



## Amsterdam : une île sentinelle pour l'observation des changements globaux

**WEIMERSKIRCH Henri,**  
**BARBRAUD Christophe,**  
**BESSON Dominique,**  
**DELORD Karine,**  
**GUINET Christophe**  
 - Equipe 'Prédateurs Marins',  
 Centre d'Etudes Biologiques  
 de Chizé, 79360 Villiers en Bois  
 - email: henriw@cebc.cnrs.fr

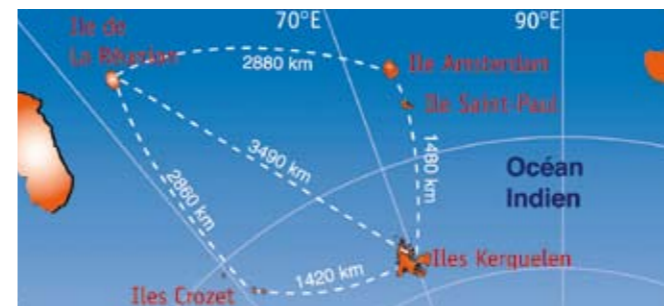


Le programme 'Oiseaux et mammifères marins sentinelles des changements globaux dans l'océan Austral' a pour objectif de comprendre comment la variabilité environnementale et les activités humaines influencent les écosystèmes marins. Les prédateurs supérieurs situés au sommet des réseaux trophiques étant bien connus pour intégrer les variations climatiques et océanographiques dans leurs traits d'histoire de vie, le programme utilise les oiseaux et les mammifères marins comme indicateurs des changements globaux.

Le programme, qui fait partie de la Zone Atelier 'Antarctique' du CNRS, s'appuie sur un réseau de quatre observatoires dans les Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF). Les sites où sont mesurés les paramètres démographiques des populations de plus de vingt espèces s'étalent sur un gradient latitudinal allant du continent antarctique à la limite des tropiques. A partir de ces observations qui ont démarré sur certains sites depuis plus de 50 ans nous sommes en mesure de décrire les changements passés et de les mettre en relation avec le climat. Nous nous attachons en parallèle à expliquer ces relations en étudiant les mécanismes d'adaptations impliqués, en particulier les stratégies d'acquisition des ressources marines par ces prédateurs. Cette approche est élargie aux tropiques dans le cadre de l'ANR REMIGE (Réponses comportementales et démographiques des écosystèmes marins de l'océan Indien aux changements climatiques).

Baigné par des eaux subtropicales, le groupe des îles Amsterdam et Saint-Paul (Photos 1 et 2), situé à une latitude de 38°S, à mi chemin entre l'Afrique et l'Australie (Carte 3), bénéficie d'un climat assez clément (14°C en moyenne). Avant l'arrivée de l'Homme, Amsterdam abritait avec sa voisine Saint-Paul, une faune et une flore très particulière, avec un grand nombre d'espèces endémiques, comme par exemple un canard aptère, une espèce d'albatros et plusieurs espèces de pétrels. L'arrivée de l'homme et les séjours successifs de phoquières, naufragés, ainsi que l'introduction de chats, rats, souris, lapins et bovins ont profondément modifié ces îles, amené la disparition du canard et de plusieurs espèces de pétrels et une transformation drastique de l'écosystème terrestre.

Aujourd'hui, l'île abrite encore des populations importantes d'otaries subtropicales, d'albatros et de manchots, ainsi que plusieurs espèces de pétrels. Amsterdam constitue un site-observatoire clé. Elle est la seule île de la partie subtropicale de l'océan Austral bénéficiant de suivis à long terme.



Carte 3. Situation d'Amsterdam

## Des changements profonds au cours des dernières décennies

A la suite de l'exploitation intense des otaries pour leur fourrure au XIX<sup>ème</sup> siècle, celles-ci avaient quasiment disparues. Depuis les années 1950, les otaries ont recolonisé Amsterdam et leur population a augmenté régulièrement (Figure 4). Le suivi à long terme montre que cette population a atteint voire même dépassé la densité dépendance comme le suggère la diminution continue de la masse moyenne au sevrage des petits et la diminution de la fréquence de reproduction qui devrait se traduire dans les années à venir par une diminution de la taille de la population.

L'albatros d'Amsterdam, redécouvert en 1982 et décrit comme une espèce à part entière, ne comptait que 5 couples reproducteurs en 1982. Aujourd'hui, on en dénombre 27 (Figure 4).

Sur Saint-Paul, l'éradication des rats et des lapins en 1997 a permis une re-colonisation par plusieurs espèces de pétrels de l'île à partir de la Roche Quille, un îlot indemne de prédateurs situé à une centaine de mètres au large.

C'est le cas des prions de MacGillivray, espèce endémique du groupe, qui se reproduisent à nouveau sur Saint-Paul après des décennies d'absence. Une espèce de pétrel du groupe des Ptérodromes, inconnue de la région, a également été observée, montrant l'attractivité et le potentiel en termes de biodiversité de Saint-Paul suite à sa réhabilitation.

L'augmentation des effectifs d'otaries, des pétrels sur Saint-Paul, et vraisemblablement d'albatros d'Amsterdam est essentiellement due à l'arrêt de la chasse ou à la disparition de prédateurs introduits. D'autres espèces ont montré des tendances inverses. Les gorfous sauteurs ont vu leur population diminuer au cours des 30 dernières années sur tous les sites de l'océan Austral. Les analyses préliminaires à Amsterdam suggèrent que le déclin de l'espèce est lié à des changements environnementaux, notamment au réchauffement des eaux de surface autour d'Amsterdam (Weimerskirch et al. 2003).

Les falaises d'Entrecasteaux abritent 70% des effectifs mondiaux d'albatros à bec jaune. La population a présenté un déclin marqué dans les années 1990, passant de 38000 couples en 1982 à 28000 couples reproducteurs aujourd'hui (Figure 4).

Les albatros fuligineux sont également en déclin très net. Les variations des tailles de populations d'albatros ont des causes multiples et complexes, et seuls les suivis démographiques et les études sur la distribution en mer des populations permettent d'en cerner l'origine.

Photo 1 (en haut à gauche). Vue d'Amsterdam, les falaises d'Entrecasteaux  
 Photo 2 (en bas à gauche). Vue du cratère de Saint-Paul

Pour l'albatros à bec jaune nous disposons d'un suivi annuel depuis le début des années 1980 (Figure 4). La colonie d'étude a décliné de façon régulière depuis le milieu des années 1980, alors que la population totale n'a chuté qu'entre 1982 et 1995, mais est actuellement stable (Rolland et al. Sous presse). Le déclin de la population totale est dû à une augmentation de la mortalité adulte et des poussins pendant les années 80. La survie adulte s'est améliorée durant les années 1990 amenant une stabilisation de la population totale (Figure 5). Toutefois, la survie des poussins reste très faible, en particulier dans les colonies situées dans le bas des falaises. Les causes de mortalité n'ont été élucidées que récemment. En 1995, nous nous sommes aperçus que les jeunes poussins étaient affectés par une maladie qui provoquait un mort subite. Les analyses réalisées ont détecté deux maladies : le rouget du porc et le choléra aviaire (Weimerskirch 2004). Les symptômes correspondent parfaitement au choléra aviaire mais le rouget du porc a été détecté une année, sans présence de choléra. Le choléra aviaire est une maladie infectieuse et contagieuse, caractérisée par une mortalité soudaine et importante. L'organisme responsable de cette maladie a une survie limitée dans le temps, au maximum quatre mois dans l'eau et le sol, donc pas suffisamment longue pour provoquer des éruptions annuelles.

A Amsterdam, ce sont donc les adultes porteurs sains qui pourraient réinfecter les poussins. Il pourrait de plus y avoir une sensibilisation des poussins par le rouget - récurrent - au choléra aviaire transmis par les adultes aux poussins. Il est a posteriori impossible de conclure quant à l'origine de ces agents pathogènes qui existent naturellement dans les populations sauvages. Toutefois, l'origine domestique de ces pathogènes, en particulier par les animaux introduits accidentellement ou pour l'élevage ne peut être exclue : le poulailler éliminé en 2007, suite à une épidémie qui n'a hélas pas été diagnostiquée, est resté pendant plusieurs décennies accessible aux animaux sauvages, notamment aux skuas.

### ❖ Zones d'alimentation et influence de l'environnement

Si l'émergence de maladies est un facteur majeur dans l'évolution des populations d'albatros à bec jaune, d'autres facteurs interviennent, en particulier en mer où ces prédateurs retirent leur nourriture. Les zones d'alimentation de l'albatros à bec jaune sont restreintes aux eaux subtropicales (Pinaud & Weimerskirch 2005, Pinaud et al. 2006). Pendant l'incubation les albatros à bec jaune effectuent des voyages d'une quinzaine de jours pour aller se nourrir à 2000 km à l'ouest dans la zone de réflexion du Courant des Aiguilles, qui est une zone à très forte activité tourbillonnaire (Figure 6). Nos études par télémétrie ont montré que les albatros recherchent les bords de tourbillons où les productions primaire et secondaire sont importantes.

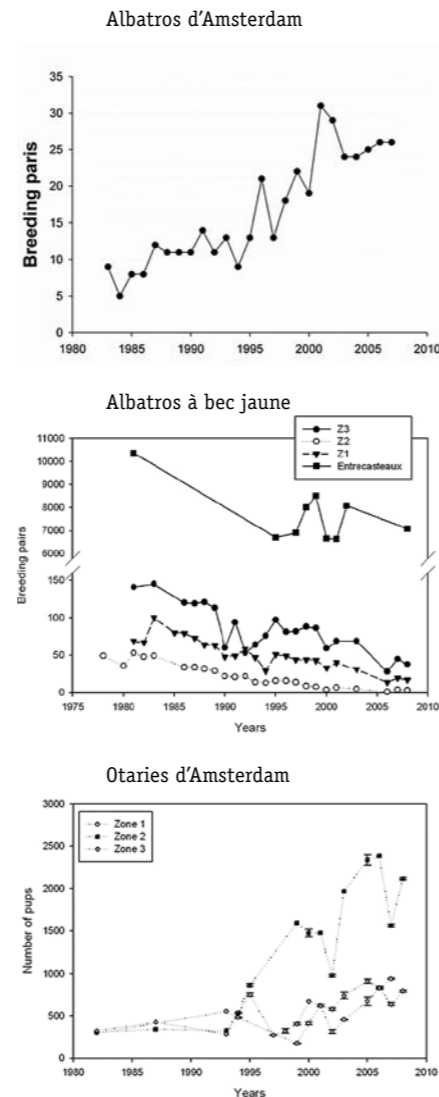


Figure 4. Changements de taille de population de quelques espèces de prédateurs supérieurs à Amsterdam.

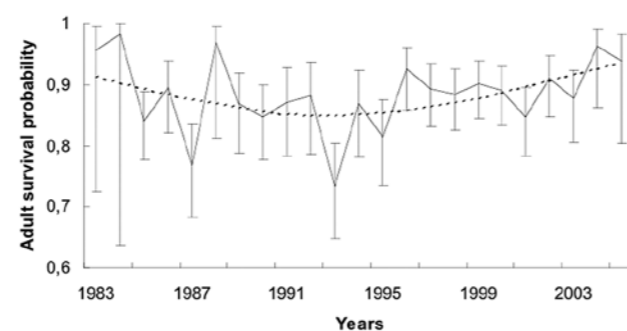


Figure 5. Evolution de la survie adulte des albatros à bec jaune au cours des 25 dernières années, montrant une diminution jusque dans les années 1992-93, puis une amélioration jusqu'à aujourd'hui.

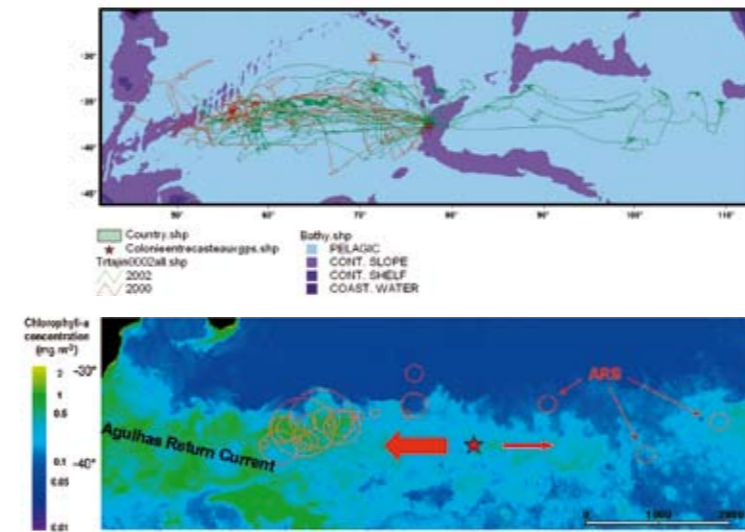


Figure 6. Déplacements des albatros à bec jaune d'Amsterdam (étoile) en 2000 et 2002 montrant que l'essentiel des individus se déplace vers l'ouest. Les zones où les oiseaux recherchent la nourriture (ARS pour Area Restricted Search), marquées par une augmentation de la sinuosité de leurs déplacements, sont représentées par des cercles rouges. Elles sont situées dans des secteurs à forte production primaire de la zone de réflexion du Courant des Aiguilles.



Figure 7. Dispersion hivernale des gorfous sauteurs d'Amsterdam (saison 2007) estimée à partir de système GLS miniaturisés mesurant la lumière et la température de la mer et de modèles basés sur des algorithmes Metropolis-Hastings et des Chaînes de Markov/Monte Carlo.

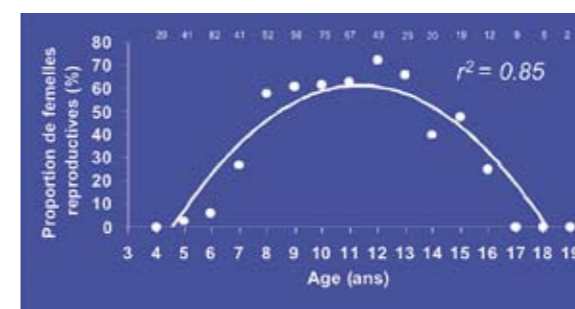


Figure 9. Proportion de femelles reproductrices en fonction de l'âge pour la population d'otaries subtropicales de l'île d'Amsterdam.

Lorsque les conditions en mer sont plus chaudes, les oiseaux sont en moins bonnes conditions, ont des taux d'approvisionnement des jeunes plus faibles et la croissance des jeunes est ralentie (Weimerskirch et al. 2001). De la même manière, les paramètres démographiques de l'albatros d'Amsterdam sont influencés par les conditions océanographiques dans la zone subtropicale. La survie des adultes est meilleure lorsque les eaux subtropicales sont plus froides (Rivalan et al. Soumis).

La période hivernale est un moment clé pour la survie des oiseaux de mer et la connaissance des habitats utilisés à cette période est fondamentale. Dans le cadre d'une collaboration avec le programme 394, nous avons pu suivre les déplacements en mer pendant l'hiver des gorfous sauteurs. Nous avons utilisé des GLS (Geo-Localisation System), appareils très miniaturisés (3 g pour un enregistrement chaque minute pendant 5-10 ans), qui par la simple mesure de la lumière ambiante et de la température, permettent d'estimer les déplacements en mer pendant plusieurs années. Les premiers résultats montrent que pendant l'hiver les oiseaux se dispersent tous à l'est d'Amsterdam, jusqu'à proximité des côtes australiennes. Ils franchissent la convergence subtropicale durant cette période et se dispersent dans les eaux subantarctiques, en s'éloignant jusqu'à plus de 3500 km d'Amsterdam (Figure 7).

Chez l'otarie à fourrure subtropicale, le suivi démographique à long terme entrepris depuis 1994 (Photo 8) a permis de mettre en évidence une entrée tardive en reproduction chez les femelles (7 ans au lieu de 5 chez les autres populations d'otaries) et un effet sénescence marqué chez les femelles de plus de 13 ans (Beauplet et al. 2006 (Figure 9)). Une très forte hétérogénéité des performances de survie et de reproduction est observée entre les femelles, avec pour conséquence le fait que seulement 1/3 des femelles est responsable de la production de 2/3 des jeunes et 1/3 des femelles a une contribution nulle au renouvellement des générations (Beauplet et Guinet 2007). Les femelles les plus performantes se caractérisent par une plus grande taille et par la plus grande régularité des trajets en mer. Cette forte hétérogénéité des performances de reproduction exerce une importante pression de sélection sur la taille des individus. Nos travaux ont révélé que la taille moyenne s'est accrue d'environ 2 cm en l'espace d'une génération du fait de processus micro-évolutifs. Une plus grande taille semble permettre une exploitation plus efficace de ressources marines distantes - les otaries peuvent aller pêcher jusqu'à 1800 km pendant la période d'allaitement, et la plus grande taille permet de stocker plus de réserve et d'effectuer des plongées plus profondes. Par ailleurs, nous avons établi que pendant l'été les femelles cherchaient à s'alimenter de façon préférentielle au niveau du front subtropical qui, selon les simulations du GIEC, devrait se décaler vers le sud et donc devenir moins accessible. Enfin, nous avons montré une relation négative entre la survie après le sevrage des petits et les anomalies positive de température de surface (Beauplet et al. 2005).



Photo 8. Colonie d'otaries à fourrure

Les quelques résultats présentés ici suggèrent que plusieurs espèces de prédateurs supérieurs que nous suivons à Amsterdam ont été ou devraient dans l'avenir être affecté négativement par le réchauffement global. La combinaison des études de démographie et d'écologie de ces prédateurs devrait apporter des éléments de réponse décisifs dans les années à venir.

### Conservation : l'albatros d'Amsterdam



Photo 10. Albatros d'Amsterdam

L'île d'Amsterdam abrite une des espèces d'oiseaux les plus rares au monde, l'albatros d'Amsterdam (Photo 10). Son statut démographique est bien connu puisque tous les individus sont bagués et leur histoire de vie connue depuis 1982. Pour 27 couples reproducteurs chaque année, on estime la population totale à 172 individus dont 87 adultes reproducteurs, le reste étant des oiseaux immatures qui passent l'essentiel de leur vie en mer. Une étude génétique montre que cette population, qui est passée par un goulot d'étranglement populationnel extrême (seulement 5 couples en 1982), présente la diversité génétique la plus faible connue pour un oiseau (Milot et al. 2007), ce qui ne semble pourtant pas être un handicap. La comparaison avec la diversité génétique des grands albatros montre que la faible diversité génétique serait un caractère inhérent aux albatros (Milot et al 2007).

Héberger une espèce aussi rare implique une grande responsabilité pour la France et les TAAF, notamment depuis la signature par la France d'un accord international pour la conservation des albatros et pétrels (ACAP). Le suivi à long terme de la population permet de connaître son statut année après année et de détecter tout changement ou menace. Aujourd'hui trois risques sérieux peuvent menacer la population. Il s'agit d'abord des animaux introduits depuis l'arrivée de l'homme au 16<sup>ème</sup> siècle.

La construction d'une clôture et l'éradication d'une grande partie des bovins dans les années 1990 a permis d'arrêter la destruction de l'habitat, mais les chats et les rats constituent une menace permanente. La spécialisation d'un seul chat par exemple pourrait amener à la destruction des jeunes poussins, comme cela est actuellement le cas sur l'île Gough où les souris ont changé de comportement et s'attaquent aux poussins et aux adultes d'albatros de Tristan.

L'éradication de ces menaces, notamment des chats et des rats, est possible et bénéficierait à de nombreuses espèces, mais demande des moyens importants. Le déclenchement d'une épizootie, notamment le choléra aviaire présent à quelques kilomètres, serait catastrophique pour la population d'albatros d'Amsterdam. Toutes les mesures pour éviter la transmission par l'homme sont prises actuellement et des études approfondies sur le choléra aviaire présent à Amsterdam sont programmées. Enfin, la menace la plus sérieuse est certainement la présence autour de l'île dans les eaux internationales et dans l'aire de distribution des adultes d'une énorme flotte palangrière qui pêche le thon. Cette pêche tue chaque année dans le monde des dizaines de milliers d'albatros qui sont hameçonnés et noyés lors de la mise à l'eau de la palangre lorsqu'ils tentent de récupérer les appâts.

Nos études de suivi en mer montrent un recouvrement très important des albatros d'Amsterdam adultes avec cette pêcherie (Figure 11), et nous nous attachons actuellement à déterminer si les autres parties de la population (juvéniles, immatures, adultes en année sabbatique) sont également menacés par cette pêche. Nos modèles démographiques montrent que la mortalité additionnelle de seulement 7 individus chaque année conduirait à l'extinction rapide de la population. Enfin, le réchauffement des eaux dans le secteur d'Amsterdam en lien avec l'évolution du climat aura une répercussion importante d'après nos modèles utilisant les scénarios du GIEC qui montrent un ralentissement de la croissance actuelle de la population (Figure 12). Bien que la population ait augmenté jusqu'en 2007, 2008 a été la première année où nous avons enregistré une chute brutale de la population, montrant que les menaces pressenties pourraient s'être concrétisées et soulignant la nécessité de mettre en place rapidement un plan d'action national pour cette espèce.

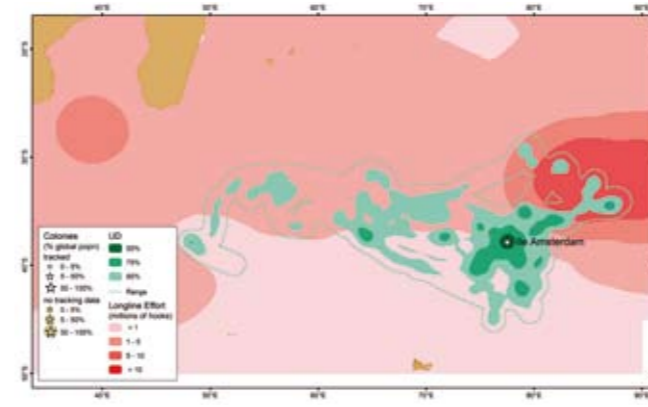


Figure 11. Distribution en mer des adultes d'albatros d'Amsterdam (densité des localisations en vert) et recouvrement avec l'effort des palangriers (en rouge) de la zone de la CTOI (Commission des Thons de l'Océan Indien), montrant que la moitié de la zone de distribution est en contact direct avec des efforts de pêche importants. Au sud de cette zone, les albatros d'Amsterdam sont également en contact avec les palangriers dans le secteur de la convention pour les thons rouges du sud. Distribution of breeding Amsterdam Albatrosses tracked from Ile Amsterdam and overlap with IOTC longline fishing effort for all gear types and fleets (average annual number of hooks set per 5° grid square from 2002 to 2005).

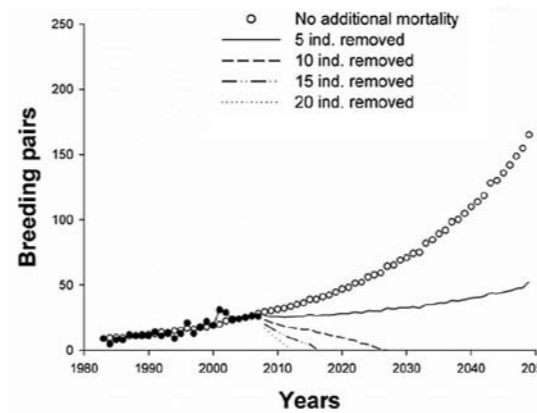
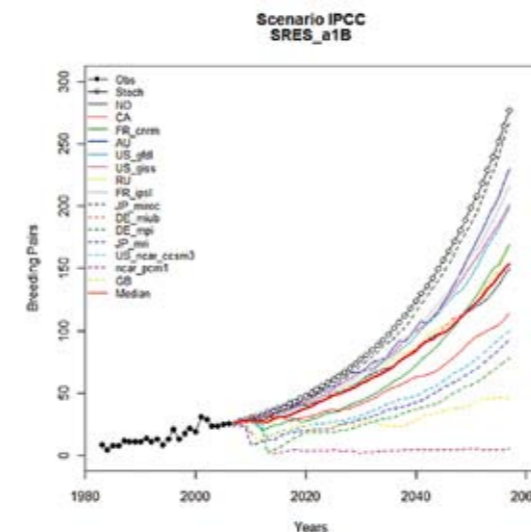


Figure 12. Evolution observée de la population d'albatros d'Amsterdam depuis 1980 et projection d'évolution de la population utilisant un modèle stochastique.

1 - en incluant l'impact des changements climatiques prévu par les modèles du GIEC (scénario GIEC A1b). Les points blancs indiquent les prévisions d'évolution de la population sans changement climatique, les lignes de couleur, les prédictions incluant les effets du réchauffement climatique (la ligne gras rouge est la moyenne des modèles).  
2 - même modèle avec prévision d'une mortalité additionnelle par pêche de 5 à 20 individus par an.

### REFERENCES,

→ Long term evaluation of postweaning and juvenile survival rates in subantarctic fur seals, *Arctocephalus tropicalis*, at Amsterdam Island. Beauflet G., Barbraud C., Chambellant M., Guinet C., 2005. *Journal of Animal Ecology* - 74:1160-1172.

→ Age-specific survival and reproductive performances in fur seals: evidence of senescence and individual quality. Beauflet G., Barbraud C., Dabon W., Kussener C., Guinet C. 2006. *Oikos* - 41, 173-187.

→ Phenotypic determinants of individual fitness in female fur seals: larger is better. Beauflet G., Guinet C., 2007. *Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences* - 274(1620):1877-1883

→ Surviving with low genetic diversity: the case of albatrosses. Milot E., Weimerskirch H., Duchesne P. & Bernatchez L. 2007. *Proceedings of the Royal Society London B* - 274: 779-787.

→ Effect of environmental variability on habitat selection, diet, provisioning behaviour and chick growth in yellow-nosed albatrosses. Pinaud D., Chérel Y. & Weimerskirch H. 2005. *Marine Ecology Progress Series* - 298: 295-304.

→ Scale-dependent habitat use in a long-ranging central place predator, the yellow-nosed albatross. Pinaud D. & Weimerskirch H. 2005. *Journal of Animal Ecology* - 74: 852-863.

→ Dynamics and sensibility to fisheries and climate of a small population of an endangered species, the Amsterdam albatross. Rivalan P., Barbraud C. & Weimerskirch H. soumis. *Conservation Biology*

→ Assessing the impact of fisheries, climate and disease on the dynamics of the Indian Yellow-nosed Albatross. Rolland V., Barbraud C. & Weimerskirch H. Sous presse. *Biological Conservation*

→ Diseases threaten Southern Ocean albatrosses. Weimerskirch H. 2004. *Polar Biology* - 27: 374-379

→ Influence of environmental variability on breeding effort in a long-lived seabird, the yellow-nosed albatross? Weimerskirch H., Prince P.A. & Zimmermann L. 2001. *Behavioral Ecology* - 12 : 22-30

→ Trends in bird and seal populations as indicators of a system shift in the Southern Ocean. Weimerskirch H., Inchausti P., Guinet C. & Barbraud C. 2003. *Antarctic Science* - 15: 249-256.

### Conclusion

De par sa situation géographique et de l'existence d'une station scientifique, l'île d'Amsterdam constitue un site unique pour l'étude de l'influence du climat et des activités de pêche sur les écosystèmes marins. La création récente de la Réserve Naturelle souligne l'importance de pouvoir suivre dans l'avenir le devenir des populations et des espèces des îles Amsterdam et Saint-Paul, dont plusieurs sont endémiques, et de connaître les causes de leur évolution.