

PHÉNOLOGIE DE LA REPRODUCTION ET RÉGIME ALIMENTAIRE DES POUSSINS
DE LA MÉSANGE MAGHRÉBINE *CYANISTES TENERIFFAE*Rédha DJENIDI^{1*} & Zihad BOUSLAMA¹

SUMMARY.— *Reproductive phenology and nestling diet of African Blue Tit Cyanistes teneriffae.*— In this study, we investigated the reproductive phenology of Blue Tit (*Cyanistes teneriffae*) in a lowland Cork Oak (*Quercus suber*) of North-eastern Algeria. We analysed the diet of this species and the taxonomic characterization of prey and their water content. Nest boxes were installed on trees in late February and early March, at 2 meters above the ground and separated by 35-40 m. They were visited once a week from March 15 until July 15, noting the date, the timing and magnitude of spawning, the average number of chicks flown per nest and nest thickness. The diet was studied at different times of the season, harvesting of prey was carried out by the technique of laying collar in all chicks aged 5 to 9 days, and those two early season broods aged 12 days. The results showed that mean laying date is April 29, mean clutch size was 6.6 eggs per female, height of the nest positively related to laying date and number of fledged young. The average number of fledged chicks per nest is 4.5 and decreases during the season. The diet consists mainly of Lepidoptera larvae, but it is quite diverse with 33 species including 21 belonging to Lepidoptera, 6 to Orthoptera and three species of Arachnids. The rest of the diet consists of a species of Phasmid, Dictyoptera and Hymenoptera. Two peaks of food abundance were observed respectively in April 25-27 and May 1-4, and are diverse with respect to diet-season, consisting of adults and egg pockets. The amount of water in prey decreased during the season. The frequency of feeding of the chicks was higher at the age of 9 days than 15 days.

RÉSUMÉ.— Durant ce travail, nous avons étudié la phénologie de la reproduction de la Mésange maghrébine (*Cyanistes teneriffae*) dans une subéraie du nord-est algérien et nous avons analysé le régime alimentaire de cette espèce à travers la caractérisation taxinomique des proies et leur richesse en eau. Pour cela, des nichoirs ont été installés sur les arbres entre fin février et début mars, à 2 mètres au-dessus du sol et distants de 35 à 40 m. Ils ont été visités une fois par semaine de la mi-mars jusqu'à la mi-juillet, en notant : la date, la période et la grandeur de ponte, le nombre moyen de poussins envolés par nichée et la hauteur (épaisseur) des nids. Le régime alimentaire a été étudié à différents moments de la saison, la récolte des proies a été réalisée par la technique de la pose de collier chez tous les oisillons âgés de 5 à 9 jours, et ceux de deux nichées de début de saison âgés de 12 jours. Les résultats obtenus ont montré une date de ponte moyenne qui se situe le 29 avril, une grandeur de ponte moyenne de 6.6 œufs par femelle, une hauteur du nid positivement liée à la date de ponte et au nombre de jeunes envolés. Le nombre moyen de poussins envolés par nid est de 4.5 et diminue au cours de la saison. Le régime alimentaire est constitué essentiellement de larves de Lépidoptères, mais il est assez diversifié avec 33 espèces dont 21 appartenant à l'Ordre des Lépidoptères, 6 à l'Ordre des Orthoptères et 3 espèces d'Arachnides. Le reste du régime alimentaire est constitué d'une espèce de Phasmidés, de Dictyoptères et d'Hyménoptères. Deux pics d'abondance alimentaire s'observent respectivement le 25-27 avril et le 1-4 mai, et présentent une grande diversité par rapport au régime alimentaire de fin de saison, constitué d'adultes et de poches d'œufs. La quantité d'eau des proies diminue au cours de la saison. La fréquence de nourrissage des poussins est plus élevée à l'âge de 9 jours qu'à l'âge de 15 jours.

¹ Laboratoire de recherche des Ecosystèmes terrestres et aquatiques (Ecostaq). Université d'Annaba. BP 12. El Hadjar. Algérie.

* Auteur correspondant : redadjenidi@gmail.com

Les ressources trophiques disponibles pour les organismes présentent d'importantes variations spatio-temporelles influençant le fonctionnement des populations, l'expression des traits d'histoire de vie des individus (Roff, 1992) et leurs réponses vis-à-vis des prédateurs et des parasites (Merino *et al.*, 2000 ; Christe *et al.*, 2001). Les nombreux travaux effectués pour étudier les différentes stratégies de reproduction de la Mésange bleue (dont les populations maghrébines et canariennes ont maintenant rang d'espèce distincte) à travers son aire de répartition, ont révélé une grande variabilité dans ses traits d'histoire de vie (Van Balen, 1973 ; Blondel *et al.*, 1990 ; Sanz, 2002). Les populations qui nichent dans les forêts sempervirentes d'Europe du Sud et d'Afrique du Nord présentent une certaine hétérogénéité morphologique et de traits d'histoire de vie (Gill-Delegado *et al.*, 1992 ; Blondel *et al.*, 1993 ; Sanz, 2002). Les dates de ponte sont très variables mais relativement tardives et les grandeurs de ponte sont faibles par rapport à celles des populations qui nichent dans les forêts d'Europe tempérée (Blondel *et al.*, 1993 ; Sanz, 2002). Ces différences sont en rapport avec la disponibilité alimentaire de chaque milieu (Blondel *et al.*, 1999, 2001) et sont déterminées par la différence du calendrier de débourrement des arbres qui conditionne l'abondance et la disponibilité des ressources trophiques, en particulier celle des chenilles défoliatrices, principale source de nourriture de la mésange durant la période de reproduction (Zandt *et al.*, 1990). La femelle semble donc utiliser la variable environnementale (phénologie de la végétation), étroitement liée à la production future de proies (Insectes) afin d'ajuster la période de ponte à la totalité du paysage spatio-temporel de reproduction (Bourgault *et al.*, 2010). En Afrique du Nord, il y a une importante variation inter-habitat des conditions alimentaires pour les mésanges, influant sur les traits d'histoire de vie et le succès de reproduction local (Chabi, 1998).

Durant la saison de reproduction, les poussins de la Mésange bleue se nourrissent souvent de chenilles de Lépidoptères, mais la ration alimentaire est également constituée d'adultes d'Invertébrés (Dias & Blondel, 1996). La nourriture est donc un facteur clé qui oblige la femelle à se reproduire de façon à ce qu'il y ait une bonne synchronisation entre la période d'élevage des poussins et le maximum de disponibilité alimentaire (Zandt *et al.*, 1990 ; Blondel *et al.*, 1999, 2001 ; Thomas *et al.*, 2001). Enfin, pour Zandt (1997), la richesse en eau des principales proies est d'environ 85 % pour les Lépidoptères, 73 % pour les Arachnides et 70 % pour les Orthoptères.

Dans ce travail, nous avons étudié la phénologie de la reproduction de la Mésange maghrébine (*Cyanistes teneriffae*) durant trois années successives (de 1998 à 2000). Nous avons également analysé le régime alimentaire à travers la caractérisation taxinomique des proies et leur richesse en eau durant l'année 1999.

MATÉRIEL & MÉTHODES

Des nichoirs ont été installés de fin février à début mars dans une subéraie de 30 m d'altitude avec sous-bois à 8 km à l'ouest d'El-Kala (36°53N-8°30E), à 2 mètres du sol et distants de 35 à 40 m. Visités une fois par semaine de la mi-mars à la mi-juillet, il a été noté : la date de ponte, la période de ponte, la grandeur de ponte, le nombre moyen de poussins envolés par nichée et la hauteur (épaisseur) de chaque nid. Le régime alimentaire a été étudié à différents moments de la saison 1999 : 8 nichées en début de saison (25 mars-13 avril), 5 nichées en milieu de saison (14 avril-3 mai), et 4 nichées en fin de saison (4-20 mai).

La récolte des proies a nécessité la pose de colliers serrant légèrement le cou par un fil métallique gainé souple (0.5 mm de diamètre), pour retenir les proies sans gêner la respiration (Chabi, 1998), de J5 à J12, chez tous les oisillons âgés de 5 à 9 jours, et ceux de deux nichées de début de saison âgés de 12 jours. Les colliers mis en place 2h par jour tôt le matin, ont permis de récolter les proies dans le gosier des poussins. Elles ont été conservées dans une glacière, pour l'identification de l'ordre, genre et espèce (Chinery, 1987). La variation saisonnière des effectifs, la biomasse des proies et leur chronologie d'apparition dans le régime alimentaire des poussins ont été déterminées, et l'indice de Shannon - Weaver a été calculé :

$$H' = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \log_2 P_i$$

P_i : fréquence relative de l'espèce i dans un peuplement (Barbault, 1995).

La richesse en eau des proies a été évaluée selon le type, le stade de développement et la chronologie d'apparition durant la saison. Le pourcentage d'eau de chaque pool alimentaire a été déterminé (Zandt, 1997) :

$$\text{Eau (\%)} = 1 - (P_s / P_f) \times 100$$

P_f : poids frais ; P_s : poids sec.

La fréquence de nourrissage a été enregistrée durant les 3 années successives sur une vingtaine de nids lorsque les poussins étaient âgés de 9 et 15 jours, en comptabilisant durant 2h, tôt le matin, le nombre de visites des parents avec et sans proies.

ANALYSE STATISTIQUE

Nous avons calculé la moyenne et l'écart type pour chaque paramètre. Nous avons analysé les données en utilisant des tests de comparaison de moyenne et de corrélation.

RÉSULTATS

PARAMÈTRES DE LA REPRODUCTION

Les résultats montrent que la date de ponte moyenne a lieu le 29 avril, avec une variation de 7 à 31 j entre les années, soit le 6 avril en 1999, le 13 avril en 1998 et le 7 mai en 2000 (Tab. I). La différence annuelle est significative ($F^{2,71} = 25,02$, $p < 0,01$). La grandeur de ponte moyenne est de 6,61 œufs/femelle, avec une variation annuelle significative ($F^{2,71} = 2,89$, $p < 0,004$), la plus faible étant observée en 2000. La grandeur de ponte, de 6 à 8 œufs/femelle, a varié de 22 à 32 % (Fig. 1).

La hauteur (épaisseur) moyenne du nid (12,48 cm), présente une variation annuelle ($F^{2,69} = 5,46$, $p < 0,01$). Plus élevée en 2000 qu'en 1998 ($t = 3,57$, $ddl = 41$, $p < 0,001$), elle ne diffère pas significativement entre 1999 et 2000 ($t = 1,61$, $ddl = 56$). Elle est plus faible en 1998 qu'en 1999 ($t = 2,21$, $ddl = 56$, $p < 0,05$). Il existe aussi une relation positive significative entre la date de ponte et la hauteur du nid ($r = 0,413$, $ddl = 72$, $p < 0,001$) (Fig. 2). Entre la date et la grandeur de ponte, la relation négative est significative ($r = -0,553$, $ddl = 74$, $p < 0,01$) alors que le nombre de jeunes envolés par nid présente une relation négative et significative avec la date de ponte ($r = -0,342$, $ddl = 48$, $p < 0,05$) (Fig. 2).

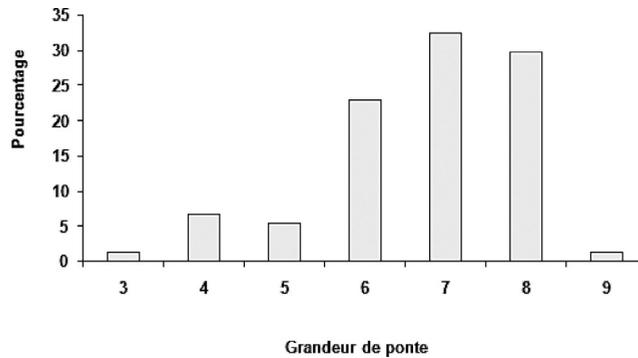


Figure 1.— Pourcentage de grandeur de ponte de la Mésange maghrébine.

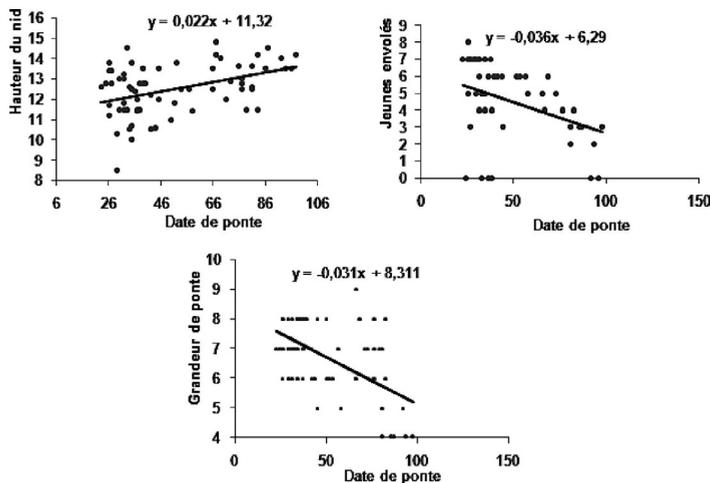


Figure 2.— Évaluation de la hauteur (épaisseur) du nid, du nombre de jeunes envolés et de la grandeur de ponte, en fonction de la date de ponte chez la Mésange maghrébine.

La grandeur de ponte n'est pas corrélée à la hauteur du nid ($r = 0,214$, $ddl = 72$, $p > 0,05$) et la relation négative est significative entre la hauteur du nid et le nombre de poussins envolés par nid ($r = -0,299$, $ddl = 72$, $p < 0,05$) (Fig. 3). Le nombre moyen de jeunes à l'envol est de 4.5 poussins par couple, sans variation annuelle entre les trois années ($F^{2,71} = 2,69$, $p > 0,05$) (Tab. I), de 4.2 à 5.9 poussins par femelle.

STRUCTURE ET COMPOSITION DU RÉGIME ALIMENTAIRE

Durant la saison 1999, 198 proies ont été collectées, les larves constituant 71 % du régime alimentaire des poussins, les imagos 28 % et les poches d'œuf 1,5 %.

Le régime alimentaire des poussins est composé principalement d'Invertébrés appartenant à six Ordres, à l'exception des poches d'œufs et de proies indéterminées. Les larves de Lépidoptères représentent 70,7 % des proies, les Orthoptères 13,6 % et les Arachnides 4 %, le reste étant composé de Phasmidés, Dictyoptères et Hyménoptères (Tab. II).

TABLEAU I

Variation annuelle des paramètres de la reproduction de la Mésange maghrébine (moyenne \pm écart-type). Le nombre entre parenthèses représente le nombre de nids étudiés

Année / Paramètre	Date de ponte	Grandeur de ponte	Jeunes envolés	Hauteur du nid (cm)
1998	13 avril \pm 17 (17)	7.35 \pm 1.22 (17)	5.88 \pm 1.76 (17)	11.95 \pm 1.60 (17)
1999	06 avril \pm 11 (31)	6.90 \pm 1.01 (31)	4.74 \pm 2.68 (31)	12.27 \pm 1.07 (31)
2000	07 mai \pm 22 (26)	6.15 \pm 1.31 (26)	4.23 \pm 1.82 (26)	13.05 \pm 0.85 (26)
Moyenne	29 avril \pm 23 (74)	6.61 \pm 1.34 (74)	4.46 \pm 0.82 (74)	12.48 \pm 1.22 (74)

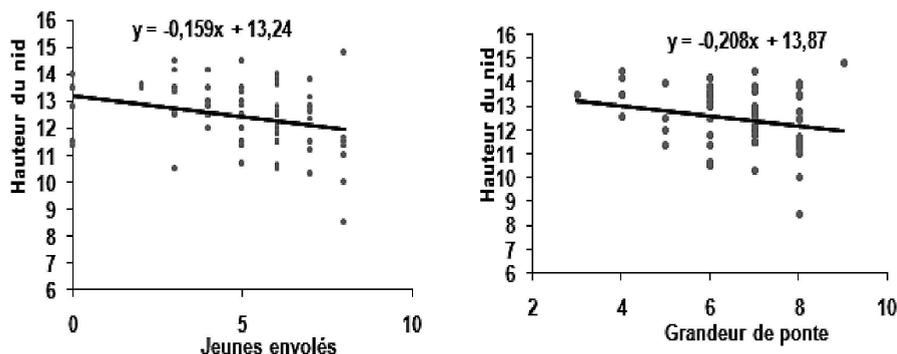


Figure 3.— Relation entre la hauteur du nid, le nombre de jeunes envolés et la grandeur de ponte chez la Mésange maghrébine.

TABLEAU II

Structure globale du régime alimentaire des poussins

Ordre	Pourcentage
Lépidoptères	67 %
Arachnides	13 %
Dictyoptères	8 %
Phasmidés	3 %
Indéterminés	3 %
Orthoptères	4 %
Poches d'œufs	1 %
Hyménoptères	1 %

L'analyse des proies montre 33 espèces dont 21 Lépidoptères, 6 Orthoptères, 3 Arachnides, 1 Phasmidé, 1 Dictyoptère et 1 Hyménoptère. Les Lépidoptères les plus représentés sont les larves d'*Ochlodes venatus*, *Gonopteryx rhamni* et *Deilephila elpenor*. Les Orthoptères les plus fréquents sont les adultes de *Tetrix undulata*, *Meconema thalassinum*, le reste étant composé de *Bacillus rossii* (Phasme, Phasmidés), *Mantis religiosa* (Dictyoptères), et *Propis signata* (Hyménoptères). Les Arachnides présentent 3 espèces.

VARIATION SAISONNIÈRE DU RÉGIME ALIMENTAIRE

L'analyse saisonnière du régime alimentaire montre deux pics de disponibilité alimentaire, le premier à la fin avril, le second début mai, essentiellement constitués de larves, l'abondance des adultes semblant compenser la diminution des larves et les poches d'œufs n'apparaissant qu'en fin de saison (Fig. 4). Une diminution brutale de la quantité de nourriture apportée est constatée après chaque pic d'abondance alimentaire.

L'analyse de la variation saisonnière des proies, en tenant compte de l'indice H' de diversité, montre un régime alimentaire des poussins particulièrement diversifié au niveau des 2 périodes d'abondance alimentaire, mais cette diversité se réduit brutalement après chaque période d'abondance, le régime alimentaire devenant peu diversifié en fin de saison (Fig. 4).

CHRONOLOGIE D'APPARITION DES ESPÈCES DANS LE RÉGIME

La chronologie de l'apparition des espèces dans le régime alimentaire montre deux pics d'abondance alimentaire, du 25 au 27 avril, et du 1^{er} au 4 mai (Tab. III). Les espèces présentes tout le long de la saison sont : *Cossus cossus*, *Quercusia quercus*, *Euplexia lucipara*, *Deilephila elpenor*, *Ochlodes venatus*, *Tetrix undulata* et une espèce d'Arachnides. Les proies du premier pic d'abondance sont essentiellement des larves de Lépidoptères, des adultes d'Orthoptères et de Dictyoptères. Celles du deuxième pic sont des larves de Lépidoptères, des adultes d'Arachnides, d'Hyménoptères, de Phasmidés et d'Orthoptères. En fin de saison, la plupart des proies sont des adultes d'Arachnides, poches d'œufs et quelques chenilles.

ESTIMATION DE LA QUANTITÉ D'EAU DANS LES PROIES

La richesse en eau des proies varie de 36 % en début de saison, à 44 % en milieu de saison, et atteint 20 % en fin de saison, la différence étant significative ($\chi^2 = 7,22$, ddl = 2, $p < 0,05$) (Fig. 5). Par contre, en fonction de l'âge des poussins, la richesse en eau des proies varie de 29 à 36 %, de manière non significative ($\chi^2 = 1,47$, ddl = 2, $p > 0,05$) (Fig. 5).

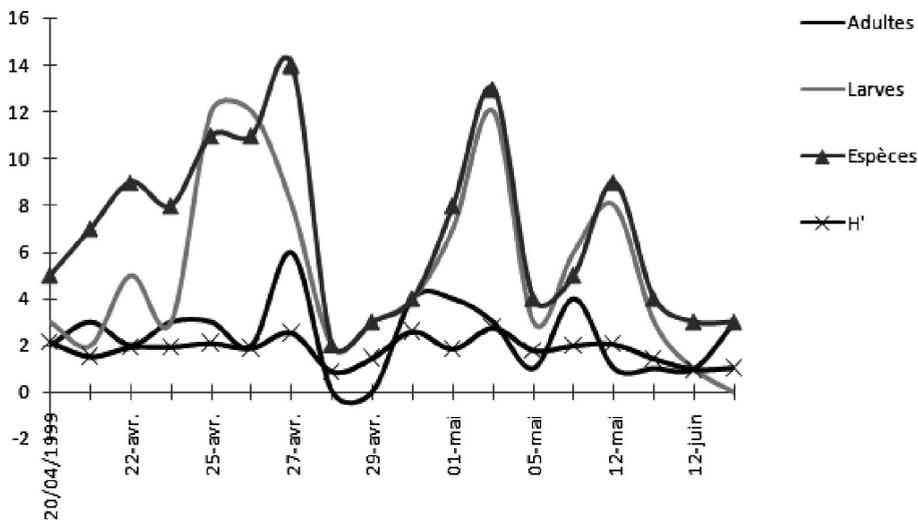


Figure 4.— Variation saisonnière de la diversité spécifique du régime alimentaire des poussins de Mésange maghrébine.

TABLEAU III

Espèces-proies qui constituent les deux pics alimentaires

Espèces du premier pic	Espèces du deuxième pic
<i>Melanchra persicaria</i> (Larve de Lépidoptères)	<i>Biston betularia</i> (Larve de Lépidoptères)
<i>Coenonympha tullia</i> (Larve de Lépidoptères)	<i>Erranis défoliaria</i> (Larve de Lépidoptères)
<i>Hipparchia semele</i> (Larve de Lépidoptères)	<i>Pieris rappae</i> (Larve de Lépidoptères)
<i>Gonopteryx rhamni</i> (Larve de Lépidoptères)	<i>Apatura iris</i> (Larve de Lépidoptères)
<i>Hemearis lucina</i> (Larve de Lépidoptères)	<i>Noctua pronuba</i> (Larve de Lépidoptères)
<i>Pieris brassicae</i> (Larve de Lépidoptères)	<i>Lysandra choridon</i> (Larve de Lépidoptères)
<i>Maniola jutina</i> (Larve de Lépidoptères)	<i>Errynis tages</i> (Larve de Lépidoptères)
<i>Catocala nupta</i> (Larve de Lépidoptères)	Arachnide sp 2 (Adulte)
<i>Locusta migratoria</i> (Adulte Orthoptères)	Arachnide sp 3 (Adulte)
<i>Chorthippus parallelus</i> (Adulte Orthoptères)	<i>Propis signata</i> (Adulte Hyménoptères)
<i>Meconema thalassinum</i> (Adulte Orthoptères)	<i>Bacillus rossii</i> (Adulte Phasmidés)
<i>Mantis religiosa</i> (Adulte Dictyoptères)	<i>Leptophyes punctatissima</i> (Adulte Orthoptères)

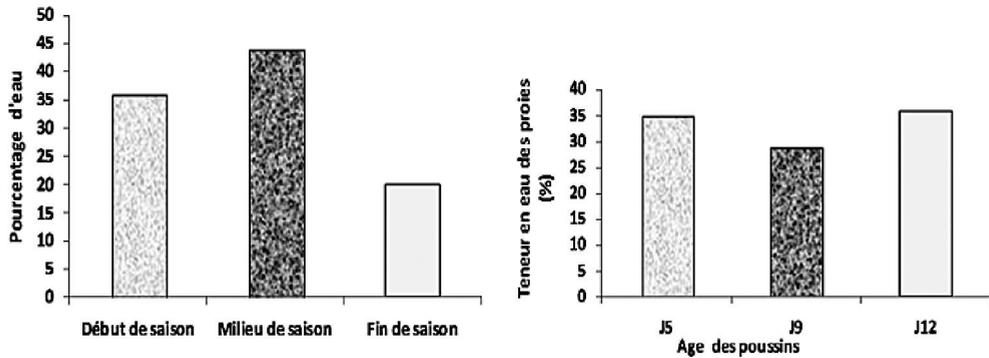


Figure 5.— Variation de la richesse en eau (%) dans les proies (à gauche) et variation saisonnière du pourcentage d'eau des proies selon l'âge des poussins (à droite) chez la Mésange maghrébine.

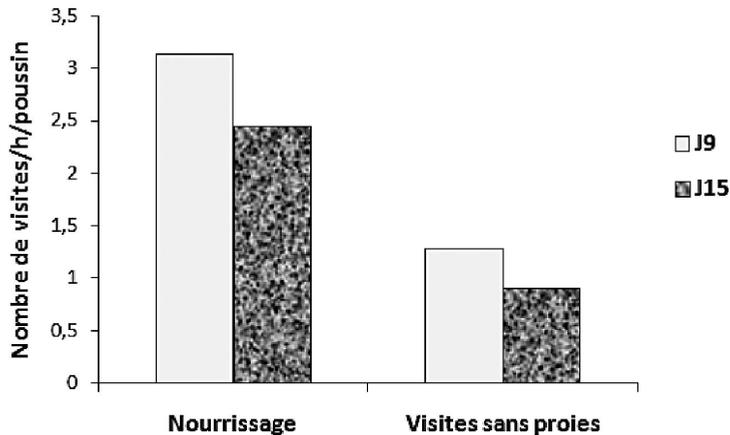


Figure 6.— Fréquence de nourrissage des poussins à l'âge de 9 et 15 jours chez la Mésange maghrébine.

FRÉQUENCE DE NOURRISSAGE DES POUSSINS

Durant les trois années, la fréquence de nourrissage pour une vingtaine de nichées, diminue de 3,12 repas/h/oisillon à J9, à 2,45 à J15, différence hautement significative ($F_{1,20} = 39,11$, $p < 0,01$). Le nombre de visites sans proies varie de 1,28 visites/h/poussin à l'âge de 9j, à 0,92 à l'âge de 15j, la différence étant significative ($F_{1,20} = 166,68$, $p < 0,01$) (Fig. 6).

DISCUSSION

Pour que la sélection naturelle agisse sur un trait d'histoire de vie comme la fécondité ou la date de ponte chez les oiseaux, trois conditions sont nécessaires. Il doit exister pour ce trait une variation entre individus, une relation entre ce trait et la valeur reproductrice des individus (fitness), et ce trait d'histoire de vie doit être héritable. D'une façon générale, les oiseaux les plus efficaces, qui produisent beaucoup de jeunes et ayant de bonnes probabilités de survie, sont ceux qui ajustent au mieux leur date de ponte et leur fécondité à la périodicité et à l'abondance des ressources (Van Balen, 1973 ; Zandt *et al.*, 1990).

La date et la période de ponte de la population de Mésange maghrébine qui niche dans la région d'El Kala doivent être situées dans un cadre méditerranéen. Les données collectées dans un grand nombre de sites de cette partie de l'aire de distribution de la Mésange bleue mettent en évidence une importante variabilité de la date de ponte (Chabi *et al.*, 1995). En effet, il existe un gradient des moyennes, s'étirant sur environ deux mois et dont les limites sont fournies par deux populations nichant dans des chênaies vertes, l'une en Andalousie et l'autre en Corse. La population d'Andalousie présente une date moyenne de ponte particulièrement précoce qui se situe le 19 mars (Isenmann *et al.*, 1990), celle de la population corse est particulièrement tardive, soit le 11 mai (Blondel *et al.*, 1990), alors que Massa *et al.* (2011) indiquent le 19 avril en Sicile. Nos résultats placent la population d'Afrique du Nord en position intermédiaire, avec une date moyenne de ponte qui se situe le 29 avril. Cependant, celle-ci s'avère tardive de 14 jours par rapport aux résultats enregistrés dans le même site par Chabi *et al.* (1995). En Corse, la période tardive de ponte a été mise en relation avec l'apparition non moins tardive des abondances trophiques printanières dans la chênaie verte (Zandt *et al.*, 1990). Dans le cas de la population d'Afrique du Nord, confrontée à des essences à feuillage persistant, le surplus printanier des ressources alimentaires devrait également apparaître tardivement et expliquer ainsi la position tardive de la période de ponte (Chabi, 1998). En effet, si la période de ponte est en relation avec l'apparition des ressources trophiques, la grandeur de ponte reflète leur importance. Les populations de Mésange bleue qui nichent dans les formations sempervirentes ont une grandeur de ponte faible, qui varie généralement de 6 à 8 œufs (Isenmann *et al.*, 1987). La population de Mésange maghrébine étudiée a une grandeur de ponte proche de celle observée en Corse, en Andalousie (Isenmann *et al.*, 1990) et ailleurs en Afrique du Nord (Baouab *et al.*, 1986 ; Moali & Isenmann, 1990). La faible grandeur de ponte est expliquée par l'adaptation au faible surplus alimentaire, beaucoup plus modeste que dans les chênaies d'Europe où les moyennes oscillent généralement entre 10 et 12 œufs (Berndt *et al.*, 1983). La diminution de la grandeur de ponte au cours de la saison peut être expliquée par le fait que les femelles les plus fécondes nichent en premier et celles qui le sont moins commencent à pondre plus tard. La disponibilité alimentaire serait meilleure en début de saison et les femelles qui nichent tôt auraient plus d'énergie pour la formation des œufs. Cette hypothèse est confirmée par la corrélation négative et significative entre la date de ponte et le nombre de jeunes envolés.

Par ailleurs, l'hypothèse fondamentale de Lack (1947, 1954) stipule que le nombre d'œufs pondus correspond au nombre maximum de poussins qu'un couple peut élever avec succès. Or, au cours du cycle reproducteur depuis le début de la ponte et jusqu'à l'envol, certains événements peuvent conditionner le succès reproducteur. Ces événements sont de nature endogène comme la stérilité des œufs qui peut concerner jusqu'à 10 % de la taille de ponte (Isenmann, 1997), et exogène comme les aléas climatiques, la prédation, le vandalisme et le parasitisme, forces majeures dans le façonnement des traits d'histoire de vie.

La qualité et la quantité des ressources alimentaires sont cruciales pour la détermination des traits d'histoire de vie des populations de Mésange bleue (Perrins, 1970), et les larves constituent la proie préférée des poussins durant la période de présence des jeunes au nid (Van Balen, 1973). Nos résultats révèlent que les chenilles constituent la majorité du régime alimentaire (71 %), ce qui est comparable aux données obtenues en Europe continentale et méditerranéenne (Zandt *et al.*, 1990). Les chênaies caducifoliées régénèrent chaque printemps l'ensemble du feuillage propice à une production massive et précoce de chenilles défoliatrices, et le pic de disponibilité alimentaire a lieu plus tôt, en moyenne le 30 avril (Blondel *et al.*, 1993). Or, nos résultats montrent l'existence de deux pics d'abondance alimentaire essentiellement constitués de larves, l'un à la fin du mois d'avril et l'autre début mai, soit 3 à 4 semaines après la date moyenne de ponte et environ 8 jours avant le maximum de demande alimentaire des poussins. Ceci montre un bon ajustement entre le maximum de disponibilité alimentaire et le maximum de demande de nourriture des jeunes.

La fréquence de nourrissage des poussins est plus importante à 9 jours qu'à 15 jours, car à l'âge de 9 à 10 jours il y aurait la différenciation et la maturation des organes, des os et du plumage ainsi que la croissance maximale du tarse qui s'achève vers l'âge de 10 jours (Hurtrez-Boussès, 1996). C'est à cette période que le maximum de demande alimentaire des poussins est exprimé. Durant cette phase, le nombre de visites sans proies effectuées par les parents est plus important à l'âge de 9 jours qu'à 15 jours, et durant ces visites, c'est surtout la femelle qui s'occupe des soins des jeunes et de leur sanitation en les débarrassant des sacs de fientes et de certains ectoparasites du nid. La taille du nid peut aussi refléter l'état de santé ou la qualité phénotypique du constructeur (Tomás *et al.*, 2006).

RÉFÉRENCES

- BAOUAB, R.E., THÉVENOT, M. & AGUESSE, P. (1986).— Population dynamics of the Blue Tit (*Parus caeruleus*) in the Mamora and Middle Atlas woodlands. *Bull. Inst. Scient., Rabat* : 165-183.
- BARBAULT, R. (1995).— *Écologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère*. Masson, Paris.
- BERNDT, R., WINKEL, W. & 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.
- BLONDEL, J. (1985).— Breeding strategies of the Blue Tit and Coal Tit (*Parus caeruleus* & *P. ater*) in mainland and island Mediterranean habitats : a comparison. *J. Anim. Ecol.*, 54 : 53-55.
- BLONDEL, J., DIAS, P.C., MAISTRE, M. & PERRET, P. (1993).— Habitat heterogeneity and life-history variation of Mediterranean Blue Tits. *Auk*, 110 : 511-520.
- BLONDEL, J., DIAS, P.C., PERRET, P., MAISTRE, M. & LAMBRECHTS, M.M. (1999).— Selection-based biodiversity at a small spatial scale in a low-dispersing insular bird. *Science*, 285 : 1399-1402.
- BLONDEL, J., PERRET, P., DIAS, P.C. & LAMBRECHTS, M.M. (2001).— Is phenotypic variation of blue tits (*Parus caeruleus* L.) in Mediterranean mainland and insular landscapes adaptive ? *Gen. Select. Evolution*, 33 : 121-139.
- BLONDEL, J., PERRET, P. & MAISTRE, M. (1990).— On the genetical basis of the laying date in an island population of Blue Tit. *J. Evol. Biol.*, 3 : 469-475.
- BOURGAULT, P., THOMAS, D., PERRET, P. & BLONDEL, J. (2010).— Spring vegetation phenology is a robust predictor of breeding date across broad landscapes : a multi-site approach using the Corsican blue tit (*Cyanistes caeruleus*). *Oecologia*, 162 : 885-892.
- CHABI, Y. (1998).— *Étude de l'écologie de la reproduction des populations de Mésanges (Parus) dans les chênaies du Nord-Est de l'Algérie*. Thèse de doctorat, Université d'Annaba.
- CHABI, Y., BENYACCOUB, S., ISENMANN, P. & SAMRAOUI, B. (1995).— Breeding ecology of the Northern African Blue Tit (*Parus caeruleus ultramarinus*) in two semi-evergreen Oak forests in Algeria. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 50 : 133-140.
- CHINERY, M. (1987).— *Le multiguide nature des insectes d'Europe*. Bordas, Paris.
- CHRISTE, P., DE LOPE, F., GONZÁLEZ, G., SAINO, N. & MÖLLER, A.P. (2001).— The influence of environmental conditions on immune responses, morphology and recapture probability of nestling house martins (*Delichon urbica*). *Oecologia*, 126 : 333-338.
- DIAS, P.C. & BLONDEL, J. (1996).— Breeding time, food supply and fitness components in Mediterranean Blue Tit. *Ibis*, 138 : 644-649.
- GIL DELGADO, J.A., LOPEZ, J. & BARBA, E. (1992).— Breeding ecology of Blue Tit *Parus caeruleus* in eastern Spain : a comparison with other localities with special reference to Corsica. *Ornis Scand.*, 23 : 444-450.
- HURTREZ-BOUSSÈS, S. (1996).— *Interactions hôte-parasite : le système Mésange bleue - Protocalliphora en région méditerranéenne*. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II.

- ISENMANN, P. (1997).— *La mésange bleue*. Masson, Paris.
- ISENMANN, P., ALÈS, E. & MORENO, O. (1990).— The timing of breeding and clutch-size of Blue Tits (*Parus caeruleus*) in an evergreen Holm oak habitat in southern Spain. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 45 : 177-181.
- ISENMANN, P., CRAMM, P. & CLAMENS, A. (1987).— Étude comparée de l'adaptation des mésanges du genre *Parus* aux différentes essences forestières du Bassin méditerranéen occidental. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, Suppl. 4 : 17-25
- LACK, D. (1954).— *The natural regulation of animal numbers*. Clarendon Press, Oxford.
- LACK, D. (1947).— The significance of clutch size. *Ibis*, 89 : 302-352.
- MASSA, B., CUSIMANO, C.A., MARGAGLIOTTA, B. & GALICI, R. (2011).— Reproductive characteristics and differential response to seasonal temperatures of blue and great tits (*Cyanistes caeruleus* & *Parus major*) in three neighbouring Mediterranean habitats. *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 66 : 157-172.
- MERINO, S., MØLLER, A.P. & DE LOPE, F. (2000).— Seasonal changes in cell-mediated immunocompetence and mass gain in nestling barn swallows : a parasite-mediated effect ? *Oikos*, 90 : 327-332.
- MOALI, A. & ISENMANN, P. (1990).— The timing of breeding and clutch size of Blue Tits (*Parus caeruleus*) in two mountain habitats in Algeria. Pp 117-120 In : J. Blondel et al. (eds). *Population biology of passerine birds. An intergrate approach. Population Biology of Passerine Birds. NATO ASI Series G, 24*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.
- PERRINS, C. M. (1970).— Timing of bird breeding seasons. *Ibis*, 112 : 242-255.
- ROFF, D.A. (1992).— *The evolution of life histories : Theory and analysis*. Chapman & Hall, New York.
- SANZ, J.J. (2002).— Climate change and breeding parameters of great and blue tits throughout the western Palaearctic. *Global Change Biology*, 8 : 409-503.
- THOMAS, D.W., BLONDEL, J., PERRET, P., LAMBRECHTS, M.M. & SPEAKMAN, J.R. (2001).— Variation in food supply, energy expenditure, and the timing of breeding in birds : response to Verhulst and Tinbergen. *Science*, 294 : 471a.
- TOMÁS, G., MERINO, S., MORENO, J., SANZ, J.J., MORALES, J. & GARCÍA-FRAILE, S. (2006).— Nest weight and female health in the Blue tit (*Cyanistes caeruleus*). *Auk*, 123 : 1013-1021.
- VAN BALEN, J.H. (1973).— A comparative study of Great Tit *Parus major* in different habitats. *Ardea*, 61 : 1-93.
- ZANDT, H.S. (1997).— Water content of prey of nestling Blue Tits in Corsican habitat. *Neth. J. Zool.*, 47 : 125-131.
- ZANDT, H.S., STRIJKSTRA, A., BLONDEL, J. & VAN BALEN, H. (1990).— Food in two Mediterranean Blue tit populations : Do differences in caterpillar availability explain differences in timing of the breeding season. Pp 145-155 In : J. Blondel et al. (eds). *Population biology of passerine birds. An intergrate approach. Population Biology of Passerine Birds. NATO ASI Series G, 24*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.