

Programme GICC Gestion et Impacts du Changement Climatique
Séminaire scientifique de restitution
11-12 mai 2006, PARIS

Impact de la variabilité climatique sur les ressources pélagiques et la distribution des prédateurs marins de l'Océan Austral (Terres Australes et antarctiques Françaises)

Auteurs de la communication

C.A. Bost¹, J.B. Charrassin², C. Cotté¹, F. Bailleul¹, L. Dubroca³, & C. Guinet¹

Nom de la personne présentant la communication

C.A. Bost

Affiliation des auteurs

1 : Centre d'Etudes Biologiques de Chizé, CNRS , 7960 Villiers en Bois

**2 : USM 402 - Equipe "Physique de l'Océan Austral", Département Milieux et Peuplements Aquatiques
Muséum National d'Histoire Naturelle, 43 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05**

3 : Stazione Zoologica Anton Dohrn, Villa Comunale, 80121 Naples, Italie

Texte de la communication :

L'océan austral recèle des stocks considérables de ressources pélagiques encore peu exploités (poissons pélagiques, crustacés). En termes de biomasses et de diversité spécifique, l'importance de ces ressources est remarquable dans les eaux entourant les Terres Australes et antarctiques Françaises (DOM-TOM). Elles assurent une partie importante du transfert d'énergie de la production secondaire vers les niveaux supérieurs des chaînes trophiques et constituent la base de la nourriture pour de très importantes populations de prédateurs (oiseaux, pinnipèdes). Si les conséquences de l'ENSO sur les ressources marines tropicales sont bien documentées, son impact sur les ressources et les chaînes alimentaires de l'océan austral est beaucoup moins connu. A long terme, l'impact de la variabilité climatique reste une inconnue. Ces difficultés sont en partie liées à l'immensité des zones océaniques concernées et les difficultés logistiques dans l'échantillonnage in situ.

L'objectif de ce projet pluridisciplinaire a été d'évaluer l'impact des changements climatiques à court et à long terme sur l'abondance, la distribution de ressources pélagiques de l'océan Austral, par l'intermédiaire d'une approche originale, basée sur l'utilisation des principaux prédateurs (oiseaux marins, pinnipèdes, cétacés) comme auxiliaires océanographiques. Ces prédateurs intègrent spatio-temporellement l'ensemble des modifications intervenant dans les composantes physiques et trophiques de l'océan à plusieurs niveaux trophiques et sont très sensibles aux variations environnementales. Le principal site d'étude a été la partie indienne de l'océan Austral, notamment les Terres Australes et Antarctiques Françaises (T.A.A.F., DOM-TOM).

Trois axes de recherche ont été développés :

- I) Une analyse rétrospective des séries temporelles de distribution spatiale des prédateurs marins i) à moyen terme (15 ans) issues du suivi télémétrique de leurs déplacements pélagiques et ii) à long terme (données distributions de cétacés de la commission baleinière).
- II) Une simulation de l'abondance et de la distribution spatio-temporelle des ressources marines (du niveau trophique secondaire).
- III) Une confrontation des séries de données prédateurs bio-indicateurs et des séries climatiques et océanographiques afin de déterminer dans quelle mesure les variations des paramètres bio-indicateurs peuvent être mises en relation avec les anomalies à moyen terme du système océan-atmosphère.

Un quatrième axe est encore en développement. Il concerne une approche prédictive de l'effet du changement climatique, basé sur un modèle intégré évoluant sous différents niveaux de forçages du système océan-climat.

Les informations bio-indicatrices des prédateurs ont été obtenues grâce à l'étude détaillée de leurs trajets alimentaires en haute mer, à partir de l'utilisation d'émetteurs miniaturisés et de capteurs. Les analyses de ces suivis (saisonniers et interannuels), ont permis d'évaluer la répartition spatiale des ressources en poissons pélagiques (myctophidés), à différents niveaux d'échelle et d'estimer l'abondance relative de ces poissons, via la mesure de l'effort de pêche des prédateurs étudiés (données de type "Catch Per Unit Effort"). Les analyses relatives à la production primaire sont issues des données hebdomadaires SeaWifs et ont été extraites sur l'austral global. La distribution des proies des poissons considérés a été établie au moyen des modèles développés par le laboratoire du LODyC ("modèle transfert trophique "forage"). Des index de production secondaire ont été développés en modélisant la transformation et le transport de la production secondaire par les champs de courants superficiels. Ces index de production secondaire sont paramétrés selon les caractéristiques des premiers stades de développement du krill antarctique *Euphausia superba*.

La variabilité climatique dans les zones océaniques concernées a été analysée à partir des données de télédétection spatiale et des stations hydrologiques de références. La circulation superficielle (intégrée jusqu'à la profondeur de la couche euphotique), a été calculée à partir des mesures de hauteur de la mer pour la composante géostrophique (données Topex-Poseidon) et à partir des mesures de vent pour la composante d'Ekman (données ERS et Quikscat). Localement le calcul d'un coefficient de corrélation a permis de mesurer l'association entre index de production secondaire et paramètres observés. Pour déterminer l'échelle spatiale de ces associations, les covariogrammes entre l'index de production secondaire et chacune des distributions observées ont été calculés. Les échelles spatiales caractéristiques des éventuelles associations ont été déterminées à partir de la portée du (ou des) variogramme(s) théorique(s).

Par rapport à l'axe 2, les principaux résultats montrent que malgré les processus de transports, production primaire et secondaire restent liées localement. Au-delà de 7000 km les processus ne sont plus liés. En dessous de cette valeur, 2 échelles spatiales structurent la covariance des 2 processus, à 1400 km et 4500 km.

Le zoom sur le site atelier de Kerguelen (échelle régionale) met en évidence une distribution relativement différente entre la concentration en chlorophylle *a* et l'index de production secondaire, suivant la circulation ouest-est

dominant le secteur. L'index de production secondaire et la concentration en chlorophylle *a* restent corrélés positivement sur cette fenêtre. Le calcul du covariogramme met en évidence l'existence de deux échelles spatiales structurant les processus: 400 et 2400 km. Si la plus grande échelle relève des 2 secteurs productifs centrés à l'est et à l'ouest de Kerguelen, la première portée caractérise le rayon de décorrélation entre production primaire représentée ici par la concentration en chlorophylle *a* et l'index de production secondaire.

Par rapport à l'axe 3, les aspects méthodologiques ont concerné l'étude des relations entre la distribution en mer des prédateurs marins suivis par télémétrie et les conditions océanographiques, notamment les méthodes d'identification des échelles d'études pertinentes et de la géométrie spatiale (ou la forme) de ces relations.

Nous avons ensuite vérifié si les zones de production secondaire modélisées correspondaient aux zones de pêche des prédateurs marins supérieurs. Les sorties du modèle « forage » ont été confrontées à (1) la distribution de la chlorophylle *a* de surface, (2) la climatologie de la distribution des prises de 3 espèces de baleines (données IWC), (3) la distribution de l'otarie à fourrure antarctique et la distribution du manchot royal. Les travaux effectués ont permis de montrer que, malgré une forte variabilité inter-annuelle, la distribution dans le temps et dans l'espace des ressources marines accessibles aux prédateurs est relativement prévisible à grande échelle (centaine de km).

Les données bio-indicatrices des prédateurs montrent une grande cohérence avec les données des pêches scientifiques disponibles notamment au niveau des zones frontales.

-A grande échelle (océan austral, données cétacés), il n'existe pas de relation forte entre l'index de production secondaire (« forage ») et la distribution de grands cétacés (comme l'indique les coefficients de corrélation et la variographie.

A l'échelle régionale (Kerguelen, données otaries à fourrure), même si la relation n'est pas significative numériquement, les fortes concentrations en macro-zooplancton (données « forage ») se surperposent avec les zones préférentielles de pêche aux poissons pélagiques des prédateurs, à l'inverse des zones où la concentration en chlorophylle *a* est élevée.

Par rapport à l'axe 1 : A l'échelle du site de Crozet-Kerguelen, a été étudiée en détail l'évolution des relations entre hydrologie régionale et ressources lors de variabilité climatique à moyen terme. Les analyses des séries temporelles de distribution en mer des prédateurs (manchots, otaries) indiquent clairement un fort impact de la variabilité climatique (anomalies des températures de surface) sur les stocks de poissons pélagiques.

A long terme (>40 ans) et à très grande échelle spatiale (zone antarctique), l'analyse des données de la commission baleinière indique que les changements environnementaux en termes de couverture des glaces ont eu un impact majeur sur l'écosystème antarctique, particulièrement en mer de Weddell (qui contribue à la moitié de la production primaire associée à la glace de mer en Antarctique, et qui abrite également la majorité de la population de krill). Le retrait important de la glace mis en évidence a eu des conséquences très marquées sur la distribution des grands cétacés consommateurs de krill.

Sur le plan de la conservation, les analyses réalisées ont permis aussi d'identifier des habitats critiques pour la conservation des populations de prédateurs clés de ces écosystèmes marins (oiseaux, phoques, baleines).

Dans les perspectives de l'étude, il est à prévu le développement d'un modèle prédictif évoluant sous différents niveaux de forçages du système océan austral - climat et concernant la zone d'étude des T.A.A.F.
