

**PERFORMANCES REPRODUCTIVES
DES POPULATIONS ALGERIENNES DE
LA MESANGE CHARBONNIERE
(PARUS MAJOR) QUI NICHENT A
L'EXTREME SUD DE LEUR AIRE DE
DISTRIBUTION DE GEOGRAPHIQUE**

**CHABI Yassine*
BENYACOUB Slim
ZIANE Nadia***

RESUME

L'étude des traits d'histoire de vie de la Mésange charbonnière (Parus major) est réalisée au Nord-Est de l'Algérie, qui représente l'extrême Sud de son aire de distribution géographique.

La date, la grandeur de ponte et le nombre de jeunes envolés sont comparés à ceux de la Mésange bleue (Parus caeruleus) qui niche dans les mêmes habitats. Les résultats ont montré que la Mésange charbonnière n'occupe pas les nichoirs dans le Chêne zeen (Quercus faginea) et dans le Chêne liège (Quercus suber) à haute altitude. Elle pond plus tard que la Mésange bleue. Pour les deux espèces la date de ponte est liée positivement à la phénologie du débourrement des arbres dans les habitats. La grandeur de ponte est plus importante pour la Mésange charbonnière et le nombre de jeunes envolés est identique pour les deux espèces. Lorsque nous comparons les populations de Mésange charbonnière à celles qui nichent en Europe centrale et du Nord, nous supposons que pour se reproduire, la Mésange charbonnière nord africaine doit réaliser un compromis entre, d'une part une saison de reproduction courte à cause de l'arrivée précoce de la chaleur durant la saison de reproduction et une forte compétition interspécifique exercée par la Mésange bleue et d'autre part l'envol d'un maximum de poussins. En effet, la taille des œufs est importante, comparable à celle des populations qui nichent à l'extrême Nord de l'aire de répartition de l'espèce. Ce qui suppose que dans les habitats extrêmes, où l'espèce est soumise à de fortes pressions de sélection, la Mésange charbonnière investit dans la qualité des poussins pour permettre un maximum d'envol.

ABSTRACT.

BREEDING PERFORMANCES OF GREAT TIT (PARUS MAJOR) IN ALGERIA AT THE SOUTHERN BORDER OF ITS BREEDING RANGE. The Life history traits of the Great Tit (Parus major) was studied at the northern east of Algeria, a southern border of its breeding range. The laying date, the clutch size and the number

fledgling have been compared with those of Blue Tit (*Parus caeruleus*) breeding in the same habitats. The obtained data reveal that Great tit did not even breed at nest boxes in Zeen oak (*Quercus faginea*) and Cork oak (*Quercus suber*) at high level. Eggs laying occurred later, compared with that of the Blue Tit, while clutch sizes and the the number of fledgling were similar in both species. On the other hand, the North African Great Tit seems to made a trade off with a quality of fledgling young and the short breeding period, due to both the warm environmental conditions and to the strong competition made by the Blue Tit during the season of reproduction. In fact, the importance of egg size, compared to that of Northern Europe, suggests that at extrem ranges of habitats, such species has to in the quality of young's to ensure a maximum of fledging.

Mots clés: *Reproduction, populations, Parus major, Parus caeruleus., Quercus suber, Quercus faginea.*

INTRODUCTION

La biologie de la reproduction des populations de la Mésange charbonnière (*Parus major*), petit passereau insectivore (Cramp et Perrins 1993) a fait l'objet de nombreux travaux (Kluyver 1951 et 1952, Lack 1966, Perrins 1979 et 1991, Nager 1993). Ces derniers ont montré une grande variabilité dans la phénologie de la reproduction de cette espèce en fonction des habitats (Dhondt & al. 1984, Hamann & al. 1989, Lemel 1989, Ojanen & al. 1983a, Baldi & al. 1993), de l'altitude (Hamann & al. 1989, Isenmann. 1987, Sasvari et Orell 1992) et des régions géographiques (Slavsgold 1976 Berndt & al. 1983 Sanz 1998). Les habitats caducifoliés, riches en nourriture permettent des dates de ponte précoces et des grandeurs de ponte plus importantes (Slavsgold 1976, Riddington et Gosler 1995).

Chez les oiseaux, la disponibilité alimentaire est considérée comme un facteur ultime (Lack 1950, Perrins et McCleery 1989, Daan & al. 1990) et proximal (Perrins 1970, Kallander 1974, Drendt et Daan 1980, Martin 1987) dans le timing de la ponte. D'autres facteurs comme la température ambiante (Svensson et Nilson 1995) et la photopériode (Meijer 1989, Silverin 1995, Lambrechts & al. 1996, 1997) sont aussi déterminants dans son déclenchement.

Trois hypothèses sont actuellement admises pour expliquer la variation biogéographique de la fécondité des oiseaux. Lack 1947 suggère que l'augmentation de la grandeur de ponte avec l'altitude peut être attribuée à la longueur du jour plus importante en allant du Sud vers le Nord. Par conséquent, les parents ont plus de temps pour nourrir plus de jeunes que leurs homologues du sud. La deuxième hypothèse est celle d'Ashmole (1961) qui suggère que la grandeur de ponte des oiseaux est fonction des fluctuations saisonnières des ressources trophiques. Plus les

fluctuations sont importantes plus la grandeur de ponte est conséquente. Dans les milieux stables et peu contrastés comme en Afrique du Nord, les fluctuations sont faibles et par conséquent la grandeur de ponte est faible par rapport à celle des populations d'Europe centrale et du Nord. Enfin, Skutch (1949) suggère la prédation comme un facteur qui influence la grandeur de ponte. En effet, la réduction de la prédation des nids favorise des grandeurs de ponte importantes (Skutch 1949, Cody 1966, Slavsgold 1982, Kulesza 1990 et Martin 1992). La prédation des nids semble diminuer lorsque la latitude augmente (Kulesza 1990, Martin 1996).

Dans la région méditerranéenne, les quelques travaux réalisés sur les populations de la rive nord, ont montré que la Mésange charbonnière pond entre la mi et la fin avril avec des grandeurs de ponte qui varient de 7 à 10 œufs par femelle (Michelland 1980, Cramm, 1982 Clamens & al. 1986, Isenmann 1987, Blondel & al. 1987, Clamens et Isenmann 1989, Bellativa et 1991). En revanche au sud de la Méditerranée, les modalités de la reproduction de cette espèce restent largement inconnues. Pourtant, elle est ici à la limite sud de son aire de répartition, ce qui l'oblige à adapter une stratégie qui lui permet de survivre dans des habitats relativement pauvres. Par ailleurs, Sanz (1998) en se basant sur nos observations, s'interroge sur la ponte tardive des populations Nord africaines et soupçonne la phénologie du débourrement des arbres car ce retard ne peut pas être expliqué par la photopériode. En effet, les populations Nord africaines sont soumises d'une part à une chaleur et une sécheresse précoce durant la saison de reproduction et à une durée du jour plus courte durant la saison comparativement à leur homologue du Nord. C'est pour cela que nous nous proposons de présenter les performances reproductives de la Mésange charbonnière dans les subéraies à *Quercus suber* du Nord Est de l'Algérie, et de les discuter avec celles de la Mésange bleue qui niche dans les mêmes habitats.

MATERIEL ET METHODES

Modèle biologique

La Mésange bleue : *Parus caeruleus* Linnaeus (1758). C'est un petit passereau forestier, arboricole dont l'aire de distribution occupe une bonne partie du paléarctique occidental, allant de la Scandinavie au Nord jusqu'aux Iles Canaries et le Nord de l'Afrique, au Sud. En Algérie, elle est présente du Nord jusqu'aux premières oasis dans le Sud. Les espèces européennes continentales appartiennent à la forme nominale *caeruleus caeruleus*, celles de la Corse à la sous espèce *ogliastrae* (Vaurie 1957). En Afrique du Nord, elle est représentée par la sous espèce *ultramarinus*, qui pourrait être considérée selon Martin (1991 b), Haffer cité par Glutz von Boltzheim et Bauer (1993) et Schottler (1993) comme une espèce distincte. Elle mesure 11,5 cm environ et pèse en moyenne 11,5 g. La paterne de cet oiseau fait de lui une des espèces les plus colorées de la

région. Le dimorphisme sexuel est faible avec un avantage pondéral pour le mâle. Dans la région, la Mésange bleue est assez souple dans le choix de son habitat, elle est présente depuis le maquis bas avec des densités faibles de 0,59 couples/10 ha, jusqu'aux forêts d'altitude, où les densités deviennent relativement importantes (de 7 couples/10 ha dans la subéraie d'altitude à 11 couples/10 ha dans la zénaie (Benyacoub 1993).

La Mésange charbonnière

Parus major. Linnaeus (1758). C'est un petit passereau arboricole dont l'aire de répartition géographique couvre comme pour la Mésange bleue, une partie importante du paléarctique occidental. En Afrique du Nord, elle est représentée par la sous espèce *excelsus* (Buvry 1857) Elle est de plus grande taille que la Mésange bleue, et mesure 22,5 cm pour une masse moyenne de 20 g. Comme pour la Mésange bleue, le dimorphisme sexuel est très faible, avec un avantage pondéral pour le mâle. Elle est observée de la mer jusque dans l'Atlas saharien. Dans la région considérée, elle semble plus exigeante dans le choix de son habitat, et préfère les subéraies sans sous bois, où la densité atteint 5,5 couples/10 ha. Dans la zénaie, la densité est faible et ne dépasse pas 3,7 couples/10 ha (Benyacoub 1993).

Zone d'étude

Les sites d'étude sont localisés dans l'extrême nord-est de l'Algérie (Fig. 1). Trois stations sont situées dans des subéraies, respectivement à 30 m d'altitude au Djebel Arrassa (36°53N/8°30E), à 500 m au Djebel Edough (36°55N/7°41E) et à 900 m au Djebel Ghorra (36°32N/8°20E). Le Chêne liège (*Quercus suber*) y forme partout une futaie dense de 7 à 8 m de hauteur moyenne pourvue d'un sous-bois dense sauf, à haute altitude, où il est absent (Chabi et Isenmann, 1997). Deux stations situées dans des zénaies respectivement à 500 m d'altitude à Djebel Edough (36°55N/7°41E) et à 1000 m à Djebel Ghorra (36°32N/8°20E). Le Chêne zéni (*Quercus faginea*), semi-sempervirent perd le feuillage durant l'hiver et le renouvelle intégralement au printemps, y forme une futaie dense de 17-18 m de hauteur moyenne (Chabi & al., 1995). Dans ces deux stations le sous bois est absent. A moyenne altitude, les deux stations sont distantes de 8 km environ et à haute altitude de 0.3 km environ. Le climat est du type méditerranéen avec une saison chaude et sèche entre mai et novembre et une saison humide et pluvieuse le reste de l'année. La pluviosité atteint 1000 mm par an.

Les nichoirs ont été installés durant trois années successives (1991-1993) sur des arbres de même âge à environ 2 m du sol et à une distance l'un de l'autre de 35 à 40 m. Ils ont été visités une fois par semaine de la mi-mars à fin juin où nous avons noté :

- la date de ponte qui représente l'intervalle qui sépare la ponte du premier œuf du couple le plus précoce et la ponte du premier œuf du couple le plus tardif. Pour toutes les dates le premier mars correspond au jour 1,
- la période de ponte qui 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, la grandeur de ponte qui représente le nombre d'œufs qu'une femelle peut pondre, en supposant que celle-ci pond un œuf par jour tôt le matin,
- la masse des poussins à l'âge de 12 jours. Ils ont été pesés à l'aide d'un pesola (précision 1 g). le succès moyen à l'envol qui représente le rapport du nombre de poussins envolés sur le nombre œufs éclos,

Nous avons également estimé d'une part, la masse moyenne de l'œuf après avoir pesé la couvée à l'aide d'un pesola (précision : 0,1 g) et d'autre part le volume de l'œuf après avoir mesuré la longueur (EL) et la largeur de l'œuf (EB) à l'aide d'un pied à coulisse (précision : 0.01cm). Le volume est calculé en utilisant la formule proposée par Ojanen & al., (1978) où $EV = 0,042 + 0,4673 * EL * EB^2$. Ces mensurations ont été réalisées entre le premier et le cinquième jours de l'incubation.

Parallèlement, nous avons suivi le débourrement des arbres de chaque station, en inspectant à chaque sortie 20 à 30 arbres pris au hasard dans chaque site. Pour cela, nous avons utilisé une échelle établie par du Merle et Mazet (1983)

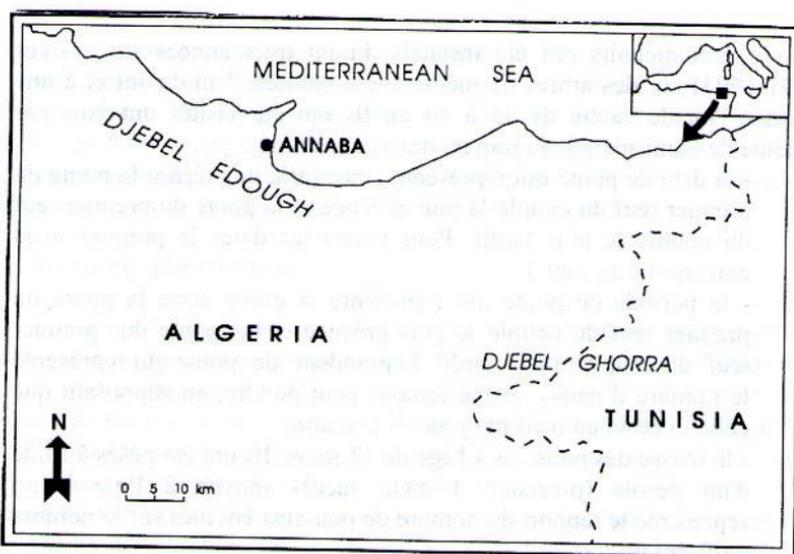


Figure 1 : Localisation géographique de la zone d'étude.

RESULTATS

Taux d'occupation des nichoirs

La Mésange charbonnière occupe 10 à 15 % des nichoirs dans le Chêne liège à basse et à moyenne altitude. En revanche, elle n'occupe pas de nichoir dans le Chêne liège à haute altitude et dans le Chêne zéen à moyenne et à haute altitude (Tableau 1).

Altitude Essence	Basse	moyenne	Haute
Chêne liège P.c	60	58	72
P.m	14	11	0
Chêne zéen P.c	/	70	71
P.m	/	0	0

Tableau 1: Taux d'occupation des nichoirs par les deux espèces de Mésange (P.c : *Parus caeruleus ultramarinus*, P.m : *Parus major excelsus*) dans les deux types d'habitats étudiés (%).

Date et période de ponte

A basse altitude, elle pond en moyenne le 26 avril avec une durée moyenne de ponte de 34 jours (Tableau 2), soit 6 jours après l'éclatement des bourgeons et 15 jours avant le stade jeunes feuilles (Tableau 3).

A moyenne altitude, elle pond en moyenne le 3 mai et la période de ponte dure en moyenne 37 jours (Tableau 2), soit 15 et 41 jours avant l'éclatement des bourgeons et le stade jeunes feuilles (Tableau 3).

L'élévation de l'altitude est sans effet sur la date de ponte ($t = 1,004$; $ddl = 24$; ns). Enfin, il existe une liaison positive et significative entre la date de ponte et la phénologie du débournement des arbres à basse ($r = 0,950$; $t = 13,365$; $ddl = 19$; $p < 0,001$) et à moyenne altitude ($r = 0,980$; $t = 9,925$; $ddl = 4$; $P < 0,001$).

Altitudes	30 m	500 m	900 m
Stade 2,5	4 avril	24 avril 20 mars*	5 mai 10 avril*
3,5	21 avril	18 mai 6 avril*	27 mai 28 avril*
5	10 mai	13 juin 25 avril*	21 juin 20 mai*

Tableau 2 : Evolution moyenne de la phénologie du débournement du Chêne liège *Quercus suber* et du Chêne zéen *Quercus faginea**.

Altitude Paramètre	Basse				Moyenne			
	n	m	limites	sd	n	m	limites	sd
Date de ponte	21	26/4	(6/4-8/6)	13,28	6	3/5	(11/4-19/5)	12,97
Grandeur de ponte	21	7,00	(5-8)	0,90	6	6,83	(5-8)	0,37
Masse poussins	34	12,30		2,30	9	13,2		3,04
Succè reproduction	20	0,55		0,41	6	0,64		0,34
Jeunes envolé	20	3,90	(0,61)	2,74	6	4,17	(0,81)	2,14

Tableau 3 : Paramètres de la reproduction de la Mésange charbonnière dans les deux sites (n = nombre d'observations, m = moyenne, sd = déviation standard). Le nombre entre parenthèses représente les limites pour la date et la grandeur de ponte. Celui des jeunes envolés représente le succès à l'envol (%).

Grandeur moyenne de ponte

La grandeur moyenne de ponte est de 7 œufs par femelle environ à basse et à moyenne altitude. Les pontes les plus fréquentes sont de 6 à 8 œufs par femelle (Tableau3).

La grandeur de ponte ne varie pas au cours de la saison à basse ($r = -0,288$, $t = 1,310$, $ddl = 19$, ns) et à moyenne altitude ($r = 0,008$, $t = 0,178$, $ddl = 4$, ns).

Il n'y a pas de liaison entre la phénologie du débourrement des arbres et la grandeur de ponte à basse altitude ($r = -0,332$, $t = 1,533$, $ddl = 19$, ns) et à moyenne altitude ($r = -0,270$, $t = 0,560$, $ddl = 4$, ns).

Masse moyenne des poussins à l'âge de 12 jours

La masse moyenne des poussins ne diffère pas significativement entre les deux altitudes ($t = 0,639$; $ddl = 41$; ns) (Tableau3). Pour les deux altitudes confondues, elle ne présente pas de relation avec la phénologie du débourrement des arbres ($r = -0,033$; $ddl = 41$; $t = 1,185$; ns), la date de ponte ($r = 0,164$; $ddl = 41$; $t = 1,065$; ns) et la grandeur de ponte ($r = -0,249$; $ddl = 41$; $t = 1,646$; ns).

Succès moyen de la reproduction

Le nombre moyen d'œufs éclos ne diffère pas significativement entre les deux altitudes ($t = 0,390$; $ddl = 24$; ns). Le succès moyen à l'envol est de 61% et 81% à basse et à moyenne altitude. Il ne présente pas de différence significative entre les deux sites ($t = 0,182$; $ddl = 24$; ns) (Tableau3).

Succès moyen à l'envol

Le nombre de poussins envolés ne diffère pas significativement entre les deux altitudes ($t = 0,346$; $ddl = 24$; ns) (Tableau3). Il n'y a pas de relation entre la phénologie du débourrement et le nombre de jeunes envolés à basse ($r = 0,158$; $ddl = 19$; $t = 0,697$; ns) et à moyenne altitude ($r = 0,798$; $ddl = 4$; $t = 2,653$; ns).

Mensurations des œufs

La masse moyenne de l'œuf ne diffère pas significativement entre les deux altitudes ($t = 1,8312$; $ddl = 25$; ns) (Tableau 4). Pour les deux sites confondus, elle ne présente pas de relation avec la phénologie du débourrement des arbres ($r = 0,032$; $ddl = 25$; $t = 0,147$; ns), la grandeur de ponte ($r = 0,130$; $ddl = 25$; $t = 0,600$; ns), la masse des

poussins à l'âge de 12 jours ($r = 0,354$; $ddl = 19$; $t = 1,734$; ns), le nombre d'éclosions ($r = 0,277$; $ddl = 25$; $t = 1,321$; ns) et le nombre de jeunes envolés ($r = 0,170$; $ddl = 25$; $t = 0,790$; ns). En revanche, elle présente une liaison négative et significative avec la date de ponte ($r = -0,911$; $ddl = 25$; $t = 10,155$; $p < 0,001$).

Altitude Paramètre	Basse				Moyenne			
	n	m	Limites	sd	n	m	Limites	sd
Masse moy.œuf (g)	21	1,769	(2,41-1)	0,191	6	1,64	(1,861,36)	0,207-
Longueur moy.œuf (mm)	111	18,28	(20,2-15,6)	0,806	26	18,21	(19,5-17)	0,704
Largeur moy.œuf (mm)	111	13,63	(14,7-11,7)	0,547	26	13,40	(13,912,6)	0,310

Tableau 4 : Mesuration des œufs de la Mésange charbonnière à basse et à moyenne altitude

(n = nombre d'observations, m : moyenne, sd : Déviation standard).

La longueur moyenne de l'œuf ne diffère pas significativement entre les deux altitudes ($t = 0,327$; $ddl = 135$; ns). En revanche, la largeur moyenne de l'œuf est significativement plus élevée à basse altitude par rapport à la moyenne altitude ($t = 2,044$; $ddl = 135$; $P < 0,05$).

Le volume moyen de l'œuf ne diffère pas significativement entre les deux altitudes ($t = 1,274$, $ddl = 135$, ns). Pour les deux sites confondus, il ne présente pas de relation avec le débourrement des arbres ($r = -0,122$; $ddl = 25$; $t = 0,563$; ns), la date de ponte ($r = -0,335$; $ddl = 25$; $t = 1,629$; ns), la masse des œufs ($r = 0,187$; $ddl = 25$; $t = 0,872$; ns), la masse des poussins à l'âge de 12 jours ($r = -0,044$; $ddl = 19$; $t = 0,201$; ns), le nombre d'éclosion ($r = 0,032$; $ddl = 25$; $t = 0,147$; ns) et le nombre de poussins envolés ($r = 0,167$; $ddl = 25$; $t = 0,776$; ns). En revanche, il présente une liaison positive et significative avec la grandeur de ponte ($r = 0,418$; $ddl = 25$; $t = 2,109$; $p < 0,05$).

DISCUSSION

Taux d'occupation des nichoirs

En Afrique du Nord, la Mésange charbonnière n'occupe pas de nichoir dans les habitats caducifoliés à basse et à moyenne altitude et les sempervirents d'altitude. Ces résultats sont différents de ceux obtenus en Europe continentale où elle niche aussi bien dans les habitats caducifoliés

que sempervirents (Cramm 1982, Muller 1985, Clamens 1986, Sanz 1998). L'absence de nidification dans le Chêne zéen serait due au manque de trous dans les arbres pour la nidification et les seuls disponibles, seraient occupés par la Mésange bleue, qui présente dans ce milieu des densités plus élevées par rapport à celles de la Mésange charbonnière (Benyacoub 1993). Par conséquent, la forte pression de compétition contraint la Mésange charbonnière à nicher dans les habitats voisins de moindre qualité. Cette compétition interspécifique l'empêcherait également de nicher dans la subéraie d'altitude.

Date et période de ponte

Dans la région sud du Bassin méditerranéen, les dates de ponte de la Mésange charbonnière se situent dans un intervalle de 31 jours environ (Tableau 5). La plus précoce est représentée par celle des populations qui nichent en Italie (17 avril : Bellativa & al. 1994) et la plus tardive par celles qui nichent en Finlande (18 mai : Orell 1983). Ces dates de ponte dépendent principalement de la qualité de l'habitat (Dunn 1976, Perrins et McCleery 1989), de l'âge de la femelle (Perrins 1965) et de l'altitude. Dans les forêts d'Allemagne de l'Ouest la date de ponte est retardée de 2,19 jours pour une élévation de 100 m (Zang 1980). Nous n'avons pas observé un effet altitude sur la date de ponte, cela a été déjà rapporté par Hamann & al. (1989) en Allemagne. Nous n'avons pas non plus observé de gradient de latitude. Pourtant, en Europe non méditerranéenne, il existe un retard de 3,48 jours par degré de latitude Nord (Berndt & al. 1983).

Localité	Date de ponte	Grandeur de ponte	Sources
Maroc (33°30'N)	14 mai	7,67	Baouab non publié
Algérie (36°53'N)	26 avril	7,00	Présent travail
	3 mai	6,83	
Italie (42°47'N)	12 avril	7,35	Bellativa & al. (1991)
	14 avril	8,50	Bellativa & al. (1994)
France (43°53'N)	17 avril	9,40	Blondel & al. (1987)
	24 avril	8,60	Blondel & al. (1987)
Hongrie (47°30'N)	14 avril	8,740	rgo (1993)Baldi et Sc
Allemagne (47°45')	24 avril	9,17	Zink (1959)
Tchécoslovaquie (49°10'N)	24 avril	8,89	Balat (1970)
Belgique (51°00'N)	29 avril	8,54	de Laet et Dhondt (1989)
Angleterre (51°45'N)	30 avril	9,00	Lack (1966)
	19 avril	9,47	Cowie et Hinsley (1987)
Pologne (52°15'N)	30 avril	10,68	Busse et Gotzman (1962)
Hollande (53°15'N)	26 avril	10,00	Balen (1973)
Urss (54°30'N)	2 mai	11,82	Likhachev' (1967)
Danemark (55°30'N)	3 mai	7,90	Frederiksen & al. (1972)
Suède (55°47'N)	9 mai	9,85	Kallander (1983)
Norvège (60°00'N)	2 mai		Slavsgold (1976)
Finlande (65°00')	18 mai	10,00	Orell (1983)

Tableau 5 : Variation de la date et la grandeur de ponte de la Mésange charbonnière dans différentes régions du paléarctique.

La photopériode est un facteur proximal qui déclenche la ponte (Lambrechts & al. 1996). En Europe tempérée, la date de ponte est liée à la température journalière qui la précède (Kluyjver 1952, Perrins 1965 et 1973, Frederiksen & al. 1972, Jones 1973, Nager 1993). Celle ci est rarement supérieure à 10°C. Or, dans la région étudiée, la température durant la période qui précède la ponte est nettement supérieure à 10°C. Par conséquent, nous supposons qu'elle n'a pas d'influence en début de ponte, mais c'est plutôt l'arrivée précoce des fortes chaleurs qui obligerait la femelle à se reproduire dès que la photopériode et la disponibilité alimentaire pour la formation des œufs le permettent.

Les dates de ponte sont liées positivement à la phénologie du débourrement des arbres, comme l'ont montré Balen (1973) et Clamens (1986) pour les populations d'Europe. Mais les populations de Mésange charbonnière ne pondent pas au même stade du développement des bourgeons. En Hollande, les pontes ont lieu 9 jours avant l'éclatement de ces derniers (Balen 1973), au moment de l'éclatement en Angleterre (Jones 1972), en Finlande (Haartman 1969), et en Norvège (Slavsgold

1976). En France, la Mésange charbonnière pond quelques jours après l'éclatement des bourgeons (Clamens 1986). C'est la phénologie des arbres qui conditionne la disponibilité alimentaire durant la période de nourrissage des jeunes, considérée comme un facteur ultime qui détermine la période de reproduction des oiseaux des régions tempérées et méditerranéennes (Lack 1966 et 1968, Perrins 1970, Cody 1971, Imelmann 1971, Blondel 1985, Martin 1987). Par conséquent, la période de nourrissage des poussins doit coïncider avec le maximum de disponibilité alimentaire dans le milieu. Or, la Mésange charbonnière est insectivore et les chenilles de Lépidoptères représentent la proie préférée durant la période de nourrissage des poussins (Betts 1955, Royama 1970, Balen 1973, Cowie et Hinsley 1988). Par conséquent il existe une bonne synchronisation entre la période de sa reproduction et le développement des chenilles qui dépendent des conditions climatiques (Catalan et Hacger 1999). En effet, la ponte de la Mésange charbonnière est étroitement liée au développement du feuillage des arbres dans les deux stations, comme cela a été démontré dans d'autres travaux (Kallander 1974, Smith & al. 1980, Hdgest 1981, Blondel & al. 1993) et comme la durée entre le stade 3,5 et 5 du développement des bourgeons est de 8 jours plus longue à moyenne altitude, la période de ponte est également plus longue. Ce qui suggère qu'à basse altitude, la disponibilité alimentaire ait lieu tôt et durant une période plus courte. Ces résultats confirment ceux de Catalan et Hacger (1999). Or, en Algérie, la date moyenne de ponte a lieu 5 à 15 jours après l'éclatement des bourgeons; c'est à dire durant une période favorable qui devrait permettre aux femelles de réaliser des grandeurs de ponte élevées.

Grandeur de ponte

En Afrique du Nord, la grandeur de ponte de la Mésange charbonnière est la plus faible enregistrée dans l'aire de répartition géographique de l'espèce (Tableau 5). La plus élevée (11 à 12 œufs par femelle) est observée chez les populations qui nichent en URSS (Smirnov et Shotova 1978 cité par Cramp et Perrins 1993). La grandeur de ponte serait élevée dans les habitats riches et faibles dans les pauvres (Lack 1955, Perrins 1965, Balen 1973, Ojanen 1983a). Elle est également inversement proportionnelle à la densité de la population (Kluyjver 1951, Lack 1966, Dhondt et Eckmann 1980). Or, en Afrique du Nord, la faible densité de la population ne permet pas des grandeurs de ponte élevées. Nous supposons que dans l'habitat (sempervirent) la disponibilité alimentaire serait un facteur limitant la grandeur de ponte. En effet, les habitats méditerranéens sont pauvres et ne permettent que des grandeurs de ponte faibles comparativement à ceux d'Europe centrale et du Nord (Cramm 1982, Orell et Ojanen 1983a et b et c). La grandeur de ponte

diminue au cours de la saison, car elle est liée à la diminution de la disponibilité alimentaire durant la saison (Perrins 1965, Smith et Steinbach 1985). Or, nous n'avons pas observé une diminution de la grandeur de ponte au cours de la saison. En effet, les milieux sempervirents ont pour caractéristique principale d'avoir des surplus printaniers de ressources alimentaires pour la reproduction des oiseaux qui sont modestes, qui apparaissent tardivement dans la saison et qui sont plus étalés dans le temps. En fait, ces surplus sont en quelque sorte proportionnels au volume foliaire nouveau chaque printemps, volume modeste (mais seul important pour le développement des chenilles) qui vient en fait se surajouter à un volume plus important de feuillage permanent (à utilité moindre pour les chenilles). Ce qui expliquerait l'absence d'un gradient d'altitude pour la grandeur de ponte déjà observé pour les populations d'Europe (Zang 1982, Krementz et Handford 1984, Hamann & al. 1989, Gil Delgado & al. 1992). Chez la Mésange charbonnière, la grandeur de ponte n'est pas fonction de la qualité de l'habitat, mais de l'âge de la femelle et qu'il existe une forte composante génétique dans sa détermination (Noordjwick & al. 1981a).

En fin, nous pensons que les populations qui nichent en Algérie, réalisent des grandeurs de ponte faibles car non seulement, elles sont soumises à des contraintes climatiques (arrivée précoce des chaleurs durant la saison de reproduction) mais aussi, elles investiraient plus d'énergie pour la survie individuelle (compétition interspécifique). Enfin, la durée du jour durant le printemps est plus courte qu'en Europe. Par conséquent, elles ont moins de temps pour élever un plus grand nombre de poussins.

Succès à l'envol

Le succès à l'envol est voisin de 60%, équivalent à celui pour des populations qui nichent dans les habitats sempervirents de la France méditerranéenne (Isenmann 1983). Le nombre moyen de poussins envolés est généralement proche de celui des populations qui nichent en France du Nord et méditerranéenne (Muller 1985; Blondel & al. 1987), et dans les habitats pauvres d'Angleterre (Cowie et Hinsley 1987, Riddington et Gosler 1995). Les populations algériennes ont un succès à l'envol plus faible par rapport à celui des populations d'Europe centrale (Verlhus et Tinbergen 1991). Nous n'avons pas observé de gradient d'altitude pour le succès à l'envol. L'altitude n'influe pas directement sur le succès à l'envol, mais sur la taille des œufs Hamann & al. (1989). L'auteur montre que la taille des œufs augmente avec l'altitude et les poussins issus de ces derniers sont mieux adaptés aux conditions difficiles des montagnes. Or, nous n'avons pas observé un effet d'altitude sur la taille des œufs; en revanche, celle-ci est relativement élevée comparativement à ce qui a été rapporté pour les autres populations d'Europe centrale et du Nord (Ojanen

& al. 1978, Cramp et Perrins 1993). La taille des œufs est plus élevée en Europe du Nord comparativement à celle observée en Europe centrale et du Sud (Javirnen 1989, Javirnen et Vainössen 1983, Javirnen et Pyri 1989, Soler et Soler (1992). Nous pensons qu'à la limite Sud comme à la limite Nord de son aire de distribution géographique, l'espèce est soumise à des conditions extrêmes, qui l'obligeraient à investir dans la qualité des œufs pour d'obtenir des poussins capables de survivre dans des conditions climatiques difficiles. Les poussins issus des œufs de grande taille présentent une croissance plus rapide et une chance de survie plus importante comparativement à ceux issus des œufs de petite taille (Parson 1970 Schifferli 1973, O'Connor 1984). La Mésange charbonnière qui niche dans des habitats pauvres produit des œufs de petite taille si la température durant la période de ponte est basse (Nager 1993). Comme la qualité des œufs est conditionnée par la disponibilité alimentaire durant la période de ponte (Martin 1987), nous pensons les populations algériennes pondent durant une période favorable, puisque les pontes ont lieu après l'éclatement des bourgeons. En revanche, en Europe les pontes sont observées avant ou bien au moment de l'éclatement des bourgeons (Jones 1973, Haartman 1969, Slavgold 1976).

Par ailleurs, la Mésange bleue pond 10 jours plus tôt que la Mésange charbonnière à basse altitude ($t = 2.384$, $dl = 106$, $P < 0.05$) et à la même date à moyenne altitude ($t = 0.554$, $ddl = 26$, ns) (Tableau 6). La date de ponte de la Mésange charbonnière est corrélée à la phénologie du débourrement des arbres dans les deux stations, alors que pour la Mésange bleue, elle ne l'est qu'à moyenne altitude (Tableau 7).

Tableau 6 : Date et période de ponte des deux espèces de Mésange dans le Chêne liège. (n = nombre d'observation, m = moyenne, sd = déviation standard).

Espèce Altitude	Parus caeruleus				Parus major			
	n	m	limites	sd	n	m	limites	sd
Basse	63	16/4	(28/3-8/5)	10.81	22	26/4	(6/4-8/6)	13.28
Moyenne	45	29/4	(1/4-24/5)	12.84	6	3/5	(11/4-19/5)	12.97

Tableau : Relation entre la date de ponte et la phénologie du débourrement des arbres dans les deux stations.

Espèce Altitude	Parus caeruleus (r , t , ddl , $P <$)	Parus major (r , t , ddl , $P <$)
Basse	- 0,105; 0.824; 61; ns	0,950; 13.365; 19; 0,001
Moyenne	0,380; 2.623; 41; 0,05	0,980; 9,925; 4; 0,001

Ces résultats sont en accord avec ceux de Clamens (1986) et de Blondel & al. (1987) qui montrent que les pontes sont de quelques jours plus précoces pour la Mésange bleue aussi bien dans les habitats sempervirents que caducifoliés. Les travaux de Dhondt & al. (1984) ont montré que la Mésange bleue pond plus tôt dans les habitats riches et que la Mésange charbonnière présente des pontes précoces dans les habitats pauvres. La Mésange bleue pond avant l'éclatement des bourgeons (stade 2,5) alors que la Mésange charbonnière pond après l'éclatement des bourgeons, c'est à dire durant une période favorable comparativement à la Mésange bleue. Nous supposons également qu'à cause de sa grande taille, la Mésange charbonnière aurait besoin de plus d'énergie pour la formation des œufs. La date de ponte de la Mésange charbonnière est corrélée à la phénologie du débourrement des arbres dans les deux stations, alors que pour la Mésange bleue, elle ne l'est qu'à moyenne altitude (Tableau 7). Cette différence dans les dates de ponte influence la grandeur de ponte. En effet celle ci est significativement plus élevée pour la Mésange charbonnière à basse ($t = 2.264$; $ddl = 96$, $p < 0.05$) et à moyenne altitude ($t = 2.779$; $ddl = 49$; $p < 0.01$). La Mésange charbonnière pond environ 0.8 œufs de plus que la Mésange bleue (Tableau 8). Blondel & al. (1987) rapportent le même résultat pour les populations du Sud de la France. En revanche, Bellativa et Sorace (1991) n'observent pas de différence entre les deux espèces qui nichent dans les chênaies et les pinèdes d'Italie centrale. Pourtant, il est bien admis que l'augmentation de la densité des couples nicheurs par pose de nichoirs artificiels provoque une diminution accrue de la grandeur de ponte chez la Mésange bleue mais pas chez la charbonnière (Blondel & al. 1987). La grandeur de ponte ne varie pas au cours de la saison à basse altitude pour les deux espèces (Mésange bleue : $r = -0,187$; $t = 1.300$; $ddl = 48$; ns; Mésange charbonnière ($r = -0,288$; $t = 1.310$; $ddl = 19$; ns) et à moyenne altitude (Mésange bleue : $r = 0,017$; $t = 0.109$; $ddl = 43$; ns; Mésange charbonnière : $r = 0.008$; $t = 0.178$; $ddl = 4$; ns). Elle n'est pas non plus liée à la phénologie du débourrement des arbres pour les deux espèces à basse (Mésange bleue : $r = -0,030$, $t = 0,247$; $ddl = 61$; ns; Mésange charbonnière : $r = -0,288$; $t = 1,310$; $ddl = 19$; ns) et à moyenne altitude (Mésange bleue : $r = 0,173$; $t = 0,351$; $ddl = 41$; ns; Mésange charbonnière : $r = -0,008$; $t = 1,178$; $ddl = 4$; ns).

Le succès à l'envol et le nombre moyen de jeunes envolés ne diffère pas entre les deux espèces à basse ($t = 0.453$; $ddl = 60$; ns) et à moyenne altitude ($t = 0.804$; $ddl = 31$; ns) (Tableau 9). Les mêmes résultats ont été observés pour la rive Nord du bassin méditerranéen (Blondel & al. 1987, Bellativa et Sorace 1991).

Enfin, nous admettons qu'en Afrique du Nord, la saison de reproduction est assez courte comparativement à celle des populations d'Europe, par l'arrivée précoce des chaleurs au printemps, et la durée du jour plus courte dans cette région. A cela, il faut ajouter la forte

compétition interspécifique, imposée par la Mésange bleue, qui niche dans les mêmes habitats et qui présente dans cette région des densités plus élevées (7 couples / 10 ha) par rapport à celle de la Mésange charbonnière (5.5 couples / 10 ha) (Benyacoub 1993).

Tableau.8 : Grandeur moyenne de ponte des deux espèces de Mésange dans le Chêne liège. (n = nombre d'observation, m = moyenne, sd = déviation standard).

Espèce Altitude	Parus caeruleus				Parus major			
	n	m	Limites	sd	n	m	Limites	sd
Basse	63	6,24	(3-8)	1,06	22	7,00	(5-8)	0,90
Moyenne	43	6,05	(4-8)	0,87	6	6.83	(5-8)	0,37

Tableau 9 : Nombre moyen de poussins envolés des deux espèces de Mésange dans le Chêne liège.

Espèce Altitude	Parus caeruleus			Parus major		
	n	m	sd	n	m	sd
Basse	42	4,33	2.18	20	3.90	2.7
Moyenne	27	5.11	1.53	6	4,17	2.14

REFERENCES

- Ashmole, N. P.** (1961). The biology of certain terns. Phd dissertation, Oxford University, Oxford.
- Baldi, A. et Csörgo, T.** (1993). Effect of habitat on the clutch size and egg dimensions of the Great Tit *Parus major*. *Aquila* 100 : 201-209.
- Balen, J. H.** (1973). A comparative study of Great Tit *Parus major* in different habitats. *Ardea*, 61 : 1-93.
- Banbura, J., Blondel, J., Lambrechts, H. et Galan, M. J.** (1994). Nestling diet variation in insular Mediterranean population of Blue Tits *Parus caeruleus* : effects of years, territories and individuals. *Oecologia* 100 : 413-420.
- Baouab, R. E.** (1983). Etude écologique et stratégie démographique des Mésanges *Parus caeruleus ultramarinus* et de *Parus major excelsus* dans deux localités du Maroc. Thèse d'Université. Université Mohammed V, Rabat.

- Bellativa, M. et Sorace, A.** (1991). Date of laying, clutch size and second brood pourcentage in Great Tit *Parus major* and Blue Tit *Parus caeruleus* in natural reserve «Monte Rufeno» (V.T, Central Italy). *Avocetta* 15 : 43-49.
- Bellavita, M. et Sorace, A.** (1994). Clutch size of the Great Tit *Parus major* and the Blue Tit *Parus caeruleus* in some areas of Central Italy. *Avocetta* 18 : 1-8.
- Benyacoub, S.** (1993). Ecologie de l'avifaune forestière nicheuse de la région d'El Kala (Nord-Est algérien). Thèse , Université de Bourgogne, Dijon.
- Berndt, R, Winkell, W et Zang, H,** (1983). Über Legebeginn und Gelegestärke von Kohl und Blaumeise (*Parus major*, *P. caeruleus*) in Beziehung zur geografischen Lage des Brutortes. *Vogelwarte* 32 : 46-56.
- Betts, M. M.** (1955). The food of titmice in oak woodlands. *Journal. of Animal. Ecology* 54 : 531-556
- Blondel, J.** (1985). Breeding strategies of the Blue Tit and Coal Tit (*Parus caeruleus* & *P. ater*) in mainland and island mediterranean habitats : a comparaison. *Journal of Animal Ecology* 54 : 531-55.
- Blondel, J., Clamens, A., Cramm, A., Gaubert, H., et Isenmann, P.** (1987). Population studies on tits in mediterranean region. *Ardea* 75 : 21-34.
- Blondel, J., Dias, P. C., Maistre, M., et Perret, P.** (1993.). Habitat heterogeneity and life-history variation of Mediterranean Blue Tits. *Auk*, 110 : 511-520.
- Catalan R.M & Haeger J.F** (1999). Breeding performance of Blue Tit *Parus caeruleus* in patchy Mediterranean landscape. *Revue Ecologie (Terre et Vie)* 54 : 167-185.
- Chabi, Y, Benyacoub, S., Isenmann, P. et Samraoui, B.** (1995). Breeding Ecology of the North-African Blue Tit (*Parus caeruleus ultramarinus*) in Two Semi-Evergreen Oak Forests in Algeria. *Revue Ecologie. (Terre et Vie)* 50 : 133-140.
- Chabi, Y. et Isenmann, P.** (1997). La reproduction de la Mésange bleue *Parus caeruleus ultramarinus* dans les subéraies *Quercus suber* à différentes altitudes en Algérie. *Alauda*, 1 : 13-18.
- Clamens** (1990) Influence of Oak (*Quercus*) leafing on Blue Tits (*Parus caeruleus*) laying date in Mediterranean habitats. *Acta Oecologica* 11 (4) : 539-544.
- Clamens, A. et Isenmann, P.** (1989). Effect of supplemental food on the breeding of Blue and Great Tits in mediterranean habitats. *Ornithologia Scandinavica*. 20 : 36-42.
- Clamens, A., Cramm, P. et Isenmann, P.** (1987). Modalités de reproduction et ressources alimentaires : le cas des Mésanges (Aves, Paridae) dans les chênaies du Languedoc. Actes du colloque National du C.N.R.S. Biologie des populations. Lyon, 4-6 sept., 1986

- Cody, M. L.** (1971). Ecological aspects of evolution. In D. S. Farner et J. R. J. King, eds, *Avian Biology I*. Academic. Press. New York and London, p : 461-512.
- Cody, M.L.** (1966). A general theory of clutch size. *Evolution* 20 : 217-219.
- Cowie, R. J. et Hinsley, S. A.** (1987). Breeding success of Blue Tits and Great Tits in suburban gardens. *Ardea* 75 : 81-90
- Cowie, R. J. et Hinsley, S. A.** (1988). Feeding ecology of Great Tits (*Parus major*) and Blue Tits (*Parus caeruleus*) breeding in suburban gardens. *Journal of Animal Ecology* 57 : 611-626.
- Cramm, P.** (1982). La reproduction des Mésanges dans une chênaie verte du Languedoc. *L'Oiseau et R. F. O.*, 52 : 347-360.
- Cramp, S. et Perrins, C. M.** (1993). *The Birds Of The Western Palearctic*. Vol. VII. (eds) Oxford, University press, Oxford.
- Daan, S., Dijkstra, C., & Timbergen J.M.** (1990). Family planning in the Kestrel (*Falco tinnunculus*) : the ultimate control of covariation of laying date and clutch size. *Behaviour* 114 : 83-116.
- Dhondt, A. A. et Eckman, R.** (1980). Competition and regulation of numbers in the Great and the Blue Tit. *Ardea* 68 : 121-132.
- Dhondt, A. A., Eyckerman, R., Moermans, R. et Hublé, G.** (1984). Habitat and laying date of Great Tit and Blue Tit (*Parus major* and *Parus caeruleus*). *Ibis* 126: 388-397.
- Drendt, E. H. & Daan, S.** (1980). The prudent parent : Energetic adjustments in avian breeding. *Ardea* 68 : 225-252.
- du Merle, P. et Mazet, R.** (1983). Stades phénologiques et infestation par *Tortrix viridana* L (Lep. Tortricidae) des bourgeons du chêne pubescent et du chêne vert. *Acta Oecologica/ Oecology Application* 4 : 55-74.
- Dunn, E. K.** (1976). Laying date of four species of tits in Wytham wood, Oxfordshire. *British Birds* 69 : 45-50.
- Frederiksen, K. S., Jensen, M., Larsen, E. H., Larsen, V. H.** (1972). Some data illustrating time of breeding and number of eggs in tits (*Paridae*). *Dansk. Ornithol. for. Tidsskr* 66 : 73-85.
- Gil Delgado, J. A., Lopez, J. et Barba, E.** (1992). Breeding ecology of the Blue Tit *Parus caeruleus* in eastern Spain : a comparison with other localities with special reference to Corsica. *Ornis Scandinavica* 23 : 444-450.
- Glutz von Boltzheim, U. et Bauer, K.** (1993). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Vol. 13. Aula Verlag, Wiesbaden.
- Haartman, L.** (1969). The nesting habitat of Finnish birds. *Proceeding. International. Ornithology. Congress* 13 : 611-619.
- Hamann, H. J., Schmidt, K. H., Simonis, S.** (1989). Altitude and size of eggs and clutch size in the Great Tit (*Parus major*). *Journal of Ornithology* 130 : 69-74.

- Hgstedt, G.** (1981). Should there be a positive or negative correlation between survival of adults in a bird population and their clutch size?. *American Naturalist* 118 : 568-571.
- Immelmann, K.** (1971). Ecological aspects of periodic reproduction. In Farner, D. S. et KING, J. R. (eds). *Avian Biology*, vol. 1 Academic Press, New York and London , pp. 341-389.
- Isenmann, P.** (1983). A case of higher clutch size in second brood in Great Tits (*Parus major*) breeding in a mediterranean evergreen habitat. *Gerfaut* 73 : 123-126.
- Isenmann, P.** (1987). Geographical variation in clutch size : the example of the Blue Tit (*Parus caeruleus*) in the mediterranean area. *Vogelwarte* 34 : 93-99.
- Järvinen, A.** (1989). Clutch size variation in the pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Ibis* 131 : 572-577.
- Järvinen, A. et Pryl, M.** (1989). Egg dimensions of the Great Tit *Parus major* in southern Finland. *Ornis Fennica* 66 : 69-74 .
- Järvinen, A. et Väisänen, R. A.** (1983). Egg size and related reproductive traits in southern passerine *Ficedula hypoleuca* breeding in an extreme northern environment. *Ornis Scandinavia* 14 : 253-262.
- Jones, P. J.** (1972). Food as a proximate factor regulating the breeding season of the Great Tit (*Parus major*). In Proc. XVth. International. Ornithology. Congress. (eds Voous, K. H.). The Hague. p 657-658.
- Jones, P. J.** (1973). Some aspects of feeding ecology of the Great Tit *Parus major* L. Ph.D Thesis Oxford.
- Källander, H.** (1974). Advancement of laying of Great Tits by the provision of food. *Ibis* 116 : 365-367.
- Kluijver, H. N.** (1951). The population ecology of the Great Tit (*Parus m. major* L). *Ardea* 39 : 1-135
- Kluijver, H. N.** (1952). Notes on body weight and time of breeding in Great Tit *Parus . major* L., *Ardea* 40 : 123-141.
- Krementz, D. G. et Handford, P.** (1984). Does avian clutch size increase with altitude?. *Oikos* 43 : 256-259.
- Kulesza, G.** (1990). An analysis of clutch size in new world passerines birds. *Ibis* 132 : 407-422.
- Lack, D** (1947). The significance of clutch size. Part I-II. *Ibis* 89 : 302-352.
- Lack, D.** (1950). Family size in titmice of genus *Parus*. *Evolution* 4 : 279-290.
- Lack, D.** (1955). British Tits (*parus* ssp) in nestling boxes. *Ardea*, 43 : 50-84.

- Lack, D.** (1966). Population Studies of Birds. Clarendon Press, Oxford, England.
- Lack, D.** (1968). Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen. London.
- Lambrechts, M., Blondel, J., Hurtrez-Bousses, S., Maistre, M., Perret, P.** (1996). Adaptive inter-population differences in blue life-history traits on Corsica. *Evolutionary Ecology*. Proceeding of Royal society of London. Series B. 263 : 19-22.
- Lambrechts, M., Blondel, J., Maistre, M. & Perret, P.** (1997). A single response mechanism is responsible for evolutionary adaptive variation in bird's laying date. *Proceeding of the national academy of sciences USA* 94 : 5153-5155
- Lemel, J.** (1989). Habitat distribution in the Great Tit in relation to success, dominance and biometry. *Ornis Scandinavia* 20 : 226-233.
- Martin, J. L.** (1991 a). Patterns and significance of geographical variation in the blue tit (*Parus caeruleus*). *Auk* 108 : 820-832.
- Martin, J. L.** (1991 b). The *Parus caeruleus* complex revisited. *Ardea* 79 : 429-438.
- Martin, T. E.** (1992). Interaction of nest predation and food limitation in reproductive strategies. *Current ornithology* 9 : 163-197.
- Martin, T. E.** (1996). Life history evolution in tropical and south temperate birds : What do really know ? *Journal of Avian biology* 27 : 263-272.
- Martin, T. E.** (1987). Food as a limit on breeding birds : A life history. *Perspective Annuaire Revue d'Ecologie Systématique* 18 : 453-487.
- Meijer, T.** (1989). Photoperiod control of reproduction and molt in the Kestrel, *Falco tinnunculus*. *Journal of Biological Rhythms* 4 : 351-364.
- Michelland, D.** (1980). La reproduction des mésanges de la cédraies du Mont Ventoux (Vaucluse) en 1976-1979. *Alauda* 48 : 112-129.
- Muller, Y.** (1985). Etude comparée de la reproduction de la Mésange charbonnière (*Parus major*) dans trois formations forestières des Vosges du Nord. *Ciconia* 9 (1) : 1-21.
- Nager, R. G.** (1993). On the timing of breeding of Great Tit (*Parus major*) in relation to local environmental conditions. Unpublished thesis, University of Basel, Basel.
- Noordwijk, A. J., Balen, J.H. & Sharloo, W.** (1981a). Genetic and environmental variation in clutch size of the Great Tit (*Parus major*). *Netherland Journal of Zoology* 31 : 342-372.
- Noordwijk, A.J. et de Jong, G.** (1986). Acquisition and allocation of resources, their influence on variation in life history tactics. *American Naturalist* 128 : 137-142.
- Noordwijk, A.J., Balen, J. H. et Scharloo, W.** (1981). Genetic variation in Timing of Reproduction in the Great Tit. *Oecologia (Berl)* 49 : 158-166.

- Noordwijk, A.J., Mc Cleery, R. H., Perrins, C. M.** (1995). Selection for timing of Great Tit breeding in relation to caterpillar growth and temperature. *Journal of American Ecology* 64 : 451-458.
- O'Connor, R. J.** (1984). The growth and development of birds. John Wiley et Sons, Chichester.
- Ojanen, M.** (1983a). Significance of variation in egg traits in birds, with special reference to passerines. *Acta Universitatis Ouluensis A 154, Biology* 20 : 1-61.
- Ojanen, M., Orell, M. et Väisänen, R. A.** (1978). Egg and clutch sizes in four passerine species in northern Finland. *Ornis Fennica* 55 : 60-68.
- Orell, M. et Ojanen, M.** (1983a). Timing and length of breeding season of the Great tit *Parus major* and Willow Tit *P. montanus* near Oulu, Northern Finland. *Ardea* 71 : 183-198.
- Orell, M. et Ojanen, M.** (1983b). Effect of habitat, date of laying and density on clutch size of the Great Tit *Parus major* in northern Finland. *Holarct. Ecology* 6 : 413-423.
- Orell, M. et Ojanen, M.** (1983c). Breeding success and population dynamics in Northern Great Tit (*Parus major*) population. *Annals Zoologist Fennica* 20 : 77-98.
- Parson, J.** (1970). Relationship between egg size and post hatching chick mortality in the Herring Gull (*Larus argentatus*). *Naturere* 226 : 1221-1222.
- Perrins, C. M.** (1965). Population fluctuations and clutch size in the Great Tit, *Parus major*. *Journal of Animal Ecology* 34 : 242-255
- Perrins, C. M. et Mc Cleery, R. H.** (1989). Laying date and clutch size in Great tits. *Wilson Bulletin* 101 : 236-253.
- Perrins, C. M.** (1970). Timing of birds breeding seasons. *Ibis* 112 : 242-255.
- Perrins, C. M.** (1973). Some effects of temperature on breeding in the Great Tit and Manx Shearwater. *Journal of Reproduction and Fertility Suppl.* 19 : 163-173.
- Perrins, C. M.** (1979). *British Tits*. (Collins, London).
- Perrins, C. M.** (1991). Tits and their caterpillar food supply. *Ibis* 133 suppl., 1 : 49-54.
- Riddington, R. et Gosler, A. G.** (1995). Differences in reproductive success and parental qualities between habitats in Great Tit *Parus major*. *Ibis* 137 : 371-378.
- Royama, T.** (1970). Factors governing the hunting behaviour and selection of food by the Great Tit (*Parus major* L). *Journal of Animal Ecology* 39 : 619-668.
- Sasvari, L. et Orell, M.** (1992). Breeding success in a North and Central European population of the Great Tit *Parus major*. *Ornis Scandinavica* 23 : 96-100.

- Schifferli, L.** (1973). The effect of egg weight on the subsequent growth of nestling Great tits (*Parus major*). *Ibis* 115 : 549-558.
- Schottler, B.** (1993). Die Lautäusserungen der Blaumeisen (*Parus caeruleus*) der Kanarischen Inseln. Variabilität, geographische Differenzierungen und Besiedlungsgeschichte. Thèse de Doctorat. Universität Mainz Germany.
- Silverin, B.** (1995). Reproductive adaptations to breeding in the north. *American Zoologist* 35 : 192-202.
- Skutch, A. F.** (1949). Do tropical birds raise as many young as they can nourish ? *Ibis* 100 : 1-30.
- 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 Scandinavia* 7 : 127-145.
- Slavsgold, T.** (1982). Clutch size variation in passerine birds : The nest predation hypothesis. *Oecologia* 54 : 159-169.
- Smith, J. N. M., Montgomerie, M. J. et Yom-Tov, Y.** (1980). A winter feeding experiment on an island sparrow population. *Oecologia*, 47 : 164-170.
- Smith, K. H. et Steinbach, J.** (1985). Seasonal decline of clutch size in the Great Tit (*Parus major*). *Journal of Ornithology* 126 : 163-173.
- Soler, M. et Soler, J. J.** (1992). Latitudinal trends in clutch size in single brooded hole nesting bird species : a new hypothesis. *Ardea* 80 : 293-300.
- Svensson, E. & Nilson, J. A.** (1995). Food supply, territory quality and reproductive timing in the Blue Tit (*Parus caeruleus*). *Ecology* 76 : 1804-1812.
- Vaurie, C.** (1957). Systematic notes on the Palearctic birds, number 26. Paridae. The *Parus caeruleus* complex. *American Museum Novitates* 1833 : 1-15.
- Verhulst, S. et Tinbergen, J. M.** (1991). Experimental evidence for a causal relationship between timing and success of reproduction in the Great Tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology* 60 : 269-282.
- Zang, H.** (1980). Der Einfluss der Höhenlage auf Seidlungsdichte und Brutbiologie höhlenbrutender Singvögel im Harz. *Journal of Ornithology* 121 : 371-386.
- Zang, H.** (1982). Der Einfluss der Höhenlage auf Alterszusammensetzung und Brutbiologie bei Kohl- und Blaumeise (*Parus major*, *P. caeruleus*) in Hartz. *Journal of Ornithology* 123 : 145-154.

* Département de Biologie; Faculté des Sciences Université de Annaba.