

**INFLUENCE DE L'EXPERIENCE DES PARENTS SUR LA  
CROISSANCE, L'ALIMENTATION ET LA REUSSITE DE  
L'ELEVAGE DES POUSSINS CHEZ LE PUFFIN CENDRE  
*CALONECTRIS DIOMEDEA BOREALIS***

Par J.-L. MOUGIN<sup>1</sup>, Chr. JOUANIN<sup>1</sup> et F. ROUX<sup>1</sup>

Avec 2 figures et 1 tableau

*RESUMÉ.* L'influence de l'expérience parentale sur la croissance, l'alimentation et la réussite de l'élevage a été étudiée chez les poussins du Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* à Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W). Aucune différence importante n'a été observée pour la croissance et l'alimentation entre les parents expérimentés et les parents inexpérimentés, ce qui permet de penser que les nouveaux reproducteurs qui réussissent l'élevage de leur poussin sont aussi efficaces que leurs congénères plus expérimentés. La différence réside dans la réussite de l'élevage, beaucoup plus faible chez les oiseaux peu ou pas expérimentés.

*SUMMARY.* The influence of parental experience on growth, feeding and fledging success of Cory's Shearwaters *Calonectris diomedea borealis* chicks was studied on Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W). No important difference has been observed for feeding and growth between experienced and inexperienced parents, suggesting that successful first-time breeders are as efficient as their more experienced conspecifics, the difference lying in fledging success, much lower among birds without experience or with a limited experience only.

*RESUMO.* A influência da experiência dos progenitores no crescimento, alimentação e sucesso de voo dos juvenis de Cagarra, *Calonectris diomedea borealis* da Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W) foi estudada. Comparando progenitores experientes com não experientes, nenhuma diferença importante foi encontrada no crescimento e alimentação dos juvenis, o que faz pensar que os novos reprodutores capazes de criar com sucesso um juvenil, o farão com a mesma eficácia que os seus congéneres mais experimentados. A diferença encontrada reside na taxa de sucesso de voo dos juvenis, mais baixa nos pares reprodutores pouco ou nada experientes.

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

L'influence de l'expérience des parents sur certains paramètres de l'existence reproductrice des oiseaux de mer - essentiellement la fréquence et la réussite de la reproduction - a été souvent étudiée (CROXALL *et al.*, 1992; GASTON *et al.*, 1994; HAYMES et BLOKPOEL, 1980; OLLASON et DUNNET, 1978; PYLE *et al.*, 1991; SHAW, 1986; THOMAS, 1983; WEIMERSKIRCH, 1990; WOOLLER *et al.*, 1990 parmi beaucoup d'autres), mais son rôle sur la croissance des poussins reste mal connu. Chez le Grand Albatros *Diomedea exulans* de l'archipel Crozet (LEQUETTE et WEIMERSKIRCH, 1990) et chez le Fulmar antarctique *Fulmarus glacialis* de Terre Adélie (WEIMERSKIRCH, 1990) toutefois, l'oeuf des oiseaux inexpérimentés est plus petit que celui des oiseaux expérimentés. Les poussins des premiers naissent plus tard chez le fulmar mais pas chez l'albatros, chez qui le poussin nouveau-né des oiseaux inexpérimentés est plus léger que celui des oiseaux expérimentés. Chez les deux espèces, le poids maximum des poussins, leur poids à l'envol et la durée de l'élevage sont indépendants de l'expérience des parents; les poussins sont alimentés moins souvent, mais de repas plus abondants par les oiseaux inexpérimentés et, au total, la quantité de nourriture apportée au poussin pendant toute la durée de l'élevage est la même. Chez le Grand Albatros, la croissance des jeunes poussins de parents inexpérimentés est plus lente que celle des poussins d'adultes expérimentés, mais cette différence disparaît chez les poussins plus âgés. Enfin, la réussite de l'élevage augmente avec l'expérience des parents chez nombre d'espèces - et pas uniquement chez les Procellariiformes (FURNESS, 1984; OLLASON et DUNNET, 1986; PYLE *et al.*, 1991) - mais pas chez toutes (BROOKE, 1978; WEIMERSKIRCH, 1990).

Les résultats fournis par les rares espèces d'oiseaux de mer étudiées étant quelque peu contradictoires, nous avons profité de nos séjours à Selvagem Grande (30° 09' N, 15° 52' W) pour étudier ce problème chez le Puffin cendré *Calonectris diomedea* - une espèce chez qui la fréquence et la réussite de la reproduction sont largement dépendantes de l'expérience parentale (MOUGIN *et al.*, 1993, 1997). Trois questions se posaient à nous: 1. L'expérience parentale a-t-elle une influence directe sur la croissance des poussins? 2. A-t-elle une influence sur la réussite de l'élevage? 3. Les années passées à terre, dans les colonies, avant la première reproduction sont-elles utilisées par les oiseaux pour acquérir une certaine expérience? En d'autres termes, la réussite de l'élevage des oiseaux dont la première reproduction est tardive est-elle supérieure à celle d'autres oiseaux chez qui elle est plus précoce. Dans ce but, nous avons étudié tour à tour la taille des oeufs, la croissance et l'alimentation des poussins et la réussite de l'élevage.

Selvagem Grande héberge une population d'environ 36 000 Puffins cendrés reproducteurs (MOUGIN *et al.*, 1996a). Chaque couple produit un oeuf chaque année qui éclôt dans la seconde quinzaine de juillet. Les poussins sont émancipés - les adultes cessent de les couvrir et partent en mer pour s'alimenter - à  $3,2 \pm 1,7$  jours ( $n = 145$ ). Nourris en alternance par leurs deux parents, leur poids atteint un maximum à  $65,1 \pm 9,1$  jours ( $n = 54$ ), puis il décroît (MOUGIN *et al.*, 1996b). L'envol se produit en octobre-novembre, en moyenne à  $96,8 \pm 2,7$  jours ( $n = 78$ , ZINO *et al.*, 1987). Après une migration transéquatoriale et transocéanique, les oiseaux atteignent les eaux américaines où ils passent les années suivantes

dans les deux hémisphères (MOUGIN *et al.*, 1988). Ils reviennent dans les eaux macaronésiennes à partir de leur quatrième année, mais ne nichent pas avant d'avoir atteint l'âge de  $8,9 \pm 1,7$  années (4-13 ans,  $n = 233$ ). Par la suite, à l'exception de quelques années sabbatiques (MOUGIN *et al.*, 1997), ils nicheront chaque année pendant une vingtaine d'années.

## MATERIELE ET METHODES

Le travail de terrain est effectué dans trois colonies de Puffins cendrés de Selvagem Grande - depuis 1978 pour deux d'entre elles et depuis 1980 pour la troisième - hébergeant au total un peu moins de 500 couples. Au cours de visites annuelles, effectuées en juin-juillet, pendant l'incubation, tous les adultes et tous les nids sont contrôlés ou marqués. Les interruptions temporaires de la reproduction durant très exceptionnellement plus de 3 années consécutives, les oiseaux observés nichant pour la première fois dans la quatrième année d'étude de leur colonie - 1981 ou 1983 selon les cas - et *a fortiori* pendant les années suivantes sont réputés nicher réellement pour la première fois. Ainsi, l'année de la première reproduction, la fréquence de la reproduction et l'expérience de la reproduction - c'est-à-dire le nombre d'années de reproduction, à ne pas confondre avec l'âge - sont connues pour la plupart des oiseaux, les seuls à être pris en compte dans l'étude qui suit. Les oiseaux sont sexés par mensuration du bec (MOUGIN *et al.*, 1986).

La croissance des poussins a été étudiée entre juillet et octobre 1993 dans une de nos colonies. Seuls les poussins ayant survécu jusqu'à la fin de l'étude ont été pris en compte dans l'analyse qui suit. Les poussins étaient pesés quotidiennement et leur aile mesurée tous les 5 jours (MOUGIN *et al.*, 1996b). Nous avons suivi NISBET *et al.*, (1995) pour l'analyse des données collectées. Le taux d'accroissement linéaire pour l'aile est la pente de la droite de régression fournie par les mesures effectuées pendant la croissance des rémiges primaires, c'est-à-dire à des âges compris entre 25 et 80 jours (12 valeurs en moyenne pour chaque poussin). Pour le poids, deux taux d'accroissement linéaire ont été calculés, un pour la période d'accroissement pondéral et l'autre pour la période de décroissance pondérale, le poids asymptotique étant le poids maximum (respectivement 42 et 23 valeurs en moyenne pour chaque poussin). L'envol a été observé au cours de deux années - 1984 et 1989, aucune différence n'existant entre elles ( $t_{68,13} = 0,42$ , n.s. pour le poids à l'envol) - dans les trois colonies, et des oeufs ont été mesurés, dans les trois colonies également, en 1996. La réussite de l'élevage est la proportion de poussins envolés par rapport aux poussins éclos. La taille de l'oeuf est estimée par l'indice volumétrique  $Ld^2$  où  $L$  est la longueur et  $d$  le diamètre (WARHAM, 1974).

La fréquence d'alimentation a été déterminée par la méthode des pesées quotidiennes (RICHDALÉ, 1943-1944), un accroissement de poids, une stabilité ou une légère décroissance - dont l'importance varie avec l'âge du poussin - indiquant une prise de nourriture. Le poids moyen du repas à un âge donné est obtenu en additionnant l'accroissement moyen de poids quotidien du poussin quand il est alimenté et sa perte moyenne de poids quotidienne quand il

ne l'est pas. La quantité de nourriture consommée pendant la croissance est le produit du nombre de repas (jours de présence au nid x fréquence d'alimentation) par leur poids moyen.

Les adultes reproducteurs ont été arbitrairement groupés en trois catégories en fonction de leur expérience; A. au moins un partenaire inexpérimenté; B. deux oiseaux ayant des expériences de 2-9 ans; C. au moins un partenaire ayant plus de 10 ans d'expérience. Les effectifs d'oeufs et de poussins concernés sont mentionnés au tableau I avec les moyennes, les écarts-type et les valeurs extrêmes. Des analyses de variance et des corrélations ont été utilisées pour effectuer des comparaisons.

## RESULTATS

### A. Oeufs

Il existe une corrélation significative entre l'expérience de la femelle et la taille de son oeuf dans les premières années de reproduction - 1-7 ans ( $r_7 = 0,870$ ,  $P < 0,01$ ). Cette corrélation disparaît chez les femelles plus expérimentées ( $r_{10} = 0,361$ , n.s., Tableau I).

### B. Croissance des poussins

La date d'éclosion est indépendante de l'expérience parentale, comme l'est également le poids à l'éclosion, l'âge à l'émancipation et les taux d'accroissement linéaire (Tableau I, Fig. 1 et 2).

Aucune différence significative n'existe entre les poussins pour le poids maximum ou pour l'âge auquel il est atteint, et aucune corrélation entre poids maximum et expérience des parents. En revanche, l'âge est corrélé avec l'expérience des mâles ( $r_{32} = 0,433$ ,  $P < 0,05$ ) et avec celle du parent le moins expérimenté ( $r_{32} = 0,351$ ,  $P < 0,05$ ), mais ni avec l'expérience des femelles ( $r_{32} = 0,153$ , n.s.) ni avec celle du partenaire le plus expérimenté ( $r_{32} = 0,291$ , n.s.). Enfin, ni le poids à l'envol ni l'âge à l'envol ne montrent de lien avec l'expérience parentale.

### C. Alimentation

Pendant la période d'accroissement pondéral, entre l'éclosion et l'acquisition du poids maximum, la fréquence d'alimentation est significativement négativement corrélée avec l'expérience de la femelle ( $r_{33} = -0,367$ ,  $P < 0,05$ ) et avec celle du partenaire le moins expérimenté ( $r_{33} = -0,454$ ,  $P < 0,01$ ), mais ni avec l'expérience du mâle ( $r_{33} = -0,245$ , n.s.) ni avec celle du partenaire le plus expérimenté ( $r_{33} = -0,253$ , n.s.). L'analyse de variance ne montre aucune différence entre les 3 groupes de poussins ( $F_{2,30} = 2,28$ , n.s.). Pendant la période de décroissance pondérale, entre l'acquisition du poids maximum et l'envol, la fréquence d'alimentation est indépendante de l'expérience parentale et la même pour les trois groupes de poussins.

**TABLEAU I** - Influence de l'expérience des parents sur quelques paramètres de la croissance et de l'alimentation. A-C: groupes de parents d'expérience croissante (cf. Matériel et méthodes). ns: non significatif; \*\* P < 0,05; \*\*\* P < 0,01. Pm: poids maximum. Moyenne  $\pm$  écart-type, extrêmes (effectif). M: mâle; F: femelle. Conjoint -(+) exp.: conjoint le moins (le plus) expérimenté.

- Influence of parental experience on some growth and feeding parameters. A-C: groups of parents with increasing experience (cf. Matériel et méthodes). ns: non significant; \*\* P < 0.05; \*\*\* P < 0.01. Pm: maximum mass. Mean  $\pm$  SD, range (sample size). M: male; F: female. Conjoint -(+) exp.: mate less (more) experienced.

	Adultes			Corrélation avec l'expérience parentale				
	A	B	C	F <sub>s</sub>	M	F	Conjoint -	Conjoint + exp.
Indice volumétrique de l'oeuf	175,9 $\pm$ 16,7 125,8-203,6 (72)	184,2 $\pm$ 13,7 125,9-225,0 (132)	188,1 $\pm$ 11,1 160,0-232,1 (165)	***	-	***	-	-
Eclosion								
- date	25,1 VII $\pm$ 4,3 j 17-31 VII (10)	24,2 VII $\pm$ 2,6 j 20-28 VII (13)	25,6 VII $\pm$ 3,8 j 18 VII-3 VIII (16)	ns	ns	ns	ns	ns
- poids (g)	90,7 $\pm$ 24,5 76-119 (3)	89,5 $\pm$ 24,7 72-107 (2)	75,2 $\pm$ 4,8 72-82 (6)	ns	ns	ns	ns	ns
Age à l'émancipation (j)	2,7 $\pm$ 0,8 2-4 (7)	2,6 $\pm$ 1,5 1-5 (7)	3,0 $\pm$ 2,0 0-7 (13)	ns	ns	ns	ns	ns
Poids maximum								
- poids (g)	1176 $\pm$ 110 1050-1380 (9)	1206 $\pm$ 111 1060-1320 (10)	1200 $\pm$ 141 970-1400 (13)	ns	ns	ns	ns	ns
- âge (j)	57,6 $\pm$ 8,0 43-66 (9)	65,4 $\pm$ 7,5 53-77 (10)	66,2 $\pm$ 9,3 49-82 (13)	ns	**	ns	**	ns
Envol								
- poids (g)	822 $\pm$ 112 510-980 (29)	881 $\pm$ 107 640-1090 (38)	883 $\pm$ 97 680-1020 (21)	ns	ns	ns	ns	ns
- âge (j)	96,8 $\pm$ 2,4 92-103 (24)	96,8 $\pm$ 2,9 92-105 (39)	96,3 $\pm$ 2,8 92-102 (17)	ns	ns	ns	ns	ns
Taux d'accroissement linéaire								
- poids (avant pm) (g/j)	18,8 $\pm$ 3,3 16,2 - 25,2 (9)	16,7 $\pm$ 3,9 11,1 - 23,8 (9)	16,4 $\pm$ 2,5 13,1 - 21,5 (12)	ns	ns	ns	ns	ns
- poids (après pm) (g/j)	-5,9 $\pm$ 5,8 -1,3 -20,5 (9)	-8,1 $\pm$ 6,9 -2,0 -24,7 (9)	-9,8 $\pm$ 7,4 -1,3 -26,1 (13)	ns	ns	ns	ns	ns
- aile (mm/j)	4,4 $\pm$ 0,2 4,2 - 4,8 (9)	4,7 $\pm$ 0,3 4,3 - 5,1 (10)	4,6 $\pm$ 0,3 4,3 - 5,4 (13)	ns	ns	ns	ns	ns
Fréquence d'alimentation								
- avant pm	0,728 $\pm$ 0,091 0,632-0,857 (10)	0,674 $\pm$ 0,091 0,500-0,806 (11)	0,651 $\pm$ 0,078 0,531-0,783 (12)	ns	ns	**	***	ns
- après pm	0,411 $\pm$ 0,130 0,111-0,533 (9)	0,373 $\pm$ 0,072 0,222-0,429 (10)	0,387 $\pm$ 0,090 0,190-0,500 (13)	ns	ns	ns	ns	ns
Poids du repas (g)	101 $\pm$ 17 73-134 (10)	102 $\pm$ 19 77-140 (11)	106 $\pm$ 21 77-141 (13)	ns	ns	ns	ns	ns
Quantité totale de nourriture (g)	5516 $\pm$ 1086 4280-7650 (9)	5604 $\pm$ 797 4360-6700 (10)	5614 $\pm$ 770 4540-6780 (12)	ns	ns	ns	ns	ns

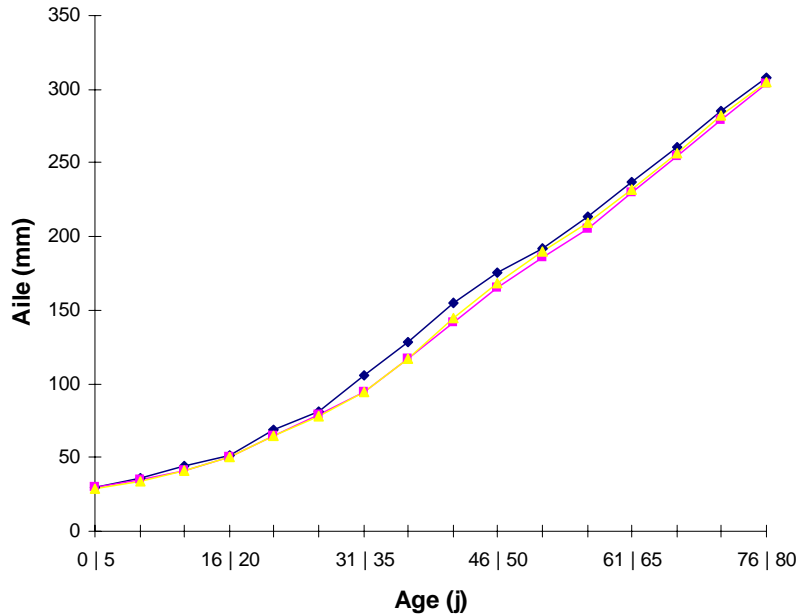


Fig. 1 - Influence de l'expérience des parents sur la croissance pondérale. A-C: groupes de parents d'expérience croissante (cf. Matériel et méthodes).

- Influence of parental experience on weight growth. A-C: groups of parents with increasing experience (cf. Matériel et méthodes).

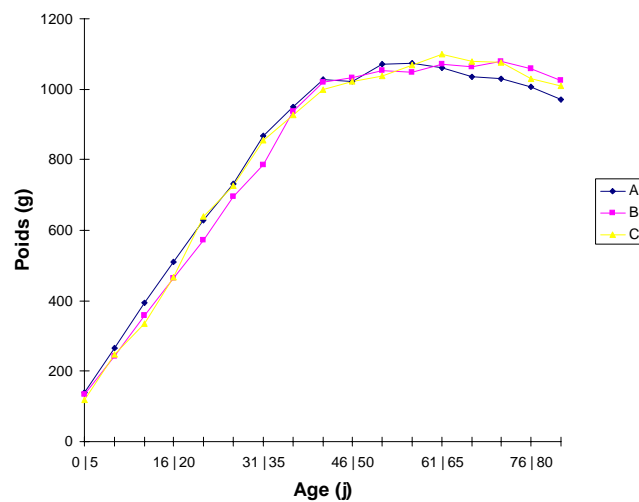


Fig. 2 - Influence de l'expérience des parents sur la croissance de l'aile. A-C: groupes de parents d'expérience croissante (cf. Matériel et méthodes).

- Influence of parental experience on wing growth. A-C: groups of parents with increasing experience (cf. Matériel et méthodes).

Il en va de même pour le poids du repas, et aucune différence significative n'existe entre les trois groupes de poussins pour la quantité totale de nourriture absorbée entre la naissance et l'envol.

#### D. Réussite de l'élevage

Une corrélation significative existe entre l'expérience des adultes et la réussite de l'élevage pendant les premières années de reproduction ( $r_4 = 0,990$ ,  $P < 0,01$ ), mais plus par la suite ( $r_8 = -0,241$ , n.s.). Ainsi, la réussite de l'élevage est faible chez les oiseaux inexpérimentés (0,613,  $n = 720$ ), plus élevée chez les oiseaux d'expérience limitée (2-4 ans, 0,702,  $n = 1260$ ), et plus élevée encore chez les oiseaux très expérimentés (5-12 ans, 0,723,  $n = 1820$ ) -  $X^2_2 = 29,9$ ,  $P < 0,01$ .

Comme on pouvait s'y attendre, les poussins décédés pendant la croissance ont été alimentés moins souvent et ont consommé moins de nourriture que leurs congénères qui ont réussi leur envol, et leur poids est toujours plus faible au même âge. Mais ils sont rares dans notre échantillon et une analyse statistique des données n'est donc pas possible.

### DISCUSSION

En entreprenant cette étude, nous cherchions à savoir si l'expérience parentale avait une influence sur le développement des poussins au sens large (taille de l'oeuf, croissance et alimentation des poussins) et sur la réussite de leur élevage. La réponse à la première question est plutôt négative - à l'exception d'une évidente influence sur la taille de l'oeuf, rien de très significatif n'a été observé pour la croissance ou l'alimentation - et à la seconde indubitablement positive - la réussite de l'élevage est conditionnée par l'expérience des parents.

En fait, la nécessité d'étudier la croissance chez les seuls poussins qui ont réussi leur envol - en ne prenant pas en compte ceux qui sont décédés - a peut-être introduit un biais, déplaçant d'éventuelles différences de la croissance vers la réussite de l'élevage. Nous avons vu précédemment que les poussins de certains oiseaux, irrégulièrement et insuffisamment alimentés, perdaient du poids et finalement décédaient. Pour être réussi, l'élevage des poussins doit donc se dérouler de façon stéréotypée et la marge de manoeuvre des adultes est étroite. La quantité d'énergie (fréquence d'alimentation x poids du repas) apportée aux poussins doit se situer à un niveau constant et élevé - sinon la survie du poussin est aléatoire - et ainsi, pour un âge donné, le poids ne peut varier que dans d'étroites limites, une déviation trop importante étant susceptible d'être pénalisée par un échec. Dans ces conditions, une influence apparente de l'expérience parentale est plus probable sur la réussite de l'élevage que sur la croissance proprement dite.

Nous cherchions également à savoir si les 3-4 années passées à terre par les jeunes oiseaux entre leur premier retour et leur première reproduction avaient une utilité. C'est



bien le cas: certains oiseaux, dès leur première tentative, réussissent parfaitement l'élevage de leur poussin. En fait, avec une moyenne de 0,51, les Puffins cendrés réussissent beaucoup mieux que les Guillemots de Brünnich *Uria lomvia* (0,2, GASTON *et al.*, 1994) ou que les Cormorans de Brandt *Phalacrocorax penicillatus* (0,34, BOEKELHEIDE et AINLEY, 1989), ces deux oiseaux nichant un an seulement après leur premier retour. La capacité des adultes à collecter de la nourriture est généralement tenue pour jouer un rôle éminent dans la survie des poussins. Ce n'est apparemment pas un problème pour les jeunes adultes de Puffins cendrés de Selvagem Grande qui s'alimentent dans le très productif courant des Canaries (MOUGIN et JOUANIN, 1997). Quoiqu'il en soit, la perfection n'est pas l'apanage de tous les jeunes oiseaux - leur réussite, au total, est inférieure à celle des oiseaux plus expérimentés. Aussi, la capacité à collecter de la nourriture n'est-elle probablement pas le seul paramètre concerné.

Nous avons vu précédemment l'influence de l'expérience des parents sur la croissance des poussins chez le Grand Albatros *Diomedea exulans* (LEQUETTE et WEIMERSKIRCH, 1990) et chez le Fulmar antarctique *Fulmarus glacialoides* (WEIMERSKIRCH, 1990). Le Puffin cendré montre de nombreuses similitudes et quelques différences. Chez les trois espèces, l'oeuf des oiseaux inexpérimentés est plus petit que celui des oiseaux expérimentés, le poids maximum et le poids à l'envol sont indépendants de l'expérience parentale et, au total, la quantité de nourriture consommée pendant la croissance est la même. En revanche, l'éclosion est plus tardive chez les oiseaux inexpérimentés que chez leurs congénères expérimentés chez le fulmar, mais pas chez l'albatros ou le Puffin cendré. Le bénéfice de cette asynchronie n'est pas évident chez une espèce dont la période d'éclosion est très brève - deux semaines tout au plus. Chez le Grand Albatros, mais pas chez le Puffin cendré, le poussin nouveau-né de parents inexpérimentés est plus léger que celui des oiseaux expérimentés, et sa croissance est plus lente, au moins pendant ses premiers jours. Les Grands Albatros prospectent des eaux pélagiques froides (WEIMERSKIRCH *et al.*, 1993), à la production importante, mais dispersée, ce qui exige à l'évidence un apprentissage plus long que celui du Puffin cendré.

Au total, les différences entre oiseaux expérimentés et oiseaux inexpérimentés n'apparaissent pas tant dans la croissance des poussins que dans la réussite de leur élevage. Comme c'est le cas chez le Puffin cendré, la réussite et l'expérience s'accroissent de concert chez de nombreuses espèces - Fulmar boréal *Fulmarus glacialis* (OLLASON et DUNNET, 1986), Grand Labbe *Stercorarius skua* (FURNESS, 1984), Goéland d'Audubon *Larus occidentalis* (PYLE *et al.*, 1991) et partiellement Mouette tridactyle *Rissa tridactyla* (THOMAS, 1983). Ceci étant, quelques espèces - Puffin des Anglais *Puffinus puffinus* (BROOKE, 1978), Fulmar antarctique *Fulmarus glacialoides* (WEIMERSKIRCH, 1990) - font exception. En fait, là où réussite et expérience ne sont pas liées, les oiseaux inexpérimentés réellement incompetents ont probablement perdu leur oeuf pendant l'incubation et n'interviennent donc pas dans l'élevage des poussins, qui n'est probablement le fait que des oiseaux inexpérimentés compétents et des oiseaux expérimentés.



## REFERENCES

BOEKELHEIDE, R. J. et AINLEY, D. G.:

1989. Age, resource availability, and breeding effort in Brandt's Cormorant. *Auk*, **106**: 389-401.

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. et 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.

FURNESS, R. W.:

1984. Influences of adult age and experience, nest location, clutch size and laying sequence on the breeding success of the Great Skua *Catharacta skua*. *J. Zool., Lond.*, **202**: 565-576.

GASTON, A. J., de FOREST, L. N., DONALDSON, G. et NOBLE, D. G.:

1994. Population parameters of Thick-billed Murres at Coats Island, Northwest Territories, Canada. *Condor*, **96**: 935-948.

HAYMES, G. T. et BLOKPOEL, H.:

1980. The influence of age on the breeding biology of Ring-billed Gulls. *Wilson Bull.*, **92**: 221-228.

LEQUETTE, B. et WEIMERSKIRCH, H.:

1990. Influence of parental experience on the growth of Wandering Albatross chicks. *Condor*, **92**: 726-731.

MOUGIN, J.-L., DEFOS du RAÚ, P., JOUANIN, Chr., MOUGIN, M.-C., ROUX, F. et SÉGONZAC, M.:

- 1996b. Croissance et alimentation chez le poussin du Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W). *Bol. Mus. Mun. Funchal*, **48** (270): 179-196.

MOUGIN, J.-L., DESPIN, B. et ROUX, F.:

1986. La détermination du sexe par mensuration du bec chez le Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis*. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **302**, 3, 3: 91-96.

MOUGIN, J.-L., GRANADEIRO, J. P. et OLIVEIRA, P.:

- 1996a. L'évolution des effectifs des reproducteurs chez le Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de Selvagem Grande (30°09'N, 15°52'W) de 1992 à 1995. *Bol. Mus. Mun. Funchal*, **48** (269): 171-178.

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.

MOUGIN, J.-L., JOUANIN, Chr. et ROUX, F.:

1988. Les migrations du Puffin cendré *Calonectris diomedea*. *L'Oiseau et R.F.O.*, **58**: 303-319.

MOUGIN, J.-L., JOUANIN, Chr. et ROUX, F.:

1997. Intermittent breeding in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* of Selvagem Grande, North Atlantic. *Ibis*, **139**: 40-44.

MOUGIN, J.-L., JOUANIN, Chr., ROUX, F. et ZINO, F.:

1993. Les paramètres conditionnant la réussite de la reproduction chez le Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis* de Selvagem Grande. *L'Oiseau et R.F.O.*, **63**: 202-215.

NISBET, I. C. T., SPENDELOW, J. A. et HATFIELD, J. S.:

1995. Variations in growth of Roseate Tern chicks. *Condor*, **97**: 335-344.

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

1978. Age, experience and other factors affecting the breeding success of the Fulmar, *Fulmarus glacialis*, in Orkney. *J. Anim. Ecol.*, **47**: 961-976.

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

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

PYLE, P., SPEAR, L. B., SYDEMAN, W. J. et AINLEY, D. G.:

1991. The effects of experience and age on the breeding performance of Western Gulls. *Auk*, **108**: 25-33.

RICHDALE, L. E.:

- 1943-44. The White-faced Storm Petrel or Takahi-kare-moana (*Pelagodroma marina maoriana*, Mathews). *Trans. Proc. Roy. Soc. N. Z.*, **73**: 97-115, 217-232, 335-348.

SHAW, P.:

1986. Factors affecting the breeding performance of Antarctic Blue-eyed Shags *Phalacrocorax atriceps*. *Orn. Sc.*, **17**: 141-150.

THOMAS, C. S.:

1983. The relationship between breeding experience, egg volume and reproductive success of the Kittiwake *Rissa tridactyla*. *Ibis*, **125**: 567-574.

WARHAM, J.:

1974. The breeding biology and behaviour of the Snares Crested Penguin. *J. Roy. Soc. N. Z.*, **4**: 63-108.

WEIMERSKIRCH, H.:

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

WOOLLER, R. D.; BRADLEY, J. S.; SKIRA, I. J. et SERVENTY, D. L.:

1990. Reproductive success of Short-tailed Shearwaters *Puffinus tenuirostris* in relation to their age and breeding experience. *J. Anim. Ecol.*, **59**: 161-170.

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.