

## RÉSUMÉ

Le réchauffement climatique global affecte plus fortement et à un rythme accéléré les régions polaires. En Arctique, les changements des conditions physiques, tels que le réchauffement de la surface de la mer, la réduction du couvert de glace, et l'intensification de la stratification de la colonne d'eau ont des effets encore mal compris sur les producteurs primaires. Le moment, l'ampleur et la répartition spatiale des producteurs primaires peuvent être modifiés et avoir des conséquences sur les réseaux trophiques pélagiques et benthiques. Cependant, il est difficile de savoir comment les communautés benthiques répondront à ces changements dans la contribution relative des sources de nourriture (phytoplancton, algues de glace de mer, microphytobenthos, et macroalgues). Il est largement admis que le couplage pélogo-benthique sur les plateaux continentaux arctiques est actuellement fort mais devrait s'affaiblir avec la diminution du couvert de glace. En effet, il est attendu que ces systèmes basculent d'une dominance 'algues de glace – benthos' à une dominance de la chaîne pélagique 'phytoplancton – zooplancton'. Dans ce contexte, l'objectif principal de cette thèse est de déterminer et suivre les changements de production primaire dans des régions arctiques ainsi que leurs effets éventuels sur les communautés benthiques (couplage pélogo-benthique) par l'étude de deux espèces de bivalves filtreurs *Bathyarca glacialis* et *Astarte* spp. Le régime alimentaire des ces deux bivalves a été caractérisé dans des systèmes côtiers et profond de l'Arctique canadien (chapitre 1) et un fjord subarctique (chapitre 2). Finalement, la dynamique de croissance d'*Astarte* spp. de la polynie des eaux du Nord a été examinée afin de mieux comprendre la nature du couplage pélogo-benthique et les paramètres environnementaux le déterminant (chapitre 3).

Tout d'abord, le chapitre 1 a permis d'identifier les sources principales de carbone du bivalve *Bathyarca glacialis* et de décrire le couplage pélogo-benthique dans cinq régions de l'Arctique canadien caractérisées par des régimes de production primaire contrastés. L'examen des acides gras marqueurs trophiques indique que *B. glacialis* est un filtreur non sélectif, se nourrissant de microalgues, de zooplancton et de bactéries. Néanmoins des nuances dans le régime alimentaire entre les populations côtières et bathyales peuvent être apportées en raison de conditions environnementales locales différentes et de la variabilité saisonnière. Par ailleurs, la présence d'acides gras '*non-methylene interrupted*' dans les lipides de *B. glacialis* suggérerait une réponse physiologique du bivalve pour moduler sa fluidité membranaire face aux contraintes de l'environnement profond, notamment lorsque les acides gras essentiels sont moins disponibles dans son régime alimentaire.

Par une approche multi-marqueurs (isotopes stables, acides gras marqueurs trophiques, et analyse des isotopes stables sur des composés spécifiques), le chapitre 2 a permis de caractériser avec une plus grande précision les sources principales de carbone pour le bivalve *Astarte elliptica* dans un fjord subarctique (S.-O. Groenland). Les résultats ont montré qu'*A. elliptica* se nourrit sur la matière organique particulaire et contenue dans les sédiments, comprenant des microalgues et des débris de macroalgues. Nous avons donc pu établir que malgré le fait qu'elles soient très peu considérées comme des sources

de nourriture potentielles, les macroalgues brunes peuvent soutenir de manière significative le réseau trophique benthique arctique.

Finalement, le chapitre 3 présente l'utilisation d'un bivalve *Astarte moerchi* comme bio-archiver de la dynamique des ressources trophiques exportées vers le fond marin. À 600 m de profondeur dans le nord de la baie de Baffin, les coquilles d'*A. moerchi* révèlent de fortes anomalies de croissance positives depuis les années 2000, attribuables à un changement dans la disponibilité de la nourriture. D'une part, les acides gras marqueurs trophiques montrent que cette espèce se nourrit principalement sur des microalgues exportées à partir de la zone euphotique vers le fond marin. D'autre part l'analyse de l'élément baryum (ratio Ba/Ca) indique une intensification de l'export de diatomées depuis les années 2000. Les changements observés dans la nature et la force du couplage pélagobenthique peuvent être expliqués, soit par des modifications locales de la dynamique de la glace de mer qui influence la production phytoplanctonique, soit par un décalage entre la floraison du phytoplancton et le broutage par le zooplancton, permettant une exportation accrue de nourriture sur le fond marin.

Cette thèse a permis de mettre en avant le potentiel de bivalves arctiques comme bio-archives de la dynamique de la production primaire présente et passée. Elle a également montré la complexité des relations entre les paramètres environnementaux qui agissent sur la nature et la force du couplage pélagobenthique et leurs impacts sur le benthos. L'importance des macroalgues comme sources de carbone pour les bivalves de l'Arctique a été établie et souligne la nécessité de mieux prendre en considération l'ensemble des sources potentielles de nourriture disponible dans un site donné lors d'études trophiques. L'ensemble de ces résultats pourra aider à orienter de futures recherches afin de mieux comprendre les processus qui interfèrent sur le couplage pélagobenthique et la réponse des communautés benthiques des systèmes marins arctiques.

*Mots clés* : Arctique, couplage pélagobenthique, bivalve, acides gras marqueurs trophiques, isotopes stables, sclérochronologie, sclérochimie, bio-archiver

## ABSTRACT

Global warming strongly affects and at a faster pace polar regions. In the Arctic, effects of physical conditions changes on primary production, such as rise of the sea surface temperature, ice cover shrinkage and increased stratification of the water column, are still poorly understood. Timing, magnitude and spatial repartition of primary production could be modified and would have repercussions onto the pelagic and benthic trophic webs. Nonetheless, it is difficult to know how benthic communities will adjust to these changes in terms of relative contribution of food sources (phytoplankton, sea ice algae, microphytobenthos, and macroalgae). It is widely acknowledged that there is a strong pelagic-benthic coupling occurring on continental arctic shelves, which should weaken with diminishing ice cover. Indeed, a shift from an ‘ice algae – benthos’ domination to a ‘phytoplankton – zooplankton’ domination of the pelagic web is to be expected. In this context, the main objective of this thesis is to determine and follow changes in the primary production in arctic regions as well as their potential effects on benthic communities (pelagic-benthic coupling) through the study of two filter-feeding bivalves species *Bathyarca glacialis* and *Astarte* spp. Diets of these two bivalves species have been characterized in coastal and deep water systems of the Canadian Arctic (chapter 1) and in a subarctic fjord (chapter 2). Finally, growth dynamics of *Astarte* spp. from the Northern water polynya has been investigated for a better understanding of the pelagic-benthic coupling and the environmental parameters defining it (chapter 3).

First of all, the first chapter allowed identifying carbon primary sources of the bivalve *Bathyarca glacialis* and describing the pelagic-benthic coupling in five regions of the Canadian Arctic characterized by contrasted primary production regimes. Investigation of fatty acid trophic markers indicates that *B. glacialis* is a non-selective filter feeder, feeding on microalgae, zooplankton and bacteria. Nevertheless, nuances in the diet of coastal and bathyal populations can be adduced on account of differences in local environmental conditions and seasonal variability. Furthermore, the presence of non-methylene interrupted fatty acids in *B. glacialis* lipids suggests a physiological response from the bivalve in order to modulate its membrane fluidity when facing deep ecosystem constraints, especially when essential fatty acids are less available in its diet.

Through a multi-markers approach (stable isotope, fatty acids trophic markers and compound-specific stable isotope analysis), chapter 2 allowed to characterize with an increase precision principal carbon sources for the bivalve *Astarte elliptica* in a subarctic fjord (S.-W. Greenland). Results have shown that *A. elliptica* feeds on particulate organic matter as well as organic matter trapped into the sediments, including microalgae, and macroalgae detritus. We then were able to establish that even though macroalgae are less considered as potential food sources, brown macroalgae can significantly sustain the arctic benthic trophic web.

Finally chapter 3 presents the use of a bivalve *Astarte moerchi* as bio-archive of the dynamics of exported trophic resources towards the seafloor. At 600m depth in the northern Baffin Bay, *A. moerchi* shells reveal strong positive growth anomalies since 2000s attributable to a change in food availability. On one hand, fatty acids trophic markers show that this species feeds predominantly on microalgae exported from the euphotic zone towards the seafloor. On the other hand, the analysis of the barium compound (Ba/Ca ratio) indicates an increase of diatoms export since 2000s. Observed changes in the nature and strength of the pelagic-benthic coupling can be explained either by local modifications of the sea ice dynamic which influences the phytoplankton production, or by a mismatch between the phytoplankton bloom and the zooplankton grazing allowing an increased food export towards the sea floor.

This thesis allowed shedding light on the potential of arctic bivalves as bioarchive of the present and past primary production dynamics. It also showed the complexity of the interactions between environmental parameters acting on nature and the strength of the pelagic-benthic coupling and their impacts onto the benthos. The importance of macroalgae as carbon sources for Arctic bivalves was established and underlies the necessity to take into consideration the entirety of potential food sources available in a given study site for trophic studies. The overall results will help to direct future researches in order to better understand the underlying processes of the pelagic-benthic coupling and the response of benthic community of arctic marine systems.

*Key words:* Arctic, pelagic-benthic coupling, bivalve, fatty acids trophic markers, stable isotopes, sclerochronology, sclerochemistry, bioarchive