

# L'INCUBATION INTERMITTENTE CHEZ QUELQUES PROCELLARIIDÉS

Par J.-L. MOUGIN <sup>1</sup>

Avec 5 figures

**RÉSUMÉ.** Les abandons temporaires de l'œuf au cours de l'incubation, fréquents chez les Procellariiformes, présentent des aspects différents selon les espèces. Ils sont plus longs et plus nombreux chez le Pétrel de Kerguelen *Pterodroma brevirostris* de l'archipel Crozet que chez le Pétrel de Bulwer *Bulweria bulwerii* et le Puffin cendré *Calonectris diomedea* de Selvagem Grande, représentant au total respectivement 21,2, 3,4 et 0,5% de la durée réelle d'incubation. Chez le premier, des oiseaux des deux sexes et d'expériences très variées sont concernés et la réussite de la reproduction est la même chez eux et dans l'ensemble de la population. Chez le deuxième et le troisième en revanche, ils concernent essentiellement les oiseaux inexpérimentés et sont dans la plupart des cas (68%) le prélude à un abandon définitif. Cette incubation intermittente est liée à la durée des voyages alimentaires et donc essentiellement aux difficultés rencontrées par les oiseaux dans la collecte de leur nourriture. Le Puffin cendré, qui s'alimente dans les eaux productives du courant des Canaries semble en avoir bien peu, à la différence du Pétrel de Kerguelen, qui fréquente des eaux froides et productives, mais dont la production est dispersée et nécessite toujours de longues recherches.

**SUMMARY.** Egg neglect in some Procellariids. Egg neglect, frequent among Procellariiformes, shows different aspects according to species. Temporary desertions are longer and more numerous in the Kerguelen Petrel *Pterodroma brevirostris* of the Crozet archipelago than in the Bulwer's Petrel *Bulweria bulwerii* and in the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* of Selvagem Grande, representing in all 21.2, 3.4 and 0.5% respectively of the true incubation length. In the first one, birds of both sexes and of various experiences are concerned, and breeding success is the same for them and for the whole population. In the second and third ones on the contrary, inexperienced birds are especially concerned and a permanent desertion frequently

---

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

follows these neglects (68%). That intermittent incubation is linked to the length of the feeding trips and thus mostly to the difficulties encountered by the birds to collect their food. Cory's Shearwaters, which feed in the rich waters of the Canary Current, seem to have not much, unlike Kerguelen Petrels which forage over rich, cold waters the production of which is scattered and always entails long searches.

*RESUMO.* A intermitência na incubação em alguns Procellariídeos. Os abandonos temporários do ovo, no decurso da incubação, frequentes nos Procellariiformes, apresentam aspectos diferentes consoante as espécies. São mais longos e mais numerosos no Petrel das Kerguelen, *Pterodroma brevirostris*, do arquipélago Crozet, do que na Alma-negra, *Bulweria bulwerii* e na Cagarra, *Calonectris diomedea* da Selvagem Grande, representando no total e respectivamente, 21,2, 3,4 e 0,5% da duração real da incubação. Em *P. brevirostris*, aves de ambos os sexos e com experiências reprodutivas muito variadas estão envolvidas, sendo que o seu sucesso reprodutivo é o mesmo do da população em geral. Já em *B. bulwerii* e *C. diomedea*, são essencialmente as aves inexperientes que estão envolvidas neste fenómeno, que na maior parte dos casos (68%) levam a um abandono definitivo do ovo. Esta intermitência na incubação está relacionada com a duração das viagens alimentares e por conseguinte com as dificuldades encontradas pelas aves na busca de alimento. A Cagarra, que se alimenta nas águas produtivas da corrente das Canárias, parece ter muito pouca intermitência na incubação, ao contrário do Petrel das Kerguelen, que frequenta águas frias mas cuja actividade está dispersa, necessitando assim de viagens alimentares mais longas.

## INTRODUCTION

Chez les Procellariiformes en général et chez les Procellariidés en particulier, l'incubation est accomplie en alternance par les deux conjoints qui se relaient sur l'œuf au terme de séjours dont la durée varie d'une espèce à l'autre, de 24 heures à 10-15 jours. Il arrive toutefois que, pour une raison ou pour une autre, l'oiseau qui couvait n'attende pas son partenaire et abandonne l'œuf pour aller s'alimenter en mer. A son retour à terre, ce partenaire peut s'installer sur l'œuf abandonné et reprendre l'incubation interrompue et l'œuf n'en souffrira aucunement.

Ces abandons temporaires de l'oeuf, encore connus sous le nom d'incubation intermittente, sont à l'évidence très répandus chez les Procellariiformes. Ils ont été signalés dans les quatre familles constituant l'ordre, Diomédéidés (HARRIS, 1973; RICHDALÉ, 1952), Procellariidés (BROWN, 1966; GARDNER *et al.*, 1985; JOUVENTIN *et al.*, 1985; IMBER, 1976; MATTHEWS, 1954; MOUGIN, 1969; RICHDALÉ, 1965; SCHRAMM, 1983; TICKELL, 1962; WARHAM *et al.*, 1977), Hydrobatidés (BECK et BROWN, 1971, 1972; BOERSMA et WHEELWRIGHT, 1979; COPESTAKE et CROXALL, 1985; DAVIS, 1957; HARRIS, 1969; JOUVENTIN *et al.*, 1985; LACAN, 1971; PEFAUR, 1974; RICHDALÉ, 1943-

1944; ROBERTS, 1940; SIMONS, 1981; WILBUR, 1969) et Pélécanoididés (JOUVENTIN *et al.*, 1985; MOUGIN, 1985). Ils concernent des oiseaux de grande taille (HARRIS, 1973; RICHDALE, 1952) comme des oiseaux de petite taille (DAVIS, 1957; ROBERTS, 1940), et des oiseaux de climat très chaud (GARDNER *et al.*, 1985) comme des oiseaux de climat très froid (BROWN, 1966; LACAN, 1971). Enfin, les espèces épigées peuvent également en présenter (HARRIS, 1973; RICHDALE, 1952) quoique, bien évidemment, la prédation tende à s'y opposer.

Leur importance est très variable. Ils peuvent concerner l'ensemble d'une population (PEFAUR, 1974; PLANT, 1989) ou au contraire une proportion très réduite de la population (BROWN, 1966; DAVIS, 1957) - la durée des abandons pouvant être très supérieure à celle des séjours sur l'œuf (PLANT, 1989) ou beaucoup plus courte (BROWN, 1966; DAVIS, 1957). Enfin, des différences importantes peuvent apparaître chez une même espèce entre différentes localités ou entre différentes années dans la même localité (JOUVENTIN *et al.*, 1985; SCHRAMM, 1983).

Les abandons temporaires de l'œuf ont été généralement liés à la durée des voyages alimentaires (WARHAM, 1990), c'est-à-dire essentiellement aux difficultés rencontrées par les oiseaux dans la collecte de leur nourriture - mais des conditions météorologiques adverses peuvent également retarder leur retour à terre. Ils seraient plus importants chez les grands pélagiques que chez les oiseaux plus côtiers et, à l'intérieur d'une même espèce, leur importance augmenterait avec la latitude - à l'exception des très hautes latitudes où ils seraient en revanche beaucoup plus rares en raison du climat (BOERSMA et WHEELWRIGHT, 1979).

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Si d'assez nombreux auteurs ont signalé l'existence d'une incubation intermittente chez les Procellariiformes, et si certains d'entre eux ont publié quelques chiffres, les travaux un peu détaillés consacrés au sujet n'ont pas été fréquents. L'étude qui suit, réalisée à Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W), est essentiellement basée sur l'observation quotidienne, pendant l'incubation, d'un certain nombre de nids de Puffins cendrés *Calonectris diomedea borealis* (depuis 1980) et de Pétrels de Bulwer *Bulweria bulwerii* (depuis 1982) dont les occupants, bagués, sont individuellement connus. A titre de comparaison, des données moins précises concernant deux années de reproduction du Pétrel de Kerguelen *Pterodroma brevirostris* de l'archipel Crozet (46° S, 52° E), déjà publiées partiellement et sous une autre forme (JOUVENTIN *et al.*, 1985; MOUGIN, 1969), ont également été utilisées.

Nous entendons par abandon temporaire de l'œuf un abandon long d'au moins 24 h par un des partenaires, précédant le retour au nid et la reprise de l'incubation par l'autre partenaire pendant au moins 24 h également, quel qu'ait été le sort ultérieur de l'œuf, abandonné définitivement ou couvé jusqu'à l'éclosion, sans ou avec d'autres abandons

temporaires. Le calcul statistique est basé sur des méthodes simples, test  $t$  de Student,  $c^2$ , régression. Les moyennes sont accompagnées de l'écart-type.

## RÉSULTATS

### A. DURÉE DES ABSENCES

Les abandons temporaires duraient en moyenne  $6,7 \pm 5,0$  j (1 - 16 j,  $n = 19$ ) chez le Pétrel de Kerguelen,  $3,9 \pm 2,8$  j (1 - 10 j,  $n = 34$ ) chez le Pétrel de Bulwer et  $2,9 \pm 1,8$  j (1 - 7 j,  $n = 35$ ) chez le Puffin cendré ( $F_{2,85} = 9,23$ ,  $p < 0,01$ , Fig. 1). La comparaison des résultats deux à deux montre une différence significative entre le Pétrel de Kerguelen et les deux autres espèces ( $t^3 2,22$ ,  $p < 0,05$ ), elles-mêmes fournissant des résultats analogues ( $t = 1,78$ , n.s.). Aucune différence entre les années n'a été notée pour aucune des trois espèces prises en compte -  $t = 0,21$ , n.s. pour le Pétrel de Kerguelen,  $F_{9,20} = 1,01$ , n.s. pour le Puffin cendré et  $F_{6,23} = 0,38$ , n.s. pour le Pétrel de Bulwer. Notons encore que aucun abandon temporaire supérieur à 11 jours chez le Pétrel de Kerguelen et à 4 jours chez le Puffin cendré n'a été suivi d'une éclosion. Chez le Pétrel de Bulwer, un oeuf abandonné pendant 10 jours a normalement éclos.

Les abandons temporaires étant non seulement plus courts chez le Puffin cendré et le Pétrel de Bulwer que chez le Pétrel de Kerguelen, mais également beaucoup plus rares - ils ne concernaient respectivement que 2,7%, 12,2% et 67,7% des couples de notre échantillon ( $c^2_2 = 154,7$ ,  $p < 0,01$ ) - le rapport entre le nombre de jours d'abandon et le nombre de jours d'incubation réelle s'élevait respectivement à 0,5% (0-1,2 %,  $n = 20268$ ), 3,4% (0,9 - 6,6%,  $n = 3208$ ) et 21,2 % (7,7 - 37,2 %,  $n = 599$ ),  $c^2_2 = 1906,4$ ,  $p < 0,01$ .

Enfin, dans notre échantillon, l'importance des abandons temporaires de l'oeuf tendait à diminuer au cours de l'incubation chez le Pétrel de Kerguelen, alors qu'elle restait à peu près constante chez le Puffin cendré et le Pétrel de Bulwer.

### B. ÉCHEC DE L'INCUBATION

Il n'existe aucune différence pour l'échec de l'incubation entre les oiseaux qui abandonnent temporairement leur oeuf et l'ensemble de la population chez le Pétrel de Kerguelen - 0,600 ( $n = 10$ ) contre 0,654 ( $n = 26$ ,  $c^2_1 = 0,1$ , n.s.) - alors que la différence est significative chez le Pétrel de Bulwer - 0,824 ( $n = 34$ ) contre 0,299 ( $n = 374$ ,  $c^2_1 = 37,8$ ,  $p < 0,01$ ) - et chez le Puffin cendré - 0,677 ( $n = 31$ ) contre 0,332 ( $n = 4577$ ,  $c^2_1 = 16,4$ ,  $p < 0,01$ ).

### C. SEXE ET EXPÉRIENCE DES OISEAUX

Chez les trois espèces prises en compte, les abandons temporaires de l'oeuf concernent également les deux sexes, la comparaison de la distribution observée avec une distribution aléatoire ne montrant aucune différence significative ( $c^2_1 \leq 1,5$ , n.s.).

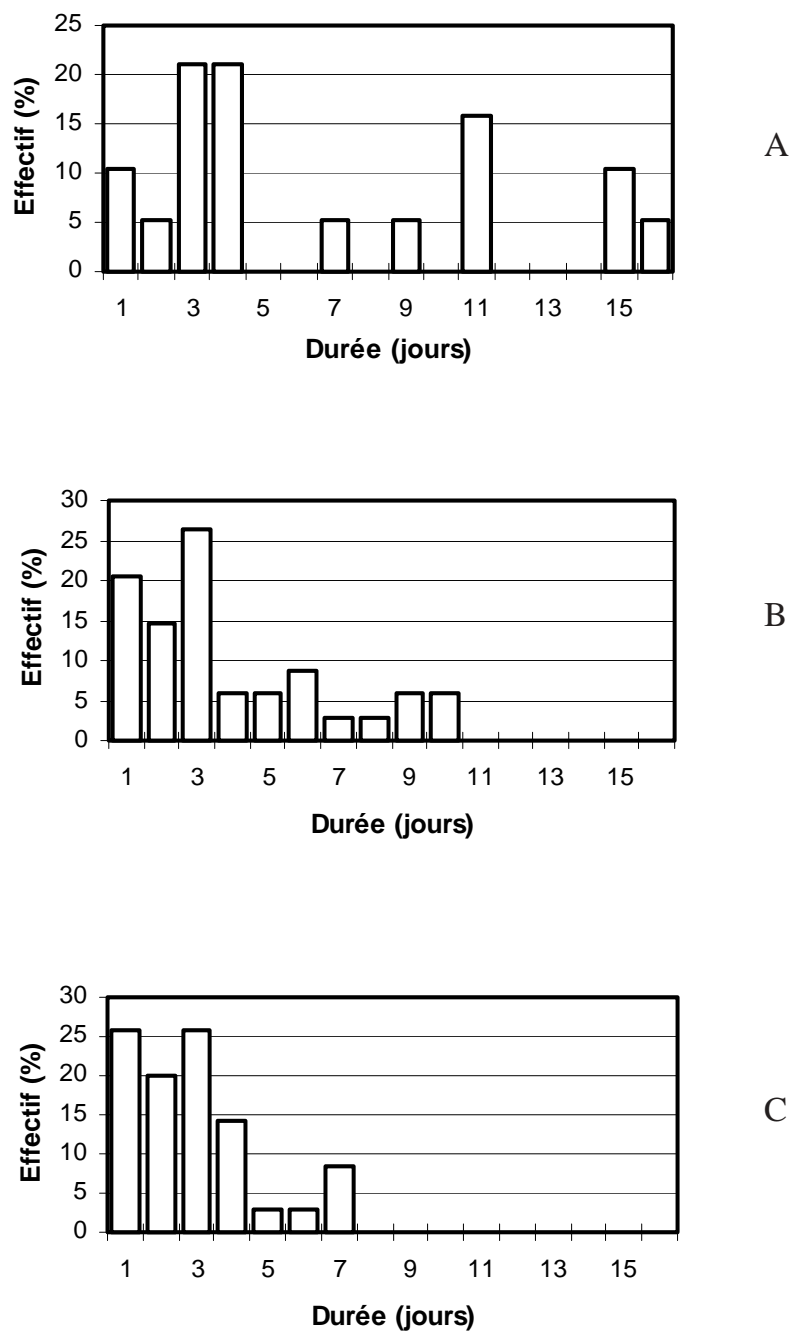


Fig. 1 - Durée des abandons temporaires de l'œuf chez 3 espèces de Procellariidés. A. *Pterodroma brevirostris*; B. *Bulweria bulwerii*; C. *Calonectris diomedea*.

- Length of egg neglect in 3 species of Procellariidés. A. *Pterodroma brevirostris*; B. *Bulweria bulwerii*; C. *Calonectris diomedea*.

Chez le Pétrel de Bulwer comme chez le Puffin cendré, il existe, dans les couples qui abandonnent temporairement leur œuf, une surabondance d'oiseaux inexpérimentés par rapport à l'ensemble de la population - respectivement  $c^2_1 = 18,6$ ,  $p < 0,01$  et  $c^2_1 = 13,6$ ,  $p < 0,01$ . La répartition des couples en trois groupes - deux partenaires inexpérimentés, un partenaire inexpérimenté et un partenaire expérimenté et deux partenaires expérimentés (Fig. 2) - montre également des différences significatives - respectivement  $c^2_2 = 30,4$ ,  $p < 0,01$  et  $c^2_2 = 17,6$ ,  $p < 0,01$ . Chez le Pétrel de Kerguelen, tous les couples peuvent pratiquer une incubation intermittente au cours de certaines années, quelle que soit l'expérience des oiseaux qui les constituent.

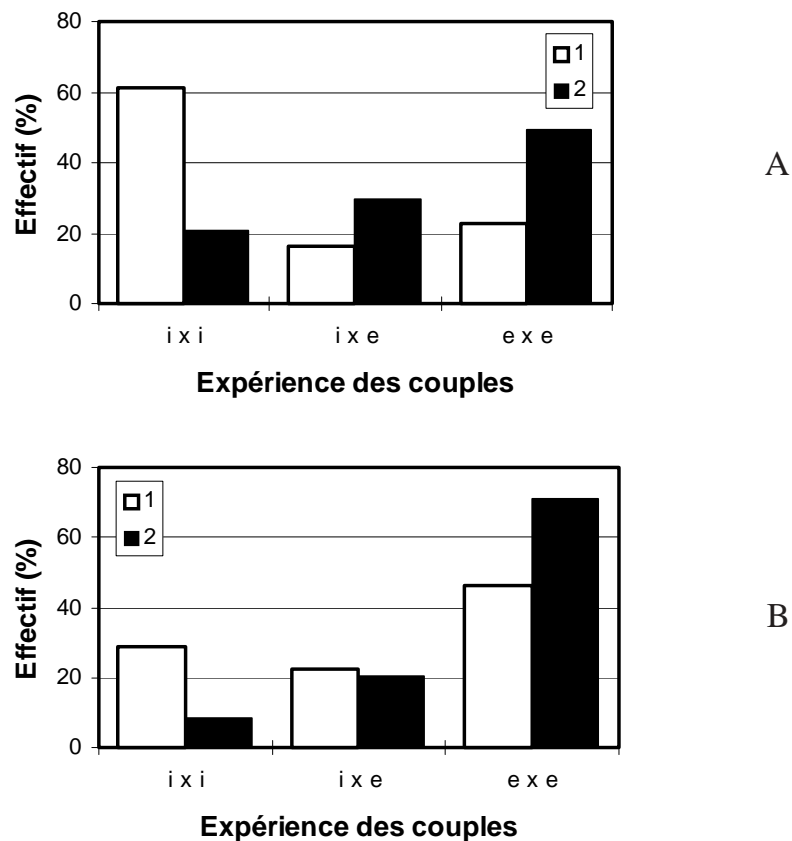


Fig. 2 - L'expérience des conjoints chez le Pétrel de Bulwer (A) et chez le Puffin cendré (B). 1. couples pratiquant l'abandon temporaire de l'œuf; 2. ensemble de la population. i x i: couples constitués par deux oiseaux inexpérimentés; i x e: couples constitués par un oiseau inexpérimenté et un oiseau expérimenté; e x e: couples constitués par deux oiseaux expérimentés.  
- Breeding experience of the pairs in Bulwer's Petrels (A) and Cory's Shearwaters (B). 1. pairs practising egg neglect; 2. whole population. i x i: pairs with two inexperienced birds; i x e: pairs with one inexperienced and one experienced bird; e x e: pairs with two experienced birds.

#### D. COMPORTEMENT DES OISEAUX EN PRÉSENCE D'UN OEUF ABANDONNÉ

En présence de l'œuf abandonné par son partenaire, l'oiseau qui revient au nid pour couvrir montre un comportement différent chez les trois espèces prises en compte. L'œuf est couvé dans 63,3% des cas ( $n = 30$ ) chez le Pétrel de Kerguelen, dans 34,5% des cas ( $n = 139$ ) chez le Pétrel de Bulwer et dans 22,0% des cas ( $n = 159$ ) chez le Puffin cendré ( $c^2_2 = 21,4$ ,  $p < 0,01$ ). La comparaison des données prises deux à deux montre également des différences toujours significatives ( $c^2_1 = 5,8$ ,  $p < 0,05$ ).

#### E. DURÉE DES SÉJOURS AU NID DE L'INCUBATION

La durée de l'incubation diffère peu chez les trois espèces considérées. Elle atteint en effet 45 jours en moyenne chez le Pétrel de Bulwer (MEGYESI et O'DANIEL, 1997; NUNES et VICENTE, 1998), 49 jours chez le Pétrel de Kerguelen (MOUGIN, 1969) et 54 jours chez le Puffin cendré (ZINO, 1971; ZINO *et al.*, 1987). En revanche, si les séjours au nid des couveurs sont toujours longs, comme il se doit pour des oiseaux pélagiques, des différences significatives existent -  $10,1 \pm 4,0$  j ( $n = 55$ ) chez le Pétrel de Kerguelen,  $8,9 \pm 3,5$  j ( $n = 120$ ) chez le Pétrel de Bulwer et  $6,5 \pm 3,5$  j ( $n = 765$ ) chez le Puffin cendré ( $F_{2,937} = 46,2$ ,  $p < 0,01$ ). La comparaison des données deux à deux montre également des différences toujours significatives ( $t^3 = 2,1$ ,  $p < 0,05$ ).

Chez le Pétrel de Kerguelen, les deux années étudiées ne nous ont montré aucune différence dans la durée moyenne des séjours au nid des couveurs ( $t = 0,32$ , n.s.). En revanche, des variations significatives existent, chez le Pétrel de Bulwer ( $F_{8,106} = 5,57$ ,  $p < 0,01$ ) comme chez le Puffin cendré ( $F_{7,757} = 29,5$ ,  $p < 0,01$ ). Dans les deux cas, les années au cours desquelles les abandons temporaires de l'œuf ont été les plus nombreux étaient également celles où les séjours au nid étaient les plus longs - respectivement  $t = 3,36$ ,  $p < 0,01$  et  $t = 2,1$ ,  $p < 0,05$ .

#### DISCUSSION

Au cours de cette étude, une forte opposition est apparue entre les trois pétrels pélagiques pris en compte. Si les abandons temporaires de l'œuf concernent également les deux sexes dans les trois cas, le Pétrel de Kerguelen peut en faire un grand usage, même si ce n'est pas toujours nécessaire (SCHRAMM, 1983). Un pourcentage important de couveurs est généralement concerné - et parfois tous - et la durée d'absence représente souvent une fraction très importante de la durée réelle d'incubation. En revanche, chez le Puffin cendré et le Pétrel de Bulwer, peu de couples sont concernés, les absences sont plus rares et moins longues - à Selvagem Grande comme dans d'autres localités (GAULTIER, 1978; MEGYESI et O'DANIEL, 1997; NUNES et VICENTE, 1998; THIBAUT, 1985; WHITTOW, 1994) - et ne représentent au total qu'un pourcentage réduit de la durée réelle d'incubation.

Le Puffin cendré de Selvagem Grande, qui s'alimente à plusieurs centaines de kilomètres de ses colonies mais dans le courant des Canaries dont la productivité est abondante et prévisible (MOUGIN et JOUANIN, 1997), ne rencontre guère de difficultés dans la collecte de son alimentation et les conditions météorologiques adverses ne sont ni très fréquentes ni très défavorables à cette époque. Toutefois, les relatives difficultés apparues au cours de certaines années entraînent chez les oiseaux les plus incompetents, c'est-à-dire essentiellement chez les oiseaux inexpérimentés, une augmentation de la durée des voyages alimentaires et donc un allongement de la durée des séjours à terre du partenaire couveur et une augmentation de la fréquence des abandons temporaires de l'oeuf - l'incompétence des oiseaux se manifestant encore souvent par la suite par un nouvel abandon, cette fois définitif, de l'œuf. D'ailleurs, les oiseaux hésitant à reprendre l'incubation d'un oeuf abandonné, les abandons sont souvent d'emblée définitifs

Les Pétrels de Bulwer ont un comportement assez analogue à celui des Puffins cendrés. Toutefois, les abandons temporaires de l'œuf sont plus fréquents chez eux, ce qui semblerait prouver que la collecte de la nourriture n'est pas toujours aisée. Ajoutons que les abandons ne résultent pas toujours d'un amaigrissement exagéré, l'absence de motivation entraînant l'abandon de l'œuf par des oiseaux inexpérimentés dont le poids corporel serait suffisant pour encore plusieurs jours de jeûne (MOUGIN, 1997).

Le Pétrel de Kerguelen s'alimente dans des eaux dont la productivité est certes importante mais dispersée sur des superficies considérables et nécessitant donc de longues recherches de la part de tous les oiseaux et pas uniquement des oiseaux inexpérimentés. La durée des séjours à terre ne paraît pas pouvoir être beaucoup augmentée, les oiseaux semblant naturellement couvrir jusqu'à la limite de leurs possibilités, sans se ménager de marge de manoeuvre. Dans ces conditions, l'abandon temporaire de l'œuf est la seule réponse possible à une augmentation de la durée du voyage alimentaire. Il est donc habituel sans être constant et concerne des oiseaux expérimentés tout autant que des oiseaux sans expérience - au retour de leur voyage alimentaire les oiseaux reprennent aisément l'incubation d'un œuf trouvé abandonné, les cérémonies de «passation des pouvoirs» entre conjoints ne semblent pas revêtir chez eux l'importance qu'elles ont chez le Puffin cendré et le Pétrel de Bulwer. Ainsi, l'abandon temporaire de l'œuf n'est généralement pas le prélude à un abandon définitif - la perte d'œuf n'est pas supérieure chez les oiseaux à incubation intermittente à ce qu'elle est dans l'ensemble de la population.

Il existe donc une opposition entre le Pétrel de Kerguelen d'une part et le Puffin cendré et le Pétrel de Bulwer d'autre part, mais une opposition vraisemblablement surtout apparente. On peut en effet penser que si, pour une raison improbable, la nourriture venait à être sévèrement limitée pour le Puffin cendré et le Pétrel de Bulwer, le nombre d'abandons temporaires de l'œuf augmenterait et qu'ils concerneraient également des oiseaux expérimentés. En revanche, au cours des années où la nourriture est aisément accessible pour le Pétrel de Kerguelen, il est probable que le nombre d'abandons



temporaires de l'œuf diminue et qu'ils ne concernent plus que les oiseaux les plus incompetents, c'est-à-dire les oiseaux sans expérience. Plutôt que d'une opposition, il semble s'agir en fait d'un gradient, lié à la durée des voyages alimentaires et donc essentiellement aux difficultés rencontrées par les oiseaux dans la collecte de leur nourriture, gradient dont le Pétrel de Kerguelen et le Puffin cendré occupent naturellement les deux extrémités, le Pétrel de Bulwer prenant une position intermédiaire, plus proche toutefois du second que du premier, mais où les positions des oiseaux peuvent se déplacer en fonction de la disponibilité des ressources.

Il a été dit (BOERSMA et WHEELWRIGHT, 1979) que les abandons temporaires de l'œuf devraient être plus fréquents chez les grands pélagiques que chez les oiseaux plus côtiers. En fait, ils peuvent concerner plus de 62% des couples chez des oiseaux côtiers comme les Pétrels-plongeurs *Pelecanoides urinator* et *P. georgicus* (MOUGIN, 1985) qui présentent d'ailleurs des adaptations assez analogues à celles du Pétrel de Kerguelen - constance d'une année à l'autre de la durée des séjours au nid de l'incubation et de la durée des abandons temporaires, mais augmentation de leur nombre en cas de pénurie alimentaire. L'incubation intermittente n'est donc pas propre aux grands jeûneurs que sont les oiseaux pélagiques. Plus généralement, elle peut apparaître chez tous les oiseaux qui sont parfois amenés à jeûner jusqu'à la limite de leurs capacités, que ces capacités soient importantes comme chez le Pétrel de Kerguelen ou réduites comme chez les pétrels-plongeurs.

## RÉFÉRENCES

BECK, J. R. et BROWN, D. W.:

- 1971. The breeding biology of the Black-bellied Storm Petrel *Fregatta tropica*. *Ibis*, **113**: 73-90.
- 1972. The biology of Wilson's Storm Petrel, *Oceanites oceanicus* (Kuhl), at Signy Island, South Orkney Islands. *B. A. S. Sc. Rep.*, **69**, 54 p.

BOERSMA, P. D. et WHEELWRIGHT, N. T.:

- 1979. Egg neglect in the Procellariiformes : reproductive adaptations in the Fork-tailed Storm-Petrel. *Condor*, **81**: 157-165.

BROWN, D. A.:

- 1966. Breeding biology of the Snow Petrel *Pagodroma nivea* (Forster). *ANARE Sc. Rep.*, **89**, 63 p.

COPESTAKE, P. G. et CROXALL, J. P.:

- 1985. Aspects of the breeding biology of Wilson's Storm Petrel *Oceanites oceanicus* at Bird Island, South Georgia. *Br. Antarct. Surv. Bull.*, **66**: 7-17.

DAVIS, P.:

1957. The breeding of the Storm Petrel. *Brit. Bds.*, **50**: 85-101.

GARDNER, A. S., DUCK, C. D. et GREIG, S.:

1985. Breeding of the Trindade Petrel *Pterodroma arminjoniana* on Round Island, Mauritius. *Ibis*, **127**: 517-522.

GAULTIER, T.:

1978. *Contribution à l'étude de Calonectris diomedea diomedea de l'île de Zembra (Tunisie)*. Institut. Rech. Sc. Tech. Tunis, 86 p.

HARRIS, M. P.:

1969. The biology of Storm Petrels in the Galapagos Islands. *Proc. Calif. Acad. Sc.*, **4**: 95-166.  
1973. The biology of the Waved Albatross *Diomedea irrorata* of Hood Island, Galapagos. *Ibis*, **115**: 483-510.

IMBER, M. J.:

1976. Breeding biology of the Grey-faced Petrel *Pterodroma macroptera gouldi*. *Ibis*, **118**: 51-64.

JOUVENTIN, P., MOUGIN, J.-L., STAHL, J.-C. et WEIMERSKIRCH, H.:

1985. Comparative biology of the burrowing petrels of the Crozet Islands. *Notornis*, **32**: 157-220.

LACAN, F.:

1971. Observations écologiques sur le Pétrel de Wilson (*Oceanites oceanicus*) en Terre Adélie. *L'Oiseau et R.F.O.*, **41** (n° sp): 65-89.

MATTHEWS, G. V. T.:

1954. Some aspects of incubation in the Manx Shearwater, *Procellaria puffinus*, with particular reference to chilling resistance in the embryo. *Ibis*, **96**: 432-440.

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

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

MOUGIN, J.-L.:

1969. Notes écologiques sur le Pétrel de Kerguelen *Pterodroma brevirostris* de l'île de la

- Possession (archipel Crozet). *L'Oiseau et R.F.O.*, **39** (n° sp): 58-81.
1985. Pétrels, pétrels-tempête et pétrels-plongeurs de l'île de Croy, îles Nuageuses, archipel des Kerguelen (48° 38' 15" S, 68° 38' 30" E). *L'Oiseau et R.F.O.*, **55**: 313-349.
1997. Aperçus sur la démographie du Pétrel de Bulwer *Bulweria bulwerii* de Selvagem Grande. *Bol. Mus. Mun. Funchal*, **49** (277): 107-127.
- MOUGIN, J.-L. et JOUANIN, Chr:
1997. Prospection alimentaire du Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W) pendant l'incubation, par télémétrie satellitaire. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **320**: 825-831.
- NUNES, M. et VICENTE, L.:
1998. Breeding cycle and nestling growth of Bulwer's Petrel on the Desertas Islands. *Col. Waterbds.*, **21**: 198-204.
- PEFAUR, J. E.:
1974. Egg-neglect in the Wilson's Storm Petrel. *Wilson Bull.*, **86**: 16-22.
- PLANT, A. R.:
1989. Incubation and early chick-rearing in the Grey-backed Storm Petrel. *Notornis*, **36**: 141-147.
- RICHDALE, L. E.:
- 1943-44. The White-faced Storm Petrel or Takahi-kare-moana (*Pelagodroma marina maoriana* Mathews). *Trans. Proc. Royal Soc. N. Z.*, **73**: 97-115, 217-232, 335-350.
1952. *Post-egg period in Albatrosses*. Dunedin.
1965. Breeding behavior of the Narrow-billed Prion and the Broad-billed Prion on Whero Island, New Zealand. *Trans. Zool. Soc. London*, **31**: 87-155.
- ROBERTS, B.:
1940. The life cycle of Wilson's Petrel *Oceanites oceanicus* (Kuhl). *British Graham Land Exp. 1934-37 Sc. Rep.*, **1**: 141-194.
- SCHRAMM, M.:
1983. The breeding biologies of the petrels *Pterodroma macroptera*, *P. brevirostris* and *P. mollis* at Marion Island. *Emu*, **83**: 75-81.
- SIMONS, T. R.:
1981. Behavior and attendance patterns of the Fork-tailed Storm-Petrel. *Auk*, **98**: 145-158.

THIBAULT, J.-C.:

1985. La reproduction du Puffin cendré *Calonectris diomedea* en Corse. *Oiseaux marins nicheurs du Midi et de la Corse*, Ann. CROP, **2**: 49-54.

TICKELL, W. L. N.:

1962. The Dove Prion, *Pachyptila desolata* Gmelin. *FIDS Sc. Rep.*, **33**, 55 p.

WARHAM, J.:

1990. *The Petrels. Their ecology and breeding systems*. Londres, Academic Press, 440 p.

WARHAM, J., KEELEY, B. R. et WILSON, G. J.:

1977. Breeding of the Mottled Petrel. *Auk*, **94**: 1-17.

WHITTOW, G. C.:

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

WILBUR, H. M.:

1969. The breeding biology of Leach's Petrel, *Oceanodroma leucorhoa*. *Auk*, **86**: 433-442.

ZINO, P. A.:

1971. The breeding of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on the Salvage Islands. *Ibis*, **113**: 212-217.

ZINO, P. A., ZINO, F., MAUL, T. et BISCOITO, J. M.:

1987. The laying, incubation and fledging periods of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Selvagem Grande in 1984. *Ibis*, **129**: 393-398.