0,17	1,30 - 1,90
	Longueur (cm)	262	1,58	0,08	1,44 - 1,80
	Largeur (cm)	262	1,12	0,04	1,02 - 1,20
	Volume (cm^3)	262	1,01	0,10	0,79 - 1,32

Verdier d'Europe	Masse (g)	139	2,53	0,26	1,88 - 3,52
	Longueur (cm)	139	1,91	0,08	1,71 - 2,14
	Largeur (cm)	139	1,30	0,04	1,13 - 1,37
	Volume (cm ³)	139	1,66	0,14	1,21 - 1,96
Roselin githagine	Masse (g)	115	2,01	0,21	1,67 - 2,5
	Longueur (cm)	115	1,81	0,09	1,54 - 2,0
	Largeur (cm)	115	1,25	0,05	1,11 - 1,35
	Volume (cm ³)	115	1,46	0,15	0,97 - 1,7

Il est cependant important de signaler qu'il existe chez la Linotte, une différence significative entre les masses des œufs pour les trois saisons ($F^{2,259}=38,7$; $P\leq 0,00001$). Ainsi, pendant l'année 2007, les œufs étaient plus légers (Fig.22). Il en est de même pour les largeurs des œufs des trois saisons ($F^{2,259} = 25,4$; $P\leq 0,00001$).

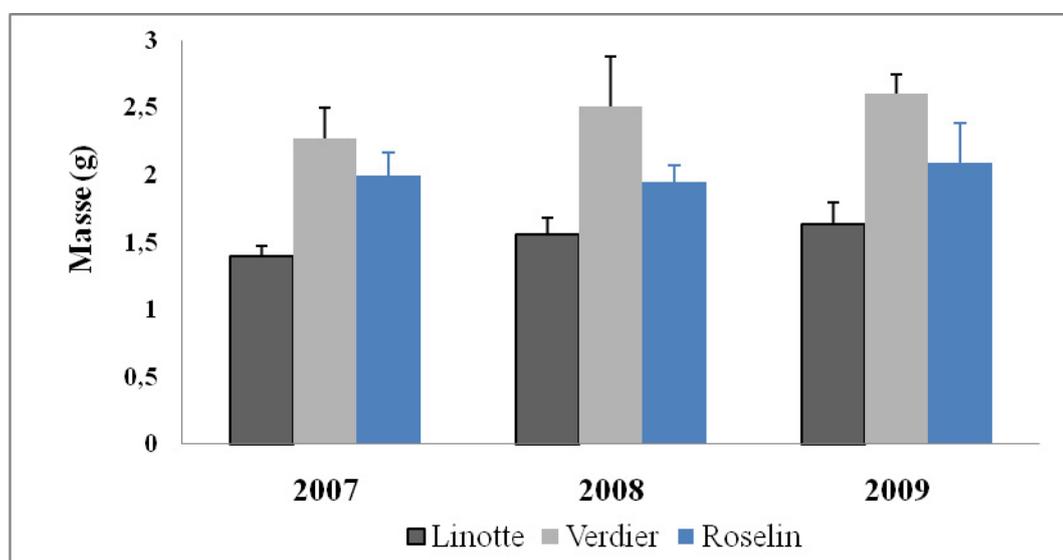


Figure 22: Variation de la masse des œufs des trois espèces durant les saisons de reproduction.

Pour le Verdier, la masse des œufs et leur largeur varient significativement d'une saison à une autre ($F^{2,136} = 22,3$; $P<0,00001$; $F^{2,136} = 24,9$; $P\leq 0,00001$), elle sont plus importantes en 2009. Pendant cette saison, le volume ($F^{2,136} = 7,99$; $P=0,0005$) des œufs est aussi important. Au même moment, les mensurations des œufs montrent une certaine stabilité chez le Roselin et ne présentent aucune différence significative entre les trois saisons de suivi.

3.2.1.4. Durée d'incubation

La durée moyenne d'incubation enregistrée chez la Linotte est de 12,74 jours, elle varie généralement entre 12 et 14 jours. Il n'y a aucune différence entre la durée moyenne d'incubation des trois années d'étude. Cette durée est comparable chez le Verdier par une durée moyenne d'incubation de 12,53 jours et le Roselin avec 12,72 jours et avec les mêmes

extrêmes. Il n'existe aucune différence entre la durée moyenne d'incubation chez les trois espèces.

3.2.1.5. Date d'éclosion

La date moyenne d'éclosion est le 19 avril chez le Roselin, elle est avancée de quatre semaines par rapport à celle de la Linotte qui présente une moyenne le 19 mai. Elle s'étend entre le 26 avril et le 3 juillet chez la première et entre le 05 avril et le 14 mai chez la deuxième. La date d'éclosion moyenne est décalée d'une semaine chez le Verdier (26 mai) par rapport au Linotte, elle s'étend entre le 17 avril et le 16 juin. La date moyenne d'éclosion est le 19 avril, elle s'étend entre le 05 avril et le 14 mai. Il n'existe pas une différence significative entre les dates d'éclosion des trois saisons ($F^{2, 112} = 0,29$; $P = 0,75$).

3.2.1.6. Succès à l'éclosion et succès de la reproduction

Le succès moyen à l'éclosion chez la Linotte est de 64,39%, il varie entre 0 et 100%. Le nombre d'œufs éclos est négativement et significativement influencé par la date de ponte ($r = - 0,60$; $ddl = 55$; $p \leq 0,00001$), il diminue au cours de la saison de reproduction. Cependant, le succès moyen à l'éclosion est relativement plus important chez le Verdier (72,35 %) et chez le Roselin (76,59%) (Tab.12). Aucune variation significative n'a été observée entre les succès moyens à l'éclosion des trois saisons de reproduction pour les trois modèles (Linotte : $F^{2, 54} = 1,24$; $P = 0,28$), (Verdier : $F^{2, 31} = 0,08$; $P = 0,92$) et (Roselin : $F^{2, 20} = 2,91$; $P = 0,08$).

Dans la phase post-éclosion, les pertes sont moindres chez la Linotte. Le succès moyen de la reproduction enregistré est de 61,52%, il est comparable à celui des deux autres Fringillidae mais avec des pertes relativement importantes. Le Verdier avec 62,65% et le Roselin avec 67,49% de succès de reproduction (Tab.12). Ce paramètre ne montre aucune variation significative entre les trois années chez les trois espèces.

Tableau 12: Succès à l'éclosion (SE) et de la reproduction (SR) des trois Fringillidae

Espèce	Paramètre	N	m	Extrêmes
Linotte mélodieuse	SE(%)	57	64,39	0 – 100
	SR(%)	57	61,52	0 – 100
Verdier d'Europe	SE(%)	34	71,96	0 – 100
	SR(%)	34	62,65	0 – 100
Roselin githagine	SE(%)	23	76,59	40 – 100
	SR(%)	23	67,49	40 – 100

Nous n'avons constaté aucune variation entre l'évolution interannuelle du succès de la reproduction chez les trois Fringillidae ($\chi^2 = 2,18$; ddl = 4 ; P = 0,70 ns). Leurs succès de reproduction évoluent de la même manière entre les trois saisons (Fig.23).

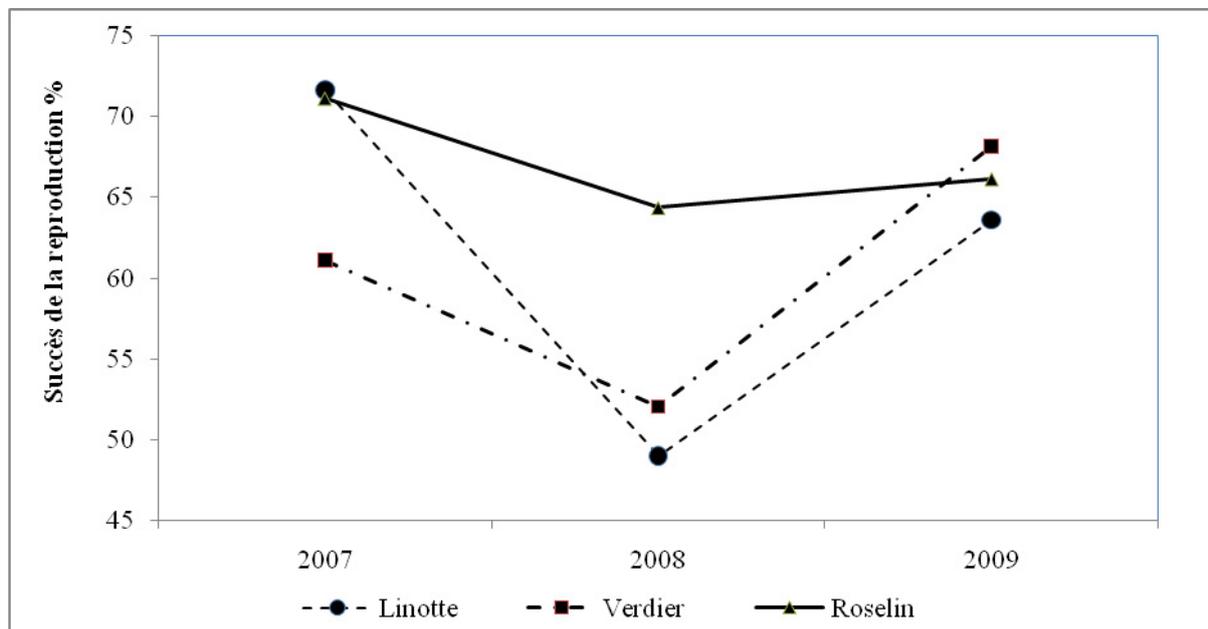


Figure 23: Evolution du succès moyen de la reproduction chez les trois Fringillidae

3.2.2. Ecologie de la reproduction

3.2.2.1. Densité et Paramètres des nids

La moyenne des densités des nids de la Linotte est de 3,06 nids /10 hectares. Elle est cependant moins importante chez les deux autres Fringillidae. Le Verdier d'Europe présente une moyenne de densités de nids de 2,73 nids par 10 hectares et le Roselin githagine une densité de 1,15 nids/10ha.

Les nids sont des coupes ouvertes préparés par les couples. Les mensurations des nids des trois espèces sont mentionnées dans le tableau (13).

Le Verdier présente le volume externe et la profondeur de nids les plus importants par rapport aux deux autres espèces. Cependant, le Roselin utilise un volume plus important de matériaux de nids que le Verdier et la Linotte (Tab.13).

Tableau 13: Mensurations des nids et volumes des matériaux des nids des espèces étudiées

Espèces	Diamètre externe (cm)	Diamètre interne (cm)	Profondeur (cm)	Volume de matériel des nids (cm ³)
Roselin	9,17	5,83	4,17	661,01 ± 376,32
Verdier	9,57	6,10	5,17	627,66 ± 125,08
Linotte	8,86	6,40	4,75	545,42 ± 206,51

Les couples de Linotte édifient leurs nids à une hauteur moyenne de 0,77 m, avec des hauteurs variant de 0,30 à 1,45m. Une différence significative dans la hauteur des nids entre les trois saisons d'étude est à signaler ($F^{2,54} = 7,53$; $P=0,0013$), la linotte mélodieuse a niché à des emplacements plus bas en 2009 par rapport aux autres saisons (Tab.14).

Pour le verdier, les couples mettent leurs nids à une hauteur moyenne de $1,88 \pm 0,43$ m, avec des extrêmes entre 1 et 2,8 m. Il n'existe aucune différence significative dans la hauteur des nids entre les trois saisons d'étude ($F^{2,31} = 1,6$; $P=0,22$) (Tab.14). Cependant, le Roselin niche au ras de sol, sous les touffes de végétation.

Tableau 14 : Variation des hauteurs des nids chez la Linotte mélodieuse et le Verdier d'Europe dans la région d'étude en 2007–2009.

Hauteur des nids (m)		
Saison	Linotte mélodieuse	Verdier d'Europe
2007	0,92 ± 0,28 ; n=7	1,93 ± 0,16 ; n=6
2008	0,95 ± 0,29 ; n=12	2,06 ± 0,13 ; n=9
2009	0,69 ± 0,21 ; n=38	1,78 ± 0,09 ; n=19
Moyenne	0,77 ± 0,25 ; n= 57	1,88± 0,43 ; n= 34
One way Anova	$F^{2,55} = 4,86$; $P=0,015$	$F^{2,32} = 1,6$; $P=0,22$

3.2.2.2. Matériaux des nids

Espèces végétales supports

Les espèces végétales utilisées comme support ou abri par les couples nicheurs pour déposer leurs nids au cours des saisons de la reproduction sont mentionnées dans le tableau (15).

Les nids de la Linotte sont construits dans la majorité, de branches et de fragments de végétation. Nous avons observé quatre plantes utilisées par la cette espèce dans la construction de ses nids, nous notons que les espèces végétales les plus utilisées sont, par ordre d'importance : le Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) pour toutes les saisons, suivi par le Chêne vert (*Quercus ilex*), le Romarin (*Rosmarinus officinalis*) et en dernier lieu, le Genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) (Tab.15).

En revanche, les nids du Verdier sont formés de fragments de végétation avec des plumes et de la laine. Nous avons trouvé trois plantes utilisées comme support des nids dans la construction de ses nids, nous notons que les espèces végétales les plus utilisées par cette espèce sont le Chêne vert, le Genévrier oxycèdre pour toutes les saisons, et occasionnellement l'espèce utilise le Genévrier de Phénicie (Tab.15).

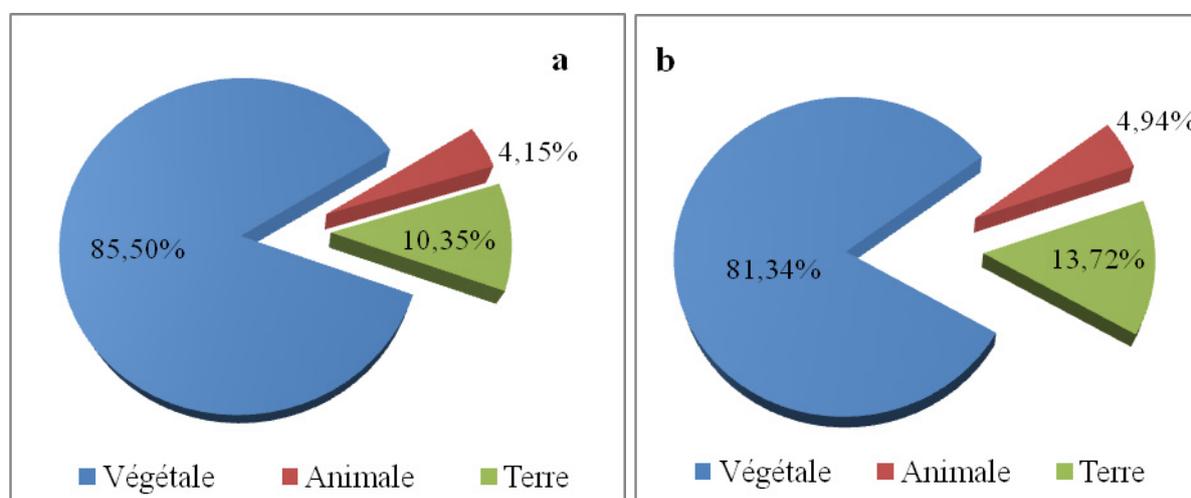
Tableau 15 : Variation des espèces végétales supports de nids de la Linotte (LT) et du Verdier d'Europe (VE) durant les trois saisons de suivi.

Saison	Espèces	<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>
2007	LT	42,86	14,29	28,57	14,29
	VE	33,33	0	66,67	0
2008	LT	66,67	0	25	8,33
	VE	33,33	11,11	55,56	0
2009	LT	66,67	6,67	13,33	13,33
	VE	31,58	0	68,42	0

Les nids du Roselin sont placés à la base d'une touffe dans des cavités préparées. L'alfa (*Stipa tenacissima*) est la seule espèce utilisée pour cacher ces nids durant les trois années d'étude.

Matériaux des nids

L'étude des nids des trois espèces a permis de caractériser les matériaux de construction utilisés par les couples nicheurs. La figure (24 a,b,c), montre que les trois espèces utilisent trois types de matériaux, une partie de nature animale, une autre végétale et une dernière de terre (argile ou autre).



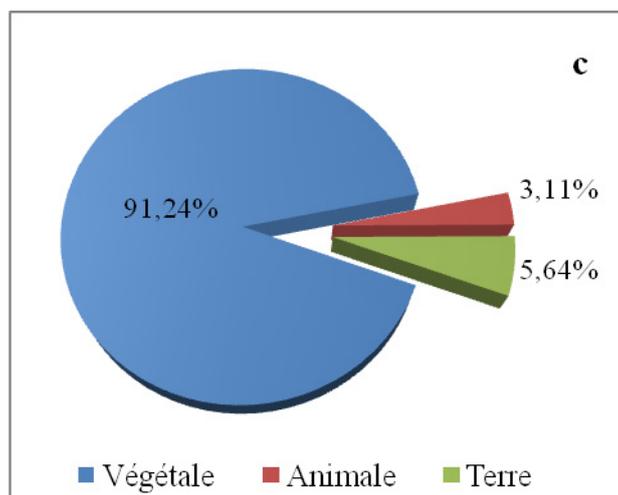


Figure 24: Fréquences des différentes parties de construction des nids des espèces étudiées : **a** : Linotte mélodieuse ; **b** : Verdier d'Europe ; **c** : Roselin githagine.

Nous avons enregistré des différences significatives entre les trois espèces d'oiseaux dans l'utilisation des fractions végétales et de la terre (boue) dans la construction des nids, le Roselin githagine exploite plus de végétation pour construire ses nids (Tab.16).

Tableau 16: Importance des différentes parties de matériaux de construction des nids des trois Fringillidae

Matériaux de construction des nids			
	Végétale (%)	Animale (%)	Terre (%)
Linotte	85,5 ± 7,91 (73,52-95,3)	4,15 ± 5,82 (0-16)	10,35 ± 4,92 (3,65-17,6)
Verdier	81,34 ± 10,08 (61-96,1)	4,94 ± 6,2 (0-17,3)	13,72 ± 9,55 (3,81-36,35)
Roselin	91,24 ± 5,03 (78,55-98,12)	3,11 ± 2,91 (0-11)	5,64 ± 4,51 (1,22- 17,8)
Anova	$F^{2, 90} = 4,69$; $p=0,02$	$F^{2, 90} = 0,38$; $p=0,68$	$F^{2, 90} = 4,30$; $p=0,02$

L'utilisation des différents indices écologiques a permis de caractériser les nids des trois espèces d'oiseaux de point de vue floristique.

Richesse totale (S) :

Nous avons recensé 43 espèces, réparties en 17 familles avec la dominance de la famille des Asteraceae qui est représentée par 11 espèces. Les Poaceae apparaissent en deuxième ordre par 9 espèces, suivis par les Brassicaceae qui sont présentes par 5 espèces (Tab. 17).

Tableau 17 : Principales familles floristiques des nids des trois espèces d'oiseaux étudiés.

Famille	Espèce	Pourcentage (%)
Poaceae	<i>Poaceae sp.</i> <i>Lygeum spartum L.</i> <i>Stipa tenacissima L.</i> <i>Lolium sp.</i> <i>Bromus rubens L.</i> <i>Schismus barbatus (L.)</i> <i>Bromus sp.</i> <i>Avena sp.</i> <i>Cutandia dichotoma (Forsk.)</i>	20,93
Asteraceae	<i>Artemisia sp.</i> <i>Evax argentea Pomel</i> <i>Iflago spicata (Vahl.)</i> <i>Koelpinia linearis Pallas.</i> <i>Echinops spinosus L.</i> <i>Phagnalon saxatile</i> <i>Atractylis sp.</i> <i>Asteraceae sp1.</i> <i>Asteraceae sp2.</i> <i>Leysera sp.</i> <i>Micropus Bombycinus</i>	25,58
Brassicaceae	<i>Erucaria aegyceras J. Gay.</i> <i>Eruca vesicaria (L.)</i> <i>Hutchinsia procumbens Desv.</i> <i>Crambe filiforme L.</i> <i>Brassicaceae sp.</i>	11,63

Les Resedaceae sont représentées par 3 espèces, les trois familles des Fabaceae, Cupressaceae et des Cistaceae comprennent 2 espèces chacune. Les autres familles ne figurent que par une seule espèce chacune (Tab.18).

Tableau 18 : Autres familles floristiques rencontrées dans les nids des trois Fringillidae

Famille	Espèce	Pourcentage (%)
<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus phoenicea</i> . <i>Juniperus oxycedrus</i>	4,65
<i>Resedaceae</i>	<i>Reseda villosa</i> Coss. <i>Alyssum macrocalyx</i> Coss et Dur. <i>Reseda alba</i> L.	6,98
<i>Rosaceae</i>	<i>Neurada procumbens</i> L.	2,33
<i>Carophyllaceae</i>	<i>Silene</i> sp. L.	2,33
<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i> sp. L.	2,33
<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago ovata</i> L.	2,33
<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus ilex</i> .	2,33
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus</i> sp. <i>Hippocrepis</i> sp.	4,65
<i>Cistaceae</i>	<i>Helianthemum lippii</i> L. <i>Helianthemum</i> sp. L.	4,65
<i>Terebinthaceae</i>	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	2,33
<i>Apiaceae</i>	<i>Apiaceae</i> sp.	2,33
<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium hirtum</i> Will.	2,33
<i>Plumbaginaceae</i>	<i>Limonium</i> sp.	2,33

Il faut signaler qu'au cours de l'identification, plusieurs espèces n'ont pas été identifiées, suite au manque d'organes facilitant cette opération (Feuille, fleurs, ...).

Richesse moyenne (s)

La richesse floristique moyenne enregistrée dans les nids des trois espèces aviaires est mentionnée dans le tableau (19). La richesse totale diffère d'une espèce à l'autre. Elle est très importante chez la Linotte avec 28 espèces et le Verdier avec 27 espèces. Elle est cependant relativement faible chez le Roselin githagine avec 15 espèces végétales seulement.

Concernant la richesse moyenne, elle est plus importante chez le Verdier d'Europe (11 espèces/nid) elle varie entre 9 et 15 espèces/nid. La Linotte mélodieuse présente une richesse moyenne relativement faible par rapport au Verdier (7,45 espèces/nid), elle varie entre 4 et 13 espèces/nid. Cependant, la richesse moyenne chez le Roselin est de 7,66 espèces/nid, elle oscille entre 6 et 10 espèces/nid (Tab.19).

Tableau 19 : Richesse totale et richesse moyenne pour les trois Fringillidae.

Espèce	Richesse totale S	Richesse moyenne s
Linotte mélodieuse	28	7,45
Verdier d'Europe	27	11
Roselin githagine	15	7,66
Peuplement	43	

Constante

Nous avons classé les espèces végétales trouvées dans les nids selon leurs fréquences d'occurrence en cinq classes (Tab.20). La 1^{ère} classe (espèces constantes), représentée par les espèces ayant un volume important dans la construction des nids pour les trois oiseaux et dont la fréquence dépasse les 75% (ex : *Stipa tenacissima*) (Tab.20).

Tableau 20: Fréquences d'occurrences des espèces végétales de la première classe pour les trois Fringillidae.

Espèces végétales	Fréquence d'occurrence	Statut
<i>Evax argentea</i>	90,32	Constantes
<i>Stipa tenacissima</i>	87,10	
<i>Juniperus oxycedrus</i>	77,42	

La deuxième classe est représentée par des espèces régulières ($50 \% \leq F_i < 75\%$), telle que *Juniperus phoenicea* et *Eruca vesicaria*. D'autres espèces sont communes comme *Schismus barbatus* ou des espèces rares comme *Quercus ilex* ou même exceptionnelles comme *Phagnalon saxatile* (Tab.21 et Annexe-Tab.9, 10, 11 et 12).

Tableau 21: Exemples de fréquences d'occurrences des espèces végétales des autres classes pour les trois Fringillidae.

Espèces végétales	Fréquence d'occurrence	Statut
<i>Eruca vesicaria</i>	51,61	Régulières
<i>Juniperus phoenicea</i>	51,61	
<i>Hutchinsia procumbens</i>	38,71	Communes
<i>Schismus barbatus</i>	29,03	

Espèces végétales	Fréquence d'occurrence	Statut
<i>Pistacia lentiscus</i>	19,35	Rares
<i>Quercus ilex</i>	16,13	
<i>Phagnalon saxatile</i>	3,23	Exceptionnelles
<i>Lygeum spartum</i>	3,23	

Coefficient de similitude floristique de Jaccard

Le calcul du coefficient de similitude floristique de Jaccard entre les nids des espèces d'oiseaux (linotte, verdier et roselin) a permis d'obtenir les résultats mentionnés dans le tableau (22). Une valeur importante est enregistrée entre les nids de la linotte et ceux du Verdier (44,74%). Les similitudes entre ces deux dernières et le Roselin sont presque similaires et sont relativement moins importantes (Tab.22).

Tableau 22: Indices de similitude floristique de Jaccard entre les nids des trois espèces.

	Indice de Jaccard (%)		
	Linotte Mélodieuse	Verdier d'Europe	Roselin githagine
Linotte Mélodieuse			
Verdier d'Europe	44,74		
Roselin Githagine	26,47	27,27	

Distance de Hamming

Après avoir calculé la distance de Hamming, nous avons obtenu une moyenne différence floristique entre la Linotte mélodieuse et le Verdier d'Europe. La différence entre ces deux espèces et le Roselin se classe selon l'échelle de Hamming dans la quatrième classe celle des différences floristiques fortes (Tab.23).

Tableau 23: Distances de Hamming entre les nids des trois espèces.

	Distance de Hamming %		
	Linotte Mélodieuse	Verdier d'Europe	Roselin githagine
Linotte Mélodieuse			
Verdier d'Europe	55,26		
Roselin Githagine	73,53	72,73	

3.3. La faune des nids

3.3.1. La faune non parasite

L'analyse de 186 nids de 10 espèces nicheuses a permis de collecter les espèces mentionnées dans le tableau (24). La classe des insectes est la plus importante avec 7 ordres et 13 espèces. La classe des Gastéropodes est présente par un seul ordre (Pulmona), une seule famille et une seule espèce (Tab.24).

Tableau 24 : Structure et richesse de la faune non parasites des nids des oiseaux du Dj. Amour

Classe	Ordre	Famille	Espèce
Insecta	Hemiptera	Coreidae	<i>Coreidae ind.</i>
		Tingidae	<i>Tingidae ind.</i>
	Diptera	Muscidae	<i>Muscidae ind.</i>
		Hyménoptera	Formicidae
		Encyrtidae	<i>Ixophagus sp.</i>
	Dermaptera	Labiidae	<i>Labia minor</i>
	Trichoptera	Trichoptera ind.	<i>Trichoptera ind.</i>
		Tenebrionidae	<i>Gonocephalum sp.</i>
		Dermestidae	<i>Attagenus unicolor</i>
			<i>Anthrenus pimpinella</i>
		Coleoptera	Curculionidae
	Carabidae		<i>Lebia trimaculata v. 1789</i>
Lepidoptera	Lepidoptera ind.	<i>Lepidoptera ind.</i>	
Gastropoda	Pulmona	Limacidae	<i>Limacidae ind.</i>

3.3.2. La faune parasites

3.3.2.1. Ectoparasites

Nous avons examiné un total de 419 individus représentant 17 espèces et 08 familles d'oiseaux. La prévalence totale en ectoparasites est de l'ordre de 10,26%. Les ectoparasites hématophages trouvés chez ces différentes espèces sont mentionnés dans le tableau (25). Ils sont répartis sur 2 classes ; Arachnida et Insecta, et sur 4 ordres et 7 familles. La classe des Arachnides est la plus représentée par trois familles (mites et tiques) et 5 espèces. Cependant, les insectes sont systématiquement les plus diversifiés ; avec 3 ordres, 4 familles et 4 espèces d'ectoparasites (Tab.25).

Tableau 25: Structure et richesse des ectoparasites chez les oiseaux du Djebel Amour

Classe	Ordre	Famille	Espèce
Arachnida	Acarina	Dermanyssidae	<i>Ornithonyssus sp.</i>
			<i>Dermanyssus sp.</i>
		Ixodidae	<i>Ixodes sp1.</i>
			<i>Ixodes sp2.</i>
		Argasidae	<i>Argasidae sp.</i>
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Ceratophyllus sp.</i>
	Diptera	Calliphoridae	<i>Protocalliphora sp.</i>
		Hippoboscidae	<i>Ornithomya fringillina</i>
	Phthiraptera	Menoponidae	<i>Menopon sp.</i>

Au sein de la même famille d’oiseau (Fringillidae), la prévalence diffère d’une espèce à l’autre ; la Linotte mélodieuse présente une prévalence totale de 16,67% y compris les ectoparasites des nids et ceux observés sur les individus capturés. La prévalence en ectoparasites chez le Verdier d’Europe est la plus importante relativement aux deux autres espèces (27,26%). Cependant, ce paramètre est le plus faible chez le Roselin githagine avec 9,38%.

Du point de vue diversité, le Verdier d’Europe est parasité par la majorité des ectoparasites cités précédemment (Tab.26). La Linotte mélodieuse est parasitée par 5 espèces d’ectoparasites hématophages appartenant à 2 classes, 3 ordres et 4 familles (Tab.26). Cependant, le Roselin githagine, espèce des milieux ouverts, semi-arides et aride n’est parasitée que par 3 espèces réparties en 2 classes, 3 ordres et 3 familles (Tab.26). La classe des Insectes est la plus représentée exceptée chez la Linotte.

Tableau 26 : Structure et richesse des ectoparasites chez les trois Fringillidae

Classe	Ordre	Famille	Espèce	L	R	V
Arachnida	Acarina	Dermanyssidae	<i>Ornithonyssus sp.</i>	+	-	+
			<i>Dermanyssus sp.</i>	+	+	+
		Ixodidae	<i>Ixodes sp1.</i>	+	-	+
Insecta	Siphonaptera	Ceratophyllidae	<i>Ceratophyllus sp.</i>	-	-	+
	Diptera	Calliphoridae	<i>Protocalliphora sp.</i>	-	+	+
		Hippoboscidae	<i>Ornithomya fringillina</i>	+	-	+
Insecta	Phthiraptera	Menoponidae	<i>Menopon sp.</i>	+	+	+

+ Présence ; - Absence ; **L** : Linotte mélodieuse ; **R** : Roselin githagine ; **V** : Verdier d’Europe

La population de Linotte mélodieuse présente un taux d'infestation de 64,79% de mites (Dermanyssidae), et une faible prévalence de tiques 4,54%. Pour les insectes, nous avons remarqué la dominance des Menoponidae, consommateurs des plumes avec une prévalence de 29,56% suivis par les Hippoboscidae avec 6,18% avec l'absence des mouches Calliphoridae (Fig. 25). La population de Roselin githagine présente un taux d'infestation de l'ordre de 7,34% de mites qui sont représentés seulement par *Dermanyssus sp.*, les autres acariens (*Ornithonyssus sp.* et *Ixodes*) sont totalement absents. Quant aux insectes ectoparasites, les Ceratophyllidae et les Hippoboscidae sont aussi absents et nous avons la dominance des Menoponidae avec une prévalence de 41,55% suivis par la mouche *Protocalliphora* avec 9,39% (Fig. 25).

Le Verdier d'Europe est parasité par divers parasites de l'ordre des Arachnida et des Insecta, les mites (Dermanyssidae) avec une prévalence de 40,72% et les tiques avec une très faible prévalence (1,67%). En revanche, la prévalence des Menoponidae est de 39,77% suivi par la mouche *Protocalliphora* par 34,54%, et *Ornithomya fringillina* par 14,33% et en fin, les puces avec une prévalence de 8,2% (Fig. 25).

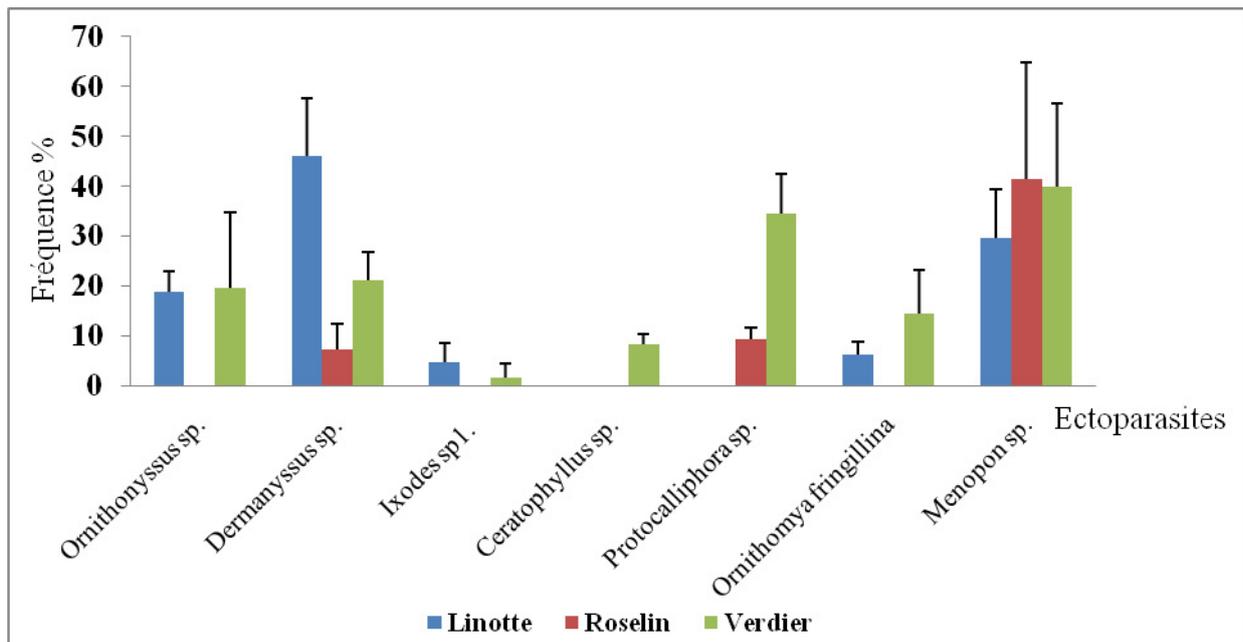


Figure 25 : Prévalence des différents ectoparasites chez les trois Fringillidae

3.3.2.2. Hémoparasites

Un total de 206 individus d'oiseaux appartenant à 17 espèces (uniquement des Passeriformes) qui représentent 9 familles, ont été examinés. La majorité de ces individus (186 individus) et qui représentent (90,29%) sont infectés par cinq espèces hémoparasites

à savoir *Haemoproteus* (photos 1-5), *Plasmodium* (photos 6-7), *Microfilaria* (photos 8-9), *Leucocytozoon* (photos 10-12) et *Trypanosoma* (photos 13-14).

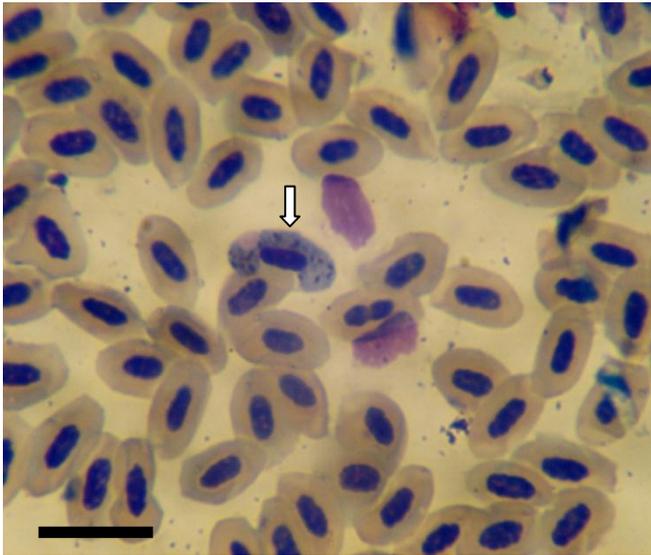


Photo 1: Macrogamécyte mature d'un *Haemoproteus* sp. chez la Linotte mélodieuse. Barre d'échelle = 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

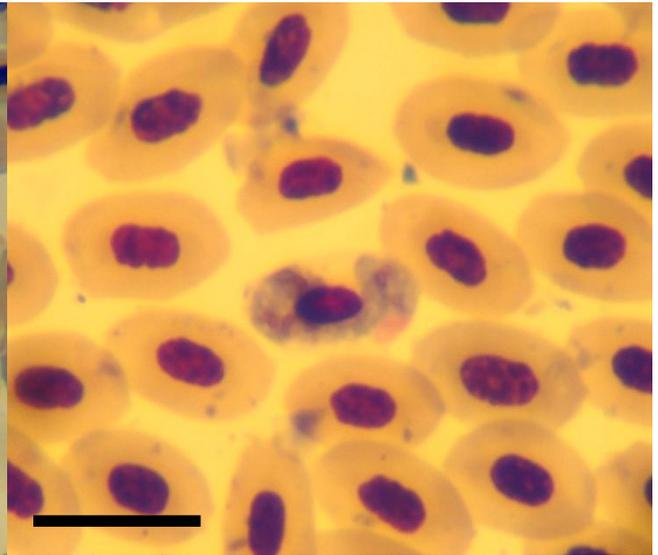


Photo 2: Macrogamécyte mature d'un *Haemoproteus* sp. chez le Verdier d'Europe. Barre d'échelle = 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

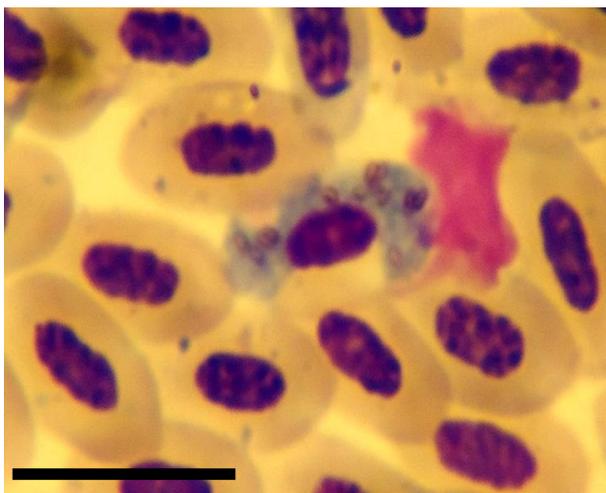


Photo 3: Macrogamécyte d'un *Haemoproteus* sp. chez le Roselin githagine. Barre d'échelle = 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

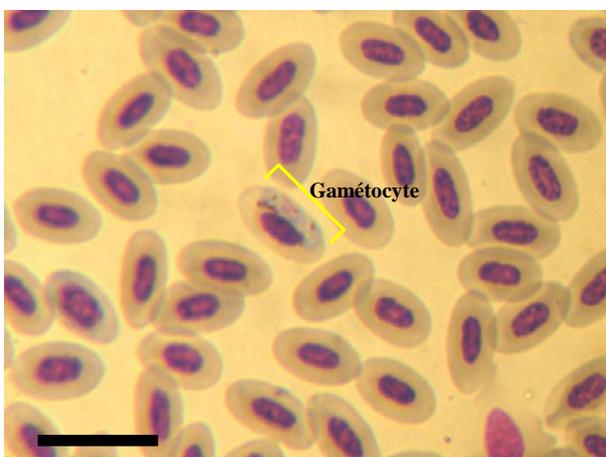


Photo 4: Microgamécyte précoce d'un *Haemoproteus* sp. chez la Linotte mélodieuse (noyau pas encore entouré par le gamécyte). Barre d'échelle = 10 µm, (huile à immersion, Objectif x100).

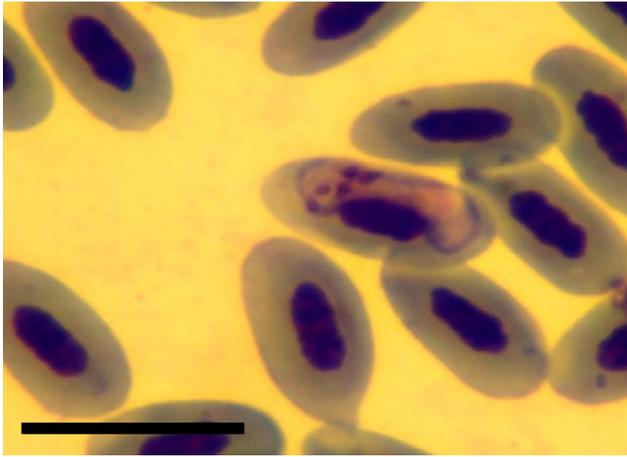


Photo 5: Microgamétocyte d'un *Haemoproteus* sp. chez le Verdier d'Europe (cytoplasme clair). Barre d'échelle = 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 1 : Différentes formes d'*Haemoproteus* observées chez les trois modèles étudiés

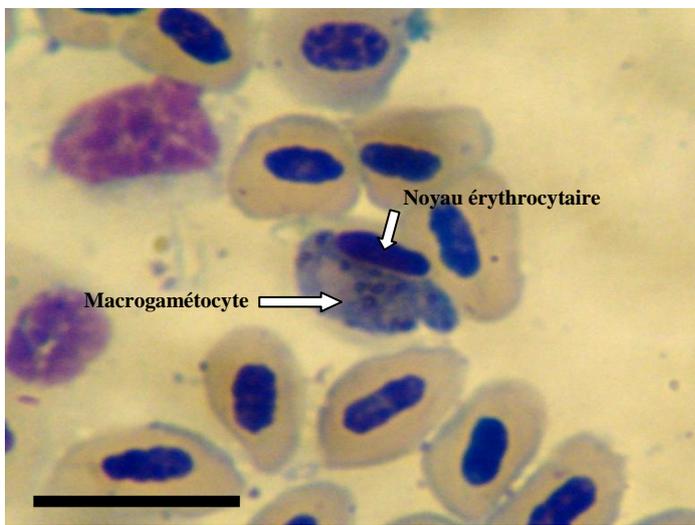


Photo 6: Macrogamétocyte d'un *Plasmodium* sp. qui déplace le noyau d'un érythrocyte vers l'extrémité chez la Linotte mélodieuse. Barre d'échelle = 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

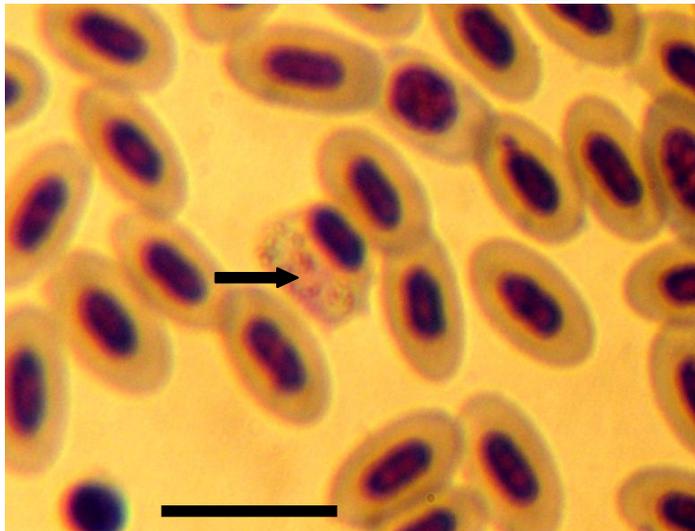


Photo 7: Macrogamétocytes d'un *Plasmodium* sp. dans le sang du Roselin githagine. Barre d'échelle= 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 2 : Formes de *Plasmodium* chez deux espèces analysées

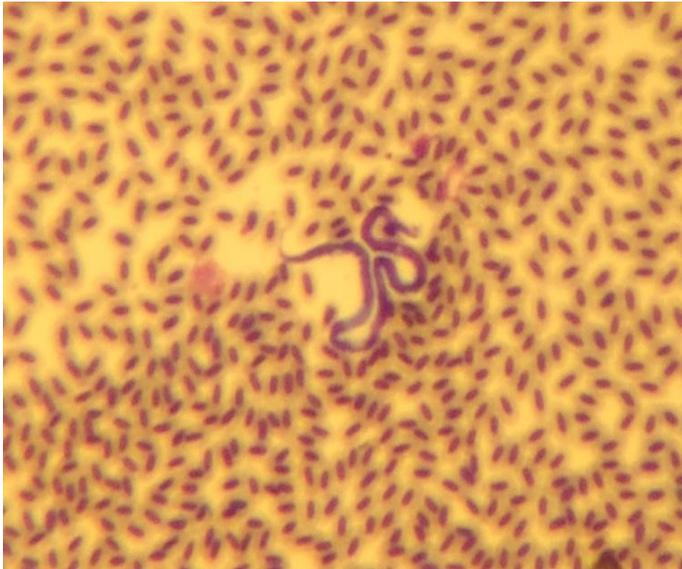


Photo 8 : Microfilaires Dans le sang du Verdier d'Europe. Barre d'échelle = 20 μm , (Objectif x40).



Photo 9 : Microfilarie dans le sang de la Linotte mélodieuse. Barre d'échelle = 10 μm , (Objectif x100).

Planche 3 : Microfilaires, parasites interérythrocytaires chez deux espèces analysées

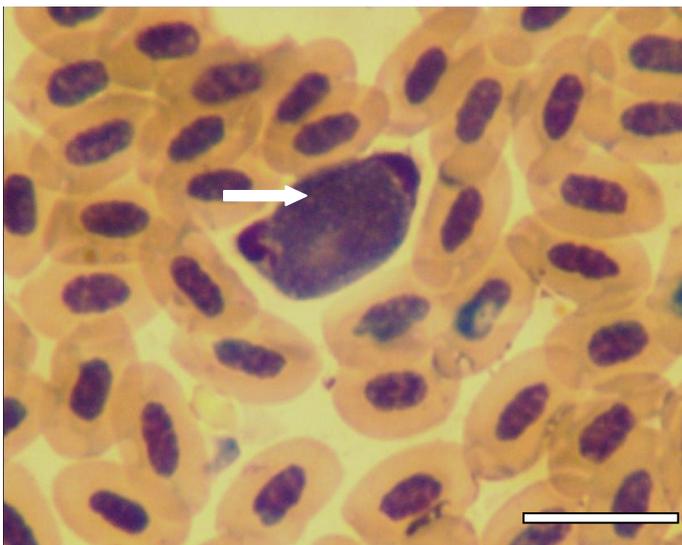


Photo 10: Gamétoyte d'un *Leucocytozoon sp.* Dans un leucocyte du sang du Roselin githagine. Barre d'échelle = 10 μm , (huile à immersion, Objectif x100).

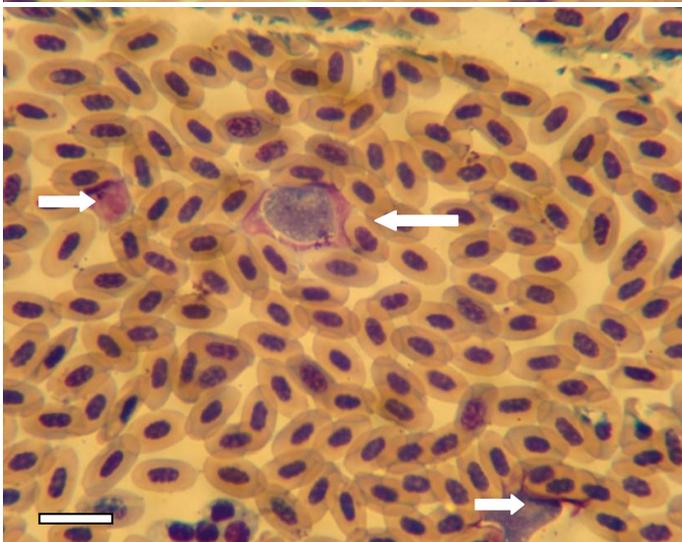


Photo 11 : Plusieurs leucocytes infectés par un *Leucocytozoon sp.* chez le Serin cini, on observe trois gamétoytes qui indiquent une forte intensité. Barre d'échelle = 10 μm , (huile à immersion, Objectif x100).

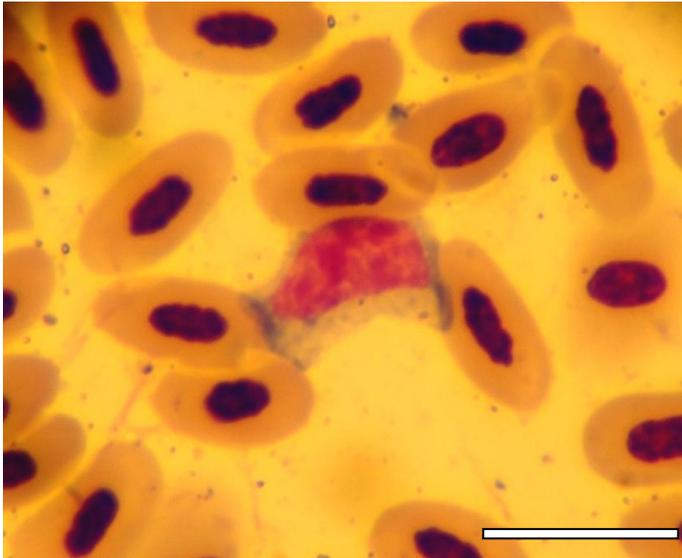


Photo 12: Gamétoocyte d'un *Leucocytozoon* sp. Dans un leucocyte du sang de Linotte mélodieuse. Barre d'échelle = 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 4 : Gametocytes de *Leucocytozoon* chez trois espèces analysées

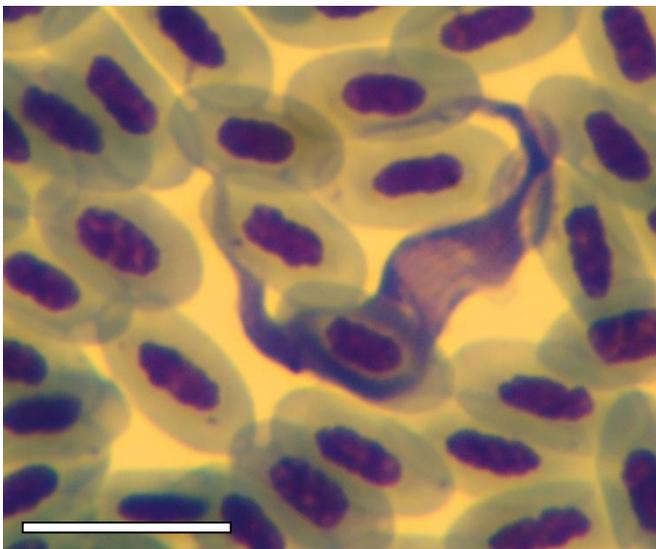


Photo 13: *Trypanosoma* dans un individu de Mésange bleue. Barre d'échelle = 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

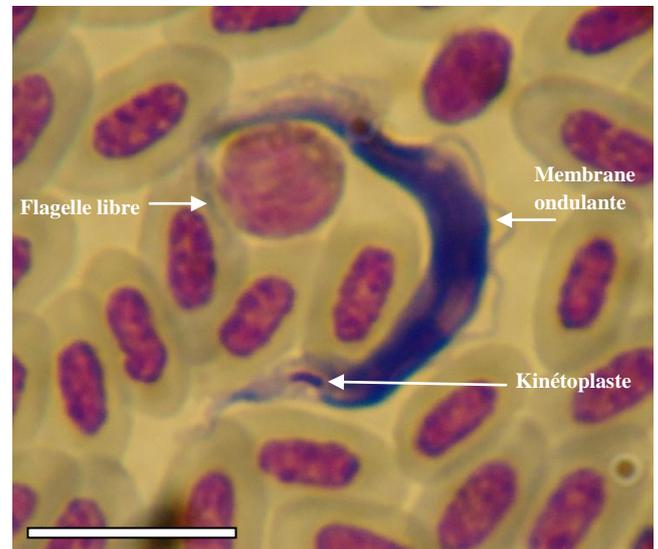


Photo 14: *Trypanosoma* de type Trypomastigote dans un individu de Serin cini. Barre d'échelle = 10 μ m, (huile à immersion, Objectif x100).

Planche 5 : Trypanosomes, parasites interérythrocytaires chez deux espèces analysées

Les Fringillidae montrent un taux d'infestation de 96,26%, les Turdidae (88%), les Paridae (72,22%) et les Passeridae (83,33%) (Tab. 27).

L'*Haemoproteus* est généralement le plus rencontré avec (55,21%), suivie par *Plasmodium* (40,18%), *Microfilaria* (32,82%), *Leucocytozoon* (20,86%) et *Trypanosoma* (4,84%) (Tab. 27).

Tableau 27 : Prévalence des hémoparasites de quelques oiseaux capturés dans le Dj. Amour

Hôtes	Prévalence		Espèces de parasites				
	Examinées	Infectées	HP	LZ	TR	MR	PL
Fringillidae							
Linotte mélodieuse	48	44	21	9	-	14	8
Serin cini	8	8	8	8	4	-	6
Verdier d'Europe	17	17	5	-	-	8	8
Pinson des arbres	12	12	9	1	-	-	4
Roselin githagine	22	22	4	11	-	16	14
Turdidae							
Merle noir	7	7	4	1	-	1	6
Grive draine	3	3	2	1	-	-	1
Traquet du désert	4	4	2	-	-	2	1
Rouge-queue de Moussier	11	8	6	-	1	2	2
Sylviidae							
Fauvette orphée	5	5	3	-	-	1	3
Paridae							
Mésange bleue	36	26	12	3	4	9	8
Passeridae							
Moineau domestique	7	5	5	1	-	2	2
Moineau soulcie	11	10	10	-	-	2	4
Laniidae							
Pie-grièche à tête rousse	4	4	3	-	-	1	2
Columbidae							
Tourterelle des bois	9	9	8	-	-	2	5
Muscicapidae							
Gobemouche gris	2	2	2	1	-	-	1
Upupidae							
Huppe fasciée	2	2	1	-	-	2	-
Total	206	186	104	36	18	60	75
Prévalence %		91,57	55,21	20,86	4,84	32,82	40,18

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

3.3.2.2.1. Hémoparasites des Fringillidae

Pour les trois Fringillidae étudiés, nous avons observé l'absence totale de *Trypanosoma* dans 87 individus analysés (Tab. 28). Cependant, la Linotte mélodieuse présente une importante prévalence en *Haemoproteus* (47,73%), suivie par *Microfilaria* (31,82%), *Leucocytozoon* (20,45%) et en dernier ordre *Plasmodium* avec 18,18% (Tab. 28). Quant au Verdier d'Europe, *Microfilaria* et *Plasmodium* sont en pied d'égalité avec 47,06% suivies par *Haemoproteus* (29,41%) avec l'absence de *Leucocytozoon* (Tab. 28).

Les hémoparasites du Roselin Githagine montrent une prédominance de *Microfilaria* avec 72,73%, suivie par *Plasmodium* (63,64%), *Leucocytozoon* (50%) et en dernier ordre *Haemoproteus* (18,18%) (Tab. 28). La prévalence en hémoparasites ne présentent aucune différence significative entre les trois saisons d'étude ($\chi^2 = 0,02$; ddl= 4 ; P= 0,98).

Tableau 28 : Prévalence des hémoparasites des trois Fringillidae dans le Djebel Amour

	Prévalence des hémoparasites %				
	HP	LZ	TR	MR	PL
Linotte	47,73	20,45	-	31,82	18,18
Verdier	29,41	-	-	47,06	47,06
Roselin	18,18	50,00	-	72,73	63,64

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

L'intensité semble faible pour tout les hémoparasites concernant *Plasmodium* elle est de 0,28 % des érythrocytes chez la Linotte mélodieuse, 0,048% chez le Verdier d'Europe et 0,34% chez le Roselin githagine (Fig. 26) .

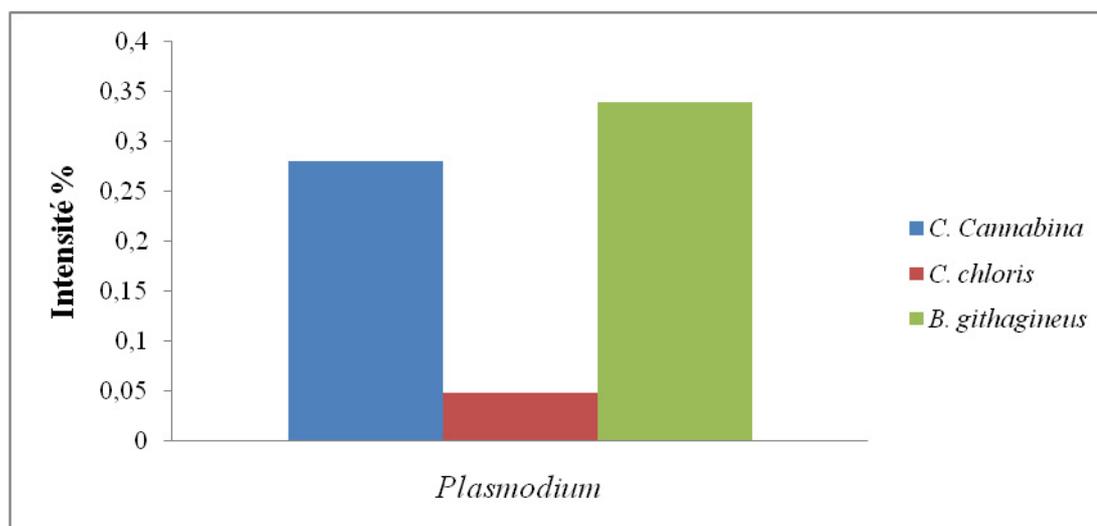


Figure 26: Intensité du *Plasmodium* chez les trois Fringillidae

Cependant, l'intensité d'*Haemoproteus* est de 0,01% des érythrocytes chez la Linotte mélodieuse, 0,12% chez le Verdier d'Europe et 0,007% chez le Roselin githagine (Fig. 27).

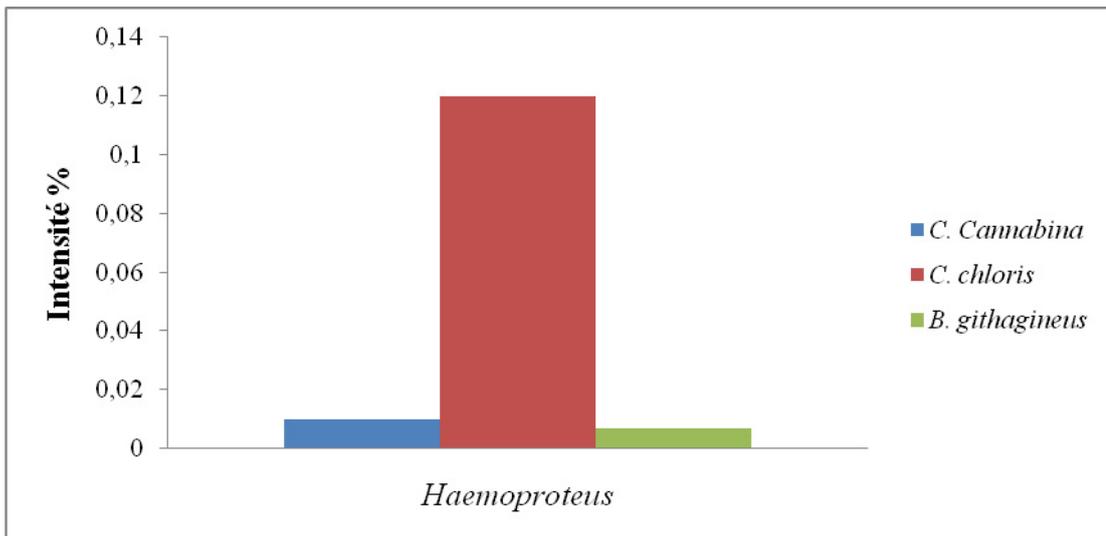


Figure 27 : Intensité d'*Haemoproteus* chez les trois Fringillidae

L'intensité du *Leucocytozoon* est de 0,02% chez la Linotte mélodieuse et elle est nulle chez le Verdier d'Europe, elle est de 0,014% chez le Roselin githagine (Fig.28). Ce paramètre reste très faible en ce qui concerne *Microfilaria* excepter chez le Roselin githagine qui présente une intensité plus importante, 0,006% ; 0,001% et 7,23% respectivement pour la Linotte mélodieuse, le Verdier d'Europe et le Roselin githagine.

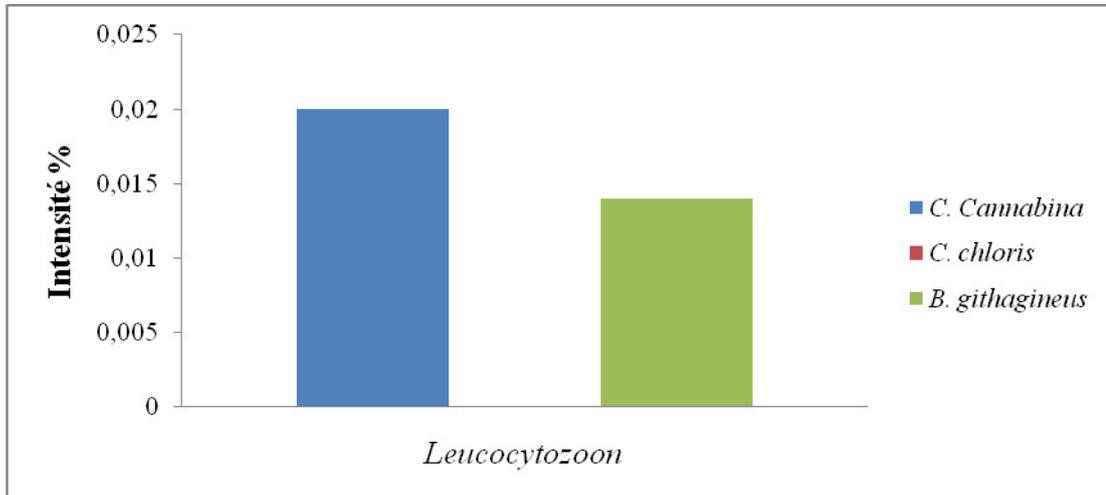


Figure 28: Intensité de *Leucocytozoon* chez les trois Fringillidae

De point de vue intensité d'hémoparasites des trois Fringillidae par biotope, nous avons constaté que l'intensité de *Plasmodium* décroît en allant du milieu le plus sec (Steppe), passant par le Matorral vers la forêt (Fig.29). En revanche, l'*Haemoproteus* (Fig.29) présente un comportement inverse ; son intensité augmente dans les milieux steppiques, alors que le

Leucocytozoon à une intensité stable dans les milieux ouverts (steppe et matorral) et il est absent en milieu forestier fermé (Fig.29).

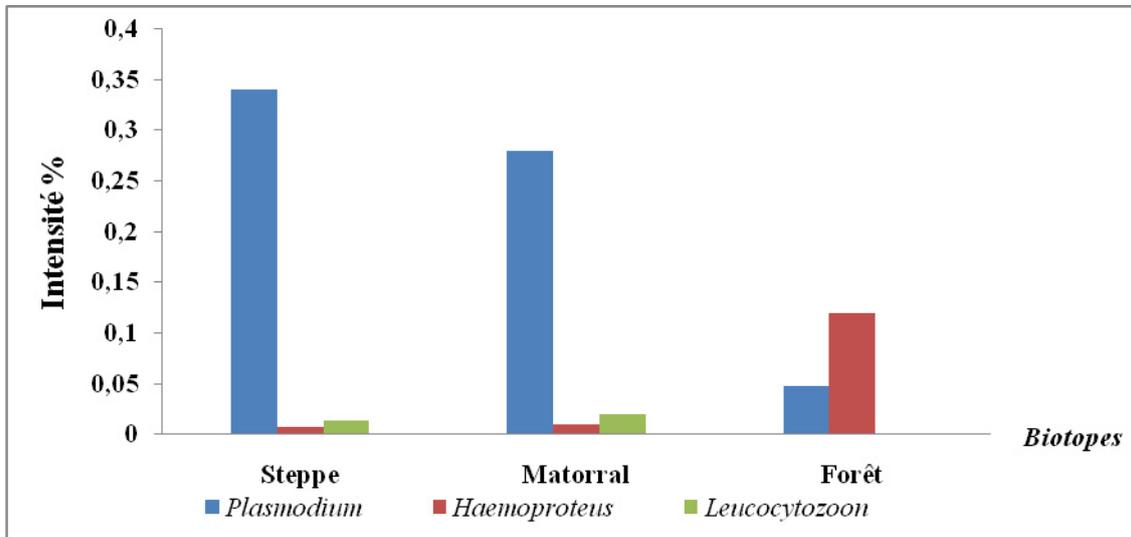


Figure 29 : Intensités des hémoparasites dans les trois biotopes étudiés

4. Discussions

4. Discussion

4.1. Répartition biogéographique du peuplement avien

Le Djebel Amour, de par sa position dans l'atlas saharien, où règnent des conditions écologiques extrêmes associés à une importante hypsométrie donnant un climat très dur, abrite une richesse aviaire remarquable, assez bien adaptée à la rudesse du climat et à la faible disponibilité alimentaire. Cette position intermédiaire entre des écosystèmes préforestiers boisés et autres ouverts, semi-aride et aride, a permis la colonisation par plusieurs populations d'oiseaux caractéristiques de ces milieux.

L'analyse du peuplement avien de cette région a révélé la dominance de la famille des Turdidae. C'est une famille cosmopolite qui compte environ 300 espèces d'oiseaux forestiers (comme le genre *Turdus*) ou inféodés à des habitats ouverts (Ramade, 2008) comme le genre *Oenanthe*, qui constitue une part importante de l'avifaune des écosystèmes arides du paléarctique (Aliabadian et al., 2007). Les Alaudidae, est une autre famille qui colonise les milieux ouverts, elle reflète la nature de la formation végétale de la région, la steppe et les milieux cultivés (Cramp et Perrins, 1994 ; Ramade, 2008). Deux autres familles ont une grande présence dans le Paléarctique, les Sylviidae et les Fringillidae caractérisent les milieux forestiers et pré-forestiers (Cramp et Perrins, 1994). Cette dernière présente la même importance que les Fringillidae recensés en Kabylie des Babords (Bellatrèche, 1999). Au sommet du peuplement, apparaisse la famille des Accipitridae qui témoignent de la grande diversité du peuplement et de la complexité des écosystèmes de la région d'étude (Isenmann et Moali, 2000).

La dominance des sédentaires dans le peuplement et avec plus de la moitié des espèces nicheuses (62 espèces), atteste du caractère d'insularité (Whittaker, 1998 ; Blondel, 2000). Ces espèces se rencontrent sur les sept biotopes prospectés de manière inégale. Cette diversité en biotopes se traduit par la juxtaposition d'habitats élémentaires qui peuvent convenir aussi bien aux espèces sélectives qu'aux espèces éclectiques, offrant un gage de richesse en espèces ornithologiques dont la distribution varie dans le temps et dans l'espace sous l'effet combiné des conditions abiotiques extrinsèques comme la température (Bryant, 1978; Van Noordwijk et al., 1995; Buse et al., 1999; Thessing, 2000) et les facteurs biotiques comme la disponibilité de nourriture et la compétition (Bryant, 1975; Quinney et al., 1986; Van Noordwijk et al., 1995).

Les milieux steppiques sont les plus diversifiés avec les maquis, ces derniers offrent à l'avifaune une grande diversité d'habitats d'une part et des capacités nutritives qui sont étroitement liées à la composition floristique (matériels de construction des nids et nourriture). Outre, cette grande diversité en espèces du semi-aride et aride provienne de la position géographique plus méridionale de la région.

La richesse des oiseaux forestiers varie généralement avec la structure de la végétation et non pas avec la composition floristique (Blondel et *al.*, 1973 ; 1981 ; Prodon et Lebreton, 1981). De nombreuses études montrent que la présence et la densité des populations d'espèces sont généralement moins élevés dans les petits fragments forestiers isolés que dans les forêts continues (Robbins 1979; Ambuel et Temple 1983 ; van Dorp et Opdam 1987; Temple et Cary 1988 ; Blake 1991 ; Verboom et *al.*, 1991; Villard et *al.* 1995; Boulinier et *al.* 1998; Zanette et *al.* 2000 ; Bourque, 2005). Ces études portant sur les populations aviaires en milieux fragmentés ont mis en évidence un phénomène important : certaines espèces semblent systématiquement absentes des parcelles de forêt isolées, même si ces parcelles seraient assez grandes pour contenir leurs territoires (Forman et *al.*, 1976; Galli et *al.*, 1976; MacClintock et *al.*, 1977; Whitcomb et *al.*, 1977; Robbins, 1979; Whitcomb et *al.*, 1981; Opdam et *al.*, 1984).

C'est le cas de la mésange charbonnière (*Parus major*) qui est absente dans le Djebel Amour et présente dans ses deux limites Est et Ouest, à l'Est, dans les Monts d'Ouled Nail et les Aurès (Heim de Balzac et Mayaud ,1962 ; Isenmann et Moali 2000 ; Adamou 2011) et à l'Ouest, dans les Monts des Ksours (Blondel, 1962). Cette espèce témoigne de l'état avancé de dégradation de la forêt de la région et elle est désignée comme étant sensible à la structure des forêts (Koford et *al.*, 1994 ; Wiens, 1994; Villard et *al.*, 1995; Flather et Sauer, 1996; Hagan et *al.*, 1996; Schmiegelow et *al.*, 1997; Mazerolle et Villard, 1999; Hobson et Bayne, 2000 ; Belisle et *al.*, 2001).

Les vestiges de l'ancienne forêt de chêne vert n'accueillent qu'une faible diversité, comme celle de la steppe arborée, surtout que cette formation végétale ne présente aucun étagement de la végétation (pas de sous bois) qui est d'habitude favorable tant à la diversité ornithologique qu'à la densité d'oiseaux fréquentant la forêt (Pichard, 2005). On signale aussi une multitude de facteurs de perturbation qui sont présent dans ces milieux et dont la majorité sont anthropozoïques, ces facteurs influencent fortement la stabilité du peuplement avien.

Concernant les milieux humides, la diversité enregistrée est surtout celle des oiseaux d'eau qui font des escales dans la région sur des plans d'eau temporaires (saisonniers) alimentés par les eaux de pluie et qui favorisent la nidification de certaines espèces comme le tadorne casarca. Les milieux anthropisés présentent les diversités les plus faibles ; les paysages agricoles sont potentiellement favorables pour nourrir certaines espèces et parfois des bons lieux de nidification pour d'autres mais restent toujours perturbés pour la communauté d'oiseaux (Donald et *al.*, 2001; Stoate et *al.*, 2001 ; Benton et *al.*, 2003).

Du point de vue biogéographique, le peuplement ornithologique de Djebel Amour est assez hétérogène, rapporté aux schèmes de Voous (1960) qui témoignent que l'affinité de cette avifaune est plus nordique suite à la dominance des éléments du Nord (Paléarctique, méditerranéen et autres) par rapport à ceux du Sud (Indoafricain et Ethiopien). Cela dépend surtout de la position géographique de la région et de la diversité de ses biotopes, mais même des vicissitudes paléogéographiques essuyées généralement par le bassin de la Méditerranée. Dans cette manière, des nouvelles populations, originaires d'autres endroits, s'ajoutent au peuplement avien originaire au moyen de flux tels que les déplacements, l'erratisme, les migrations, etc., pour créer la situation actuelle.

Les résultats obtenus dans la région de Djebel Amour présentent des différences de celles observées dans la région de Kabylie des Babors, Djebel Babors et le Nord d'Algérie (Bellatrèche, 1999). Selon cet auteur, l'élément méditerranéen est dominant dans les trois régions, suivi par le Paléarctique et le Paléomontagnard, puis l'élément Holarctique, Européen et Européo-turkestanéen. Dans la région de Djebel Amour, l'éloignement de la région méditerranéenne typique est le résultat des changements qui apparaissent clairement dans la dégradation du tapis végétal méditerranéen (forêt de chêne) et sa transformation en milieux plus xériques à la limite sud du paléarctique (Dresh 1980, Quézel 1980).

L'application des indices biogéographiques a révélé que le Djebel Amour se situe au sud des aires de distribution de la majorité des familles d'oiseaux observés. Pourtant, pour d'autres familles, la région est considérée comme limite nord de leurs aires de répartition. Ces indices sont plus faibles que ceux signalés par Adamou (2011) dans les Aurès malgré la faible différence latitudinale entre les deux régions. L'indice de méditerranéité et les écarts latitudinaux attestent de la faible pénétration des éléments méridionaux dans les biotopes prospectés.

Les Fringillidae présentent un indice de méditerranéité proche de la moyenne (23%), avec un écart latitudinal qui dépasse les 10°. Le Djebel Amour se situe au sud de l'aire de distribution de cette famille. Ce sont des espèces granivores très répons dans le Paléarctique occidental (Newton, 1967, 1972 ; Glück, 1985 ; Cramp et Perrins, 1994). Leur importante position biogéographique permet de tester l'hypothèse mentionnée par Brown et *al.* (1996) qui fait intervenir des facteurs écologiques pour expliquer les causes des limites de distribution actuelle des espèces : aux faibles latitudes, les aires des espèces seraient limitées par les interactions interspécifiques (compétition, parasitisme) tandis qu'aux latitudes supérieures elles seraient limitées par les conditions environnementales stressantes (climat).

Les trois espèces étudiées montrent des différences biogéographiques importantes ; les deux espèces du genre *Carduelis* (Linotte et Verdier) ont des indices de méditerranéité presque similaires et des moyennes latitudinales plus proches l'une de l'autre, tandis que la troisième espèce du genre *Bucanetes* (le Githagine) est relativement plus liée à la sous-région méditerranéenne avec un indice (IM) plus important mais avec une distribution géographique plus au sud par rapport aux deux espèces précédentes.

Les densités enregistrées pour les trois espèces sont considérées comme élevées par rapport aux autres populations régionales (européennes). Pour le Verdier d'Europe, la densité des nids enregistrée est plus importante dans la région d'étude que celles signalées par Santos (2000) en Portugal et Boitier (2004) en Puy-de-Dôme (France). Cependant, Cramp et Perrins (1994) ont cité des densités plus importantes en Suisse et en Allemagne, ainsi qu'en Slovaquie (Kocian et *al.*, 2003). Il en est de même pour la densité de la Linotte mélodieuse (Santos, 2000 ; Boitier, 2004). Cette dernière montre une extraordinaire philopatrie à ses lieux de naissance (Förschler et *al.*, 2010).

Généralement, les espaces insulaires présentent de fortes densités (MacArthur et *al.*, 1972 ; Wright, 1980). Les individus choisissent parfois un site de reproduction avec une forte densité afin d'éviter les coûts liés aux phénomènes de compétition (Matthysen, 2005). En outre, les espèces à aire de distribution étendue ont tendance à se regrouper au nord et au centre de cette aire de distribution (cas du Roselin) (Brown et *al.*, 1996) et ont des taux d'extinction plus élevés à proximité des limites de ses aires de répartitions (Karanth et *al.*, 2006). La forte densité de cette espèce témoigne qu'elle est en extension vers les terres du nord (Europe) (Carrillo et *al.*, 2007) et qu'il y a un déplacement de sa limite nord

de répartition. Malheureusement, aucune information n'est disponible sur la densité des couples nicheurs de cette espèce dans la région (Barrientos, 2009).

4.2. Biologie de la reproduction

4.2.1. Ecologie de la reproduction

Le choix du site de nidification est un critère important pour la réussite de la reproduction puisqu'il est associé à la disponibilité en ressources alimentaires ainsi qu'à la protection contre la prédation (Forstmeier et Weiss, 2004; Boulinier et *al.*, 2005 ; Eggers et *al.*, 2006 ; Pinot, 2009). Les différences dans les conditions du site de reproduction peuvent affecter les performances reproductives de manières diverses, par exemple en affectant les conditions physiques ou en influençant sur les facteurs biotiques (comme les parasites) où se développent les descendants (Ambrosini et Saino, 2010). Ainsi, la localisation du site de reproduction tend à être optimisée vis-à-vis des sites disponibles. Il est donc soumis à une forte sélection et peut devenir un facteur limitant (Pinot, 2009). La position des nids peut aussi influencer le taux de prédation (Martin, 1988, 1995; Yanes et *al.*, 1996; Clark & Shutler, 1999; Mezquida & Marone, 2002; Mezquida, 2004). Cependant, la disponibilité des lieux de nidification et le risque de prédation sont les deux caractéristiques principales qui limitent le choix de l'endroit d'installation des nids (Clark et Shutler, 1999).

Selon leurs habitats, les trois modèles d'étude choisissent des espèces végétales différentes, que se soit pour installer les nids ou pour les construire. Les trois espèces suivies colonisent des milieux écologiquement différents ; le Roselin githagine est pratiquement une espèce steppique. Il exploite les ressources de son milieu en mettant ses nids sous les touffes d'alfa (*Stipa tenacissima*) sur des terrains à forte pente, en Espagne, Barrientos (2009) signale que cette espèce niche soit sur terre ou bien sur des terrains accidentés dans des milieux steppiques.

En milieu préforestier, la Linotte mélodieuse installe ses nids d'abord sur des conifères (*Juniperus oxycedrus*) denses et épineux, au début de la saison. Ils constituent probablement une stratégie antiprédateurs. Au cours de la saison, elle occupe d'autres espèces telles que le Chêne vert et le Romarin. Cependant, Bønløkke et *al.* (2002) au Danemark ont cité d'autres espaces occupées par la Linotte et qui sont le Genévrier commun (*Juniperus communis*) et le Cyprés de Lawson (*Chamaecyparis lawsoniana*). En France, la Linotte niche dans les bruyères d'Ajonc d'Europe (*Ulex europaeus*) (Eybert et Constant, 1998) et au

Portugal, elle utilise les buissons à Ciste (*Cistus monspeliensis*) pour nicher (Santos, 2000). En Jordanie, Khoury et *al.* (2009) ont signalé le Pin parasol (*Pinus pinea*), le Cyprès vert (*Cupressus sempervirens*) et des arbustes d'Olivier (*Olea europaea*).

En fin, le Verdier d'Europe, dans le milieu forestier se trouve attaché aux arbres à feuillage dense (Cramp et Perrins, 1994 ; Kocian et *al.*, 2003). Le Verdier niche dans plusieurs formations végétales, il utilise des forêts de conifères surtout de Genévrier et de Pin (Glück, 1983 ; Kocian et *al.*, 2003), des reboisements d'Aulne, ou dans des régions à végétation mixte, ainsi que des cultures et des vergers et même des formations steppiques (Cramp et Perrins, 1994, Gil-Delgado et *al.*, 2009). Les hauteurs des nids sont plus importantes chez le Verdier que chez la Linotte et le Roselin. Elles sont dans la majorité comparables à celles mentionnées en Europe et au Moyen orient (Glück, 1983 ; Cramp et Perrins, 1994 ; Khoury et *al.*, 2009).

Chacune des trois espèces se sert des matériaux disponibles dans ses biotopes pour construire les nids. La composante végétale est dominante, elle est accompagnée par des matériaux d'origine animale (plume, poils, laine) pour tapisser l'intérieur des nids et les rendre plus confortables pour les œufs et de l'argile pour assurer une bonne cohésion entre les brindilles (Cramp, 1988 ; Cramp et Perrins, 1994 ; Lesaffre, 2008).

L'importante richesse trouvée, 43 espèces végétales réparties sur 17 familles témoigne d'une part de la richesse du milieu de nidification et d'autre part, de l'effort exercé par les oiseaux dans la construction de leurs nids. Quelques espèces ajoutent des fragments de plantes fraîches systématiquement à leurs nids pour diminuer les effets des ectoparasites (Clark and Mason, 1985 ; Petit et *al.*, 2002 ; Wimberger, 1984 *in* Mennerat et *al.*, 2009) certaines sélectionnent même des plantes médicinales pour la même raison (Mennerat et *al.*, 2008 ; 2009) d'où l'hypothèse de protection des nids (*Nest Protection*) et l'hypothèse de médicaments (*Drug hypothesis*) (Mennerat et *al.*, 2009). Une autre hypothèse peut intervenir dans les milieux de forte amplitude thermique comme le notre, c'est celle de la thermorégulation (*Thermoregulatory hypothesis*), qui suggère que le matériel des nids aide à maintenir la température des œufs et minimise l'effet des fluctuations thermiques (Tomas et *al.*, 2006).

Les familles floristiques dominantes sont les Asteraceae, les Poaceae et les Brassicaceae. Elles ont été déjà signalées par plusieurs auteurs dans les milieux semi-arides et

arides (Ozenda, 1982, 2004 ; Quézel et Santa, 1963 ; Chehema, 2005). La diversité floristique fournie aux oiseaux une grande possibilité de choix de matériaux nécessaire pour assurer du confort aux œufs (cas de *Micropus bombycinus* et *Evax argentea*).

La majorité des espèces végétales utilisées ont une fréquence d'occurrence faible (rare et exceptionnelle), mais, il existe des espèces régulières, constantes et communes qui indiquent une certaine sélection de matériaux de construction des nids qui est considérée comme une meilleure exploitation du milieu (Clark and Mason, 1987 ; Lambrechts and Dos Santos, 2000 ; Petit et *al.*, 2002 ; Dajoz, 2006 ; Mennerat, 2009).

Le coefficient de similitude de Jaccard et la distance de Hamming confirment une différence floristique entre les espèces d'oiseaux étudiés. Ces indices montrent une moyenne différence floristique entre les linottes et les verdiers. Ces derniers possèdent des caractéristiques morphologiques similaires et des espèces végétales communes entre ses deux lieux de nidification. Cependant, ces dernières présentent une différence floristique forte avec le Roselin, suite aux différences phytoécologiques des milieux steppiques et forestiers.

4.2.2. Phénologie de la reproduction

Chronologiquement, le Roselin commence la reproduction avant les deux autres Fringillidae. En Afrique du Nord, la reproduction commence la fin-mars et s'étale jusqu'au début du mois de juin (Heim de Balzac et Mayaud, 1962 ; Isenmann et *al.*, 2005). Le commencement des dates de ponte est souvent expliqué par la synchronisation avec la disponibilité alimentaire (Lack, 1968; Murphy, 1986; Meijer et *al.*, 1999 ; Dunn, 2004) mais récemment, Barrientos et *al.* (2007) ont montré que chez le Roselin githagine, la température minimale quotidienne de la saison retarde la date de ponte (jusqu'à 40 jours de différence interannuelle). Cette espèce semble très influencée par la baisse de température et non pas par les faibles précipitations (Barrientos et *al.*, 2007). De point de vue latitude, elle commence tôt dans les faibles latitudes par rapport aux latitudes nord (Heim de Balzac et Mayaud, 1962 ; Etchécopar et Hüe, 1964 ; Cramp et Perrins, 1994 ; Barrientos et *al.*, 2007).

Pour beaucoup de passereaux, une différence dans les dates de ponte a été constatée selon le gradient altitudinal (Johnston, 1954 ; Milinkovich, 1993 ; Badyaev, 1997 ; Johnson et *al.*, 2006). Des résultats similaires ont été signalés dans l'est algérien et aux Aurès pour

certaines Paridae avec des dates de pontes tardives dans les hautes altitudes (Chabi et Isenmann, 1997 ; Chabi, 1998 ; Adamou, 2011).

Pour les deux autres espèces, les dates de pontes sont comparables à celles signalées dans les régions européenne et asiatique mais avec une période de reproduction plus courte (Heim de Balzac et Mayaud, 1962 ; Newton, 1972 ; Cramp et Perrins, 1994 ; Khoury *et al.*, 2009), cette dernière serait probablement due à l'influence des paramètres d'environnement. Les oiseaux dans les hautes altitudes comme notre cas, sont généralement confrontés à une plus courte période pendant laquelle la reproduction est possible suite à la persistante du froid (Kovshar 1981 *in* Badyaev (1997) ; Johnson *et al.*, 2006 ; Förschler *et al.*, 2006).

La grandeur de ponte enregistrée est similaire à celles signalées en Europe pour le Roselin (Badyaev, 1997 ; Barrientos *et al.*, 2009) et pour la Linotte (Heim de Balzac et Mayaud, 1962 ; Cramp et Perrins, 1994 ; Drachmann *et al.*, 2000), en Jordanie (Khoury *et al.*, 2009) et en Australie (Langmore *et al.*, 2005). Ce paramètre est négativement et significativement influencé par la sécheresse de l'année 2008.

La faible fécondité observée chez le Verdier par rapport à ses congénères européens (Cramp et Perrins, 1994 ; Kosinski, 1999) a été déjà mentionnée par Heim de Balzac et Mayaud (1962). Plusieurs études ont signalé que les oiseaux en milieux insulaires réduisent la taille de ponte (Whittaker, 1998; Blondel, 2000).

La grandeur de ponte de la Linotte et du Verdier, comme chez la majorité des Carduelinae, décroît au cours de la saison de reproduction vers la période estivale (Newton, 1972 ; Gil-Delgado et Catalá, 1989 ; Gil-Delgado *et al.*, 1991 ; Valera, 1992 ; Crick *et al.*, 1993 ; Belda *et al.*, 1995 ; Khoury *et al.*, 2009). Cependant, elle reste stable chez le Roselin githagine (Barrientos *et al.*, 2007 ; Barrientos *et al.*, 2009), cette stabilité serait due à la courte période de reproduction qui ne dépasse pas un mois et demi.

Les résultats obtenus des traits des œufs du verdier d'Europe montrent une similitude à ceux de ses congénères d'Europe (Paris, 1970 ; Cramp et Perrins, 1994). En revanche, les mensurations des œufs du Roselin githagine et de la Linotte mélodieuse sont plus petites que les populations européennes (Cramp et Perrins, 1994 ; Etchécopar et Hüe, 1964). Ce paramètre varie au sein des individus de la même espèce à cause de plusieurs facteurs dont :

- 1- Les facteurs environnementaux, principalement la disponibilité alimentaire (Price, 1998 ;

Meijer et Drent, 1999) et la température (Christians, 2002). Une faible température dans des nichoirs de la mésange charbonnière (*Parus major*) a donné des œufs 14% plus petits que d'autres dans des nichoirs sous une température plus ambiante (Nager et Noordwijk, 1992).

2- L'état de la femelle, dont l'âge, le poids et l'expérience (Saether, 1990 ; Christians, 2002). Ces deux facteurs sont présents dans notre cas ; la rudesse du climat et les caractères des femelles de plusieurs espèces de Djebel Amour, conditionnent certainement la qualité des œufs. Nous signalons que nous avons constaté que plusieurs espèces pondent des œufs relativement petits par rapport à d'autres régions algériennes ou méditerranéennes. Nous citons l'exemple de la Linotte mélodieuse, la Mésange bleue, Merle noir et autres. La linotte de l'atlas saharien est une sous-espèce méconnue, elle est de petite taille que ses congénères européens (Cramp et Perrins, 1994 ; Isenmann et Moali, 2000). Parfois la taille des oiseaux (nanisme) est liée à l'insularité (Demartis, 1996), des hypothèses suggèrent que le nanisme serait utile à un partage de ressources répondant à des conditions de densités élevées des populations insulaires (Blondel, 1995).

Malgré que dans les milieux froids, la durée d'incubation augmente (Haftorn et Reinertsen, 1990 ; Møller, 1984), celle enregistrée pour le Verdier est analogue à celle mentionnée par Cramp et Perrins (1994) et Badyaev (1997). Il en est de même pour la Linotte (Cramp et Perrins, 1994 ; Drachmann et *al.*, 2002) avec des extrêmes qui peuvent arriver jusqu'à 15 jours pour les deux espèces. Cette durée est renforcée par la qualité des nids et son exposition (Møller, 1984 ; Haftorn et Reinertsen, 1990 ; Badyaev ; 1997).

Le succès à l'éclosion et le succès de la reproduction sont relativement importants par rapport aux résultats obtenus en Europe (Newton, 1985 ; Cramp et Perrins, 1994 ; Barrientos, 2009 ; Barrientos et *al.*, 2009). Ces paramètres sont affectés principalement par la désertion des nids au cours de la période de reproduction, l'effet des pluies et la prédation (Cramp et Perrins, 1994 ; Belda et *al.*, 1995 ; Barrientos et *al.*, 2007 ; Barrientos, 2009 ; Barrientos et *al.*, 2009 ; Khoury et *al.*, 2009), avec l'éventualité de prédation des adultes pendant la période de leur nidification (Cecere et Vicini, 2000 ; Pailley et Pailley, 2000). Ces taux importants permettent de classer la région comme milieu *source* (Dias, 1996) favorisant l'extension des espèces vers d'autres régions.

4.3. Faune non parasite des nids

La faune non parasite des nids des oiseaux a été rarement étudiée (Tryjanowski et al., 2001), Cette faune est dominée par les arthropodes (Hicks, 1959 ; Riley, 2000) qui sont généralement accidentels dans les nids des oiseaux (Gajdos et al., 1991; Ambros et al., 1992; Kristofík et al., 1993, 1996; Neubig and Smallwood, 1999).

Bien que plusieurs études ont été consacrées aux arthropodes associés aux nids des oiseaux, la plupart sont focalisées aux espèces parasites ; Diptères et Acariens qui présentent un impact sur la *fitness* des oiseaux (Dawson and Bortolotti, 1997 ; Whitworth, 2003 ; Puchala, 2004 ; Proudfoot et al., 2006). Le peu de travaux réalisés sur les espèces non parasites, est exclusivement soit des inventaires d'espèces (McAtee, 1927 ; Hicks, 1959 ; Iwasa et al., 1995 ; Riley, 2000) ou des descriptions taxonomiques (Grimaldi, 1997 ; Gilbert and Wheeler, 2007) et ils n'ont touché qu'à quelques espèces seulement, à savoir ; la mésange de Pologne *Remiz pendulinus* (Kristofík et al., 1993, 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).

Iwasa et al. (1995) ont cité plusieurs espèces trouvées dans les nids d'oiseaux au Japon, parmi lesquelles, des Diptères, des Anthomyiidae, Fannidae, Muscidae, Calliphoridae, Heleomyzidae, Sphaeroceridae, Sepsidae et Stratiomyidae. Cependant, Riley (2000) au Canada a signalé 71 espèces appartenant à 13 ordres dans les nids d'oiseaux, avec une forte abondance des mites, des Siphonaptères, Coléoptères et des Diptères.

La compréhension des traits d'histoire de vie de la communauté des arthropodes associée aux nids des oiseaux nécessite une prise en charge particulière par les scientifiques pour dévoiler les rôles que jouent ces derniers dans les nids, leur structure et leur abondance.

4.4. Interactions oiseaux-parasites

Les régions semi arides et arides présentent des conditions de vie dures, qui se répercutent défavorablement sur la composante biotique. Cependant, peu d'informations sont disponibles sur les oiseaux qui colonisent ces milieux et encore beaucoup plus rares sont celles qui traitent la prévalence parasitaire (hémoparasites et ectoparasites) dans ces environnements.

La faible prévalence en ectoparasites observée dans nos résultats (10,26%) concorde avec ceux signalés dans d'autres régions arides et semi-arides (Moyer *et al.*, 2002 ; Valera *et al.*, 2003). Chez les Fringillidae étudiés comme chez plusieurs d'autres oiseaux, les mites sont les plus abondantes des ectoparasites (Greiner et Ritchie, 1994), à cause probablement de leur transmission facile par le simple contact entre les individus (Clayton and Tompkins, 1994). Cependant, les tiques chez les trois modèles étudiés, sont soit absents (chez le Roselin) ou présente une très faible prévalence (<5%). Ce résultat a été déjà signalé pour l'avifaune nicheuse des Aurès (Adamou, 2011). Ce genre d'acariens est conditionné par la structure des végétaux présents, notamment dans les milieux boisés (Gilot *et al.*, 1979 ; Estrada-Peña, 1999 ; Estrada-Peña, 2002 ; Boyard, 2007) et ils préfèrent les milieux humides (Perret *et al.*, 2003 ; Barroca, 2005 ; Benoit *et al.*, 2006) probablement pour compenser le déficit corporel en eau (Kröber and Guerin, 1999) et se développent dans une température ambiante (Žáková *et al.*, 2007) en particulier, les températures du sol (Estrada-Peña, 1999 ; Estrada-Peña *et al.*, 2006). Le nombre de jours de gel semble constituer un facteur limitant la propagation des tiques (Lindgren *et al.*, 2000).

D'autre part, la présence des hyménoptères parasitoïdes peut diminuer le nombre des tiques dans les nids des oiseaux. Ils s'attaquent indifféremment aux espèces de *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes*, *Rhipicephalus*, exclusivement aux stases infra-imaginale (Cole, 1965; Trjapitzin, 1985; Davis, 1986; Mwangi and Kaaya, 1997; Hu *et al.*, 1998; Knipling and Steelman, 2000 ; Samish *et al.*, 2004). Ces derniers nécessitent un suivi particulier dans le sens de lutte biologique.

Les Menoponidae sont dominants chez les trois Fringillidae et d'après Séguy (1944), les *Menopon* parasites des Passériformes sont plus nombreux sur les Fringillidés. Ils peuvent influencer sur le taux métabolique chez certaines espèces (Booth *et al.*, 1993) et causer des irritations et des lésions de la peau avec une perte du poids de leurs hôtes et une diminution de leur grandeur de ponte (Wall and Shearer, 2001 ; Prelezov *et al.*, 2006). Ces *Phthiraptera* montrent une forte corrélation avec la température et le photopériodisme, ils sont abondants durant les saisons chaudes (Boyd, 1951; Marshall, 1981; Saxena *et al.*, 2004 ; Singh *et al.*, 2009).

Concernant le genre *Ceratophyllus*, il est absent chez la Linotte et le Roselin. Pourtant, plusieurs auteurs l'ont signalé chez la Linotte (Thompson, 1937 ; Rothschild, 1958 ; George,

1977 ; Loxdale, 1986) et chez le Verdier (Thompson, 1937 ; Ash, 1955 ; George, 1977). Ce parasite cherche les parties les plus irriguées du corps de son hôte (Boyd, 1951), il peut chez certaines espèces réduire le succès reproducteur (Fitze et *al.*, 2004a), il réduit la grandeur de ponte et augmente significativement la durée d'incubation (Fitze et *al.*, 2004 a,b)

L'infestation par les mouches Calliphoridae est conditionnée par deux facteurs écologiques principaux ; la température optimale qui augmente l'infestation de ces mouches chez certaines espèces (Dawson et *al.*, 2005) et l'humidité des nids (Heeb et *al.*, 2000).

La charge parasitaire des larves de la mouche Protocalliphora, pourrait influencer les caractéristiques démographiques de leur hôte (Hurtrez-Boussès et *al.*, 1999). Cette mouche est absente dans le cas de la Linotte et elle est cependant plus abondante chez le Verdier et le Roselin. Il en est de même pour les mouches Hippobocidae, qui sont absentes chez le Roselin et qui constituent une famille de Diptères pupipares, dont le stade adulte est ectoparasite de mammifères et d'oiseaux (Rahola et *al.*, 2011). Ce sont les vecteurs des *Haemoproteus* (Smith, 1996 ; Valkiunas, 2005 ; Quillfeldt et *al.*, 2010).

Les absences des Calliphoridae et des Hippobocidae dans les nids de Linotte et de Roselin sont dues probablement aux conditions écologiques des nids défavorable pour effectuer leur cycle (Allander and Bennett, 1994) ou peut être expliquer par la théorie de protection des nids (*nest protection*) par le couple (Petit et *al.*, 2002 ; Mennerat et *al.*, 2009), ou bien par la théorie d'exclusion d'une partie des parasites par une autre (Drake, 1991).

Concernant les hémoparasites, ils sont transmis essentiellement par des vecteurs arthropodes (Atkinson et Van Ripper, 1991). Ils présentent eux aussi des faibles prévalences dans les régions arides (Bennett et *al.*, 1992a ; Little and Earlé, 1995; Tella et *al.*, 1999). Il faut signaler aussi que pour plusieurs espèces hémoparasites, l'Afrique du Nord est considérée comme la frontière nord des aires de distribution (Snow et *al.*, 2005).

Sur le plan écologique, diverses hypothèses peuvent expliquer le manque des hémoparasites aviaires chez les espèces ou dans les régions :

(1) manque de temps pour la Coévolution entre les hôtes, les vecteurs et les parasites (Earlé and Underhill, 1993; Little and Earlé, 1994; Stewart et *al.*, 1997, Blanco et *al.*, 1998; Jones and Shellam, 1999 ; Gandon et *al.*, 2002 ; Zuk et Stoehr, 2002).

(2) les oiseaux des régions arides peuvent avoir une résistance naturelle aux hémoparasites (Ricklefs, 1992; Forero et *al.*, 1997; Merino and Minguéz, 1998; Tella et *al.*, 1999 ; Frank, 2002) ou, au contraire, ces espèces ont une faible immunocompétence dans ces habitats ouverts, dans lesquels la prédominance des hématozoaires est basse (Tella et *al.*, 1999),

(3) absence des vecteurs dans certaines catégories d'habitats inhospitaliers (arides et polaires) (Bennett et *al.*, 1992a, 1992b , 1995; Earlé and Underhill, 1993; Little and Earle, 1995 ; Merino et *al.*, 1997 ; Tella et *al.*, 1996; Piersma, 1997; Figuerola, 1999; Sol et *al.*, 2000, Jovani et *al.*, 2001; Martinez-Abraín and Urios, 2002; Valera et *al.*, 2003). Cette dernière hypothèse a été confirmée par des études récentes qui montrent que les facteurs abiotiques peuvent causer des variations substantielles de la charge parasitaire sur les populations hôtes (Tella et *al.*, 1999; Moyer et *al.*, 2002), ainsi, les facteurs écologiques liés à l'abondance de ces vecteurs expliquent les différences dans la prédominance des espèces parasites, indépendamment des hôtes (Greiner et *al.*, 1975 ; Garvin et Remsen, 1997 ; Piersma, 1997 ; Tella et *al.*, 1999).

(4) la faible densité des hôtes peut expliquer l'absence ou la faible parasitémie (Price, 1980; Anderson and May, 1982; Rytönen et *al.*, 1996), chose qui n'est pas confirmée dans notre situation. Une nouvelle hypothèse est à signaler ; c'est celle d'Exclusion compétitive entre les vecteurs des hémoparasites par l'intermédiaire des ectoparasites (Martinez-Abraín et *al.*, 2004) : Plusieurs oiseaux supposés intacts en hémoparasites sont très infectés par des ectoparasites. Cette hypothèse suggère qu'il existe une interaction qui peut s'effectuer entre les groupes d'ectoparasites hématophages et les Diptères vecteurs des hémoparasites. En conséquence, les oiseaux à fortes prévalence en ectoparasites peuvent obtenir une défense physique contre les Diptères vecteurs d'hémoparasites; les ectoparasites attaquent les autres vecteurs ou modifient la physiologie des hôtes pour les rendre peu attractifs aux diptères.

Les différentes prévalences observées entre les diverses familles d'oiseaux seraient dues au statut des espèces de chaque famille ; les migrateurs présentent des prévalences plus importantes que les sédentaires (Møller and Erritzøe, 1998 ; Waldenström et *al.*, 2002; Ricklefs et *al.*, 2005 ; Arriero and Moller, 2008). D'autre part, pour les populations insulaires, les densités sont importantes ce qui augmente par conséquent la prévalence en parasites (Wiggins et *al.*, 1998).

Le taux d'infestation en hémoparasites est plus important par rapport aux populations européenne (Merino et *al.*, 1997 ; Tella et *al.*, 1999 ; Scheuerlein and Ricklefs, 2004). L'*Haemoproteus* apparaît généralement en premier ordre (Scheuerlein and Ricklefs, 2004 ; Arriero and Moller, 2008 ; Martinsen et *al.*, 2008); il a une large distribution sur le globe où se produisent ses vecteurs à savoir les hippoboscidae et les ceratopogonidae (Atkinson et *al.*, 2008). Le genre *Plasmodium* vient en deuxième position après l'*Haemoproteus*, il est transmis par des moustiques (Culicidae) et parfois par des phlébotomes (Psychodidae) (Quillfeldt et *al.*, 2010). Les genres *Microfilaria*, *Leucocytozoon* et *Trypanosoma* se succèdent par ordre de prévalence chez l'avifaune étudiée, cet ordre serait dû au degré d'exposition aux vecteurs.

5. Conclusion

5. Conclusion

L'étude de l'avifaune de la région de djebel Amour, partie centrale de l'atlas saharien a permis de caractériser le peuplement avien sur plusieurs plans. De point de vue structure et composition, l'avifaune de Djebel Amour est composée de 116 espèces structurées en 39 familles, dominées par celles des Turdidae, Accipitridae, Alaudidae, Sylviidae et des Fringillidae.

Les espèces observées partagent plusieurs biotopes dans la région étudiée ; selon leurs affinité écologique ou alimentaire. Chaque biotope accueille un cortège d'oiseaux particulier. Cette avifaune montre un taux important de sédentarité qui caractérise généralement les populations insulaires. Nous avons recensé 62 espèces nicheuses, qui représentent 53,45 % du peuplement, ces dernières ont trouvé les caractères optimaux pour nicher dans la région.

De point de vue biogéographique, nous enregistrons une importante richesse biogéographique ; les espèces recensées sont subdivisées en 16 types fauniques selon la nomenclature de Voous (1960). Les plus importantes sont les espèces du Paléarctique, qui sont de l'ordre de 21,55% du total de l'avifaune recensée, suivi par les espèces méditerranéennes, ce qui reflète une affinité nordique de la région. Ce statut zoogéographique est favorisé par la qualité phytogéographique de la région ; la présence des espèces végétales (chêne vert, pin d'Alep, Genévriers, ..) qui appartiennent au cortège floristique méditerranéen, a conservé d'une façon ou d'une autre l'élément zoogéographique méditerranéen.

L'application des indices biogéographiques proposés par Prodon (1993) a révélé que le Djebel Amour montre une faible pénétration des éléments du sud (afrotropicaux) et peut être considéré comme une limite sud de distribution pour la plupart des familles d'oiseaux observés. Pour d'autres c'est une limite nord (Otididae et Glareolidae) et même parfois un centre de répartition biogéographique pour d'autres familles comme celle des Alaudidae.

La faible méditerranéité enregistrée au sein du peuplement du djebel Amour témoigne de l'état actuel de cet élément qui semble étroitement lié à l'état critique de dégradation des biotopes méditerranéens (forêts, matorrals) suite aux agents actifs de destruction qui se résume dans la plupart des cas dans l'action anthropique et aux changements climatiques.

Les modèles biologiques étudiés et qui appartiennent à la famille des Fringillidae présentent des comportements reproductifs particuliers avec une densité relativement importante par rapport à leurs congénères européens. Cependant, le choix du site de nidification est soumis à une forte sélection par les trois espèces. Dans les milieux steppiques ouverts, le Roselin githagine préfère utiliser les touffes d'Alfa sur des terrains à forte pente pour cacher ses nids.

Références bibliographiques

En revanche, les deux autres espèces montrent des caractères plus liés à une végétation préforestière ou forestière. La Linotte mélodieuse met ses nids d'abord au début de la saison sur des conifères denses et épineux pour éviter probablement la prédation, mais au cours du temps, les couples nicheurs commencent à s'installer dans d'autres feuillus.

La troisième espèce à savoir, le Verdier d'Europe, occupe des emplacements plus élevés que ceux de la Linotte dans des formations arborées à feuillage plus dense sans préférence entre conifères et feuillus.

Les trois modèles présentent un comportement similaire à celui des autres populations régionales (européenne et asiatique), excepté la qualité des végétaux utilisés dans la construction des nids ou comme support des nids et qui sont dans notre cas, plus diversifiées et plus caractéristiques des milieux colonisés.

Du point de vue phénologie de reproduction, le Roselin commence ses pontes avant les deux autres espèces et semble influencé davantage par les variations thermiques printanières et se comporte comme les autres populations régionales de faibles latitudes.

Pour les deux autres espèces, les dates de pontes sont comparables à celles signalées dans les régions européenne et asiatique mais avec une période de reproduction plus courte et semble liée à la qualité abiotique de leurs biotopes, particulièrement la courte durée de la saison de reproduction sous l'influence du froid de cette zone montagneuse.

Les grandeurs de pontes enregistrées sont comparables avec les populations européennes pour le Roselin et la linotte, mais elles sont relativement faibles pour le verdier, un paramètre déjà signalé par plusieurs auteurs pour la population nord africaine.

La qualité des habitats du Djebel Amour et la qualité des femelles (taille) semblent influencer les traits des œufs, surtout pour le Roselin et la Linotte qui présentent des œufs relativement plus petits par rapport à leurs congénères européens.

Le succès à l'éclosion et le succès de la reproduction sont relativement importants pour tous les modèles d'étude par rapport aux résultats mentionnés en Europe. L'investissement des couples dans ce cas se maximise durant la période post-éclosion, par l'alimentation des jeunes à travers une synchronisation de l'éclosion avec la fructification de la majorité des espèces végétales consommées par ces granivores et par la diminution du taux de prédation. Les résultats de reproduction obtenus montrent que nous avons le cas de populations sources pour les trois espèces étudiées. Cette constatation est favorisée par une faible charge parasitaire, tant pour les ectoparasites que pour les hémoparasites sous l'action des conditions écologiques inhospitalières qui affaiblissent l'association hôte-vecteur-parasite.

L'autre facteur soupçonné d'influencer la répartition des modèles étudiés, « le climat », joue un rôle primordial par ses changements périodiques et sous une action humaine destructive, dans la dispersion des individus. Ainsi, le passage d'un sous étage bioclimatique à une autre facilite la colonisation des espèces aux nouveaux sites.

Cette étude sur la zone de Djebel Amour, sous divers aspects a permis de caractériser l'avifaune, sa structure et sa position biogéographique, ainsi que les traits d'histoire de vie de trois populations nicheuses dans leurs extrêmes limites de répartition et d'essayer d'identifier les principaux facteurs impliqués dans la délimitation de ces aires à travers plusieurs hypothèses proposées. Par ailleurs, des suivis plus détaillés, touchants à d'autres aspects (potentiel alimentaire, dynamique de populations, biométrie et analyse moléculaire) et à d'autres espèces devront être réalisés pour mieux caractériser cette remarquable diversité et pour bien comprendre le fonctionnement de ces écosystèmes.

Références bibliographiques

- Adamou, A., (2011).** Biologie des populations des oiseaux dans les Aurès et les oasis septentrionales. Thèse Doct. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 150p.
- Aidoud, A., (1994).** Pâturage et désertification des steppes arides en Algérie. Cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L). *Paralelo* **37° 16** : 33-42 pp.
- Aidoud-Lounis, F., (1984).** Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum*) des hauts plateaux Sud Oranais : Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. H. Boumediene, Alger, 256p.+ ann.
- Aliabadian, M., Kaboli, M., Prodon, R., Nijman, V. and Vences, M., (2007).** Phylogeny of Palaearctic wheatears (genus *Oenanthe*)—Congruence between morphometric and molecular data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **42** : 665–675
- Allander, K. and Bennett, G. F., (1994).** Prevalence and intensity of haematozoan infection in a population of Great Tits *Parus major* from Gotland, Sweden. *Journal of Avian Biology*, **25**: 69-74.
- Ambros, M., Kristófik, J. and Sustek, Z. (1992).** The mites (Acari, Mesostigmata) in the birds' nests in Slovakia. *Biológia, Bratislava*, **47**: 369-381.
- Ambrosini, R. et Saino, N., (2010).** Environmental effects at two nested spatial scales on habitat choice and breeding performance of barn swallow. *Evol. Ecol.* **24**:491–508.
- Ambuel, B. et Temple, S. A., (1983).** Area-dependent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin forests. *Ecology* **64**: 1057-1068.
- Anderson, RM. and May, RM., (1982).** Population biology of infectious diseases. Springer, Berlin Heidelberg, New York.
- Arenas, M. and Senar, J. C., (2004).** Sexing juvenile Greenfinches *Carduelis chloris* by the extent of black on the tail. *Ringing & Migration* **22**, 1-3.
- Arriero, E. and Møller, AP., (2008).** Host ecology and life-history traits associated with blood parasite species richness in birds. *J. Evol. Biol.* **21** : 1504–1513.
- Arthur, D.R., (1963).** British ticks. Ed. Butterworths, London,
- Arthur, D.R., (1965).** Ticks of the genus ixodes in Africa. The Athlone Press. London, 348p.
- Asencio, B., (1987).** Migracion en Espana del Pardillo Comun *Carduelis cannabina*, L.). *Misc. Zool.* **11**: 347-352.
- Ash, J., (1955).** Some records of bird and mammal ectoparasites. *Entomologist's Monthly Magazine* **91**: 64-65.

- Ash, J.S. and Miskell, J.E., (1981).** Present abundance of the Warsangli Linnet *Acanthis johannis*. *Bull. Brit. Orn. Club* **101**: 396-398.
- Ashmole, NP., (1963).** The regulation of numbers of tropical oceanic birds. *Ibis* **103**:458–473.
- Ashmole, NP., (1965).** Adaptive variation in the breeding regime of a tropical sea bird. *Zoölogy* : **53** 311–317.
- Atkinson, P.W., (1998).** *The wintering ecology of the Twite Carduelis flavirostris and the consequences of habitat loss*. PhD Thesis. University of East Anglia, U.K.
- Atkinson, CT. 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. 595 p.
- Augustijn, G., (1994a).** La Linotte mélodieuse (*Acanthis cannabina*). *Le Monde des Oiseaux Européens* **9/9** : 24-27.
- Augustijn, G., (1994b).** La Linotte à bec jaune (*Acanthis flavirostris*). *Le Monde des Oiseaux Européens* **9/6** : 31-35.
- Aumassip, G., (1986).** *Trésors de l'Atlas*, Alger, Entreprise nationale du Livre, 1986.
- Badyaev, A.V., (1997).** Avian life history variation along altitudinal gradients: an example with cardueline Finches. *Oecologia* **111**: 365-374.
- Bagnouls, F. et Gaussen, H., (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. Vol I. Doc. Carte des productions végétales, art 8, Toulouse, 47p.
- Ballmann, P., (1973).** Die Fossilen Vögel aus dem Jungpleistozän der Höhle Marie-Jeanne bei Hastière, Belgien. *Le Gerfaut* **63**; 3-16.
- Barbéro, M., Quézel, P. et Loisel, R., (1990).** Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne* 1990 ; **XII** : 194-215.
- Barrientos, R., (2009).** Patronos ecológicos en poblaciones periféricas de un ave de ecosistemas subdesérticos, el camachuelo trompetero «*Bucanetes githagineus*». Memoria de Doctor, Univ. Complutense De Madrid. 207p.

- Barrientos, R., Barbosa, A., Valera, F. and Moreno, E., (2007).** Temperature but not rainfall influences timing of breeding in a desert bird, the trumpeter finch (*Bucanetes githagineus*). *J. Ornithol.* **148**, 411–416.
- Barrientos, R., Valera, F., Barbosa, A., Carrillo, C.M. and Moreno, E., (2009).** Plasticity of nest-site selection in the trumpeter finch: A comparison between two different habitats. *Acta Oecologica* **35** : 499–506.
- Barroca, M., (2005).** Hétérogénéité des relations parasites-oiseaux : importance écologique et rôle évolutif .Thèse. Doctorat .Univ. De Bourgogne. Ecole doctorale Buffo, 172 p.
- Barry, J.P., Faurel, L., (1968).** Carte de la végétation au 1/ 500 000è. Feuille de Ghardaïa, publiée par l'institut de cartographie de l'Université d'Alger. Sco. E.M.C.O., imp., Marseille.
- Barry, J.P., Celles, J.C. et Faurel, L., (1974).** Carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/1000.000 ème. *Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, Alger.
- Bayer, K., Buttler, P.B., Finkeneller, X. et Greau, J., (2009).** Guide de la flore méditerranéenne. Ed. Paris, 287p.
- Belda, E.J., Ferrandis, P. and Gil-Delgado, J.A., (1995).** Clutch size variation and nest failure. of the serin *serinus serinus* in orange groves. *Ardeola* **42 (1)**: 1-10.
- Belisle, M., Desrochers, A., and Fortin, M.-J., (2001).** Influence of forest cover on the movements of forest birds: a homing experiment. *Ecology* **82**: 1893–1904.
- Bellatrèche, M., (1999).** Diversité biologique et conservation : cas de l'avifaune forestière nicheuse de la Kabylie des Babors (Algérie). *Rev. Inter. Pour la conservation de la nature en Afrique, UNEP / PNUE, Vol. 15 (1)* : 37-48.
- Bellin, P., (1957).** *L'art rupestre des Ouled Nail*, dans "Bull. Sté préhist. franç.tome LIV, fas. 5-6 : 299-330 pp.
- 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.
- Bennett, G. F., Montgomerie, R. and Seutin, G., (1992b).** Scarcity of haematozoa in birds breeding on the Arctic tundra of North America. *The Condor*, **94**: 289-292.
- Bennett, G.F., Earlé, R.A., Du Toit, H. and Huchzermeyer, F.W., (1992a).** A host–parasite catalogue of the haematozoa of the sub-saharan birds. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* **59**, 1–7.

- Bennett, G. F., Squires-Parsons, D., Siikamaki, P., Huhta, E., Allander, K. and Hillstrom, L., (1995).** A comparison of the blood parasites of three Fenno-Scandian populations of the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Journal of Avian Biology*, **26**: 33-38.
- Benoit, J. B., Yoder, J. A., Lopez-Martinez, G., Elnitsky, M. A. Lee, R. E. et Denlinger D. L., (2007).** Habitat requirements of the seabird tick, *Ixodes uriae* (Acari: Ixodidae), from the Antarctic Peninsula in relation to water balance characteristics of eggs, nonfed and engorged stages. *Journal of Comparative Physiology B* **177**: 205-215.
- Benton, T.G., Vickery, J.A. and Wilson, J.D., (2003).** Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.* **18**, 182–188.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D. et Hill, D.A., (1992).** *Bird Census Techniques* - British Trust for Ornithology, Royal Society for the Protection of Birds, London : 257 p.
- Blake, J. G., (1991).** Nested subsets and the distribution of birds on isolated woodlots. *Conservation Biology* **5**: 58-66.
- Blanco, G., Gajon, A., Doval, G. and Martinez, F., (1998).** Absence of blood parasites in Griffon vultures from Spain. *Journal of Wildlife Diseases*, **34**: 640-643.
- Blondel, J., (1962).** Migration pré-nuptiale dans les monts des Ksour, Sahara septentrional. *Alauda* **30** : 1-29.
- Blondel, J., (1969).** Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux : 97-151 in Lamotte et Bourlière - Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson, Paris.
- Blondel, J., (1995).** Biogéographie, Approche écologique et évolutive. Ed. Masson. Paris, 297p.
- Blondel, J., (2000).** Evolution and ecology of birds on islands: trends and prospects. *Vie et Milieu/Life and Environment*, **50**: 205–220.
- Blondel, J., Ferry, C. et Frochot, B., (1973).** Avifaune et végétation: essai d'analyse de la diversité. *Alauda* **7 (1-2)** : 63 – 84.
- Blondel, J., Ferry, C. et Frochot, B., (1981).** Point count with unlimited distance. *Studies in avian Biology* **6**: 414 – 420.
- Boitier, E., (2004).** Structure et dynamique de l'avifaune nicheuse des pelouses des Couzes (Puy-de-Dôme) dans un contexte de reconquête ligneuse, *Alauda* **72 (4)** : 311-322.

- Borgia, G., (1987).** A critical review of sexual selection models. In *Sexual Selection: Testing the Alternatives* (J.W. Bradbury and M.B. Andersson, eds),. John Wiley, New York. 55-66 pp.
- Bønløkke-Pedersen, J., Drachmann, J., Frydenberg, J. and Bøomsma, J.J., (2002).** Rare extra-pair fertilizations in the semi-colonially breeding Linnet *Carduelis cannabina*. *Journal of Avian Biology*, **33** : 203-206.
- Booth, D.T., Clayton, D.H. and Block, B.A., (1993).** Experimental demonstration of the energetic cost of parasitism in free-ranging hosts. *Proceedings of the Royal Society: Biological Sciences, London*, **253**: 125-129.
- Boulinier, T., Nichols, J.E., Hines, J.R., Sauer, Flather, C.H. et Pollock, K.H., (1998).** Higher temporal variability of forest breeding bird communities in fragmented landscapes. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences, USA* **95**: 7497-7501.
- Boulinier, T., Mariette, M. et Danchin, É., (2005).** La sélection d'un lieu de reproduction. Chap. 7 : 171-198pp. *in* Danchin, É., Giraldeau, L.-A. et Cézilly, F., *Ecologie comportementale, cours et questions de réflexion*. Ed. Dunod, Paris, 637p.
- Bourbouze, A. et Donadieu, P., (1987).** L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes. CIHEAM/IAM : Montpellier.104 p.
- Bourque, J., (2005).** Déterminants comportementaux de la répartition spatiale des oiseaux dans les Forêts fragmentées. Thèse PHD. Univ. Laval, Québec, 147p.
- Boyard, CH., (2007).** Facteurs environnementaux de variation de l'abondance des tiques *Ixodes ricinus* dans des zones d'étude modèles en Auvergne. Thèse Doct. Univ. Blaise Pascal, France, 229p.
- Boyd, EM., (1951).** A survey of parasitism of starling *Sturnus vulgaris* L. in North America. *J. Parasitol*, **57**:56–84
- Brown, A.P., Crick, H.Q.P. and Stillman, R.A., (1995).** The distribution, numbers and breeding ecology of Twite in the south Pennines of England. *Bird Study* **42**: 107-121.
- Brown, J.H., Stevens, G.C. et Kaufman, D.M., (1996).** The geographic range: size, shape, boundaries, and internal structure. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, **27**: 597–623.
- Bryant, D.M., (1975).** Breeding biology of house martins *Delichon urbica* in relation to aerial insect abundances. *Ibis* **117**:180–216.
- Bryant, D.M., (1978).** Environmental influences on growth and survival of nestling house martins *Delichon urbica*. *Ibis* **120**:271–283.
- Bub, H., (1986).** Atlas der Wanderungen des Berghänflings (*Carduelis f. flavirostris*). *Beitr. Vogelkd.* **32 (5/6)** : 249-265.

- Busche, G., (1991).** *Bestandseinbussen des Hänflings (Carduelis cannabina) in Western Schleswig-Holstein* **112**: 162-176.
- Buse, A., Dury, S.J., Woodburn, R.J.W., Perrins, C.M. and Good, J.E.G., (1999).** Effects of elevated temperature on multispecies interactions: the case of Pedunculate Oak, Winter Moth and Tits. *Funct. Ecol.* **13**:74–82.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. et Shostak, A.W., (1997).** Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J.Parasitol.*, **83 (4)**: 575-583.
- Bush, S. E., (2009).** Field Guide to Collecting Parasites. Ed. Natural History Museum, Utah, USA, 16p.
- Campbell, T.W., (1995).** Avian hematology and cytology. Iowa State University Press.
- Carrillo, C.M., Barbosa, A., Valera, F., Barrientos, R., et Moreno, E., (2007).** Northward expansion of a desert bird: effects of climate change? *Ibis* **149**: 166-169.
- Cecere, F. and Vicini, G., (2000).** Micromammals in the diet of the Long eared Owl *Asio otus* at the W.W.F.'S Oasi San Giuliano (Matera, South Italy), *Hystrix*, **11** : 47-53.
- Celles, J.C., (1974).** Etude de la végétation des confins sahara-constantinois (Algérie). 1ère partie : Analyse statistique préliminaire de la matrice des données floristiques. *Ann. Muséum hist. nat.*, Nice, **2** : 3-14.
- Celles, J.C., (1975).** Contribution à l'étude de la végétation des confins saharoconstantinois (Algérie). Thèse Doct., Univ. Nice.
- Chabi, Y., (1998).** Biologie de la reproduction des Mésanges dans les chênaies du Nord Est de l'Algérie. Thèse doct. Badji Mokhtar. Annaba, 162p.
- 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.
- Chehma, M., (2005).** Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional Algérien. Thèse doctorat, univ. Badji Mokhtar, Annaba, 178p.
- Christe, P.; Richner, H. et Oppliger, A., (1996).** Begging, food provisioning, and nestling competition in great tit broods infested with ectoparasites. *Behavioral Ecology*, **7**, 127–131.
- Christians, J.K., (2002).** Avian egg size : variation within species and inexperience within individuals. *Biol. Rev.* **77** : 1-26.
- Clark, L. and Mason, J.R., (1985).** Use of nest material as insecticidal and anti-pathogenic agents by the European starling. *Oecologia* **67** : 169–176.

- Clark, L. and Mason, J.R., (1987).** Olfactory discrimination of plant volatiles by the European starling. *Animal Behaviour* **35**: 227–235.
- Clark, H. and Sellers, R.M., (1997).** Distribution and abundances of Twites wintering in Caithness. *Scottish Birds* **19**:1-9.
- Clark, R.G. and Shutler, D., (1999).** Avian habitat selection: pattern from process in nest site use by ducks? *Ecology* **80**: 272-287.
- Clayton, D. H., and Tompkins, D. M., (1994).** Ectoparasite virulence is linked to mode of transmission. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* **256**:211–217.
- Clayton, D.H. and Moore, H., (1997).** *Host–Parasite Evolution*. Oxford University Press, Oxford.
- Cole, M.M., (1965).** Biological control of ticks by the use of hymenopterous parasites – a review. World Health Organization Publication, WHO/ebl/43.**65**, 1–12.
- Cramp, S. et al. (eds), (1977-1994).** *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and Nord Africa - The birds of the Western Palearctic* – Vols 1-9, Oxford University Press, Oxford and New-York.
- Crick, H.Q.P., Gibbons D.W., and Magrath, R.D., (1993).** Seasonal Changes in Clutch Size in British Birds . *Journ. of Anim. Ecol.*, **62** (2): 263-273.
- Cringoli, G. and Quesada, A., (1990).** Preliminary study on the activity of the Sulfaquinoxaline Sulfadimethoxine and Diaveridine complex against *Isoospora* spp. Infection on the Linnet (*Carduelis cannabina*). *J. Riv. Parasitol.* **7**: (51): 301-308.
- Cyprich, D., Krumpál, M. & 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.
- Daget, Ph., Gaston, A. et Forgiarini, G., (2003).** Comparer des relevés de dates différentes au même emplacement. Exemple du Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.* **56** (3-4) : 163-166.
- Dajoz, R., (2006).** Précis d'écologie. Ed. DUNOD, Paris, 631p.
- Davis, A.J., (1986).** Bibliography of Ixodiphagini (Hymenoptera, Chalcidoidea, Encyrtidae), parasites of ticks (Acari, Ixodidae), with notes on their biology. *Tijdschrift voor Entomologie.*; **129** (6) : 181-190
- Dawson, R.D. and Bortolotti, G.R., (1997).** Ecology of parasitism of nestling American Kestrels by *Carnus hematopterus* (Diptera: Carnidae). *Canadian Journal of Zoology*, **75**: 2021-2026.

- Dawson, R., Hillen, K.K. et Whitworth, T.L., (2005).** Effects of Experimental Variation in Temperature on Larval Densities of Parasitic *Protocalliphora* (Diptera: Calliphoridae) in Nests of Tree Swallows (Passeriformes: Hirundinidae). *Environ. Entomol.* **34(3)**: 563 – 568.
- Dean, W.R.J. and Milton, S.J., (2001).** Responses of birds to rainfall and seed abundance in the southern Karoo, South Africa. *Journal of Arid Environments*, **47** : 101-121.
- De Lope, F. and Moller, AP., (1993).** Female reproductive effort depends on the degree of ornamentation of their mates. *Evolution* **47**:1152–1160.
- Demartis, A. M., (1996).** Caractéristiques zoogéographiques de l'avifaune de Sardaigne, rapportées à la Corse. *Mediterránea*. 33-43
- DeSante, D. F. and Geupel, G. R., (1987).** Landbird productivity in central coastal California: the relationship to annual rainfall, and a reproductive failure in 1986. *Condor* **89**:636-653.
- Dias, P. C., (1996).** Sources and sinks in population biology. *Trends in Ecology & Evolution* **11**:326–330.
- Dicastri, F., (1981).** Ecosystems of the world 11: Mediterranean – type shrublands, 1-52 pp.
- Dierschke, J., (2002).** Food preferences of Shorelarks *Eremophila alpestris*, Snow Bunting *Plectrophenax nivalis* and Twite *Carduelis flavirostris* wintering in the Wadden Sea. *Bird Study* **46**: 263-269.
- Djebaili, S., (1978).** Recherches phytosociologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse. Doct. Etat. Sci. Tech. Langdoc., Montpellier, 229 p.+ ann.
- Djellouli, Y., (1981).** Etude climatique et bioclimatique des Hauts Plateaux du Sud-Oranais (Wilaya de Saida). Thèse doct. 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumédiène, Alger, 178 p. + ann. Et cartes.
- Djellouli, Y. et Nedjraoui, D., (1995).** Evolution des parcours méditerranéens. *In* Pastoralisme, troupeau, espaces et société. Ed. Hatier. Paris, 449-454.
- Donald, P.F., Green, R.E. and Heath, M.F., (2001).** Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc. R. Soc.Lond. B* **268**: 25–29.
- Draber-Monko, A., (1997).** *Protocalliphora azurea* (Fall.) (Diptera, Calliphridae) and other insects found in nests of 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. & Boomsma, J.J., (2000).** Mate guarding in the Linnet *Carduelis cannabina*. *Bird Study*, **47** : 238-241.
- Drachmann, J., Broberg, M.M. and Søgaaard, P., (2002).** Nest predation and semicolonial breeding in Linnets *Carduelis cannabina*. *Bird Study*, **49** : 35-41.
- Drake, J.A., (1991).** Community assembly mechanics and the structure of experimental species ensemble. *American naturalist* **137**: 1- 26.
- Dresch, J., (1980).** La dégradation accélérée de la végétation ligneuse au Maghreb et au Moyen-Orient. - Proc. de la Conf. « La mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne ». – *Naturalia Monspeliensia*, numéro spécial : 153-155.
- Dunn, P., (2004).** Breeding dates and reproductive performance. *Advances in Ecological Research* **35**: 69-87.
- Earlé, R.A. and Underhill, L.G., (1993).** Absence of haematozoa in some charadriiformes breeding in the Taimyr Peninsula, Russia. *Ardea* **81**: 21–24.
- 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. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* **273**: 701-706.
- Ekman, JB. and Hake, MK., (1990).** Monitoring starvation risk: adjustments of body reserves in Greenfinches (*Carduelis chloris* L.) during periods of unpredictable foraging success. *Behav. Ecol.* **1**:62–67.
- Eley, C., (1991).** Status Signalling in the Western Greenfinch, *Carduelis Chloris*. PhD thesis, University of Sussex, Brighton, UK.
- Emberger, L., (1955).** Une classification biogéographique des climats. *Rec.Trav. Lab. Géol. Bot. et Zool., Fac. Sc., Montpellier*, **7** ; 1-43.
- Emberger, L., (1971).** Considérations complémentaires au sujet des recherches bioclimatiques et phytogéographiques-écologiques. in « *Travaux de botanique et d'écologie de Louis Emberger* » ; 291-301 ; Masson, Paris.
- Estrada-Peña, A., (1999).** Geostatistics as predictive tools to estimate *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) habitat suitability in the western Palearctic from AVHRR satellite imagery. *Experimental and Applied Acarology* **23**, 337–349.
- Estrada-Peña, A., (2002).** Increasing habitat suitability in the United States for the tick that transmits Lyme disease: a remote sensing approach. *Environmental Health Perspectives* **110**(7), 635-640.

- Estrada-Peña, A., Venzal, J.M. et Sanchez Acedo, C., (2006).** The tick *Ixodes ricinus*: distribution and climate preferences in the western Palaearctic. *Medical and Veterinary Entomology* **20**: 189-197.
- Etchécopar, R.D. et Hüe, F., (1964).** Les oiseaux du Nord de l'Afrique. Ed. Boubée et Cie, Paris, 606p.
- Eybert, M.-C., (1980).** Dynamique de la reproduction de la Linotte mélodieuse (*Acanthis cannabina*) sur une lande bretonne. *Bull. Ecol.*, **11** : 543-558.
- Eybert, M.-C. and Constant, P., (1992).** Validité de l'analyse des sacs fécaux pour l'étude du régime alimentaire des jeunes au nid de la Linotte mélodieuse (*Carduelis cannabina*). *Can. J. Zool.* **70**: 2171-2177.
- Eybert, M.-C. and Constant, P., (1998).** Diet of nestling Linnets (*Acanthis cannabina* L.). *J. Orn.* **136**: 277-286.
- 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 (Poland). *Intern. Stud. Sparrows*, **24** : 37-47.
- Ferry, C., (1969).** Pour une normalisation des résultants de dénombrement d'oiseaux: le symposium d'Ammarnäs. Centre d'Etudes Ornithologique de Bourgogne. Le Jean le Blanc **8** : 25-30.
- Figuerola, J., (1999).** Effects of salinity on rates of infestation of waterbirds by haematozoa. *Ecography*, **22**: 681-685.
- Fitze, P.S. Clobert, J. et Richner, H., (2004 b).** Long-term life-history consequences of ectoparasite-modulated growth and development, *Ecology*, **85(7)**: 2018–2026.
- Fitze, P.S., Tschirren B. et Richner H., (2004 a).** Life history and fitness consequences of ectoparasites. *Journal of Animal Ecology* **73** : 216–226.
- Flather, C.H., et Sauer, J.R., (1996).** Using landscape ecology to test hypotheses about largescale abundance patterns in migratory birds. *Ecology* **77**: 28-35.
- Forchhammer, M.C., Post, E. and Stenseth, N.C., (1998).** Breeding phenology and climate. *Nature*: **391**, 29–30.
- Forero, M., Tella, J. L. and Gajon, A., (1997).** Absence of blood parasites in the red-necked nightjar. *Journal of Field Ornithology*, **68**: 575-579.
- Forman, R.T.T., Galli, A. E. et Leck, C. F., (1976).** Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications. *Oecologia* **26**: 1-8.

- Förschler, M.I. and del Val, E., (2010).** Saisonale Nahrungswahl des Bluthänflings *Carduelis cannabina* auf der Insel Helgoland. *Jber. Institut Vogelforschung* **9** : 18.
- Förschler, M.I., Elisabeth, A.E. and Kalko, K.V., (2006).** Breeding ecology and nest site selection in allopatric mainland Citril Finches *Carduelis[citrinella] citrinella* and insular Corsican Finches *Carduelis[citrinella] corsicanus*. *J. Ornithol.* **147**:553–564.
- Förschler, M.I., del Val, E. et Bairlein, F., (2010).** Extraordinary high natal philopatry in a migratory passerine. *J. Ornithol.* **151**:745–748.
- Forstmeier, W. et Weiss, I., (2004).** Adaptive plasticity in nest-site selection in response to changing predation risk. *Oikos* **104**: 487-499.
- Frank, S.A., (2002).** Immunology and Evolution of Infectious Disease. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Frochot, B., (1975).** Les méthodes utilisées pour dénombrer les oiseaux. In Ruwet J.C.: Problèmes liés à l'étude et à la gestion de la faune des hautes-Fagnes et de la Haute-Ardenne. Compte-rendu du colloque de l'Université de Liège. 47-68.
- Fromont, E., Morvilliers, L., Artois, M. and Pontier, D., (2001).** Parasite richness and abundance in insular and mainland feral cats: insularity or density? *Parasitology* **123**: 143-151.
- Gajdos, P., Kristofík, J. and Sustek, Z., (1991).** Spiders (Araneae) in the birds' nests in Slovakia. *Biologia*, Bratislava, **46**: 887-905.
- Galli, A.E., Leck, C. F. et R. T. T. Forman. 1976.** Avian distribution patterns in forest islands of different sizes in central New Jersey. *Auk* **93**: 356-364.
- Gandon, S., Agnew, P. and Michalakis, Y. (2002).** Coevolution between parasite virulence and host life-history traits. *Am.Nat.* **160**: 374–388.
- Garvin, M.C., Scheidler, L.C., Cantor, D.G. et Bell, K.E., (2004).** Abundance and temporal distribution of *Ornithonyssus sylviarum* Canestrini and Fanzago (Acarina: Mesostigmata) in gray catbird (*Dumatella carolinensis*) nests. *Journal of Vector Ecology* **29** (1): 62-65.
- George, R.S., (1977).** Some fleas (Siphonaptera) of interest in the Bolton Museum. *Entomologist's Gazette* **28(4)**: 275-276.
- 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.

- Gil-Delgado, J.A. et Catala, C., (1989).** El Verderon comun Curduelis chloris: poblacion nidificante, tamaño de la puesta y éxito reproductor. Un ejemplo de estudio a largo plazo. *Medirerranea Serie Biologica*, **11**: 121-13.
- Gil-Delgado, J.A., Catalá, M.C. and Barba, E., (1991).** Breeding success of the Goldfinch *Carduelis carduelis* in orange plantations: the effect of predation and starvation. *Mediterránea, Serie Biológica*, **13**: 5-14.
- Gil-Delgado, J.A., Guijarro, D. and Vives-Ferrándiz, C., (2009).** The nestling diet of greenfinch *Carduelis chloris* in orange groves of eastern Spain. *Ardeola* **56(2)** : 205-214.
- Gilot, B., Pautou, G., Moncada, E., Lachet, B. et Christin, J.G., (1979).** La cartographie des populations de tiques exophiles par le biais de la végétation: bases écologiques, intérêt épidémiologique. *Document de cartographie écologique, Grenoble XXII*, 65-80.
- Glück, E.E., (1983).** Nistökologische Sondertmg mitteleuropäischer Fringillidenarten im Biotop Streuobstmlese. *J. Orn.* **124**: 369-392.
- Glück, E.E., (1985).** Seed preference and energy intake of Goldfinches *Carduelis carduelis* in the breeding season. *Ibis*, **127**: 421-429.
- Goorts, M., (2003).** Les terrains pierreux à la végétation rabougrie biotope de la Linotte à bec jaune. *Le Monde des Oiseaux* **57/7** :216-217.
- Goüy de Bellocq, J., Morand, S. and Feliu, C., (2002).** Patterns of parasite species richness of WesternPalearctic micro-mammals: island effects. *Ecography* **25**: 173-183.
- Green, R.E., (1984).** The feeding ecology and survival of partridge chicks (*Alectoris rufa* and *Perdix perdix*) on arable farmland in East Anglia. *Journal of Applied Ecology*, **21**: 817-830.
- Greiner, E.C. et Ritchie, B.W., (1994).** Parasites. In: Branson, W.R., Harrison, J.G. et Harrison, R.L.: Avian Medicine: principles and application. Ed. Wingers, Lake Worth Florida, 1009 – 1029.
- 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**:162–1787.
- 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.

- Haftorn, S. et Reinertsen, R.E., (1990).** Thermoregulatory and behavioral responses during incubation of free-living female pied flycatchers *Ficedula hypoleuca*. *Ornis. Scand.* **21**: 255-264.
- Hagan, J. M., Vander Haegen, W. M. et McKinley, P.S., (1996).** The early development of forest fragmentation effects on birds. *Conservation Biology* **10**: 188-202.
- Hammouda, R.F., (2009).** Contribution à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans la commune de Hadj Mechri willaya da Laghouat, *Mém. de Mag.Univ.Sci. Tech. H. Boumediene*, Alger, 114p.
- Heeb, P., Kölliker, M. et Richner, H., (2000).** Bird–ectoparasite interactions, nest humidity, and ectoparasite community structure. *Ecology*, **81(4)** : 958 – 968
- Heim de Balzac, H., (1926).** Contribution à l'ornithologie dans le Sahara central et du Sud algérien. Mémoire. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, 127p.
- Heim de Balsac, H. et Mayaud, N., (1962).** Oiseaux du Nord Ouest de l'Afrique. *Lechevalier, Paris*.
- Hicks, E.A., (1959).** Checklist and Bibliography on the Occurrence of Insects in Birds Nests. Iowa State College Press, Ames, Iowa.
- Hobson, K.A., et Bayne, E., (2000).** Effects of forest fragmentation by agriculture on avian communities in the southern boreal mixedwoods of western Canada. *Wilson Bulletin* **112**: 373-387.
- Holt, R.D., (1985).** Population dynamics in two-patch environments: some anomalous consequences of an optimal habitat distribution. *Theor. Popul. Biol.* **28(2)**: 181–208.
- Holt, R.D., (1990).** The microevolutionary consequences of climate change. *Trends in Ecology and Evolution* **5**: 311-315.
- Holt, R.D., (1997).** On the evolutionary stability of sink populations. *Evolutionary Ecology* **11**: 723-732.
- Holt, R.D., (2003).** On the evolutionary ecology of species' ranges. *Evolutionary Ecology Research* **5**: 159–178.
- Hõrak, P., Ots, I., Vellau, H., Spottiswoode, C. and Møller, AP., (2001).** Carotenoidbased plumage coloration reflects hemoparasite infection and local survival in breeding great tits. *Oecologia* **126**:166–173.
- Hõrak, P., Saks, I., Karu, U., Ots, I., Surai, P.F. and McGraw, K.J., (2004).** How coccidian parasites affect health and appearance of greenfinches. *Journal of Animal Ecology* **73**: 935-947.

- Hoyt, D. F., (1979).** Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *The Auk* **96**: 73–77.
- Hu, R., Hyland, K. E. and Oliver, J. H. (1998).** A review on the use of Ixodiphagus wasps (Hymedoptera: Encyrtidae) as natural enemies for the control of ticks (Acari: Ixodidae). *Systematic and Applied Acarology* **3**, 19–28.
- Huntley, B., Collingham, Y.C., Green, R.E., Hilton, G.M., Rahbek, C. and Willis, S.G., (2006).** Potential impacts of climatic change upon geographical distribution of birds. *Ibis* **148**: 8–28.
- Hurtrez-Boussès, S., de Garine-Wichatitsky, M., Perret, Ph., Blondel, J. et Renaud, F., (1999).** Variations in prevalence and intensity of blow fly infestations in an insular Mediterranean population of blue tits. *Can. J. Zool.* **77**: 337–341.
- Ionesco, T. et Sauvage, Ch., (1962).** Les types de végétation au Maroc, essai de nomenclature et définition. *Rev.Géogr. Maroc*, **1-2**: 75- 86.
- Isenmann, P. et Moali, A. (2000).** Oiseaux d'Algérie, *Birds of Algeria*. Société Ornithologique de France, Museum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Isenmann, P., Gaultier, T., El-Hili, A., Azafzaf, H., Dlensi, H. & Smart, M., (2005).** *Oiseaux de Tunisie. Birds of Tunisia*. SEOF., Paris, 432 p.
- Iwasa, M., Hori, K. and Aoki, N., (1995).** Fly fauna of bird nests in Hokkaido, Japan (Diptera). *Canadian Entomologist*, **127**: 613-621.
- Johnson, L.S., Ostlind, E., Brubaker, J.L., Balenger, S.L., Johnson, B. G. P. and Golden, H., (2006).** Changes in egg size and clutch size with elevation in a wyoming population of mountain bluebirds, *The Condor* **108** : 591–600.
- Johnston, R. F., (1954).** Variation in breeding season and clutch size in Song Sparrows of the Pacific coast. *Condor*, **56**: 268–273.
- Jones, H. I. and Shellam, G. R., (1999).** The occurrence of blood-inhabiting protozoa in captive and free-living penguins. *Polar Biology*, **21**: 5-10.
- Jovani, R., Tella, J. L., Forero, M. G., Bertellotti, M., Blanco, G., Ceballos, O. and Donazar, J. A., (2001).** Apparent absence of blood parasites in the Patagonian seabird community: is it related to the marine environment? *Waterbirds*, **24**: 430-433.
- Kadik, B., (1983).** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. Écologie, dendrométrie, morphologie. Thèse doct. d'État, Faculté Aix-Marseille III, 313 p.

- Karant, K.K., Curran, L.M. and Reuning-Scherer, J.D., (2006).** Village size and forest disturbance in Bhadra Wildlife Sanctuary, Western Ghats, India. *Biological Conservation* **128**: 147–157.
- Khoury, F., Janaydeh, M. and Al-Hmoud, A.R., (2009).** Nest placement and nesting success in two finch species colonizing a recently established plantation in an arid region. *J. Ornithol.*, **150** : 29-37.
- Knipling, E. F. and Steelman, C. D., (2000).** Feasibility of controlling *Ixodes scapularis* ticks (Acari: Ixodidae), the vector of Lyme Disease, by parasitoid augmentation. *Journal of Medical Entomology* **37**: 645–652.
- Kocian, A., Nemethova, D., Melicherova, D. and Matukova, A., (2003).** Breeding bird communities in three cemeteries in the City of Bratislava (Slovakia). *Folia Zool.* **52(2)**: 177-188.
- Koford, R.R., Dunning, J. B., Ribic, Jr., C. A. et Finch, D.M., (1994).** A glossary for avian conservation biology. *Wilson Bulletin* **106**: 121-137.
- Kosinski, Z. (1999).** Year and seasonal patterns of clutch size variation in Greenfinches (*Carduelis chloris*). *The Ring* **21 (1)**: 83.
- 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.
- Kristofík, J. et Masán, 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.
- Kristofík, J., Masán, P., Sustek, Z. and Gajdos, P., (1993).** Arthropods in the nests of penduline tit (*Remiz pendulinus*). *Biologia, Bratislava*, **48**: 493-505.
- Kristofík, J., Sustek, Z. and Gajdos, P., (1994).** Arthropods in its nests of the Sand Martin (*Riparia riparia* Linnaeus, 1758) in South Slovakia. *Biologia, Bratislava*, **50**: 557-570.
- Kristofík, J., Sustek, Z. and Gajdos, P., (1995).** Arthropods in the penduline tit (*Remiz pendulinus*) nests: occurrence and abundance in different breeding phases. *Biologia, Bratislava*, **50** : 487-493.
- Kristofík, J., Masan, P. and Sustek, Z., (1996).** Ectoparasites of bee-eater (*Merops apiaster*) and arthropods in its nests. *Biologia, Bratislava*, **50**: 557-570.
- Kröber, T. and Guerin, P.M., (1999).** Ixodid ticks avoid contact with liquid water. *The Journal of Experimental Biology* **202** : 1877–1883.

- Lack, D., (1968).** Ecological adaptations for breeding in birds. *Methuen. London.*
- Lambrechts, M.M. and Dos Santos, A., (2000).** Aromatic herbs in Corsican blue tit nests: the 'Potpourri' hypothesis. *Acta Oecologica* **21** : 175–178.
- Langmore, N.E., Kilner, R.M., Butchart, S.H.M., Maurer, G., Davies, N.B., Cockburn, A., Macgregor, N.A., Peters, A., Magrath, M.J.L. & Dowling, D.K., (2005).** The evolution of egg rejection by Cuckoo hosts in Australia and Europe, *Behav. Ecol.*, **16** : 686-692.
- Le Floc'h, E., (2008).** Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation. Ed. Roselt/ OSS., Montpllier, 174p.
- Le Houérou, H.N., (1959).** *Recherches écologiques et floristiques de la Tunisie méridionale.* 510 p., *Mém. H. S. Inst. Rech. Sah. Univ.*, Alger.
- Le Houérou, H.N., (1969).** La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. Inst. Natl. Rech. Agron. Tunisie*, **42 (5)** 561 p.
- Le Houérou, H.N., (1971).** Les bases écologiques de l'amélioration fourragère et pastorale en Algérie. Rapport, Plant Production and protection division, FAO, Rome.
- Le Houérou, H.N., (1993).** Grazing Lands of the Mediterranean basin. *In* : Coupland RT, ed. *Ecosystems of the world.* Vol. 8B. Amsterdam.
- Le Houérou, H.N., (1995).** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique, diversité biologique, développement durable et désertisation. Montpellier, CIHEAM, options Méditerranéennes série B : Etude et recherches, n°10, 397p.
- Le Houérou, H. N., Claudin, J. M. et Pouget, M., (1977).** Etude bioclimatique des steppes algériennes (avec une carte bioclimatique à 1/1.000.000ème). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord Alger*, t. 68, fasc. **3 et 4** : 33-74 pp.
- Lennon, J.J., Greenwood, J.J.D. and Turner, J.R.G., (2000).** Bird diversity and environmental gradients in Britain: a test of the species-energy hypothesis. *J. Anim. Ecol.* **69**: 581–598.
- Lesaffre, G., (2008).** Les oiseaux en 450 questions/réponse. Ed. Delachaux et Nestlé. Paris, 271p.
- Lindgren, E., Tälleklint, L. and Polfeldt, T., (2000).** Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus*. *Environmental Health Perspectives* **108(2)**, 119-123.
- Lindstöm, K., (2000).** Bird-Parasite Interactions Using sinbis Virus as model System. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the faculty of science and technology* 557. 40p.

- Little, R. M. and Earlé, R. A., (1994).** Lack of avian haematozoa in the Phasianinae of Robben Island. *Ostrich*, **65**: 343-344.
- Little, R. M. and Earlé, R. A., (1995).** Sandgrouse (Pterocleidae) and Sociable Weavers *Philetarius socius* lack avian haematozoa in semi-arid regions of South Africa. *Journal of Arid Environments*, **30**: 367-370.
- Lloyd, P., (1998).** A Study of the Ecology of the Namaqua Sandgrouse and Other Arid-zone Birds. Ph.D. Thesis. Percy FitzPatrick Institute - University of Cape Town, Afrique du Sud.
- Lloyd, P., (1999).** Rainfall as a breeding stimulus and clutch size determinant in South African arid-zone birds. *Ibis*, **141**, 637-643.
- Lovaty, F., (2000).** La valeur patrimoniale des passereaux se reproduisant dans sept secteurs de la région de Mende (Lozère). *Le Grand Duc* **57** : 10-18.
- Loxdale, H. D., (1986).** Further records of fleas (Siphonaptera) from birds' nests on Bardsey Island. *Entomologist's Gazette*, **37(1)**: 57-59.
- Loye, JE. and Carroll, SP., (1991).** Nest ectoparasite abundance and cliff swallow colony site selection, nestling development, and departure time. In: Loye JE, Zuk M (eds) Bird-parasite interactions. Oxford University Press, Oxford, UK, 222-241.
- Loye, JE. et Zuk, M., (1991).** Bird-Parasite Interactions: Ecology, Evolution and Behaviour. Oxford: Oxford University Press.
- Mac Arthur, R., (1972).** Geographical ecology: patterns in the distribution of species. Ed. Harper & Row, New York, USA.
- Mac Arthur, R. H. et Wilson, E. O., (1963).** An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution*, **17**, 373-387.
- Mac Arthur, R. H. et Wilson, E. O., (1967).** *The theory of Island Biogeography*. Princeton Univ. 203p.
- Mac Arthur, RH., Diamond, JM. and Karr, J. (1972)** Density compensation in island faunas. *Ecology* **53**: 330-342.
- McAtee, W.L., (1927).** Notes on insect inhabitants of bird houses. Proceedings of the Entomological Society of Washington **29**: 87-90.
- MacClintock, L., Whitcomb, R.F. et Whitcomb, B.L., (1977).** Evidence for the value of corridors and minimization of isolation in preservation of biotic diversity. *American Birds* **31**: 6-12.

- Maire, R., (1926).** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Alger, Baconnier.78p.
- Maire, R., (1952-1977).** Flore de l'Afrique du Nord, - Volume 1 à 14. Ed. Le Chevalier, Paris.
- Marshall, AG., (1981).** The ecology of ectoparasitic insects. Academic Press, London, UK, 417 p.
- Martin, A., and Lorenzo, J.A., (2001).** Aves del archipié lago canario. In: Francisco Lemus, La Laguna, Spain.
- 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.
- Martin, TE., (1988).** On the advantage of being different. Nest predation and the coexistence of bird species. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* **85**: 2196-2199.
- Martin, TE., (1995).** Avian life history evolution in relation to nest sites, nest predation and food. *Ecological Monographs* **65**: 101-127.
- Martin, TE., (1996).** Life history evolution in tropical and south temperate birds: what do we really know? *J. Avian Biol.* **27**:1–10.
- Martin, TE., Møller, A.P., Merino, S. and Clobert, J. (2001).** Does clutch size evolve in response to parasites and immunocompetence? *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **98**: 2071–2076.
- Martin, TE., Martin, PR., Olson, CR., Heidinger, BJ. and Fontaine, JJ., (2000).** Parental care and clutch sizes in North and South American birds. *Science* **287**:1482–1485.
- Martin, TE., Paine, C., Conway, C.J., Hochachka, W.M, Allen, P. and Jenkins, W., (1997).** BIRD Field Protocol. (Document disponible de Montana Cooperative Wildlife Research Unit, Univ. of Montana, Missoula, MT 59812; site web: <http://www.umt.edu/bbird/protocol/default.aspx>).
- Martinez-Abraín, A. and Urios, G., (2002).** Absence of blood parasites in nestlings of the Eleonora's Falcon (*Falco eleonora*). *Journal of Raptor Research*, **36**: 139-141.
- Martinez-Abraín, A., Esparza, B. and Oro, D., (2004).** Lack of blood parasites in bird species: does absence of blood parasite vectors explain it all? *Ardeola* **51(1)**, 225-232
- Martinsen, E.S., Blumberg, B.J., Eisen, R.J. and Schall, J. J., (2008).** Avian hemosporidian parasites from northern california oak woodland and chaparral habitats. *Journal of Wildlife Diseases*, **44(2)** : 260–268.

- Marzal, A., de Lope, F., Navarro, C., Møller, AP., (2005).** Malarial parasites decrease reproductive success: an experimental study in a passerine bird. *Oecologia* **142**:541–545.
- Masán, P. et Kristofík, J., (1993).** Mites and ticks (Acarina: Mesostigmata et Ixodida) from the nests of *Riparia riparia* L. in South Slovakia. *Biologia, Bratislava*, **48**: 155-162.
- Masán, P. et Kristofík, J., (1995).** Mesostigmatid mites (Acarina: Mesostigmata) in the nests of penduline tit (*Remiz pendulinus*). *Biologia, Bratislava*, **50**: 481-485.
- Matthysen, E., (2005).** Density-dependent dispersal in birds and mammals. *Ecography* **28**: 403 – 416.
- Mazerolle, M. J., et Villard, M.-A., (1999).** Patch characteristics and landscape context as predictors of species presence and abundance: a review. *Écoscience* **6**: 117-124.
- Mayfield, H., (1961).** Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bull.* **73**:255-261.
- Mayfield, H., (1975).** Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bull.* **87**:456-466.
- McAtee W.L. (1927).** Notes on insect inhabitants of bird houses. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* **29**: 87-90.
- Meijer, T. and Drent, R. (1999).** Re-examination of the capital and income dichotomy in breeding birds. *Ibis* **141**: 399-414.
- Meijer, T., Nienaber, U., Langer, U. and Trillmich, F., (1999).** Temperature and timing of egg-laying of European Starlings. *Condor* **101**: 124-132.
- Mennerat, A., Perret, P., Caro, S. P., Heeb, P. & Lambrechts, M. M. 2008.** Aromatic plants in blue tit *Cyanistes caeruleus* nests: no negative effect on blood-sucking *Protocalliphora* blow fly larvae. *Journal of Avian Biology*, **39**: 127–132.
- Mennerat, A., Perret, Ph., Bourgault, P., Blondel, J., Gimenez, O., Thomas, D. W., Heeb, PH. and Lambrechts, M., (2009).** Aromatic plants in nests of blue tits: positive effects on nestlings. *Animal Behaviour* **77** : 569–574.
- Merilä, J., Sheldon, B.C. and Lindstrom, K., (1999).** Plumage brightness in relation to haematozoan infections in the 32 greenfinch *Carduelis chloris*, bright males are a good bet. *Ecoscience* **6**: 12-18.
- Merino, S. and Minguéz, E., (1998).** Absence of haematozoa in a breeding colony of the Storm Petrel. *Hydrobates pelagicus*. *Ibis*, **140**: 180-181.
- Merino, S., Barbosa, A., Moreno, J., Potti, J., (1997).** Absence of haematozoa in a wild chinstrap penguin *Pygoscelis antarctica* population. *Polar Biology* **18**: 227–228.

- Merino, S., Moreno, J., Sanz, J.J., 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.
- Mezquida, E.T., (2004).** Nest site selection and nesting success of five species of passerines in a South American open *Prosopis* woodland. *Journal of Ornithology* **145**: 16-22.
- Mezquida, E.T. and Marone, L., (2002).** Microhabitat structure and avian nest predation risk in an open Argentinean Woodland: an experimental study. *Acta Oecologica* **23**: 313-320.
- Milinkovich, D., (1993).** The sources of variation in the reproductive characters of House Wrens (*Troglodytes aedon*) breeding at two elevations in Colorado. Ph.D. dissertation, Florida State University, Tallahassee.
- Møller, A.P., (1984).** On the use of feathers in birds' nests: predictions and tests. *Ornis Scand.* **15**: 38–42.
- Møller, A.P., (1993).** Ectoparasites increase the cost of reproduction in their hosts. *Journal of Animal Ecology*, **62**, 309–322.
- Møller, A.P., (1994).** Parasites as an environmental component of reproduction in birds as exemplified by the swallow *Hirundo rustica*. *Ardea* **82**:161.
- Møller, A.P., (1995).** Development stability and ideal despotic distribution of blackbird in a patchy environment. *Oikos* **72**: 228 – 234.
- Møller, A.P., (1997).** Parasitism and the evolution of host life history. *Host–Parasite Evolution* (eds D.H. Clayton & J.Moore), pp. 105–127. Oxford University Press, Oxford.
- Møller, A.P. and Erritzøe, J., (1998).** Host immune defense and migration. *Evol. Ecol.* **12**: 945–953.
- Moorcroft, D., Wilson J.D. and Bradbury, R.B., (2006).** The diet of nestling Linnets *Carduelis cannabina* before and after agricultural intensification. *Bird study* **53**: 156-162.
- Moyer, B.R., Drown, D.M., Clayton, D.H., (2002).** Low humidity reduces ectoparasite pressure: implications for host life history evolution. *Oikos* **97**: 223-228.
- Mullarney, K., Svensson, L., Zetterström, D. et Grant, P.J., (2005).** Le guide ornitho. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris.
- Murphy, M.T., (1986).** Temporal components of reproductive variability in Eastern Kingbirds (*Tyrannus tyrannus*). *Ecology* **67**: 1483-1492.

- Murphy, D.D., Freas, K. E. and Weiss, S. B., (1990).** An environment–metapopulation approach to population viability for a threatened invertebrate. *Conservation Biology* **4**:41–51.
- Mwangi, E. N. and Kaaya, G. P., (1997).** Prospects of using tick parasitoids (Insecta) for tick management in Africa. *International Journal of Acarology* **23**: 215–219.
- Nager, R.G. et Noordwijk, A.J.V., (1992).** Energetic limitation in the egg-laying period of Great Tits. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* **249**: 259-263.
- Neubig, J.P. and Smallwood, J.A., (1999).** The “significant others” of American Kestrels: cohabitation with arthropods. *Wilson Bull.*, **111**: 269-271.
- Newton, I., (1967).** The adaptative radiation and feeding ecology of some British finches. *Ibis*, **109**: 33-98.
- Newton, I., (1972).** *Finches*. Collins, London.
- Newton, I., (2003).** The Speciation and biogeography of birds. Academic Press, London..
- Nur, N., Jones, S.L. et Geupel, G.R., (1999).** A statistical guide to data analysis of avian monitoring programs. Ed. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, 46p.
- Office national de météorologie (ONM), (2011).** Données météorologiques de la région d’Aflou.
- Opdam, P., van Dorp, D. et ter Braak, C.J.F., (1984).** The effect of isolation on the number of woodland birds in small woods in the Netherlands. *Journal of Biogeography* **11**: 473-478.
- Oppliger, A., Richner, H. et Christe, P., (1994).** Effect of an ectoparasite on lay date, nest-site choice, desertation, and hatching success in great tits (*Parus major*). *Behavioral Ecology*, **5** : 130–134.
- Ozenda, P., (1982).** Les végétaux dans la biosphère, Ed. Doin, Paris, 432p.
- Ozenda, P., (2004).** Flore et végétation du Sahara. CNRS éditions, Paris, 662 p.
- Ozenda, P. et Keraudren, J., (1960).** Carte de la végétation d'Algérie 1/200.000. Feuille de Guelt es Stel-Djelfa. Pub. du Gouv. Gal. de l'Algérie.
- Pailley, M. et Pailley, P., (2000).** Le régime alimentaire de la Chouette Effraie *Tyto a. alba* en Maine-et-Loire. *Carex*, **5** : 41-53.
- Paris, P., (1970).** Oiseaux (faune de France). Ed. O.C.F, Paris, 477p.

- Pearce-Higgins, J.W., Yalden, D. W. et Whittingham, M. J., (2005).** Warmer springs advance the breeding phenology of Golden plovers *Pluvialis apricaria* and their prey (Tipulidae). *Oecologia* **143**: 470–476.
- 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.
- Perret, J.L., Guerin, P.M., Diehl, P.A., Vlimant, M. and Gern, L., (2003).** Darkness induces mobility, and saturation deficit limits questing duration, in the tick *Ixodes ricinus*. *J. Exp. Biol.*; **206** : 1809-1815.
- Petit, C., Hossaert-Mckey, M., Perret, P., Blondel, J. and Lambrechts, M.M., (2002).** Blue tits use selected plants and olfaction to maintain an aromatic environment for nestlings. *Ecology Letters* **5** : 585–589.
- Pichard, J., (2005).** Oiseaux et forêt : interactions et mesures sylvicoles favorisant la diversité de l'avifaune. CRPF Bretagne, France, 13p.
- Piersma, T., (1997).** Do global patterns of habitat use and migration strategies co-evolve with relative investments in immunocompetence due to spatial variation in parasite pressure? *Oikos*, **80**: 623-631.
- Pinot, A., (2009).** Influence de la densité et de l'habitat sur la répartition spatiale d'une espèce. *Mém. Master2*. Univ. de Poitiers.38p.
- Pouget, M., (1980).** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. *Thèse Doct O.R.S.T.O.M*, 466p + Annexes.
- Pough, R., (1950).** Comment faire un recensement d'oiseaux nicheurs ? *Terre et Vie*, **97** : 203-217.
- Prelezov, P.N., Groseva, N.I. and Goundasheva, D.I., (2006).** Pathomorphological changes in the tissues of chickens, experimentally infected with biting lice (Insecta: Phthiraptera). *Vet. Arhiv.*, **76**:207–215.
- Prévost, P., (1999).** Les bases de l'agriculture. Ed. Technique et documentation, Paris, 243p.
- Price, P.W., (1980).** Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Price, T., (1998).** Maternal and paternal effects in birds : effects on offspring fitness. In *Maternal effects as adaptations* (eds. T.A. Mousseau and C. W. Fox), pp. 202-226. Oxford University Press, Oxford.

- Price, P.W. et Clancy, K.M., (1983).** Patterns in number of helminth parasite species in freshwater fishes. *Journal of Parasitology* **69** : 449–464.
- Prodon, R., (1993).** Une alternative aux “types biogéographiques” de Voous : la mesure des distributions latitudinales. *Alauda* **62**(2) : 83 – 90.
- Prodon, R. et Lebreton, J.-D., (1981).** Breeding avifauna of a Mediterranean succession: the holm oak and cork oak in the eastern Pyrenees, 1 Analysis and modelling of the structure gradient - *Oikos*, **37** : 21-38.
- Proudfoot, G.A., Teel, P.D. and Mohr, R.M., (2006).** Ferruginous pygmy-owl (*Glaucidium brasilianum*) and eastern screech-own (*Megascops asio*) : New hosts for *Philornis mimicola* (Diptera: Muscidae) and *Ornithodoros concanensis* (Acari: Argasidae). *Journal of Wildlife Diseases*, **42**: 873-876.
- Puchala, P., (2004).** Detrimental effects of larval blow flies (*Protocalliphora azurea*) on nestlings and breeding success of Tree sparrows (*Passer montanus*). *Canadian Journal of Zoology*, **82**: 1285-1290.
- Pulliam, H. R., (1988).** Sources, sinks, and population regulation. *American Naturalist* **132**:652–661.
- Pulliam, H. R. and Danielson, B. J., (1991).** Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *American Naturalist* **137**(suppl.): S50–S66.
- Quézel, P., (1980).** L’homme est la dégradation récente des forêts au Maghreb et au Proche-Orient. - Proc. de la Conf. « La mise en place, l’évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne ». – *Naturalia Monspeliensia*, numéro spécial : 147-152.
- Quézel, P. et Santa, S., (1962-1963).** Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. vol. 1 et 2, Ed. CNRS, Paris.
- Quézel, P. et Medail, F., (2003).** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. El Sevier, Paris, 571p.
- Quillfeldt, P., Martínez, J., Hennicke, J., Ludynia, K., Gladbach, A., Masello, J. F., Riou, S. and Merino, S., (2010).** Hemosporidian blood parasites in seabirds- a comparative genetic study of species from Antarctic to tropical habitats. *Naturwissenschaften* **97**: 809–817.
- Quinney, TE., Hussell, DJT. and Ankney, CD., (1986).** Sources of variation in growth of tree swallow. *Auk* **103**: 389–400.

- Rahbek, C. and Graves, G.R., (2001).** Multiple assessment of patterns of avian species richness. *Proc. Nat. Acad. Sci.* **98**: 4534–4539.
- Rahola, N., Goodman, S. M. and Robert, V., (2011).** The hippoboscidae (insecta: diptera) from Madagascar, with new records from the "Parc national de Midongy Befotaka". *Parasite Vol.* **18, no2** : 127-140.
- Ramade, F., (2003).** *Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale)*. Ed. Dunod, Paris, 690p
- Richner, H. and Heeb, P., (1995).** Are clutch and brood size patterns in birds shaped by ectoparasites? *Oikos*, **73**, 435–441.
- Richner, H. and Tripet, F., (1999).** Ectoparasitism and the tradeoff between current and future reproduction. *Oikos*, **86**, 535–538.
- Richner, H., Opplinger, A. et Christe, P., (1993).** Effect of an ectoparasite on reproduction in great tits. *J Anim Ecol* **62**: 703–710.
- Ricklefs, R.E., (1992).** Embryonic development period and the prevalence of avian blood parasites. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **89**: 4722-4725.
- Ricklefs, R.E. and Bloom, G., (1977).** Components of avian breeding productivity. *Auk* **94**: 86-96.
- Ricklefs, R.E., Swanson, B.L., Fallon, S., Martinez-Abrain, A., Scheuerlein, A., Gray, J. and Latta, S.C., (2005).** Community relationships of avian malaria parasites in southern Missouri. *Ecol. Monogr.* **75**: 543–559.
- Riley, C., (2000).** The arthropod nest fauna of House Sparrows and Tree Swallows in southern Quebec. M.Sc. Thesis, MCGill University, Montreal.
- Rodin, L., Vinograiw, B., Mirochnitchenko, YU., Pelt, M., Kalnov, H. et Botschantzev, V., (1970).** Etude géobotanique des pâturages du secteur Ouest du département de Médéa de la république Algérienne Démocratique et Populaire.2 Carte 1/200 000. Lénningrad ; Naouka,2 vol., 24p.
- Robbins, C. S., (1979).** Effect of forest fragmentation on bird populations. Pages 198-212 in R. M. DeGraaf et K. E. Evans, éditeurs. Management of north central and northeastern forests for nongame birds. USDA Forest Service, General Technical Report NC-51.
- Root, T.L., (1988).** Energy constraints on avian distributions and abundances. *Ecology* **69**: 330–339.
- Rotenberry, J.T., (1985).** The role of habitat in avian community composition: physiognomy or floristics - *Oecologia*, **67** : 213-217.

- Rothschild, M., (1958).** The bird fleas of Fair Isle. *Parasitology* **48(3-4)**: 382-412.
- Rowley, I. and Russell, E., (1991).** Demography of passerines in the temperate southern hemisphere. In: Bird population studies. (Perrins CM, Lebreton J-D, Hirons M, eds) Oxford: Oxford University Press; 22–44.
- Rytkönen, S., Ilomäki, K., Orell, M., Welling, P., (1996).** Absence of blood parasites in willow tits *Parus montanus* in northern Finland. *Journal of Avian Biology* **27**, 173–174.
- Saether, B.E., (1990).** Age-specific variation in reproductive performance of birds. *Current Ornithology, Volume 7* (Ed. D. M. Power), pp. 251-283. Plenum Press, New York.
- Sage, B., (2005).** Food plants of Linnet. *British Birds* **98** : 102.
- Samish, M., Ginsberg, H. and Glazer, I., (2004).** Biological control of ticks. *Parasitology*, **129**: S389–S403.
- Santos, C.P., (2000):** Succession of breeding bird communities after the abandonment of agricultural fields in south-east Portugal, *Ardeola*, **47(2)**: 171-181.
- Santos, T. and Tellería, J.L., (1995).** Global environmental change to and the future of Mediterranean forest avifauna. In: Moreno J. & Oechel W.C. (eds) Global change and Mediterranean ecosystem. Springer-Verlag, New York, 457–470.
- 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.
- Saxena, A.K., Kumar, S., Gupta, N., Singh, S.K. (2004).** Prevalence of phthirapteran ectoparasitic insects on domestic hens of Rampur (U.P.). *J Parasitic Dis*, **28(1)**:57–60.
- Scheuerlein, A. and Ricklefs, R.E., (2004).** Prevalence of blood parasites in European passeriform birds. *Proc Biol Sci* **271**:1363–1370.
- Schmiegelow, F. K. A., Machtans, C. S. et Hannon, S.J., (1997).** Are boreal birds resilient to forest fragmentation? An experimental study of short-term community responses. *Ecology* **78**: 1914-1932.
- Segovia, J.M., Torres, J., Miquel, J., Sospedra, E., Guerrero, R. and Feliu, C., (2007).** Analysis of helminth communities of the pine marten, *Martes martes*, in Spain: mainland and insular data. *Acta Parasitologica* **52**: 156-164.

- 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, AP., (1998).** Patterns of macroparasite aggregation in wildlife host populations. *Parasitology* **117**:597-610.
- Singh, S. K., Arya, S., Kumar, S. and Khan, K., (2009).** A survey of phthirapteran ectoparasites on the Grey Francolin, *Francolinus Pondicerianus* (Galliformes: phasianidae) in North-India. *J. Parasit. Dis.* **33(1&2)**: 92–94.
- Skutch, AF., (1985).** Clutch size, nesting success, and predation on nests of Neotropical birds, reviewed. In: Neotropical ornithology. (Buckley PA, Foster MS, Morton ES, Ridgely RS, Buckley FG, eds). AOU Ornithological Monographs No. 36. Washington DC: AOU; 575–594.
- 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.
- Smaïhi, A.H., (2009).** Comportement de plantules de pin d'Alep dans des sols forestiers de la région de Batna. *Thèse Mag. Univ. Batna*, 103 p.
- Smith, T.G., (1996).** The genus Hepatozoon (Apicomplexa: Adeleina). *J. Parasitol.* **82**: 565–585.
- Snow, R.W., Gerra, C.A., Noor, A.M., Myint H.Y. et Hay S.I., (2005).** The global distribution of clinical episodes of *Plasmodium falciparum* malaria. *Nature*, **434**: 214-217.
- Sol, D., Jovani, R. and Torres, J., (2000).** Geographical variation in blood parasites in feral pigeons: the role of vectors. *Ecography*, **23**: 307-314.
- 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.
- Soler, J.J., Moller, A.P. et Soler, M., (1998).** Nest building, sexual selection and parental investment. *Evolutionary Ecology*, **12** : 427-441pp.
- Stamboul, M., (2004).** Contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien (l'exemple du Djebel Amour). Thèse doct. Univ. Oran, 310p.

- Stenseth, N.C. et Mysterud, A., (2002).** Climate, changing phenology, and other life history traits: Nonlinearity and match–mismatch to the environment. *PNAS* **99**: 13379 – 13381.
- Stewart, I. R. K., Ringsby, T. H. and Solberg, E. J., (1997).** Absence of haematozoa in passerines from a Norwegian archipelago. *Ornis Fennica*, **74**: 201-203.
- Stoate, C., Boatman, N.D., Borralho, R.J., Carvalho, C.R., de Snoo G.R. and Eden, P., (2001).** Ecological impacts of arable intensification in Europe. *J. Environ. Manage.* **63**, 337–365.
- Tella, J.L., Rodriguez-Estrella, R. et Blanco, G., (2000).** Louse Flies on Birds of Baja California. *Journal of Wildlife Diseases* **36**(1) : 154–156.
- Tella, J.L., Forero, M. G., Gajon, A., Hiraldo, F. and Donazar, J. A., (1996).** Absence of blood-parasitization effects on Lesser Kestrel fitness. *The Auk*, **113**: 253-256.
- Tella, J.L., Blanco, G., Forero, M. G., Gajon, A., 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. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **96**: 1785-1789.
- Temple, S. A. et Cary, J. R., (1988).** Modeling dynamics of habitat-interior bird populations in fragmented landscapes. *Conservation Biology* **2**: 340-347.
- Thessing, A., (2000).** Growth and final size of Willow Tit *Parus montanus* under different environmental conditions. *Ardea* **88**:215–224.
- Thomas C.D. and Lennon J.J., (1999).** Birds extend their ranges northwards. *Nature* **399**: 213–213.
- Thompson, G. B., (1937).** The parasites of British birds and mammals. XIII. Records of Siphonaptera bred from birds' nests. *Entomologist's Monthly Magazine* **73**: 105-107.
- Tilman, D., (1994).** Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology* **13**: 805–831.
- Tilman, D., May, R.M., Lehman, C.L. and Nowak, A., (1994).** Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* **371**: 65–66.
- Tilman, D., Lehman, C. L. and Kareiva, P., (1997).** Population dynamics in spatial habitats. In D. Tilman and P. Kareiva, eds. *Spatial Ecology: The Role of Space in Population Dynamics and Interspecific Interactions*, pp. 3–20. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

- Tomas, G., Merino, S., Moreno, J., Sanz, J.J., Morales, J. et Garcia-Fraile, S., (2006).** Nest weight and female health in the blue tit (*Cyanistes caeruleus*). *The Auk* **123(4)**:1013–1021.
- Tricot, P., (1969-1970).** Les techniques de recensement : quadrats et transects. *Feuille de liaison Aves*, mars 1969 à mars 1970.
- Tripet, F. et Richner, H., (1997).** Host responses to ectoparasites: food compensation by parent blue tits. *Oikos*, **78**, 557–561.
- Trjapitzin, V. A. (1985).** Natural enemies of *Ixodes persulcatus*. In *Taiga Tick, Ixodes persulcatus Schulze (Acarina, Ixodidae) – Morphology, Systematics, Ecology, Medical Importance*. Ed. Filippova, N. A., Leningrad, Russia. 334–347.
- Tryjanowski, P., Baraniak, E., Bajaczyk, R., Gwiazdowicz D.J., Konwerski, S., Olszanowski, Z. and Szymkowiak, P., (2001).** Arthropods in nests of the red-backed shrike (*Lanius collurio*) in Poland. *Belg. J. Zool.*, **131 (1)**: 69-74.
- Turner, J.R.G., Lennon, J.J. and Lawrenson, J.A., (1988).** British bird species distributions and the energy theory. *Nature* **335**: 539–541.
- Valera, F., (1992).** Relaciones entre el estrato herbáceo de un agrosistema mediterráneo -el olivar- y la ornitofauna granívora nidificante. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Valera, F., Carrillo, C. M., Barbosa, A. and Moreno, E., (2003).** Low prevalence of haematozoa in Trumpeter finches *Bucanetes githagineus* from south-eastern Spain: additional support for a restricted distribution of blood parasites in arid lands. *Journal of Arid Environments*, **55**: 209-213.
- Valkiunas, G., (2005).** Avian Malaria Parasites and Other Haemosporidia. CRC Press, New York.
- Van der Maarel, E., (2005).** Vegetation ecology. Ed. Blackwell Science Ltd., 395 p.
- Van Dorp, D., et Opdam, P. F. M., (1987).** Effects of patch size, isolation and regional abundance in forest bird communities. *Landscape Ecology* **1**: 59-73.
- Van Noordwijk, A.J., McCleery, R.H. and Perrins, C.M., (1995).** Selection for the timing of great tit breeding in relation to caterpillar growth and temperature. *J. Anim. Ecol.* **64**:451–458.
- 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
- Verboom, J.A., Schotman, P., Opdam, et Metz, J.A.J., (1991).** European nuthatch metapopulations in a fragmented agricultural landscape. *Oikos* **61**: 149-156.

- Villa, F., Rossi, O. and Sartore, F., (1992).** Understanding the role of chronic environmental disturbance in the context of island biogeographic theory. *Environmental Management* 16:653–666.
- Villard, M.-A., Merriam, G. et Maurer, B. A., (1995).** Dynamics in subdivided populations of Neotropical migratory birds in a fragmented temperate forest. *Ecology* 76: 27-40.
- Visser, M. E., Adriaensen, F., Balen, J. H. Van, Blondel, J., Dhondt, A. A., Van Dongen, S., Du Feu, C., Ivankina, E. V., Kerimov, A. B., De Laet, J., Matthysen, E., Mccleery, R., Orell, M. and Thomson, D. L., (2003).** Variable responses to large-scale climate change in European Parus populations. *Proceedings of the Royal Society of London B*, 270: 367-372.
- Voous, K.H., (1960).** *Atlas of European birds*. Elsevier, Amsterdam, 264 p.
- Waldenström, J., Bensch, S., Kiboi, S., Hasselquist, D. and Ottosson, U., (2002).** Cross-species infection of blood parasites between resident and migratory songbirds in Africa. *Mol. Ecol.* 11: 1545–1554.
- Walker, J.B., Keirans, J.E. et Horak, I.G., (2000).** The genus *Rhipicephalus* (Acari, Ixodidae): a guide to the brown ticks of the world. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 634p.
- Wall, R. and Shearer, D., (2001).** Veterinary ectoparasites: biology. In: Pathology and Control, second Ed. Blackwell Science, London, 304p.
- Walter, J.-M.N., (2006).** Méthodes d'étude de la végétation. Ed. ULP. 23p.
- Wasylik, A., (1971).** Nest types and abundance of mites. *Ekol.pol.*, 19: 689-699.
- Waterston, J., (1906).** On some Scottish Siphonaptera. The Annals of Scottish Natural History 60: 211-214.
- Whitcomb, B. L., Whitcomb, R. F. et Bystrak, D., (1977).** Long-term turnover and effects of selective logging on the avifauna of forest fragments. *American Birds* 31: 17-23.
- Whitcomb, R.F., Robbins, C.S., Lynch, J.F., Whitcomb, B.L., Klimliewcz, M.K. et Bystrak, D., (1981).** Effects of forest fragmentation on the avifauna of the eastern deciduous forest. Pages 125-205 in R. C. Burgess et D. M. Sharpe, éditeurs. Forest island dynamics in man-dominated landscapes. Springer-Verlag, New York, USA.
- Whitman, J. S. et Wilson, N., (1992).** Incidence of louse-flies (Hippoboscidae) in some Alaskan birds. *North American Bird Bander* 17: 65–68.
- Whittaker, R.J., (1998).** Island biogeography: ecology, evolution, and conservation. Oxford University Press, Oxford.

- Whitworth, T.L., (2003).** A key to the puparia of 27 species of North American Protocalliphora Hough (Diptera: Calliphoridae) from bird nests and two new puparial descriptions. *Proceeding of the Entomological Society of Washington*, **105**: 995-1033.
- Wiens, J. A., (1976).** Population responses to patchy environments. *Annual Review of Ecology and Systematics* **7**: 81–120.
- Wiens, J.A., (1994).** Habitat fragmentation: island v landscape perspectives on bird conservation. *Ibis* **137** : S97-S104.
- Wiens, J.J. and Donoghue, M.J., (2004).** Historical biogeography, ecology and species richness. *Trends Ecol. Evol.* **19**: 639–644.
- Wiggins, D.A., Møller, AP., Fyhn, M., Sorensen, L. and Brand, L.A., (1998).** Island biogeography and the reproductive ecology of great tits *Parus major*. *Oecologia* **115**: 478- 482.
- Winkler, D.W., Dunn, P.O. et McCulloch, C.E., (2002).** Predicting the effects of climate change on avian life-history traits. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **99** : 13595–13599.
- Wood, M.J., Cosgrove, C. L., Wilkin, T. A., Knowles, S.C. L., Day, K. P. and Sheldon, B.C., (2007).** Within-population variation in prevalence and lineage distribution of avian malaria in blue tits, *Cyanistes caeruleus*. *Molecular Ecology* **16** : 3263–3273.
- Wright, S.J., (1980).** Density compensation in island avifaunas. *Oecologia* **45**: 385-389.
- Yanes, M., Herranz, J. and Suárez, F., (1996).** Nest microhabitat selection in larks from a European semi-arid shrub-steppe: the role of sunlight and predation. *Journal of Arid Environments* **32**: 469-478.
- Young, K. E., Franklin, A. B. and Ward, J. P., (1993).** Infestation of Northern spotted owls. *Journal of Wildlife Diseases* **29**: 278–283.
- Žáková, A., Netušil P. J. and Martiníková, H., (2007).** Influence of environmental factors on the occurrence of Ixodes ricinus ticks in the urban locality of Brno – Pisárky, Czech Republic. *Journal of Vector Ecology*. Vol. 32, no. **1** : 29-33.
- Zanette, L., Doyle, P. et Trémont, S.M., (2000).** Food shortage in small fragments: evidence from an area-sensitive passerine. *Ecology* **81**: 1654-1666.
- Zuk, M. and Stoehr, A.M., (2002).** Immune defense and host life history. *Am. Nat.* **160**: S9-S22.

Annexes



Autruches dans la région d'Ain Sefissifa



Autruches dans la région d'El Khotara

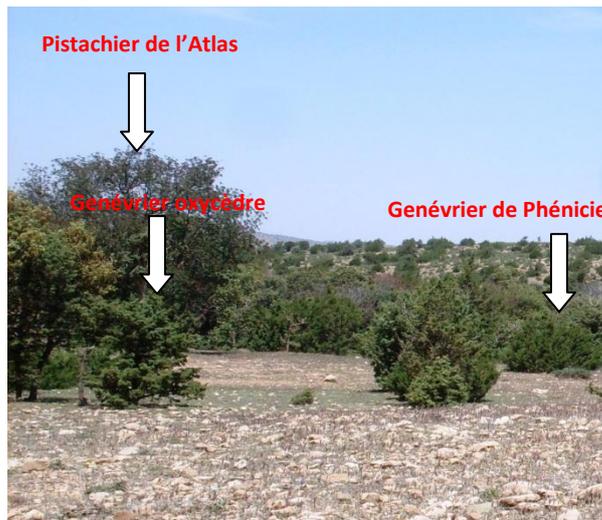


Eléphant protégeant son éléphanteau contre une Panthère.

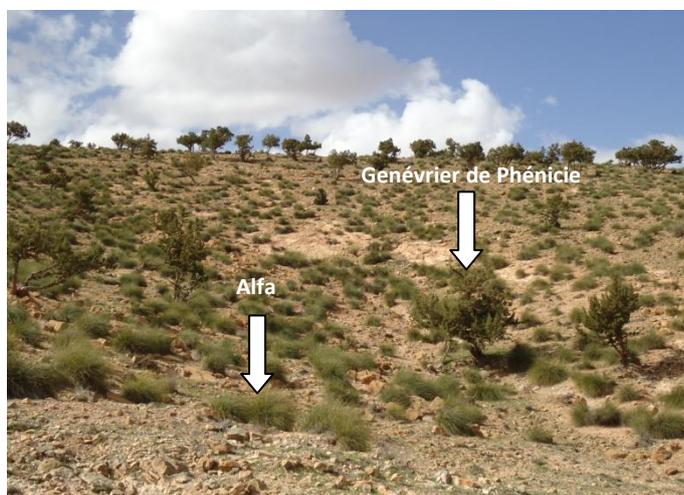
Planche 1: Exemples de gravures rupestres qui illustrent la vie sauvage durant le Néolithique



Vestige de l'ancienne forêt de chêne vert



Matorral de Genévriers de Phénicie et Oxycède



Steppe arborée d'Alfa et de Genévrier de Phénicie



Champs d'orge et culture près des oueds



Nappe alfatière mise en défens

Planche 2 : Vues générales de quelques biotopes prospectés dans la région de Dj. Amour.



Male adulte de Linotte mélodieuse au printemps



Femelle adulte de Linotte mélodieuse



Femelle de Linotte mélodieuse en incubation



Un nid de Linotte mélodieuse avec 5 œufs



Male adulte de Verdier d'Europe au printemps



Femelle adulte de Verdier d'Europe

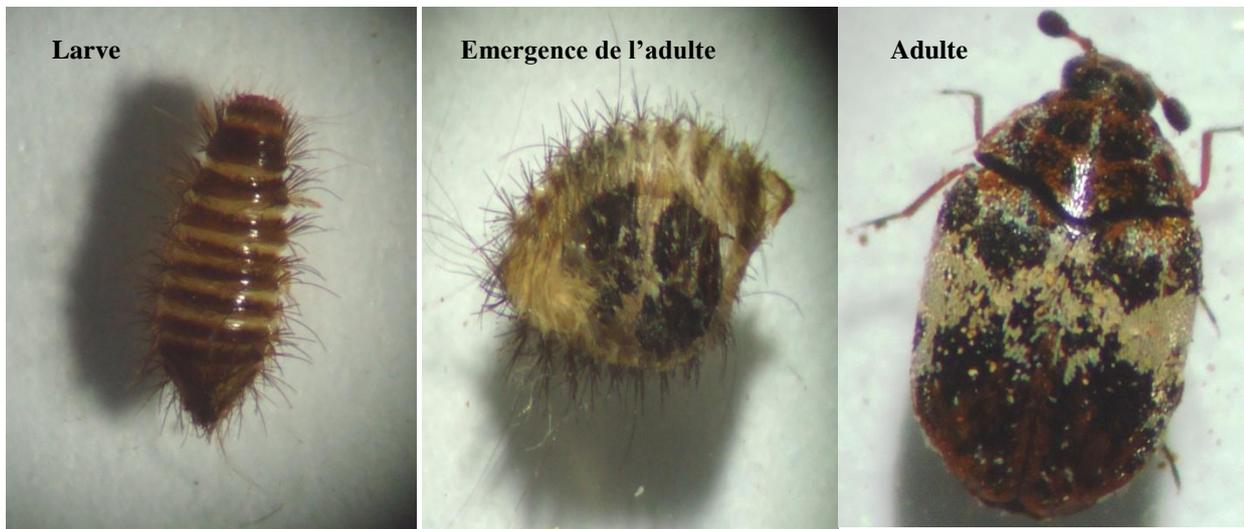


Nid de Roselin avec 6 œufs sous une touffe d'alfa



Male adulte de Roselin githagine

Planche 3 : Adultes et nids des trois Fringillidae étudiés.



Différents stades de développement d'*Anthrenus pimpinella*



Gonocephalum sp.



Dermestes sp.



Lebia trimaculata

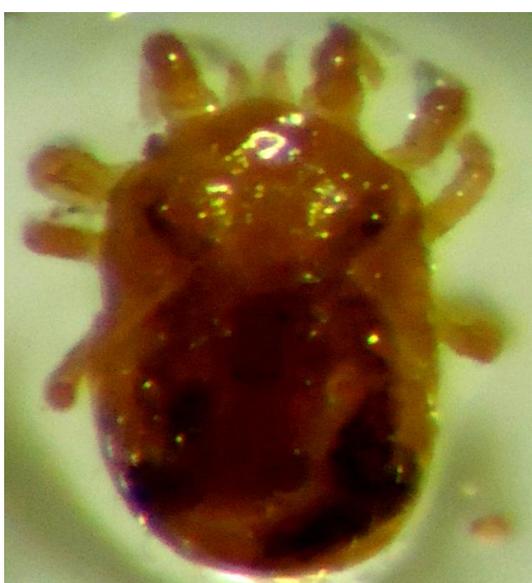


Limacidae ind. (2 mm de taille)

Planche 4: Exemples de la faune des nids trouvée chez diverses espèces d'oiseaux.



Larves hexapodes de deux différentes espèces de tiques (*Ixodes*)



Pupe de la mouche bleue *Ornithomya fringillina* observée dans les nids du Verdier d'Europe.

Mite du genre *Ornithonyssus* (Dermanyssidae) prélevée des oisillons de Linotte mélodieuse



Menopon sp. trouvé sur le corps de plusieurs espèces (Verdier, Pinson des arbres et Fauvette orphée).



Mite prélevée du cou d'un merle noir, elles s'accrochent sur les zones richement vascularisées du corps.

Planche 5 : Exemples d'ectoparasites observés chez les oiseaux de Dj. Amour

Tableau 1 : Liste de l'avifaune sédentaire nicheuse contactée en Djebel Amour

N	Nom commun	Nom scientifique	Statut	Famille
1	Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)	SN	Accipitridae
2	Buse féroce	<i>Buteo rufinus</i> (Cretzschmar, 1829)	SN	Accipitridae
3	Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	SN	Accipitridae
4	Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus</i> (Linnaeus, 1758)	SN	Accipitridae
5	Alouette bilophe	<i>Eremophila bilopha</i> (Temminck, 1823)	SN	Alaudidae
6	Ammomane isabelline	<i>Ammomanes desertii</i> (Lichtenstein, 1823)	SN	Alaudidae
7	Ammomane élégante	<i>Ammomanes cincturus</i> (Gould, 1839)	SN	Alaudidae
8	Cochevis de Thékla	<i>Galerida theklae</i> (Brehm, L., 1858)	SN	Alaudidae
9	Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i> (Linnaeus, 1758)	SN	Alaudidae
10	Sirli du désert	<i>Alaemon alaudipes</i> (Desfontaines, 1789)	SN	Alaudidae
11	Engoulevent du désert	<i>Caprimulgus aegyptius</i> Lichtenstein, 1823	SN	Caprimulgidae
12	Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i> (Linnaeus, 1758)	SN	Ciconiidae
13	Pigeon biset	<i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	SN	Columbidae
14	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i> (Frivaldszky, 1838)	SN	Columbidae
15	Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	SN	Corvidae
16	Bruant striolé	<i>Emberiza striolata</i> (Lichtenstein, MHK, 1823)	SN	Emberizidae
17	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	SN	Falconidae
18	Faucon lanier	<i>Falco biarmicus</i> Temminck, 1825	SN	Falconidae
19	Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i> Linnaeus, 1758	SN	Fringillidae
20	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i> Linnaeus, 1758	SN	Fringillidae
21	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	SN	Fringillidae
22	Serin cini	<i>Serinus serinus</i> Linnaeus, 1758	SN	Fringillidae
23	Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i> Linnaeus, 1758	SN	Fringillidae
24	Courvite isabelle	<i>Cursorius cursor</i> (Latham, 1787)	SN	Glareolidae
25	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i> Linnaeus, 1758	SN	Hirundinidae
26	Pie-grièche méridionale	<i>Lanius meridionalis</i> Temminck, 1820	SN	Laniidae
27	Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	SN	Paridae
28	Moineau domestique	Moineau domestique (Linnaeus, 1758)	SN	Passeridae
29	Moineau espagnol	<i>Passer hispaniolensis</i> (Temminck, 1820)	SN	Passeridae
30	Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i> Bonnatte, 1790	SN	Phasianidae
31	Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758)	SN	Rallidae
32	Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)	SN	Strigidae
33	Chouette effraie	<i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	SN	Strigidae
34	Petit-duc scops	<i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)	SN	Strigidae
35	Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i> Linnaeus, 1758	SN	Turdidae
36	Merle noir	<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758	SN	Turdidae
37	Rougequeue de Moussier	<i>Phoenicurus moussieri</i> (Olphe-Galliard, 1852)	SN	Turdidae
38	Traquet à tête blanche	<i>Oenanthe leucopyga</i> (Brehm, CL, 1855)	SN	Turdidae
39	Traquet du désert	<i>Oenanthe deserti</i> (Temminck, 1825)	SN	Turdidae
40	Traquet rieur	<i>Oenanthe leucura</i> (Gmelin, 1789)	SN	Turdidae
41	Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758	SN	Upupidae

Tableau 2 : Liste de l'avifaune sédentaire non nicheuse et nicheuse probable du Dj. Amour

N	Nom commun	Nom scientifique	Statut	Famille
1	Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	S N N	Ardeidae
2	Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i> (Linnaeus, 1758)	S(N)	Sylviidae

Tableau 3 : Liste de l'avifaune estivante non nicheuse contactée en Djebel Amour

N	Nom commun	Nom scientifique	Statut	Famille
1	Hypolaïs pâle	<i>Iduna pallida</i> (Ehrenberg, 1833)	E	Acrocephalidae
2	Faucon crécerellette	<i>Falcon naumanni</i> Fleischer, 1818	E	Falconidae
3	Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i> Linnaeus, 1758	E	Fringillidae
4	Gobe mouche gris	<i>Ficedula parva</i> (Bechstein, 1792)	E	Muscicapidae
5	Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i> (Linnaeus, 1758)	E	Oriolidae
6	Ganga tacheté	<i>Pterocles senegallus</i> (Linnaeus, 1771)	E	Pteroclididae
7	Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i> (Gmelin, 1789)	E	Sylviidae
8	Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	E	Sylviidae
9	Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)	E	Sylviidae
10	Pouillot vélocé	<i>Phylloscopus collybita</i> (Vieillot, 1817)	E	Sylviidae
11	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i> Brehm, CL, 1831	E	Turdidae
12	Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i> Linnaeus, 1766	E	Turdidae

Tableau 4 : Liste de l'avifaune estivante nicheuse et nicheuse probable du Djebel Amour

N	Nom commun	Nom scientifique	Statut	Famille
1	Alouette calandre	<i>Melanocorypha calandra</i> (Linnaeus, 1766)	EN	Alaudidae
2	Alouette calandrelle	<i>Calandrella brachydactyla</i> (Leisler, 1814)	EN	Alaudidae
3	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i> Linnaeus, 1758	EN	Alaudidae
4	Tadorne casarca	<i>Tadorna ferruginea</i> (Pallas, 1764)	EN	Anatidae
5	Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i> (Linnaeus, 1758)	EN	Burhinidae
6	Petit gravelot	<i>Charadrius dubius</i> Scopoli, 1786	E(N)	Charadriidae
7	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i> Linnaeus, 1758	EN	Columbidae
8	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	EN	Columbidae
9	Tourterelle maillée	<i>Streptopelia senegalensis</i> (Linnaeus, 1766)	EN	Columbidae
10	Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	E(N)	Cuculidae
11	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i> Linnaeus, 1758	EN	Emberizidae
12	Roselin githagine	<i>Bucanetes githagineus</i> Lichtenstein, 1823	EN	Fringillidae
13	Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i> (Linnaeus, 1758)	EN	Hirundinidae
14	Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i> Linnaeus, 1758	EN	Laniidae
15	Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758	EN	Meropidae
16	Gobe mouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i> Pallas, 1764	E(N)	Muscicapidae
17	Outarde houbara	<i>Chlamydotis undulata</i> (Jacquin, 1784)	EN	Otididae
18	Moineau soulcie	<i>Petronia petronia</i> (Linnaeus, 1766)	EN	Passeridae
19	Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i> (Linnaeus, 1758)	EN	Phasianidae
20	Ganga cata	<i>Pterocles alchata</i> (Linnaeus, 1766)	EN	Pteroclididae
21	Ganga couronné	<i>Pterocles coronatus</i> Lichtenstein, 1823	EN	Pteroclididae
22	Fauvette de l'Atlas	<i>Sylvia deserticola</i> Tristram, 1859	EN	Sylviidae

23	Fauvette orphée	<i>Sylvia hortensis</i> (Gmelin, 1789)	EN	Sylviidae
24	Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	E(N)	Turdidae
25	Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i> (Linnaeus, 1758)	EN	Turdidae

Tableau 5 : Liste de l'avifaune hivernante du Djebel Amour

N	Nom commun	Nom scientifique	Statut	Famille
1	Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i> (Linnaeus, 1758)	H	Accipitridae
2	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i> Linnaeus, 1758	H	Ardeidae
3	Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	H	Motacillidae
4	Échasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i> (Linnaeus, 1758)	H	Recurvirostridae
5	Chevalier cul-blanc	<i>Tringa ochropus</i> Linnaeus, 1758	H	Scolopacidae
6	Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i> Linnaeus, 1758	H	Sturnidae
7	Agrobate roux	<i>Cercotrichas galactotes</i> (Temminck, 1820)	H	Turdidae
8	Merle à plastron	<i>Turdus torquatus</i> Linnaeus, 1758	H	Turdidae

Tableau 6 : Liste des oiseaux migrateurs de passage du Djebel Amour

N	Nom commun	Nom scientifique	Statut	Famille
1	Vautour fauve	<i>Gyps fulvus</i> (Hablizl, 1783)	MP	Accipitridae
2	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	MP	Anatidae
3	Canard pilet	<i>Anas acuta</i> Linnaeus, 1758	MP	Anatidae
4	Canard souchet	<i>Anas clypeata</i> Linnaeus, 1758	MP	Anatidae
5	Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i> (Linnaeus, 1758)	MP	Anatidae
6	Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i> (Linnaeus, 1766)	MP	Ardeidae
7	Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i> Linnaeus, 1758	MP	Charadriidae
8	Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i> Linnaeus, 1758	MP	Charadriidae
9	Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i> (Linnaeus, 1758)	MP	Hirundinidae
10	Martinet noir	<i>Apus apus</i> Linnaeus, 1788	MP	Hirundinidae
11	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i> Linnaeus, 1758	MP	Laridae
12	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i> Linnaeus, 1758	MP	Motacillidae
13	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i> Linnaeus, 1758	MP	Motacillidae
14	Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i> Tunstall, 1771	MP	Motacillidae
15	Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	MP	Motacillidae
16	Flamant rose	<i>Phoenicopterus ruber</i> Linnaeus, 1758	MP	Phoenicopteridae
17	Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i> (Pallas, 1764)	MP	Podicipedidae
18	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i> Linnaeus, 1758	MP	Recurvirostridae
19	Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i> (Leisler, 1812)	MP	Scolopacidae
20	Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i> (Linnaeus, 1758)	MP	Scolopacidae
21	Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i> (Linnaeus, 1758)	MP	Sternidae
22	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	MP	Turdidae
23	Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus Phoenicurus</i> (Linnaeus, 1758)	MP	Turdidae
24	Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i> (Gmelin, S.G., 1774)	MP	Turdidae

Tableau 7 : Liste des oiseaux à statut non défini du Djebel Amour

N	Nom commun	Nom scientifique	Statut	Famille
1	Busard cendré	<i>Circus pygargus</i> (Linnaeus, 1758)	ND	Accipitridae
2	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i> (Linnaeus, 1766)	ND	Accipitridae
3	Buse variable	<i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	ND	Accipitridae
4	Milan noir	<i>Milvus migrans</i> (Boddaert, 1783)	ND	Accipitridae

SN : Sédentaire nicheur ; **H** : Hivernant ; **MP** : Migrateur de passage ; **E** : Estivant ; **EN** : Estivant nicheur ; **E(N)** : Estivant nicheur probable ; **SNN** : Sédentaire non nicheur ; **ND** : Statut actuel non défini ; **S(N)** : Sédentaire nicheur probable.

Tableau 8: Répartition des oiseaux selon les biotopes dans la région de Djebel Amour.

N°	Nom en français	A	B	C	D	E	F	G
1	Agrobate roux		+			+		
2	Aigle royal	+	+	+	+	+	+	
3	Aigrette garzette						+	
4	Alouette bilophe	+	+					
5	Alouette calandre	+	+			+		
6	Alouette calandrelle	+	+					
7	Alouette des champs	+	+			+		
8	Ammomane isabelline	+	+			+		
9	Ammomane élégante	+	+			+		
10	Avocette élégante						+	
11	Bécasseau variable						+	
12	Bécasseau minute						+	
13	Bec-croisé des sapins				+			
14	Bergeronnette grise	+				+	+	
15	Bergeronnette printanière	+				+	+	
16	Bergeronnette des ruisseaux						+	
17	Bruant proyer					+		
18	Bruant striolé							+
19	Busard cendré	+						
20	Busard des roseaux					+	+	
21	Busard Saint-Martin	+						
22	Buse féroce	+				+		
23	Buse variable	+				+		
24	Caille des blés					+		
25	Canard colvert						+	
26	Canard pilet						+	
27	Canard souchet						+	
28	Chardonneret élégant	+				+		
29	Chevalier cul-blanc						+	
30	Chevêche d'Athéna		+		+			

31	Chouette effraie							+
32	Cigogne blanche						+	
33	Circaète Jean-le-Blanc	+	+	+				
34	Cochevis de Thékla	+	+	+		+		
35	Cochevis huppé	+	+	+	+	+	+	
36	Grand Corbeau	+	+	+		+		
37	Courvite isabelle	+						
38	Échasse blanche						+	
39	Engoulevent du désert	+		+				
40	Étourneau sansonnet							+
41	Faucon crécerelle	+	+	+	+	+		
42	Faucon crécerellette		+					
43	Faucon lanier	+	+	+	+	+		+
44	Fauvette de l'Atlas		+	+				
45	Fauvette grisette					+		
46	Fauvette mélanocéphale			+	+			
47	Fauvette orphée			+	+			
48	Flamant rose						+	
49	Gallinule poule-d'eau						+	
50	Ganga cata	+						
51	Ganga couronné	+						
52	Ganga tacheté	+						
53	Geai des chênes				+			
54	Gobe mouche noir			+	+			
55	Goéland brun						+	
56	Gobe mouche gris			+	+			
57	Grand gravelot						+	
58	Gravelot à collier interrompu						+	
59	Grèbe castagneux						+	
60	Grive draine		+	+	+			
61	Grive musicienne			+				
62	Grive mauvis			+	+			
63	Guifette noire						+	
64	Guêpier d'Europe	+	+	+	+			
65	Héron cendré						+	
66	Héron garde-bœufs						+	+
67	Hirondelle de fenêtre							+
68	Hirondelle de rivage						+	
69	Hirondelle rustique							+
70	Huppe fasciée		+	+	+			
71	Hyploais pâle					+		
72	Linotte mélodieuse			+		+		
73	Loriot d'Europe					+		
74	Martinet noir							+

75	Merle à plastron			+				
76	Merle noir			+	+			
77	Mésange bleue				+			
78	Milan noir	+	+	+				+
79	Moineau domestique				+	+		+
80	Moineau espagnol							+
81	Moineau soulcie		+	+	+			
82	Oedicnème criard	+						
83	Outarde houbara	+						
84	Perdrix gabra	+	+	+				
85	Petit-duc scops				+			
86	Petit gravelot						+	
87	Pie-grièche à tête rousse	+	+	+				
88	Pie-grièche méridionale	+	+	+				
89	Pigeon biset					+		+
90	Pigeon ramier				+			
91	Pinson des arbres			+	+			
92	Pipit des arbres	+						
93	Pipit rousseline			+	+			
94	Pouillot fitis			+	+			
95	Pouillot siffleur			+	+			
96	Pouillot véloce			+	+			
97	Roselin githagine	+	+					
98	Rougegorge familier			+	+			
99	Rougequeue à front blanc			+	+			
100	Rougequeue de Moussier		+	+	+			
101	Rougequeue noir			+	+			
102	Serin cini			+	+			
103	Sirli du désert	+						
104	Tadorne casarca						+	
105	Tadorne de Belon						+	
106	Tourterelle des bois			+	+			
107	Tourterelle turque							+
108	Tourterelle maillée		+					+
109	Traquet à tête blanche	+	+					
110	Traquet du désert	+	+					
111	Traquet motteux	+	+					
112	Traquet oreillard	+	+	+				
113	Traquet rieur	+	+					
114	Vautour fauve	+						
115	Vautour percnoptère			+				
116	Verdier d'Europe	+	+	+	+			+
Totaux		42	34	40	33	25	29	15

Milieus prospectés : A : Steppe ; B : Steppe arborée ; C : Maquis ;
D : Vestiges de forêt ; E : Cultures ; F : Dayas ; G : Milieu urbain.

Tableau 9: Liste des espèces du Paléarctique dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Busard des roseaux	<i>Circus aeruginosus</i>	Paléarctique
2	Buse variable	<i>Buteo buteo</i>	Paléarctique
3	Vautour fauve	<i>Gyps fulvus</i>	Paléarctique
4	Alouette des champs	<i>Alauda arvensis</i>	Paléarctique
5	Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	Paléarctique
6	Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	Paléarctique
7	Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	Paléarctique
8	Petit gravelot	<i>Charadrius debius</i>	Paléarctique
9	Cigogne blanche	<i>Ciconia ciconia</i>	Paléarctique
10	Geai des chênes	<i>Garrulus glandarius</i>	Paléarctique
11	Martinet noir	<i>Apus apus</i>	Paléarctique
12	Goéland brun	<i>Larus fuscus</i>	Paléarctique
13	Bergeronnette grise	<i>Motacilla alba</i>	Paléarctique
14	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla flava</i>	Paléarctique
15	Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	Paléarctique
16	Pipit rousseline	<i>Anthus campestris</i>	Paléarctique
17	Moineau domestique	<i>Passer domesticus</i>	Paléarctique
18	Pouillot fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	Paléarctique
19	Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collybita</i>	Paléarctique
20	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	Paléarctique
21	Traquet motteux	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Paléarctique
22	Hirondelle de fenêtre	<i>Delichon urbica</i>	Paléarctique
23	Engoulevent du désert	<i>Caprimulgus aegyptius</i>	Paléarctique
24	Roselin githagine	<i>Bucanetes githaginea</i>	Paléarctique
25	Chevalier cul-blanc	<i>Tringa ochropus</i>	Paléarctique

Tableau 10: Liste des espèces Méditerranéennes dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Alouette calandre	<i>Melanocorypha calandra</i>	Méditerranéen
2	Cochevis de Thékla	<i>Galerida theklae</i>	Méditerranéen
3	Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	Méditerranéen
4	Pie-grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	Méditerranéen
5	Pie-grièche méridionale	<i>Lanius meridionalis</i>	Méditerranéen
6	Perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>	Méditerranéen
7	Flamant rose	<i>Phoenicopterus ruber</i>	Méditerranéen
8	Fauvette orphée	<i>Sylvia hortensis</i>	Méditerranéen
9	Agrobate roux	<i>Cercotrichas galactotes</i>	Méditerranéen
10	Traquet oreillard	<i>Oenanthe hispanica</i>	Méditerranéen
11	Traquet rieur	<i>Oenanthe leucura</i>	Méditerranéen
12	Hyploaïs pâle	<i>Iduna pallida</i>	Méditerranéen

13	Fauvette de l'Atlas	<i>Sylvia deserticola</i>	Méditerranéen
14	Rougequeue de Moussier	<i>Phoenicurus moussieri</i>	Méditerranéen

Tableau 11 : Liste des espèces Européo-turkestanéennes dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Gobe mouche gris	<i>Ficedula parva</i>	Européo-turkestanéen
2	Busard cendré	<i>Circus pygargus</i>	Européo-turkestanéen
3	Pigeon ramier	<i>Columba palumbus</i>	Européo-turkestanéen
4	Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	Européo-turkestanéen
5	Bruant proyer	<i>Emberiza calandra</i>	Européo-turkestanéen
6	Chardonneret élégant	<i>Carduelis carduelis</i>	Européo-turkestanéen
7	Linotte mélodieuse	<i>Carduelis cannabina</i>	Européo-turkestanéen
8	Verdier d'Europe	<i>Carduelis chloris</i>	Européo-turkestanéen
9	Pipit des arbres	<i>Anthus trivialis</i>	Européo-turkestanéen
10	Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>	Européo-turkestanéen
11	Fauvette grise	<i>Sylvia communis</i>	Européo-turkestanéen
12	Grive draine	<i>Turdus viscivorus</i>	Européo-turkestanéen

Tableau 12 : Liste des espèces Turkmène-Méditerranéennes dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Outarde houbara	<i>Chlamydotis undulata</i>	Turkmène-Méditerranéen
2	Alouette calandrelle	<i>Calandrella brachydactyla</i>	Turkmène-Méditerranéen
3	Oedicnème criard	<i>Burhinus oedicnemus</i>	Turkmène-Méditerranéen
4	Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	Turkmène-Méditerranéen
5	Faucon crécerellette	<i>Falco naumanni</i>	Turkmène-Méditerranéen
6	Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	Turkmène-Méditerranéen
7	Moineau espagnol	<i>Passer hispaniolensis</i>	Turkmène-Méditerranéen
8	Avocette élégante	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Turkmène-Méditerranéen
9	Chevêche d'Athéna	<i>Athene noctua</i>	Turkmène-Méditerranéen
10	Fauvette mélanocéphale	<i>Sylvia melanocephala</i>	Turkmène-Méditerranéen

Tableau 13 : Liste des espèces de l'Ancien monde dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	Ancien monde
2	Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	Ancien monde
3	Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	Ancien monde
4	Loriot d'Europe	<i>Oriolus oriolus</i>	Ancien monde
5	Caille des blés	<i>Coturnix coturnix</i>	Ancien monde
6	Grèbe castagneux	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Ancien monde

7	Petit-duc scops	<i>Otus scops</i>	Ancien monde
8	Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	Ancien monde
9	Ganga couronné	<i>Pterocles coronatus</i>	Ancien monde
10	Traquet du désert	<i>Oenanthe deserti</i>	Ancien monde

Tableau 14 : Liste des espèces Holarctiques dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Aigle royal	<i>Aquila chrysaetos</i>	Holarctique
2	Busard Saint-Martin	<i>Circus cyaneus</i>	Holarctique
3	Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>	Holarctique
4	Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	Holarctique
5	Grand Corbeau	<i>Corvus corax</i>	Holarctique
6	Bec-croisé des sapins	<i>Loxia curvirostra</i>	Holarctique
7	Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	Holarctique
8	Hirondelle rustique	<i>Hirundo rustica</i>	Holarctique
9	Guifette noire	<i>Chlidonias niger</i>	Holarctique

Tableau 15 : Liste des espèces Paléoxériques dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Moineau soulcie	<i>Petronia petronia</i>	Paléoxérique
2	Ganga cata	<i>Pterocles alchata</i>	Paléoxérique
3	Tadorne casarca	<i>Tadorna ferruginea</i>	Paléoxérique
4	Courvite isabelle	<i>Cursorius cursor</i>	Paléoxérique
5	Buse féroce	<i>Buteo rufinus</i>	Paléoxérique
6	Ammomane isabelline	<i>Ammomanes deserti</i>	Paléoxérique
7	Ammomane élégante	<i>Ammomanes cincturus</i>	Paléoxérique
8	Alouette bilophe	<i>Eremophila bilopha</i>	Paléoxérique

Tableau 16 : Liste des espèces Européennes dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	Européen
2	Gobe mouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	Européen
3	Mésange bleue	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Européen
4	Pouillot siffleur	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Européen
5	Grive musicienne	<i>Turdus philomelos</i>	Européen
6	Rougegorge familier	<i>Erithacus rubecula</i>	Européen
7	Rougequeue à front blanc	<i>Phoenicurus Phoenicurus</i>	Européen

Tableau 17 : Liste des espèces Ethiopiennes dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Sirli du désert	<i>Alaemon alaudipes</i>	Ethiopien
2	Faucon lanier	<i>Falco biarmicus</i>	Ethiopien
3	Tourterelle maillée	<i>Streptopelia senegalensis</i>	Ethiopien
4	Bruant striolé	<i>Emberiza striolata</i>	Ethiopien
5	Ganga tacheté	<i>Pterocles senegallus</i>	Ethiopien
6	Traquet à tête blanche	<i>Oenanthe leucopyga</i>	Ethiopien

Tableau 18 : Liste des espèces Cosmopolites dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Gravelot à collier interrompu	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Cosmopolite
2	Gallinule poule-d'eau	<i>Gallinula chloropus</i>	Cosmopolite
3	Échasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	Cosmopolite
4	Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>	Cosmopolite

Tableau 19 : Liste des espèces Indoafricaines dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Circaète Jean-le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>	Indoafricain
2	Vautour percnoptère	<i>Neophron percnopterus</i>	Indoafricain
3	Héron garde-boeufs	<i>Bubulcus ibis</i>	Indoafricain
4	Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	Indoafricain

Tableau 20 : Liste des espèces Arctiques dans le Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Bécasseau minute	<i>Calidris minuta</i>	Arctique
2	Bécasseau variable	<i>Calidris alpina</i>	Arctique
3	Grand gravelot	<i>Charadrius hiaticula</i>	Arctique

Tableau 21 : Liste des autres types biogéographiques des espèces du Dj. Amour

N°	Nom Commun	Nom scientifique	Statut zoogéographique
1	Merle à plastron	<i>Turdus torquatus</i>	Paléomontagnarde
2	Rougequeue noir	<i>Phoenicurus ochruros</i>	Paléoxeromontagnarde
3	Tadorne de Belon	<i>Tadorna tadorna</i>	Sarmatique
4	Grive mauvis	<i>Turdus iliacus</i>	Sibérien
5	Fauvette de l'Atlas	<i>Sylvia deserticola</i>	Endémique

Tableau 22: Fréquences d'occurrences des espèces végétales régulières des nids des trois Fringillidae.

Espèces végétales	Linotte	Verdier	Roselin	Fréquence d'occurrence
<i>Poaceae sp.</i>	+	+	2	70,97
<i>Juniperus phoenicea</i>	3	4	+	51,61
<i>Eruca vesicaria</i>	+	+	1	51,61

Tableau 23: Fréquences d'occurrences des espèces végétales communes des nids des trois Fringillidae.

Espèces végétales	Linotte	Verdier	Roselin	Fréquence d'occurrence
<i>Hutchinsia procombens</i>	1	+		38,71
<i>Lolium sp.</i>	+	+		38,71
<i>Plantago ovata</i>	1	1	+	38,71
<i>Limonium sp.</i>	1	+		38,71
<i>Papaver sp.</i>	+	+		35,48
<i>Micropus bombycinus</i>	2	+	+	32,26
<i>Schismus barbatus</i>	+	+	+	29,03
<i>Leysera sp.</i>	+	+		25,81

Tableau 24: Fréquences d'occurrences des espèces végétales rares des nids des trois Fringillidae.

Espèces végétales	Linotte	Verdier	Roselin	Fréquence d'occurrence
<i>Pistacia lentiscus</i>		+		19,35
<i>Quercus ilex</i>	+	+		16,13
<i>Koelpenia linearis</i>	+			12,90
<i>Bromus sp.</i>	+	+		9,68
<i>Iflago spicata</i>		+		9,68
<i>Apiaceae sp.</i>	+	+		9,68
<i>Asteraceae spl.</i>	1			9,68
<i>Brassicaceae sp.</i>		+	+	9,68
<i>Helianthemum lippii</i>		+		6,45
<i>Neurada procombens</i>	+			6,45
<i>Avena sp.</i>	+			6,45
<i>Artemisia sp.</i>	+			6,45
<i>Hippocrips sp.</i>	+		+	6,45

Tableau 25 : Fréquences d'occurrences des espèces végétales exceptionnelles des nids des trois Fringillidae.

Espèces végétales	Linotte	Verdier	Roselin	Fréquence d'occurrence
<i>Echinops spinosus</i>			+	3,23
<i>Alyssum macrocalyx</i>		+		3,23
<i>Asteraceae sp2.</i>		+		3,23
<i>Astragalus sp.</i>		+		3,23
<i>Bromus rubens</i>			1	3,23
<i>Crambe filiforme</i>		+		3,23
<i>Cutandia dichotoma</i>			+	3,23
<i>Helianthemum sp.</i>	+			3,23
<i>Erucaria aegyceras</i>			+	3,23
<i>Reseda alba</i>		+		3,23
<i>Reseda villosa</i>	+			3,23
<i>Erodium hiliun</i>	+			3,23
<i>Silene sp.</i>	+			3,23
<i>Phagnalon saxatile</i>	1			3,23
<i>Atractylis sp.</i>		+		3,23
<i>Lygeum spartum</i>			3	3,23

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DE LA LINOTTE MELODIEUSE *Carduelis cannabina* DANS L'ATLAS SAHARIEN (AFLOU, ALGÉRIE)

Mohamed KOUIDRI ⁽¹⁾, Mohamed Laid OUAKID ⁽²⁾ et Moussa HOUHMANDI ⁽³⁾

Breeding biology of Common Linnet *Carduelis cannabina* in the Saharan Atlas (Algeria). Our study was carried out in the Djebel Amour (Saharan Atlas) at the northern limit of Sahara (34° 12' N/ 02° 10' E, 1300-1470 m a.s.l.). We present the first data on breeding biology of this species in that area where Common Linnet is very abundant. The nest density is of 3.06 nests/10 ha. The laying period lasts 72 days (mid-April to late June) and the mean laying date is 19 May). Mean clutch size is 4.60 ± 0.90 eggs/nest. These traits are similar to those found in Europe but eggs are smaller. Hatching success (64.39 %) and breeding success (61.52 %) are relatively high compared to those found in other linnet populations.

Mots clés: *Carduelis cannabina*, Atlas saharien algérien, Biologie et succès de la reproduction, Paléarctique occidental.

Key words: *Carduelis cannabina*, Saharan Algerian Atlas, Strategies and breeding success, Western Palearctic.



Dessin François LOVATY

⁽¹⁾ Département de Biologie, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Amar Telidji, B. P. 37, Laghouat, Algérie.

⁽²⁾ Département de Biologie, Faculté des Science, Badji Mokhtar Université d'Annaba, B. P. 12, Annaba, Algérie.

⁽³⁾ Département des Sciences de la nature et de la vie, Faculté SNV-STU, Université 08 mai 1945, Guelma, Algérie.

INTRODUCTION

La Linotte mélodieuse *Carduelis cannabina* est un passereau monogame qui se reproduit en semi-colonies et une importante densité (NEWTON, 1972). D'après HEIM DE BALSAC et MAYAUD (1962), ce Fringillidé est commun dans l'Ouest de l'Afrique du Nord (des hauts plateaux steppiques au Sud, à la Méditerranée au Nord). Son aire de nidification couvre aussi les zones boréale, tempérée et méditerranéenne de l'Europe, ainsi que le Sud-Ouest de l'Asie (VOOUS, 1960). Les traits d'histoire de vie des sous-espèces européennes et

asiatiques ont été déjà étudiés, mais la sous-espèce nicheuse en Afrique du Nord est peu connue et reste même à décrire. Les individus y ont des ailes courtes et de gros becs par rapport aux individus européens (CRAMP et PERRINS, 1994).

Dans la présente étude, nous exposerons les premières données relatives à la biologie de reproduction de cette espèce dans sa limite méridionale de nidification au travers de l'étude de quelques-uns de ses aspects: variation interannuelle des dates de ponte, grandeur de ponte, caractéristiques des œufs, durée d'incubation et succès de la reproduction.

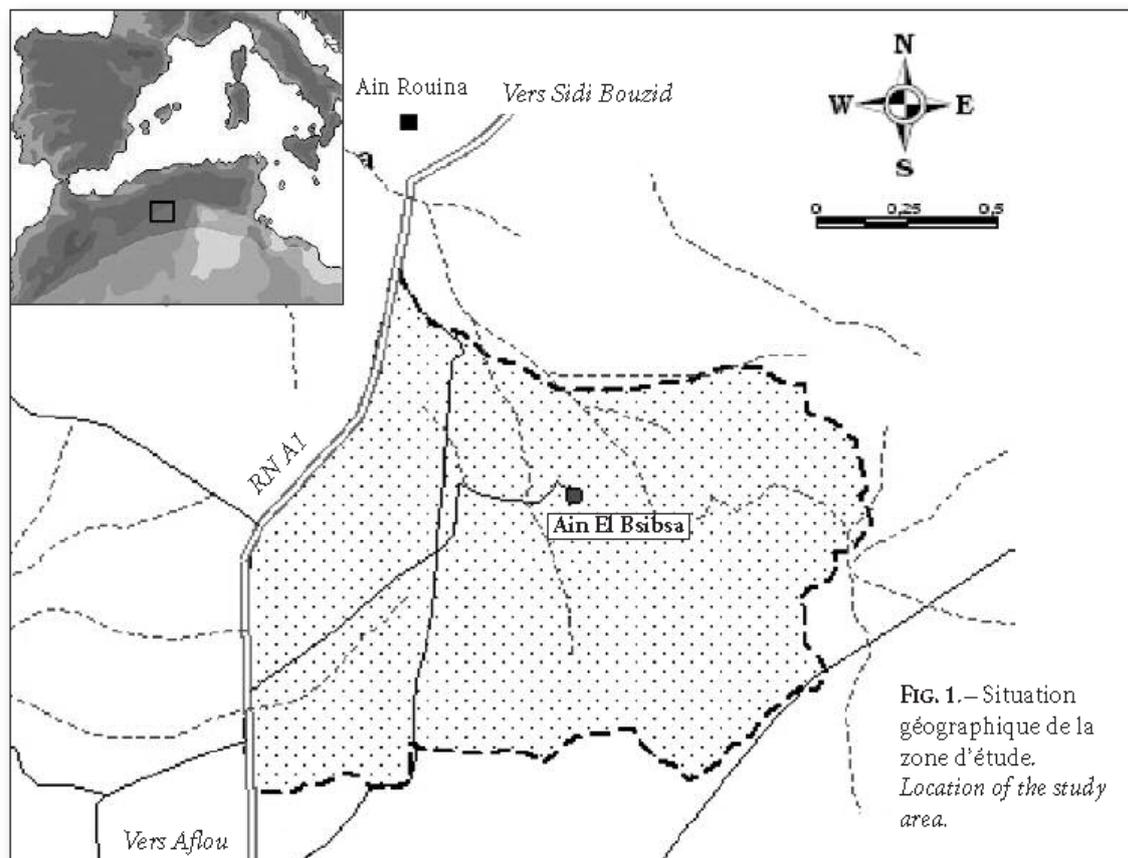


FIG. 1.— Situation géographique de la zone d'étude.
Location of the study area.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

Le présent travail a été réalisé dans le site d'Oued El Bsibsa ($34^{\circ} 12' N$; $2^{\circ} 10' E$), Nord-Est de la région de Djebel Amour qui fait partie de l'Atlas Saharien, à la limite nord du Sahara algérien (FIG. 1). Le site occupe 170 hectares et présente une altitude variant entre 1300 et 1470 m. La moyenne annuelle des températures est égale à $10,95^{\circ} C$, avec un maximum souvent observé pendant le mois de juillet ($23,75^{\circ} C$) et un minimum de $2,35^{\circ} C$ noté en mois janvier. La moyenne des précipitations avoisine 350 mm.

C'est un paysage de garrigue dominée par quelques espèces végétales dont les plus représentées sont: le Genévrier de Phénicie *Juniperus phoenicea*, le Genévrier oxycèdre *Juniperus oxycedrus*, le Chêne vert *Quercus ilex* et le Pin d'Alep *Pinus halepensis*.

Recherche des nids et suivi

Nous avons étudié la nidification de l'es-pèce, trois saisons consécutives (de 2007 à 2009), depuis le début-avril jusqu'à la mi-juillet. Les nids ont été localisés par une simple recherche dans la végétation, ou par l'observation des couples nicheurs transportant des matériaux de construction (DRACHMANN *et al.* 1997; 2002). Une bonne proportion a été trouvée aussi accidentellement lors de déplacements à pied à proximité, provoquant l'envol des femelles en couvaison. La totalité des nids trouvés a été visitée tous les deux jours pour déterminer en particulier, la grandeur de ponte.

Après la localisation des nids, l'identification du support végétal utilisé et la hauteur des nids ont été déterminés pour nous permettre de définir les préférences des couples nicheurs.

Plusieurs paramètres de la biologie de reproduction ont été notés: la date de ponte, la gran-

deur de ponte, la durée d'incubation, la date d'éclosion, le succès à l'éclosion et le succès à l'envol. Le nombre des œufs d'une nichée complète a été enregistré et la longueur (L) et la largeur (B) de l'ensemble des œufs mesurées avec un pied à coulisse (0,5 mm). Le volume des œufs a été calculé suivant la formule de HOYT (1979): $V = 0,51 * L * B^2$. Les œufs ont été pesés avec un peson de type « Pelsola » (0,1 g). Le nombre d'œufs éclos et celui des jeunes à l'envol ont été scrupuleusement notés.

RÉSULTATS

Cinquante-sept nids ont été trouvés lors des trois saisons d'étude. La densité moyenne de ces nids était 3,06 nids par 10 ha sur les 170 ha étudiés. Les nids étaient installés principalement sur quatre espèces végétales: le Genévrier oxycèdre *Juniperus oxycedrus* pour 59 % de couples nicheurs, le Chêne vert *Quercus ilex* pour 22 %, le Romarin *Rosmarinus officinalis* pour 12 % et le Genévrier de Phénicie *Juniperus phoenicea* pour 7 % (FIG. 2).

Au niveau de ce matorral de 5 m de hauteur maximum, les couples avaient édifié leurs nids à une hauteur moyenne égale à 0,77 m pour des hauteurs variant entre 0,30 et 1,45 m. Une différence significative dans la hauteur des nids entre les trois saisons d'étude est à signaler (Test de KRUSKAL-WALLIS: $F^{2,54} = 7,53$; $P = 0,0013$), l'espèce ayant niché à des emplacements plus bas en 2009 par rapport à ceux des autres saisons (TAB. I).

La période de ponte s'est étalée sur 11 semaines: de la mi-avril à la fin-juin, avec une fréquence importante durant les trois premières

semaines de la reproduction (FIG. 3). Une différence significative a été observée entre les dates de ponte des trois années ($F^{2,259} = 7,90$; $P = 0,0005$), la première saison (2007) étant la plus précoce (TAB. II).

La majorité des pontes comptait 4 à 5 œufs, mais d'autres grandeurs de ponte ont été aussi notées (3 et 6 œufs par nid) (FIG. 4). La grandeur de ponte a différé significativement entre les trois saisons; elle a été plus faible en 2008 par rapport à celles des autres saisons (TAB. II). D'une manière générale, nos résultats sont identiques à ceux décrits par HEIM DE BALSAC & MAYAUD (1962). Ce paramètre est négativement et significativement influencée par la date de ponte. Il a diminué au cours de la saison ($r = -0,40$; $P = 0,0034$) (FIG. 5).

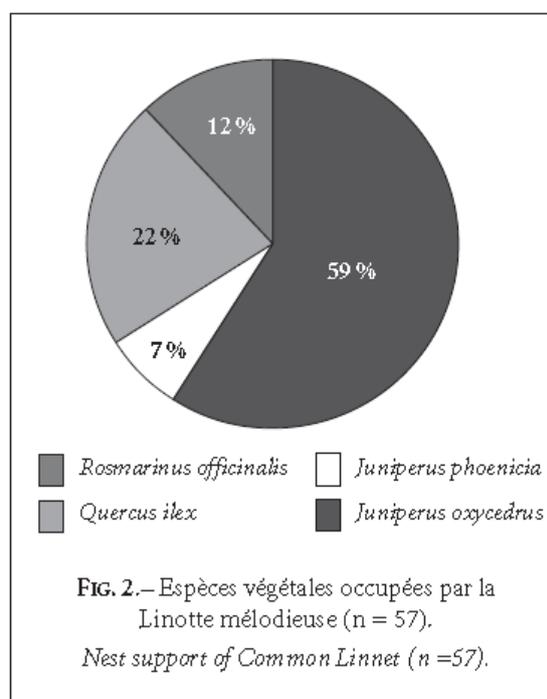


TABLEAU I.—Espèces végétales utilisées et hauteur des nids chez la Linotte mélodieuse en 2007-2009.
Nest height according to nest support in the Common Linnet (2007-2009).

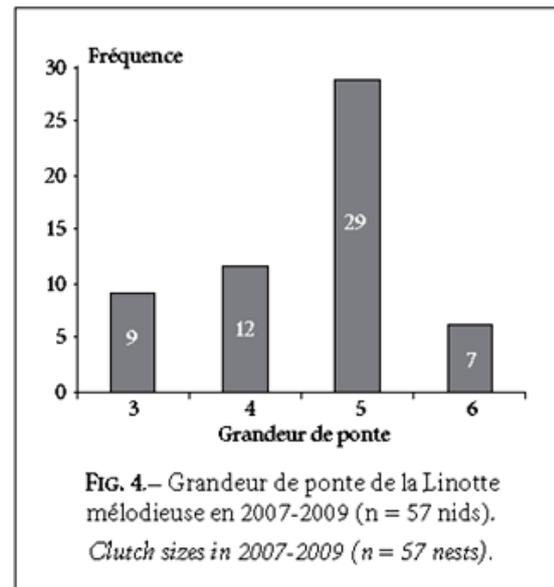
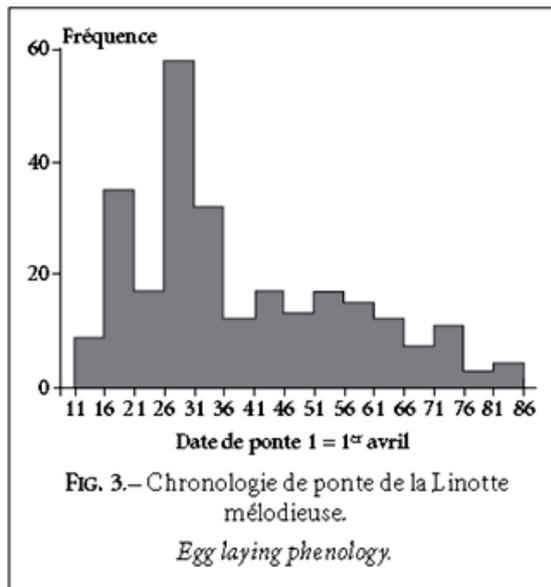
Année	Végétation				Hauteur des nids (m)
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Quercus ilex</i>	<i>Rosmarinus officinalis</i>	
2007	42,86	14,29	28,57	14,29	0,92 ± 0,28 ; n = 7
2008	66,67	-	25	8,33	0,95 ± 0,29 ; n = 12
2009	66,67	6,67	13,33	13,33	0,69 ± 0,21 ; n = 38
Moyenne	59	07	22	12	0,77 ± 0,25 ; n = 57

TABEAU II.— Caractéristiques de base et comparaison entre les saisons pour les dates de ponte (1 = 1^{er} avril), grandeurs de ponte et le nombre des œufs éclos chez la Linotte mélodieuse.
Nesting traits in the Common Linnet (1 = 1st April).

Saisons	Date de ponte	Grandeur de ponte (œufs)	Nombre d'œufs éclos
2007	28,57 ± 5,58 (35)	5 ± 0,58 (7)	3,86 ± 0,96 (n=7)
2008	42,63 ± 12,08 (41)	3,42 ± 0,52 (12)	1,92 ± 1,38 (n=12)
2009	40,39 ± 19,39 (186)	4,90 ± 0,72 (38)	3,11 ± 1,37 (n=37)
Moyenne	39,16 ± 17,64 (262)	4,60 ± 0,90 (57)	2,95 ± 1,43 (56)
	F ^{2,259} = 7,90 P = 0,0005	F ^{2,54} = 21,7 P < 0,00001	F ^{2,54} = 5,18 P = 0,0088

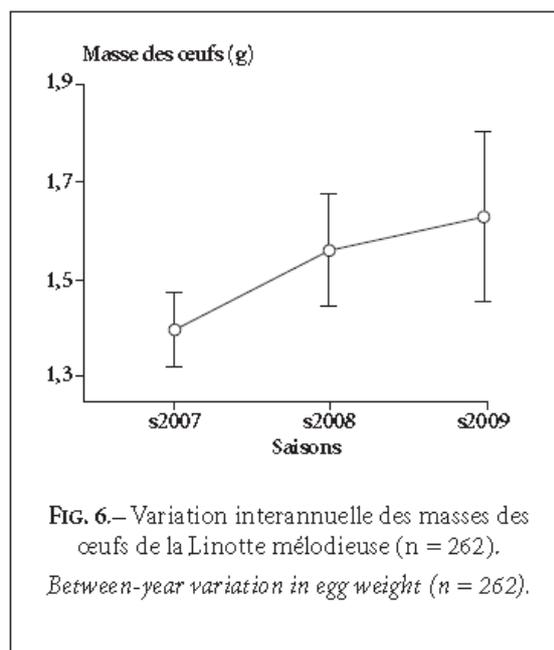
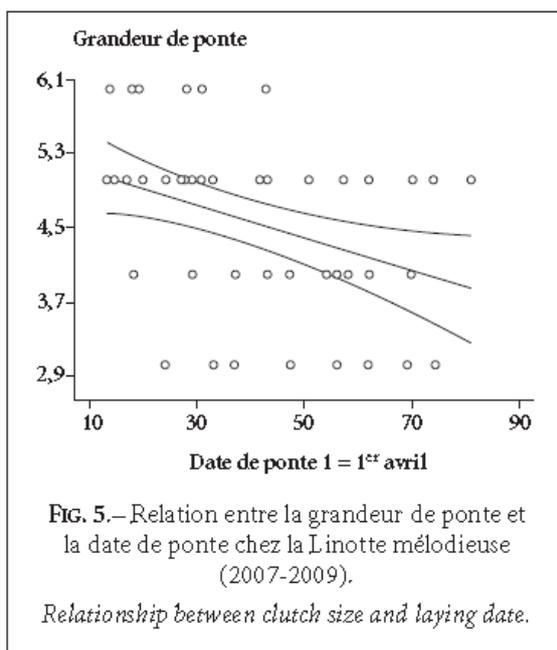
TABEAU III.— Caractéristiques des œufs de la Linotte mélodieuse (2007-2009).
Egg characteristics (2007-2009).

Paramètres	Moyenne ± SE	Extrêmes	N
Masse (g)	1,58 ± 0,17	1,30 - 1,90	262
Longueur (cm)	1,58 ± 0,08	1,44 - 1,80	262
Largeur (cm)	1,12 ± 0,04	1,02 - 1,20	262
Volume (cm ³)	1,01 ± 0,10	0,79 - 1,32	262



Les œufs de la linotte ont montré une masse variant entre 1,3 et 1,9 g avec une moyenne égale à $1,58 \pm 0,17$ g. Il est important de signaler qu'il a existé une différence significative entre les masses des œufs lors des trois saisons ($F^{2,259} = 38,7$; $P \leq 0,00001$). Ainsi, pendant l'année 2007, les œufs ont été plus légers (TAB. III; FIG. 6). Leurs longueurs des œufs ont varié entre 1,44 et 1,80 cm et présenté une valeur moyenne de $1,58 \pm 0,08$ cm. Leurs largeurs ont montré une

moyenne égale à $1,12 \pm 0,04$ cm qui a varié souvent entre 1,02 et 1,20 cm. Une différence significative entre les largeurs des œufs des trois saisons est à noter ($F^{2,259} = 25,4$; $P \leq 0,00001$). Le volume des œufs quant à lui, s'est situé entre 0,79 et 1,32 cm³ avec une moyenne égale à $1,01 \pm 0,10$ cm³. Il est positivement et significativement corrélé avec le succès à l'éclosion ($r = 0,29$; $p = 0,03$); les œufs avec des volumes importants ont montré des taux d'éclosion élevés.



La durée moyenne d'incubation enregistrée a été 12,74 jours, elle a varié généralement entre 12 et 14 jours. Il n'y a eu aucune différence entre la durée moyenne d'incubation au cours des trois années d'étude.

La date moyenne d'éclosion a été le 19 mai. Elle s'est étendue entre le 26 avril et le 3 juillet. Une différence significative entre les dates d'éclosion des trois saisons ($F^{2,165} = 5,82$; $P = 0,0036$) est à noter. La saison 2007 notamment a connu des dates d'éclosion précoces. Le succès moyen à l'éclosion égal à 64,39 %, a varié entre 0 et 100 %. Le nombre d'oeufs éclos est négativement et significativement influencé par la date de ponte ($r = -0,60$; $p \leq 0,00001$); il diminue au cours de la saison de reproduction. Cependant, le succès moyen de la reproduction enregistré égal à 61,52 %, ne montre aucune différence significative entre ceux des trois saisons ($F^{2,55} = 1,09$; $P = 0,35$).

DISCUSSION

La densité des couples nicheurs de la Linotte mélodieuse observée dans la zone d'étude est élevée par rapport à celles qui ont été constatées par SANTOS (2000) dans une formation à Ciste de Montpellier *Cistus monspeliensis* au Portugal avec

0,9 couples/10 hectares et selon BOTTIER (2004) en Puy-de-Dôme (France) qui a relevé des densités comprises entre 0,1 et 2,2 couples/10 hectares. La densité pourrait être considérée comme un comportement anti-prédateur (ANDERSSON et WIKLUND, 1978; PICMAN *et al.*, 1988; PERRY et ANDERSEN, 2003) et apparaît conditionnée généralement par la structure de la végétation (BERSIER & MEYER, 1994). Seules les femelles construisent leurs nids (NEWTON, 1972) et installent leurs nids sur les espèces végétales dominantes de leur biotope. Cela a été le cas ici sont généralement ici avec les petits pieds de Genévrier oxycèdre, denses et épineux qui constituent probablement une protection contre les prédateurs et ce, particulièrement en début de la saison de reproduction. Les autres espèces végétales-supports des nids telles le Chêne vert et le Romarin sont de plus en plus utilisées en approchant de la période estivale. L'espèce en nidification adopte en fait, volontiers les essences végétales assez touffues bien représentées sur le terrain. BØNLØKKE-PEDERSEN *et al.* (2002) au Danemark ont cité le Genévrier commun *Juniperus communis* et le Cyprès de Lawson *Chamaecyparis lawsoniana*. En Bretagne (Ouest-France), l'espèce niche dans les fourrés d'Ajonc d'Europe *Ulex europaeus* (EYBERT & CONSTANT, 1998) et

au Portugal, dans les buissons à Ciste de Montpellier *Cistus monspeliensis* (SANTOS, 2000). En Jordanie, KHOURY *et al.* (2009) ont signalé le Pin parasol *Pinus pinea*, le Cyprès vert *Cupressus sempervirens* et des pieds d'Olivier *Olea europaea*.

La hauteur des nids enregistrée, bien qu'elle reste relativement élevée par rapport à celle mentionnée en France (CRAMP et PERRINS, 1994) est basse comparée à celles citées par KHOURY *et al.* (2009) en Jordanie et par plusieurs auteurs en Allemagne (CRAMP & PERRINS, 1994).

Le début de la reproduction dans notre zone a été comparable à celui signalé dans les régions européennes mais la période de reproduction apparaît plus courte, bien que HEIM DE BALSAC & MAYAUD (1962) et ISENMANN *et al.* (2005) signalent une reproduction commençant la fin-mars et s'étalant jusqu'au début du mois de juin pour l'ensemble de l'Afrique du Nord. Dans le Sud de l'Angleterre, les dates de premières pontes se situent mi-avril et se prolongent jusqu'au début-août (NEWTON, 1972). Au Sud de la Finlande, elles s'étalent de la fin-avril jusqu'à la fin-juin (CRAMP et PERRINS, 1994). En Bretagne (Ouest-France), le pic de la première ponte a été enregistré fin avril-début mai, tandis qu'une deuxième ponte intervient la première semaine de juin (CRAMP & PERRINS, 1994). En Jordanie, la reproduction débute dès la première décade de mars (KHOURY *et al.*, 2009).

La période de reproduction relativement courte enregistrée dans notre étude pourrait être influencée par des facteurs environnementaux; Les oiseaux qui se reproduisent dans les hautes altitudes comme dans notre situation, ne peuvent nicher que selon une relative courte période suite à la persistante du froid, et du vent (JOHNSON *et al.*, 2006).

La grandeur de ponte enregistrée a été similaire à celle déjà signalée pour l'Afrique du Nord (HEIM DE BALSAC & MAYAUD 1962), au Danemark (DRACHMANN *et al.*, 2000), en Jordanie (KHOURY *et al.*, 2009) et en Australie (LANGMORE *et al.*, 2005). Elle peut atteindre jusqu'à sept œufs (PARIS, 1970) et est influencée négativement par la date de ponte (KHOURY *et al.*, 2009) et CRICK *et al.* (1993) ont déjà souligné que les oiseaux ne produisant qu'une seule ponte annuelle voient la grandeur de celle-là diminuer au cours de la sai-

son. En 2008, la faible grandeur de ponte enregistrée pourrait être attribuée à l'effet néfaste de la sécheresse qui a perduré toute l'année.

Les résultats obtenus de la taille des œufs montrent ici des différences à ceux énoncés pour les linottes d'Europe, Leur taille est plus réduite (CRAMP & PERRINS, 1994), même s'il a été montré que la qualité des œufs se répercutait sur l'état des jeunes (RICKLEFS *et al.* 1978; RICKLEFS, 1984; GALBRAITH, 1988; BOLTON, 1991).

La durée d'incubation enregistrée est analogue à celle observée au Danemark: 12,46 jours (DRACHMANN *et al.*, 2002), elle peut cependant atteindre parfois 15 jours (CRAMP & PERRINS, 1994).

Le succès à l'éclosion et le succès à l'envol sont relativement importants par rapport aux résultats obtenus dans les études menées en Europe (CRAMP & PERRINS, 1994). Ces paramètres sont malgré tout, affectés par la désertion des nids au cours de la période de reproduction, l'effet des pluies et la prédation (KHOURY *et al.*, 2009) et l'éventualité de prédation des adultes pendant la période de leur nidification (CECERE & VICINI, 2000; PAILLEY & PAILLEY, 2000).

CONCLUSION

En Afrique du Nord, l'étude de la biologie de reproduction de la Linotte mélodieuse, a montré des similitudes de ses traits d'histoire de vie (date et grandeur de ponte, durée d'incubation), mais aussi des densités de nids plus importantes que celles observées chez des populations européennes. Les nids sont en grande majorité installés là, plutôt dans des conifères que sur des feuillus mais la différence la plus marquante constatée a été celle concernant les tailles des œufs plus petite. Le succès de la reproduction est relativement important mais peut-être plus affecté par la prédation.

Ces premiers résultats sur la reproduction de la Linotte mélodieuse en Algérie devraient susciter un nouveau suivi abordant cette fois, les aspects génétiques qui devraient permettre de bien caractériser et peut-être de distinguer une nouvelle sous-espèce présente en Afrique du Nord.

REMERCIEMENTS

Ce travail n'a été possible que grâce au soutien matériel apporté par la Direction des Forêts d'Aflou, et tout particulièrement au concours de Mrs. BOUZIDI LAZHAR, MADHI LAALA, HAKMI NACEUR et SALMI MKADEM et de tout le personnel des services des Forêts d'Aflou. Nous tenons aussi à remercier M. ADAMOUCALA-EDDINE pour les remarques qu'il a apporté à la première version du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSSON (M.) & WIKLUND (C.G.) 1978.— Clumping versus spacing out: experiments on nest predation in fieldfares *Turdus pilaris*. *Anim. Behav.*, 26: 1207-1212.
- BERNARDO (J.) 1993.— Determinants of maturation in animals. *Trends Ecol. Evol.*, 8: 166-173.
- BERSIER (L.F.) & MEYER (D.R.) 1994.— Bird assemblage in mosaic forests: the relative importance of vegetation structure and floristic composition along the successional gradient. *Acta Oecol./Oecol. Gen.*, 15: 561-576.
- BLAKE (J.G.) 1991.— Nested subsets and the distribution of birds on isolated woodlots. *Conservation Biology*, 5: 58-66.
- BOAG (P.T.) 1987.— Effects of nestling diet on growth and adult size of Zebra Finches *Poephila guttata*. *Auk*, 104: 155-166.
- BOITIER (E.) 2004.— Structure et dynamique de l'avifaune nicheuse des pelouses des Couzes (Puy-de-Dôme) dans un contexte de reconquête ligneeuse. *Alauda*, 72: 311-322.
- BOLTON (M.) 1991.— Determinants of chick survival in the Lesser Black-backed Gull: relative contributions of egg size and parental quality. *Journal of Anim. Ecol.*, 60: 949-960.
- BØNLØKKE-PEDERSEN (J.), DRACHMANN (J.), FRYDENBERG (J.) & BØOMSMA (J.J.) 2002.— Rare extra-pair fertilizations in the semi-colonially breeding Linnet *Carduelis cannabina*. *Journal of Avian Biology*, 33: 203-206.
- CECERE (F.) & VICINI (G.) 2000.— Micromammals in the diet of the Long eared Owl *Asio otus* at the W.W.F.'S Oasi San Giuliano (Matera, South Italy). *Hystrix*, 11: 47-53.
- CRAMP (S.) & PERRINS (C.M.) 1994.— *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic*. Vol. 8. *Crows to Finches*. Oxford University Press, London. 899 p.
- CRICK (H.Q.P.), GIBBONS (D.W.) & MAGRATH (R.D.) 1993.— Seasonal Changes in Clutch Size in British Birds. *Journal of Anim. Ecol.*, 62: 263-273.
- 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.
- DRACHMANN (J.), KOMDEUR (J.) & BOOMSMA (J.J.) 2000.— Mate guarding in the Linnet *Carduelis cannabina*. *Bird Study*, 47: 238-241.
- DRACHMANN (J.), BROBERG (M.M.) & SØGAARD (P.) 2002.— Nest predation and semicolonial breeding in Linnets *Carduelis cannabina*. *Bird Study*, 49: 35-41.
- EYBERT (M.CH.) & CONSTANT (P.) 1998.— Diet of nestling Linnets *Acanthis cannabina*. *J. Ornithol.*, 139: 277-286.
- FISHER (R.A.) 1937.— The Relation between Variability and Abundance shown by the Measurements of the Eggs of British Nesting Birds, Vol. CXXII-B. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, Vol. 122, (826): 1-26.
- FOK (C.W.), WADDELL (K.J.) & MOUSSEAU (T.A.) 1994.— Host-associated fitness variation in a Seed beetle (Coleoptera: Bruchidae): evidence for local adaptation to a poor quality host. *Oecologia*, 99: 329-336.
- JOHNSON (L.S.), OSTLIND (E.), BRUBAKER (J.L.), BALENGER (S.L.), JOHNSON (B.G.P.) & GOLDEN (H.) 2006.— Changes in egg size and clutch size with elevation in a Wyoming population of Mountain Bluebirds. *Condor*, 108: 591-600.
- HEIM DE BALSAC (H.) & MAYAUD (N.) 1962.— *Les Oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique: Distribution géographique, écologie, migration, reproduction*. Lechevalier, Paris.
- HOYT (D.F.) 1979.— Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk*, 96: 73-77.
- ISENMANN (P.) & MOALI (A.) 2000.— *Oiseaux d'Algérie. Birds of Algeria*. SEOF Paris, 336 p.
- ISENMANN (P.), GAULTIER (T.), EL-HILI (A.), AZAFZAF (H.), DLENSI (H.) & SMART (M.) 2005.— *Oiseaux de Tunisie. Birds of Tunisia*. SEOF, Paris, 432 p.
- KHOURY (F.), JANAYDEH (M.) & AL-HMOUD (A.R.) 2009.— Nest placement and nesting success in two finch species colonizing a recently established plantation in an arid region. *J. Ornithol.*, 150: 29-37.
- LANGMORE (N.E.), KILNER (R.M.), BUTCHART (S.H.M.), MAURER (G.), DAVIES (N.B.), COCKBURN (A.), MACGREGOR (N.A.), PETERS (A.), MAGRATH (M.J.L.) & DOWLING (D.K.) 2005.— The evolution of egg rejection by Cuckoo hosts in Australia and Europe. *Behav. Ecol.*, 16: 686-692.

- MARTIN (T.E.) 1993.— Nest predation and nest sites: new perspectives on old patterns. *BioScience*, 43: 523-532.
- MORTON (E.S.), FORMAN (L.) & BRAUN (M.) 1990.— Extrapair fertilizations and the evolution of colonial breeding in Purple Martins. *Auk*, 107: 275-283.
- MOUSSEAU (T.A.) & FOX (C.W.) 1998.— The adaptive significance of maternal effects. *Trends Ecol. Evol.*, 13: 403-407.
- NEWTON (I.) 1972.— *Finches*. Collins, London.
- PAILLEY (M.) & PAILLEY (P.) 2000.— Le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto a. alba* en Maine-et-Loire. *Crex*, 5: 41-53.
- PARIS (P.) 1970.— *Faune de France 2: Oiseaux*. Librairie de la Faculté des sciences, Paris, 473 p.
- PERRY (E.F.) & ANDERSEN (D.E.) 2003.— Advantages of clustered nesting for Least Flycatchers in north-central Minnesota. *Condor*, 105: 756-770.
- PICMAN (J.), LEONARD (M.) & HORN (A.) 1988.— Antipredation role of clumped nesting by marsh-nesting Red-winged Blackbirds. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 22: 9-15.
- RICKLEFS (R.E.) 1984.— The optimization of growth rate in altricial birds. *Ecology*, 65: 1602-1616.
- RICKLEFS (R.E.), HAHN (D.C.) & MONTEVECCHI (W.A.) 1978.— The relationship between egg size and chick size in the Laughing Gull and Japanese Quail. *Auk*, 95: 135-144.
- ROBBINS (C.S.) 1979.— Effect of forest fragmentation on bird populations. pp. 198-212. In (R.M.) DEGRAAF, & K. E. EVANS, editors. *Management of north-central and northeastern forest for nongame birds*. GTR NC-51. U. S. Forest Service, St. Paul, Minnesota.
- ROTBERG (B.D.) 1998.— Oviposition decisions as maternal effects. In: *Maternal effects as adaptations*. (Mousseau TA, Fox CW, eds). New York: Oxford University Press: 67-79.
- SANTOS (C.P.) 2000.— Succession of breeding bird communities after the abandonment of agricultural fields in south-east Portugal, *Ardeola*, 47: 171-181.
- SINERVO, (B.) & DOUGHTY (P.) 1996.— Interactive effects of offspring size and timing of reproduction on offspring reproduction: experimental, maternal, and quantitative genetic aspects. *Evolution*, 50: 1314-1327.
- SOLER (J.J.), MOLLER (A.P.) & SOLER (M.) 1998.— Nest building, sexual selection and parental investment. *Evolutionary Ecology*, 12: 427- 441.
- STAMPS (J.A.) 1994.— Territorial behavior: testing the assumptions. *Advances in the Study of Behavior*, 23: 173-232.
- VAN DORP (D.) & OPDAM (P.F.M.) 1987.— Effects of patch size, isolation and regional abundance in forest bird communities. *Landscape Ecology*, 1: 59-73.
- VOOUS (K.H.) 1960.— *Atlas of European birds*. Elsevier, Amsterdam, 264 p.

Egg size variation and breeding characteristics of the Black-winged Stilt *Himantopus himantopus* in a Saharan oasis

Ala-Eddine ADAMO¹, Mohamed KOUIDRI¹, Yassine CHABI^{2†}, Joanna SKWARSKA³ & Jerzy BAÑBURA^{3*}

¹Department de Biologie, Faculté des sciences de l'ingénieur Université Amar Telidji, B. P 37, Laghouat, ALGERIA

²Department of Biology, Faculty of Science, Badji Mokhtar University of Annaba, B. P 12, Annaba, ALGERIA

³Department of Experimental Zoology and Evolutionary Biology, University of Łódź, Banacha 12/16, 90-237 Łódź, POLAND

*Corresponding author, e-mail: jbanb@biol.uni.lodz.pl

Adamou A. E., Kouidri M., Chabi Y., Skwarska J., Bañbura J. 2009. Egg size variation and breeding characteristics of the Black-winged Stilt *Himantopus himantopus* in a Saharan oasis. Acta Ornithol. 44: 1–7. DOI 10.3161/000164509X464821

Abstract. Different aspects of the breeding biology of the Black-winged Stilt were studied in a natural oasis wetland area in the Sahara Desert, the Chott of Aïn El Beïda, near Ouargla, E Algeria in 2004–2007. In this wetland the water level is independent of rainfall and Stilts start egg laying when average daily temperature increases to ca. 15°C, mostly in April–May, with no significant differences between years. Complete clutches usually consist of 4 eggs but 3 egg clutches happen with low frequency (2.9–5.6%). Egg size traits (mass, length, breadth and volume) tended to decrease from 2004 to 2007, probably due to deteriorating hydrological conditions of the wetland. Within-clutch variability showed both significant repeatability and laying-sequence-dependent differences among eggs, with the final egg being smaller than the clutch mean value. We found that all egg traits studied showed a negative correlation with the date of laying, which seems to be a phenomenon analogous to the seasonal decrease in clutch size, typical of birds with more variable clutch sizes. Hatching tended to be asynchronous, with average clutch hatching time being 1.84 days. The small final egg and hatching asynchrony are typical components of the adaptive brood reduction, the phenomenon not being recorded so far and remaining for future studies on the Black-winged Stilt. These are the first published data on breeding characteristics for any N African population of the Black-winged stilt.

Key words: Black-winged Stilt, *Himantopus himantopus*, oasis wetland, Sahara, breeding biology, clutch size, egg size, laying order, hatching asynchrony

Received — Oct. 2008, accepted — Jan. 2009

INTRODUCTION

Birds are believed to undertake reproductive decisions concerning habitat, time of nesting and clutch size with respect to the resources needed to successfully rear nestlings (Lack 1954, 1968). In waders, whose clutch size decision is to much extent phylogenetically constrained (Lack 1968, Maclean 1972, Arnold 1999), success in producing offspring depends mostly on the quality of eggs and the proper choice of nesting habitat that should be physically suitable and rich in food resources. Avian species nesting in wetlands and on water bodies are often especially sensitive to weather-dependent availability of nest-sites because these habitats are usually maintained by

weather-dependent water circulation (Eklins 1988, Owen & Black 1990). At this background, the case reported in this paper is especially interesting, as it concerns a natural wetland based on an oasis in the middle of the Sahara Desert in E Algeria. The breeding ecology of wetland birds inhabiting this area is independent of rainfall but still is affected by temperature, generally over 0°C in winter and the early spring and very high in summer (Achi 1972).

This paper concerns the Black-winged Stilt, a widely distributed species forming many races, sometimes considered as separate species (del Hoyo et al. 1996). Although the breeding biology of the species has been studied in some aspects in Spain and France (Seriot 1987, 1989, Cuervo 1993,

†Yassine Chabi (1955–2008) — a professor of the University of Annaba and an extraordinary Algerian ornithologist, died of cancer while still working on this paper

2003, 2004, 2005), hardly any data are available for North Africa (Castan 1963, Etchecopar & Hue 1964). The Black-winged Stilt may be a good wader species for studying breeding adaptations because it is relatively numerous in suitable wetland habitats, even ephemeral ones; it forms colonies, often mixed with other species (Cramp & Simons 1983, del Hoyo et al. 1996).

In this paper we are especially interested in some aspects of the Black-winged Stilt breeding biology that were not studied in detail so far. We focused on annual variation in the timing of breeding, clutch size, the number of hatchlings, egg characteristics and hatching asynchrony. During one year of this 4-year study we examined detailed characteristics of the laying of clutches, including egg sequences, and the hatching timing. Finally, we studied interrelations between different breeding characteristics. Together with the earlier publications on the Coot *Fulica atra* and the Whiskered Tern *Chlidonias hybrida*, this will contribute to the knowledge of the biology of water-associated avian species in North Africa (Rizi et al. 1999, Bakaria et al. 2002, Samraoui & Samraoui 2007). We are not aware of any papers on avian breeding biology in Saharan oasis wetlands.

METHODS

This study was carried out in the Chott of Aïn El Beïda, an offshoot of the Chott of Ouargla, located in surroundings of Ouargla, 800 km south-east of Algiers, Algeria, North Africa (5°22'E, 31°58'N) in 2004–2007. The Chott is a natural large oasis wetland within the Sahara Desert, whose all water resources come from the underground, with only trace amounts coming from rainfall; climate conditions are dry and hot (Achi 1972). The Chott is located at 142–146 m a.s.l. and its maximum depth is 2 m. Although the origin of the oasis is natural, the Chott is currently under heavy human management pressure — the study area was systematically drained during the time of the study so that it almost completely dried up in 2008. The study area is divided into two sections by a water ditch: the eastern and western zones. Loose colonies of Black-winged Stilts composed of dumps of nests were placed in both the sections.

Sites inhabited by Black-winged Stilts were searched for active nests that were checked afterwards every 3–5 days in 2004, and 2006–2007 and everyday in 2005, to determine the date of the

onset of egg laying and record the time when incubation started and the clutch could be considered complete. Clutches were considered complete when they stopped changing egg numbers and were incubated. The number of eggs in complete clutches was recorded and lengths (L) and breadths (B) of all eggs were measured with sliding callipers to the nearest 0.1 mm. Egg volume (V) was calculated according to Hoyt's (1979) formula: $V = 0.51 * L * B^2$. In 2005–2007, the eggs were also weighed to the nearest 0.1 g. In 2005, a deviation of the volume of the final egg from the mean egg volume in the clutch, D-value, was calculated according to Slagsvold et al. (1984).

The number of hatched eggs was systematically recorded. Because the field study started too late to study egg laying initiation in 2004, only some of the breeding characteristics for that year were comparable with 2005–2007 and thus included into the analysis. In 2005, when the exact laying and hatching times were recorded for subsequent eggs in the clutch, the number of days necessary to complete the clutch, inter-egg interval, and the number of days the process of hatching took in particular broods were established.

Standard statistical methods were used (Sokal & Rohlf 1995), with all calculations being conducted applying STATISTICA software (StatSoft, Inc. 2003). Within-clutch repeatability of egg traits was calculated as the intra-class correlation (Bańbura & Zieliński 1990, 1998, Sokal & Rohlf 1995). Hatchability was also analysed as a binomial variable (number of hatchlings in relation to clutch size) applying generalised linear modeling in GLIM 3.77 (Crawley 1993). This analysis was conducted for clutches in which at least one egg was hatched because of very variable causes of unhatching. Because eggs within clutches tend to be similar to each other, per clutch mean egg traits were considered as unit observations to avoid pseudoreplication (Bańbura & Zieliński 1990, 1998).

RESULTS

The breeding phenology of the Black-winged Stilt in the Chott of Aïn El Beïda, described by the dates of clutch initiation, did not differ between years 2005–2007 and showed very close medians as well as averages; with medians lower than corresponding averages, as typical for right-skewed frequency distributions (Table 1). The clutch initiation dates ranged from 2 April to 10

Table 1. Basic characteristics and among-year comparison of the date of the onset of egg laying (1 = 1 April), clutch size and the per-brood number of hatchlings of Black-winged Stilts in the Chott of Ain El Beida (mean \pm SE). Laying date was analysed by median test, while clutch size and hatchling numbers by 2 \times 3 and 5 \times 3 contingency tables, respectively. Sample size in brackets.

Year	Laying date	Clutch size	No. of hatchlings
2005	17.22 \pm 1.023 (182)	3.97 \pm 0.015 (173)	2.98 \pm 0.114 (173)
2006	15.37 \pm 1.158 (86)	3.94 \pm 0.023 (71)	2.85 \pm 0.177 (71)
2007	18.64 \pm 1.658 (47)	3.95 \pm 0.030 (41)	3.00 \pm 0.234 (41)
	$\chi_2^2 = 1.92, p = 0.38$	$\chi_2^2 = 1.16, p = 0.56$	$\chi_8^2 = 2.42, p = 0.97$

June in 2005, from 4 April to 30 May in 2006 and from 8 April to 22 May 2007 but the variance did not significantly differ between the years (Levene's test: $F_{2,212} = 1.86, p = 0.158$).

Most complete clutches were composed of 4 eggs — only 11 out of 285 clutches studied during 2005–2007 were 3-egg clutches. A frequency of 3-egg clutches ranged from 2.9% to 5.6% but the year-to-year variation was non-significant (Table 1). Producing a clutch lasted on average 5.05 ± 0.04 (SE) days (3–7 days), with mean interval between consecutive eggs being 1.27 ± 0.01 (SE) days. Incubation lasted on average 22.09 ± 0.08 (SE) days. Mean number of hatchlings per brood, 2.85–3.00, was similar between years, with frequencies of hatchling numbers being non-significantly different (Table 1).

Individual egg sizes were highly variable, with the largest eggs being 3 times larger than the smallest ones (Table 2). All mean egg traits differed between years, as shown by both bivariate testing of egg length and breadth (MANOVA: Wilks $F_{6, 574} = 10.92, p < 0.000001$) and univariate testing of egg mass, length, breadth and volume (Table 3). For egg mass, breadth and volume significantly lower mean values were found in 2007 than in the previous years (Table 3, Duncan tests). In the case of egg length there was no difference between means for 2004 and 2005 and then there was a significant decrease in 2006 and significantly lower mean in 2007 (Duncan test).

In 2005, laying-sequence-related variation was also studied in detail. Repeated-measures ANOVAs for all egg traits in 4-egg clutches

showed significant effects of the laying sequence but also interaction between sequence and nest (Table 4). Thus the last egg in the laying sequence tended to be the smallest (i.e. egg volume shown in Fig. 1) but in some nests this tendency was not kept, resulting in the interaction. In addition, the deviation of the final egg volume from the mean volume in the clutch, D, was on average -0.68 ± 0.40 (SE) and the modal value -3.41 , which confirms the tendency for the final egg in the clutch to be small in relation to the clutch mean. All the egg variables showed a tendency for eggs in the same clutch to resemble each other non-randomly, which resulted in significant intra-clutch repeatabilities (Table 5). All the egg traits except the D-value were found to be negatively correlated with the clutch laying dates (Table 6, Fig. 2).

Hatching, studied in detail in 2005, lasted on average 1.84 ± 0.06 (SE) days (range 1–4 days, $n = 99$). Hatching span was slightly but significantly negatively correlated with the D-value ($r = -0.21, n = 99, p = 0.036$), which means that the lower the D-value the longer hatching span. Hatching success in clutches in which at least one egg hatched,

Table 2. Characteristics of eggs of Black-winged Stilts in the Chott of Ain El Beida in 2004–2007 based on individual measurements of all complete clutches. ¹2005–2007 included.

Egg trait	Mean \pm SE	Range	N
Mass (g)	20.81 \pm 0.073	13.80–29.0	1061 ¹
Length (cm)	4.38 \pm 0.006	3.37–5.00	1155
Breadth (cm)	3.11 \pm 0.005	2.24–3.90	1155
Volume (cm ³)	21.61 \pm 0.080	10.80–36.46	1155

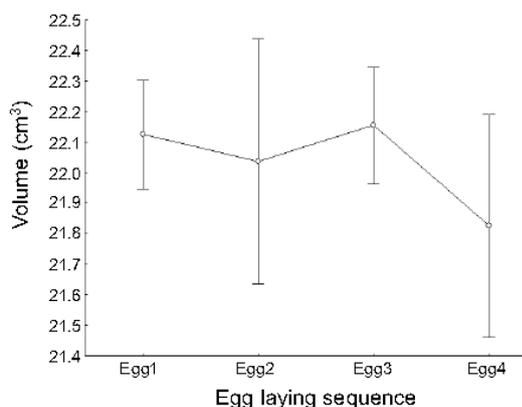


Fig. 1. Mean volumes \pm 95% confidence intervals of eggs of a particular position in clutch laying sequence in 4-egg clutches of Black-winged Stilts in the Chott of Ain El Beida in 2005 ($n = 160$ clutches).

Table 3. Annual variation in per-clutch mean egg traits of Black-winged Stilts in the Chott of Aïn El Beïda analysed by one-way ANOVAs (mean \pm SE). df result from number of years and clutches included.

Year	Egg trait			
	Mass (g)	Length (cm)	Breadth (cm)	Volume (cm ³)
2004		4.35 \pm 0.028	3.13 \pm 0.023	21.98 \pm 0.411
2005	21.50 \pm 0.151	4.40 \pm 0.012	3.13 \pm 0.010	22.09 \pm 0.180
2006	20.56 \pm 0.266	4.39 \pm 0.019	3.07 \pm 0.016	21.20 \pm 0.278
2007	19.94 \pm 0.408	4.16 \pm 0.033	2.98 \pm 0.027	18.89 \pm 0.485
	F _{2,241} = 9.42, p = 0.00012	F _{3,288} = 16.90, p < 0.000001	F _{3,288} = 10.64, p = 0.000001	F _{3,288} = 13.80, p < 0.000001

analysed as a binomial variable (number of hatchlings in relation to clutch size), was affected by neither egg mass, length, breadth and volume nor laying date or the average interval between laying consecutive eggs in the clutch (generalised linear model: deviance changes 0–2.1, df = 1, p > 0.14).

We recorded one case of overtaking a Kentish Plover's *Charadrius alexandrinus* nest containing 2 eggs by a pair of Black-winged Stilts. The clutch of 4 eggs produced by this pair was fully successful in terms of hatching. Two Kentish Plover's eggs were not removed from the nest but were in some way discriminated against during incubation and, as a result, they did not hatch.

DISCUSSION

The Black-winged Stilt is a relatively plastic wetland bird that is capable of inhabiting even ephemeral sites located far away from its permanent breeding areas (Lippens et al. 1966, Cramp & Simons 1983). Oases located in deserts may provide the species with more or less stable breeding habitats. The wetland area we studied, the Chott of Aïn El Beïda in the Sahara Desert, exists in arid climatic conditions and is completely independent of rainfall that is very low in the region, with mean around 50 mm per year (Achi 1972). The area is characterised by nearly linear increase of temperature from January to July, with mean temperature in January being below 10°C and in July

more than 35°C. In April when Black-winged Stilts start laying eggs, mean daily temperature is more than 20°C and average minimum temperature is 15°C. This increase in temperature to c. 15°C seems to directly trigger the onset of laying when the photoperiod has already been adequate to start the physiological mechanisms of breeding. Minimum daily temperature, from less than 5°C in January to ca. 10°C in March, is probably too low, even if water conditions do not change (Achi 1972). The relative consistency in the seasonal dynamics of weather is probably a main reason why the timing of Black-winged Stilt breeding does not differ too much between years. In the mild climate of Cape Verde Islands first eggs are laid even in February but so early time of breeding is rather exceptional (Snow & Perrins 1998). Iraqi Stilts start laying in March (Marchant 1963). In most Mediterranean countries egg laying starts from mid-April to June (Castan 1963, Robin 1966, Studer-Thiersch 1968, Seriot 1989, Cuervo 1993). During invasions to the North, Belgium and the Netherlands, Stilts lay eggs in late-May and June (Lippens et al. 1966).

Clutch size in Charadriiformes is known to show little variation and many species have constant clutch size of 4 eggs (Lack 1968, Maclean 1972, Arnold 1999). Similarly to other studies on the Black-winged Stilt, we found that 4 eggs was the most frequent clutch size (Castan 1963, Robin 1966, Studer-Thiersch 1968, Cramp & Simons 1983, Seriot 1989, Cuervo 1993). We did not find any

Table 4. Results of repeated-measures analyses of variance to test egg traits within laying sequences in all complete 4-egg clutches of Black-winged Stilts in the Chott of Aïn El Beïda in 2005.

Effect	Mass	Length	Breadth	Volume
Sequence	F _{3,8} = 29.07 p = 0.0006	F _{3,8} = 18.4 p = 0.002	F _{3,8} = 14.0 p = 0.004	F _{3,8} = 30.5 p = 0.0005
Sequence*nest	F _{474,8} = 7.25 p = 0.009	F _{474,8} = 6.9 p = 0.01	F _{474,8} = 19.0 p = 0.0006	F _{474,8} = 18.3 p = 0.0007

Table 5. Within-clutch repeatability of egg traits of Black-winged Stilts in the Chott of Aïn El Beïda in 2005. Only 4-egg clutches were included. For all traits $p < 0.000001$.

Egg trait	r	SE	$F_{159,480}$
Mass (g)	0.772	0.024	14.55
Length (cm)	0.625	0.035	7.67
Breadth (cm)	0.488	0.041	4.81
Volume (cm ³)	0.600	0.036	7.00

clutch larger than 4 eggs but there were some composed of 3 eggs. The frequency of the latter did not vary between years, resulting in no difference in the average clutch size. With the constrained clutch size, one could expect that unavoidable variation in parental investments should be reflected in more variability in the quality of eggs and in nestling performance. In this paper we focused on the former by analysing egg size characteristics. We found that all the egg traits studied showed a negative correlation with the date of laying, which seems to be a phenomenon analogous to the seasonal decrease in clutch size, typical of birds with more variable clutch sizes (Lack 1954, Perrins 1970). Mean egg length, breadth and volume in the Algerian population of Black-winged Stilts is within the range of those characteristics known for a few other populations of this species, in Spain (Studer-Thiersch 1968, Cuervo 1993), Morocco (Robin 1966), although the minimum and maximum measurements of individual eggs seem to have a wider range than recorded for different locations by Makatsch (1974).

We found that mean egg sizes showed a decreasing tendency in subsequent years starting from 2005. This decrease coincided with the progressive process of the drying of the wetland area studied which ended with the complete drying-up in 2008. The Black-winged Stilt population of the area showed a corresponding decline. On the other hand, the drying process caused that it became progressively easier for humans and animals to get access to and destroy clutches (unpubl.

Table 6. Correlations between per-clutch mean egg traits and the date of laying onset in full clutches of Black-winged Stilts in the Chott of Aïn El Beïda in 2005. In the case of D-value only hatched clutches were included.

Egg trait	r	N	p
Mass (g)	-0.466	165	< 0.0001
Length (cm)	-0.347	165	< 0.0001
Breadth (cm)	-0.318	165	< 0.0001
Volume (cm ³)	-0.370	165	< 0.0001
D (%)	0.106	138	0.215

data). All these could result in a decrease in habitat quality and, consequently, in egg quality via individual bird quality (c.f. Ojanen 1983). Changes in water level and habitat quality notoriously have a bad impact on breeding success of many wader species directly, by drying up of the nesting site or, on the contrary, drowning the clutch, and indirectly, by enabling predatory animals to get to nests (Sanders 1999, Conway et al. 2005, Cuervo 2005, Sanchez-Zapata et al. 2005).

Analogously to the results concerning other bird species (Ojanen 1983, Bañbura & Zieliński 1990, 1998), this study found that individual differences between females are the main source of variation in egg traits, resulting in their high repeatability within clutches. Our results suggest that there exists a laying-sequence-related pattern of egg trait variation within clutches in the Black-winged Stilt, with the ultimate egg being smaller than the mean of the clutch, with some variation between nests with respect to this pattern complicating the picture. Such a decreasing pattern seems not to be typical for waders (Vaisanen et al. 1972, Ojanen 1983, Slagsvold et al. 1984). In our study population of Black-winged Stilts, the small size of the ultimate eggs is accompanied by a tendency to asynchronous hatching. It is interesting that the literature summarised by Cramp & Simmons (1983) describes the species as synchronously hatching. There are two possible explanations of this discrepancy: (i) there is some variation between different populations with respect to hatching and (ii) the published studies were not detailed enough to find the phenomenon. The

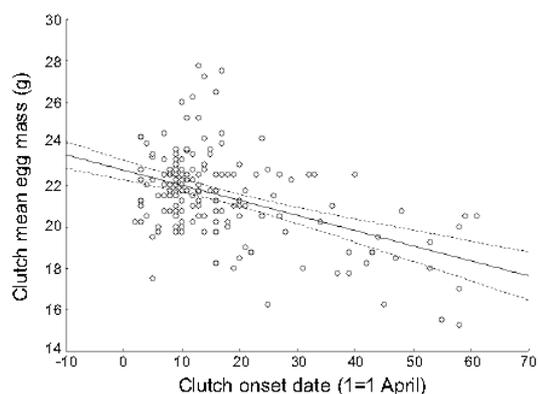


Fig. 2. The relationship between per-clutch-mean egg mass and the date of the start of clutch laying in Black-winged Stilts in the Chott of Aïn El Beïda in 2005. Regression line \pm 95% confidence limits are shown.

latter possibility seems more probable. The small final eggs and hatching asynchrony are typical components of the adaptive brood reduction (Slagsvold et al. 1984). This strategy has not been recorded so far in the Black-winged Stilt and may be an interesting subject of future studies. The component of the breeding success we studied in relation to the timing of breeding, laying interval between subsequent eggs and egg traits was hatchability. We found no significant effect on this variable but we are aware that potential consequences for fitness can become apparent in later stages than hatching and could possibly be revealed by studying nestling body condition, fledging success and recruitment.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was financially supported by the Université de Ouargla, Université Amar Telidji-Laghouat, Badji Mokhtar University and University of Łódź (grant nr 506/829).

REFERENCES

- Achi K. 1972. Salinization and water problems in the Algerian Northeast Sahara. In: Farvar M. T., Milton J. P. (eds). The careless technology ecology and international development. The Natural History Press/ Garden City, New York, pp. 276–288.
- Arnold T. W. 1999. What limits clutch size in waders. *J. Avian Biol.* 30: 216–220.
- Bakaria F., Rizi H., Ziane N., Chabi Y., Bañbura J. 2002. Breeding ecology of Whiskered Terns in Algeria, North Africa. *Waterbirds* 25: 56–62.
- Bañbura J., Zielifski P. 1990. Within-clutch repeatability of egg dimensions in the Black-headed Gull *Larus ridibundus*. *J. Ornithol.* 131: 305–310.
- Bañbura J., Zielifski P. 1998. An analysis of egg-size repeatability in Barn Swallows *Hirundo rustica*. *Ardeola* 45: 183–192.
- Castan R. 1963. Notes de Tunisie (Region de Gabes). *Alauda* 31: 294–303.
- Conway W., Smith L., Ray J. D. 2005. Shorebird breeding biology in Wetlands of the Playa Lakes, Texas, USA. *Waterbirds* 28: 129–138.
- Cramp S., Simons K. E. L. 1983. The Birds of the Western Palearctic. Vol. III. Gulls to Waders. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Crawley M. J. 1993. GLIM for Ecologists. Blackwell, Oxford.
- Cuervo J. J. 1993. [Biology of reproduction of the Avocet (*Recurvirostra avosetta*) and the Black-winged Stilt (*Himantopus himantopus*) in Spain]. PhD Thesis. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Cuervo J. J. 2003. Parental roles and mating system in the black-winged stilt. *Can. J. Zool.* 81: 947–953.
- Cuervo J. J. 2004. Nest-site selection and characteristics in a mixed-species colony of Avocets *Recurvirostra avosetta* and Black-winged Stilts *Himantopus himantopus*. *Bird Study* 51: 20–24.
- Cuervo J. J. 2005. Hatching success in Avocets *Recurvirostra avosetta* and Black-winged Stilts *Himantopus himantopus*. *Bird Study* 52: 166–172.
- del Hoyo J., Elliot A., Sargatal J. 1996. Handbook of the Birds of the World. Vol. 3. Lynx Edicions, Barcelona.
- Eklins N. 1988. Weather and Bird Behaviour. T & A.D. Poyser.
- Etchecopar R. D., Hue F. 1964. Les Oiseaux du Nord de l'Afrique. Editions N. Boubee & C. Paris.
- Hoyt D. F. 1979. Practical methods of estimating volume and fresh weight of bird eggs. *Auk* 96: 73–77.
- Lack D. 1954. The Natural Regulation of Animal Numbers. Clarendon Press, Oxford.
- Lack D. 1968. Ecological Adaptations for Breeding in Birds. Methuen, London.
- Lippens L., Maes P., Voet H. 1966. De Steltkluteninvasie — *Himantopus himantopus* — 1965 in Belgie en Nederland. *Gerfaut* 56: 135–161.
- Macleay G. L. 1972. Clutch size and evolution in Charadrii. *Auk* 89: 299–324.
- Makatsch W. 1974. Die Eier der Vögel Europas. Neumann Verlag, Radebeul.
- Marchant S. 1963. The breeding of some Iraqi birds. *Ibis* 105: 516–557.
- Ojanen M. 1983. Significance of variation in egg traits in birds, with special reference to passerines. *Acta Universitatis Oulensis, Ser. A (154)*: 1–61.
- Owen M., Black J. M. 1990. Waterfowl Ecology. Blackie, Glasgow.
- Perrins C. M. 1970. The timing of bird's breeding seasons. *Ibis* 112: 242–255.
- Rizi H., Benyacoub S., Chabi Y., Bañbura J. 1999. Nesting and reproductive characteristics of Coots *Fulica atra* breeding on two lakes in Algeria. *Ardeola* 46: 179–186.
- Robin A. P. 1966. Nidifications sur L'iriki, daya temporaire du sud Marocain, en 1965. *Alauda* 34: 81–101.
- Samraoui F., Samraoui B. 2007. The reproductive ecology of the Common Coot (*Fulica atra*) in the Hauts Plateaux, North-east Algeria. *Waterbirds* 30: 133–139.
- Sanchez-Zapata J. A., Anadon J. D., Carrete M., Gimenez A., Navarro J., Villacorta C., Botella F. 2005. Breeding waterbirds in relation to artificial pond attributes: implications for the design of irrigation facilities. *Biodiv. Conserv.* 14: 1627–1639.
- Sanders M. D. 1999. Effect of changes in water level on numbers of black stilts (*Himantopus novaezelandiae*) using deltas of Lake Benmore. *N. Z. J. Zool.* 26: 155–163.
- Seriot J. 1987. Biologie de reproduction de l'Echasse blanche (*Himantopus himantopus*) dans le Languedoc-Roussillon en 1985. *Le Guepier* 5: 11–21.
- Seriot J. 1989. Données sur la population d'Echasses blanches (*Himantopus himantopus*) du Languedoc-Roussillon. *Nos Oiseaux* 40: 1–10.
- Slagsvold T., Sandvik J., Rofstad G., Lorensten O., Husby M. 1984. On the adaptive value of intraclutch egg-size variation in birds. *Auk* 101: 685–697.
- Snow D. W., Perrins C. M. 1998. The Birds of the Western Palearctic. Concise Edition. Vol. 1. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Sokal R. R., Rohlf F. J. 1995. Biometry. 3rd ed. Freeman, New York.
- StatSoft, Inc. 2003. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com
- Studer-Thiersch A. P. 1968. [Notes on waterbirds of a lagoon in Andalusia (observations in March - June 1967)]. *Ardeola* 14: 167–174.
- Vaisanen R. A., Hilden O., Soikkeli M., Voulanto S. 1972. Egg dimensions in five wader species: the role of heredity. *Ornis Fennica* 49: 25–44.

STRESZCZENIE

[Zmienność rozmiarów jaj i cechy rozrodu szczudłaka w oazie na Saharze (wsch. Algieria)]

Różne aspekty biologii rozrodu szczudłaka były badane w unikalnym środowisku podmokłym w obrębie dużej oazy na Saharze, koło Ouargalii we wschodniej części Algierii, w latach 2004–2007. W środowisku tym poziom wody jest zasadniczo niezależny od opadów deszczu. Szczudłaki rozpoczynają składanie jaj gdy średnia temperatura osiąga około 15°C, co zazwyczaj następuje w kwietniu–maju. Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania daty rozpoczęcia lęgów między latami (Tab. 1). Pełne zniesienia zawierają najczęściej 4 jaja, ale z niewielką częstością, 2.9–5.6%, zdarzają się pełne zniesienia złożone z trzech jaj. Średnie wartości takich cech jaj, jak masa, długość, szerokość i objętość wykazywały tendencję do zmniejszania się w okresie od roku 2005 do 2007 (Tab. 3), co było przypuszczalnie związane z pogarszaniem się stosunków wodnych w oazie. Znaczne wyschnięcie obszaru

podmokłego oazy spowodowało, że w roku 2008 kolonie lęgowe szczudłaków w ogóle zanikły. Zmienność wewnątrzlęgowa cech jaj odznaczała się zarówno istotną powtarzalnością, jak i wzorcem związanym z kolejnością składania (Tab. 4–5). Ostatnie jajo było istotnie mniejsze niż średnia z poprzedzających je jaj w zniesieniu (Fig. 1). Wszystkie badane cech jaj wykazywały ujemną korelację z datą rozpoczęcia lęgu (Tab. 6, Fig. 2), co wydaje się być zjawiskiem analogicznym do opisanego u ptaków o zmiennej wielkości lęgu sezonowego spadku jego wielkości. Wykluwanie piskląt przejawiało tendencję do nierównoczesności, czego miarą jest rozpiętość czasu klucia wynosząca średnio 1.84 dnia. Małe rozmiary ostatniego jaja i nierównoczesność klucia stanowią składowe strategii przystosowawczej redukcji lęgu. Jako zjawisko dotychczas nie badane u szczudłaków może ono być owocnym przedmiotem przyszłych badań. Prezentowane w tej pracy dane są pierwszymi ścisłymi danymi o biologii rozrodu tego gatunku w warunkach północno-afrykańskich.



T. Cofta

Résumés

Résumé

Notre étude a été réalisée dans la région de Djebel Amour, partie centrale de l'atlas saharien et limite nord du Sahara, durant la période 2007-2009. Le suivi de l'avifaune de cette région a permis de caractériser le peuplement avien sur plusieurs plans. Nous avons recensé 116 espèces structurées en 39 familles avec 62 espèces nicheuses.

Les populations d'oiseaux montrent une diversité biogéographique, elles sont subdivisées en 16 types fauniques selon la classification de Voous (1960). Les plus importantes sont les espèces nordiques de l'élément Paléarctique et méditerranéen avec une faible présence des éléments afrotropicaux. Ce statut zoogéographique est favorisé par la qualité phytogéographique de la région qui possède un cortège floristique méditerranéen qui se dégrade continuellement.

Les trois Fringillidae étudiés présentent des densités importantes par rapport aux populations européennes. Dans les milieux steppiques, le Roselin githagine utilise l'Alfa sur des terrains fortement inclinés et les deux autres espèces, la Linotte mélodieuse et le Verdier d'Europe colonisent des milieux arborés. Elles montrent une similitude dans la phénologie de reproduction avec les populations européennes et asiatiques mais avec des périodes de reproduction plus courtes sous l'influence du froid.

Les traits des œufs chez certaines espèces présentent des différences importantes par rapport à leurs congénères européens et le succès de la reproduction est relativement important pour tous les modèles d'étude avec une charge parasitaire faible en ectoparasites et en hémoparasites sous l'action des conditions écologiques difficiles.

Les résultats obtenus sont discutés dans un cadre biogéographique, à la lumière des littératures disponibles sur la distribution biogéographique, la bioécologie et les relations hôte-parasite des oiseaux.

Mot clés : Djebel Amour, Espèces nicheuses, Fringillidae, Phénologie de reproduction, Biogéographie, Charge parasitaire.

Contribution to the study of breeding birds of the Saharan Atlas region

Summary

Our study was carried out in the region of Djebel Amour, central part of the Saharan Atlas and northern boundary of the Sahara, during the period 2007-2009. Monitoring of the avifauna allowed us to characterize the avian populations in several aspects. We identified 116 species organized into 39 families with 62 breeding species.

The population of birds shows a biogeographic diversity, it is subdivided into 16 types according to the zoogeographical classification of Voous (1960). The most important are the northern species of the Palearctic and Mediterranean element with lower Afrotropical elements. This zoogeographic status is enhanced by the quality of the phytogeographical region with a continuously deteriorating of Mediterranean floristic.

The three studied Fringillidae have high densities compared to European populations. In the steppes, Trumpeter Finch uses the Alfa on steeply sloping land and the other two species, the Linnet and the Greenfinch colonize wooded environments. They show a similarity in the timing of breeding with European and Asian populations but with shorter periods of reproduction under the influence of cold.

Traits of eggs in some species exhibit significant differences compared to their European counterparts and reproductive success is relatively high for all study models with a low parasite load in ectoparasites and haemoparasites under the influence of difficult ecological conditions.

The results are discussed in a biogeographical framework in the light of available literature on the biogeographic distribution, the bioecology and host-parasite relationships of birds.

Key words: Djebel Amour, Breeding species, Fringillidae, Reproductive phenology, Biogeography, Parasite load.

الإسهام في دراسة عشائر الطيور المعششة في منطقة الأطلس الصحراوي

ملخص

تم إنجاز هذه الدراسة في منطقة جبل عمور، الجزء الأوسط من الأطلس الصحراوي والحدود الشمالية للصحراء، بين الفترة الممتدة من 2007-2009. سمح تتبع طيور هذه المنطقة بتحديد خصائص عشائرها من عدة نواح. فقد تم تحديد 116 نوعا والتي تنتظم في 39 فصيلة مع إحصاء 62 نوعا معششا.

وتظهر عشائرها هذه الطيور تنوعا بيوجغرافيا هاما، حيث تنقسم إلى 16 نوعا حيوانيا وفقا لتصنيف Voous (1960) للحياة البرية. الأنواع الأكثر أهمية هي الأنواع الشمالية المتمثلة في عنصر البالياركتيك Paléarctique و كذا العنصر المتوسطي Méditerranéen مع ظهور طفيف للعناصر الجنوبية الأفرومدارية Afrotropicale. ومما يعزز هذا الوضع البيوجغرافي نوعية الغطاء النباتي المتوسطي للمنطقة والذي يعاني من تدهور مستمر.

تبدي الأنواع الثلاث المدروسة والمنتمية إلى عائلة الشرشوريات Fringillidae كثافة عالية مقارنة بالعشائر الأوروبية. في الوسط السهبي، يستعمل طائر النغر الشائع *Bucanetes githagineus* نبات الحلفاء للتعشيش في مناطق شديدة النحار فيما يحتل النوعان الأخران، الحسون التفاحي *Carduelis cannabina* و طائر الخضير *Carduelis chloris* الأوساط المشجرة. وتظهر هذه الأنواع تشابها مع العشائر الأوروبية و الآسيوية فيما يخص فينولوجيا التكاثر لكن مع فترات تكاثر أقصر تحت تأثير البرودة.

كما سجلنا اختلافات هامة في خصائص البيوض مقارنة بنظيراتها الأوروبية، مع نسبة نجاح مرتفعة نسبيا للتكاثر عند كل الأنواع، مدعمة بحمولة طفيلية منخفضة، من الطفيليات الخارجية وكذا طفيليات الدم تحت تأثير الظروف البيئية الصعبة.

وتناقش النتائج المتحصل عليها في إطار بيوجغرافي، في ضوء المعلومات المتاحة بشأن التوزيع البيوجغرافي، البيويكولوجي و كذا العلاقات الحيوية بين المضيف والطفيلي لدى الطيور.

الكلمات المفتاحية: جبل عمور، أنواع معششة، عائلة الشرشوريات، فينولوجيا التكاثر، البيوجغرافيا، الحمولة الطفيلية.