

L'OEUF DU PÉTREL DE BULWER *BULWERIA BULWERII* DE SELVAGEM GRANDE

Par J.-L. MOUGIN¹ et M.-C. MOUGIN¹

Avec 2 figures et 3 tableaux

RÉSUMÉ. Les oeufs du Pétrel de Bulwer *Bulweria bulwerii* de Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W), volumineux – environ 22% du poids de la femelle – montrent une variabilité relativement importante pour la taille et la forme. On ne note aucune différence pour ces deux paramètres d'une année à l'autre et bien peu d'une colonie à l'autre ou d'une localité à l'autre, mais la taille augmente avec l'expérience des femelles sans que la forme semble être modifiée. Enfin, la réussite de l'incubation semble ne dépendre en rien de ces deux paramètres.

SUMMARY. The egg of the Bulwer's Petrel *Bulweria bulwerii* of Selvagem Grande. The eggs of the Bulwer's Petrels *Bulweria bulwerii* of Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W), which represent about 22% of the female's weight, show a relatively high variability in size and shape. No differences are apparent for both parameters between years and not much between colonies or localities, but size increases with female's experience without affecting shape. Finally, hatching success does not seem to be affected by any of these parameters.

RESUMO. O ovo da Alma-negra, *Bulweria bulwerii* da Selvagem Grande. Os ovos da Alma-negra da Selvagem Grande, que representam cerca de 22% do peso da fêmea, mostram grande variabilidade no tamanho e na forma. Não se notaram diferenças nestes dois parâmetros, nem de um ano para outro, nem entre colónias ou localidades, mas o tamanho do ovo aumenta com a experiência reprodutiva das fêmeas, sem contudo haver alterações na forma. Em suma, o sucesso da incubação não parece depender de nenhum destes dois parâmetros.

¹ Muséum National d'Histoire Naturelle, Laboratoire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux), 55 rue Buffon, 75005 Paris, France.

L'étude des facteurs conditionnant la taille et la forme de l'oeuf chez les Procellariiformes et des rapports que ces deux paramètres entretiennent avec la réussite de la reproduction a déjà donné lieu à un bon nombre de publications dont les conclusions sont étonnement diverses dans un groupe d'oiseaux aussi homogène. Une espèce de Selvagem Grande a déjà été étudiée à cet égard, le Puffin cendré *Calonectris diomedea* (MOUGIN, 1998). Dans la présente note, consacrée à un autre oiseau de Selvagem Grande appartenant à la même famille des Procellariidés, le Pétrel de Bulwer *Bulweria bulwerii*, nous cherchons à quantifier la variabilité intrapopulationnelle de la taille et de la forme des oeufs, à identifier les facteurs l'affectant et à examiner les relations existant avec la réussite de l'incubation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le travail de terrain a été effectué au cours de deux années consécutives (1998 et 1999) dans trois colonies de Pétrels de Bulwer de Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W), la plus grande des îles de l'archipel des Selvagens situé entre Madère et les îles Canaries, où niche une population estimée à 5000 paires au moins (ZINO & BISCOITO, 1994). Nos mesures ayant été effectuées quelques temps après la ponte, le poids de l'oeuf n'a pu être pris en compte mais seulement la longueur (L) et le diamètre (d). Une estimation de la taille est fournie par l'indice volumétrique Ld^2 et une estimation de la forme par l'élongation L/d . Enfin le poids peut être calculé par la formule kLd^2 avec $k = 0,551$. L'expérience de la reproduction, c'est-à-dire le nombre d'années de reproduction, nous est fournie par les oiseaux de deux colonies où tous les reproducteurs sont bagués ou contrôlés chaque année, respectivement depuis 1982 et 1985. Le sexe des oiseaux est fourni par l'indice du bec (longueur x hauteur, MOUGIN, 1989). Une série d'oeufs avait auparavant été mesurée dans la même localité (ROBERTSON & JAMES, 1988).

Les comparaisons statistiques ont été faites à l'aide du test t de Student, de l'analyse de variance et de la corrélation de Pearson. Les moyennes sont accompagnées de l'écart-type.

RÉSULTATS

L'OEUF DE SELVAGEM GRANDE

Les dimensions des oeufs de Selvagem Grande sont présentées au Tableaux 1 et 2 et à la Figure 1. Le poids moyen calculé est de $21,8 \pm 1,8$ g (15,6-27,9 g, $n = 70$), 21,8% du poids de la femelle. La variabilité, estimée par le coefficient de variation, est relativement élevée pour l'indice volumétrique (8,5%), plus réduite pour l'élongation

(4,1%), pour la longueur (3,9%) et pour le diamètre (3,2%). La longueur la plus courte représente 80,0% de la plus longue. Les valeurs correspondantes atteignent 80,4% pour le diamètre, 56,0% pour l'indice volumétrique et 81,3% pour l'élongation.

VARIATION INTERANNUELLE

Aucune différence significative n'est apparente d'une année à l'autre pour aucun des paramètres pris en compte (Tableau 2).

DIFFÉRENCES ENTRE LES COLONIES

Le Tableau 3 ne montre que des différences faibles (5% au maximum), mais parfois significatives, peut-être fortuitement, entre les colonies étudiées pour les différents paramètres pris en compte.

TABLEAU 1 - Dimensions de l'oeuf du Pétrel de Bulwer dans plusieurs localités de nidification. Moyenne \pm écart-type (extrêmes). n: effectif.
- Egg dimensions of Bulwer's Petrel at various breeding localities. Mean \pm s. d. (range). n: numbers.

Localités	n	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Indice volumétrique	Élongation	Sources
Îles Selvagens	70	42,5 \pm 1,7 (37,9-47,4)	30,5 \pm 1,0 (26,3-32,7)	39,5 \pm 3,4 (28,4-50,7)	1,39 \pm 0,06 (1,28-1,58)	1
Îles Desertas	24	42,0 \pm 1,3	30,5 \pm 0,6	39,1	1,38	2
Îles Açores	18	42,0 \pm 1,7 (38,4-46,4)	30,3 \pm 0,8 (28,1-31,8)	38,6	1,39	3
Îles Canaries	18	42,6 \pm 1,2 (41,3-45,5)	30,6 \pm 1,4 (26,7-33,0)	39,9	1,39	4, 5
Îles du Cap-Vert	6	43,0 \pm 1,4	30,7 \pm 0,5	40,5	1,40	6
Manana (Hawaï)	11	41,7 \pm 1,8	30,5 \pm 0,9	38,8	1,37	7
Atoll de Johnston	47	41,2 \pm 1,6 (37,3-43,9)	30,3 \pm 0,6 (29,0-32,1)	37,8	1,36	4
Îles Marquises	10	40,7 \pm 1,2	30,5 \pm 1,2	37,9	1,33	8
Chine	14	43,5	31,5	43,2	1,38	9

1. Cet article; 2. NUNES & VICENTE (1998); 3. MONTEIRO *et al.* (1996); 4. MEGYESI & O'DANIEL (1997); 5. BANNERMAN (1914); 6. BANNERMAN & BANNERMAN (1968); 7. WHITTOW (1994); 8. HOLYOAK & THIBAUT (1984); 9. La TOUCHE (1934).

TABLEAU 2 - Variation interannuelle des dimensions de l'oeuf du Pétrel de Bulwer de Selvagem Grande. Moyenne \pm écart-type (extrêmes). n. s.: non significatif. Les données de 1983 sont empruntées à ROBERTSON & JAMES (1988).

- Interannual variation of egg dimensions in the Bulwer's Petrel of Selvagem Grande. Mean \pm s. d. (range). n. s.: non significant. The data of 1983 have been taken in ROBERTSON & JAMES (1988).

Années	n	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Indice volumétrique	Élongation
1983	56	42,0 \pm 1,3	30,6 \pm 1,0	39,3	1,37
1998	12	42,0 \pm 1,0 (40,6-43,5)	30,0 \pm 1,3 (26,3-31,5)	37,9 \pm 3,7 (28,4-43,2)	1,40 \pm 0,06 (1,34-1,56)
1999	58	42,6 \pm 1,8 (37,9-47,4)	30,6 \pm 0,9 (28,7-32,7)	39,9 \pm 3,2 (31,9-50,7)	1,39 \pm 0,06 (1,28-1,58)
Test t	1983-1998	0,03, n. s.	1,51, n. s.	-	-
	1983-1999	1,96, n. s.	0,12, n. s.	-	-
	1998-1999	1,60, n. s.	1,47, n. s.	1,72, n. s.	0,22, n. s.

DIFFÉRENCES ENTRE LES LOCALITÉS

Aucune différence significative n'est apparente (Tableau 1) pour le diamètre de l'oeuf entre les pontes de Selvagem Grande et celles des autres localités de Macaronésie ($t \leq 0,92$, n. s.) ou de l'océan Pacifique ($t \leq 1,44$, n. s.). D'ailleurs, pour ce paramètre, les pontes de Macaronésie ne diffèrent jamais entre elles ($t \leq 1,44$, n. s.), pas plus que celles de l'océan Pacifique ($t \leq 0,51$, n. s.), et elles ne diffèrent pas non plus les unes des autres ($t \leq 1,80$, n. s.). En revanche, pour la longueur, si les pontes de Selvagem Grande ne diffèrent pas des autres pontes de Macaronésie ($t \leq 1,62$, n. s.) – qui d'ailleurs ne diffèrent jamais entre elles ($t \leq 1,62$, n. s.) – elles peuvent être significativement plus longues que celles du Pacifique ($1,38 \leq t \leq 4,20$), qui ne diffèrent pas entre elles ($t \leq 1,51$, n. s.). La différence moyenne étant toujours inférieure à 5% et les effectifs mesurés dans certaines localités étant très faibles, on n'attachera pas une grande importance à ces différences. Les données manquent pour comparer les indices volumétriques et les élongations.

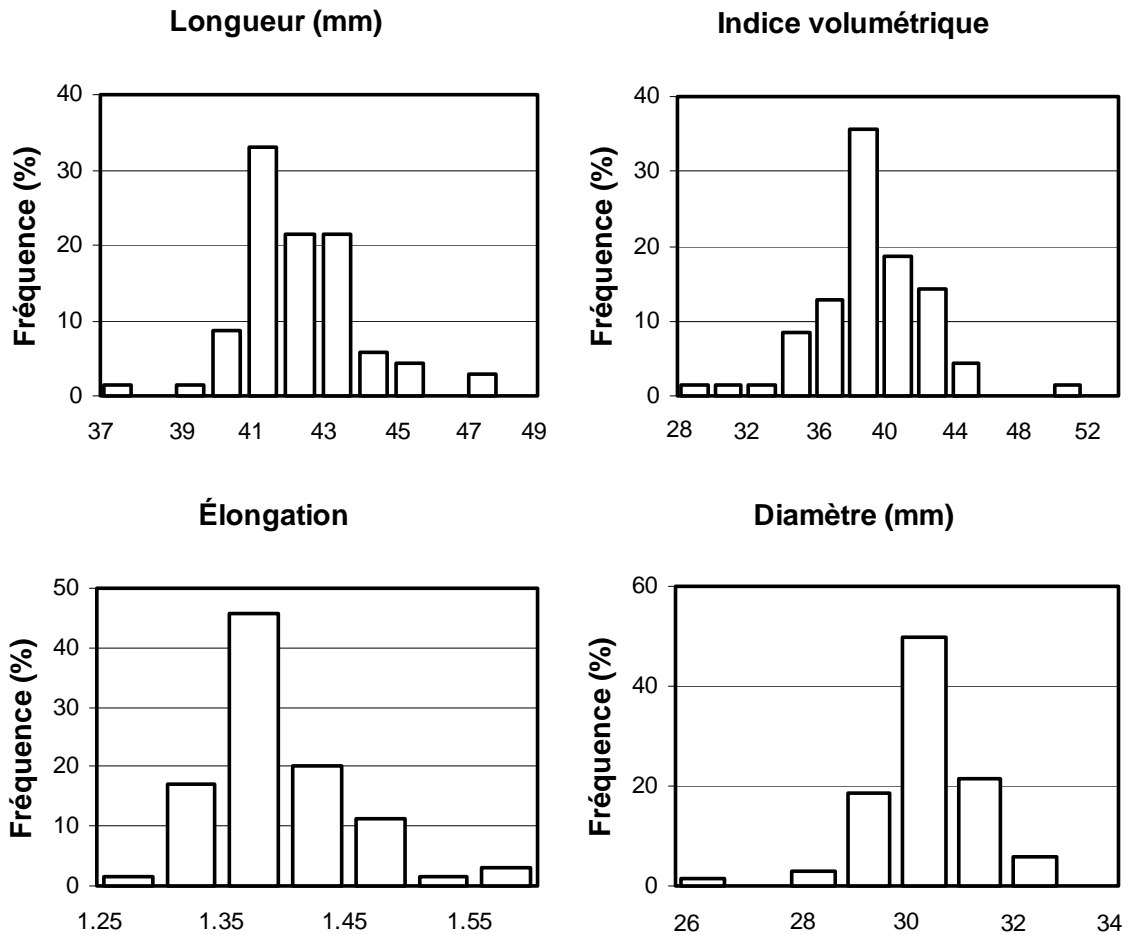


Fig. 1 - Dimensions de l'oeuf du Pétrel de Bulwer de Selvagem Grande.
- Size and shape of the egg of the Bulwer's Petrel of Selvagem Grande.

EXPÉRIENCE DES FEMELLES

Pendant les 17 premières années de reproduction (Fig. 2), on note un accroissement significatif de l'indice volumétrique de l'oeuf avec l'accroissement de l'expérience de la femelle ($r_{10} = 0,651$, $p < 0,05$). Rien de tel n'est apparent pour l'élongation ($r_{10} = -0,025$, n. s.). Le volume de l'oeuf s'accroît donc progressivement pendant les premières années de reproduction des femelles sans que sa forme semble être modifiée.

TABLEAU 3 - Les dimensions de l'oeuf dans trois colonies de Pétrels de Bulwer de Selvagem Grande. Moyenne \pm écart-type, extrêmes (effectif). n. s.: non significatif.
 - Egg dimensions in three colonies of Bulwer's Petrels of Selvagem Grande. Mean \pm s. d., range (numbers). n. s.: non significant.

Colonies	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Indice volumétrique	Élongation
1	44,1 \pm 1,9 41,6-47,4 (10)	30,7 \pm 1,1 29,6-32,7 (10)	41,5 \pm 3,8 38,4-50,7 (10)	1,44 \pm 0,07 1,32-1,58 (10)
2	42,0 \pm 1,5 37,9-44,6 (26)	30,7 \pm 0,9 29,0-32,4 (26)	39,6 \pm 3,2 31,9-46,0 (26)	1,37 \pm 0,05 1,28-1,47 (26)
3	42,6 \pm 1,6 39,5-45,8 (16)	30,4 \pm 0,7 28,7-31,4 (16)	39,3 \pm 2,8 32,5-44,0 (16)	1,40 \pm 0,05 1,35-1,50 (16)
F _{2, 49}	5,84, p < 0,01	0,58, n. s.	1,58, n. s.	8,27, p < 0,01

RÉUSSITE DE L'INCUBATION

Sur un petit échantillon de 36 oeufs, aucune différence n'est apparente pour l'indice volumétrique (t = 1,40, n. s.) ou pour l'élongation (t = 1,68, n. s.) entre les oeufs abandonnés en cours d'incubation et ceux qui ont éclos.

DISCUSSION

L'oeuf du Pétrel de Bulwer de Selvagem Grande présente donc des dimensions considérables, ce qui était attendu chez le plus petit des Procellariidés. Ces dimensions ne varient pas d'une année à l'autre et varient peu et probablement de façon fortuite d'une colonie à l'autre. Bien que l'aire de nidification soit disjointe et qu'il ne semble pas exister de communication entre les oiseaux de Macaronésie et ceux de l'océan Pacifique, aucune différence importante, biométrique ou autre, n'existe entre les populations des différentes localités et aucune sous-espèce n'est actuellement reconnue (JOUANIN & MOUGIN, 1979). Dans ces conditions, des différences importantes de taille entre les oeufs des diverses localités étaient improbables et en effet, pour autant

qu'on puisse l'affirmer, il ne semble pas en exister. Enfin, l'expérience des femelles joue un rôle sur la taille de leurs oeufs mais pas sur leur forme et la réussite de l'incubation semble être indépendante de la taille et de la forme de l'oeuf.

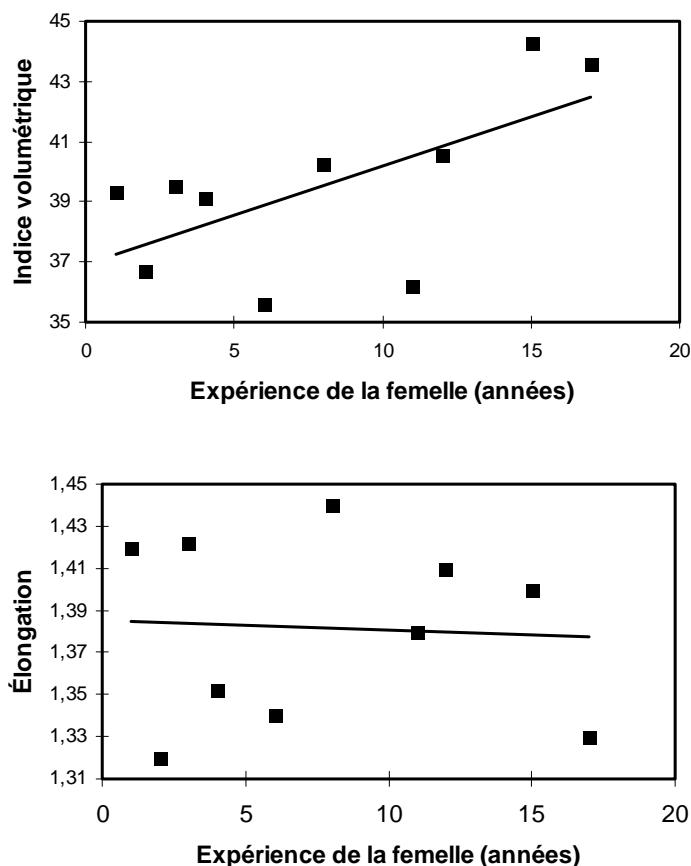


Fig. 2 - Évolution de l'indice volumétrique et de l'élongation de l'oeuf en fonction de l'expérience de la femelle.

- Evolution of volume index and elongation as a function of the female's breeding experience.

Les autres espèces appartenant à l'ordre des Procellariiformes donnent sur tous ces points des résultats contradictoires. Chez de nombreux Procellariiformes, le binôme âge-expérience conditionne la taille de l'oeuf mais ce n'est pas le cas chez tous (BROOKE, 1978; CROXALL *et al.*, 1992; MOUGIN, 1998; OLLASON & DUNNET, 1986; RICHDALÉ, 1952; WEIMERSKIRCH, 1990). Les variations d'une colonie à l'autre peuvent être insignifiantes, mais pas toujours (MOUGIN, 1998; WEIDINGER, 1996). Celles qui sont observées d'une année à l'autre chez plusieurs espèces (CROXALL *et al.*, 1992; WEIDINGER, 1996), mais pas chez toutes (BOERSMA *et al.*, 1980; BROOKE,

1978), sont généralement liées à des variations des disponibilités alimentaires (CROXALL *et al.*, 1992; WEIDINGER, 1996). On ne sait pas de façon précise où s'alimente le Pétrel de Bulwer de Selvagem Grande pendant la période précédant la ponte, mais s'il le fait dans le courant des Canaries dont la productivité est considérable et prévisible, la nourriture ne devrait jamais lui faire défaut. Enfin, il existe un rapport entre la taille de l'oeuf et sa réussite chez quelques espèces (CROXALL *et al.*, 1992; MOUGIN, 1998; WEIDINGER, 1996; WEIMERSKIRCH, 1990), mais le cas n'est pas général (MEATHREL *et al.*, 1993). En fait chez ces espèces, petite taille de l'oeuf, faible expérience et mauvaise réussite de l'incubation sont liées et l'on peut penser que c'est le manque d'expérience qui pénalise le succès (MEATHREL *et al.*, 1993; OLLASON & DUNNET, 1986) même si un rôle direct de la taille de l'oeuf n'est pas totalement à exclure (CROXALL *et al.*, 1992; WEIDINGER, 1996). Chez le Pétrel de Bulwer en revanche, la taille de l'oeuf et la réussite de l'incubation sont liées à l'expérience des reproducteurs mais ne le sont pas entre elles (MOUGIN, 1997).

RÉFÉRENCES

BANNERMAN, D. A.:

1914. An ornithological expedition to the eastern Canary Islands. *Ibis*, **10**, 2: 38-90, 228-293.

BANNERMAN, D. A. & BANNERMAN, W. M.:

1968. *Birds of the Atlantic Islands. IV. A history of the birds of the Cape Verde Islands*. Edimbourg, Oliver & Boyd.

BOERSMA, P. D., WHEELWRIGHT, N. T., NERINI, M. K. & WHEELWRIGHT, E. S.:

1980. The breeding biology of the Fork-tailed Storm-Petrel (*Oceanodroma furcata*). *Auk*, **97**: 268-282.

BROOKE, M. de L.:

1978. Some factors affecting the laying date, incubation and breeding success of the Manx Shearwater *Puffinus puffinus*. *J. Anim. Ecol.*, **47**: 477-495.

CROXALL, J. P., ROTHERY, P. & CRISP, A.:

1992. The effect of maternal age and experience on egg-size and hatching success in Wandering Albatrosses *Diomedea exulans*. *Ibis*, **134**: 219-228.

HOLYOAK, D. T. & THIBAUT, J.-Cl.:

1984. Contribution à l'étude des oiseaux de Polynésie orientale. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, A, Zool., 127, 209 p.

JOUANIN, Chr. & MOUGIN, J.-L.:

1979. Order Procellariiformes. In Peters' *Check-list of birds of the world*, 1, 2^{ème} éd., Museum of Comparative Zoology, Cambridge, U.S.A.: 48-121.

La TOUCHE, J. D. D.:

1934. *Handbook of the birds of eastern China*. Vol. II, 566 p.

MEATHREL, C. E., SKIRA, I. J., BRADLEY, J. S. & WOOLLER, R. D.:

1993. The influence of egg-size, mass and composition upon hatching success in the Short-tailed Shearwater *Puffinus tenuirostris* (Aves: Procellariiformes). *J. Zool., London*, **230**: 679-686.

MEGYESI, J. L. & O'DANIEL, D. L.:

1997. Bulwer's Petrel (*Bulweria bulwerii*). In *The birds of North America*, n° 281 (A. Poole & F. Gill, éd.), The Academy of Natural Sciences, Philadelphia, USA et The American Ornithologists' Union, Washington, USA.

MONTEIRO, L. R., RAMOS, J. A., FURNESS, R. W. & DeL NEVO, A. J.:

1996. Movements, morphology, breeding, molt, diet and feeding of seabirds in the Azores. *Col. Waterbds.*, **19**: 82-97.

MOUGIN, J.-L.:

1989. La détermination du sexe par mensuration du bec chez le Pétrel de Bulwer *Bulweria bulwerii*. *Cyanopica*, **4**, 3: 353-360.
1997. Aperçus sur la démographie du Pétrel de Bulwer *Bulweria bulwerii* de Selvagem Grande. *Bol. Mus. Mun. Funchal*, **49** (277): 107-127.
1998. Factors affecting egg dimensions and breeding success in the Cory's Shearwater (*Calonectris diomedea*) of Selvagem Grande. *J. Ornithol.*, **139**: 179-184.

NUNES, M. & VICENTE, L.:

1998. Breeding cycle and nestling growth of Bulwer's Petrel on the Desertas Islands, Portugal. *Col. Waterbds.*, **21**: 198-204.

OLLASON, J. C. & DUNNET, G. M.:

1986. Relative effects of parental performance and egg quality on breeding success of Fulmars *Fulmarus glacialis*. *Ibis*, **128**: 290-296.

RICHDALE, L. E.:

1952. *Post-egg period in Albatrosses*. Biol. Monogr., 4, Dunedin.

ROBERTSON, H. A. & JAMES, P. C.:

1988. Morphology and egg measurements of seabirds breeding on Great Salvage Island, North Atlantic. *Bull. Br. Ornithol. Club*, **108**: 79-87.

WEIDINGER, K.:

1996. Egg variability and hatching success in the Cape Petrel *Daption capense* at Nelson Island, South Shetland Islands, Antarctica. *J. Zool., London*, **239**: 755-768.

WEIMERSKIRCH, H.:

1990. The influence of age and experience on breeding performance of the Antarctic Fulmar, *Fulmarus glacialisoides*. *J. Anim. Ecol.*, **59**: 867-875.

WHITTOW, G. C.:

1994. Incubation biology and nestling growth of Bulwer's Petrels on Manana Island, Oahu, Hawaii. *Pac. Sc.*, **48**: 136-144.

ZINO, F. & BISCOITO, M.:

1994. Breeding seabirds in the Madeira archipelago. *In Seabirds on islands. Threats, case studies and action plans*. BirdLife Conserv. Ser., **1**: 172-185.