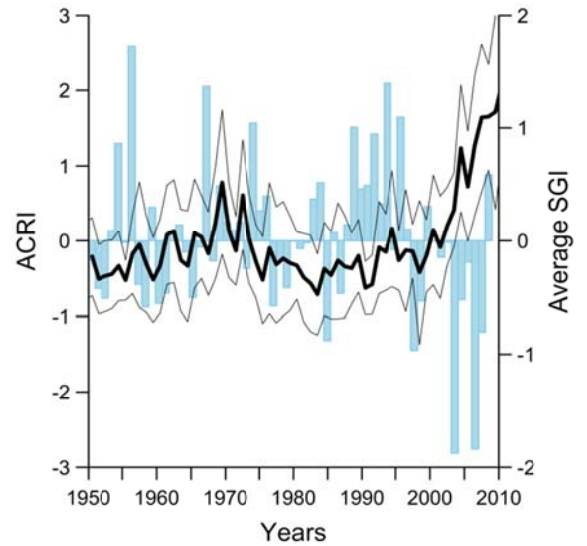
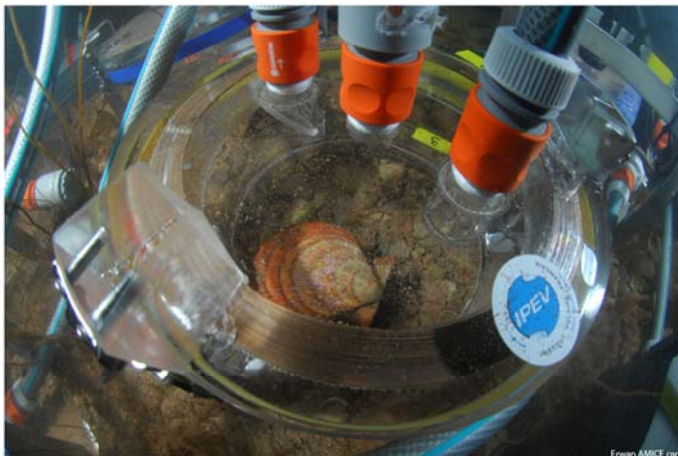
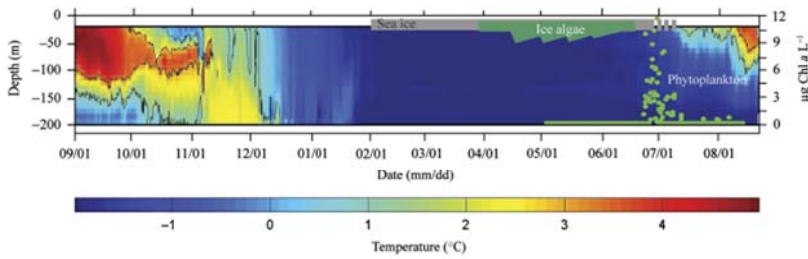


BIVALVES PAN-ARCTIQUE COMME BIOARCHIVES POLAIRES
B.B. POLAR

Laurent CHAUVAUD
LEMAR UMR6539



IDENTIFICATION DU PROJET

Acronyme du projet : B.B.Polar

Titre du projet : Bivalves pan-arctique comme bio-archives polaires

Responsable scientifique du projet : Laurent CHAUVAUD

Coordonnées du responsable :

Laboratoire des Sciences de l'Environnement Marin (LEMAR UMR6539)
Institut Universitaire Européen de la Mer
Université de Bretagne Occidentale
Rue Dumont d'Urville
29280 Plouzané
France

Téléphone: 02.98.49.86.33

Adresse e-mail: Laurent.Chauvaud@univ-brest.fr

Date de début du projet : 01mars 2013

Date de fin du projet : 01 mars 2016

Site web du projet :

Version française : <http://www-ium.univ-brest.fr/observatoire/observation-outre-mer/spitzberg/observation-outre-mer/spitzberg/b-b-polar>

Version anglaise : <http://www-ium.univ-brest.fr/observatoire/observation-outre-mer/spitzberg/observation-outre-mer/spitzberg/b-b-polar-en>

Date de rédaction du rapport : 14 avril 2014

Période faisant l'objet du rapport d'activité : 1^{ère} année du projet du 01 mars 2013 au 01 mars 2014

Description des travaux effectués – Partie Scientifique

Dans le cadre du projet B.B. Polar, nous proposons d'utiliser les bivalves marins comme archives biologiques des variations environnementales de l'océan arctique. Ces outils biologiques vont être utilisés afin de reconstruire les paramètres de l'environnement arctique à différentes échelles de temps (journalière à décennale) et d'espace (du fjord au pan-arctique) en utilisant deux espèces de bivalves, *Chlamys islandica* et *Astarte spp.* Le projet B.B. Polar est organisé autour de trois objectifs :

1. La calibration et la validation des descripteurs environnementaux à partir de sites déjà instrumentés (Kongsfjorden et Rijpfjorden au Svalbard)
2. Une description des variations de l'environnement au cours des dernières décennies couplant des données issues de *Chlamys islandica* et d'une espèce longévive *Astarte spp.*
3. Une description des variations de l'environnement à l'échelle pan-arctique par l'ouverture de la zone géographique à des sites non instrumentés dans le Groenland et l'Arctique canadien.

Afin de répondre à ces objectifs, la première année du projet a été dédiée à l'instrumentation et à la récolte des différents échantillons. Ainsi au cours de l'année 2013, 4 missions scientifiques ont été effectuées :

- 30 avril au 17 mai : 1ère mission à Kongsfjorden (Spitzberg)
- 09 au 23 mai : 1ère mission à Nuuk (Groenland)
- 24 août au 5 septembre : 2ème mission à Nuuk (Groenland)
- 23 septembre au 7 octobre : 2ème mission à Kongsfjorden (Spitzberg)

Les échantillons et l'instrumentation des sites au Spitzberg (Figure 1) ont été réalisés en collaboration avec le projet ANR – ECOTAB (N. Morata) travaillant également sur *Chlamys islandica*.

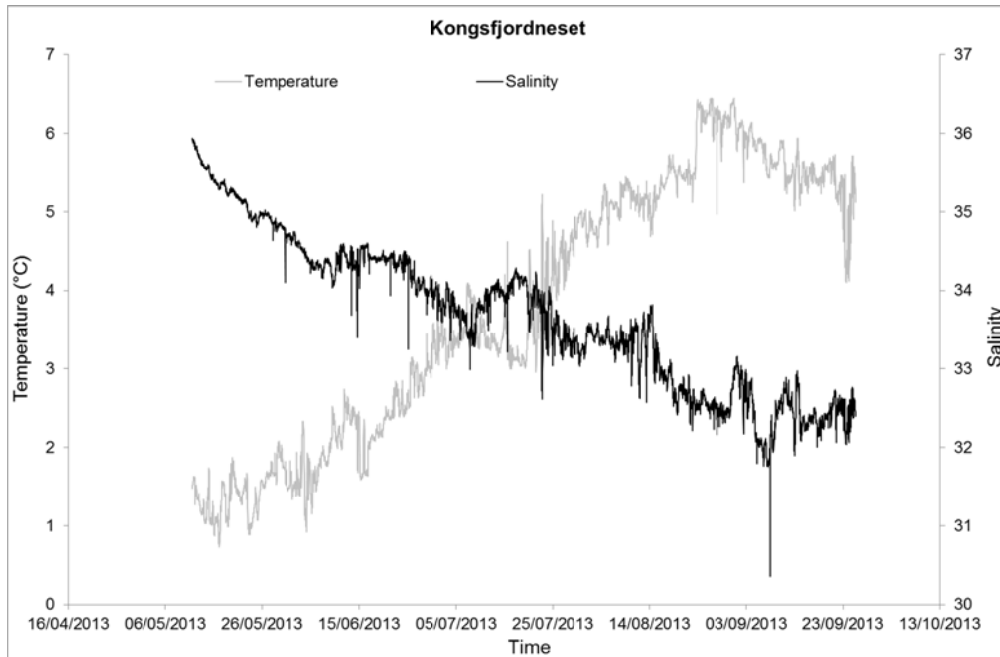


Figure 1: Suivi des paramètres environnementaux (Température et salinité) entre mai et septembre 2013 au Spitzberg

L'exploitation des échantillons de *Chlamys islandica* et d'*Astarte spp* a été faite simultanément par les équipes du LEMAR à Brest et du MNHN à Paris et Rimouski (Québec), respectivement.

Travaux réalisés par l'équipe du LEMAR

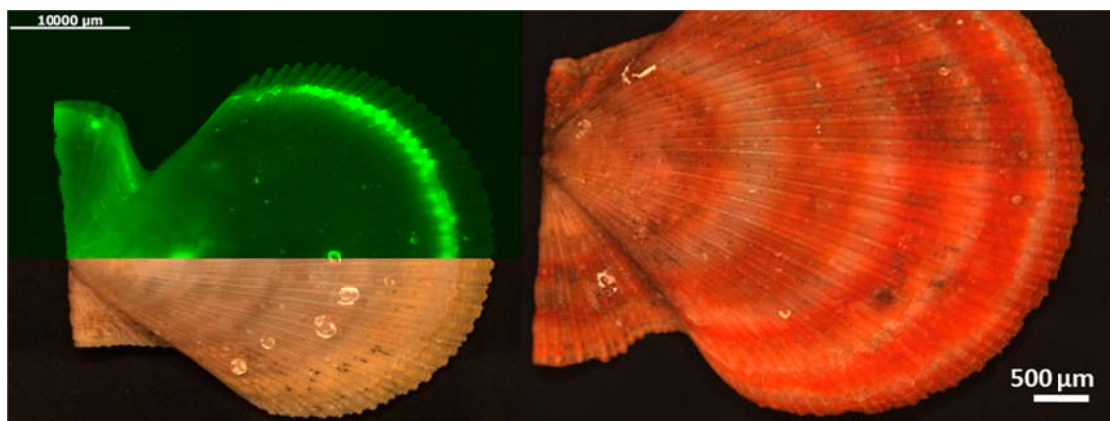
Les travaux menés en 2013 sur *Chlamys islandica* ont pour objectifs : 1) définir le pattern de croissance de cette espèce ; 2) étudier le comportement de cette espèce suivant les paramètres environnementaux par l'utilisation d'accéléromètres ainsi que de mesures de respiration en enceintes.

Afin d'étudier la croissance des coquilles de *Chlamys islandica*, une expérience de marquage à la calcéine a été réalisée sur 20 individus lors de la mission au Spitzberg en mai 2013 (Figure 2). Les individus ont ensuite été remis dans leur milieu naturel et ont été capturés lors de la mission de septembre 2013. La calcéine est un marqueur fluorescent qui s'incorpore dans la structure de la coquille et qui est visible sous lampe UV (Figure 3). Il sert ainsi de repère permettant de mesurer la croissance des individus entre la date de marquage et la date de capture (le bord des coquilles).



*Figure 2 : Marquage des coquilles de *Chlamys islandica* à l'aide de calcéine lors de la mission au Spitzberg en mai 2013*

Parallèlement à cette expérience, un échantillonnage d'individus couvrant une large gamme de taille a été réalisé au cours des missions BB Polar ainsi que lors des missions du projet ECOTAB. L'étude de ces coquilles marquées à la calcéine et non marquées a été réalisée par un stagiaire de master I, Thomas Andro, encadré par Joëlle Richard et Aurélie Jolivet, entre Janvier et Février 2014. 37 coquilles de Kongsfjord (16 marquées et 11 non marquées) et 11 coquilles de Ripfjord ont ainsi été nettoyées, photographiées et préparées en lame mince afin d'étudier le rythme de dépôt des marques de croissance visible sur la surface externe (Figure 3) ainsi que sur les coupes de coquilles. Les patterns de croissance de Kongsfjord et de Ripfjord vont ainsi pouvoir être décrits et comparés aux paramètres environnementaux de chaque site. Ces données sont en cours d'exploitation et un rapport sera rendu le 15 mai 2014.



*Figure 3 : Etude du rythme de dépôt des marques de croissance sur les coquilles de *Chlamys islandica*. A gauche : photographie d'une valve sous éclairage réfléchi et UV permettant la visualisation du marquage à la calcéine. A droite : Alternance de zones pigmentées et non pigmentées sur la surface des coquilles pouvant avoir un rythme de dépôt saisonnier.*

Enfin afin de compléter la validation du rythme de dépôt des marques de croissance, des prélèvements de coquilles ont été réalisés pour mesurer les isotopes stables d'oxygène, marqueurs de la température et/ou de la salinité du milieu dans lequel ont vécu les coquilles.

Le deuxième axe de recherche sur *Chlamys islandica* porte sur l'étude du comportement par des mesures de respiration/filtration en enceinte (Figure 4) ainsi que par l'instrumentation d'individus à l'aide d'accéléromètres pour mesurer leur activité.



Figure 4 : Dispositif utilisé pour la mesure de la respiration et de la filtration de Chlamys islandica durant les missions de mai et septembre 2013

Les résultats issus de ces mesures sont en cours d'exploitation, nous ne présenterons ici que les premiers résultats obtenus à partir des accéléromètres. Lors de la mission effectuée en septembre 2013 au Spitzberg, 10 coquilles ont été équipées à l'aide d'accéléromètres permettant d'enregistrer leurs mouvements pendant 7 jours en continu (Figure 5).



Figure 5 : Chlamys islandica équipé d'un accéléromètre

La compilation de ces 10 enregistrements sur 7 jours montre que les Chlamys ont une activité variable dans le temps. Cette activité mesurée en nombre de mouvements des valves est anti-corrélé avec la lumière perçue par la coquille. Ainsi les coquilles montrent une activité plus importante la nuit que le jour (Figure 6). Ces résultats vont être confrontés aux premiers enregistrements réalisés lors de la mission de mai (photopériode : 24h de jour) ainsi qu'à des enregistrements réalisés au cours du mois d'avril 2014 lors d'une mission ECOTAB. Cette activité sera également comparée aux enregistrements des paramètres environnementaux : température, oxygène, essentiellement.

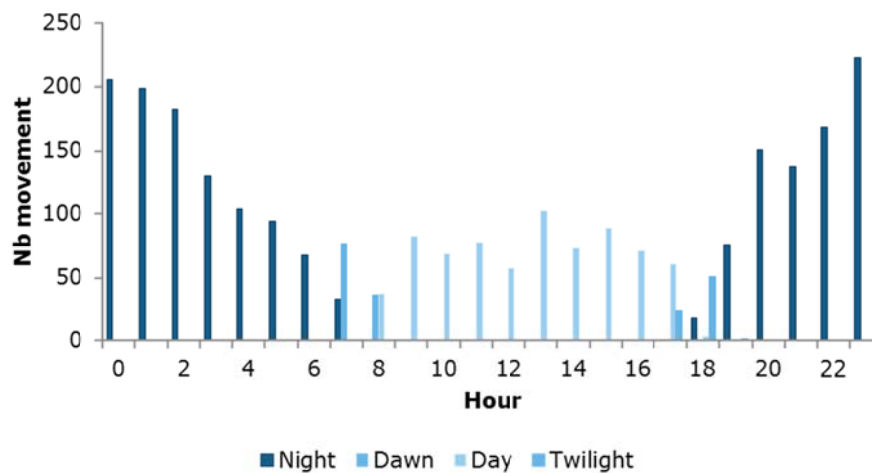


Figure 6 : Nombre de mouvements par heure réalisés par les 10 individus instrumentés par des accéléromètres pendant 7 jours

Travaux réalisés par l'équipe du Muséum National d'Histoire Naturelle

Thèse B. Gaillard :

Au cours de l'année 2013, Mlle Blandine Gaillard a mené deux campagnes de prélèvements à Nuuk (mai et septembre) pour échantillonner les bivalves du genre *Astarte spp.* (complexe elliptica) et leurs sources potentielles d'alimentation incluant le sédiment superficiel, la matière organique particulaire de la colonne d'eau et 6 espèces de macroalgues. Suite à ces campagnes, Mlle Gaillard, au cours d'un stage au laboratoire de l'équipe ResAqua (jardin des plantes, MNHN/UMR 7208 BOREA) a extrait les lipides de ces différents échantillons puis séparé, identifié et quantifié les acides gras. En complément, les échantillons destinés aux analyses isotopiques ont été préparés et envoyés au service dédié de l'Université de Davis. Les résultats bruts nous ont été transmis dernièrement et les données sont actuellement en cours de traitement. Enfin, des tests préliminaires de la méthode des ratios isotopiques sur les acides gras ont été réalisés en envoyant quelques échantillons à l'université de Davis. Les données reçues tout récemment, bien en accord avec celles de rares publications dans le domaine, nous encouragent à envoyer au plus vite l'ensemble des échantillons lipidiques pour analyse des ratios isotopiques du ^{13}C .

Parallèlement, Mlle Gaillard a soumis un premier article à la revue *Limnography & Oceanography* qui a été refusé après révision sur la base d'un doute de certains rapporteurs sur la cyclicité annuelle de la formation des stries de croissance (Figure 7). Pour valider notre hypothèse de formation annuelle des stries, nous avons préparé 4 nouvelles coupes (2 pour le site de Nuuk et 2

pour celui de la polynie NOW) en vue d'utiliser la méthode du radiocarbone émis par les essais nucléaires dans l'hémisphère nord. Ce type d'analyse ayant un coût très élevé (300\$US par échantillon), nous nous limiterons à 16 échantillons qui seront envoyés avant l'été au CAMS (<https://cams.llnl.gov/>).

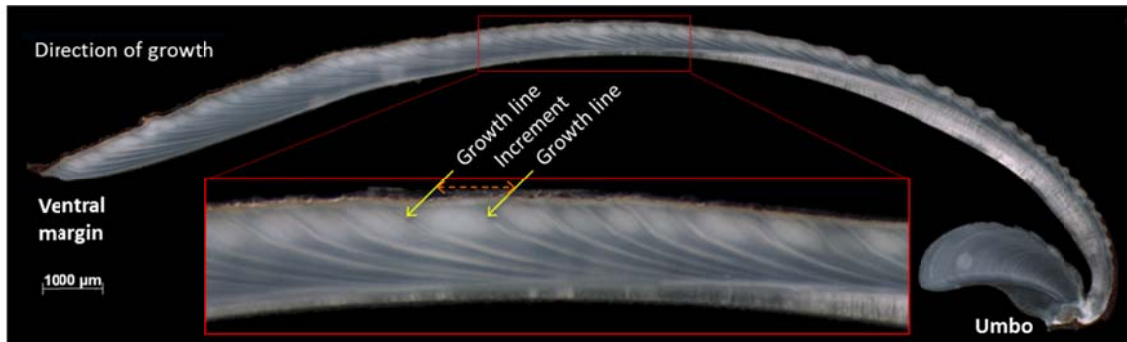


Figure 7 : Coupe d'une coquille d'Astarte moerti utilisée pour les mesures de stries de croissance

Cette année, Mlle Gaillard traitera 26 individus d'Astarte spp. (complexe borealis) récoltés en 2011 en mer de Beaufort au cours des missions Arcticnet sur le NGSS 'Amundsen'. Des analyses lipidiques, isotopiques et isotopes sur acides gras seront réalisés sur les chairs au mois de mai prochain. Les analyses scléro-chronologiques /-géochimiques (éléments traces et isotopie ^{13}C et ^{18}O) se dérouleront cet été.

A l'automne, les données associées aux analyses de coquilles seront comparées à des bases de données environnementales pour valider la calibration de notre modèle d'étude sur le site sub-arctique (Nuuk). La synthèse de ce volet sera disponible au printemps 2015.

Thèse S. de Cesare :

Mlle Silvia de Cesare, doctorante au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (UMR 7208 BOREA), a débuté sa thèse à l'automne 2013 par les analyses lipidiques des échantillons prélevés au Svalbard (mai et septembre 2013) à savoir les bivalves du genre Astarte spp. (complexe borealis) et leurs sources potentielles d'alimentation incluant le sédiment superficiel, la matière organique particulaire de la colonne d'eau, deux espèces de macroalgues et des algues de glace. Mlle de Cesare a extrait les acides gras de ces échantillons, les a injecté GC/MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) et a traité les chromatogrammes qui en étaient issus. Les échantillons d'une deuxième espèce modèle, Chlamys islandica, ont été également analysés (extraction et injection en GC-MS) et les chromatogrammes sont en cours de traitement.

En complément, des tests préliminaires de la méthode des ratios isotopiques sur les acides gras ont été réalisés par l'université de Davis sur quelques sources et glandes digestives d'Astarte spp. récoltées sur le site du Svalbard. Les données transmises sont très prometteuses, notamment sur les sources d'algues de glace, et nous encourageant à envoyer au plus vite l'ensemble des échantillons lipidiques pour analyse des ratios isotopiques du ^{13}C .

Au mois de mai, Mlle de Cesare doit réaliser un stage à l'ISMER de 5 semaines pour analyser les coupes sclérochronologiques des individus d'Astarte spp. et passer 4 de ces lames à l'analyse des

éléments traces (LA-ICPMS). Au retour, elle participera avec le professeur Frédéric Olivier à une campagne de prélèvement de 2 semaines, similaire aux campagnes pré-décrites, sur le fjord du Young Sund (Groenland) en collaboration étroite avec le Dr. Mickaël Sejr (Université d'Aarhus, Danemark) et Jean Gaumy de l'agence Magnum Photo. Cette campagne a été rendue possible par l'obtention d'un financement de 20000 euros auprès du programme Ec2co de l'INSU (Sclerartic, resp. F. Olivier).

A la fin de cette année, Mlle Silvia de Cesare devrait avoir fini de traiter l'ensemble des échantillons du Svalbard alors que ceux du Young Sund seront en cours de traitement. A cet égard, nous avons prévu qu'elle présente ces données au futur colloque du programme d'ArcticNet qui se déroulera à Ottawa en novembre prochain.

Les données relatives aux analyses lipidiques des échantillons des sites de Nuuk et du Svalbard concernant les *Astarte* spp. ont fait l'objet d'une présentation par F. Olivier au dernier colloque de l'ASLO :

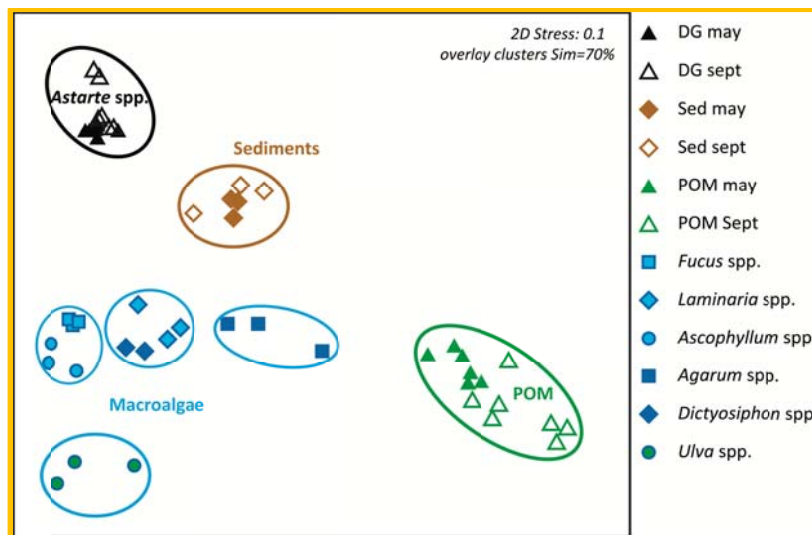


Figure 8 : Représentation nMDS des profils en acides gras des glandes digestives des *Astarte* spp. du Godthåbsfjord (Nuuk) et des sources potentielles d'alimentation lors de deux saisons ; les macroalgues n'ont été échantillonnées qu'en mai.

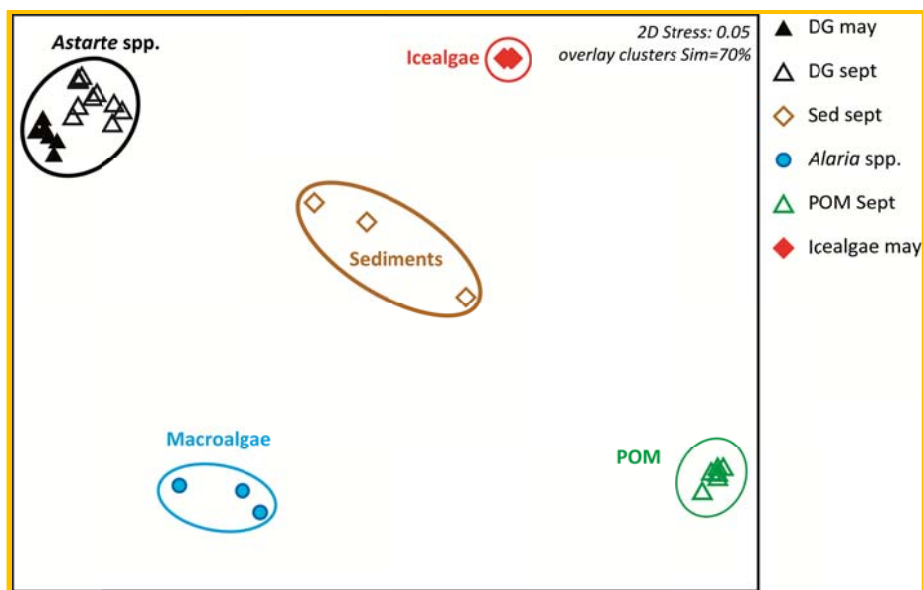


Figure 9 : Représentation nMDS des profils en acides gras des glandes digestives des *Astarte spp.* du Kongsfjorden (Svalbard) lors de deux saisons et des sources potentielles d'alimentation. Les macroalgues, sédiments et la matière organique particulaire ont été échantillonnés en septembre, les algues de glace en mai.

Ces résultats démontrent : 1) un très bon isolement des sources et des glandes digestives des bivalves, 2) un changement significatif mais peu marqué des profils lipidiques en fonction de la saison et 3) une dominance d'acides gras marqueurs des micro- et macro-algues dans l'alimentation des filtreurs. La comparaison de ces résultats aux données isotopiques sera essentielle pour potentiellement distinguer les sources phytoplanctoniques des micro-algues épontiques dans le régime alimentaire de notre modèle biologique.

Description des travaux effectués – Partie Artistique

Au-delà des objectifs scientifiques, l'originalité du projet B.B. Polar réside dans son approche transdisciplinaire : la recherche en écologie mise au service de la création visuelle et plastique. Ce projet est ainsi l'occasion pour les scientifiques et les artistes de travailler ensemble autour des questions de la création de connaissances et du changement climatique.

Deux artistes sont impliqués dans le projet et ont été associés à la mission scientifique au Spitzberg du 23 septembre au 7 octobre 2013. Jean Gaumy, photographe de l'agence Magnum Photos, y réalisa un projet de mission photographique aboutissant à des photographies couleur grand format sur le paysage ainsi que des photographies Noir et Blanc sur l'équipe scientifique. Un aperçu de son travail et des orientations qu'il souhaite lui donné est disponible en Annexe 1. Sandrine Paumelle, artiste visuel, a choisi d'installer son atelier d'art au cœur de la station du Spitzberg afin d'y effectuer ses créations autour de la notion de «refuge». Son projet d'exposition et ses premières œuvres sont donnés en Annexe 2. Les projets de ces deux artistes avaient été transmis lors de la soumission du projet et disponibles sur le site web (<http://www-ium.univ->

brest.fr/observatoire/observation-outr-mer/spitzberg/b-b-polar/partenaires/observation-outr-mer/spitzberg/b-b-polar/projet-artistique).



Figure 10 : Couverture des deux projets artistiques issus de la mission au Spitzberg

Erwan Amice, assistant – ingénieur CNRS et plongeur au LEMAR faisant partie de l'équipe scientifique, a également réalisé un ensemble de photographies sous-marines. Ces photographies assistent d'un part le travail des équipes de recherche et seront également exposées et utilisées au sein de la photothèque du CNRS (<http://phototheque.cnrs.fr/>). Un premier ensemble de photos, lié aux missions de 2013, a déjà été proposé au CNRS et est en cours de préparation pour sa diffusion.

Perspectives pour le projet artistique :

Jean Gaumy participera à la mission sur la base de Zackenberg associé à Frédéric Olivier et Silvia de Cesare du Muséum d'Histoire Naturelle. Cette seconde mission sera l'occasion d'un nouveau projet photographique complémentaire à celui effectué au Spitzberg.

Un projet d'exposition internationale est en cours de préparation dans laquelle seront présentés les travaux de :

- Jean Gaumy/France
- Sandrine Paumelle/France
- Erwan Amice/France
- Jean-Pierre Aubé :Québec : <http://www.kloud.org/>
- Jacynthe Carrier/Québec : <http://jacynthecarrier.com/>

Dans un projet multi artistique et situé entre deux disciplines comme celui-ci, il fallait un commissaire d'exposition. Franck Michel occupera cette fonction. En effet, A travers la diversité des pratiques artistiques et la multitude d'interprétations possibles des œuvres, le rôle du commissaire d'exposition est de donner du sens, orienter la lecture, faire en sorte que des œuvres qui peuvent sembler éloignées tant dans leurs médiums que dans leur contenu cohabitent dans un ensemble cohérent selon une thématique ou un concept théorique donné. Le commissaire doit créer un dialogue entre les œuvres et rendre ce dialogue signifiant. Pour se faire, il développe une idée directrice et une démarche, accompagne et soutient les artistes dans leurs démarches et assure aussi la mise en

espace dans le lieu d'exposition. Il a pour mandat d'établir un pont entre les œuvres et le public en proposant des clés de lectures et d'interprétation pour faciliter l'accessibilité aux œuvres.

Les lieux pressentis pour accueillir ce projet sont :

- Paris – Muséum d'Histoire Naturelle, Paris
- Brest – Océanopolis
- Brest - Passerelle
- Lyon – Musée des Confluences
- Montréal, Québec, Toronto, Rimouski
- Norvège – Tromsø, Oslo (à préciser)

Calendrier prévisionnel pour l'exposition :

Nouvelle rencontre avec Franck Michel	Juin 2014
Début prospections et recherche de financements	Fin juin 2014
Finalisation du concept du projet et de la scénographie	Janvier 2015
Production des créations (individuelle et commune)	Février à décembre 2015
Début de la tournée	Janvier 2016

Réunions du consortium

Les membres du projet B.B. Polar ont eu l'occasion de se retrouver à deux reprises au cours de la première année du projet.

La première réunion a eu lieu le 13 septembre 2013 avec un représentant de l'ensemble des partenaires scientifiques et artistiques du projet. Cette réunion fut l'occasion :

- D'échanger entre les différents partenaires après 6 mois de projet
- de dresser un bilan des deux missions effectuées en mai 2013 et de planifier les missions pour fin 2013 et 2014
- de présenter les projets des partenaires artistiques : Jean Gaumy et Sandrine Paumelle qui participeront la mission de Septembre 2013.

La seconde réunion a eu lieu le 6 mars 2014 permettant aux scientifiques, artiste et photographe et aux coordinateurs et organisateurs du projet de se réunir suite à la mission au Spitzberg d'octobre 2013. Cette réunion fut l'occasion :

- d'échanger sur cette expérience commune
- de présenter l'état d'avancement des différents projets artistiques de Jean Gaumy, Sandrine Paumelle et Erwan Amice
- de présenter les projets d'expositions ainsi que la production d'un ouvrage.

Publication et congrès

Communications scientifiques

1. *Sclérochronologie des mollusques polaires pour l'observation des variations environnementales* (2013) Colloque «Arctique : les grands enjeux scientifiques» acte fondateur du Chantier Arctique, 3 au 5 juin 2013 au Collège de France, à Paris
2. *Bivalves Pan-Arctiques comme bioarchives polaires : Projet scientifique B.B Polar* (2013) Colloque «Arctique : les grands enjeux scientifiques» acte fondateur du Chantier Arctique, 3 au 5 juin 2013 au Collège de France, à Paris
3. *Effets du couplage pélago-benthique sur la dynamique des populations du bivalve filtreur *Batharca glacialis* (J E Gray, 1824) d'environnements contrastés de l'Arctique Canadien* (2013) Colloque «Arctique : les grands enjeux scientifiques» acte fondateur du Chantier Arctique, 3 au 5 juin 2013 au Collège de France, à Paris
4. *Pan-Arctic Bivalves as polar bioarchives* (2014) Bivarc Workshop « Bivalves in Artic » in Tromsø, Norway, 18-19th of February 2014
5. *Ecophysiological study of the bivalve, *Chlamys islandica*, in situ versus ex situ approaches* (2014) Bivarc Workshop « Bivalves in Artic » in Tromsø, Norway, 18-19th of February 2014
6. *Chlamys islandica* biology studied in field experiments (2014) « Kongsfjorden Ecosystem – new views after more than a decade of research», Workshop in Hamn i Senja, Norway, 10-17 March 2014
7. *Coupling multi-trophic markers and sclera-chronology/-chemistry methods on arctic bivalves to assess climate change effects on the pelagic-benthic coupling* (2014) Ocean Sciences Meeting in Hononulu, Hawaii, USA, 23-28 February 2014

Communications artistiques

1. Bivalves Pan-Arctiques comme bioarchives polaires : Projet artistique B.B Polar (2013) Colloque «Arctique : les grands enjeux scientifiques» acte fondateur du Chantier Arctique, 3 au 5 juin 2013 au Collège de France, à Paris
2. Sandrine Paumelle dans la revue Artension (n° 121, Septembre - Octobre 2013)
3. Sandrine Paumelle dans la revue Artension (n°122, Novembre - Décembre 2013)

Autres actions de vulgarisation et diffusion

La mission au Spitzberg, qui a eu lieu en septembre 2013, a été l'occasion de mettre en place des échanges entre deux classes de 6^{ème} (6^{ème} D et 6^{ème} E) du collège Jules Ferry à Haubourdin et deux membres de la mission : Sandrine Paumelle, artiste et Joëlle Richard, scientifique du projet B.B. Polar. Ces échanges ont donné lieu à de nombreuses productions de la part des élèves à partir des photos d'Erwan Amice, disponibles sur le site web du projet (<http://www-ium.univ-brest.fr/observatoire/observation-outre-mer/spitzberg/b-b-polar/projet-scolaire>). Ces créations feront l'objet d'une exposition au sein du collège prévue en juin 2014.



On dirait une étoile de mer
Qui aurait la varicelle
Au fond de l'eau
Là où il n'y a pas d'oiseaux.
Elle a plusieurs couleurs
Pas comme les chercheurs.
Posée sur quelque chose
Comme la planète Mars
Avec des trous arrondis,
Elle est noyée dans l'eau.

Mathilde

Figure 11 : Exemple de réalisation d'un élève de 6^{ème} du collège Jules Ferry à Haubourdin

ANNEXES

Annexe 1 : Projet de Jean Gaumy

Annexe 2 : Projet de Sandrine Paumelle