

Dénombrement des Oiseaux Marins Nicheurs sur l'île du Grand Colombier (Saint Pierre & Miquelon)



Andreas Petersen

Mission du 8 au 18 juillet 2008

Hervé LORMEE¹, Karine DELORD², Bruno LETOURNEL³

1 ONCFS – CNERA Avifaune Migratrice - Station de Chizé Carrefour de la Canauderie 79360 VILLIERS EN BOIS

2 CEBC – CNRS Carrefour de la Canauderie 79360 VILLIERS EN BOIS

3 ONCFS – Service Départemental de Saint Pierre & Miquelon

Recensement des populations reproductrices d'oiseaux marins du Grand Colombier (Saint-Pierre et Miquelon)

Rapport de la mission effectuée du 8 au 18 juillet 2008

Rappel du contexte de la mission et des objectifs visés

Ce travail fait suite à une demande formulée par les services de l'Agriculture et de la Forêt de Saint Pierre et Miquelon auprès de la Délégation Inter-Régionale Outremer de l'ONCFS.

L'archipel de Saint-Pierre et Miquelon (SPM) se trouve près des côtes de Terre-Neuve, zone où se reproduisent des communautés de plusieurs millions d'oiseaux marins. En conséquence, l'archipel accueille lui-même des populations nicheuses dans ce contexte biogéographique. Au sein de l'archipel, l'îlot du Grand Colombier accueille une bonne part de ces populations nicheuses, voir la totalité pour certaines espèces comme l'Océanite cul-blanc, *Oceanodroma leucorhoa*, ou le Macareux moine, *Fratercula arctica*. Paradoxalement, ces populations ont fait l'objet de très peu de dénombrements, avec des biais potentiels dans les estimations (un en 1974 par Etcheberry et Borotra, non publié, plusieurs entre 1983 et 1987 par le service de l'Agriculture, Desbrosses & Etcheberry, 1989, et enfin un en 2004 (ciblé uniquement sur la population d'Océanite cul-blanc et non publié). Dans le même temps, des observations sporadiques attestent pour certaines espèces comme le Pingouin torda (*Alca torda*) de variations significatives du nombre d'individus présents sur l'île.

Dans l'optique d'une demande de classement en réserve de l'îlot du Grand Colombier, il apparaissait donc nécessaire de réactualiser les connaissances sur l'état des populations d'oiseaux marins nichant sur cette île. L'objectif principal de cette mission était donc de fournir de nouvelles estimations des effectifs nicheurs des espèces présentes, en utilisant des protocoles standardisés, adaptés à chaque espèce.

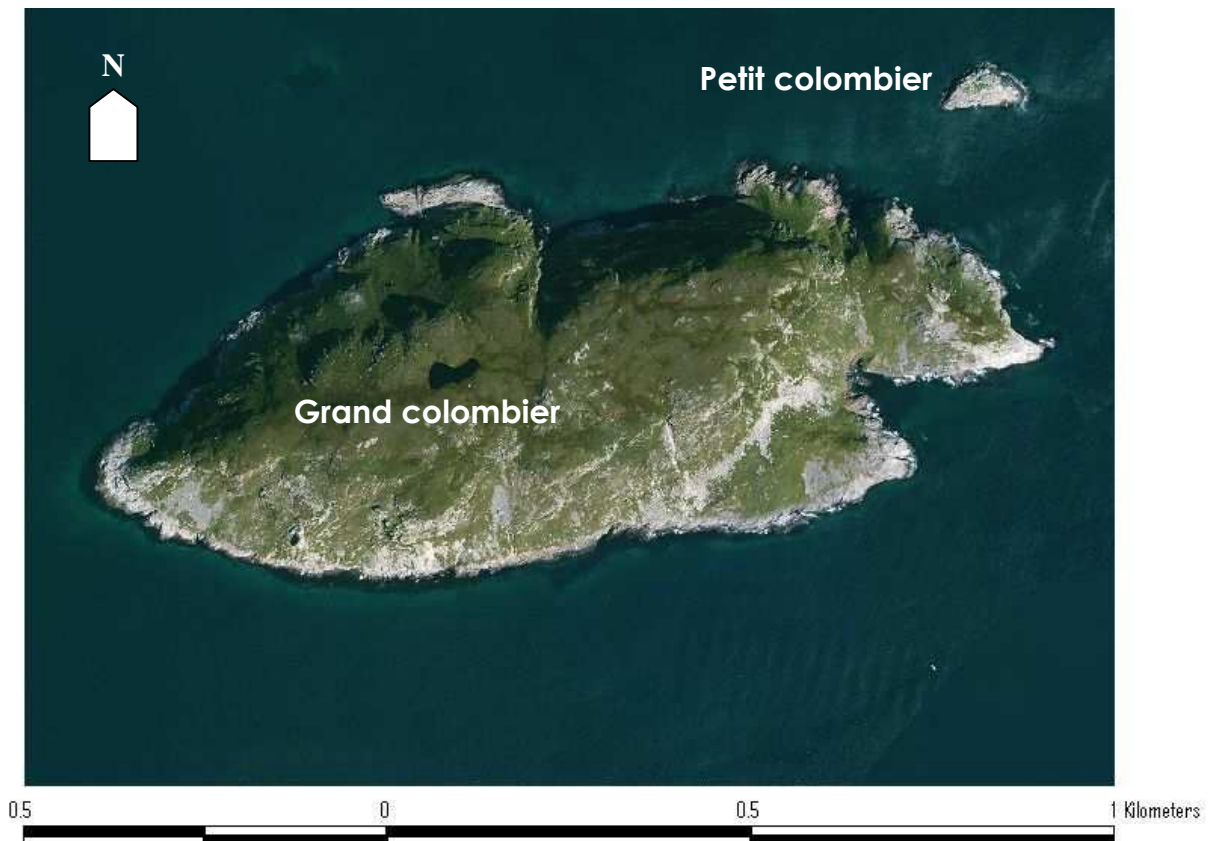
Les espèces ciblées par ce recensement sont principalement l'Océanite cul-blanc et le Macareux moine, ainsi que le Pingouin torda, le Guillemot de Troïl, *Uria aalge*, le Guillemot à miroir, *Cepphus grylle*, la Mouette tridactyle, *Rissa tridactyla*, et enfin le Grand Cormoran, *Phalacrocorax carbo*.

Ces protocoles ont été définis de manière à être facilement mis en œuvre sur le terrain, et sur la base de moyens humains et financiers limités. Ils peuvent ainsi aisément être reconduits ultérieurement et doivent permettre d'estimer des tendances des populations nicheuses sur le moyen ou long terme.

Site d'étude

Cette mission concerne l'îlot du Grand Colombier (46°49N, 56°10W ; étendue 1.2 × 0.4 km ; altitude maximale 149 m ; Fig. 1), des dénombrements complémentaires (Mouettes tridactyles essentiellement) ont été réalisés sur le proche îlot du Petit Colombier (150 × 80 m ; altitude maximale 15 m).

Figure 1 : Vue aérienne du Grand et Petit Colombier



Protocoles de dénombrement

Océanites cul-blancs

1 Plan d'échantillonnage :

Le dénombrement a été réalisé au travers d'un échantillonnage systématique de l'îlot (Harris & Murray 1981). Il reposait sur un réseau de transects parallèles espacés de 50 mètres, positionnés par GPS, et parcourant transversalement l'île d'un bord à l'autre selon un axe nord-sud (Fig. 2), dans les limites des conditions d'accessibilité et du respect des consignes de sécurité. A partir du début de chaque transect, nous avons positionné tout les 30 mètres, à l'aide d'une corde, une placette d'échantillonnage de 3 mètres de rayon (correspondant à une surface échantillonnée de 28.27 m²). La position de chaque placette était mémorisée à l'aide d'un GPS. Cette méthode permet d'échantillonner tous les habitats présents, ceux-ci se trouvant représentés dans l'échantillonnage au pro-rata de leur importance en terme de recouvrement du milieu. Pour chaque placette, nous avons

noté l'inclinaison à l'aide d'un inclinomètre, ainsi que les différentes formations végétales présentes et leur recouvrement respectif par placette.

L'Océanite cul-blanc, comme bon nombre de pétrels, niche en terrier : cette espèce creuse des galeries d'environ 60 cm de profondeur, pour un diamètre à l'entrée de 4 à 5 cm. Les nicheurs ne sont donc pas directement observables en surface. Le dénombrement repose donc sur les terriers, et plus précisément les entrées de ceux-ci. Au sein de chaque placette, un observateur unique procédait au dénombrement de toutes les entrées de terrier. Étaient exclus du dénombrement les doubles entrées menant au même terrier, ainsi que les galeries de campagnol (*Microtus pennsylvanicus*).

Figure 2 : positionnement des placettes d'échantillonnage des terriers d'océanites cul-blancs. Les transects suivent un axe sud-nord



2 Méthode :

Evaluation du taux d'échec des reproducteurs au cours de la période précédant la mission:

La mission s'est déroulée sur une période correspondant à la fin de l'incubation et le début de l'élevage chez les Océanites cul-blanc. Par conséquent un certain nombre de couples reproducteurs ont pu échouer avant la réalisation du dénombrement. La non prise en compte de ce taux d'échec pourrait nous amener à sous-estimer le nombre réel de couples reproducteurs. Afin de réduire ce biais, il a été demandé aux agents de l'ONCFS de Saint-Pierre et Miquelon de réaliser un suivi de la reproduction des Océanites entre la période de ponte et le début de la mission pour évaluer le taux d'échec survenu au cours de cette période. Ce suivi devait porter sur une centaine de nids abritant un reproducteur sur œuf. Les nids ainsi échantillonnés devaient être répartis sur un ensemble de stations couvrant l'île et intégrant les différents habitats (essentiellement les secteurs à fougères et ceux à herbacées). Chaque station était positionnée au GPS, et chaque nid identifié à l'aide d'un petit piquet en bois numéroté. Par la suite, les agents ont contrôlé ces

nids en moyenne tous les 10 jours et ont noté pour chacun d'entre eux si la reproduction était toujours en cours ou bien si un échec était survenu (prédation ou abandon de l'œuf).

Afin de limiter l'impact du dérangement lié à cette opération, les contrôles indirects des nids ont été privilégiés autant que possible : nous avons au préalable testé la faisabilité d'un contrôle par la diffusion de chants conspécifiques à l'entrée des terriers, ceux-ci étant censés provoquer une réponse vocale de la part de l'occupant du terrier. Une réponse positive suffisait pour considérer le nid comme actif. Dans le cas contraire, on procédait au contrôle manuel du contenu du terrier.

Estimation du taux d'occupation des terriers :

Tous les terriers ne sont pas systématiquement occupés au cours d'une saison de reproduction. Afin de connaître le taux d'utilisation des terriers par des reproducteurs, nous avons contrôlé sur une centaine de terriers au minimum le contenu des chambres (cavités de nidification). Là encore, nous avons en premier lieu privilégié des contrôles indirects via la repasse de chants, puis l'utilisation d'une caméra (type endoscope) adaptée au format des terriers. Le contrôle manuel n'était pratiqué qu'en l'absence de réponse positive. Le contrôle indique si le nid est actif, et permet éventuellement de préciser le stade d'avancement de la reproduction. Cette opération a été effectuée aussi bien sur certaines placettes qu'en dehors de celles-ci, en veillant à échantillonner les différents habitats (type de végétation et pente).

Estimation de la probabilité de détection liée aux observateurs :

La probabilité qu'un observateur détecte tous les terriers présents dans une placette est rarement égale à 100%. De plus cette probabilité peut varier selon l'observateur et selon le type d'habitat prospecté. Une estimation rigoureuse du nombre de terriers par placette implique donc la prise en compte de cette probabilité de détection propre à chaque observateur.

Afin d'estimer la probabilité de détection de chaque observateur nous avons utilisé la méthode du double observateur (Nichols et al. 2000) : un certain nombre de placettes sont prospectées successivement par 2 observateurs indépendants (qui ne se communiquent pas le résultat de leur prospection). Un 1^{er} observateur (observateur primaire) prospecte l'ensemble de la placette et place dans chaque entrée de terrier trouvée une pastille en carton coloré. Ces pastilles sont placées suffisamment à l'intérieur de manière à ce qu'elle ne puisse pas faciliter le travail de recherche du 2^{ème} observateur et donc biaiser sa probabilité de détection. A l'issue de la prospection, l'observateur primaire comptabilise le nombre de pastilles déposées sans la communiquer. Un 2^{ème} observateur (observateur secondaire) prospecte à nouveau cette même placette. Il comptabilise alors toutes les entrées de terriers qu'il repère, en distinguant celles déjà repérées par le 1^{er} observateur, et celles détectées seulement par lui-même. Au terme de cette double prospection, on obtient 3 chiffres : le nombre de terriers détectés uniquement par l'observateur primaire, ceux détectés uniquement par l'observateur secondaire, ceux détectés par les 2 observateurs. A chaque nouvelle placette, l'ordre de passage des 2 observateurs est inversé, le primaire devenant secondaire et inversement. Cette méthode a été réalisée sur une série de placettes de manière à ce que chaque observateur ait eu accès à au moins une centaine de terriers, et ce sur les 2 habitats principalement rencontrés sur le terrain : les milieux à fougères et les milieux herbacés

(ce test n'avait été réalisé que dans les milieux à fougères en 2004). Ces données ont été ensuite analysées à l'aide du logiciel D-OBSERV (Hines 2000). Les densités de terriers mesurés sur l'ensemble des placettes seront donc corrigées par cette probabilité de détection.

Macareux moines

1 Plan d'échantillonnage :

Cette espèce ne se reproduit que sur certaines parties de l'île et dans deux types d'habitat : les pentes herbeuses ou couvertes de fougères, et les pierriers. Le plateau et plus généralement les parties sommitales de l'île ne sont pas fréquentées. Le plan d'échantillonnage utilisé sur l'Océanite cul-blanc n'était donc pas adapté pour fournir une estimation pertinente pour cette espèce.

Nous avons donc du mettre en place un échantillonnage dans chaque type d'habitat favorable, de manière à pouvoir l'extrapoler par la suite en tenant compte de la surface respective des divers habitats prospectés, la surface de ceux-ci ayant été préalablement estimée après avoir été délimitée au GPS. Le plan d'échantillonnage repose donc sur 3 secteurs distincts : le 1^{er} concerne les zones mixtes de nidification des Océanites et des Macareux, sur les pentes herbeuses ou couvertes de fougères, situées généralement à mi hauteur. Le second concerne les parties enherbées littorales, au contact des zones tidales. Le 3^{ème} concerne les pierriers.

Pour les zones de nidification mixtes, l'échantillonnage repose sur le réseau de placettes mis en place pour les Océanites cul-blanc : lorsque ces placettes se trouvaient sur les portions de l'île potentiellement favorables à la nidification du Macareux moine, les terriers de ces derniers (diamètre d'entrée d'environ 10cm) étaient également comptabilisés. Pour les étages les plus bas de l'île, nous avons défini un certains nombre de placettes supplémentaires spécifiques à cette espèce.

Les pierriers posaient un problème particulier puisque dans ce contexte, les oiseaux ne creusent pas de terriers mais utilisent les fissures ou anfractuosités rocheuses plus ou moins profondes. Nous ne pouvons donc identifier un « nid » que si celui-ci contient un adulte, un œuf ou un poussin seuls, ou bien présente des signes de fréquentation (fientes, proies ...). En d'autres termes, les « nids » vides ne sont pas repérables. Nous ne pouvons dès lors qu'estimer spécifiquement pour ces zones une densité en « nids » occupés. Nous avons donc défini sur certains pierriers des quadrats de 4×4m de côté que nous avons prospectés de manière exhaustive à l'aide de la caméra-endoscope, ceci nous permettant d'obtenir une densité en «terriers» occupés.

Il faut enfin ajouter que les pierriers servent manifestement de reposoir pour plusieurs centaines d'individus probablement non reproducteurs ou peut-être reproducteurs malchanceux ayant échoué plus tôt en saison. Ces individus n'ont pas été pris en compte dans les dénombrements.

2 Méthode :

Estimation du taux d'occupation des terriers :

En raison de la profondeur des terriers chez cette espèce (plus de 1 mètre), le taux d'occupation a été estimé uniquement à l'aide de la caméra endoscope. Cette méthode nous permettait également d'identifier précisément le contenu du nid. Ce contrôle a été réalisé sur certaines placettes mais également en dehors de celles-ci. Il a par ailleurs été effectué dans les différents types d'habitat (pentes végétales et pierriers).

Contrôle à l'aide de la caméra endoscope d'un Macareux moine adulte au terrier



Estimation de la probabilité de détection liée aux observateurs :

Le temps relativement court de la mission ne nous a pas permis d'estimer celle-ci. Cependant, la bonne visibilité des terriers nous permet de supposer une faible probabilité de « rater » les terriers de Macareux. En conséquence la sous-estimation des effectifs reproducteurs doit être réduite.

Pingouins torda

Cette espèce est particulièrement difficile à dénombrer sur l'île. D'une part, les couples reproducteurs sont dispersés sur l'île et sont soit isolés, soit agrégés dans des groupes ne dépassant pas une dizaine de couples. D'autre part, ils nichent principalement dans les pierriers en sympatrie avec les Macareux moines, ou accessoirement dans les fissures de certaines falaises rocheuses de l'île. La méthode d'échantillonnage systématique n'est pas pertinente dans ce type de distribution spatiale des reproducteurs (nids). Dans les 2 types d'habitat, la recherche des nids et l'estimation des densités de couples reproducteurs s'avèrent délicates : la recherche des nids ciblée sur cette espèce dans les pierriers occasionnerait trop de dérangements sur celle-ci et sur le Macareux moine, et les falaises sont inaccessibles à l'échantillonnage.

Afin d'estimer le nombre de couples reproducteurs, nous avons effectué des focales (observations aux jumelles pendant 10 minutes) sur certaines portions des pierriers, afin de comptabiliser le nombre de petits Pingouins apportant des proies à leur poussin. Le risque de comptabiliser 2 fois le même individu dans la même focale est très faible car le délai entre 2 nourrissages successifs est d'au moins quelques heures. Cette méthode ne permet cependant pas de prendre en compte les oiseaux en incubation.

Mouettes tridactyles

Cette espèce niche dans les 30 premiers mètres au dessus du niveau de la mer, et uniquement sur les falaises côtières. Elle se reproduit en colonies de petite taille (quelques dizaines de couples). Ces colonies ne sont pas visibles directement depuis l'île, les dénombrements ont donc été effectués par bateau. Une inspection des habitats favorables a été effectuée sur le Petit et le Grand Colombier, à vitesse réduite, et à une distance d'environ 80 m de la côte, de manière à permettre le dénombrement sans provoquer de dérangement des colonies. Toutes les colonies ont été dénombrées simultanément par 3 à 4 observateurs différents munis de jumelles, afin de fournir une estimation assortie d'un intervalle de confiance (variation liée à l'erreur de comptage).

Guillemots à miroir

Cette espèce est territoriale et non coloniale. Elle utilise également comme site potentiel de nidification les 30 premiers mètres au dessus du niveau de la mer, et uniquement les zones rocheuses : falaises, zones à fortes pentes ou terrasses rocheuses. Une première inspection de l'île nous a amené à la conclusion que les Guillemots à miroir étaient présents sur les falaises côtières, posés dans cette zone des 30 premiers mètres, ou posés en mer à faible distance de la côte, généralement sur une bande ne dépassant pas 100 à 150 mètres. Le dénombrement a donc été réalisé par bateau, à vitesse réduite, et à une distance suffisante pour ne pas provoquer l'envol des oiseaux posés sur la côte, afin de ne pas risquer de compter plusieurs fois les mêmes individus (à terre puis en mer suite à un envol). Les oiseaux posés en mer sur la bande des 150 mètres ont également été comptabilisés. Le dénombrement a été réalisé par 2 observateurs simultanément, et à 2 reprises au cours de la mission.

Grands Cormorans

Cette espèce est présente en période de reproduction sous forme de quelques petites colonies rassemblant quelques dizaines de couples. Ces colonies sont situées sur des épaulements mixtes de roches et de zones avec de la végétation, en bordure de secteurs à forte pente facilitant le décollage et l'atterrissage des adultes, généralement sur les parties les plus hautes de l'île, ce qui rend impossible un dénombrement depuis la mer. Nous avons donc estimé le nombre de couples reproducteurs à distance, par comptage aux jumelles par 2 observateurs différents simultanément, chacun effectuant 2 comptages successifs.

Autres espèces

Nous n'avons pas effectué de dénombrements spécifiques des populations de goélands argentés (*Larus argentatus*) et marins (*L. marinus*). Bien que des pontes de remplacement aient été observées au cours de la mission, la reproduction semblait déjà bien avancée puisque la grande majorité des couples observés avaient déjà des poussins mobiles, partiellement ou complètement emplumés. La période était donc trop tardive pour réaliser un dénombrement pertinent.

Résultats

Océanites cul-blancs

Evaluation du taux d'échec reproducteur

13 stations dédiées au suivi reproducteur ont été suivies, pour un total de 105 nids occupés au 18 juin (en moyenne 8 ± 0.3 nids (E.S.) par station). Ces stations se répartissaient essentiellement sur le haut des pentes de l'île (faces nord et sud). En raison de la croissance importante des fougères et malgré un piquetage précis des terriers, une certaine proportion de ces nids n'a pu être retrouvée par la suite. Le calcul du taux d'échec porte donc au final sur 73 terriers. Au début du dénombrement (10 juillet), ce taux d'échec a été évalué à $6.8 \pm 2.9\%$ (E.S.). Ce taux d'échec sera donc par la suite extrapolé à l'ensemble de l'île.

Au cours des 3 contrôles successifs effectués sur ces nids entre le 18 juin et le 10 juillet, le taux de réponse à la repasse atteint $23\% \pm 7\%$ (38% le 18 juin, 17% le 2 juillet, 15% le 10 juillet). Le taux de réponse en fonction du type de chant diffusé a pu être estimé pour les 2 premiers passages. Parmi l'ensemble des réponses à la repasse, $10 \pm 14\%$ ont concerné le chant enregistré sur une colonie de Terre-neuve (Canada), $30 \pm 14\%$ le chant d'individus des îles Féroé, $40 \pm 18\%$ le chant d'un individu japonais (femelle), et $20 \pm 2\%$ des chants mâles et femelles de colonies irlandaises.

Etalement du cycle reproducteur

Nous avons contrôlé l'occupation du terrier sans chercher à déranger l'adulte pour vérifier s'il couvait un œuf ou un poussin, le stade d'avancement de la reproduction n'était donc connu que de manière très fragmentaire.



Océanite cul-blanc adulte avant sa rentrée au terrier (à gauche) et poussin d'Océanite cul-blanc thermiquement émancipé (à droite)

Néanmoins chez les océanites, le poussin acquiert rapidement son émancipation thermique et il n'est donc couvé que quelques jours par les parents (en général 6 jours). Il nous était donc possible de détecter la présence de poussin dès lors qu'il était âgé de plus de 6 jours. Parmi les terriers suivis pour le contrôle du taux d'échec de la reproduction, aucun poussin n'a été détecté avant le contrôle du 10 juillet. Lors de ce dernier passage, 2 terriers contenaient un poussin avec

l'adulte (3% des nids occupés). Sur l'ensemble des terriers considérés comme occupés au cours de notre séjour, 5% contenaient un poussin seul ou accompagné d'un adulte. En conclusion, l'échantillonnage a été réalisé en fin d'incubation, juste avant le pic d'éclosion. L'incubation durant en moyenne 43 jours, on peut en déduire que l'estimation du taux d'échec à partir du 18 juin a permis de couvrir au minimum la 2^{ème} moitié (53%) de la période d'incubation des océanites.

Estimation de la probabilité de détection liée à l'observateur

Ces probabilités ont été estimées pour la totalité des personnes ayant participé à l'échantillonnage, soit 5 observateurs. Cette estimation repose sur un total de 513 terriers (219 en secteur avec fougères et 294 en secteur herbacé). Chaque observateur a ainsi été évalué sur 185 ± 3.3 (E.S.) terriers en moyenne.

Nous avons déterminé si cette probabilité de détection variait significativement en fonction de l'observateur et/ou de l'habitat. Nous avons donc comparé différents modèles combinant l'effet de ces différentes variables, depuis le plus simple (pas d'effet des variables) jusqu'au plus complexe (effet conjugué des variables habitat et observateur). Ces modèles ont enfin été classés en fonction de la qualité avec laquelle ils expliquaient la variation de la probabilité de détection. Le modèle retenu était donc celui expliquant le mieux cette variation. A l'issue de cette analyse, le modèle retenu excluait un effet de l'habitat ou de l'observateur sur cette probabilité de détection. La probabilité de détection d'un terrier d'Océanite cul-blanc par un observateur a ainsi été estimée à 89% et considérée comme similaire quels que soit l'habitat ou l'observateur impliqué. Les effectifs dénombrés sur toutes les placettes devront donc être corrigés de 11% pour l'estimation du nombre de terriers.

Influence de la pente et de l'habitat sur les densités en terriers

Préalablement à l'extrapolation des données obtenues à partir des placettes, nous avons examiné l'influence respective de la pente et de l'habitat (fougère, herbacé ou mixte) sur la variation de la densité en terriers. Cette influence a été analysée à l'aide de modèles linéaires généralisés (G.L.M). La densité en terriers est fortement affectée à la fois par la pente ($F = 8.9$, $P = 0.009$), l'habitat ($F = 6.2$, $P = 0.003$), et l'interaction entre ces 2 variables ($F = 4.9$, $P = 0.003$). Il apparaît un effet combiné entre la pente et le type d'habitat : les fortes pentes sont souvent associées à la fougères, alors que les pentes plus faibles sont plutôt associées à un couvert herbacé ou mixte. L'effet prépondérant provient alors essentiellement de la pente : plus celle-ci est forte, plus la densité augmente. Ceci nous a donc permis de distinguer plusieurs secteurs sur l'île en prenant en compte la combinaison pente/habitat. Nous avons ainsi distingué 4 grandes zones (Fig. n°3) :

- Le plateau sommital, à végétation mixte et pente faible à nulle (moyenne 16°)
- Le versant sud, à végétation herbacée ou mixte, et à pente faible à forte (moyenne 30°)
- Le versant nord, recouvert essentiellement par les fougères, et à pente forte (moyenne 36°)
- La zone dite « inaccessible » sur le versant nord, couverte de fougères mais à pente très forte (moyenne 40°)

Le calcul des densités en terriers sera donc réalisé séparément sur les 4 secteurs.

Figure 3 : cartographie des différentes zones prises en compte dans le calcul de la densité en terriers occupés pour les océanites cul-blancs : plateau (vert), pente nord (bleu foncé), zone inaccessible (bleu clair), pente sud (jaune). Les zones tidales, non utilisées par l'espèce, sont exclues du calcul. L'étang sur le plateau figure en blanc.



Estimation du taux d'occupation des terriers :

L'occupation des terriers a été testée sur un ensemble de 19 quadrats (301 nids contrôlés). En raison de la durée limitée du séjour sur l'île, nous avons contrôlé les nids soit à l'aide de la caméra, soit manuellement. Nous n'avons pas détecté d'effet significatif de l'habitat ou de la pente sur la variation de ce taux d'occupation, par conséquent ce taux a été considéré comme comparable sur les 4 secteurs, soit de $55\% \pm 3\%$ (E.S.) : un peu moins de 1 nid sur 2 occupé.

Le tableau qui suit récapitule les différentes étapes des calculs ayant permis d'obtenir l'estimation du nombre de couples reproducteurs d'Océanites cul-blanc en début de période de reproduction. Cette estimation est de $363\,787 \pm 19\,991$ couples (E.S.). Les limites définies par un intervalle de confiance à 95% donnent un nombre minimal de 295 502 couples et un nombre maximal de 432 072 couples.

Tableau 1 : Estimation du nombre de couples d'Océanites cul-blanc présents en début de période de reproduction 2008 sur l'île du Grand Colombier. Les valeurs présentées sont les moyennes \pm Erreur Standard (s.e). L'estimation du nombre total de couples est également accompagnée des valeurs minimales et maximales avec un intervalle de confiance à 95% (valeurs entre crochet).

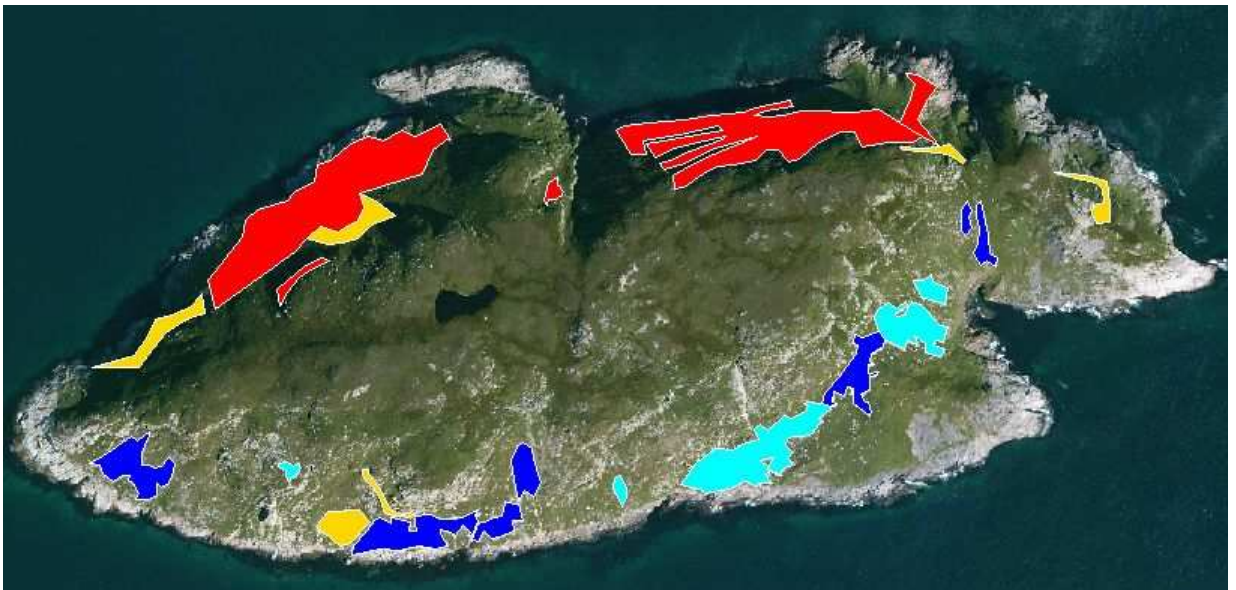
	Plateau	Versant sud	Versant nord	Zone inaccessible
Nombre de placettes	54	67	36	5
Surface des placettes (m ²)		28.27		
Surface (m ²)	105542	187785	160794	32662
Pente moyenne	16.3 (\pm 1.2)	31.6 (\pm 0.9)	36 (\pm 1.1)	40 (\pm 2.2)
Surface corrigée(m ²)	109962 (\pm 31)	220476 (\pm 51)	198753 (\pm 67)	42637 (\pm 71)
Densité en terrier (nb/m ²)	0.32 (\pm 0.06)	1.15 (\pm 0.09)	1.22 (\pm 0.11)	0.45 (\pm 0.13)
Probabilité de détection		0.89 (\pm 0.01)		
Taux d'occupation		0.55 (\pm 0.03)		
Densité en terriers occupés (nb/m ²)	0.20 (\pm 0.004)	0.70 (\pm 0.02)	0.75 (\pm 0.02)	0.27 (\pm 0.01)
Succès reproducteur au 9/7/2008		0.93 (\pm 0.03)		
Nombre de couples par secteur	23 426 (\pm 4063)	167 557 (\pm 12722)	160 267 (\pm 14427)	12 536 (\pm 3626)
Nombre total de couples	363 787 (\pm 19 991) [295 502 – 432 072]			

Macareux moines

3 grands types d'habitat ont été distingués pour procéder à l'estimation de la population reproductrice de Macareux (Fig. n° 4) :

- Les secteurs herbacés à pente forte à très forte, présentant des densités en terriers importantes et dénommés par la suite site à Haute Densité (HD). Ces sites se trouvent sur le versant nord de l'île et pour la plupart sur la partie basse du versant.
- Les secteurs couverts de fougères à pente forte à très forte, présentant des densités en terriers notablement plus faibles, et dénommés par la suite sites à basse Densité (BD). Ces sites sont tous sauf un sur le versant nord, en périphérie des zones à forte densité, et concernent probablement des secteurs plus récemment colonisés.
- Les pierriers, à pente faible à modérée. Ils se situent tous sur le versant sud de l'île. L'inspection préalable de ces pierriers par observation à distance des transports de proies par les adultes nous a permis de distinguer ceux abritant des reproducteurs de ceux servant uniquement de reposoir.

Figure 4 : cartographie des différentes zones à macareux moines ; les zones à terriers figurent en rouge (Haute Densité) et jaune (Basse Densité). Les pierriers occupés par des reproducteurs figurent en bleu foncé, ceux inoccupés en bleu clair.



Etalement du cycle reproducteur

53% des terriers contrôlés contenaient un poussin, la plupart du temps seul et en duvet, d'un âge estimé à environ 1 semaine. Un seul poussin partiellement emplumé a été observé. Au moins 6% des adultes couvaient encore un œuf. Ces résultats suggèrent que notre mission s'est déroulée vraisemblablement en début de période d'élevage. Ils témoignent également d'un étalement relativement important de la reproduction puisque certains adultes couvaient encore un œuf tandis que le poussin le plus âgé observé avait environ 3 semaines.

Estimation du taux d'occupation des terriers :

Ce contrôle a été réalisé sur 7 quadrats différents pour un total de 125 nids (18 ± 1 (E.S.) nids par station). Ce taux d'occupation ne diffère pas significativement entre les sites HD et BD (régression logistique : $P = 0.31$), et sera donc appliqué de manière similaire à tous les secteurs hors pierriers. La densité en nids occupés pour les secteurs HD et BD résulte donc du produit entre la densité en terriers mesurée et le taux d'occupation. Pour les pierriers, la densité mesurée à l'aide de la caméra est directement celle en terriers occupés, c'est pourquoi elle n'apparaît que plus bas dans le tableau de synthèse. Cette valeur a été obtenue à partir d'un échantillonnage systématique sur 2 quadrats, pour un total de 32m². Bien que cet échantillonnage soit restreint, nous avons extrapolé cette valeur à l'ensemble des pierriers ou partie de pierriers accueillant des reproducteurs.

Le tableau qui suit récapitule les différentes étapes des calculs ayant permis d'obtenir une estimation du nombre de couples reproducteurs de Macareux moines. Contrairement aux océanites, il ne nous a pas été possible de corriger cette estimation par le taux d'échec reproducteur (survenu entre le début de la période de reproduction et notre séjour sur l'île). L'estimation est de 9543 ± 1216 (E.S.) couples. Les limites définies via un intervalle de confiance à 95% donnent un nombre minimal de 7160 et un nombre maximal de 11926 couples.

Tableau 2 : Estimation du nombre de couples de Macareux moines se reproduisant sur l'île du Grand Colombier lors de la mission du 8 – 18 juillet 2008.

	Secteurs à Haute Densité	Secteur à Basse Densité	Pierriers colonisés
Nombre de placettes	22	10	11
Surface des placettes	28.27	28.27	16
Surface (m ²)	29136	6256	9874
Pente moyenne	35.62	31.55	28.21
Variance pente	33.65	53.74	89.18
Surface corrigée(m ²)	35842	7341	11205
Variance surface corrigée	22823	5822	12047
Densité en terrier (nb/m ²)	0.36	0.10	-
Variance densité	0.16	0.02	-
Taux d'occupation		0,46	-
Variance taux d'occupation		0,11	-
Densité en terriers occupés (nb/m ²)	0.166	0.046	0.34
Variance densité en terriers actifs	0.031	0.003	-
Population reproductrice (nb couples)	5935	338	3810
Variance	61807657	287355	1393
Erreur standard	1716	170	12
Limite inférieure à 95%	2032	6	3787
Limite supérieure à 95%	8758	670	3833
Population reproductrice totale ± ES		9543 ± 1216	
Limite inférieure et supérieure à 95%		7160 - 11926	

Pingouins torda

Au cours des focales effectuées, nous n'avons observé qu'un seul adulte apportant une proie, nous n'avons donc pas pu en dériver une densité de nicheurs. Au cours de notre séjour, plusieurs nids ont pu être repérés sur l'île, aussi bien dans certains pierriers, que sous certains rochers isolés ; à titre indicatif, leur emplacement approximatif est illustré sur la Figure n° 6. Nos observations témoignent d'un étalement important de la reproduction puisque nous avons observé simultanément des adultes couvant un œuf et un poussin totalement emplumé et vraisemblablement près à l'envol (âge approximatif 3 semaines). Les quelques autres poussins observés étaient tous totalement couverts de duvet. Malgré l'absence

d'estimation fiable, nos observations nous permettent d'avancer qu'au moins plusieurs dizaines de couples se reproduisent sur l'île.



Poussins de Pingouins torda observés sur le Grand Colombier : âgés respectivement d'environ 3 semaines (à gauche), et de quelques jours (à droite)

Mouettes tridactyles

Le dénombrement réalisé le 10 juillet nous donne une estimation moyenne de 196 couples \pm 4.72 (Erreur standard), soit une estimation comprise dans une fourchette de 186 à 204 couples avec un intervalle de confiance de 95%. La position approximative des colonies est illustrée dans la Figure 5. Nous avons pu observer pour cette espèce simultanément des adultes sur des pontes de 3 œufs, et d'autres élevant des poussins presque totalement emplumés.

Figure 5 : cartographie des différentes colonies de Mouettes tridactyles recensées sur le Petit et Grand colombier



Guillemots à miroir

Les 2 contrôles effectués par bateau le 14 et le 15 juillet fournissent une estimation remarquablement similaire : 92 et 98 individus respectivement. Les observations faites de manière opportuniste tout au long de la mission nous laissent

penser que bon nombre d'adultes nourrissaient déjà des poussins. En estimant que tous les couples élevaient déjà des poussins thermiquement émancipés, et que donc les 2 parents pêchaient en mer, on peut proposer une estimation basse de 46 à 48 couples (soit le nombre d'oiseaux observés divisés par 2). Cette estimation est probablement sous-estimée puisque certains couples pouvaient potentiellement encore couvrir des œufs, d'autres de jeunes poussins non thermiquement émancipés.

Grands Cormorans

Lors de cette mission, la totalité des couples de cormorans étaient regroupés sur la face nord de l'île (Fig. n° 6). Notre estimation donne 63 ± 1.58 couples. Nous avons pu constater un étalement important des stades de reproduction puisque certains adultes couvaient encore des pontes de 3 œufs (probablement des pontes de remplacement) tandis que d'autres élevaient des nichées de 1 à 3 poussins partiellement emplumés, âgés d'environ 5 à 6 semaines. Aucun Cormoran à aigrettes (*P. auritus*) n'a été observé dans cette colonie ou autour de l'île.



Poussins de Grands Cormorans âgés de 5 à 6 semaines

Guillemots de Troïl

Cette mission a permis de confirmer la nidification déjà suspectée de cette espèce sur le Grand Colombier, grâce à la découverte de 3 nids avec des adultes couvant un œuf. Les nids étaient situés dans un pierrier situés sur le versant sud de l'île (Fig. n° 6). Au vu du nombre de Guillemots de Troïl observés en mer ou posés sur le pierrier, il est possible que le nombre de couples reproducteurs soit supérieur à une dizaine de couples.



Ponte de Guillemot de Troïl découverte sur le Grand Colombier

Figure 6 : emplacements approximatifs des nids de Pingouins torda (triangles blancs) et de Guillemots de Troïl (rond blanc) découverts sur le Grand Colombier. La colonie de Grands Cormorans est également cartographiée (polygone hachuré).



Autres espèces

A titre indicatif, nous avons noté les nichées et couvées de goélands contactées lors de nos déplacements sur l'île. Les goélands marins se reproduisent essentiellement sur le Petit Colombier, et nous estimons que la population reproductrice se situe dans une fourchette de 10 à 20 couples. Les goélands argentés se répartissent irrégulièrement sur toute la surface du Grand Colombier (à l'exception du plateau) et se distribuent en territoires isolés ou agrégés en petites colonies de moins d'une dizaine de couples. Nous évaluons la population reproductrice à plusieurs dizaines de couples, dans une fourchette comprise de 60 à 100 couples.

Nous n'avons trouvé aucun puffin des anglais (*Puffinus puffinus*) nicheur sur l'île. En revanche, 2 chants (très probablement d'un seul et même individu) ont été entendus sur le plateau au cours de la 1^{ère} nuit sur l'île.

Discussion et mise en perspective des résultats

Océanites cul-blancs

Tableau 3 : récapitulatif des différentes estimations du nombre de couples d'Océanites cul-blancs se reproduisant sur l'île du Grand Colombier.

source	Année du recensement	Estimation du nombre de couples	Surface échantillonnée (m ²)	Surface estimée (ha)
Desbrosses & Etcheberry 1989	1983 à 1987	177 750 (-)	200	45*
Bryant 2004	2004	142 783 (122 560 – 163 006)	1 440	31.6
Cette étude 2008	2008	363 787 (295 502 – 432 072)	4 580	57.1

* surface a priori non corrigée par la pente

Les 3 estimations disponibles et illustrées ci-dessus (Tableau 3) concernent 3 surfaces différentes. Pour celle publiée en 1989, la surface estimée est, a priori, une surface « plane » et donc non corrigée par la pente. Elle représente la surface considérée comme « habitable » par les auteurs. La densité est alors estimée sur la base d'un échantillonnage des terriers réalisé sur 8 quadrats de 25m², soit 0.04% de la surface totale. L'estimation établie en 2004 repose sur un échantillonnage plus conséquent et un calcul de la surface corrigée par la pente. Cependant cette dernière méthodologie appelle plusieurs remarques :

La méthode retenue consistait à échantillonner des placettes circulaires de 16 m², situés sur chaque intersection d'une grille présentant un maillage constitué de carrés de 75 m de coté (5625 m² en surface non corrigée), soit potentiellement 100 placettes de 16 m² (en réalité sur le terrain 90). La densité en terriers occupés estimée sur chacune de ces placettes était donc considérée comme représentative du carré adjacent. Si aucun terrier n'était trouvé dans la placette, le carré adjacent était également considéré comme nul et exclu du calcul de la densité moyenne en terriers occupés. La principale conséquence de cette méthode est qu'une surface non négligeable de l'île a ainsi été exclue du calcul, ramenant la surface totale prise en compte à 31.6 ha soit, 80% de la surface prise en compte par Desbrosses & Etcheberry 1989, 55% de la surface estimée lors de notre mission. Au final, l'estimation de la population repose sur 50 placettes, 32 ayant été exclues en raison de valeur nulle, et 7 pour une raison inconnue. Sur cette base, les 50 placettes retenues pour l'estimation représentent 0.2% de la surface totale prise en compte dans l'estimation (0.8% dans le cas de notre étude).

Dans ce cas de figure, on peut s'attendre à ce que le plan d'échantillonnage et la méthodologie utilisés en 2004 sous-estiment la densité en terriers occupés par rapport à notre étude, où cette densité est dérivée d'une densité moyennée sur l'ensemble des placettes échantillonnées.

Enfin, une autre source de variation des estimations entre les différents dénombrements, quoique minime, peut provenir de notre prise en compte du taux d'échec précédant notre dénombrement.

Il apparaît donc impossible de conclure à une tendance d'évolution de cette population reproductrice entre ces trois dénombrements successifs. Ceci souligne la nécessité de standardiser les plans d'échantillonnage et les méthodes utilisées pour estimer les tailles de population, dans le but de pouvoir analyser les tendances temporelles de ces populations.

On remarquera que la densité en terriers occupés estimée sur les versants nord et sud au cours de notre mission (0.70/m² et 0.75/m²) est supérieure à celles mesurées globalement lors des 2 précédents dénombrements (1989 : 0.4/m² ; 2004 : 0.451/m²). Rachel Bryant (2004 non publié) considérait les densités en terriers occupés estimées en 1989 et 2004 comme notablement plus faibles que celles mesurées sur certaines colonies de Terre-Neuve (Green island 0.653 ; Gull island 0.772 ; Middle Lawn island 0.472 ; Robertson et al. 2002, Robertson & Elliot 2002). Les densités en terriers occupés que nous avons mesurées en 2008 se rapprocheraient donc d'avantage des valeurs observées sur les colonies de Terre-Neuve.

Deux approches peuvent être proposées pour le suivi de cette espèce sur l'île du Grand Colombier : le suivi de la tendance d'évolution au cours du temps des effectifs reproducteurs, et l'estimation de la taille de la population. Ces 2 objectifs, bien que complémentaires font appel à des protocoles différents :

- Suivi de la tendance temporelle : ce suivi devra reposer sur la base d'un contrôle annuel de terriers au sein de quadrats de référence, matérialisés de façon pérenne. Ces quadrats devraient être fixés définitivement dès le début du suivi et suivis de la même manière chaque année. Il nous semble judicieux, même si nous n'avons pas détecté d'effet manifeste de l'habitat, de répartir ces quadrats de manière à couvrir au moins les 2 types de formations végétales les plus courantes sur l'île (secteurs à fougères ou à herbacées). La surface de ces quadrats devra être définie de telle manière que 200 à 300 terriers puissent être contrôlés une fois par an.

Le suivi de quadrats de référence pourrait également permettre de calculer le succès reproducteur annuel, sur un échantillon peut-être plus restreint (une centaine de terriers actifs). Dans ce cas, un suivi adéquat requiert au minimum 3 passages au cours de la saison : le premier pour définir les terriers occupés, le second après l'éclosion et le dernier peu de temps avant l'envol.

- Estimation de la taille de la population : ce point appelle une méthodologie nécessitant un investissement en temps plus important mais qui ne sera mise en œuvre qu'à de plus longs intervalles (tous les 5 à 10 ans). Il sera alors nécessaire d'effectuer un nouvel échantillonnage de la surface de l'île, en veillant à bien intégrer dans l'estimation de la population, la probabilité de détection liée aux observateurs, le taux d'occupation des terriers, et le taux d'échec survenu entre le début de la période de reproduction et le moment où est réalisé l'échantillonnage (ces derniers paramètres pouvant être directement déduits du premier type de suivi).

Macareux moines

Les chiffres disponibles jusqu'à présent pour le Grand Colombier (Tableau 4) ne résultaient pas d'une estimation découlant d'un échantillonnage, mais des observations du nombre d'individus vus fréquentant l'île ou nageant à proximité. Même si les estimations antérieures restaient très approximatives et biaisées, l'estimation du nombre de couples obtenue en 2008 conforte les impressions des précédents observateurs, à savoir une augmentation importante et rapide de la population reproductrice sur le Grand Colombier. Ceci reste valable sans prendre en compte les couples nichant dans les pierriers, pour lesquels nous suspectons que la densité en nids occupés que nous avons estimée surestime probablement la réalité. Il conviendra de remédier à ce biais potentiel en augmentant le nombre de quadrats échantillonnés au sein des pierriers.

S'ajoute à cette estimation un nombre très important d'oiseaux posés en mer à proximité de l'île (probablement 2000 au minimum), qui sont probablement des non-reproducteurs (Olivier Chastel, comm. pers.). Nous avons remarqué que les adultes nourrissant des poussins et quittant l'île se posent très rarement au sein de ces groupes mais partent immédiatement plus au large.

Cette tendance s'inscrit dans l'augmentation plus globale des effectifs le long de la côte Atlantique Nord-Américaine, quoique les tendances soient très variables d'une colonie à l'autre (Terre Neuve - Small Island : augmentation jusqu'en 1984 puis déclin jusqu'en 2001, Witless Bay : augmentation régulière ; Lowther et al. 2002).

Tableau 4 : comparaison des estimations de populations publiées en 1989 (Étcheberry & Desbrosses 1989), en 2004 (Bryant – rapport non publié) et lors de cette mission. Pour les données publiées en 1989, l'année apparaissant entre parenthèse indique, lorsqu'elle est connue, l'année ou l'estimation a été effectivement réalisée

Espèces	Nom latin	1989	2004	2008
Macareux moines	<i>Fratercula arctica</i>	400 (1974)	>1000	9543 (7160 – 11926)
Pingouins torda	<i>Alca torda</i>	?	? (en hausse)	> 50
Mouettes tridactyles	<i>Rissa tridactyla</i>	200 (1989*)	291	196 (186 – 204)
Guillemots à miroir	<i>Cepphus grylle</i>	?	?	>46
Grands Cormorans	<i>Phalacrocorax carbo</i>	30 (1983)	?	63 (60 – 66)
Guillemots de Troil	<i>Uria aalge</i>	0	?	>3
Goélands marins	<i>Larus marinus</i>	?	?	10-20
Goélands argentés	<i>Larus argentatus</i>	?	?	60 - 100

* uniquement sur le Grand Colombier

Pingouins torda

L'estimation du nombre de couples se reproduisant sur l'île s'avère particulièrement délicate dans le cas de cette espèce car elle cumule plusieurs contraintes : elle niche dans des habitats où la détection des nids n'est pas facile, en sympatrie avec une autre espèce présente en densité relativement forte, potentiellement sensible à des dérangements trop prolongés. Elle est largement distribuée sur l'île en nids isolés jusqu'à des groupes de quelques couples. La seule méthode envisageable est l'échantillonnage de quadrats au sein des pierriers, habitat où l'on retrouve la plupart des couples. Il faudra alors veiller à ce que le temps de prospection de ces quadrats soient le plus court possible, et ne dépasse pas 30 minutes au même endroit.

L'incertitude liée à notre estimation reste extrêmement élevée, mais on peut raisonnablement penser que les effectifs nicheurs de cette espèce ont augmenté sur l'île depuis la fin des années 80 (Tableau 4). Comme pour le Macareux moine, plusieurs centaines d'individus, probablement des non-reproducteurs, ont été observés simultanément, posés en mer près de l'île, ce qui suggère un potentiel important pour la reproduction. Là encore, cette apparente augmentation se situe dans un contexte général d'augmentation des effectifs sur le littoral Atlantique nord-américain depuis les années 70 et au moins jusqu'au début des années 2000 (Hipfner et al. 2002).

Mouettes tridactyles

Notre estimation est la plus basse depuis 1989 (Tableau 4), ce qui tend à indiquer que la population a plutôt diminué localement. De telles diminutions avaient déjà été constatées sur certains sites de l'archipel entre 1974 et 1989, tandis que d'autres voyaient au contraire leur population augmenter dans le même temps. Ces fluctuations d'effectifs pourraient donc illustrer des flux d'individus entre colonies plutôt qu'une réelle diminution. Il a été montré par ailleurs que les Mouettes tridactyles ont tendance à abandonner les colonies anciennes au profit de nouvelles en raison de charges parasitaires (tiques) importantes dans les nids (Boulinier & Danchin 1996).

Grands Cormorans

Le nombre de couples reproducteurs semble avoir fortement augmenté depuis 1989 (Tableau 4). Cette augmentation survient en concomitance avec le déclin observé des autres colonies sur les îles principales (Etcheberry, comm. pers.), ce qui suggère là encore des flux d'individus entre les colonies.

Guillemots de Troil

Cette mission a permis de confirmer la reproduction, déjà soupçonnée auparavant, de cette espèce sur l'île. Le nombre de couples semble encore très modeste, mais plusieurs dizaines d'individus ont été observés en mer près de l'île ou posés sur les rochers au cours de cette mission, ce qui laisse présager d'un potentiel reproducteur plus important. Les tendances les plus récentes (années 70 à 80) mentionnent en secteur Atlantique nord-américain soit une stabilité soit une augmentation des effectifs selon les sites (Ainley et al. 2002). Dans le golfe du Saint-

Laurent, les mesures de protection ont permis un renforcement des effectifs au cours des années 90 (Ainley et al. 2002).

Conclusion générale

Cette mission confirme l'importance du site du Grand Colombier pour une vaste communauté d'oiseaux marins. Cette importance est même croissante pour certaines espèces comme le Macareux moine ou le Pingouin torda, qui voient leurs effectifs reproducteurs augmenter. En terme de biomasse calculée à partir des effectifs reproducteurs, les Océanites cul-blancs restent l'espèce prépondérante (367 787 couples : 32.7 tonnes de biomasse), loin devant les Macareux (9543 couples : 8.8 tonnes).

Aucune des espèces d'oiseaux marins présentes ne présente un statut de conservation défavorable selon les critères UICN les plus récents (2008), que ce soit au niveau mondial ou limité au continent nord-américain (toutes espèces : critères UICN : « Least Concern »). Cependant, à l'échelle nationale, certaines espèces présentent un intérêt patrimonial notable. Il en est ainsi du Macareux moine, classé CMAP1 (menacé à l'échelle mondiale) et SPEC2 (statut de conservation défavorable pour une espèce dont la majorité de la population mondiale se situe en Europe ; Siorat & Cadiou 1999), et pour qui le site du Grand Colombier constitue de fait la plus grande colonie française. Il en est de même pour le Pingouin torda (CMAP3 : vulnérabilité moyenne en France et en Europe – SPEC4 : statut européen non défavorable ; Cadiou & Siorat 1999) où la plus grande part des couples nicheurs français se concentrent sur le Grand Colombier. Le Grand Colombier constitue par ailleurs le seul site de nidification français pour l'Océanite cul-blanc et le Guillemot à miroir. Tout ceci renforce encore plus la valeur patrimoniale de ce site pour la France.

Au delà de la réactualisation des données de tailles des populations d'oiseaux marins se reproduisant sur le Grand Colombier, cette mission a permis de proposer des pistes méthodologiques permettant un suivi à moyen ou long terme de ces populations. Ces protocoles ont été définis de manière à réduire les biais inhérents à ce type de dénombrements. Cette démarche s'avère indispensable pour toute opération future, si l'on souhaite suivre les tendances temporelles de ces populations et également diffuser et valoriser ces données au travers de publications.

Remerciements

Cette mission a bénéficié d'un financement octroyé par la DAF de St Pierre & Miquelon. Nous tenons à remercier ici tout particulièrement Marjorie JOUGLET (ONCFS – Cellule Technique de St Pierre & Miquelon) et Philippe CASADEI (ONCFS – Service Départemental de St Pierre & Miquelon) pour leur appui technique sur le terrain tout au long de la mission. Nous remercions également le personnel de la DAF de St Pierre & Miquelon pour son accueil et son soutien logistique. Nous remercions également tout le personnel de la Délégation Inter-Régionale ONCFS Outremer pour leur appui logistique lors de l'élaboration de cette mission. Nous ne remercions pas les tentes Décathlon, en raison de leur extrême vulnérabilité au moindre souffle de vent sur le terrain....

Références

- Ainley, David G., David N. Nettleship, Harry R. Carter and Anne E. Storey.** 2002. Common Murre (*Uria aalge*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/666>
- Boulinier, T. & Danchin, E.** 1996. Population trends in Kittiwake *Rissa tridactyla* colonies in relation to tick infestation. *Ibis* 138: 326 – 334.
- Cadiou, B & Siorat, F.** 1999. Pingouin torda, *Alca torda*. In Rocamora, G. & Yeatman-Berthelot, D. *Oiseaux menaces et à surveiller en France. Listes rouges et recherches de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation.* S.O.F. / L.P.O.
- Desbrosses, A. and R. Etcheberry.** 1989. Statut des oiseaux marins nicheurs de Saint-Pierre-et-Miquelon. *Alauda* 57:295-307.
- Harris, M.P. & Murray, S.** 1981. Monitoring of Puffin numbers at Scottish colonies. *Bird Study* 28 : 15-20.
- Hines, J. E.** 2000. Program "DOBSERV" : User Instructions
- Hipfner, J. Mark and Gilles Chapdelaine.** 2002. Razorbill (*Alca torda*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/635>
- Lowther, Peter E., A. W. Diamond, Stephen W. Kress, Gregory J. Robertson and Keith Russell.** 2002. Atlantic Puffin (*Fratercula arctica*), *The Birds of North America Online* (A. Poole, Ed.). Ithaca: Cornell Lab of Ornithology; Retrieved from the Birds of North America Online: <http://bna.birds.cornell.edu/bna/species/709>
- Nichols, J.D., Hines, J.E., Sauer, J.R., Fallon, F.W., Fallon, J.E. & Heglund, P.J.** 2000. A double-observer approach for estimating detection probability and abundance from point counts. *Auk* 117: 393-408.
- Robertson, G. J., and R. D. Elliot.** 2002. Changes in seabird populations breeding on Small Island, Wadham Islands, Newfoundland. Canadian Wildlife Service Technical Report Series No. 381. Atlantic Region.
- Robertson, G. J., J. Russell and D. Fifield.** 2002. Breeding population estimates for three Leach's Storm-petrel colonies in southeastern Newfoundland, 2001. Canadian Wildlife Service Technical Report Series No. 380. Atlantic Region.
- Siorat, F. & Cadiou, B .** 1999. Macareux moine, *Fratercula arctica*. In Rocamora, G. & Yeatman-Berthelot, D. *Oiseaux menaces et à surveiller en France. Listes rouges et recherches de priorités. Populations. Tendances. Menaces. Conservation.* S.O.F. / L.P.O.