Changement global et biodiversité: Biogéographie, structuration spatiale et temporelle

Bruno David, Jean-Pierre Féral, Philippe Koubbi

▶ **To cite this version:**

Bruno David, Jean-Pierre Féral, Philippe Koubbi. Changement global et biodiversité: Biogéographie, structuration spatiale et temporelle. Prospective Recherches Polaires, CNRS-INEE, 2012, pp.13-23. 10.5281/zenodo.12784418 . hal-04654497

HAL Id: hal-04654497
https://hal.science/hal-04654497

Submitted on 19 Jul 2024

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.

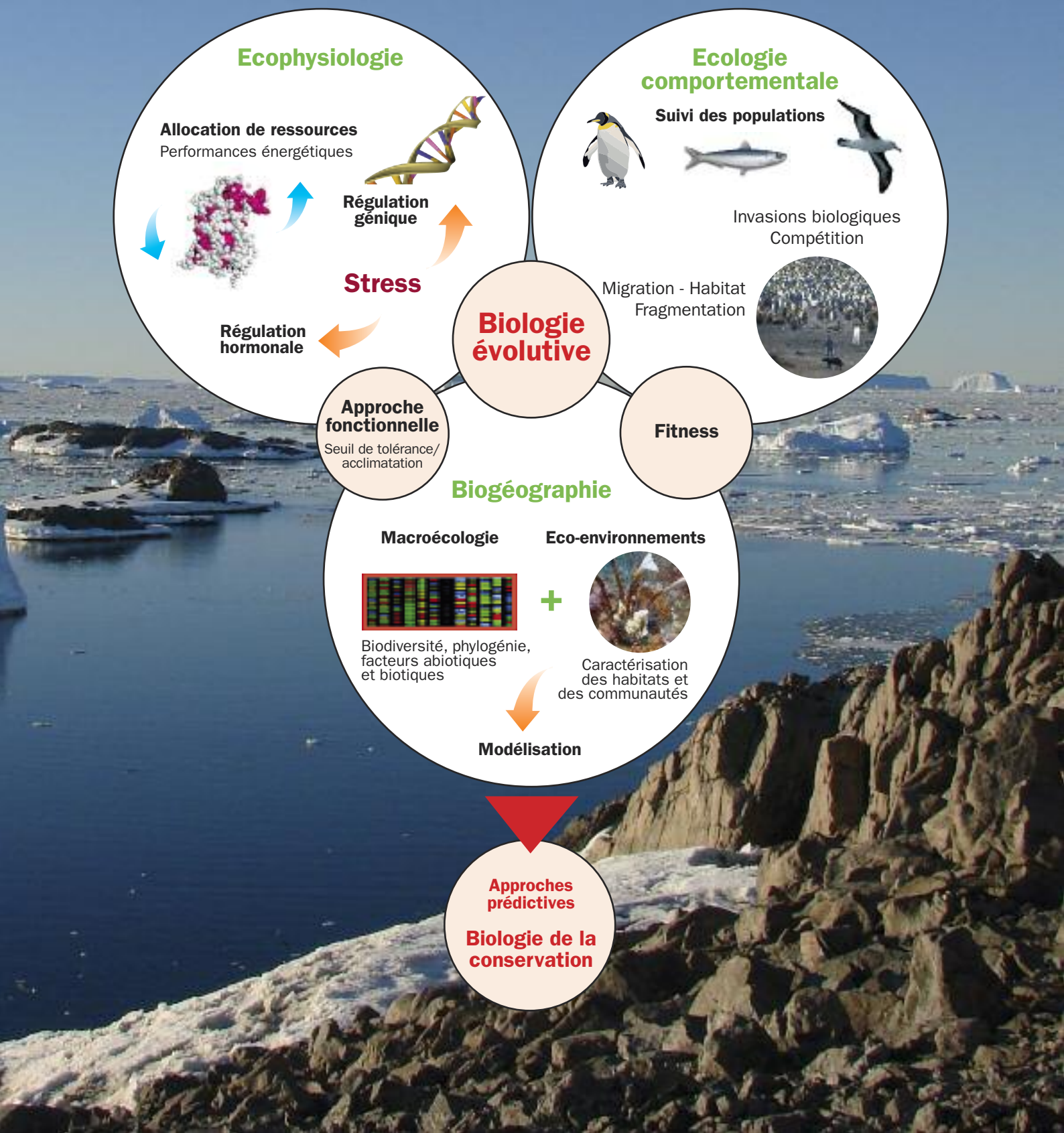
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Changement & global

Biodiversité polaire

Avec les contributions de :
Nadia Ameziane, BOREA, CNRS-MNHN, Paris – **Frédéric Angelier**, CEBC, CNRS, Villiers en Bois – **Thierry Boulinier**, CEFE, CNRS-Universités de Montpellier – **Olivier Chastel**, CEBC, CNRS, Villiers en Bois – **Bruno David**, Biogéosciences, CNRS-Universités de Bourgogne, Dijon – **Jean Pierre Féral**, IMBE, CNRS-Université Aix-Marseille – **Yves Frenot**, IPEV, Brest – **Pierre Galand**, LECOB, Université Pierre et Marie Curie, Banyuls sur mer – **Maurice Hullé**, IGEPP, INRA, Rennes – **Philippe Koubbi**, LOV, CNRS-Université Pierre et Marie Curie – **Marc Lebouvier**, ECOBIO, CNRS-Universités Rennes 1 – **Guillaume Lecointre**, Systématique, adaptation, évolution, CNRS-MNHN, Paris – **Karen McKoy**, GEMI, IRD-CNRS, Montpellier – **Yvon Le Maho**, IPHC, CNRS- Université de Strasbourg 1 – **Mireille Raccurt**, LEHNA, CNRS-Université Claude Bernard Lyon 1 – **Jean Yves Toullec**, Adaptation et diversité en milieu marin, CNRS-Université Pierre et Marie Curie, Station biologique de Roscoff.

Identification des champs scientifiques et interactions des différentes approches permettant d'appréhender l'impact du changement global sur les Biodiversités.



I BIOGEOGRAPHIE - STRUCTURATION SPATIALE ET TEMPORELLE

Coordinateurs : Buno David, Philippe Koubbi et Jean Pierre Féral

Les projets de recherche actuels qui prennent en compte les facteurs biogéographiques et historiques s'appuient sur l'organisation géographique des pôles pour étudier la structuration spatiale et génétique de la faune et de la flore à différentes échelles, du local au global, continent, îles et océans. Quelques rappels géographiques nous ont paru nécessaires avant d'exposer séparément les avancées des recherches actuelles et les perspectives envisagées, tant au Nord qu'au Sud, en biologie marine, biologie terrestre et à l'interface terre/mer.

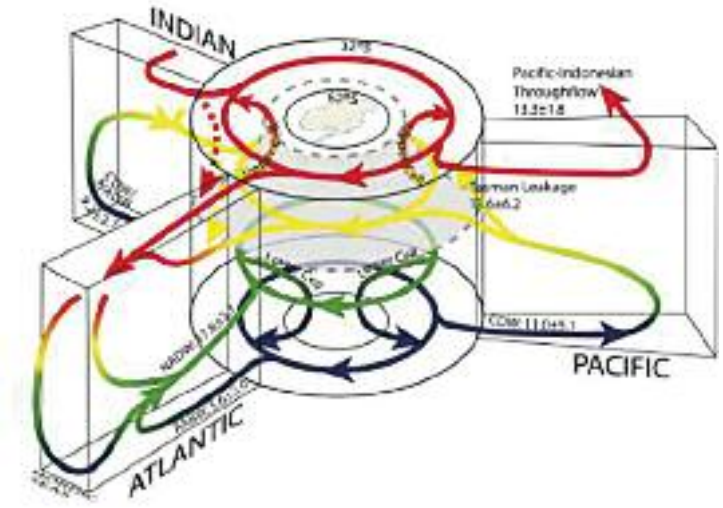
I.1 Organisation géographique du Continent Antarctique, des Iles Subantarctiques et de l'Océan Austral

Le continent Antarctique, localisé au pôle sud depuis la fin du Crétacé est isolé des autres continents depuis la fin de l'Oligocène par l'océan Austral, avec ses principales barrières naturelles que constituent le courant circumpolaire et les différents fronts. Le courant marin circumpolaire antarctique a en outre favorisé le refroidissement du continent et l'accumulation des glaces.
Du fait du contact de l'Océan Austral avec les trois principaux océans de la planète (Pacifique, Indien, Atlantique), l'hydrodynamisme de l'océan Austral représente l'un des moteurs essentiel de la circulation thermohaline. Il en résulte une organisation des différentes masses d'eau autour de l'Antarctique selon une structuration latitudinale très marquée, avec des transitions abruptes en termes de caractéristiques physico chimiques, limitant le brassage des eaux. On trouve principalement, de l'Antarctique vers l'Equateur, une répartition hétérogène des masses d'eau :

- **la PFZ (Polar Front zone)**, au nord de l'océan Austral avec la succession du Front Polaire Antarctique (FPA), du Front SubAntarctique (FSA) et du Front SubTropical (FST) ;
- **la POOZ (Permanently Open Ocean zone)** se trouve entre la limite Nord du FPA et la limite d'extension maximale de la banquise au Sud ;
- **la SIZ (Seasonal Ice zone)** s'étend du continent à la zone marginale de la glace de mer en hiver.

Les zones climatiques et océaniques influencent les conditions environnementales des écosystèmes océaniques et terrestres répartis autour de l'Antarctique. Communément, on distingue 3 grandes écozones :

• **le milieu antarctique**, comprenant les zones continentales et océaniques (jusqu'au front polaire) ;
• **le milieu subantarctique**, entre le front polaire et la convergence subtropicale ;
• **le milieu antarctique maritime**, couvrant la Péninsule Antarctique et les îles Shetlands, Okney, Sandwich et Bouvet ; les chercheurs français sont très peu investis dans cette région où la France ne dispose d'aucune infrastructure.



Front Circumpolaire et circulation thermohaline. (Rapport du SCAR 2010)

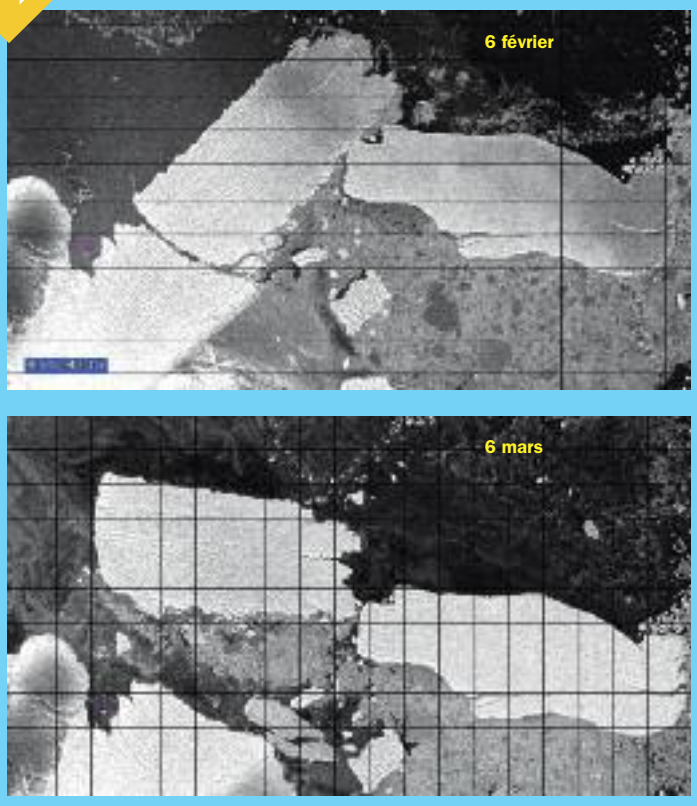
Le continent Antarctique est un désert glacé. Des relevés météorologiques de la station russe de Vostok font état d'un record de -89,3 °C le 21 juillet 1983. En moyenne, la température à l'intérieur du continent fluctue entre -60°C l'hiver et -30°C l'été. Sur les côtes, les températures sont plus élevées avec des moyennes de 0°C l'été et -30°C en hiver. Ces températures « extrêmes » sont associées à des précipitations rares ainsi qu'à des vents violents (200km/h) faisant de ce continent l'un des plus arides du globe.
A l'inverse, les îles de la zone subantarctique bénéficient de températures plus clémentes (entre -5 et +15°C avec une moyenne annuelle de 5°C) associées à des vents importants (100km/h) et fréquents, ainsi qu'un taux d'humidité élevé (85%) dû aux précipitations quotidiennes (300 jours par an) et conséquentes (2500 mm par an).

I.1.1
Conséquences pour la biodiversité marine
Principales avancées et perspectives des recherches

L'étude à macroéchelle de la biodiversité marine a été réalisée de deux manières : soit par l'intégration de connaissances d'experts selon l'initiative de régionalisation pélagique de Longhurst (1998) principalement basée sur le phytoplancton soit par l'utilisation de résultats liés à la biogéographie des espèces.

- L'initiative internationale de création d'un atlas biogéographique du milieu marin antarctique s'appuyant sur le programme Census of Antarctic Marine Life, comme le projet Scar-Mar-Bin permettra d'intégrer de nouvelles données sur la distribution géographique des espèces et de les coupler à une meilleure connaissance de l'environnement abiotique les influençant. Ces analyses à macroéchelle, couplées à des approches phylogénétiques et écophysiologiques nous renseignent sur les patrons de structuration de la biodiversité et sur son histoire, permettant d'établir des scénarios à la dimension de l'océan Austral.
- **Il est également nécessaire de travailler à mésoéchelle.** Une écorégionalisation couplant la régionalisation abiotique et la biogéographie permet de mieux comprendre les potentiels en biodiversité des écorégions, mais aussi de mieux évaluer les conséquences des changements environnementaux sur cette biodiversité. A mésoéchelle et submésoéchelle, il est essentiel d'étudier les zones de transition et leur stabilité. Ce sont les zones frontales, non seulement les grands fronts océaniques connus pour l'océan Austral mais aussi les fronts plus modestes comme les fronts de talus. Il en est de même au niveau du pourtour des îles océaniques favorisant la rétention des espèces et leur endémisme. D'autres secteurs étudiés dont l'importance est majeure pour les territoires français sont les zones de dépressions bathymétriques (fjords, canyons côtiers profonds ou systèmes de canyons de la marge continentale). Ces zones de transitions, point de confrontation de diverses communautés, habitats essentiels (zones de frayères, de nurseries) pour de nombreuses espèces de poissons, sont souvent identifiées en tant qu'écosystèmes marins vulnérables.

Exemple concret 1 :



La récente fracture du glacier Mertz fournit un modèle d'étude. En 2010, toute une partie du glacier, 80 km de longueur et 40 km de largeur, s'est détachée, modifiant largement la circulation des masses d'eau dans une zone au large de la Terre Adélie. Il sera particulièrement intéressant d'en suivre l'impact sur les populations zooplanctoniques, ichtyologiques et les prédateurs supérieurs. Un suivi au long terme est indispensable pour identifier clairement les conséquences dues à ces modifications de l'environnement par rapport aux variations interannuelles déjà constatées, liées aux fluctuations météorologiques et courantologiques.

Un iceberg géant de 80 km de longueur et 40 km de largeur s'est détaché du glacier Mertz en février 2010. Séquence d'images radar du satellite ENVISAT montrant le mouvement de l'iceberg du 6 février au 6 mars 2010. La grille superposée a un pas de 10 KM. (B. Legrezy)

Les divers facteurs historiques et environnementaux qui ont structuré les écosystèmes marins sont susceptibles d'être profondément modifiés dans le contexte du changement global. Il sera donc important de considérer :

• **L'histoire géomorphologique de ces secteurs est liée à leur l'histoire géologique puisque les glaciers ont façonné ces milieux.** Pendant les dernières glaciations, il existait peu de refuges pour les espèces du plateau continental de l'Est Antarctique. La colonisation de ce plateau a eu lieu après sa fragmentation en une série de dépressions bathymétriques et de bancs. On peut s'interroger sur le devenir des espèces à croissance lente qui peuplent actuellement le plateau continental, de plus en plus soumises au chalutage de fond par les icebergs et à la rupture des ice-shelfs libérant des zones marines autrefois couvertes par une glace épaisse.

• **Les courants circum-antarctiques** qui influencent la dispersion des larves, la distribution et l'endémicité des faunes. A macroéchelle, le rôle de barrière biogéographique "étanche" joué par le front polaire pourrait s'estomper, permettant la venue d'espèces invasives, notamment en provenance de l'Amérique du Sud, de Nouvelle-Zélande ou d'Australie méridionale. A mésoéchelle et submésoéchelle, le réchauffement climatique peut produire des perturbations dans la circulation des courants de surface, modifiant totalement la structuration et la répartition des faunes. L'utilisation du Continuous Plankton Recorder en zone subantarctique permettra d'étudier les espèces planctoniques, indicateur performant qui, associé aux données de distribution en mer des prédateurs supérieurs renseignera l'évolution de l'écosystème marin. La surveillance du mesoplancton sera aussi importante ; le «passage» de cette barrière de près de 20 000 ans par des espèces dont la phase larvaire est «océanique» pourra être le signal d'une recolonisation, en particulier des eaux côtières de l'Antarctique, par des espèces dispersantes, changeant ainsi profondément les conditions actuelles.

• **L'extension de la banquise** qui offre un écosystème original, peu exploré, car la recherche n'en a qu'une vision estivale. Pourtant, si certains copépodes montrent une plasticité de leur cycle de vie en fonction du calendrier de la banquise, de nombreuses espèces comme le krill semblent complètement dépendantes de la glace de mer.

• **La circulation océanique** qui influence la diversité microbienne, elle-même impliquée dans les cycles biogéochimiques. Les possibles changements de la circulation océanique dus au réchauffement et à la fonte des glaces peuvent avoir un impact sur les cycles biogéochimiques. Comme les modèles prévoient une augmentation des apports détritiques et c'est déjà le cas à Kerguelen, les micro-organismes constituant la base de la dégradation, il serait important de comprendre comment ces apports pulsés vont influencer l'écosystème marin et plus particulièrement les grands fonds qui restent peu explorés.

• **La réévaluation permanente de la biodiversité marine des zones antarctiques et subantarctiques** qui a été longtemps considérée à tort comme plus faible que celle des régions tempérées et tropicales. Elle est encore très mal connue et les études récentes montrent qu'elle pourrait être beaucoup plus importante qu'on ne le pensait. Elle est sans cesse réévaluée dans le but de mieux connaître pour mieux protéger. Cette exploration bénéficie aujourd'hui de nouvelles méthodes comme le "barcoding" à large spectre, et il est bon de souligner que le Museum National d'Histoire Naturelle est le premier acteur du "barcode" antarctique avec la campagne CEAMARC. Cet inventaire de la biodiversité passe par une expertise taxonomique devenue rare aujourd'hui, laquelle nécessite des collaborations internationales.

Le "barcode" est une séquence d'ADN spécifique qui, comparée à une base de données regroupant tous les " barcodes" permet d'identifier une espèce.

I.1.2
Conséquences pour la biodiversité à l'interface terre et mer
Principales avancées et perspectives des recherches

La structuration biogéographique peut être extrêmement instructive pour comparer des espèces apparemment identiques mais qui se sont adaptées au cours des siècles à des températures décalées de plusieurs degrés. Des analyses phylogéographiques ont par exemple montré que les masses d'eau de l'Océan Austral ont un rôle prépondérant sur la structure génétique des populations de gorfous sauteurs. Les datations moléculaires suggèrent que la divergence entre les gorfous subantarctiques et subtropicaux pourrait être liée à la transition du Pléistocène Moyen, un changement climatique majeur qui s'est accompagné d'un décalage vers le Sud des isothermes des masses d'eau de l'Océan Austral. Cette redistribution des températures pourrait avoir causé une spéciation vicariante en séparant écologiquement des populations de gorfous auparavant génétiquement indifférenciées[4].

• Ce type d'études qui entre dans une discipline émergente, la physiologie de la conservation, doit être développée, et généralisée à d'autres phylums, en particuliers d'organismes marins benthiques qui, sessiles ou peu mobiles, et majoritairement sans phase de dispersion larvaire au cours de leur cycle de vie, sont d'autant plus sensibles aux effets du changement global. Ces espèces constituent des modèles nécessaires pour prévoir les impacts potentiels d'un changement climatique (*i.e.* un changement de température des masses d'eau) sur les espèces exposées. La considération explicite du rôle potentiel de la dispersion entre zones d'habitat favorables à différentes échelles géographiques apparaît primordiale pour la compréhension des réponses des populations et communautés aux changements environnementaux. Si les mécanismes fins commencent à être bien compris, un effort particulier devra porter sur les processus en jeu à de larges échelles spatiales (dizaines, centaines, milliers de kilomètres), échelles auxquelles des changements environnementaux forts pourraient entrainer des glissements d'aires de distribution plus ou moins rapides. Dans un tel contexte, les outils de la génétique des populations seront utiles, de même que la miniaturisation des moyens technologiques qui permet le suivi du mouvement des individus.

I.1.3
Conséquences pour la Biodiversité terrestre
Principales avancées et perspectives des recherches

La présence de territoires français situés entre 37°5 de latitude sud (Ile Amsterdam) et le continent antarctique en passant par des îles subantarctiques (Crozet, Kerguelen), d'âge variant entre quelques dizaines de milliers d'années à 30 MA, constituent une situation privilégiée pour comprendre la mise en place des faunes et flores terrestres australes.

• La combinaison entre situation insulaire et isolement extrême induit un fort taux d'endémisme et une simplification des chaines trophiques. Cette relative pauvreté faunistique et floristique des îles est compensée par une représentation démographique importante des populations, ce qui en fait un terrain idéal pour effectuer une approche quantitative de la biodiversité et pour tester un certain nombre d'hypothèses actuelles quant aux mécanismes de son évolution. Dans cette optique, l'étude de certains groupes taxonomiques encore insuffisamment connus (mousses lichens…) semble particulièrement importante.

4 - de Dinechin M, Ottvall R, Quillfeldt P, Jouventin P. 2009 - Speciation chronology of rockhopper penguins inferred from molecular, geological and palaeoceanographic data, Journal of Biogeography, 36, 4 : 693-702.

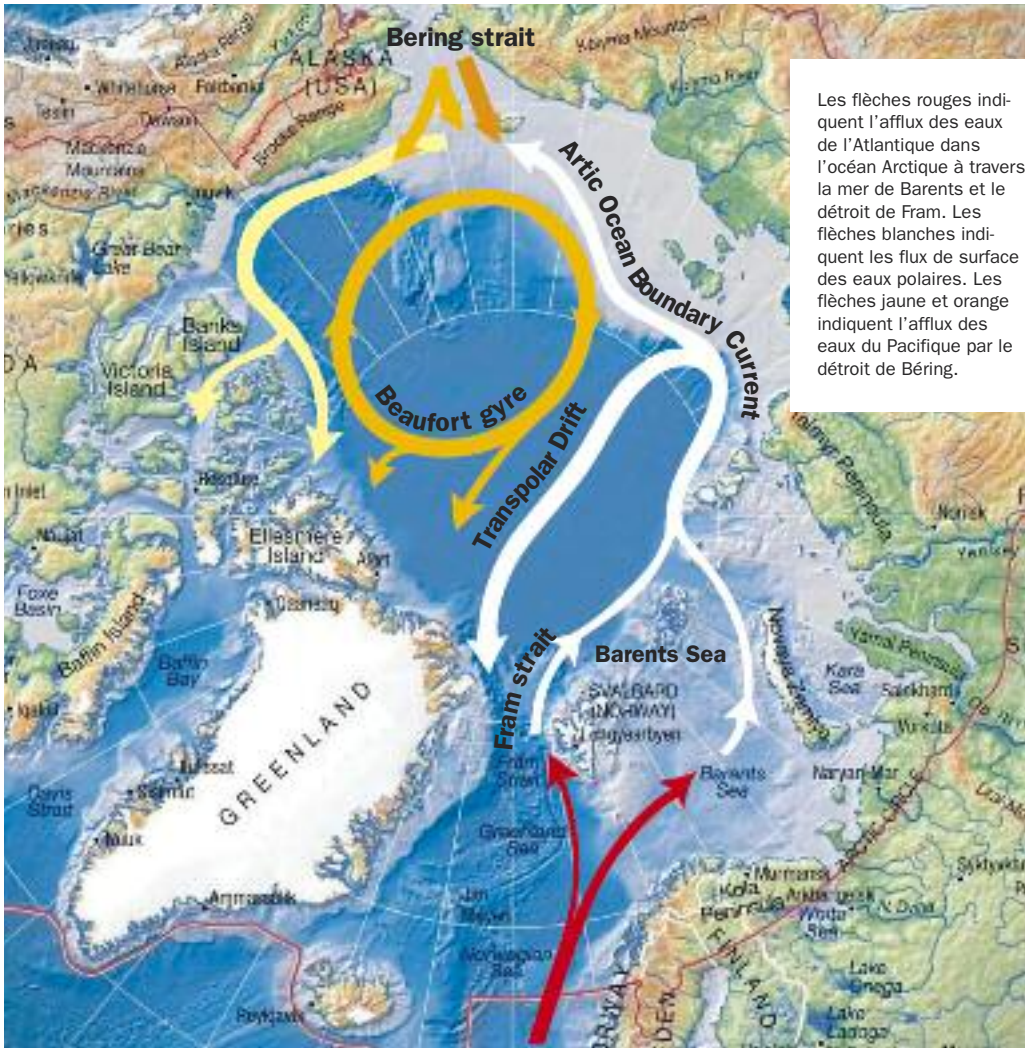
I.2 Organisation géographique des régions Arctiques

Le refroidissement de ces zones a été largement perturbé par le climat extrêmement variant des dernières glaciations, il en résulte que les écosystèmes polaires du nord tels que nous les connaissons aujourd'hui évoluent depuis seulement 15 000 ans. Les « barren grounds » les plus au nord du Canada étaient ainsi encore couverts de toundras il y a 2000 ans.

Le pôle Nord se situe au centre d'une zone océanique de 12 à 14 millions de km², presque entièrement entourée de terres. Sa partie centrale est occupée par une banquise permanente qui peut, l'hiver, déborder sur le Pacifique par le détroit de Béring et en Atlantique, le long des côtes du Groenland. La seule véritable ouverture se trouve entre le Groenland et la Norvège, large de 1500 km et marquée d'un sillon profond de 3000 m.

Cette organisation de l'espace structure les courants marins et la circulation atmosphérique, et explique l'importance que représentent les échanges thermiques entre le « Gulf Stream » d'un côté et le courant du Labrador de l'autre, dans les évolutions actuelles du climat. Même les scénarios les plus optimistes envisagent le risque d'une disparition progressive de la banquise arctique estivale et de l'inlandsis groenlandais.

Les écosystèmes de l'Arctique vont donc subir de profonds changements dans les années à venir. L'Année Polaire Internationale a mis l'accent sur l'importance et la variabilité des processus de remaniements à travers l'Arctique et a préconisé l'installation d'un réseau de mesure adapté aux grands gradients structurels de l'Arctique.



Les flèches rouges indiquent l'afflux des eaux de l'Atlantique dans l'océan Arctique à travers la mer de Barents et le détroit de Fram. Les flèches blanches indiquent les flux de surface des eaux polaires. Les flèches jaune et orange indiquent l'afflux des eaux du Pacifique par le détroit de Béring.

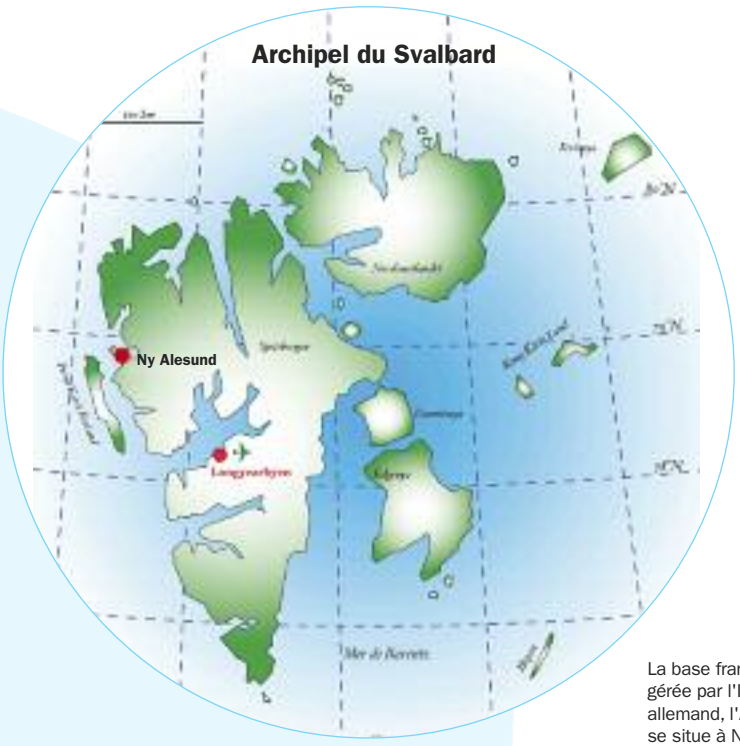
I.2.1
Conséquences pour les biodiversités
Principales avancées et perspectives des recherches

Par opposition à la situation australe, l'intérêt des recherches menées en Arctique est lié à l'absence d'isolement de la faune et de la flore de ces régions. Ces caractéristiques expliquent les écarts constatés en termes de diversité, spéciation, endémisme et adaptation des communautés arctiques par rapport aux communautés antarctiques. Cependant, des situations insulaires à fort endémisme existent en Arctique (Archipel du Svalbard par exemple) et autorisent les comparaisons Nord/Sud. La recherche française y dispose d'un accès à travers la base AWIPEV gérée conjointement par l'IPEV et son homologue allemand, l'Alfred Wegener Institut.

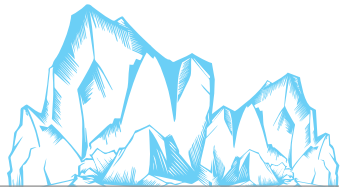
Les questions scientifiques qui se posent pour l'Arctique sont du plus haut intérêt, y compris en démarche comparative, alors que la recherche française y est traditionnellement moins implantée qu'elle ne l'est au Sud.

• Comme à l'extrême sud, le gradient de latitude peut être utilisé et le lien fonctionnel entre milieux polaires et subpolaires mériterait d'être mieux exploré. La colonisation et les relations phylogénétiques entre espèces continentales et insulaires sont encore très mal connues. Les espèces du haut Arctique ont par exemple leurs apparentés présents en subarctique, ces apparentés sont peut-être de bons candidats à une extension vers le nord et risquent donc de devenir des compétiteurs des espèces arctiques. D'une manière un peu simplifiée, aller voir au sud de l'aire de répartition d'une espèce pourrait donner des éléments prédictifs sur son devenir dans le contexte du réchauffement climatique annoncé.

• La situation insulaire des plateformes de recherches arctiques permet des études comparatives Nord/Sud, considérant que dans les 2 cas (Subantarctique et Spitzberg), certaines espèces se développent aux marges extrêmes de leur distribution grâce à des adaptations biologiques particulièrement restrictives. C'est le cas du puceron qui a perdu sa plasticité phénotypique dans le Nord et sa reproduction sexuée dans le Sud. Un autre exemple, la tique *Ixodes uriae*, parasite des populations d'oiseaux marins



La base franco-allemande AWIPEV gérée par l'IPEV et son homologue allemand, l'Alfred Wegener Institut se situe à Ny Alesund (Archipel du Svalbard).

des deux pôles, montre une spécialisation pour ses espèces hôtes au sein de communautés au nord et au sud (sous-structuration au sein de colonies multi-spécifiques d'oiseaux marins) ; la dynamique de sa distribution aux latitudes extrêmes mérite donc d'être mieux connue. Comprendre la capacité de colonisation de ces parasites et de leurs organismes pathogènes associés, en fonction des changements dans la dynamique migratoire de certaines populations d'oiseaux, s'avère d'une grande importance pour prédire le risque d'émergence pour l'homme de maladies (comme la maladie de Lyme) dans les régions polaires. Ces recherches réclament les interactions disciplinaires nécessaires à la compréhension des interactions hommes-milieux dans des contextes essentiels pour le devenir des systèmes écologiques, la santé des populations et l'évolution des sociétés *(cf. infra)*.

• Les études bipolaires montrent l'importance du système écologique et de la dimension spatiale sur la spécialisation, la spéciation des espèces et leur vulnérabilité face au réchauffement climatique.