



HAL
open science

Écologie alimentaire comparée des manchots nicheurs aux Îles Crozet

V. Ridoux, P. Jouventin, Jean-Claude Stahl, H. Weimerskirch

► **To cite this version:**

V. Ridoux, P. Jouventin, Jean-Claude Stahl, H. Weimerskirch. Écologie alimentaire comparée des manchots nicheurs aux Îles Crozet. *Revue d'Écologie*, 1988, 43 (4), pp.345-356. hal-03529430

HAL Id: hal-03529430

<https://hal.science/hal-03529430>

Submitted on 17 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉCOLOGIE ALIMENTAIRE COMPARÉE DES MANCHOTS NICHEURS AUX ÎLES CROZET

Vincent RIDOUX*, Pierre JOUVENTIN**, Jean-Claude STAHL***
et Henri WEIMERSKIRCH**

Les Sphéniscidés sont parmi les oiseaux de mer qui ont poussé le plus loin l'adaptation au milieu marin et à l'exploitation de ses ressources. En privilégiant la nage et la plongée aux dépens du vol, ils atteignent des stocks de nourriture hors de portée des autres familles d'oiseaux de mer. C'est ainsi que dans les régions antarctiques et subantarctiques, cette adaptation extrême leur assure une réussite exceptionnelle, puisqu'avec seulement sept espèces sur quarante-quatre (16 %), ils constituent 52 % des effectifs et surtout 92 % de la biomasse d'oiseaux se nourrissant en mer (Mougin & Prévost, 1980).

Cependant, ce type même de locomotion qui assure leur succès impose certaines limites. En effet, la nage et la plongée sont des modes de déplacement plus lents et énergétiquement plus coûteux que le vol des Procellariiformes ($1,85 \times \text{EER}$ (1) et $2,4$ à $2,5 \times \text{EER}$ sont les valeurs utilisées pour estimer le coût énergétique du vol des Procellariiformes et celui de la nage des Sphénisciformes de Géorgie du Sud. Croxall & Prince, 1982). De ce fait, les manchots peuvent difficilement perdre beaucoup de temps dans la recherche d'une nourriture trop dispersée ou trop éloignée. Ils semblent donc inaptes à la capture de proies à répartition imprévisible (Wilson, 1985). Effectivement, les études quantitatives de régimes alimentaires (Davies, 1956 ; Emison, 1968 ; Boersma, 1977 ; Croxall & Furse, 1980 ; Croxall & Prince, 1980 ; Volkman *et al.*, 1980 ; William & Laycock, 1981 ; Cooper *et al.*, 1984 ; Croxall *et al.*, 1985 ; Horne, 1985 ; Offredo & Ridoux, 1986 ; Adams & Klages, 1987 ; Brown & Klages, *in prep.*) ont montré que les proies des manchots sont généralement des organismes de taille assez réduite (1 à 15 cm) formant des bancs (Euphausiacés, calmars, Nototheniidés, Myctophiidés, Engraulidés, Clupeidés... suivant les espèces et les régions) ; c'est donc un type de proie étroitement défini qui constitue l'alimentation de ce groupe. Il semble alors que les ressources alimentaires potentielles de ces oiseaux dans une localité donnée soient plus abondantes mais moins variées que celles des espèces aptes au vol. Ces contraintes liées à la locomotion et à la prédation sont donc susceptibles de créer

*Université de Bretagne Occidentale, Laboratoire d'Océanographie Biologique. UA 711 du CNRS. 6, avenue Le Gorgeu. 29287 Brest Cedex.

**CEBAS-CNRS, Villiers-en-Bois. 79360 Beauvoir/Niort.

***National Museum of New-Zealand, Private Bag, Wellington, Nouvelle-Zélande.

(1) EER. Existence Energy Requirements, définis par Kendeigh *et al.* (1957).

des situations de compétition alimentaire dans les localités où plusieurs espèces de manchots se reproduisent.

Dans l'archipel Crozet (46 °S-51 °E), les quatre espèces nicheuses : le Manchot royal (*Aptenodytes patagonica*), le Manchot papou (*Pygoscelis papua*), le Gorfou macaroni (*Eudyptes chrysolophus*) et le Gorfou sauteur (*Eudyptes chrysocome*), très inégalement représentées, totalisent environ 3.5 millions de couples reproducteurs chaque année (Fig. 1) et forment l'essentiel de la biomasse avienne. Pour étudier un éventuel partage des ressources entre ces espèces, nous allons envisager d'une part les caractéristiques physiques de chacune d'elles et d'autre part les adaptations éco-éthologiques mises en œuvre pour limiter une éventuelle compétition alimentaire. Les premières permettront de comparer les aptitudes à la plongée et à l'exploitation des ressources animales dans la masse d'eau puis, en cas de grande similitude entre certaines espèces, nous rechercherons dans la chronologie des cycles reproducteurs, les distributions en mer et les régimes alimentaires, des éléments de ségrégation susceptibles de faciliter le partage des ressources par une diminution de la compétition.

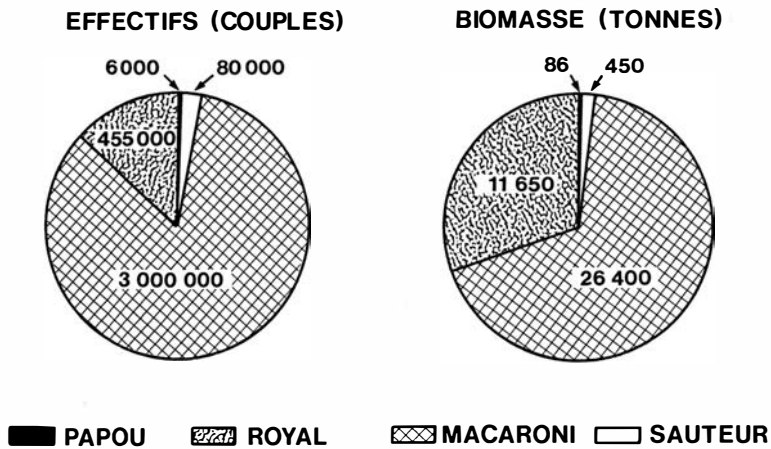


Figure 1. — Effectifs et biomasses des quatre espèces de manchots nichant dans l'archipel Crozet. D'après JOUVENTIN *et al.*, 1984.

1. POIDS INDIVIDUEL, LONGUEUR DU BEC ET PROFONDEUR DE PLONGÉE

Selon les trois caractères retenus, le Manchot royal se distingue radicalement des autres espèces par ses dimensions et capacités physiques supérieures, tandis que des chevauchements existent entre les gammes de taille du Manchot papou et des deux gorfous (Fig. 2). Aucune donnée sur les profondeurs atteintes en plongée n'a été trouvée pour les gorfous ; mais si on les compare à d'autres espèces de taille voisine, en admettant que l'aptitude à la plongée soit positivement corrélée à la masse corporelle (Fig. 3), on peut supposer qu'ils ne pêchent guère à plus de 30-40 mètres avec peut-être des plongées records aux environs de 100 mètres.

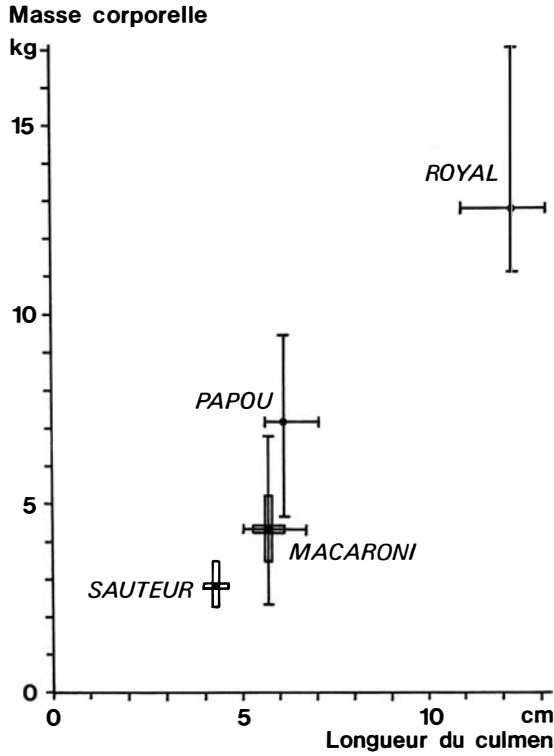


Figure 2. — Masse corporelle (kg) et longueur du culmen (cm) comparées des manchots des îles Crozet. D'après DESPIN, 1972 ; MOUGIN, 1974 ; BARRAT, 1976 ; LE MAHO & DESPIN, 1976 ; TOLLU, 1978 et MOUGIN (non publié).

2. CYCLE REPRODUCTEUR (Fig. 4)

Les deux gorfous ne sont présents à terre que pendant l'été. Leurs cycles reproducteurs étudiés sur l'île de l'Est sont presque identiques dans leur déroulement et ne se distinguent que par un décalage de trois semaines qui se maintient à toutes les étapes de la reproduction (Stahl *et al.*, 1985). Les gorfous macaroni arrivent sur leurs colonies au cours de la première décade d'octobre et les quittent après la mue à la fin du mois d'avril, tandis que chez les gorfous sauteurs les dates extrêmes sont début novembre et mi-mai (Stahl *et al.*, 1985). Malgré ce décalage temporel, la cohabitation des deux espèces du genre *Eudyptes* dure six mois.

La présence du Manchot royal à terre ne connaît, elle, pas d'interruption au cours de l'année puisque entre la ponte de l'œuf et le départ du poussin s'écoule environ un an (Barrat, 1976). Pendant l'hiver, de juin à septembre, les effectifs d'adultes à la colonie sont faibles, car les soins des parents aux poussins sont presque inexistantes ; ce qui se traduit par un jeûne des poussins et donc des prélèvements alimentaires ralentis (Barrat, 1976 ; Cherel *et al.*, 1987).

La Manchot papou, enfin, se reproduit en hiver à partir de juillet et les poussins les plus tardifs sont encore nourris en janvier. De janvier à mars, période

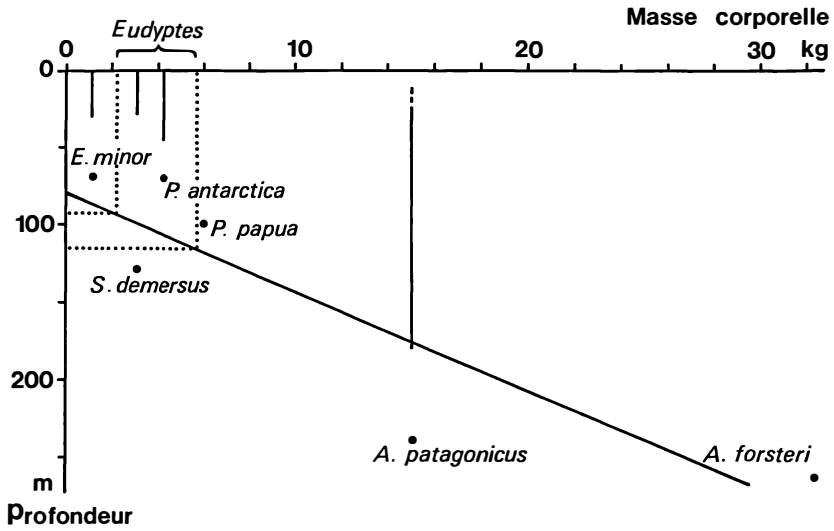


Figure 3. — Profondeurs usuelles et maxima de plongée chez les manchots en fonction de leur masse corporelle. D'après CONROY & TWELVES, 1972 ; KOOYMAN, 1975 ; FURNESS & COOPER, 1982 ; KOOYMAN *et al.*, 1982 ; LISHMAN & CROXALL, 1983, CROXALL, 1984 ; MONTAGUE, 1985 et WILSON, 1985.

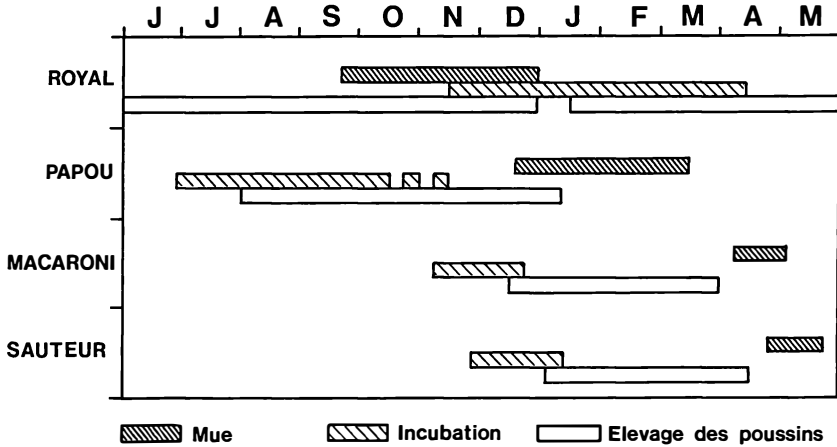


Figure 4. — Cycles reproducteurs des manchots de l'archipel Crozet. D'après BARRAT, 1976 ; STAHL *et al.*, 1985 et BOST (com. pers.).

qui correspond à l'élevage des poussins chez les gorfous, les adultes sont soit en mer, soit sur les plages où ils muent. Au contraire de ce qui est observé pour les gorfous, les différentes activités qui ponctuent le cycle reproducteur sont mal synchronisées au sein des populations de manchots papous et royaux.

3. FRÉQUENCE DE NOURRISSAGE, RAYON DE PROSPECTION ET RÉPARTITION EN MER

Les fréquences de nourrissage estimées à partir de pesées journalières d'un lot de poussins permettent de calculer le temps d'absence de chaque parent entre deux passages au nid (voir Jouventin *et al.*, 1985) et donc, connaissant la vitesse de déplacement, le rayon maximum théorique de prospection (Tabl. I). Dans ce domaine encore le Manchot royal, grâce à une nage plus rapide et surtout à des temps de séjour en mer beaucoup plus longs, se démarque très nettement des autres espèces en présence. En effet, il peut théoriquement atteindre des zones d'alimentation situées à plus de mille kilomètres de la colonie au lieu de deux cents à quatre cents pour le Manchot papou et deux cents à trois cents pour les gorfous. Les distributions en mer observées en février 1982 (Fig. 5) montrent qu'en fait, les espèces se reproduisant à cette saison (toutes sauf le Manchot papou) ne se ségrègent guère selon la distance à la colonie et prospectent toutes largement jusqu'à 30-50 kilomètres des côtes. Seul un décalage du mode de la distribution de densité peut être observé entre les deux gorfous. Par contre, le Manchot papou, qui n'est plus lié aux sites de reproduction, montre à cette époque une distribution nettement décalée vers le large (Fig. 5).

TABLEAU I

Fréquences de nourrissage, durées des séjours en mer, vitesses de nage et rayons théoriques de prospection des quatre manchots des îles Crozet.

	Manchot royal	Manchot papou	Gorfou macaroni	Gorfou sauteur
Intervalle entre deux repas (jours)	6,2	1,4-2,6	2,0	2,6
Durée du séjour en mer (jours)	11,9	2,1-4,6	3,5	4,6
Vitesse (km/h)	9,8	7,5	5,2	5,2
Rayon maximum théorique (km)	1 400	220-420	215	285

4. RÉGIME ALIMENTAIRE

L'étude du régime alimentaire des manchots a fait l'objet de deux séries de prélèvements sur l'île de la Possession en été 1980-1981 et en 1982. Le tri des échantillons est désormais achevé, mais l'analyse des données encore incomplète. Cependant, des tendances peuvent d'ores et déjà être dégagées et fournir, à l'échelle de précision qui nous intéresse ici, des éléments de discussion (Fig. 6).

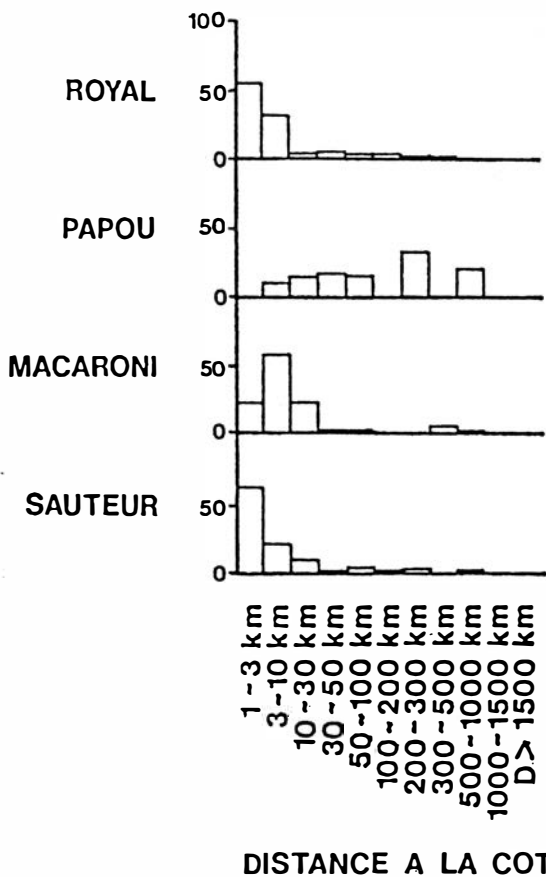


Figure 5. — Abondance relative des manchots en mer autour des îles Crozet observées en février 1982.

Ainsi, comme pour la plupart des paramètres envisagés précédemment, le Manchot royal se distingue des trois plus petites espèces par un régime alimentaire nettement spécialisé sur la prédation de poissons de la famille des Myctophiidés (% poids > 90 % dans tous les contenus étudiés, n = 36). D'autres familles de poissons pélagiques et quelques Céphalopodes apparaissent régulièrement en petit nombre ; enfin, pour l'ensemble des proies reconnues, la longueur totale varie de ca.2 cm à ca.15 cm. A ce niveau d'identification, il ne semble pas y avoir de différence de régime alimentaire entre l'été et l'hiver.

Les deux gorfous vivent essentiellement aux dépens des mêmes proies : Euphausiacés, Amphipodes hypériens, ichthyoplancton, Myctophiidés, Céphalopodes, dans des gammes de tailles largement superposées.

En été, avant qu'ils ne soient immobilisés par la mue ou dispersés au large, les manchots papous ont une alimentation également composée d'Euphausiacés, de poissons et de Céphalopodes. Ils se distinguent cependant des gorfous par la plus grande part prise par les poissons et en particulier l'apparition de poissons néritiques ou côtiers de la famille des Nototheniidés. En hiver au contraire, la

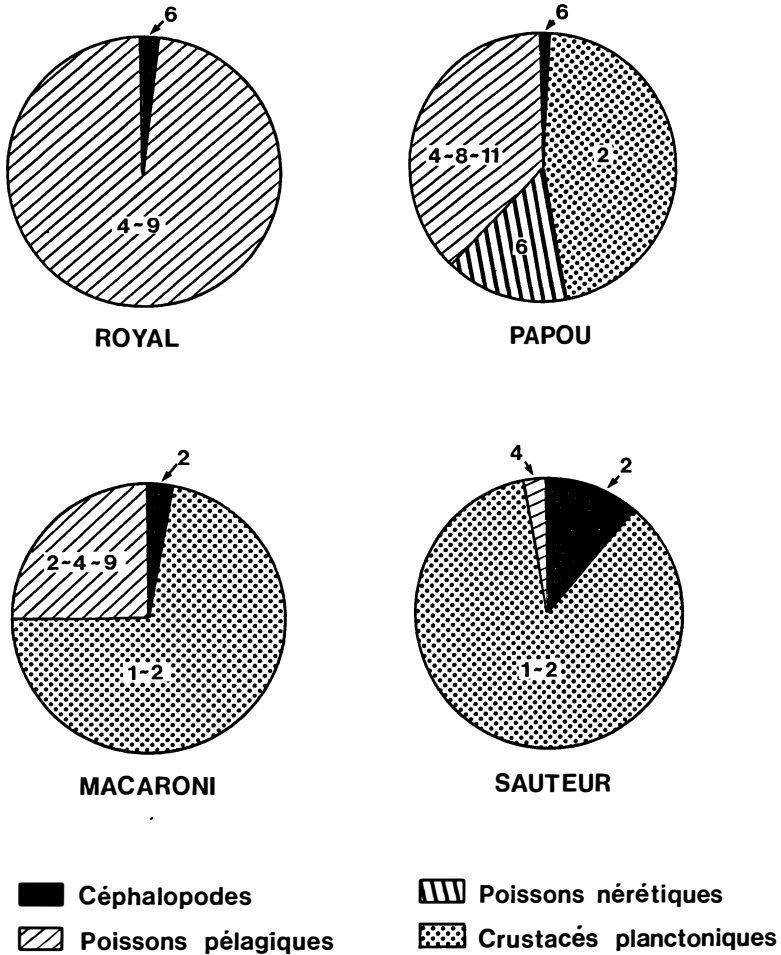


Figure 6. — Régimes alimentaires (% en poids) d'été des manchots de l'archipel Crozet.

contribution pondérale des Euphausiacés à leur alimentation est plus importante ; le changement pour le régime d'été s'opère en octobre-novembre, c'est-à-dire au moment de l'arrivée à terre des gorfous (Fig. 7).

5. DISCUSSION, CONCLUSION

Pour tous les paramètres envisagés, le Manchot royal est à l'écart des trois autres espèces de manchots de l'archipel Crozet ; le chevauchement des variables est faible ou nul pour les mensurations des oiseaux et des proies, les profondeurs atteintes en plongée et le régime alimentaire. Le Manchot royal ne semble donc être en compétition pour l'alimentation avec aucune autre espèce.

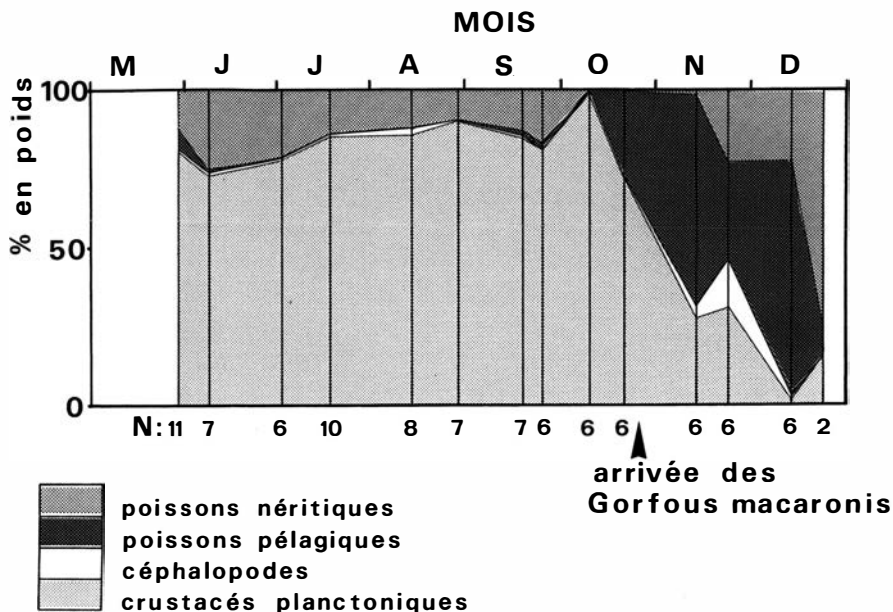


Figure 7. — Evolution du régime alimentaire du manchot papou pendant sa période de reproduction (mai à décembre 1982).

Le cas des gorfous est beaucoup plus complexe. Bien que de nombreuses différences soient observables dans différents aspects de leur biologie, aucune d'elles ne paraît suffisante pour limiter une compétition que la similitude générale des deux espèces nous fait supposer très vive. En effet, le retard de trois semaines dans la reproduction du Gorfou sauteur sur le Macaroni semble insignifiant pour le partage des ressources au regard des six mois de leur cohabitation. De la même manière, les variations mises en évidence dans la composition du régime alimentaire ne portent que sur l'abondance relative de chaque type de proie, sans même en modifier substantiellement l'ordre d'importance. Ce type de variation est en fait de la même ampleur que ce qui a été trouvé pour une même espèce de gorfou (*Eudyptes schlegeli*) entre deux colonies situées de part et d'autre de l'île Macquarie (Horne, 1985). Ainsi, les gorfous macaroni et sauteur semblent avoir des niches écologiques très voisines et pourraient se ségréger par un léger décalage des zones de prospection qui se traduirait par les quelques différences observées dans les régimes alimentaires. Cependant, l'interprétation biologique de ces différences reste fragile ; une analyse plus fine des contenus stomacaux et de l'activité en mer des deux espèces, en particulier des profondeurs usuelles de plongée, permettra peut-être de découvrir des facteurs de ségrégation plus subtils que ceux envisagés ici.

Sous de nombreux aspects, le Manchot papou est plus proche des gorfous que du Manchot royal et c'est donc avec le premier que des problèmes de partage des ressources peuvent apparaître. Aux îles Marion, où la situation est tout à fait similaire, Williams (1981) interprète la reproduction hivernale comme un facteur limitant la compétition alimentaire des manchots papous avec les gorfous. Il

renforce son argumentation en s'appuyant sur le changement de régime alimentaire qu'il déduit des variations de couleur et d'aspect des fientes. Au moment de l'arrivée des gorfous, les manchots papous passeraient d'une nourriture essentiellement constituée de crustacés à une autre basée sur les poissons.

A Crozet, l'analyse des contenus stomacaux de 1982 va dans le sens de cette hypothèse puisque le changement coïncide avec l'arrivée des gorfous ; on serait donc logiquement amené à construire un schéma dans lequel le Manchot papou soumis à une vive compétition alimentaire aurait développé certains mécanismes d'évitement. La reproduction hivernale d'une part, la mue et la dispersion pélagique en été d'autre part, prennent en effet à contre-temps le cycle d'abondance des gorfous autour des îles.

Cependant, une fréquence de nourrissage généralement plus forte que chez les gorfous, l'apparition de Nototheniidés néritiques à Crozet ou même d'Harpagiferidés plus côtiers à Marion (La Cock *et al.*, 1984) et enfin la possibilité (rare) d'élever deux poussins quand les conditions y sont favorables, sont autant d'éléments qui plaident en faveur d'une stratégie de pêcheur côtier. De tels indices ont également été décrits ailleurs. En Atlantique Sud (Géorgie du Sud et Péninsule antarctique) les manchots papous élèvent régulièrement deux jeunes (Croxall & Prince, 1979 ; Cordier *et al.*, 1983). Leur alimentation nettement orientée vers la consommation de krill, *Euphausia superba*, contient aussi quelques Nototheniidés néritiques (Volkman *et al.*, 1980 ; Croxall & Prince, 1980). A Marion, le Manchot papou présente encore un ensemble d'adaptations à la prédation en milieu côtier (Williams & Siegfried, 1980). Cette stratégie semble donc généralisable à l'ensemble de l'espèce dans toute son aire de distribution, quelles que soient les ressources alimentaires disponibles et les autres espèces de manchots planctonophages avec lesquelles elle cohabite ; il est d'ailleurs remarquable de noter que dans aucune localité de reproduction ce manchot ne représente plus de 4 % des effectifs de manchots planctonophages (d'après Wilson, 1983), ce qui est en accord avec la plus faible surface prospectée par rapport aux espèces hauturières. Ce comportement côtier serait une caractéristique intrinsèque de l'espèce et indépendante des situations rencontrées dans chaque communauté où le Manchot papou existe ; il ne peut donc pas être considéré comme une réponse à une situation de compétition locale.

A Crozet, cependant, des caractères plus « malléables » tels que les dates du cycle reproducteur ou l'évolution du régime alimentaire isolent plus encore le Manchot papou des deux espèces de gorfous. En effet dans l'Atlantique Sud où la nourriture est beaucoup plus abondante le Manchot papou se reproduit au printemps et en été, sensiblement à la même période que les gorfous. Au contraire, dans les conditions de moins grande abondance alimentaire régnant à Marion et à Crozet il pond dès la fin juin et, de plus, change de régime alimentaire à l'arrivée des gorfous (nos données). Ce dernier point demanderait toutefois d'être confirmé par plusieurs années d'observation (voir La Cock *et al.*, 1984).

Finalement, sans présumer des causes, compétitives ou non, des différences observées, cette étude met en évidence un partage des ressources entre les trois genres de manchots nichant sur l'archipel Crozet. Cependant, le cas des deux gorfous nécessitera d'autres investigations, en particulier en ce qui concerne la composition détaillée des régimes alimentaires (espèces-proies, classes de taille) et les techniques de pêche (profondeurs usuelles de plongée).

SUMMARY

Four species of penguins breed on Crozet Islands, Southern Indian Ocean. Their sizes, diving abilities, breeding cycles, feeding frequencies, foraging ranges, and diets are compared. The King penguin has a well individualized niche, characterized by long foraging trips, wide depth range, and extensive predation on Myctophiid fishes. The Macaroni penguin and the Rockhopper penguin have very similar feeding strategies, but might differ in their feeding ranges and diving depths. The Gentoo penguin, whose nearest ecological relatives are the Eudyptid penguins, is a coastal predator. Contrary to what is the rule in the Scotia Sea area where krill is abundant, the gentoo penguins of the Crozet Archipelago breed in winter, and change their diet in late spring when Eudyptid penguins come back to their breeding colonies.

RÉFÉRENCES

- ADAMS, N.J. & KLAGES, N.T. (1987). — Seasonal variation in the diet of the King Penguin (*Aptenodytes patagonicus*) at sub-antarctic Marion Island. *J. Zool., Lond.*, 212 : 303-324.
- BARRAT, A. (1976). — Quelques aspects de la biologie et de l'écologie du Manchot royal (*Aptenodytes patagonicus*) des îles Crozet. *C.N.F.R.A.*, 40 : 9-52.
- BOERSMA, P.D. (1977). — An ecological and behavioural study of the Galapagos penguin. *Living Bird*, 15 : 43-93.
- CHEREL, Y., STAHL, J.C. & LE MAHO, Y. (1987). — Ecology and physiology of fasting in King Penguins chicks. *Auk*, 104 : 254-262.
- CONROY, J.W.H. & TWELVES, E.L. (1972). — Diving depths of the Gentoo penguin *Pygoscelis papua* and Blue-eyed shag *Phalacrocorax atriceps* from the South Orkney Islands. *Brit. Ant. Surv. Bull.*, 30 : 106-108.
- COOPER, J., ENTICOTT, J.W., HECHT, T. & KLAGES, N. (1984). — Prey from three chinstrap penguins *Pygoscelis antarctica* at Bouvet Island, December 1982. *S. Afr. J. Antarct. Res.*, 14 : 32-33.
- CORDIER, J.R., MENDEZ, A., MOUGINS, J.L. & VISBEEK, G. (1983). — Les oiseaux de la baie de l'Espérance, Péninsule antarctique (63° 24'S, 56° 59'W). *L'Oiseau et R.F.O.*, 53 : 143-176.
- CROXALL, J.P. (1984). — Seabirds. In : Laws, R.M. (Ed.) *Antarctic ecology*, Vol. 2 : 533-618. London : Academic Press.
- CROXALL, J.P. & FURSE, J.R. (1980). — Food of chinstrap penguins *Pygoscelis antarctica* and macaroni penguins *Eudyptes chrysolophus* at Elephant Island group, South Shetland Islands. *Ibis*, 122 : 237-245.
- CROXALL, J.P. & PRINCE, P.A. (1979). — Antarctic seabird and seal monitoring studies. *Polar Record*, 19 (123) : 573-595.
- CROXALL, J.P. & PRINCE, P.A. (1980). — The food of gentoo penguins *Pygoscelis papua* and macaroni penguins *Eudyptes chrysolophus* at South Georgia. *Ibis*, 122 : 245-253.
- CROXALL, J.P. & PRINCE, P.A. (1982). — A preliminary assessment of the impact of seabirds on marine resources at South Georgia. *C.N.F.R.A.*, 51 : 501-509.
- CROXALL, J.P., PRINCE, P.A., BAIRD, A. & WARD, P. (1985). — The diet of the Southern rockhopper penguin *Eudyptes chrysocome chrysocome* at Beauchêne Island, Falkland Islands. *J. Zool., Lond. (A)*, 206 : 485-496.
- DAVIES, D.H. (1956). — The South African Pilchard (*Sardinops ocellata*) and Maasbanker (*Trachurus trachurus*) : bird predators ; 1954-1955. *Dept. of Commerce & Industry. Div. of Fisheries Rep.*, 23 : 3-40.
- DESPIN, B. (1972). — Note préliminaire sur le Manchot papou *Pygoscelis papua* de l'île de la Possession (Archipel Crozet). *L'Oiseau et la R.F.O.*, n° spécial : 69-83.
- EMISON, W.B. (1968). — Feeding preferences of the Adélie penguin at Cape Crozier, Ross Island. *Antarctic Res. Series*, 12 : 191-211.

- FURNESS, R.W. & COOPER, J. (1982). — Interactions between breeding seabird and pelagic fish populations in the southern Benguela region. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8 : 243-250.
- HORNE, R.S.C. (1985). — Diet of Royal and Rockhopper penguins at Macquarie Island. *Emu*, 85 : 150-156.
- JOUVENTIN, P., MOUGIN, J.L., STAHL, J.C. & WEIMERSKIRCH, H. (1985). — Comparative biology of the burrowing petrels of the Crozet Islands. *Notornis*, 32 : 157-220.
- JOUVENTIN, P., STAHL, J.C., WEIMERSKIRCH, H. & MOUGIN, J.L. (1984). — The seabirds of the French subantarctic islands and Adélie Land, their status and conservation. In Croxall J.P., Evans P.G.H. & Schreiber R.W. (Eds), *Status and Conservation of the World's Seabirds*. Cambridge, ICBP Technical Publication n° 2 : 609-625.
- KENDEIGH, S.C., DOL'NIK, V.R. & GAVRILOV, V.M. (1977). — Avian energetics. In *Granivorous Birds in Ecosystems*, Pinowski, J & Kendeigh, S.C. (Editors), Cambridge University Press, pp. 127-204.
- KOOSMAN, G.L., DAVIS, R.W., CROXALL, J.P. & COSTA, D.P. (1982). — Diving depths and energy requirements of King penguins. *Science*, 217 : 726-727.
- KOOSMAN, G.L. (1975). — Behaviour and physiology of diving. In : Stonehouse, B (ed) : *The Biology of Penguins*, London, Macmillan : 115-137.
- LA COCK, G.D., HECHT, T. & KLAGES, N. (1984). — The winter diet of Gentoo penguins at Marion Island. *Ostrich*, 55 : 188-191.
- LE MAHO, Y. & DESPIN, B. (1976). — Réduction de la dépense énergétique au cours du jeûne chez le Manchot royal (*Aptenodytes patagonicus*). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 283 D : 979-982.
- LISHMAN, G.S. & CROXALL, J.P. (1983). — Diving depths of the chinstrap penguins *Pygoscelis antarctica*. *Brit. Ant. Surv. Bull.*, 61 : 21-25.
- MONTAGUE, T. (1985). — A maximum dive recorder for little penguins. *Emu*, 85 : 264-267.
- MOUGIN, J.L. (1974). — Enregistrements continus de températures internes chez quelques Spheniscidae II. Le Manchot royal *Aptenodytes patagonica* de l'île de la Possession (archipel Crozet). *C.N.F.R.A.*, 33 : 29-56.
- MOUGIN, J.L. & PREVOST, J. (1980). — Evolution annuelle des effectifs et des biomasses des oiseaux antarctiques. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 34 : 101-133.
- OFFREDO, C. & RIDOUX, V. (1986). — The diet of Emperor penguin, *Aptenodytes forsteri*, in Adélie Land, Antarctica. *Ibis*, 128 : 409-413.
- STAHL, J.C. (1983). — *Habitats d'alimentation et stratégies d'exploitation des ressources des oiseaux marins dans le secteur des îles Crozet (T.A.A.F.)*. Thèse de 3^e Cycle, Montpellier, 111 pp.
- STAHL, J.C., DERENNES, Ph., JOUVENTIN, P., MOUGIN, J.L., TEULIERES, L. & WEIMERSKIRCH, H. (1985). — Le cycle reproducteur des gorfous de l'archipel Crozet : *Eudyptes chrysolophus*, le Gorfou macaroni et *Eudyptes chrysocome*, le Gorfou sauteur. *L'Oiseau et R.F.O.*, 55 : 27-43.
- TOLLU, B. (1978). — *Contribution à l'étude des Spheniscidae du genre Eudyptes dans les îles australes françaises (Amsterdam, Saint-Paul, Crozet, Kerguelen)*. Thèse de Doctorat, Paris, 230 pp.
- VOLKMAN, N.J., PRESLER, P. & TRIVELPIECE, W. (1980). — Diets of Pygoscelid penguins at King George Island, Antarctica. *Condor*, 82 : 373-378.
- WILLIAMS, A.J. (1981). — Factors affecting time of breeding of Gentoo penguins *Pygoscelis papua* at Marion Island. In Cooper, J. (Ed). *Proceedings of the Symposium on Birds of the Sea and Shore*, 1979, Cape Town, African Seabird Group : 451-459.
- WILLIAMS, A.J. & LAYCOCK, A. (1981). — Euphausiids in the diet of some sub-antarctic *Eudyptes* penguins. *S. Afr. J. Antarct. Res.*, 10/11 : 27-28.
- WILLIAMS, A.J. & SIEGFRIED, W.R. (1980). — Foraging ranges of krill-eating penguins. *Polar Record*, 20 : 159-162.
- WILSON, G.J. (1983). — Distribution and abundance of antarctic and subantarctic penguins : a synthesis of current knowledge. *BIOMASS Sci. Ser.*, 4 : 1-46.
- WILSON, R.P. (1985). — The Jackass Penguin (*Spheniscus demersus*) as a pelagic predator. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 25 : 219-227.