

BIANZO II - Résultats

Biodiversité de trois groupes représentatifs du Zoobenthos Antarctique - Réponse au Changement

DURÉE DU PROJET
01/07/2007 - 30/06/2011

BUDGET
791.350 €

MOTS CLES

benthos - changement climatique - acidification de l'eau de mer - interactions trophiques - diversité cryptique - modèle d'adaptation d'habitat

CONTEXTE

Dans le contexte actuel de *global change*, de nouvelles connaissances des processus écologiques et du rôle de la biodiversité dans les écosystèmes de l'océan Austral revêtent une haute priorité à l'agenda de la recherche et sont inévitablement associées au développement durable à une échelle globale. Les changements environnementaux globaux influencent la distribution des espèces et par conséquent la structure des communautés et des écosystèmes. Seule une plus grande connaissance de la biodiversité et des processus importants pour le fonctionnement des écosystèmes de l'océan Austral nous permettra de trouver des réponses aux questions complexes d'évolution et écologiques et d'estimer les changements attendus dans la distribution et la composition du biote. Les régions polaires sont, plus que d'autres régions sur cette planète, en proie au changement climatique global. Le biote polaire est adapté spécifiquement à l'environnement extrême dans lequel il vit et se révèle vulnérable aux changements de l'environnement. Les espèces marines de l'Antarctique sont très sensibles aux changements de température, car leur physiologie est adaptée à une plage de température très étroite. Les changements dans la qualité et la quantité des aliments, associés à d'autres glissements dans les facteurs environnementaux, comme notamment le pH de l'eau de mer, auront selon toute probabilité un impact sur les densités, la biomasse et la composition des communautés, mais aussi sur les aspects fonctionnels du biote antarctique.

Étant donné le rôle clé joué par l'océan Austral dans le fonctionnement de l'ensemble des océans et l'impact croissant des changements environnementaux globaux, il est crucial de disposer d'une ligne de base d'informations sur la biodiversité en Antarctique. Cette base doit ensuite nous servir comme une norme pour estimer de manière fiable les changements futurs. Il est tout aussi important de comprendre quelle est la faculté de taxons à faire face aux changements environnementaux liés au changement climatique global (des changements tels que la température, le pH ou acidité ionique, la couverture par la glace, la qualité et la quantité de la nourriture).

Une telle connaissance est importante non seulement au niveau des individus, mais aussi des communautés. Dans le cadre de cette approche, il est indispensable d'évaluer comment la structure, mais aussi le fonctionnement du biote sont influencés par un changement de climat. Enfin, il est nécessaire de représenter la distribution d'espèces importantes au moyen de modèles spatiaux intégraux avancés et de les mettre en relation avec des facteurs environnementaux, afin de prévoir la manière dont les écosystèmes marins seront modifiés par le changement climatique.

Les aspects mentionnés ici sont traités dans le projet BIANZO II, orienté sur les organismes et communautés benthiques, en particulier les représentants de trois classes de grandeurs différentes du zoobenthos : les nématodes ou vers ronds (méiobenthos), les amphipodes ou crevettes (macrobenthos) et les échinides ou oursins (megabenthos). Ces trois groupes se caractérisent par une diversité élevée et la majorité des plus de 4 000 espèces benthiques décrites actuellement en Antarctique appartiennent à ces taxons (Clarke & Johnston, 2003).

Ces trois groupes benthiques d'organismes sont aussi pertinents d'un point de vue écologique ; ils représentent une grande partie de la biomasse benthique totale, ils jouent un rôle de premier plan dans les cycles biogéochimiques comme les cycles du carbone et de l'azote, et ils remplissent un rôle trophique important dans l'écosystème benthique. En outre, ils se caractérisent par différents modèles biogéographiques et de biodiversité, mécanismes de spéciation et stratégies reproductives et de distribution. Ces différences et la variabilité écologique intrinsèque entre ces taxons font qu'il est difficile d'évaluer dans quelle mesure les changements climatiques globaux influenceront le benthos antarctique. Les études écologiques et sur la biodiversité combinent rarement plusieurs groupes benthiques. Pourtant, la combinaison de différents groupes de grandeurs dans de telles études est précisément nécessaire pour comprendre l'écosystème benthique comme une unité complexe et interactive.



BIANZO II - Résultats

Biodiversité de trois groupes représentatifs du Zoobenthos Antarctique - Réponse au Changement

OBJECTIVES

Le changement climatique et l'interaction complexe d'effets associés influenceront la physiologie, la distribution, la phénologie et l'ontogénie d'un grand nombre d'organismes benthiques antarctiques. Les changements que cela occasionnera, des espèces jusqu'au niveau des communautés, sont cependant très peu connus ou compris. Des espèces individuelles peuvent se révéler vulnérables à des changements d'environnement, mais la réaction de la communauté et/ou de l'écosystème ne doit pas nécessairement être la même. C'est précisément pour cette raison que le projet BIANZO II a étudié la biodiversité et la réponse par rapport au changement climatique pour trois groupes benthiques représentatifs d'organismes, du niveau des espèces au niveau de la communauté, en passant par le niveau des populations.

Au cours de la première phase du projet (2007-2008), les objectifs suivants ont été menés à bien : 1) l'étude de modèles de biodiversité du zoobenthos antarctique et des processus causaux, en se concentrant sur les trois différents taxons benthiques (Phase 1 : NOWBIO) ; 2) l'étude d'aspects trophodynamiques de chaque taxon benthique, y compris leur capacité à résister aux changements de température et liés à la température (notamment la qualité et la quantité de la nourriture), ainsi que l'effet de l'acidification de l'eau de mer sur le benthos (Phase 2 : DYNABIO).

Dans la deuxième phase du projet (2009-2010), une révision des effets des changements climatiques sur le benthos antarctique a été réalisée. Ce manuscrit est encore en plein développement et est basé sur les résultats d'expériences propres, ceux du travail de terrain et des informations provenant de la littérature. Les informations recueillies dans les deux premières phases du projet ont également été utilisées pour constituer des modèles d'adaptation à l'habitat pour les différents taxons étudiés afin d'identifier ainsi les principales causes de schémas de distribution et de prévoir les changements liés au climat dans les communautés benthiques (Phase 3 : FOREBIO).

CONCLUSIONS

i) NOWBIO

(1) Biodiversité benthique dans de nouveaux habitats dépourvus de glace

Par suite de la désintégration à grande échelle des calottes glaciaires, de grandes parties des régions antarctiques de Larsen A et B (côté oriental de la péninsule Antarctique) ont récemment vu leur glace disparaître. Notre étude fut la première à étudier les communautés benthiques dans cette région, ainsi que l'influence de la désintégration des calottes glaciaires sur ces communautés. Les communautés de méiofaune qui étaient les plus éloignées du rebord des glaces originel n'étaient pas influencées, ou seulement dans une faible mesure, par les processus de colonisation récents, et sont donc probablement encore structurées par les conditions de l'environnement locales. Les communautés vivant plus loin de la côte et donc plus près de l'ancien rebord des glaces sont soumises à une colonisation de l'extérieur et sont par conséquent dans une phase intermédiaire ou tardive de colonisation. Les densités et la diversité dans cette zone sont comparables à celles de territoires au nord de l'Antarctique dans la mer de Weddell, et de territoires plus bas que Larsen situés plus près de la côte.

Les trois espèces d'oursins ayant été collectées dans les régions de Larsen A et B se révèlent être des espèces pionnières, typiques d'un environnement en mutation. Ces espèces sont caractérisées par un développement indirect et présentent une capacité de dispersion supérieure aux oursins qui incubent. Cette constatation correspond au fait qu'elles ont une distribution générale à travers la région antarctique. Ces espèces contrastent avec d'autres oursins antarctiques qui ont un développement direct et qui témoignent de soins à la couvée. Étant donné que les reproducteurs prennent soin des juvéniles, ils sont supposés avoir une distribution plus locale. Les trois espèces de Larsen ont également une alimentation plus générale ou moins spécifique, ce qui peut également être considéré comme une propriété typique d'espèces pionnières. Les communautés symbiotiques associées aux oursins de Larsen montraient une faible diversité et étaient comparables aux communautés associées à des pierres et rochers. Une telle découverte n'avait encore jamais été faite dans d'autres régions antarctiques. Ces résultats suggèrent que l'ectosymbiose sur des oursins cidaroides contribue de manière essentielle à la colonisation benthique de nouvelles régions dépourvues de glace.

L'étude benthique dans cette région a également mené à la découverte d'une source de méthane ou *cold seep* (à faible activité). Une hausse des densités avec des maxima dans les couches plus profondes du sédiment et une dominance élevée d'une espèce de nématodes sont des caractéristiques traditionnellement imputables à des *cold seeps* et suggèrent que la communauté benthique est dépendante d'une source alimentaire chimiosynthétique. Les résultats des analyses d'isotopes ¹³C stables contredisent toutefois cette hypothèse et indiquent plutôt un réseau alimentaire dépendant du phytoplancton de la zone euphotique à la surface de l'eau où il est produit. Ces résultats suggèrent une communauté se trouvant dans une phase transitoire entre une communauté chimiosynthétique et une communauté s'alimentant de phytodétritus, une sorte d'*ecotone* temporaire. La reproduction parthénogénétique caractéristique de l'espèce dominante est inhabituelle pour des espèces de nématodes marines et peut expliquer la réussite de la colonisation de cette espèce.

(2) Diversité cryptique

Il existe des signes que la diversité des espèces d'amphipodes antarctiques est sous-estimée à la fois pour les eaux peu profondes et les grandes profondeurs. Puisque dans BIANZOII, la région atlantique, essentiellement, a été étudiée (dans une certaine mesure la mer de Ross), nous pouvons supposer que la diversité totale est nettement supérieure et reste provisoirement non documentée. Des échantillons complémentaires d'autres régions antarctiques sont dès lors nécessaires ; ceux-ci permettront d'évaluer la diversité réelle et d'étudier si des espèces d'amphipodes présentent une distribution circumpolaire.



BIANZO II - Résultats

Biodiversité de trois groupes représentatifs du Zoobenthos Antarctique - Réponse au Changement

La découverte de la diversité cryptique est potentiellement lourde de conséquences pour les théories de l'évolution et les points de vue concernant les processus biogéographiques, et peut jouer un rôle d'importance dans le futur dans la politique de conservation. Le projet « Census of Antarctic Marine Life » a montré qu'il existait un besoin urgent d'études *barcode* d'organismes antarctiques. C'est certainement le cas si l'on tient compte du fait que des glissements d'habitat peuvent entraîner l'extinction d'espèces. L'identification d'amphipodes via *barcoding* a démontré qu'il s'agissait d'une technique efficace pour mener dans le futur des recherches taxonomiques. Cette technique est à la portée de non-spécialistes et réduit de manière drastique le temps et le budget nécessaires pour réaliser de telles recherches. Dans certains groupes d'amphipodes moins connus, on observe d'importantes divergences génétiques qui suggèrent l'existence d'espèces ou complexes d'espèces supplémentaires. Le *barcoding* peut offrir une solution supplémentaire en fournissant une indication 'provisoire' de la diversité des espèces.

(3) Distribution biogéographique.

Les ensembles de données extensifs qui ont été collectés pour les trois taxons ont servi de base pour l'analyse biogéographique. Celle-ci avait pour but de comparer les schémas de diffusion géographiques et bathymétriques des trois taxons et de comparer les schémas découverts avec la biogéographie d'autres taxons benthiques connus dans la littérature. Nous essayons de cette manière d'identifier des facteurs causaux potentiels pour les schémas identifiés. Cette analyse comparative détaillée n'est pas encore réalisée actuellement, mais donne déjà des résultats sur le plan des schémas de distribution géographiques et bathymétriques, de *hotspots* de diversité d'espèces et d'endémisme, de centres de radiation, de circumpolarité, d'eury bathie et de facteurs causaux potentiels pour les schémas observés.

ii) DYNABIO

(1) Trophodynamique

L'identification de préférences alimentaires dans le benthos antarctique est cruciale étant donné que le changement climatique peut modifier l'équilibre naturel et la fonctionnalité d'écosystèmes polaires. Les hausses de température dans l'atmosphère et l'eau sont à la base de glissements dans les spectres dimensionnels du phytoplancton.

Ces changements peuvent à leur tour influencer les composants biologiques qui dépendent du phytoplancton. Les hausses de température peuvent également avoir un effet sur l'activité microbienne, avec des conséquences potentielles pour le réseau alimentaire.

Les résultats de nos études indiquent que la méiofaune dans les eaux peu profondes montre une préférence pour le phytoplancton plutôt que pour le microbiote, contrairement à la méiofaune des grandes profondeurs qui se nourrit de préférence de biomasse microbienne. Cela peut s'expliquer si l'on suppose qu'en général, la source la plus riche en aliments est appréciée par la méiofaune, étant donné que le phytoplancton, en descendant vers les grandes profondeurs, se décompose et est de moindre valeur qualitative que le phytoplancton frais dans les eaux peu profondes.

Nous avons démontré que la flexibilité trophique chez les oursins peut différer d'une espèce à l'autre. Les espèces euechinoides sont ainsi plus flexibles que les espèces cidaroïdes quand les sources alimentaires changent.

Tous ces résultats montrent que les capacités du benthos à supporter les changements de l'offre en aliments méritent des études supplémentaires en Antarctique et Subantarctique, et cela du niveau des espèces à celui de l'écosystème.

(2) Acidification

Bien que les oursins soient supposés être très sensibles à l'acidification de l'eau de mer, des expériences ont démontré que les adultes de certaines espèces sont très résistants. Nos résultats suggèrent un acclimatement de populations naturelles consécutif d'une baisse du pH. Il n'est pas encore possible de prévoir la manière dont la faune des échinides réagira à une acidification à grande échelle et quel effet cela aura sur des écosystèmes complexes. Cela est dû au manque de données et à la nature d'interactions complexes entre espèces dans une communauté changeante. Dans ce contexte, il est recommandé d'étudier la réponse des communautés le long de gradients dans des environnements contrastés.



BIANZO II - Résultats

Biodiversité de trois groupes représentatifs du Zoobenthos Antarctique - Réponse au Changement

iii) FOREBIO

Les distributions d'espèces dans l'océan Austral ont été analysées et les mécanismes qui les structurent modélisés. Les données primaires pour ces modèles ont été complétées en continu au cours de la phase NOWBIO (par ex. Pour les oursins, plus de 4 000 points de données géographiques ont été définis dans l'océan Austral et plus de 6 000 quand les régions limitrophes modérément froides sont ajoutées). Une telle base de données permet aujourd'hui de reconstituer des diffusions d'espèces pour l'ensemble de l'océan Austral et de tester l'impact de variables environnementales dans des scénarios futurs.

CONTRIBUTION A UNE POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Les réalisations du projet BIANZO II contribuent aux objectifs formulés par le programme SCAR-EBA et l'activité IPY « Census of Antarctic Marine Life ». Non seulement les résultats du projet BIANZO II ont été intégrés dans le rapport Antarctic Climate Change and Environment (ACCE), mais les résultats de nos recherches répondent à des questions cruciales pour des décisions en matière de politique durable.

Le consortium BIANZO a illustré la haute sensibilité potentielle de différents taxons antarctiques marins qui forment un composant important de l'écosystème benthique aux changements liés au climat dans le milieu marin comme les changements d'aliments disponibles, la désintégration des calottes glaciaires et les hausses de température, ainsi que l'acidification de l'eau de mer. En établissant des tableaux de sensibilité pour différents taxons et à différents niveaux d'organisation biologique, basés sur nos propres résultats et des données issues de la littérature, nous avons fourni une vue d'ensemble de l'état de nos connaissances (mais aussi des choses que nous ignorons encore) sur l'effet des changements climatiques sur l'écosystème benthique antarctique. Des techniques moléculaires ont démontré la diversité cryptique dans différents taxons benthiques antarctiques et illustrent combien nos connaissances de la biodiversité sont loin d'être complètes. Étant donné que les changements induits par le climat dans le réseau alimentaire auront comme conséquence une diminution de la diversité, nous devons constater que nous perdons de la biodiversité, dont nous ne connaissons jamais l'importance pour le fonctionnement de l'écosystème benthique antarctique. Dans une dernière phase, nous avons réalisé des modèles spatiaux nous permettant de vérifier l'impact potentiel de changements climatiques sur la distribution de taxons BIANZO sélectionnés.

COORDONNEES

Coordinateur

Ann Vanreusel

Universiteit Gent (UGent)
Marine Biology Section
Krijgslaan 281/Building S8
B-9000 Gent
Tel : +32 (0)9 264 85 21
Fax : +32 (0)9 264 85 98
ann.vanreusel@UGent.be
www.marinebiology.ugent.be

Promoteurs

Claude De Broyer & Patrick Martin

(Department of Invertebrates)
(Section of Freshwater Biology)
Royal Belgian Institute of Natural
Sciences (IRScNB/KBIN)
Rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles
Tel : +32 (0)2 627 41 27 (CDB) or +32(0)2
627 43 17 (PM)
Fax : +32 (0)2 627 42 77
claude.debroyer@naturalsciences.be
patrick.martin@naturalsciences.be

Chantal De Ridder

Université Libre de Bruxelles (ULB)
Marine Biology Laboratory, CP 160/15
Avenue F. Roosevelt 50, B-1050
Bruxelles
Tel : +32 (0)2 650 29 66
Fax : +32 (0)2 650 27 96
cridder@ulb.ac.be

Patrick Dauby (Phase 1)

Université de Liège (ULg)
Département des sciences et gestion de
l'environnement / Systématique et
diversité animale
BAT. B6 Systématique et diversité
animale
Allée de la Chimie 3, B-4000 Liège
Tel : +32 (0)4 366 33 22
Fax: +32 (0)4 366 33 25
pdauby@ulg.ac.be

Bruno David (Phase 1)

Université de Bourgogne
Biogéosciences
6, bd Gabriel, 21000 Dijon - France
Tel: + 33 3 80 39 63 71
Fax: + 33 3 80 39 63 87
<http://www.u-bourgogne.fr/BIOGEOS-CIENCE/P1T.html>
<http://www.u-bourgogne.fr/BIOGEOS-CIENCE/DavidCVHT.html>

