

Mission hivernale d'Odyssée Saint-Laurent

Hiver 2019



Rapport assemblé par Maxence St-Onge
Coordonnateur de missions scientifiques pour le Réseau Québec maritime

23/09/2019

En collaboration avec la Garde côtière canadienne et Amundsen Science



NGCC • CCGS
AMUNDSEN

Table des matières

Liste des figures.....	2
Liste des tableaux	4
Mise en contexte	5
Cadre régional.....	5
Objectifs.....	5
Liste des objectifs spécifiques.....	5
Liste des participants.....	8
Personnel scientifique.....	8
Équipe technique.....	8
Résumé des accomplissements	9
Rapports quotidiens.....	10
Équipements et procédures – calibration	16
Localisation des stations.....	28
Mesures et analyses à bord - Sommaire des résultats par station.....	28
Description des stations	28
Métadonnées	31
Résultats obtenus à bord.....	51
Mesures, analyses et corrections post-mission — en cours et prévues	68
Recommandations.....	70
Remerciements.....	71
Références	72

Liste des figures

Figure 1. Équipes scientifiques, techniques et équipage, mission Odyssée 2019 à bord NGCC Amundsen. © Jean-Carlos Montero-Serrano.....	9
Figure 2. Localisation des stations échantillonnées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent à l'hiver 2019. Source : Image satellite MODIS Terra acquise le 6 février 2019 et générée de l'application NASA Worldview.....	9
Figure 3. Exemple de feuille d'attribution de l'eau des rosettes par projet.....	16
Figure 4. Système de filtration pour sédiment. © Gabrièle Deslongchamps.....	17
Figure 5. Système de filtration pour espèces fixatrices d'azote. © Charlotte Blasi.....	19
Figure 6. Filet de type Jacknet © Gesche Winkler	22
Figure 7. Déploiement et récupération du filet à plancton © Safouane Khamassi.....	23
Figure 8. Schéma du déploiement du filet oblique. © Christophe Anderson	23
Figure 9. Échantillons collectés aux stations OSL-04, OSL-05 et OSL-06. © Gesche Winkler.....	24
Figure 10. Décollage du drone à partir du pont d'envol à la station OSL19-11. © Alexis Riopel.....	24
Figure 11. Mise en place de l'instrument LISST-100X. © Anne-Sophie Fabris	25
Figure 12. Récupération d'une benne Van Been (gauche) et d'un carottier à boîte (centre), ainsi que deux «push cores» dans la boîte ouverte, avant l'extraction (droite). © Fatma Dhifallah.....	26
Figure 13. Récupération d'un carottier à gravité (à gauche) et manipulation des carottes dans le laboratoire de géologie du navire (à droite) © Jean-Carlos Montero-Serrano...27	27
Figure 14. Récupération des blocs de glace de mer chargée de sédiments à partir de la cage © Safouane Khamassi.	27
Figure 15. Courbe de calibration d'oxygène. © Mathilde Jutras.....	51
Figure 16. Profil d'oxygène de la station OSL19-11. © Mathilde Jutras.....	52
Figure 17. Profil de pH pour OSL19-11 (gauche) et OSL19-05. © Mathilde Jutras	52
Figure 18. Profils de méthane aux stations OSL19-01 et OSL19-05.	53
Figure 19. Profils de méthane et de température pour les stations OSL19-10 pockmark et OSL19-12.....	54
Figure 20. Profils d'incubations de méthane pour la station OSL19-10 pockmark.....	55
Figure 21. Couverture de glace a) avant et b) après le passage des vagues générées par le NGCC Amundsen. ©Élie Dumas-Lefebvre.....	55

Figure 22. Captures des vidéos récoltés dans l’optique de cartographier la distribution de la taille des floes aux stations a) OSL19-04, b) OSL19-10 et c) OSL19-11. © Élie Dumas-Lefebvre	56
Figure 23. Localisation des échantillons de (A) matériel particulaire en suspension (MPS) et (B) filets à plancton récoltés durant la mission Odyssée Saint-Laurent 2019.	56
Figure 24. Localisation des échantillons de (A) benne Van Veen, carottier à boîte et carottier à gravité, et (B) glace de mer chargée de sédiments récoltés durant la mission Odyssée Saint-Laurent 2019.	57
Figure 25. Taille médiane des particules présentes aux différentes stations selon la profondeur.....	57
Figure 26. Résultats des filtrations réalisées lors de la mission, présentés en série spatiale de Québec (A) vers le golfe du Saint-Laurent (I). On peut déjà observer la diminution de la quantité de particules vers le golfe, les filtres sont de plus en plus clairs.....	58
Figure 27. Capture d’écran de l’interface d’acquisition SIS montrant deux plumes de gaz s’élevant dans la colonne d’eau sur plus de 200 mètres.....	59
Figure 28. Profil stratigraphique du delta de la rivière Betsiamites montrant une stratigraphie bien développée sur près de 50 m d’épaisseur et typique des deltas. Cette partie submergée du delta est entrecoupée de chenaux fluviaux et de dépôts fluviaux	60
Figure 29. Capture d’écran du logiciel d’acquisition SounderSuite EchoControl montrant la cheminée associée à l’émanation de gaz (flèche rouge).....	61
Figure 30. Profils verticaux de la concentration en chlorophylle a (losanges) et en phéopigments (carrés) en fonction des stations. À noter : la variation de l’échelle des abscisses.	62
Figure 31. Concentration de la matière en suspension et de matière organique dans la couche de surface et du fond, le long l’estuaire du Saint-Laurent.....	63
Figure 32. Méso- et Macrozooplancton le long de l’estuaire du Saint-Laurent avec l’indication des stations échantillonnées pendant la mission Odyssée Saint-Laurent 2019.	64
Figure 33. Boreomysis arctica juvéniles lors du tri. © Gesche Winkler	65
Figure 34. Distribution et composition du zooplancton en hiver 2019 @Christophe Anderson	65
Figure 35. Image du premier déploiement.....	66
Figure 36. Image du second déploiement.....	67
Figure 37. Fixation biologique de l’azote à chaque station fait par les organismes filtrés à 3 µm.....	69
Figure 38. Fixation biologique de l’azote à chaque station fait par les organismes filtrés à 0,2 µm.....	69

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste du personnel scientifique de la mission MOH2019.....	8
Tableau 2. Liste des membres de l'équipe technique de la mission MOH2019	8
Tableau 3. Coordonnées des stations échantillonnées lors de la mission MOH2019 ...	28
Tableau 4. Échantillonnage de l'oxygène.....	31
Tableau 5. Échantillonnage du pH, de l'alcalinité, du $\delta^{18}\text{O}$ et du ^{13}C	32
Tableau 6. Échantillonnage pour la matière organique dissoute colorée (CDOM), du carbone organique dissout ($\delta^{13}\text{C}$ -DOC) et les processus de diagenèse précoce dans les sédiments.	33
Tableau 7. Stations réalisées pour les analyses bactériennes.....	35
Tableau 8. Volume filtré lors de la seconde filtration aux différentes stations pour les analyses bactériennes.....	35
Tableau 9. Caractéristiques des stations d'échantillonnage pour l'analyse des différents contaminants émergents.....	35
Tableau 10. Stations d'échantillonnages pour les analyses de méthane.....	36
Tableau 11. Stations d'échantillonnages pour les analyses des éléments nutritifs.....	38
Tableau 12. Informations et conditions météorologiques des stations où le drone a été déployé.	40
Tableau 13. Informations sur les mesures d'épaisseur de la glace.....	40
Tableau 14. Matériel particulaire en suspension (MPS) récolté durant la mission.	40
Tableau 15. Échantillons de glace de mer chargée de sédiments (GL), benne Van Veen (BV), carottier à boîte (BC), et carottier à gravité (GC) récoltés durant la mission.....	42
Tableau 16. Filets à plancton récoltés durant la mission.	44
Tableau 17. Échantillonnage des communautés phytoplanctoniques.....	45
Tableau 18. Métadonnées des échantillons d'eau pour la MPS, MOP et analyses de lipides de la MOP.....	46
Tableau 19. Métadonnées de l'échantillonnage du zooplancton.....	49
Tableau 20. Filets déployés lors de la mission.....	50
Tableau 21. Description des stations de déploiement des caméras vidéo sous-marines appâtées.....	51

Mise en contexte

Programme phare du Réseau Québec maritime (RQM), Odyssée Saint-Laurent facilite la mise en place de projets intersectoriels permettant d'acquérir des connaissances stratégiques sur le Système Saint-Laurent (SSL).

Dans le cadre de son chantier Découverte, le programme Odyssée Saint-Laurent a développé une collaboration avec Amundsen Science et la Garde côtière canadienne afin de soutenir la réalisation de missions océanographiques hivernales à bord de brise-glaces.

Pour une deuxième année, le programme a organisé et mis en place la mission hivernale d'opportunité Odyssée Saint-Laurent grâce aux chercheuses et chercheurs qui se sont mobilisés afin de la rendre possible.

Cadre régional

Cette mission s'est tenue dans le continuum du SSL, à partir de l'ouest de la ville de Québec, jusqu'à l'est de l'estuaire maritime. Encore une fois, celle-ci a eu lieu à bord du NGCC Amundsen durant la période de l'année où il est dédié au déglacage des eaux de l'estuaire du Saint-Laurent. L'équipe de scientifiques a alors travaillé de façon opportuniste, utilisant le navire à des fins de recherche seulement lorsque cela était possible, soit entre deux missions de déglacage ou d'escorte.

Objectifs

L'objectif principal est de récolter, de façon pluriannuelle, des connaissances scientifiques destinées à la compréhension et à la gestion du fleuve et du golfe Saint-Laurent en période hivernale.

Liste des objectifs spécifiques

Propriétés physico-chimiques de la colonne d'eau

Équipe d'Alfonso Mucci (McGill): Effectuer des mesures de pH, mesurer le pCO₂ dans la colonne d'eau, déterminer la composition isotopique de l'eau et effectuer la calibration Winkler pour les mesures d'oxygène.

Équipe de Gwenaëlle Chaillou (UQAR-ISMER): Explorer le cycle du carbone dans les eaux estuariennes du Saint-Laurent grâce à la matière organique dissoute colorée (CDOM) et à l'analyse isotopique du carbone organique dissout ($\delta^{13}\text{C}$ -DOC). Ainsi qu'évaluer les processus de diagenèse précoce dans les sédiments au cours d'une saison encore peu étudiée.

Équipe de Karine Lemarchand et Richard Saint-Louis (UQAR-ISMER): Caractériser l'abondance totale et la diversité des communautés bactériennes hydrocarbonoclastes ainsi qu'évaluer la capacité potentielle de biodégradation de cet écosystème.

Équipe de Sébastien Sauvé (Université de Montréal): Étudier la concentration de différents contaminants émergents (par exemple les perfluorés, les hormones et les pesticides) dans l'eau de surface du fleuve dans des conditions hivernales.

Équipe de Huixiang Xie (UQAR-ISMER): (1) Cartographier les concentrations de CH₄ dans la colonne d'eau en hiver et les comparer aux profils des autres saisons, (2) explorer la relation entre la distribution du CH₄ et les masses d'eau et évaluer les flux air-mer de CH₄, (3) évaluer le taux de consommation de bactéries à la base d'un Pockmark, et (4) estimer les flux de photoproduction de CH₄ dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Équipe de Jean-Éric Tremblay (Université Laval): Établir les distributions horizontales et verticales des éléments nutritifs des eaux estuariennes du fleuve Saint-Laurent durant l'hiver et réaliser des incubations pour quantifier la fixation de l'azote à différentes intensités lumineuses.

Équipe de Jean-Philippe Bellenger (Université de Sherbrooke): Collecter des données sur (1) l'activité fixatrice d'azote hivernale dans l'estuaire du Saint-Laurent grâce à une méthode à très haute sensibilité (ARACAS) et (2) les communautés de fixateurs d'azote présents et actifs (ex. hétérotrophe versus autotrophes, présence de nitrogénases accessoires).

Équipe d'Odyssée Saint-Laurent en collaboration avec l'équipe de Michel Gosselin (UQAR-ISMER): Caractériser les propriétés physiques et chimiques de la colonne d'eau, notamment la température, salinité, fluorescence, pH, concentration en oxygène dissous, pénétration de la lumière et turbidité.

Physique

Équipe de Dany Dumont (UQAR-ISMER): Quantifier et qualifier la dynamique de la banquise dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent grâce à l'observation de floes à partir d'images obtenues à l'aide d'un drone.

Géologie

Équipe de Jean-Carlos Montero Serrano et Guillaume St-Onge (UQAR-ISMER): Prélever des plaques de glace de mer chargées de sédiments, du sédiment en suspension et de surface ainsi que des carottes sédimentaires dans l'objectif de reconstituer la variabilité spatiale et temporelle des apports détritiques et de mieux comprendre le rôle de la banquise dans la dynamique sédimentaire et l'érosion côtière. Aussi, documenter l'influence des changements climatiques et océanographiques sur la dynamique sédimentaire, conditions des masses d'eau de surface (température et salinité), et sur la durée du couvert de glace au cours des derniers siècles.

Équipe de Pierre Larouche et Jean-Carlos Montero-Serrano (IML et UQAR-ISMER): Caractériser la variabilité spatiale de la distribution des tailles des particules à l'échelle verticale et horizontale dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (EGSL).

Équipe d'André Rochon (UQAR-ISMER): Déterminer la communauté de dinoflagellés dans l'eau de l'EGSL durant l'hiver et effectuer une comparaison saisonnière entre la communauté de dinoflagellés d'été et d'hiver. Déterminer aussi la variabilité spatiale et génétique d'espèces aquatiques envahissantes (kystes du dinoflagellé toxique; ex. *Alexandrium tamarense*) dans l'eau de l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Équipe de Dominique St-Hilaire (Amundsen Science): Cartographier le plancher et le sous-plancher marin sur une base opportuniste lors des transits et lorsque les conditions de glace et la météo le permettent.

Biologie

Équipe de Michel Gosselin (UQAR-ISMER): Étudier la dynamique des communautés phytoplanctoniques dans le fleuve durant l'hiver et mesurer l'impact de la présence de nutriment dans l'estuaire sur ces communautés.

Équipe de Gesche Winkler (UQAR-ISMER): Acquérir des données sur la distribution spatiale, la diversité et l'abondance, la biomasse du zoo- et ichtyoplancton en lien avec les conditions environnementales hivernales avec un intérêt particulier sur les espèces déjà en reproduction pour estimer la productivité secondaire hivernal. Déterminer la structure de population de *Boreomysis arctica* une espèce fourragère importante des couches profondes de l'estuaire du Saint-Laurent. Échantillonner les larves des organismes benthiques (méroplancton) pour estimer l'état de production hivernal. Finalement, déterminer la composition biochimique (profil en acide gras et composition en isotopes stables) de la matière organique particulaire en suspension et des organismes zooplanctoniques et benthiques.

Équipe de Dominique Robert et Marie-Julie Roux (IML et UQAR-ISMER): Identifier des zones de pontes du flétan de l'Atlantique et, si des larves sont trouvées, effectuer des analyses physiologiques et génomiques sur les larves de Flétan Atlantique pour la toute première fois afin de mieux comprendre leur développement en bas âge. De plus, un échantillonnage visuel grâce à un système de caméras vidéo sous-marines appâtées (CVSA) servira à mieux comprendre et caractériser (1) la structure des assemblages de poissons et habitats essentiels pour la faune ichtyologique de l'EGSL en période hivernale; (2) les variations saisonnières et ontogénétiques dans la distribution des espèces; et (3) le rôle potentiel de l'EGSL dans la provision d'aires d'hivernage pour des espèces non résidentes.

Analyse cinématographique et journalistique

Analyse cinématographique par Félix Lamarche: Principalement produire un court film d'environ 10-15 minutes, mais également de fournir des images et des séquences vidéo au Réseau Québec maritime à des fins de communication. De plus, des images seront utilisées dans un éventuel reportage pour l'émission Découverte.

Couverture journalistique par Alexis Riopel: Grâce à une couverture journalistique pour la presse écrite, transmettre de manière vulgarisée, vivante et rigoureuse un sous-ensemble des projets menés sur le navire. Donner aux lecteurs le sentiment de participer à la mission, de voir les magnifiques paysages du Saint-Laurent, de comprendre le rôle de l'équipage et de saisir les enjeux techniques et scientifiques d'une mission hivernale.

Liste des participants

Personnel scientifique

Tableau 1. Liste du personnel scientifique de la mission MOH2019

Participant.e	Rôle	Affiliation
Anderson, Christophe	MSc	UQAR-ISMER
Blasi, Charlotte	MSc	Université de Sherbrooke
Cabrol, Jory	PhD	UQAR-ISMER
Cool, Joannie	MSc	UQAR-ISMER
Deslongchamps, Gabrièle	Professionnelle	Université Laval
Dhifallah, Fatma	MSc	UQAR-ISMER
Dumas-Lefebvre, Élie	MSc	UQAR-ISMER
Fabris, Anne-Sophie	MSc	UQAR-ISMER
Hébert, Anne-Josée	MSc	UQAR-ISMER
Jade Paradis Haut-cœur	MSc	UQAR-ISMER
Jutras, Mathilde	PhD	Université McGill
Khamassi, Safouane	PhD	UQAR-ISMER
Lamarche, Félix	Professionnel	Cinéaste indépendant
Lamarre, Marie-Ève	MSc	UQAR-ISMER
Li, Yijie	PhD	UQAR-ISMER
Marcil, Catherine	MSc	UQAR-ISMER
Montero-Serrano, Jean-Carlos	Chercheur	UQAR-ISMER
Picard, Jean-Christophe	MSc	Université de Montréal
Riopel, Alexis	Professionnel	Journaliste indépendant
St-Onge, Maxence	Coordonnateur	Réseau Québec maritime
Sulpis, Olivier	PhD	Université McGill
Villeneuve, Vincent	MSc	Université Laval
Winkler, Gesche	Chercheuse	UQAR-ISMER

Équipe technique

Tableau 2. Liste des membres de l'équipe technique de la mission MOH2019

Participant.e	Rôle	Affiliation
Beauvais, Quentin	Professionnel	UQAR-ISMER
Boutot, Christian	Professionnel	UQAR-ISMER
Linkowski, Thomas	Professionnel	Amundsen Science
St-Hilaire-Gravel, Dominique	Professionnel	Amundsen Science
Rioux, Pascal	Professionnel	UQAR-ISMER



Figure 1. Équipes scientifiques, techniques et équipage, mission Odysée 2019 à bord NGCC Amundsen. © Jean-Carlos Montero-Serrano

Résumé des accomplissements

Cette deuxième mission Odysée Saint-Laurent a duré 16 jours, et 10 de ceux-ci ont permis de faire des stations dédiées à la science, pour un total de 10 stations (Figure 2).

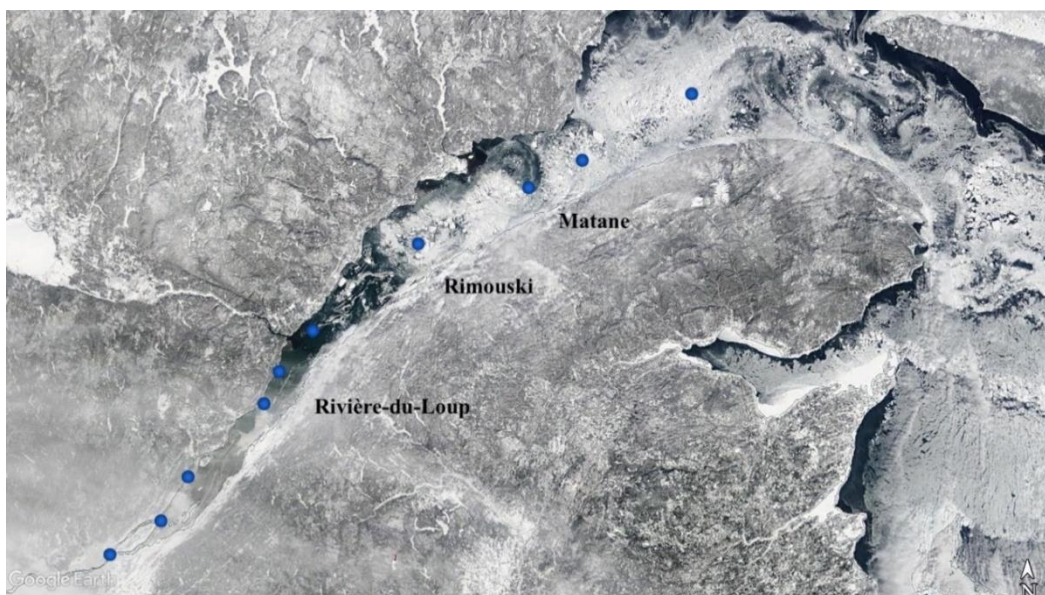


Figure 2. Localisation des stations échantillonnées dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent à l'hiver 2019. Source : Image satellite MODIS Terra acquise le 6 février 2019 et générée de l'application NASA Worldview.

Rapports quotidiens

1^{er} février 2019 :

Mobilisation à partir de 10 h 30 du matin. Toute l'équipe scientifique a été à bord à 12 h 00. Le chef de mission et la coordonnatrice rencontrent Alexandre Forest et le commandant Alain Gariépy pour discuter des opérations et des stations prévues. Anissa Merzouk et Camille Wilhelmy sont à bord pour accompagner l'assignation des laboratoires. La mobilisation a dû se faire rapidement, car dès 14 h 05, le navire a été réquisitionné afin de faire une opération d'escorte de navire d'une durée d'environ deux heures.

Après le souper, nous avons eu une première tournée de familiarisation du bateau avec un groupe de scientifiques ayant déjà participé à une mission sur l'Amundsen et avec le Timonier (Emmanuel Cloutier). Ensuite, il y a eu la présentation « life on board » et une première rencontre scientifique afin de présenter les objectifs de mission.

Nous sommes assignés à la région de Québec tant que le NGCC Des Groseilliers ne nous y a pas rejoints.

2 février 2019 :

Dès 9 h 15, une première escorte pour déglacage a lieu. Puisque nous sommes toujours affectés au secteur du pont de Québec, nous profitons de ce temps pour finir d'aménager les laboratoires. Une tournée est effectuée par Maxence (coordonnateur) et Pascal (responsable des matières dangereuses) afin de s'assurer que tous les produits chimiques soient affichés sur les portes. Une autre escorte pour déglacage a eu lieu en début d'après-midi. Suite à cette manœuvre, il y a eu une présentation des opérations (filets, sonde PCO2 et caméra appâtée) et des tours de familiarisation. Durant l'après-midi, le NGCC Des Groseilliers nous a rejoints à Québec afin d'y être assigné. En fin de journée, le navire s'est déplacé vers la station OSL19-01 afin d'être prêt pour débiter les stations le 3 février, s'il n'y a pas de requête pour les escortes.

3 février 2019 :

Dès 6 h 15 le matin, la station OSL19-01 est débutée avec la rosette. De l'eau a été prélevée à quatre profondeurs à partir de 46 m. Des filets à 200 et 63 µm ont été déployés et beaucoup d'organismes y ont été pris. La benne Van Veen a été déployée, mais il n'y a pas eu de matériel récupéré. La sonde PCO2 a été mise à l'eau, mais elle a cessé de fonctionner rapidement. Le commandant nous annonce qu'il y aura un exercice d'évacuation au début de l'après-midi. Nous mettons donc tout en œuvre pour compléter les stations à proximité de Québec. OSL19-02 est échantillonnée dès 10 h 20 avec une rosette qui comprend deux profondeurs (10 m et surface). Deux Niskins n'ont pas fermées, mais nous avons pu réorganiser la distribution d'eau afin que tous aient ce dont ils avaient besoin.

Deux filets à zooplanctons ont été déployés (63 et 200 μm). La benne Van Veen et la sonde PCO2 ont aussi été déployées, mais la benne n'a rien récolté et la sonde a cessé de fonctionner une fois mise à l'eau. Jusqu'à présent, le multifaisceaux est non opérationnel, car il y a trop de glace. Après le dîner, nous transitons vers la région de Baie-Saint-Paul. Durant ces quelques heures, une présentation du déploiement du drone a été faite aux membres de l'équipage au salon des officiers. À destination, l'exercice d'incendie/évacuation a lieu efficacement, malgré le froid. Après l'exercice, la station OSL19-03 débute avec la rosette. Christian Boutôt est maintenant l'opérateur de la rosette. Trois profondeurs sont échantillonnées : 16,5 m, 10 m et surface. À nouveau, deux filets à zooplanctons ont été déployés (63 et 200 μm). La benne Van Veen et la sonde PCO2 ont aussi été déployées, mais la benne n'a rien récolté et la sonde a encore cessé de fonctionner une fois mise à l'eau. Le drone a été déployé en mode manuel, mais il n'a pas récolté d'image, des ajustements sont à faire. À la fin de cette station, nous avons transité vers OSL19-04, entre Charlevoix et le Kamouraska. Au cours de la journée, aucune escorte n'a été demandée par la garde côtière.

4 février 2019 :

Comme nous n'avons pas reçu de demande d'escorte, la station OSL19-04 a débutée dès 5 h 45 le matin avec la rosette. Sept profondeurs ont été échantillonnées à partir de 133 m. À nouveau, une Niskin n'a pas fermé, mais tous ont reçu les volumes d'eau demandés. Trois filets sont ensuite déployés (20, 63 et 200 μm). La benne Van Veen n'a rien ramassé. Le drone a été déployé avec succès pour 14 minutes de vol.

Après le déjeuner, nous transitons vers Cacouna et nous débutons OSL19-05 à 8 h 10. Le multifaisceaux est dorénavant opérationnel. Sept profondeurs d'échantillonnage ont été prélevées avec la rosette à partir de 103 m. Une Niskin n'a pas déclenché, mais sans perte pour les participants. Un changement de Pavois a aussi été effectué. Trois filets sont déployés (20, 63 et 200 μm). Par la suite, le « video plankton recorder » est mis à l'eau pour la première fois. Le déploiement est une réussite. Pas de résultats pour la benne Van Veen, pour la première fois, de la glace de mer est échantillonnée. Ce premier déploiement de la cage pour la glace est un succès. Le drone est aussi déployé et des images sont enregistrées.

Nous transitons ensuite vers Tadoussac et la tête du chenal laurentien. Pendant ce temps, les manipulations pour la cage à glace et les opérations de carottage sont présentées à l'équipage. La station OSL19-06 débute à 13 h 00 avec le déploiement de la caméra vidéo stéréoscopique appâtée. Elle est laissée en place avec l'aide de bouées. Nous procédons ensuite à la rosette. Onze profondeurs sont échantillonnées à partir de 205 m. Une Niskins n'a pas fermé, sans conséquence. Christian va examiner ce problème récurrent. Après la rosette, quatre filets ont été déployés (20, 63, 200 et 33 μm). Une abondance de microorganismes a été pêchée. Avant qu'il ne se mette à faire trop noir, la caméra

appâtée a été récupérée avec succès grâce au regard perçant de Yannick, l'assistant-maître d'équipage. Un carottier à boîte a ensuite été déployé, mais il contenait principalement du sable. Durant le souper, nous avons procédé à une tentative ultime avec la sonde PCO2 étant donné que la météo était plus clémente et l'eau libre de glace. Elle n'a pas fonctionné, nous ne tenterons plus d'autre déploiement. Une réunion scientifique est organisée afin de mettre la mission à jour. Des images impressionnantes captées par le drone sont aussi présentées. Safouane nous explique que la caméra appâtée a fonctionné, mais qu'elle a été prise dans le courant. Seulement une dizaine de minutes sont visibles. Il est toutefois très confiant pour le prochain déploiement. Nous apprenons que le navire est demandé à Matane pour déglacer dès le 5 février au matin. Nous transitons donc durant la nuit.

5 février 2019 :

La journée a débuté avec une opération de déglacage à Matane. Suite à cette opération, nous nous dirigeons vers OSL19-10, au large de Matane, afin de faire une première rosette. Cette station est particulière, car elle est au-dessus d'un événement de méthane actif d'environ 40 m de diamètre. Le sondeur multifaisceaux est utilisé pour localiser l'événement précisément. Après le déploiement de la rosette, nous devons cesser rapidement les opérations, car nous sommes appelés à escorter un navire à Pointe-des-Monts. En route, la demande d'escorte est annulée et nous revenons à OSL19-10 pour une première rosette standard. Durant le dîner, un filet à plancton de 20 μm est déployé, puis le navire effectue une opération de déglacage à Matane. Ensuite, nous retrouvons l'événement à l'aide du sondeur multifaisceaux. Une rosette composée de 22 profondeurs différentes, à partir de 295 m, a été complétée avec toutes les bouteilles Niskins fermées, bravo Christian! Toutes les autres opérations sont remises au lendemain.

6 février 2019 :

La journée a débuté avec une opération de déglacage à Matane. Après le déjeuner, nous avons échantillonné de la glace au large de Matane et Élie a fait un décollage de drone avec prise de photos. Nous avons ensuite de nouveau transité à OSL19-10 pour les opérations manquantes. À OSL19-10, deux filets (63 et 200 μm) et un carottier à boîte ont été déployés. Une courte rosette (CTD + fond + 200 m) a aussi été prélevée pour avoir de l'eau associée aux filets et au carottier à boîte. Après cette brève station, nous avons transité vers OSL19-11 pour réaliser une station complète. Durant les heures de transit et de station, l'observateur des glaces et Élie, l'étudiant travaillant sur les glaces, ont été faire une tournée d'observation à bord de l'hélicoptère. Au retour de ces derniers, de la glace est échantillonnée. Quelques morceaux supplémentaires sont prélevés pour l'étude des algues dans la glace. Puis, la rosette est complétée avec 10 profondeurs, à partir de 315 m. Le drone prend à nouveau des images durant la rosette. Ensuite, trois filets sont déployés (20, 63 et 200 μm).

Après le souper, le VPR est déployé. Enfin, une carotte à boîte et une à gravité sont prélevées avec succès. Nous effectuons finalement un transit vers OSL19-12 afin d'être prêts pour le lendemain matin.

7 février 2019 :

Dès 6 h 10 le matin, nous débutons avec une rosette de 11 profondeurs, à partir de 320 m. Puis, quatre filets sont déployés avec succès : 20, 63, 200 et 333 μ m. Élie, l'étudiant travaillant sur la glace, demande au commandant de filmer la rupture de la banquise avec son drone pendant que le navire fait des vagues. Le commandant accepte et nous procédons à l'expérience avant le dîner. Ensuite, nous transitons vers la station OSL19-19 à l'ouest de l'île d'Anticosti, où nous arrivons après le dîner. Le commandant a essayé de baliser la glace pendant environ 45 minutes afin de déployer la caméra appâtée. Cependant, nous recevons une demande d'escorte dans la Baie-des-Chaleurs, nous devons annuler toutes les opérations de OSL19-19 pour transiter en direction de Belle-Dune. Nous profitons de cette soirée de libre pour faire une réunion scientifique et discuter des plans des prochains jours. Élie en profite pour nous montrer le fruit de son expérience. Selon lui, ce sont des images uniques qui le feront grandement avancer dans sa maîtrise.

8 février 2019 :

La journée commence à l'heure avancée de l'Est. Nous avisons tous les scientifiques de s'assurer d'être sur l'heure de Québec afin de ne pas se tromper dans les heures de stations. Nous sommes à Belle-Dune et le navire que nous devons escorter a du retard. Nous voulions en profiter pour faire une station opportuniste dans la Baie-des-Chaleurs, mais la station est annulée en cours de route pour retourner à l'opération de déglacage. Pascal et Maxence en profitent pour faire une tournée des laboratoires afin de s'assurer que tout soit bien fixé et sécuritaire. De forts vents sont prévus à l'horaire au courant de la journée. Pendant l'escorte, vers 15 h, le gouvernail du navire s'est débousolé vers la gauche. Nous sommes restés en arrêt environ 60 minutes. Finalement, le chef mécanicien (Thomas Mainville) l'a réparé, mais le champ du gouvernail est maintenant de -30 à +30 degrés. Cela ne met toutefois pas en péril la mission. L'escorte est longue et se prolonge dans la nuit.

9 février 2019 :

Les stations prévues aujourd'hui sont annulées à cause du mauvais temps et aussi parce que nous devons escorter et aider un navire pris dans la glace à l'ouest de l'île d'Anticosti. Au final, nous l'escortons jusqu'à la hauteur de Sept-Îles, où nous nous rendons pour la nuit. Nous avons passé la journée en escorte.

10 février 2019 :

Au matin, nous sommes à l'abri à Sept-Îles. Les vents forts de plus de 35 nœuds sont toujours présents dans le Golfe. La pluie verglaçante a recouvert de glace le navire. Une corvée est donc organisée pour aider l'équipage à dégivrer le navire. En quelques heures nous arrivons à déglacer le navire. Il est prévu que nous ayons plusieurs jours d'escorte et de déglacage à faire. Afin de tenir les participants occupés, le chef de mission organise un concours de vulgarisation. Ils auront trois jours pour préparer un exposé sur leur projet à bord, et ils devront le présenter en trois minutes. Un jury a été composé de cinq membres issus de l'équipe scientifique et de l'équipage. Le programme de recherche Odyssée St-Laurent remettra deux prix pour les meilleures présentations. Un montant de 100\$ pour le premier prix et 50\$ pour le deuxième prix.

11 février 2019 :

Au matin, nous sommes en transit vers le Saguenay pour déglacer et escorter des navires coincés à Port-Alfred. Cette opération dure toute la journée. Nous dirigeons les navires vers l'estuaire puis nous transitons vers Matane au courant de la soirée et de la nuit. Nous prenons le temps de préparer de nombreux scénarios d'échantillonnage et de rosettes afin d'être prêts à toutes éventualités.

12 février 2019 :

Après avoir transité toute la nuit, nous sommes en opération de déglacage dès 6 h 00 le matin, au quai de Matane. Il y a énormément de glaces accumulées, au point où la glace a atteint le fonds, ce qui rend le déglacage extrêmement exigeant. Cette situation est critique malgré que les premières heures de déglacage se font alors que la marée est haute. Ce n'est qu'à 14 h 00 que nous arrivons enfin à nous rendre au quai de Matane. Une fois ces opérations terminées, nous nous dirigeons vers la station OSL19-09 afin de faire notre première station depuis les 4 derniers jours. En route, nous faisons une pause de 20 minutes afin de déployer le drone au-dessus des glaces empilées au large de Matane. L'arrivée à OSL19-09 se fait à 18 h 30 avec une première rosette à 334 m avec 10 profondeurs.

Toutefois, de la confusion a entouré l'échantillonnage de la rosette et certaines personnes n'ont pas eu suffisamment d'eau. De plus, nous soupçonnons des erreurs dans l'échantillonnage (profondeurs) et il y a eu des lacunes dans le port des gants. Une rencontre sera prévue le lendemain afin de faire le point sur la situation. Ensuite, quatre filets ont été déployés : 20 µm, 63 µm et 2 fois le 200 µm. Le « video plancton recorder » est déployé, mais fait face à des ennuis techniques et aucune image n'a pu être prise. Il est maintenant considéré comme hors service. Enfin, un carottier à boîte est prélevé complétant ainsi la station. Nous nettoyons le pont avant de transiter en direction de Matane. Les opérations se terminent à 22 h 00.

13 février 2019 :

Le déglacage du quai s'est déroulé rapidement. Ceci a permis d'effectuer l'échantillonnage d'un carottier à boîte et à gravité ainsi que le prélèvement de plaques de glaces de mer entre Matane et Rimouski, juste avant la tempête. Une réunion a été organisée pour discuter de la rosette. Finalement, il y aurait eu certainement un manque de discipline, mais il y a peu de chance pour que des erreurs de profondeurs aient eu lieu. En après-midi, le commandant accepte de déployer la caméra appâtée et de rester à proximité pour éviter que celle-ci soit affectée par la glace. Cette station a lieu à proximité de Matane, à 53 m de profondeur. Malgré les mauvaises conditions météo, ce déploiement a été un succès et Safouane a récupéré de bonnes images des profondeurs. En fin de journée, le concours « Mon projet à bord en 3 minutes » s'est déroulé devant toute l'équipe scientifique et une majorité des membres d'équipage. Le jury était composé de Dick Morissette, pilote d'hélicoptère, Dave Cavanagh, matelot, Dominique St-Hilaire, technicienne scientifique, Maxence St-Onge, coordonnateur et Jean-Carlos Montero-Serrano, chef de mission. Le commandant, Alain Gariépy a remis les prix à Christophe Anderson (premier prix avec son projet portant sur les larves de flétans de l'Atlantique) et à Fatma Dhiffallah (deuxième prix pour son projet sur les dinoflagellés). Nous apprenons en fin de soirée que nous sommes réquisitionnés pour aller à Québec. Nous transitons donc toute la nuit pour nous y rendre.

14 février 2019 :

Nous arrivons à Québec dans la matinée. Nous organisons une rencontre scientifique afin d'élaborer un nouveau plan de route face à ce changement de plan. Tout le monde s'entend pour rester à bord jusqu'au lundi 18 février afin de maximiser nos chances de compléter d'autres stations. Dominique St-Hilaire et Maxence St-Onge quitteront la journée même pour des considérations familiales. Élie Dumas Lefebvre et Olivier Sulpis prévoient aussi quitter puisque leurs projets de recherche ne peuvent pas être poursuivis.

Cependant, en début d'après-midi, nous apprenons que la garde côtière a mis fin à la mission Odyssée Saint-Laurent étant donné que l'Amundsen restera au quai de Québec, compte tenu des mauvaises conditions de glace dans l'estuaire fluvial. D'ailleurs, le navire a passé la journée en opération de déglacage aux alentours de Québec. Dominique St-Hilaire quitte le navire à 12 h 00 et Élie Dumas Lefebvre ainsi que Maxence St-Onge, à 18 h 00. La démobilisation ne peut pas se faire le vendredi, car les véhicules de location ne sont pas disponibles. Elle est donc planifiée et organisée pour le samedi 16 février. Les participants profitent de ce temps libre pour terminer leurs rapports de mission.

Équipements et procédures – calibration

CTD-rosette :

Le CTD (SBE911plus) permet de mesurer la température, la conductivité et la profondeur dans la colonne d'eau. La conductivité permet de déterminer la salinité. Par plusieurs auxiliaires, le CTD nous permet aussi de prendre des lectures d'oxygène, de fluorescence (Chlorophylle), de turbulence, de particules en suspensions et de PAR (lumière) pour ne nommer que ceux- là. Les données ont été transmises à Pascal Guillot à des fins de calibration et de correction. Les données vérifiées et corrigées seront retransmises aux participants par la suite.

La rosette composée de 24 bouteilles d'une capacité de 12 litres chacune permet d'échantillonner l'eau à différentes profondeurs, selon les besoins des participants. La Figure 3 montre un exemple de feuille de requête de besoin en eau pour la station OSL19-04.

ROSETTE LOG		MISSION :		OSL		UTC DATE (y/m/d):										20		19		/		02		/		03		SHIP:		NGCC Amundsen	
		STATION :		OSL19-04		CAST NUMBER:										ENTERED BY:					C. B.										
						CAST NAME:					Ile Verte																				
Bottom depth (m):		138		Btl No.	% light	Target depth (m)	check	Trip Pres-sure (m)	Samples taken														Comments								
Cable length (m):									Xie	Mucci	Chaillos	Nuts	JET	Bellenge	Gosselin	Winkler	Picard	DILBIT	Faba	JCMS	Fatma	Marie									
METEO				1		bt		133	0,15	3	1								0,5					4,65							
Pa(mbar):		1009,42		2		bt						0,5			2,5	4						4	11								
T _{air} (°C)/H (%):		-5 / 81		3		bt										12							12								
Wind k/(true):		8		4		125				3		0,5						0,5					4	Bouteille non fermée							
Cloud cover:				5		100			0,15	3	1												3,15								
Sea state:		1		6		100						0,5			2,5			0,5					3,5								
Ice:				7		75			0,15	3		0,5						0,5					4,15								
TIME UTC				8		50			0,15	3		0,5			2,5			0,5					6,65								
Day/Night		Day		9		25			0,15	3													3,15								
Begin:		10 : 27		10		25						0,5			2,5			0,5					3,5								
Bottom:		10 : 39		11		10						0,5			2,5			0,5			1		4,5								
End:		11 : 01		12		10			5	3													8								
				13		10														12			12								
START POSITION				14		10														12			12								
LAT (N):		47 ° 44,408		15		10													12				12								
LON (W):		069 ° 53,770		16		10													12				12								
				17		10													12				12								
BOTTOM POSITION				18		Surf			0,15	3	1				2,5								5,65								
LAT (N):		47 ° 45,006		19		Surf							12										12								
LON (W):		069 ° 53,237		20		Surf							12										12								
				21		Surf							12										12								
END POSITION:				22		Surf						0,5			4	5		0,5					10								
LAT (N):		°		23		Surf									12								12								
LON (W):		°		24		Surf							9									9	200,9								

Figure 3. Exemple de feuille d'attribution de l'eau des rosettes par projet.

Filtration :

La filtration des échantillons d'eau de mer recueillie permet d'en extraire différentes matières ou organismes présents dans la colonne d'eau. Pour ce faire, des pompes sont reliées à un système de filtration, lequel dépend des analyses à effectuer.

Pour l'équipe de géologie, des échantillons d'eau (~30-60 L par profondeur) ont été prélevés, à l'aide d'une rosette, à la surface afin de caractériser le matériel particulaire en suspension (MPS) et à une profondeur de 10 m de l'estuaire vers le golfe du Saint-Laurent. La Figure 4 montre un système de filtration utilisé à bord du navire qui permet de filtrer de grandes quantités d'eau et de prélever la MPS.

Afin de caractériser la matière en suspension et de déterminer la composition biochimique de la matière organique en suspension, deux masses d'eaux (surface et fond) ont été échantillonnées par l'équipe de biologie en utilisant une rosette (Figure 3). Par la suite, la MPS a été obtenue lors de filtrations sur des filtres GFF de 0,7 μm de 21 et 47 mm. Les filtrations serviront pour les analyses de MPS, MOP (poids/concentration), d'isotopes stables de carbone et d'azote (filtres prébrulés et prépesés de 21 mm) et des lipides (acides gras; filtre de 47 mm). Pour chaque station, au moins deux réplicats par profondeur ont été filtrés en variant les volumes d'eau par rapport à la charge des particules et les filtres utilisés (500 ml – 4.5 L).



Figure 4. Système de filtration pour sédiment. © Gabrièle Deslongchamps

Calibration de la sonde d'oxygène (méthode Winkler) :

Les concentrations d'oxygène dans la colonne d'eau ont été mesurées à l'aide de la CTD-Rosette. Ensuite, les données obtenues ont été calibrées par la méthode Winkler à l'aide d'échantillons recueillis. La méthode Winkler (Winkler, 1888) est la méthode la plus établie en océanographie afin de déterminer la concentration d'oxygène dans l'eau. Il s'agit d'une méthode par titration iodométrique où, suite à une succession de réactions, une solution d'iode est obtenue. Celle-ci est dosable avec précision et la concentration d'iode est proportionnelle à celle de l'oxygène contenu dans l'échantillon initialement.

Sonde pCO₂ :

L'équipe de l'Université McGill travaillant avec Alfonso Mucci a tenté de faire fonctionner une sonde permettant de mesurer le taux de CO₂ dans l'eau. Toutefois, elle n'était pas adaptée aux conditions hivernales et n'a donc pas pu être utilisée durant la mission.

Matière organique dissoute colorée (CDOM) :

L'eau est directement filtrée à sa sortie des bouteilles Niskin à l'aide d'une capsule à filtration d'une porosité de 200 µm. L'eau est récupérée dans des tubes de 100 ml préalablement lavés avec de l'acide chlorhydrique 5 % (v/v). Les échantillons sont ensuite entreposés dans le noir à 4 °C jusqu'à leur analyse en laboratoire, au retour de la mission.

Analyses des eaux porales dans les carottes sédimentaires :

Deux carottes provenant du carottier à boîte sont immédiatement sous-échantillonnées à l'aide de tubes de plexiglas, dont un tube troué à une résolution de 0,5 cm. De plus, l'eau de fond de la boîte est également récupérée grâce à une seringue de 60 ml pour éventuellement être filtrée sur un filtre de porosité de 0,2 µm et transférée dans deux cryovials de 5 ml préalablement lavés à l'acide chlorhydrique 5 %.

La première carotte est d'abord recouverte d'eau de fond récupérée par la rosette. Par la suite, la carotte est positionnée sur un montage comprenant un micromanipulateur et une microélectrode à oxygène contrôlés par un ordinateur afin de mesurer les profils de concentration d'oxygène.

La deuxième carotte contenue dans le tube troué est utilisée pour extraire les eaux porales à l'aide de rhizons connectés à des seringues de 60 ml, où le vide est fait. Les rhizons sont insérés dans les sédiments à la résolution désirée. L'eau porale de chaque profondeur échantillonnée est ensuite transférée dans deux cryovials de 5 ml préalablement lavés à l'acide chlorhydrique 5 %. Le cas échéant, l'excès d'eau porale est récupéré dans des tubes Falcon de 15 ml. Les échantillons sont conservés à -20°C jusqu'au retour de la mission, où ils seront analysés en laboratoire.

Échantillonnage pour le carbone organique dissout (DOC) :

Pour chaque station échantillonnée, un maximum de quatre profondeurs sont échantillonnées, réparties sur la profondeur totale de chaque station, permettant ainsi d'obtenir un profil partiel de la colonne d'eau. Concernant le DOC, l'eau est prélevée des bouteilles Niskin à l'aide de seringues préalablement lavées à l'acide chlorhydrique pure (10 %, v/v). Les échantillons sont directement filtrés sur des filtres en fibre de verre de 0.7 µm de porosité préalablement brûlés et conservés dans des tubes en borosilicate muni de bouchon en PTFE. Les échantillons sont finalement acidifiés à pH<2 à l'aide d'acide chlorhydrique pure avant d'être entreposés dans le noir à 4 °C jusqu'à leur analyse en laboratoire au retour de la mission.

Échantillonnage pour la matière organique dissoute (DOM) :

À chaque station, un litre d'eau de surface est filtré à 0.3 µm directement à la rosette. Puis celui-ci est acidifié (1.3 ml de solution d'HCl à 90 %) et conservé à 4°C. Ces

échantillons seront ensuite analysés au laboratoire de Céline Guéguen à Sherbrooke pour analyser les DOM, les métaux et les particules.

Espèces fixatrices d'azote : À chaque station, trois litres d'eau sont filtrés à 3 μm puis à 0.2 μm par le système présenté à la Figure 5. Les filtres sont alors récupérés et stockés dans des tubes cryogéniques puis mis au congélateur à -80°C . L'analyse de ces échantillons se fera par le laboratoire de Julie Laroche à la Dalhousie University pour identifier les espèces fixatrices d'azote.

Fixation de l'azote : Les trois litres d'eau utilisés pour l'étude de la fixation d'azote ont suivi le même processus de filtration que les échantillons récupérés pour les espèces fixatrices, c'est-à-dire que chaque litre est filtré d'abord à 3 μm puis à 0.2 μm . Les filtres sont ensuite déposés dans des vials de 23 ml avec 10 ml d'eau filtrée à 0.2 μm .

Les microorganismes sont remis en suspension dans ce vial, dans un volume moins important pour concentrer les organismes dans 10 ml, pour ensuite procéder à l'étude de la fixation grâce à un essai de réduction d'acétylène. Cette méthode consiste à remplacer 20 % de l'atmosphère des échantillons par de l'acétylène (C_2H_2) pour que celui-ci soit ensuite transformé en éthylène par les microorganismes fixateurs d'azote après une incubation de 24 h. L'éthylène alors produit est analysé en GC-FID (chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme) afin de calculer un flux de fixation d'azote.

- 1** : Générateur pour pompe
- 2** : Pompe
- 3** : Cartouche de filtration
- 4** : Filtres
- 5** : Bouteille avec eau échantillonnée
- 6** : Bouteille avec eau filtrée

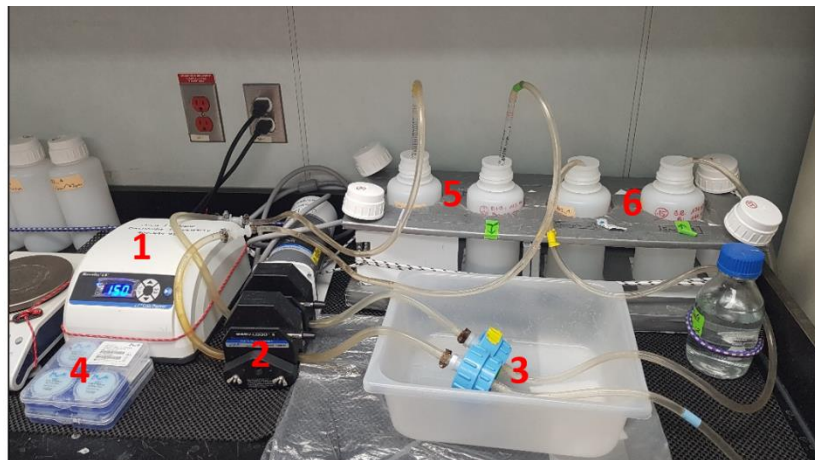


Figure 5. Système de filtration pour espèces fixatrices d'azote. © Charlotte Blasi

À bord, les échantillons sont incubés pendant 24 h à 4°C avec un cycle jour/nuit, pour représenter les conditions naturelles de l'estuaire. Après l'incubation, 4 mL de l'atmosphère des échantillons sont prélevés et stockés dans des tubes de 3 mL. Ces échantillons seront ensuite analysés en chromatographie gazeuse à l'Université de Sherbrooke par le laboratoire de Jean-Philippe Bellenger. Un contrôle,

réalisé à chaque station, consiste à mettre de l'eau filtrée à 0,2 µm, sans filtre, et réaliser un essai de réduction d'acétylène comme les autres échantillons.

Biomasse phytoplanctonique :

L'estimation de la biomasse phytoplanctonique a été effectuée par la mesure de la chlorophylle a avec la méthode de fluorimétrie avec acidification. Entre 100 et 2500 mL d'eau ont été filtrés sur un filtre Whatman GF/F (porosité nominale de 0,7 µm). Les pigments ont été extraits du filtre dans l'acétone entre 18 et 24 h puis analysés à bord à l'aide d'un fluoromètre Turner Designs 10-AU. L'abondance du picophytoplancton, du nanophytoplancton, des virus et des bactéries libres, et des flagellés hétérotrophes sera analysée par cytométrie en flux. À bord, 4 ml d'échantillon ont été mélangés avec du glutaraldéhyde à 25 % de grade I puis congelés à -80 °C jusqu'à l'analyse à l'ISMER. La composition taxonomique des algues sera déterminée par microscopie inversée. À bord, 200 ml d'échantillon ont été fixés avec du Lugol acide. L'analyse se fera aussi au laboratoire de Michel Gosselin à l'UQAR-ISMER.

Bactéries hydrocarbonoclastes :

Des échantillonnages d'eau de mer furent réalisés aux stations OSL19-03, OSL19-09 et OSL19-10 à différentes profondeurs à l'aide de la rosette. L'eau de mer récoltée fut ensuite transportée en laboratoire pour la réalisation de plusieurs manipulations. Premièrement, la fixation des bactéries (4,5 ml d'eau de mer) par 25 µL de glutaraldéhyde à 25 % dans des tubes de cryoconservation de 5 ml fut réalisée. Deuxièmement, une filtration de 1 L d'eau de mer sur un filtre gwpp de 47 mm et 0,2 µm ainsi qu'une seconde filtration d'un volume maximal fut réalisée. Ce volume fut limité par le volume d'eau échantillonnée à la rosette. L'ensemble des échantillons de ces trois manipulations furent conservés au congélateur à -80 °C pour des analyses au retour de la mission. Ces manipulations permettront de caractériser l'abondance totale et la diversité microbienne.

Pour les stations OSL19-09 et OSL19-10, respectivement au large de Rimouski et de Matane, les échantillons d'eau de mer (30 ml) furent incubés avec du pétrole en plus des manipulations de filtration. Les incubations eurent lieu dans des tubes Falcon de 50 ml «pré-contaminés» par le pétrole Cold Lake Dilbit Blend pour des périodes de 24 h, 7 jours et 15 jours à une température de 4 °C. Une fois l'incubation terminée, une extraction de la matière organique fut effectuée par la méthode d'extraction en phase solide (SPE) à l'aide de cartouches SPE C-18 (Supelco, 6cc). Les cartouches ont été préservées au congélateur à -20 °C pour des analyses au retour de la mission. Ces manipulations permettront de déterminer le taux de biodégradation du pétrole.

Nutriments inorganiques :

Des échantillons d'éléments nutritifs inorganiques (nitrites, nitrates, orthophosphates et acide orthosilicique) ont été prélevés à toutes les stations (Tableau 11) afin d'établir des profils verticaux détaillés. Les échantillons ont été conservés à 4 °C dans l'obscurité et analysés en quelques heures pour déterminer la présence de nitrates, nitrites, orthophosphates et acides orthosiliciques à l'aide d'un Bran+Luebbe AutoAnalyzer 3 en utilisant les méthodes colorimétriques standard adaptées à l'analyseur (Grasshoff et al.

1999). Des échantillons supplémentaires d'ammonium, d'urée et de phosphate organique dissous (DOP) ont également été recueillis à toutes les stations et à toutes les profondeurs. Les échantillons d'ammonium et d'urée ont été analysés à bord par fluorimétrie (Holmes et al. 1999) puis par spectrophotométrie. Les échantillons de DOP ont été congelés immédiatement après la collecte et seront extraits (Valderrama 1981), puis analysés par colorimétrie au laboratoire de Jean-Éric Tremblay à l'Université Laval.

Pour les échantillons de surface, des filtrations supplémentaires ont été effectuées afin d'accéder au phosphate organique particulaire (POP), à la silice biogénique (BSi), au carbone organique particulaire (POC), à l'azote particulaire et à l'abondance naturelle de matière particulaire.

Pour déterminer les taux d'absorption de nitrates, d'ammonium et d'urée et la production primaire, des échantillons d'eau de profondeurs optiques (50 %, 15 % et 1 %) ont été incubés avec des traceurs ^{15}N et ^{13}C . Un disque de secchi a été utilisé pour déterminer les profondeurs correspondant aux intensités lumineuses de la zone photique. Les bouteilles ont ensuite été incubées pendant 24 h en utilisant des incubateurs à lumière et à température contrôlée. Après 24 h, les incubations ont été terminées par filtration sur des filtres GF/F préalablement brûlés puis stockées pour des analyses ultérieures. Les rapports isotopiques de l'azote et du carbone de tous les filtres GF/F seront analysés plus tard par spectrométrie de masse.

«Video plankton recorder» :

Un enregistreur vidéo de plancton (VPR) est un système de microscope vidéo sous-marin remorqué, qui photographie du plancton de petite taille. Un VPR comprend principalement des caméras (avec optique grossissante) et un stroboscope. Aucune calibration n'est nécessaire. Le VPR utilisé dans la mission comprend aussi un CTD Seabird FastCat49, un FLTNU Puck sensor et une cage de protection. Malheureusement, un bris de la lumière stroboscopique l'a empêché de bien fonctionner durant la mission.

Sonar multifaisceaux :

Le NGCC Amundsen est équipé d'un sonar bathymétrique Kongsberg EM302 opéré avec le logiciel Seafloor Information System (SIS). Les corrections d'attitude proviennent de la centrale de navigation inertielle Applanix POSMV. Des corrections de positionnement (RTCM) sont fournies par un récepteur dGNSS CNAV-3050. Les précisions de positionnement planimétriques sont de l'ordre de $< 0,6$ m et de $< 1,0$ m en altimétrie. La formation des voies acoustiques à la tête du transducteur est basée sur les valeurs de vitesse de surface d'une sonde AML-SVS. Les données bathymétriques sont corrigées pour la vitesse du son dans l'eau à partir des données récoltées par le CTD-rosette.

Sonar profileur de sédiment :

Les profils acoustiques de sous-surface ont été récoltés avec l'échosondeur Knudsen 3260 opéré à une fréquence de 3,5 kHz. Le contrôle du sondeur se fait avec le logiciel SounderSuite EchoControl. Des valeurs standards et constantes de gain, de puissance et de vitesse du son ont été utilisées.

Caméra sous-marine appâtée :

Le système est composé d'une cage lestée avec du plomb, un appât (calmar), deux lumières et deux caissons contenant chacune une caméra GoPro reliée à un «battery pack» pour avoir une bonne autonomie malgré les eaux froides de l'EGSL. La cage est ensuite reliée à deux bouées rigides, eux — mêmes reliées à une corde flottante de 215 m, au bout de laquelle deux bouées de surfaces sont attachées et reliées à un anneau de corde pour pouvoir récupérer le système avec un grappin, une fois mis à l'eau.

Filets à plancton :

Quatre types de filets ont été utilisés.

- 1) Le premier filet, de type Jacknet, a un diamètre de 1 m, des mailles de 200 μm et muni d'une lumière stroboscopique a été utilisé pour capturer le mésozooplancton, les mysidacés et le krill dans toute la colonne d'eau (Figure 6).
- 2) L'autre filet, plus petit (0,5 m de diamètre), sans lumière stroboscopique et possédant une taille de maille de 63 μm a servi à échantillonner le microzooplancton (jeunes stades de vie du méro- et holoplancton) présent dans les 50 premiers mètres de la colonne d'eau. Chaque filet vertical a été déployé avec deux dépresseurs.
- 3) L'échantillonnage de dinoflagellés a été réalisé avec un filet à plancton de 20 μm (Figure 7). À chaque station, un poids est attaché au filet qui est descendu verticalement jusqu'à la profondeur souhaitée. Après une minute, le filet est remonté avec une vitesse de 30 m/min. Une fois sur le pont, le filet est rincé de l'extérieur du haut vers le bas avec l'eau de la station pour s'assurer que tous les organismes tombent dans le godet. Ce dernier est rincé avec de l'eau filtrée à 20 μm de la station pour éviter la contamination. Le concentré d'organismes est transféré dans des bouteilles, conservé avec une solution de formaldéhyde et mis dans le réfrigérateur du laboratoire de géologie paléontologie à 4°C.



Figure 6. Filet de type Jacknet
© Gesche Winkler



Figure 7. Déploiement et récupération du filet à plancton © Safouane Khamassi.

- 4) De plus, nous avons échantillonné avec un filet d'un mètre de diamètre et un vide de maille de 333 μm , permettant de cibler le macro-zooplancton. Le filet était déployé à l'oblique avec un détendeur à l'avant pour qu'il demeure à l'horizontale lors de la trainée (voir Figure 8). Il était descendu dans l'eau jusqu'à environ 15 m du fond à une vitesse de 50 m/minute, avec le bateau à une vitesse de 1 à 2 nœuds, permettant d'obtenir un angle d'environ 45° par rapport à la verticale. La remontée s'effectuait immédiatement après avoir atteint la profondeur voulue à une vitesse de 20 m/minute afin d'éviter la compression et l'endommagement des organismes dans le godet situé à l'arrière du filet et collectant les organismes. À l'arrivée du filet sur le pont, il était arrosé délicatement avec le boyau d'arrosage ou des flacons laveur contenant de l'eau de mer pour que tout le matériel filtré se retrouve dans le godet. Le godet était alors dévissé et récupéré pour l'apporter

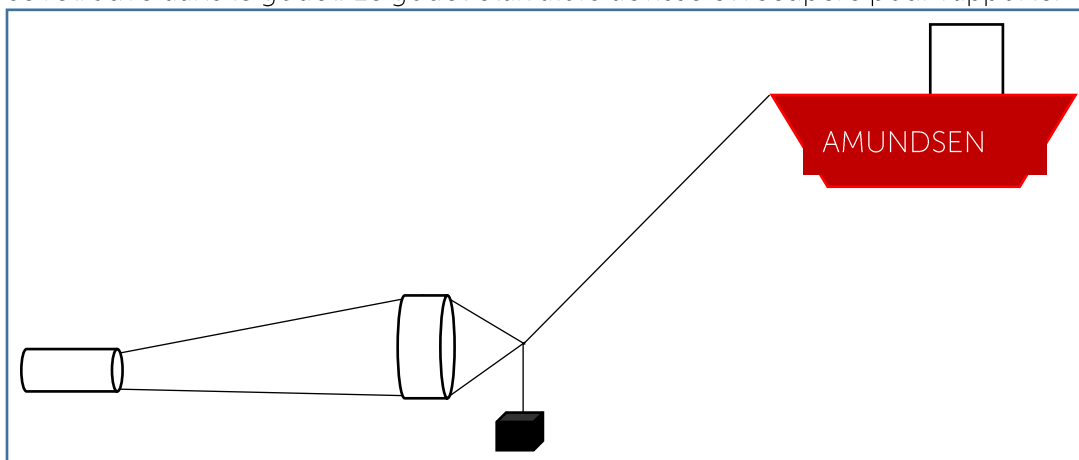


Figure 8. Schéma du déploiement du filet oblique. © Christophe Anderson

au laboratoire, où le tri de l'échantillon s'effectuait. La Figure 9 montre un aperçu des échantillons collectés aux stations OSL-04, OSL-05 et OSL-06.



Figure 9. Échantillons collectés aux stations OSL-04, OSL-05 et OSL-06. © Gesche Winkler

Drone :

Le DJI Mavic 2 Pro est un aéronef léger (915 g) muni d'une caméra Hasselblad 4K 20 Gp sur cardan (gimbal). Il est muni d'un système de vision, d'un système de détection infrarouge et d'un système de navigation GPS. Le drone transmet le signal vidéo au



Figure 10. Décollage du drone à partir du pont d'envol à la station OSL19-11. © Alexis Riopel

contrôleur sur une distance maximale de 8 km et opère aux fréquences 2,4 GHz et 5,8 GHz (sélection automatique du canal sans latence).

Lors de la mission, une équipe composée de quatre personnes, soit un pilote, un assistant pour le contact visuel, un assistant pour la communication avec la timonerie et un assistant pour la sécurité sur le pont d'envol, effectuait des manipulations à chaque station où les conditions météorologiques permettaient le déploiement du drone (Figure 10). Aux stations OSL19-04, OSL19-10 et OSL19-11, des vols ont été effectués dans l'objectif de cartographier la zone marginale afin d'obtenir de l'information sur la distribution de la taille des fragments de glace de mer (floes) qui la compose. À la station OSL19-12, la fracture d'un floe de grande taille par la vague du bateau a été captée en vidéo par le drone. Des mesures d'épaisseur de la glace ont été effectuées à chaque station où le drone a été déployé.

Analyseur de taille de particules :

Les 200 premiers mètres de la colonne d'eau de l'EGSL ont été échantillonnés à différentes profondeurs afin de déterminer la distribution verticale et horizontale des tailles des particules en suspension. Pour ce faire, 500 ml d'eau prélevée dans la colonne d'eau grâce à la rosette est insérée dans une chambre de l'appareil Sequoia LISST-100X permettant de mesurer les différents spectres de tailles des particules (Figure 11). Une feuille d'aluminium est déposée où l'emplacement de la chambre afin de minimiser l'entrée de lumière lors de la récolte des données par l'appareil. Le LISST-100X fait la moyenne de 10 mesures prises à chaque seconde, et ce, pendant 1 minute. Par la suite, le logiciel LISST-SOP compris avec l'instrument permet d'analyser les données et de classer les particules en 32 gammes de tailles allant de 1,25 à 250 μm .

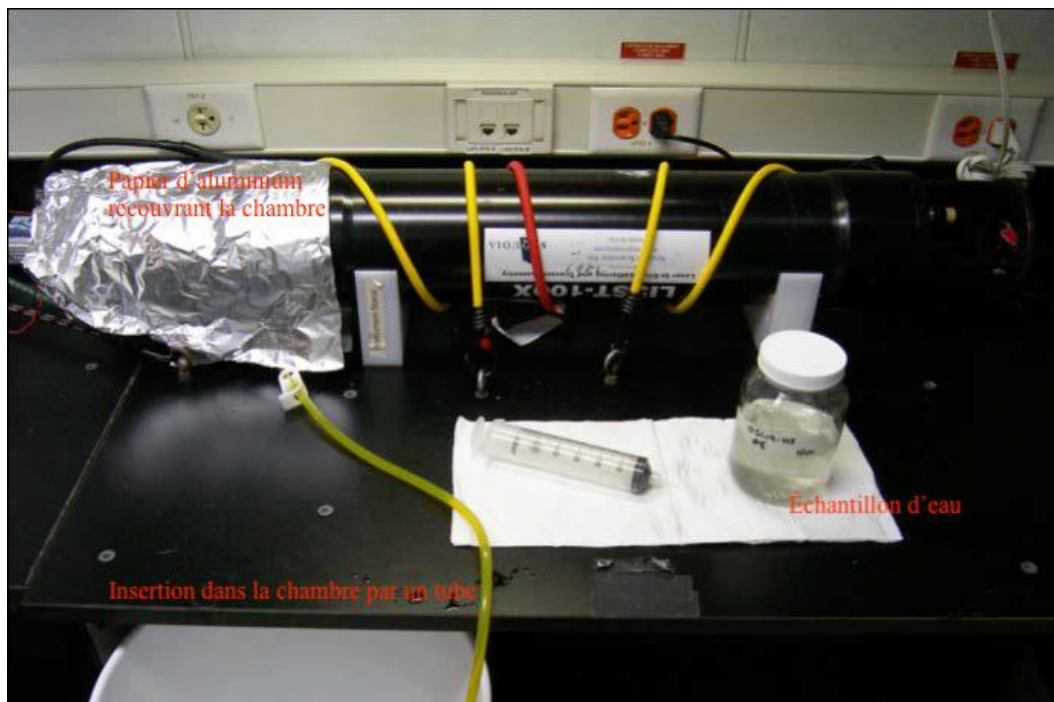


Figure 11. Mise en place de l'instrument LISST-100X. © Anne-Sophie Fabris

Benne Van Veen et carottier à boîte :

La benne Van Veen est un instrument à déploiement rapide permettant la récupération des sédiments de surface (0,6 m³). Tandis que le carottier à boîte (BC) permet de recueillir avec peu de perturbation des sédiments à l'interface eau/sédiment d'une superficie de 50 cm x 50 cm (Figure 12). Lorsque le volume de sédiments était suffisant (ce qui était le cas pour la plupart des déploiements), deux «push cores» (tubes en PVC de 10 cm de diamètre et ~60 cm de longueur) ont été prélevés dans chaque boîte en utilisant une pompe à vide pour réduire la compression du sédiment. L'interface eau/sédiment de chaque station a été sous-échantillonnée dans un sac Ziploc pour l'identification ultérieure de microfossiles, notamment de kystes dinoflagellés, ainsi que pour les analyses de granulométrie, minéralogie, géochimie et propriétés magnétiques. Chaque échantillon de «push cores» et de sédiment de surface a été stocké dans une chambre froide à 4 °C. Pendant l'expédition, le carottier à boîte a été déployé cinq fois et la benne a été déployée sur cinq stations.

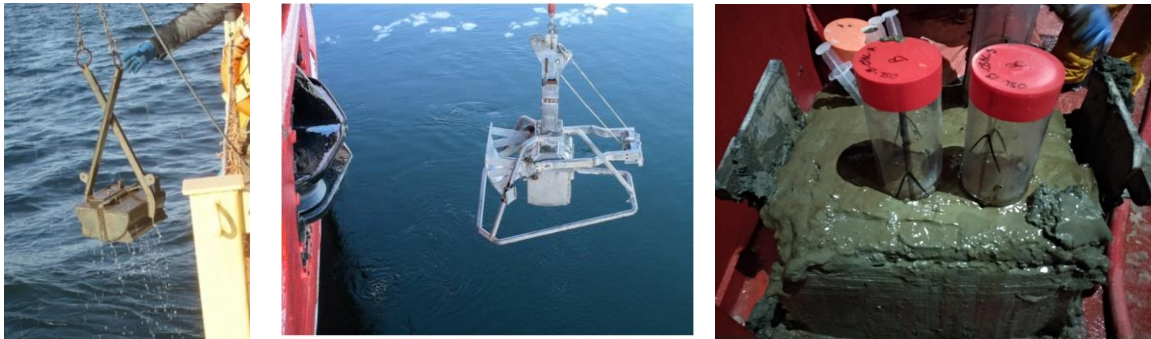


Figure 12. Récupération d'une benne Van Veen (gauche) et d'un carottier à boîte (centre), ainsi que deux «push cores» dans la boîte ouverte, avant l'extraction (droite). © Fatma Dhifallah

Carottier à gravité :

Le carottier à gravité (GC) a une longueur de récupération maximale de ~2,80 m et est muni d'un core catcher et d'un poids de 300 lb (136 kg). Le core catcher maintient le sédiment dans le carottier lorsque celui-ci est tiré vers le haut depuis le fond marin. La vitesse du treuil pendant le déploiement varie entre 25 à 40 mètres par minute, selon la composition du fond marin (ex., sable, argiles). Pendant la mission, le carottier à gravité a été déployé deux fois (Figure 13).



Figure 13. Récupération d'un carottier à gravité (à gauche) et manipulation des carottes dans le laboratoire de géologie du navire (à droite) © Jean-Carlos Montero-Serrano.

Échantillonnage de glace de mer :

L'échantillonnage des plaques de glace de mer a été effectué à partir d'une « cage » abaissée du pont et maintenue suspendue sur la zone d'échantillonnage, ou bien déposée légèrement sur la plaque de glace (Figure 14). Les échantillons de glace de mer chargés de sédiments ont été stockés dans des chaudières en PVC.



Figure 14. Récupération des blocs de glace de mer chargée de sédiments à partir de la cage © Safouane Khamassi.

Localisation des stations

Tableau 3. Coordonnées des stations échantillonnées lors de la mission MOH2019

OSL stations	Date	Heure UTC	Lat. (N)	Long. (W)
OSL19-01	03/02/2019	6:54	46°49.870	071°10.967
OSL19-02	03/02/2019	10:25	47°02.600	070°45.223
OSL19-03	03/02/2019	15:28	47°18.340	070°31.848
OSL19-04	04/02/2019	5:38	47°44.567	069°53.755
OSL19-05	04/02/2019	8:29	47°55.803	069°46.288
OSL19-06	04/02/2019	14:19	48°10.195	069°29.380
OSL19-10	05-06/02/2019	10:46	49°00.020	067°38.189
OSL19-10-Glace	06/02/2019	8:43	48°54.229	067°35.016
OSL19-10-Carottier à boîte	06/02/2019	12:30	48°59.242	067°39.511
OSL19-11	06/02/2019	16:17	49°09.357	067°10.026
OSL19-12	07/02/2019	6:26	49°31.769	066°11.733
OSL19-09	12/02/2019	18:53	48°40.612	068°35.535
OSL19-09bis	12-13/02/2019	20:00	48°54.587	068°02.609

Mesures et analyses à bord - Sommaire des résultats par station

Description des stations

Station OSL19-01 :

CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 45.9, 25, 10 et surface.

Filets : 200 et 63 microns

Benne Van Veen (01BV) : Pas de matériel récupéré

Station OSL19-02 :

CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 9.9 et surface.

Filets : 200 et 63 microns

Benne Van Veen (02BV) : Pas de matériel récupéré

Station OSL19-03 :

CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 16.5, 9.9 et surface (2.5 m).

Filets : 200 et 63 microns

Benne Van Veen (03BV)
Essai du drone en mode manuel.

Station OSL19-04 :
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 133, 101, 75, 49, 25, 9.8 et surface (2.6 m).
Filets : 200, 63 et 20 microns
Benne Van Veen (04BV)
Drone déployé avec succès durant 14 minutes.

Station OSL19-05 :
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 103, 98, 76, 54, 25.6, 10.5 et surface (3 m).
Filets : 200, 63 et 20 microns
Déploiement du video plankton recorder – quelques minutes
Benne Van Veen (05BV) : roche + coquille
Échantillonnage de glace de mer (01G).

Station OSL19-06 :
Caméra vidéo stéréoscopique appâtée déployée : ~10 min d'enregistrement.
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 205, 200, 175, 150, 124.6, 100, 75, 50, 25, 9.9 et surface (2.8 m).
Filets : 200, 63, 33 et 20 microns
Carottier à boîte (01BC)
Dernière tentative d'utilisation de la sonde pCO₂.

Station OSL19-10-basics :
Multifaisceaux
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 285, 250, 200, 173.8, 150, 126, 100.5, 75, 51.6, 24.7, 10 et surface (2.6 m).
Filet : 20 microns

Station OSL19-10 méthane:
Multifaisceaux
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 290, 285, 281, 247.9, 270.8, 260, 249.7, 201, 149.3, 126.8, 98.5, 90.5, 79.7, 70, 60, 50, 38, 30, 24.7, 9.8, et surface (3.4 m)

Station OSL19-10 – carottier à boîte et glace:
Déploiement du drone à Matane
Échantillonnage de glace de mer (02G-A et 02G-B)
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 285.8, 200 et surface (2.79 m)
Filets : 200 et 63 microns
Carottier à boîte (02BC)

Station OSL19-11 :
Échantillonnage de glace de mer au large de Les Méchins (03G-A et 03G-B)
Déploiement du drone
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 315.6, 250, 200, 150, 99.6, 74, 49.8, 25, 9.44 et surface (3 m)
Filet : Plancton : 20 µm sur 100 m
Filets Zooplancton : 200 et 63 microns

Video Plaktonton recorder
Carottiers à gravité (01GC) et à boîte (03BC)

Station OSL19-12 :
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 320, 299.8, 249.9, 200, 149.7, 99.8, 74.5, 50, 24.7, 9.4 et surface (2.7 m).
Filet : Plancton : 20 µm sur 100 m
Filets Zooplancton : 333, 200 et 63 microns
Déploiement du drone
Échantillonnage de glace de mer (04G)

Station OSL19-09 :
CTD-Rosette – profondeurs en mètres (m) : 326, 249, 200, 149.8, 100, 74.6, 50, 24.9, 9.7 et surface (2.9 m).
Filet : Plancton : 20 microns sur 100 m
Filets Zooplancton : 200 et 63 microns
Carottier à boîte (04BC)

Station OSL19-09bis
Carottiers à gravité (02GC) et à boîte (05BC)
Échantillonnage de glace de mer (05G)
Déploiement de la caméra vidéo stéréoscopique appâtée (48° 51.189N, 67° 41.143W)

Métadonnées

Équipe d'Alfonso Mucci (responsables à bord : Olivier Sulpis et Mathilde Jutras) :

Tableau 4. Échantillonnage de l'oxygène

Stations	Profondeur (m)	Oxygène Winkler (µmol/kg)	Oxygène Sonde (µmol/kg)
OSL19-05	103	Inutilisable (solution alcaline corrompue)	
	10	Inutilisable (solution alcaline corrompue)	
	3	Inutilisable (solution alcaline corrompue)	
OSL19-06	204	67.6	60.6
	175	64.6	62.1
	125	91.1	86.6
	3	307.4	296.6
OSL19-10-a (rosette)	284	70.5	59.4
	173	83.8	83.7
	150	103.3	97.5
	125	139.9	134.5
	100	205.0	190.1
	75	293.8	283.1
	10	343.1	329.9
OSL19-10-b (box core)	290	61.1	59.2
OSL19-11	300	68.3	63.2
	250	64.8	56.7
	100	196.1	194.6
	50	349.2	339.5
OSL19-12	99	142.2	135.3
	74	175.9	172.2
	50	Erronée	266.6
OSL19-09	50	277.0	270.2

Tableau 5. Échantillonnage du pH, de l'alcalinité, du $\delta^{18}\text{O}$ et du ^{13}C .

	Stations									
	OSL19-01	OSL19-02	OSL19-03	OSL19-04	OSL19-05	OSL19-06	OSL19-09	OSL19-10	OSL19-11	OSL19-12
Sampled depths	bot	bot	bot	bot	bot	bot	bot	bot	bot	bot
	25	10	10	125	100	200	250	250	250	250
	10	3	3	100	75	150	150	200	200	200
	3			75	50	100	25	150	150	150
				50	25	75	3	100	100	100
				25	10	50		75	75	75
				10	3	25		50	50	50
				3		10		25	25	25
						3		10	10	10
								3	3	3

Équipe de Gwenaëlle Chaillou (responsables à bord : Joannie Cool et Anne-Josée Hébert) :

Tableau 6. Échantillonnage pour la matière organique dissoute colorée (CDOM), du carbone organique dissout ($\delta^{13}\text{C}$ -DOC) et les processus de diagenèse précoce dans les sédiments.

Station	Date	Heure (UTC)	Latitude (°N)	Longitude (°W)	Profondeur (m)	Profondeur ech (m)	# bouteille Niskin	Rosette			Boxcore			
								DOC (TDN)	DOC ($\delta^{13}\text{C}$)	CDOM	Eaux porales			Microprofil O ₂
											Nutriments	Métaux	Porosité	
OSL19-01	03-févr-19	11:30	49°49,918	71°10,932	57	2,3	18	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-01	03-févr-19	11:30	49°49,918	71°10,932	57	45,9	1	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-02	03-févr-19	15:26	47°2,468	70°45,434	17	2,9	15	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-02	03-févr-19	15:26	47°2,468	70°45,434	17	9,9	7	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-03	03-févr-19	20:39	41°18,418	70°31,792	21	2,9	15	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-03	03-févr-19	20:39	41°18,418	70°31,792	21	16,5	1	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-04	04-févr-19	10:39	47°44,580	69°53,770	138	Surface	18	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-04	04-févr-19	10:39	47°44,580	69°53,770	138	100	5	2	2	1				
OSL19-04	04-févr-19	10:39	47°44,580	69°53,770	138	Fond	1	2	2	1				
OSL19-05	04-févr-19	13:29	47°55,822	69°46,277	115	3	18	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-05	04-févr-19	13:29	47°55,822	69°46,277	115	98	4	2	2	1				
OSL19-05	04-févr-19	13:29	47°55,822	69°46,277	115	103	1	2	2	1				
OSL19-06	04-févr-19	19:22	48°10,166	69°29,363	222	2,8	20	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-06	04-févr-19	19:22	48°10,166	69°29,363	222	100	9	2	2	1				
OSL19-06	04-févr-19	19:22	48°10,166	69°29,363	222	200	1	2	2	1				
OSL19-10	05-févr-19	16:12	49°0,024	67°37,400	295	2,6	19	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-10	05-févr-19	16:12	49°0,024	67°37,400	295	100,5	8	2	2	1				
OSL19-10	06-févr-19	16:12	49°0,024	67°37,400	295	200	4	2	2	1				

OSL19-10	07-févr-19	16:12	49°0,024	67°37,400	295	285	1	4	2	1				
OSL19-10BC	06-févr-19	15:48	49°0,002	67°38,195	295	285,8	1	—	—	—	44	6	6	Oui
OSL19-11	06-févr-19	21:19	49°9,360	67°10,027	326	Surface	19	2	2	1	42	—	6	Oui
OSL19-11	06-févr-19	21:19	49°9,360	67°10,027	326	100	7	2	2	1				
OSL19-11	06-févr-19	21:19	49°9,360	67°10,027	326	200	5	2	2	1				
OSL19-11	06-févr-19	21:19	49°9,360	67°10,027	326	Fond	1	2	2	1				
OSL19-12	07-févr-19	11:27	49°31,770	66°11,732	331	Surface	22	2	2	1	—	—	—	—
OSL19-12	07-févr-19	11:27	49°31,770	66°11,732	331	100	8	2	2	1				
OSL19-12	07-févr-19	11:27	49°31,770	66°11,732	331	200	6	2	2	1				
OSL19-12	07-févr-19	11:27	49°31,770	66°11,732	331	Fond	1	4	2	1				
OSL19-09	12-févr-19	00:13	48°40,626	68°35,504	335	Surface	19	2	2	1	36	—	6	Oui
OSL19-09	12-févr-19	00:13	48°40,626	68°35,504	335	100	7	2	2	1				
OSL19-09	12-févr-19	00:13	48°40,626	68°35,504	335	200	5	2	2	1				
OSL19-09	12-févr-19	00:13	48°40,626	68°35,504	335	Fond	2	2	2	1				

Équipe de Karine Lemarchand et Richard Saint-Louis (responsable à bord : Marie-Ève Lamarre):

Tableau 7. Stations réalisées pour les analyses bactériennes

Stations	Emplacement	Profondeur (m)	Objectifs associés	Date et Heure
OSL19-03	Isles-aux-Coudres	10 / 60	Analyses bactériennes	3 février 2019 15h20
OSL19-09	Rimouski	10 / 200 / 326	Analyses bactériennes Biodégradation	12 février 2019 20h30
OSL19-10	Matane	25 / 260 / 290	Analyses bactériennes Biodégradation	5 février 2019 18h00

Tableau 8. Volume filtré lors de la seconde filtration aux différentes stations pour les analyses bactériennes

Stations	Emplacement	Profondeurs (m)	Volume filtré (L)
OSL19-03	Isles-aux-Coudres	10	1
		60	1
		10	3
OSL19-09	Rimouski	200	3,100
		326	3,360
		25	3,350
OSL19-10	Matane	260	3,100
		290	3,350

Équipe de Sébastien Sauvé (responsable à bord : Jean-Christophe Picard) :

Tableau 9. Caractéristiques des stations d'échantillonnage pour l'analyse des différents contaminants émergents

Numéro de la station	Nom de la station	Profondeur de l'eau échantillonnée (m)	Latitude	Longitude
OSL19-01	Québec	2,3	46°49,870 N	71°10'967 O
OSL19-02	Île d'Orléans	2,9	47°02,667 N	70°45,223 O
OSL19-03	Baie St-Paul	2,9	47°18,125 N	70°31,992 O
OSL19-04	Charlevoix / Kamouraska	2,6	47°44,964 N	69°53,253 O
OSL19-05	Charlevoix / Cacouna	3,0	47°56,770 N	69°45,639 O
OSL19-06	Tadoussac	2,8	48°09,812 N	69°29,424 O
OSL19-09	Rimouski	2,9	48°40,626 N	68°35,504 O
OSL19-10	Matane	2,6	48°59,552 N	67°38'313 O
OSL19-11	Les Méchins	3,0	49°09,467 N	67°10,182 O
OSL19-12	La Martre	2,7	49°31'843 N	66°11,538 O

Équipe de Huixiang Xie (responsable à bord : Yijie Li) :

Tableau 10. Stations d'échantillonnages pour les analyses de méthane.

Station	Depth (m)	Assignment
P01	0	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry, Isotope
	25	[CH ₄]
	45.9	[CH ₄]
P02	0.8	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry
P03	2.9	[CH ₄]

	10	[CH ₄]; Photochemistry
	16.5	[CH ₄]
P04	2	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry
	25	[CH ₄]
	50	[CH ₄]
	75	[CH ₄]
	100	[CH ₄]
	134	[CH ₄]
P05	3	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry
	25	[CH ₄]
	50	[CH ₄]
	75	[CH ₄]
	100	[CH ₄]
	103	[CH ₄]
P06	2.8	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry
	25	[CH ₄]
	50	[CH ₄]
	75	[CH ₄]
	100	[CH ₄]
	150	[CH ₄]
	205	[CH ₄]
P09	2	[CH ₄]
	10	[CH ₄]
	25	[CH ₄]
	50	[CH ₄]
	100	[CH ₄]
	150	[CH ₄]
	200	[CH ₄]
	250	[CH ₄]; Photochemistry
	326	[CH ₄]; Photochemistry

Pockmark	2	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry; Isotope
	25	[CH ₄]
	30	[CH ₄]
	40	[CH ₄]
	50	[CH ₄]
	60	[CH ₄]
	70	[CH ₄]
	80	[CH ₄]
	90	[CH ₄]
	100	[CH ₄]; Isotope
	125	[CH ₄]

	150	[CH ₄]
	200	[CH ₄]
	250	[CH ₄]
	260	[CH ₄]
	270	[CH ₄]
	275	[CH ₄]
	280	[CH ₄]
	285	[CH ₄]
	291	[CH ₄]; Isotope
P11	3	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry
	25	[CH ₄]
	50	[CH ₄]
	75	[CH ₄]
	100	[CH ₄]
	150	[CH ₄]
	200	[CH ₄]
	250	[CH ₄]
	315	[CH ₄]
P12	2.7	[CH ₄]
	10	[CH ₄]; Photochemistry
	25	[CH ₄]
	50	[CH ₄]
	75	[CH ₄]
	100	[CH ₄]
	150	[CH ₄]
	200	[CH ₄]
	250	[CH ₄]
	320	[CH ₄]

Tableau 11. Stations d'échantillonnages pour les analyses des éléments nutritifs

Stations	Date	Depth	Nut s	NH ₄	Urea	DO P	Ab.Nat .	PO P	Bsi	POC/PO N	Uptake
OSL19-01	2018-02-03	surf	x	x	x	x	x	x	x	X	x
		10	x	x	x	x					
		25	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					
OSL19-02	2018-02-03	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	
		10	x	x	x	x					
OSL19-03	2018-02-03	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	
		10	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					
OSL19-04	2018-02-04	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		10	x	x	x	x					
		25	x	x	x	x					
		50	x	x	x	x					
		75	x	x	x	x					
		100	x	x	x	x					
		125	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					
OSL19-05	2018-02-04	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	
		10	x	x	x	x					
		25	x	x	x	x					
		50	x	x	x	x					
		75	x	x	x	x					
		100	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					
OSL19-06	2018-02-04	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	
		10	x	x	x	x					
		25	x	x	x	x					
		50	x	x	x	x					
		75	x	x	x	x					
		100	x	x	x	x					
		125	x	x	x	x					
		150	x	x	x	x					
		175	x	x	x	x					
		200	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					
OSL19-10	2018-02-05	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		10	x	x	x	x		x	x	x	
		25	x	x	x	x					
		50	x	x	x	x					
		75	x	x	x	x					
		100	x	x	x	x					
		125	x	x	x	x					

		150	x	x	x	x					
		175	x	x	x	x					
		200	x	x	x	x					
		250	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					
OSL19-11	2018-02-06	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		10	x	x	x	x		x	x	x	
		25	x	x	x	x		x	x	x	
		50	x	x	x	x					
		75	x	x	x	x					
		100	x	x	x	x					
		125	x	x	x	x					
		150	x	x	x	x					
		175	x	x	x	x					
		200	x	x	x	x					
		250	x	x	x	x					
		300	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					
OSL19-12	2018-02-07	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	
		10	x	x							
		25	x	x							
		50	x	x							
		75	x	x							
		100	x	x							
		150	x	x							
		200	x	x							
		250	x	x							
		300	x	x							
		bot	x	x							
OSL19-09	2018-02-12	surf	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		10	x	x	x	x					
		25	x	x	x	x					
		50	x	x	x	x					
		75	x	x	x	x					
		100	x	x	x	x					
		150	x	x	x	x					
		200	x	x	x	x					
		250	x	x	x	x					
		bot	x	x	x	x					

Équipe de Dany Dumont (responsable à bord : Elie Dumas-Lefebvre) :

Tableau 12. Informations et conditions météorologiques des stations où le drone a été déployé.

Stations	Date (jj-mm)	Tair (°C)	c	Vent (°, kn)	Latitude (N)	Longitude (W)	Durée (min)
OSL19-04	04-02	-3.0	4/10	(201, 9)	47° 47,214'	69° 51,222'	14
OSL19-101	06-02	-10.6	8/10	(020, 11)	48° 54,229'	67° 35,016'	11
OSL19-102	06-02	-10.6	8/10	(030, 7)	48° 54,266'	67° 35,006'	9
OSL19-11	06-02	-10.5	9/10	(160, 2)	49° 09,342'	67° 10,022'	15
OSL19-12	07-02	-7.2	8/10	(020, 6)	49° 32,967'	66° 09,188'	9
PM	12-02	-13.6	10/10	(210, 10)	48° 51,9'	67° 35,3'	16

Tableau 13. Informations sur les mesures d'épaisseur de la glace.

Station s	Date	Nouvelle (cm)	Bloc (cm)	Floe complet (cm)	Latitude (N)	Longitude (W)
1G	04-02	N/A	N/A	27	47° 56' 22"	69° 45' 15"
2G	06-02	4	8	N/A	48° 54' 23"	67° 35' 02"
3G	06-02	5	30	140	49° 09' 04"	67° 12' 03"
4G	07-02	3	30	140	49° 32' 16"	66° 10' 30"
5G	13-02	N/A	25	30	48° 51' 04"	67° 57' 24"

Équipe de Jean-Carlos Montero Serrano et Guillaume St-Onge (responsables à bord : Jean-Carlos Montero-Serrano, Pascal Rioux, Quentin Beauvais, Fatma Dhifallah, Anne-Sophie Fabris) :

Tableau 14. Matériel particulaire en suspension (MPS) récolté durant la mission.

OSL station	Date	Heure UTC	Lat. (N)	Long. (W)	Couche de Surface (m)	Volume filtré (L)	Nombre de filtre
1	03/02/2019	6:54	46°49.870	071°10.967	10	50	3
P2	03/02/2019	10:25	47°02.600	070°45.223	10	30	3
P3	03/02/2019	15:28	47°18.340	070°31.848	10	50	3
P4	04/02/2019	5:38	47°44.567	069°53.755	10	55	13
P5	04/02/2019	8:29	47°55.803	069°46.288	10	55	2
P6	04/02/2019	14:19	48°10.195	069°29.380	10	55	7
P10*	05/02/2019	10:46	49°00.020	062°38.189	10	60	9
P11**	06/02/2019	16:17	49°09.357	067°10.026	10	50	2
P12	07/02/2019	6:26	49°31.769	066°11.733	10	50	2
P9	12/02/2019	18:53	48°40.612	068°35.535	10	55	3

* Perte de quelques litres (système de filtration de Vincent)

** Filtre 11B a été retrouvé par terre lors du séchage

Tableau 15. Échantillons de glace de mer chargée de sédiments (GL), benne Van Veen (BV), carottier à boîte (BC), et carottier à gravité (GC) récoltés durant la mission.

OSL station	Date (d/m/y)	Heure (24 h)	Latitude (°N)	Longitude (°W)	Location	Profondeur (m)	Type d'échantillon	Identifiant UQAR- ISMER AMD19OSL-	A	Push cores length (cm) B C	Commentaires
P1	03/02/2019	7:58	46°50.068	71°10.456	Québec - Rivière Saint-Charles	38	BV	01BV			Sable, Glace 9+/10
P2	03/02/2019	11:42	47°02.504	70°45.445	Pointe Est de l'île d'Orléans	16	BV	Pas d'échantillon			Benne gelée, 3 essais non réussis, Glace 4/10
P3	03/02/2019	16:06	47°17.170	70°32.606	Baie Saint-Paul / petite rivière St-Francois	20	BV	03BV			Roche, 1 essai non réussi et 1 essai réussi, Glace 9/10
P4	04/02/2019	7:17	47°47.338	69°51.233	Charlevoix / Kamouraska	103	BV	04BV			Sable, 1 essai non réussi et 1 essai réussi, Glace 4/10
P5	04/02/2019	10:23	47°55.978	69°45.265	Charlevoix / Cacouna	94	BV	05BV			Roche + coquille, Glace 3/10
P5	04/02/2019	10:55	47°56.222	69°44.750	Charlevoix / Cacouna		GL	01G			Glace 3/10
P6	04/02/2019	17:19	48°10.214	69°29.731	Tadoussac / Laurentian channel head	211	BC	01BC	20		Sable, ziploc pour sédiment

												de surface, Glacé 0/10
P10	06/02/2019	8:43	48°54.229	67°35.016	Matane		GL	02G-A				Glacé 8/10
P10	06/02/2019	9:05	48°54.472	67°34.652	Matane		GL	02G-B				Glacé 8/10
P10	06/02/2019	12:30	48°59.242	67°39.511	Matane	294	BC	02BC	40.5	40.8		Ziploc pour sédiment de surface, Glacé 9/10
P11	06/02/2019	14:33	49°09.039	67°11.629	Les méchins		GL	03G-A				Glacé 9/10
P11	06/02/2019	15:39	49°09.486	67°12.197	Les méchins		GL	03G-B				Glacé 9/10
P11	06/02/2019	18:01	49°09.956	67°10.292	Les méchins	325	GC	01GC	152.5	82.1		Glacé 9/10
P11	06/02/2019	18:51	49°10.289	67°10.284	Les méchins	324	BC	03BC	43.8	43.9		Ziploc pour sédiment de surface, Glacé 9/10
P12	07/02/2019	9:08	49°32.156	66°10.297	La Martre		GL	04G				Glacé 8/10
P9	12/02/2019	21:12	48°40.289	68°35.096	Rimouski	333	BC	04BC				Glacé 7/10
P9bis	13/02/2019	9:48	48°54.587	68°02.609		310	GC	02GC				Glacé 4/10
P9bis	13/02/2019	10:19	48°55.051	68°02.741		311	BC	05BC				Glacé 4/10
P9bis	13/02/2019	11:52	48°50.641	67°57.241			GL	05G				Glacé 8/10

Équipe d'André Rochon (responsable à bord : Fatma Dhifallah) :

Tableau 16. Filets à plancton récoltés durant la mission.

OSL station s	Date	Heure UTC	Lat. (N)	Long. (W)	Zone	Profondeu r (m)	Temps de remontée (min)	Commentaires
P4	04/02/2019	6 h 20	47° 45'28	069° 52'64	Charlevoix/Kamouraska	91	nr	Beaucoup de courant (abondance peut être sous-estimée)
P5	04/02/2019	9 h	47° 55'38	069° 46'13	Charlevoix/Cacouna	90	3 h 21	
P6	04/02/2019	15 h	48° 10'46	069° 29'40	Tadoussac	100	3 h 12	
P10	05/02/2019	12 h	48° 59'38	067° 38'51	Matane	100	4	
P11	06/02/2019	17 h	49° 09.628	067° 10'209	Les Méchins	100	3 h 56	
P12	07/02/2019	7 h	49° 31'86	066° 11'453	La Martre	100	3 h 31	
P9	12/02/2019	19 h 39	48° 40'519	068° 35'266	Rimouski	100	3 h 27	

Équipe de Michel Gosselin (responsable à bord : Jade Paradis-Hautcoeur) :

Tableau 17. Échantillonnage des communautés phytoplanctoniques.

Nom stations	Nom stations Odyssée 2018	Cast	Date	Position (min)		Chl <i>a</i> ($\geq 0.7 \mu\text{m}$)	Taxo (lugol acide)	Cyto
				Lat (°N)	Long (°W)			
P01	Non faite	001	03/02/2019	46.8312	71.1828	x	x	x
P02	S02	002	03/02/2019	47.0445	70.7537	x	x	x
P03	SF1	003	03/02/2019	47.3021	70.5332	x	x	x
P04	S06	004	04/02/2019	47.7494	69.8876	x	x	x
P05	S07	005	04/02/2019	47.9462	69.7607	x	x	x
P06	000	006	04/02/2019	48.1635	69.4904	x	x	x
P10	S001C	008	05/02/2019	48.9925	67.6386	x	x	x
P11	S002	011	06/02/2019	48.9986	67.6387	x	x	x
P12	S002C	012	07/02/2019	49.1578	67.1697	x	x	x
P09	001*	013	12/02/2019	48.9986	67.6387	x	x	x

Tableau 18. Métadonnées des échantillons d'eau pour la MPS, MOP et analyses de lipides de la MOP

Mission	Station	Latitude (degrés décimaux)	Longitude (degrés décimaux)	Station depth (m)	Date	Profondeur (m)	Variable	Réplicats
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	A
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	B
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	C
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	D
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	45	MPS – POM – Iso	A
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	45	MPS – POM – Iso	B
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	45	MPS – POM – Iso	C
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	45	MPS – POM – Iso	D
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	45	Lipides	a
OSL2019	P01	46.8312	71.1828	59	03-02-19	45	Lipides	b
OSL2019	P02	47.0445	70.7537	17	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	A
OSL2019	P02	47.0445	70.7537	17	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	B
OSL2019	P02	47.0445	70.7537	17	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	C
OSL2019	P02	47.0445	70.7537	17	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	D
OSL2019	P02	47.0445	70.7537		03-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P02	47.0445	70.7537		03-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	A
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	B
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	C
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	10	MPS – POM – Iso	D
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	16,5	MPS – POM – Iso	A
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	16,5	MPS – POM – Iso	B
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	16,5	MPS – POM – Iso	C
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	16,5	MPS – POM – Iso	D
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	16,5	Lipides	a
OSL2019	P03	47.3021	70.5332	20	03-02-19	16,5	Lipides	b
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	10	MPS – POM – Iso	A
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	10	MPS – POM – Iso	B
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	10	MPS – POM – Iso	C
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	10	MPS – POM – Iso	D
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	133	MPS – POM – Iso	A
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	133	MPS – POM – Iso	B
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	133	MPS – POM – Iso	C
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	133	MPS – POM – Iso	D
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	133	Lipides	a

OSL2019	P04	47.7494	69.8876	144	04-02-19	133	Lipides	b
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	10	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	10	MPS — POM - Iso	B
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	10	MPS — POM — Iso	C
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	10	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	103	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	103	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	103	MPS — POM - Iso	C
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	103	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	103	Lipides	a
OSL2019	P05	47.9462	69.7607	118	04-02-19	103	Lipides	b
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	10	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	10	MPS — POM - Iso	B
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	10	MPS — POM — Iso	C
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	10	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	203	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	203	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	203	MPS — POM - Iso	C
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	203	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	203	Lipides	a
OSL2019	P06	48.1635	69.4904	205	04-02-19	203	Lipides	b
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	10	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	10	MPS — POM - Iso	B
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	10	MPS — POM — Iso	C
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	10	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	185	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	185	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	185	MPS — POM - Iso	C
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	185	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	185	Lipides	a
OSL2019	P10	48.9925	67.6386	295	05-02-19	185	Lipides	b
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	10	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	10	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	10	MPS — POM — Iso	C
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	10	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	285	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	285	MPS — POM - Iso	B
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	285	MPS — POM - Iso	C
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	285	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	285	Lipides	a
OSL2019	P10_BC	48.9986	67.6387	293	06-02-19	285	Lipides	b
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	10	MPS — POM - Iso	A

OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	10	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	10	MPS — POM — Iso	C
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	10	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	315	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	315	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	315	MPS — POM - Iso	C
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	315	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	315	Lipides	a
OSL2019	P11	49.1578	67.1697	325	06-02-19	315	Lipides	b
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	10	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	10	MPS — POM - Iso	B
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	10	MPS — POM — Iso	C
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	10	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	320	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	320	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	320	MPS — POM - Iso	C
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	320	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	320	Lipides	a
OSL2019	P12	49.5307	66.1923	330	07-02-19	320	Lipides	b
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	10	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	10	MPS — POM - Iso	B
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	10	MPS — POM — Iso	C
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	10	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	326	MPS — POM - Iso	A
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	326	MPS — POM — Iso	B
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	326	MPS — POM - Iso	C
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	326	MPS — POM - Iso	D
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	10	Lipides	a
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	10	Lipides	b
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	326	Lipides	a
OSL2019	P09	48.6771	68.5917	335	12-02-19	326	Lipides	b

Tableau 19. Métadonnées de l'échantillonnage du zooplancton

Mission: Odyssée Saint-Laurent Hiver 2019

Mission	Station	Latitude (degrés décimaux)	Longitude (degrés décimaux)	Station depth (m)	Date	Local time IN	Local time OUT	Vite sse DO WN	Vitesse UP	net type	profile (vertical ; oblique)	net diamete r (m)	mesh size (µm)	flow mete r start	flow meter end	depth net (m)	cable length (m)	angle (°)	filtered volume (m³)	filtered volume cylinder (m³)	varia ble	split	conservatio n	storag e	sorted specimen (n - species)	Notes
OSL2019	P01	46.8317	71.1792	51	03/02/2019	-	07:28	m/m	30 m/min	J	V	1	202	-	-	41	41	0	32.19	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi			(gelé), on a ajouté un 2e	
OSL2019	P01	46.8325	71.1773	49	03/02/2019	07:42	-	m/m	30 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	42	42	0	8.24	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi				
OSL2019	P02	47.0354	70.7631	16	03/02/2019	10:55	10:57	m/m	30 m/min	J	V	1	202	-	-	10	10	10	7.85	ZOO	0.50 Ethanol 95%	250ml			Up and down à la surface	
OSL2019	P02	47.0354	70.7631	16	03/02/2019	10:55	10:57	m/m	30 m/min	J	V	1	202	-	-	10	10	10	7.85	ZOO	0.50	-80 Ziploc				
OSL2019	P02	47.0458	70.7522	16	03/02/2019	-	11:16	m/m	30 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	10	10	0	1.96	ZOO	1.00 Ethanol 95%	250ml				
OSL2019	P03	47.2971	70.5367	20	03/02/2019	-	-	m/m	30 m/min	J	V	1	202	-	-	15	15	0	11.78	ZOO	0.50	-80 Ziploc	23 N. americana			
OSL2019	P03	47.2971	70.5367	20	03/02/2019	-	-	m/m	30 m/min	J	V	1	202	-	-	15	15	0	11.78	ZOO	0.50 Ethanol 95%	Pipi				
OSL2019	P03	47.2925	70.5392	20	03/02/2019	15:55	15:56	m/m 40 m/m	30 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	15	15	0	2.94	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi			3 N. americana 38 Mysis littoralis, 48 Thysanoessa raschii, 1 Pandalus montagui (jetée)	
OSL2019	P04	47.7657	69.8692	130	04/02/2019	06:33	06:40	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1375	113	123	25	167.30	96.56	ZOO	0.50 Ethanol 95%	Pipi			
OSL2019	P04	47.7657	69.8692	130	04/02/2019	06:33	06:40	m/m	40 m/min	J	V	1	202	0	1375	113	123	25	167.30	96.56	ZOO	0.50	-80 Ziploc			
OSL2019	P04	47.7761	69.8636	114	04/02/2019	06:47	06:55	m/m	40 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	49	50	10	9.81	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi				
OSL2019	P05	47.9288	69.7752	111	04/02/2019	09:22	-	m/m	40 m/min	J	V	1	202	0	1880	94	95	10	228.75	74.58	ZOO	0.50 Ethanol 95%	Pipi			
OSL2019	P05	47.9288	69.7752	111	04/02/2019	09:22	-	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1880	94	95	10	228.75	74.58	ZOO	0.50	-80 Ziploc	1 amphipode (etOH 95%) 8 Mysis sp., 20 Thysanoessa sp.		
OSL2019	P05	47.9332	69.7746	100	04/02/2019	09:37	-	m/m	40 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	50	50	0	9.81	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi				
OSL2019	P06	48.1717	69.4905	211	04/02/2019	15:16	-	in	40 m/min	J	V	1	202	0	2360	200	200	0	287.15	157.00	ZOO	1.00 Ethanol 95%	1L		14 Boreomysis arctica, 2 Meganyctiphanes norvegica	
OSL2019	P06	48.1723	69.4982	219	04/02/2019	15:36	-	m/m	40 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	50	50	0	9.81	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi			Ethanol a été mis par erreur dans le bac blanc	
OSL2019	P06	48.1728	69.5011	214	04/02/2019	15:51	16:21 (bas)	in	20 m/min	R	O	1	333	0	12920	172	300	55	1572.04		ZOO	0.13	-80 Ziploc		Screen pour larves poissons (aucune trouvée)	GPS et prof début
OSL2019	P06	48.1836	69.4756	228	04/02/2019	15:51	16:21 (bas)	in	20 m/min	R	O	1	333	0	12920	172	300	55	1572.04		ZOO	0.12 Ethanol 95%	500ml		Screen pour larves poissons (aucune trouvée)	coordonées GPS et prof fin
OSL2019	P10 BC	48.9960	67.6423	292	06/02/2019	11:10	11:24	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1535	280	280	0	186.77	219.80	ZOO	0.50 Ethanol 95%			35 Thy, 4 Mn, 22 Boreomysis + 12 expérience	
OSL2019	P10 BC	48.9960	67.6423	292	06/02/2019	11:10	11:24	m/m	40 m/min	J	V	1	202	0	1535	280	280	0	186.77	219.80	ZOO	0.50	-80 Ziploc			
OSL2019	P10 BC	48.9913	67.6509	293	06/02/2019	11:56	-	m/m 40 m/m	40 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	50	50	0	9.81	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi			12 Beroe (p gardé), 19 Ba, 13 Thy, 5 Mn, 3 hyperridae, 1 amphi	
OSL2019	P11	49.1621	67.1710	325	06/02/2019	17:13	17:29	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1630	315	315	0	198.33	247.28	ZOO	0.50 Ethanol 95%	500		Combien de Beroe pour expérience ????	
OSL2019	P11	49.1621	67.1710	325	06/02/2019	17:13	17:29	m/m	40 m/min	J	V	1	202	0	1630	315	315	0	198.33	247.28	ZOO	0.50	-80 Ziploc			
OSL2019	P11	49.1643	67.1712	325	06/02/2019	17:41	17:44	in	40 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	50	50	0	9.81	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi				
OSL2019	P12	49.5305	66.1876	330	07/02/2019	07:30	07:47	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1875	320	320	0	228.14	251.20	ZOO	0.50 Ethanol 95%	500		4+2indx3 Thy (10 ind tot); 3indx1 Hyperriidae; 3Mn; 1 500 Ghost shrimp?; 1 Themisto	
OSL2019	P12	49.5305	66.1876	330	07/02/2019	07:30	07:47	m/m	40 m/min	J	V	1	202	0	1875	315	315	0	228.14	247.28	ZOO	0.50	-80 Ziploc			un peu de boue de poulie dans le filet
OSL2019	P12	49.5318	66.1838	330	07/02/2019	08:06	07:10	in	40 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	50	50	0	9.81	ZOO	1.00 Ethanol 95%	Pipi			tombé dans le filet, filet refait car problème de poulie compteuse. vitesse bateau 2nd, vitesse montée à partir de 280 m 40m/min jusqu'à 20 m cable, après vertical, à cause de la glace	
OSL2019	P12	49.5324	66.1739	303	07/02/2019	08:23	(8:33 bas)	in	30 m/min	R	O	1	333	0	6590	308	400	40	801.84		ZOO	0.15	-80 Ziploc			sortie du totale: 6 Ghost shrimp? -80°C; 29 Beroë non conservées
OSL2019	P12	49.5382	66.1658	318	07/02/2019	08:23	(8:33 bas)	in	30 m/min	R	O	1	333	0	6590	308	400	40	801.84		ZOO	0.12 Ethanol 95%	500		sortie du totale: Hyperriidae (pipi 95% ETOH); Boreomysis/crevette (pipi 95% ETOH)	
OSL2019	P09			335	12/02/2019	19:52	20:08	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1770	325	325	0	215.36	255.13	ZOO	0.50	-80 Ziploc			36 BA, 2 MN (1 Juv), 3 Beroe non conservés, 9 Tsp
OSL2019	P09			335	12/02/2019	19:52	20:08	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1770	325	325	0	215.36	255.13	ZOO	0.50 Ethanol 95%	500		plus macro dans pot pipi (etoh- 95%) ??	
OSL2019	P09			335	12/02/2019	20:15	20:31	in	40 m/min	J	V	1	202	0	1800	325	325	0	219.02	255.13	ZOO	1.00 Formol 4%	1000		10 Thy sp., 1 Mn, (18 BA+20+36 dans ziploc a -80) 1 beroe non conservé	
OSL2019	P09			335	12/02/2019	20:35	20:40	m/m	40 m/min	R	V	0.5	63	NA	NA	50	50	0	9.81	ZOO	1.00 Ethanol 95%	pipi			Échantillon pour l'IML; macro enlevé dans pot pipi (etoh-95%) Échantillon a gelé dans bac blanc	

Équipe de Dominique Robert et Marie-Julie Roux (responsables à bord : Christophe Anderson et Safouane Khamassi) :

Tableau 20. Filets déployés lors de la mission

Station	Profondeur (m)	Mesh engin (µm)	Type trait	Prof. Filet (m)	Volume filtré (m ³)	Présence de larves
OSL19-01	51	202	Vertical	41	32,19	Négatif
OSL19-01	49	63	Vertical	42	8,24	Négatif
OSL19-02	16	202	Vertical	10	7,85	Négatif
OSL19-02	16	63	Vertical	10	1,96	Négatif
OSL19-03	20	202	Vertical	15	11,78	Négatif
OSL19-03	20	63	Vertical	15	2,94	Négatif
OSL19-04	130	202	Vertical	113	167,30	Négatif
OSL19-04	114	63	Vertical	49	9,81	Négatif
OSL19-05	111	202	Vertical	94	228,75	Négatif
OSL19-05	100	63	Vertical	50	9,81	Négatif
OSL19-06	211	202	Vertical	200	287,15	Négatif
OSL19-06	219	63	Vertical	50	9,81	Négatif
OSL19-06	214	333	Oblique	172	1572,04	Négatif
OSL19-10_BC	292	202	Vertical	280	186,77	Négatif
OSL19-10_BC	293	63	Vertical	50	9,81	Négatif
OSL19-11	325	202	Vertical	315	198,33	Négatif
OSL19-11	325	63	Vertical	50	9,81	Négatif
OSL19-12	330	202	Vertical	315	228,14	Négatif
OSL19-12	330	63	Vertical	50	9,81	Négatif
OSL19-12	318	333	Oblique	307	801,84	Négatif
OSL19-09	335	202	Vertical	325	215,36	Négatif
OSL19-09	335	202	Vertical	325	219,02	Négatif
OSL19-09	335	63	Vertical	50	9,81	Négatif

Tableau 21. Description des stations de déploiement des caméras vidéo sous-marines appâtées

Déploiement	Date	Lieu	Latitude	Longitude	Durée	Prof (m)	Vents (kt)	Glaces
1	04/02/2019	Tadoussac	48° 9'57.7"N	69° 27'72.2"O	3 h 14	57	19	0/10
2	13/02/2019	Matane	48° 51'18.9"N	67° 41'14.3"O	2h08	47	34	2/10

Résultats obtenus à bord

Propriétés physico-chimiques de la colonne d'eau

Équipe d'Alfonso Mucci :

i) Calibration de la sonde d'oxygène (méthode Winkler)

Les conditions hivernales ont représenté un défi pour la réalisation de la méthode Winkler. En effet, l'exposition des produits chimiques au froid a mené à la cristallisation de la solution d'alcaline iodide, qui a dû être refaite à bord. Ceci a rendu les données de la première station inutilisables.

La Figure 15 présente la comparaison entre les données mesurées par la méthode Winkler et par la sonde attachée à la rosette. La courbe représente un fit de deuxième ordre. La formule de correction, qui permettra de calibrer les données de la sonde à toutes les autres profondeurs/localisations, est inscrite sur le graphique.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est fonction de la température. Entre les températures de surface en été (~15 °C) et celles observées en hiver (~-1,5 °C), le taux de solubilité augmente de 46 %. Cependant, l'activité biologique en surface (photosynthèse) est réduite, ce qui diminue la concentration en oxygène.

Lors de la mission, des profils d'oxygène particuliers furent observés à certaines stations. La Figure 16 en montre un exemple. En été, l'oxygène est normalement plus élevé en surface et diminue à mesure qu'on descend en profondeur.

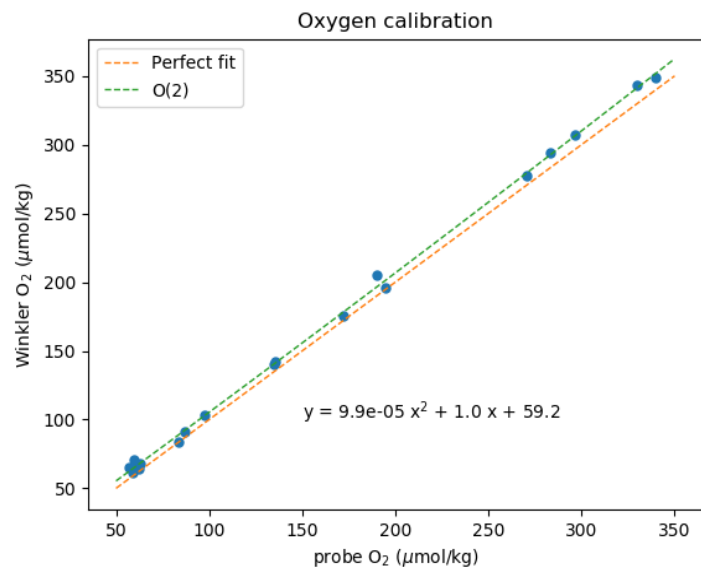


Figure 15. Courbe de calibration d'oxygène.
© Mathilde Jutras

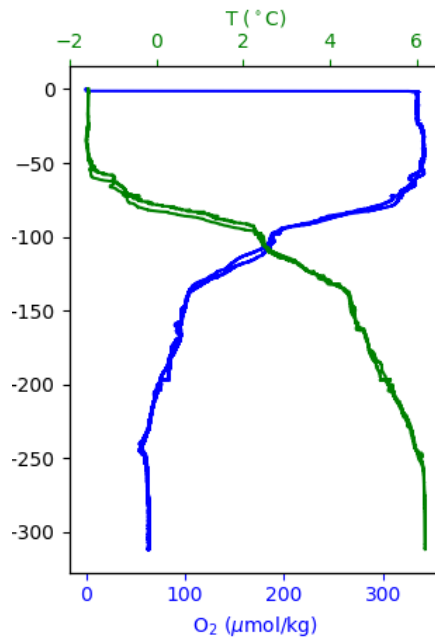


Figure 16. Profil d'oxygène de la station OSL19-11. © Mathilde Jutras

Sur le profil ci-dessous de la station OSL19-11, l'oxygène est plus élevé sous la couche de mélange qu'en surface. Ceci est en partie dû à la température plus faible sous cette profondeur, et pourrait être le restant d'un épisode de froid qui a créé une couche de mélange encore plus profonde, et plus froide (donc plus faible en oxygène).

ii) Détermination du pH

La Figure 17 montre les profils de pH obtenus dans les stations OSL19-05 (avec un pH mesuré à l'électrode) et OSL19-11 (avec un pH mesuré au spectrophotomètre). Il est à noter que ces pH sont représentatifs des eaux ramenées à une température de 25 °C. Afin de connaître le pH à la température in situ, il est nécessaire d'avoir une autre variable du système des carbonates, ex. l'alcalinité totale, le DIC ou la $p\text{CO}_2$. Un échantillon d'eau de mer a été prélevé à chaque profondeur où le pH a été analysé afin de mesurer

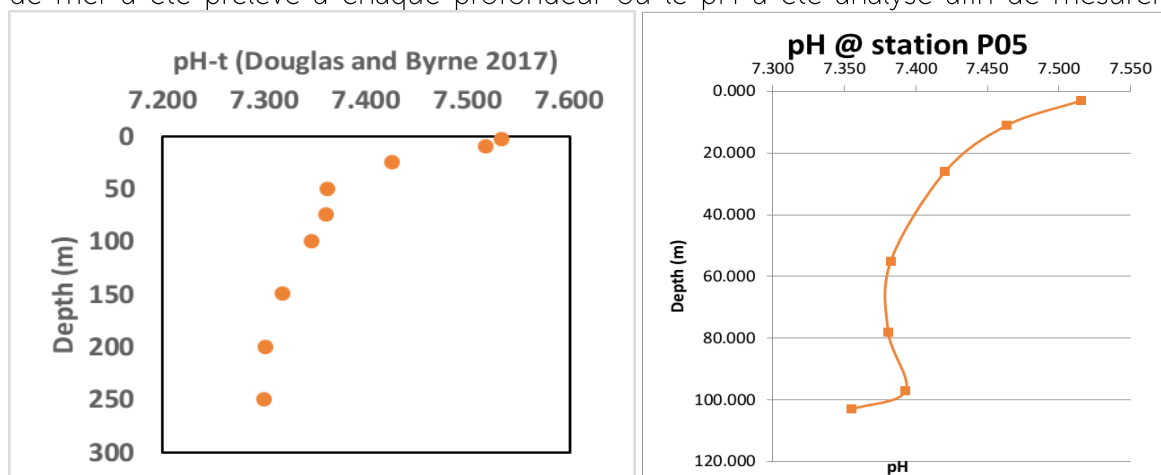


Figure 17. Profil de pH pour OSL19-11 (gauche) et OSL19-05. © Mathilde Jutras

l'alcalinité. Ces mesures seront effectuées au laboratoire de l'Université McGill, et nous serons alors en mesure de connaître le pH à la température in situ.

Dans chaque station, le pH décroît avec la profondeur (Figure 17). Ceci est vraisemblablement causé par une accumulation de carbone organique vers le fond qui acidifie légèrement l'eau.

iii) Sonde pCO₂

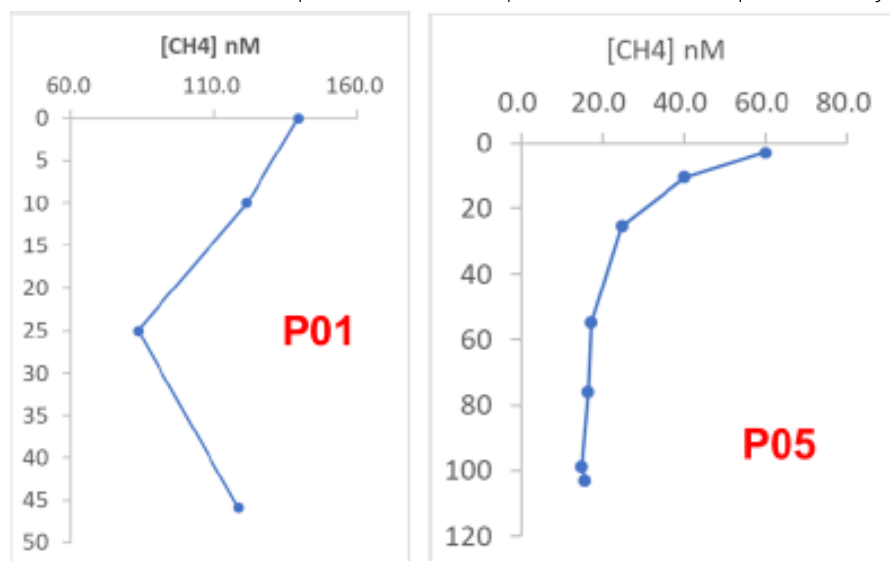
La sonde pCO₂ a été déployée à deux stations en début de mission, mais dû à un problème technique, aucune donnée fiable n'a pu être extraite. La batterie interne de la sonde semble s'arrêter de fonctionner lorsqu'elle est sortie du laboratoire. Les causes possibles de ce dysfonctionnement pourraient être un endommagement de la batterie lors du premier déploiement en raison du froid, ou une infiltration d'eau à l'intérieur du système. Malgré l'aide de Christian Boutot et des ingénieurs de la compagnie fabriquant la sonde, la source du problème n'a pas pu être identifiée avec certitude et un diagnostic sera établi ultérieurement par le fabricant.

Équipe de Huixiang Xie :

i) Profils de CH₄ :

Dans l'estuaire supérieur, les stations OSL19-01 et OSL19-05 montrent des concentrations très élevées de CH₄ dans la couche de surface indiquant un apport important de CH₄, particulièrement en ce qui concerne la station OSL19-01 (Figure 18). Des échantillons à des fins d'analyses isotopiques ont été prélevés à une profondeur de 10 m de la station OSL19-01 afin de déterminer la source du CH₄.

Concernant l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent, les graphiques suivants montrent les profils types de CH₄ dans ces secteurs (Figure 18). Au cours des autres saisons à l'exception de l'hiver, les profils verticaux de CH₄ étaient caractérisés par un pic prononcé à la base de la couche intermédiaire froide (*cold intermediate layer* : CIL). Fait intéressant, bien que la CIL ait disparu en hiver, ce pic est toujours présent. Le profil de



température indique que la couche de mélange n'a pas atteint le pic. La concentration plus élevée de CH₄ dans la couche de surface par rapport aux autres saisons, peut révéler que la source de ce pic provient de la couverture de glace, étant donné que le CIL des autres saisons est composé

Figure 18. Profils de méthane aux stations OSL19-01 et OSL19-05.

de l'eau de mer d'hiver et de l'eau du plateau du Labrador. Par conséquent, nous avons essayé de prélever des échantillons d'isotopes de cette couche afin de découvrir la source de CH_4 .

Enfin, les résultats de la station Pockmark (PM) indiquent que le CH_4 émis par les événements a été rapidement dilué et consommé par les bactéries présentes dans la colonne d'eau, avant de s'échapper dans l'atmosphère. Les concentrations de CH_4 élevées près du bas pour d'autres stations suggèrent un rejet de CH_4 par les sédiments (Figure 19).

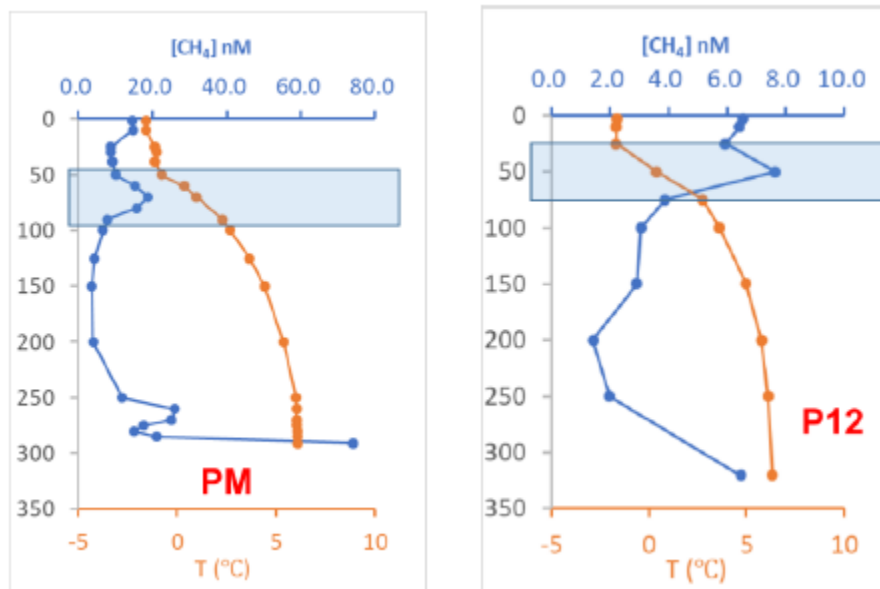


Figure 19. Profils de méthane et de température pour les stations OSL19-10 pockmark et OSL19-12.

ii) Incubation du méthane

La dernière incubation réalisée sur les eaux de fond, en 2017, montre que l'oxydation bactérienne nette du CH_4 s'est produite avec un temps de renouvellement de 24,5 jours (Figure 20). Lors de l'incubation à bord en 2018, le taux de consommation du CH_4 semble plus rapide, mais cesse au bout de 6 jours. Ceci est probablement dû à certains problèmes qui ont affecté la stabilité dans la température de la chambre froide.

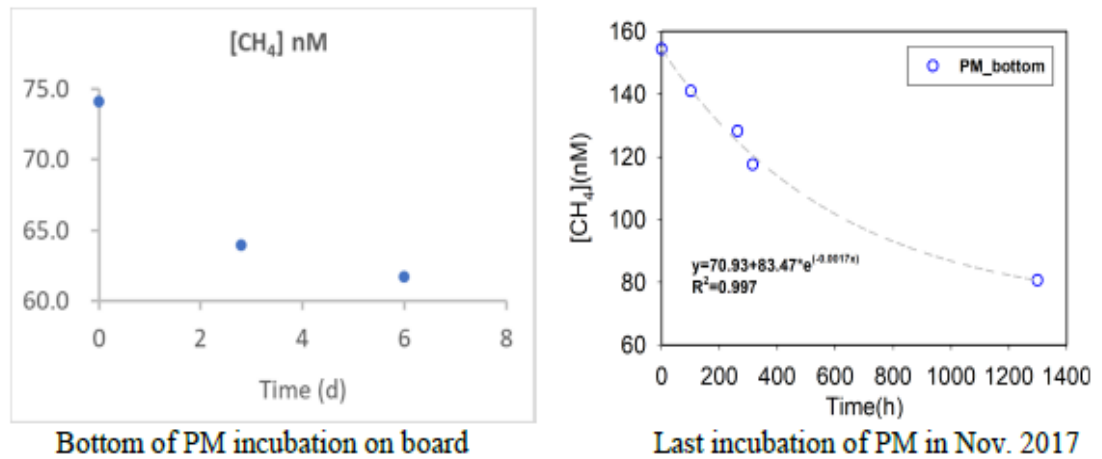


Figure 20. Profils d'incubations de méthane pour la station OSL19-10 pockmark.

Physique

Équipe de Dany Dumont :

En ce qui concerne les résultats préliminaires, les Figure 22a), Figure 22 b) et Figure 22 c) présentent des captures provenant des vidéos ayant pour objectif de cartographier la distribution de la taille des floes. Ces images seront comparées avec celles provenant des satellites SAR. Les Figure 21a) et Figure 21 b) montrent respectivement la condition d'un floe avant et après le passage d'une vague générée par le NGCC *Amundsen*. Une caractéristique apparente dans ces images est l'évolution de la distribution taille des floes sous la génération d'une fracture; on passe d'un floe ayant une grande surface à plusieurs floes possédant des tailles variables. L'intérêt de cette mesure se trouve dans l'analyse de la transition entre la Figure 21a) et la Figure 21 b) qui servira à identifier quels mécanismes sont responsables de l'évolution d'une fracture dans la glace de mer.



Figure 21. Couverture de glace a) avant et b) après le passage des vagues générées par le NGCC *Amundsen*.
 ©Élie Dumas-Lefebvre

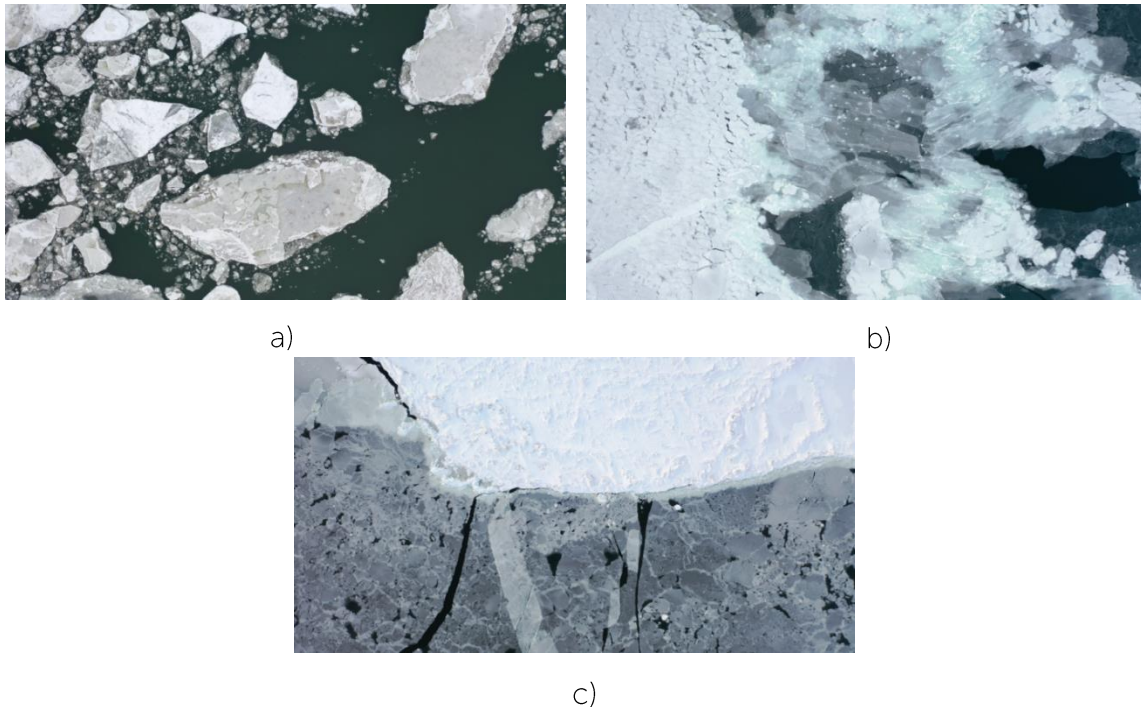


Figure 22. Captures des vidéos récoltés dans l'optique de cartographier la distribution de la taille des floes aux stations a) OSL19-04, b) OSL19-10 et c) OSL19-11. © Élie Dumas-Lefebvre

Géologie

Équipe de Pierre Larouche et Jean-Carlos Montero-Serrano :

La présence de vents de 40 à 50 nœuds, combinée avec des opérations de déglacage et d'escorte assez fréquentes tout au long de la mission, n'a pas permis de recueillir les échantillons prévus dans la mission. Une seule station sur cinq a pu être réalisée dans le golfe du Saint-Laurent. Malgré tout, cette mission a permis de recueillir cinq bennes Van Veen, cinq carottes à boîte, deux carottes à gravité, cinq échantillons de glace de

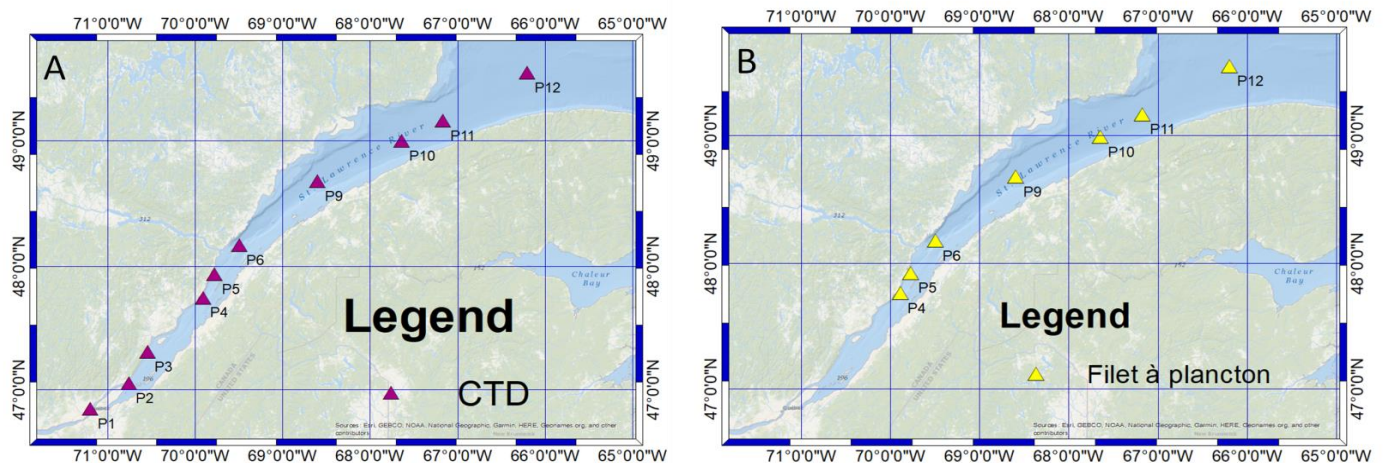


Figure 23. Localisation des échantillons de (A) matériel particulaire en suspension (MPS) et (B) filets à plancton récoltés durant la mission Odysée Saint-Laurent 2019.

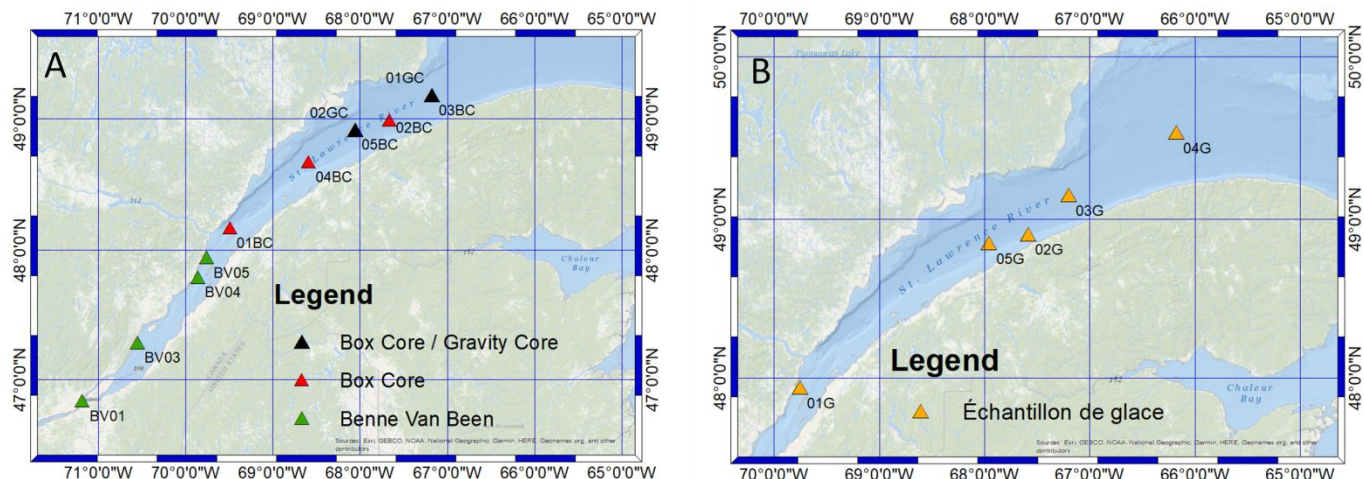


Figure 24. Localisation des échantillons de (A) benne Van Veen, carottier à boîte et carottier à gravité, et (B) glace de mer chargée de sédiments récoltés durant la mission Odysée Saint-Laurent 2019.

mer, dix échantillons de MPS et sept filets à plancton provenant d'une zone allant de l'estuaire moyen au golfe (Erreur ! Source du renvoi introuvable.Erreur ! Source du renvoi introuvable.). Nous avons aussi pu mesurer les tailles des particules dans la colonne d'eau dans 10 stations entre l'estuaire moyen et le golfe.

Des résultats préliminaires de la concentration de volume des particules ont été obtenus pendant la mission (Figure 25). Pour certaines profondeurs ayant une eau très claire, aucune donnée n'a été détectée, ce qui témoigne des limites de l'appareil. Les propriétés optiques de la matière en suspension dans l'EGSL seront étudiées en fonction de leur distribution de taille des particules ainsi que la composition minéralogique et chimique. Ceci va permettre de valider et calibrer les algorithmes de télédétection permettant de

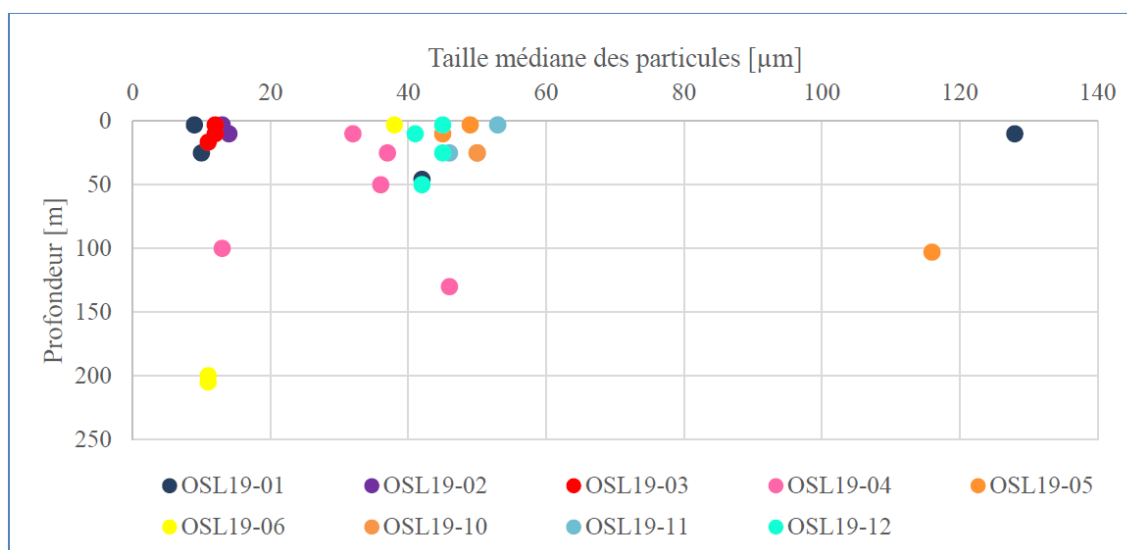


Figure 25. Taille médiane des particules présentes aux différentes stations selon la profondeur

mesurer la biomasse phytoplanctonique et la concentration de sédiments en suspension à partir de capteurs satellitaires (ex., Xi et al., 2014).

Équipe de Jean-Carlos Montero Serrano et Guillaume St-Onge :

Les propriétés sédimentologiques, physiques, minéralogiques, chimiques et palynologiques (kystes de dinoflagellés) des sédiments récoltés pendant cette mission seront analysées à l'UQAR-ISMER dans les prochains mois et années. Dans l'ensemble, les résultats qui seront obtenus serviront de point de comparaison pour documenter et mieux comprendre la dynamique sédimentaire, le rôle de la glace sur les processus

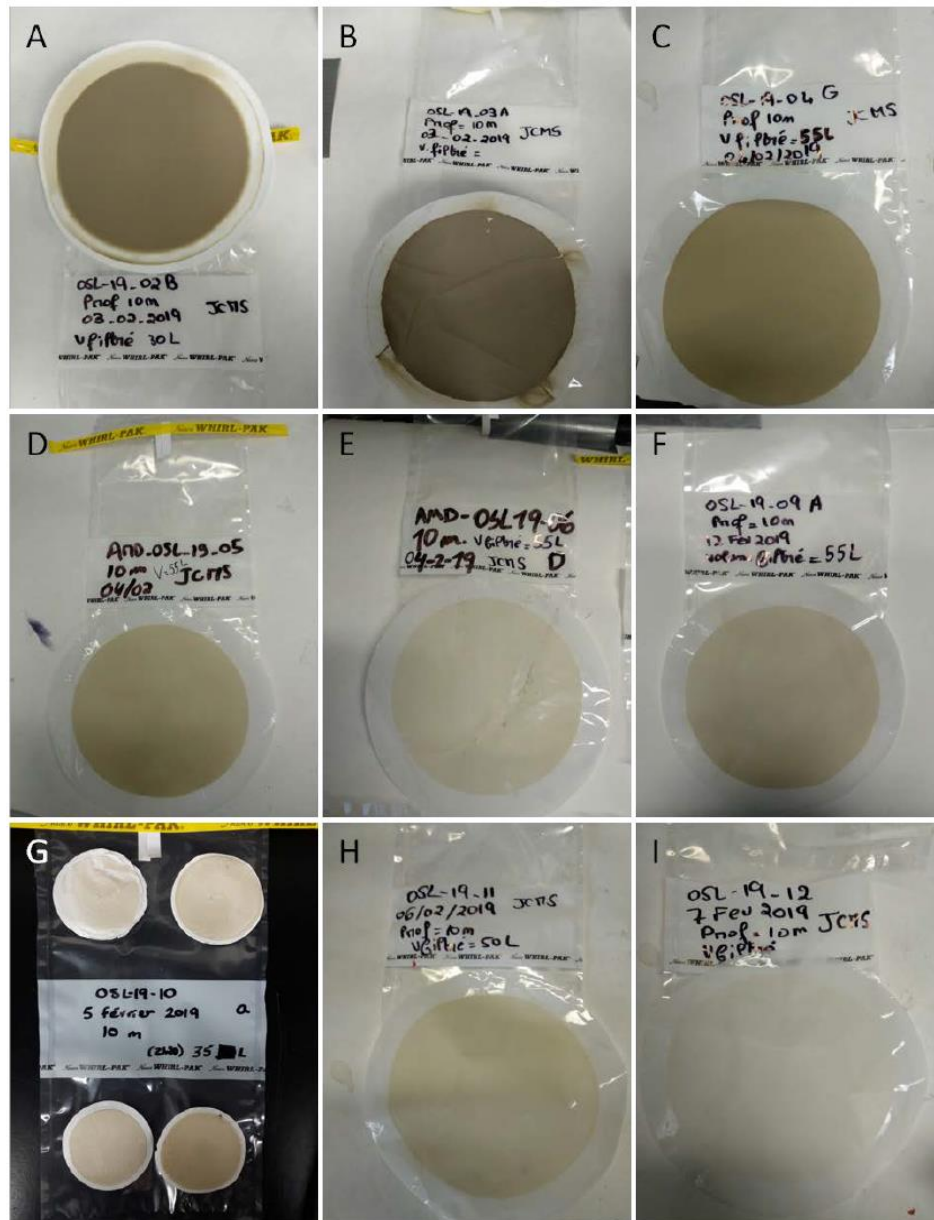


Figure 26. Résultats des filtrations réalisées lors de la mission, présentés en série spatiale de Québec (A) vers le golfe du Saint-Laurent (I). On peut déjà observer la diminution de la quantité de particules vers le golfe, les filtres sont

sédimentaires et la variabilité climatique et environnementale de l'ensemble de l'EGSL à l'hiver. La Figure 26 montre des résultats de filtrations réalisées lors de la mission.

Équipe Amundsen Science de Dominique St-Hilaire :

Les conditions de glace et météorologiques typiques du mois de février sur l'EGSL ne sont pas favorables à l'acquisition de données de sonar. Quoique la quantité de données bathymétriques et stratigraphiques amassées pendant la mission est faible, la qualité et la pertinence scientifique de ces données sont de très haut niveau.

Données bathymétriques : Plusieurs nouveaux secteurs ont pu être cartographiés à l'aide du sonar multifaisceaux lors de transits, incluant un transit de la baie de Gaspé vers Sept-Îles, ainsi qu'un transit près des côtes de Sept-Îles jusqu'au fjord du Saguenay. Ces données contribuent à élargir la vaste base de données bathymétriques gérée par Amundsen Science et comprenant plus de 15 années de levés bathymétriques. Le sonar multifaisceaux a par ailleurs été nécessaire à l'identification et au positionnement précis de deux *pockmarks* près de la station OSL19-10. L'identification des plumes de gaz dans la colonne d'eau (Figure 27) a permis de parfaitement cibler l'échantillonnage de ces événements à l'aide du carottier à boîte et de la rosette. Les données bathymétriques en temps réel ont aussi été nécessaires afin de cibler les profondeurs adéquates au déploiement de la caméra appâtée.

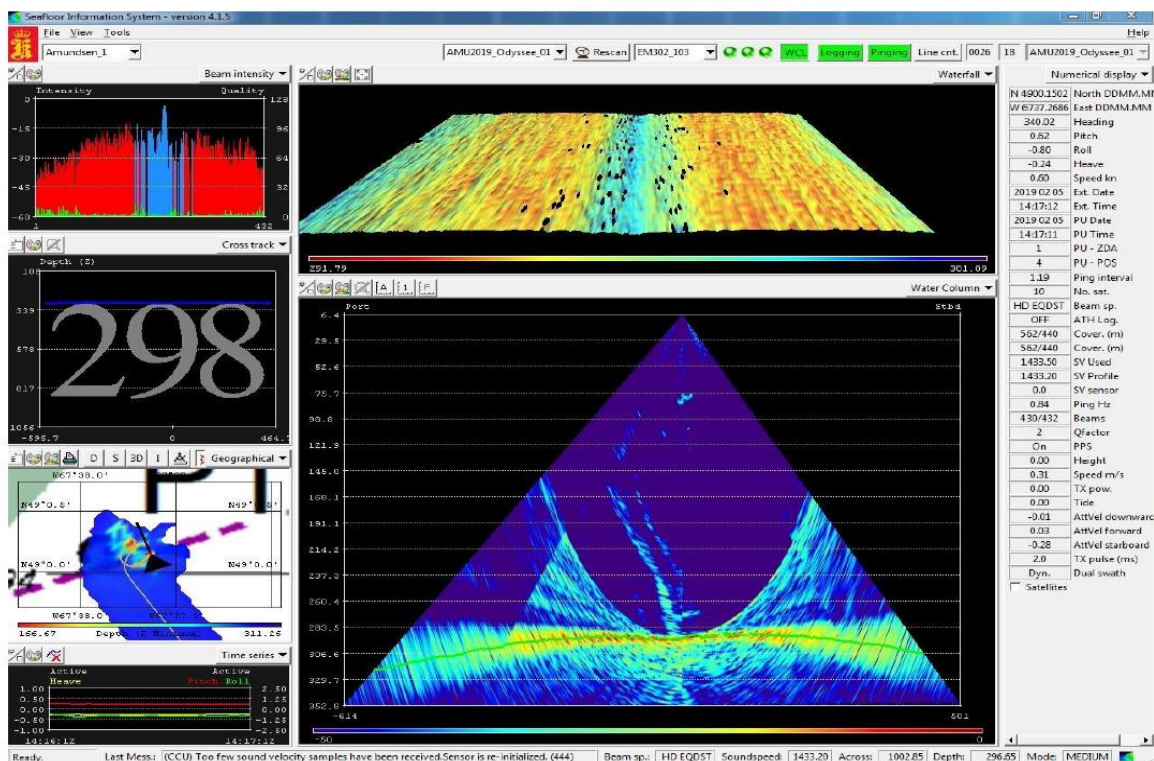


Figure 27. Capture d'écran de l'interface d'acquisition SIS montrant deux plumes de gaz s'élevant dans la colonne d'eau sur plus de 200 mètres.

Données stratigraphiques : Le sonar profileur de sédiments est moins sensible aux conditions de glace que le sonar multifaisceaux et a permis la collecte de nouveaux profils stratigraphiques très intéressants, en particulier tout le long de la Côte-Nord, entre Sept-Îles et le fjord du Saguenay (Figure 28). La cheminée associée aux événements gazeux près de OSL19-10 a par ailleurs été imagée parfaitement par le sonar profileur de

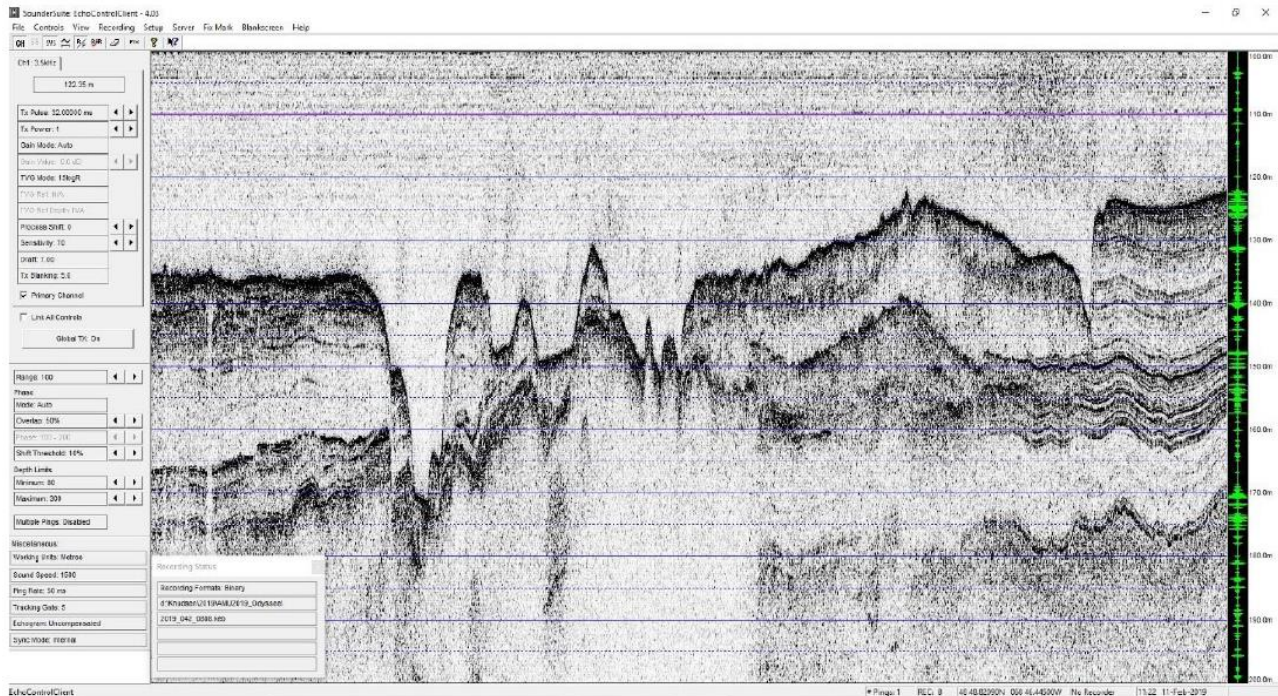


Figure 28. Profil stratigraphique du delta de la rivière Betsiamites montrant une stratigraphie bien développée sur près de 50 m d'épaisseur et typique des deltas. Cette partie submergée du delta est entrecoupée de chenaux fluviaux et de dépôts fluviaux

sédiments (Figure 27Figure 29), fournissant de l'information sur la genèse de ces événements. Les profils stratigraphiques ont aussi contribué à fournir un contexte géologique aux échantillons prélevés lors des carottages par gravité ou par boîtier.

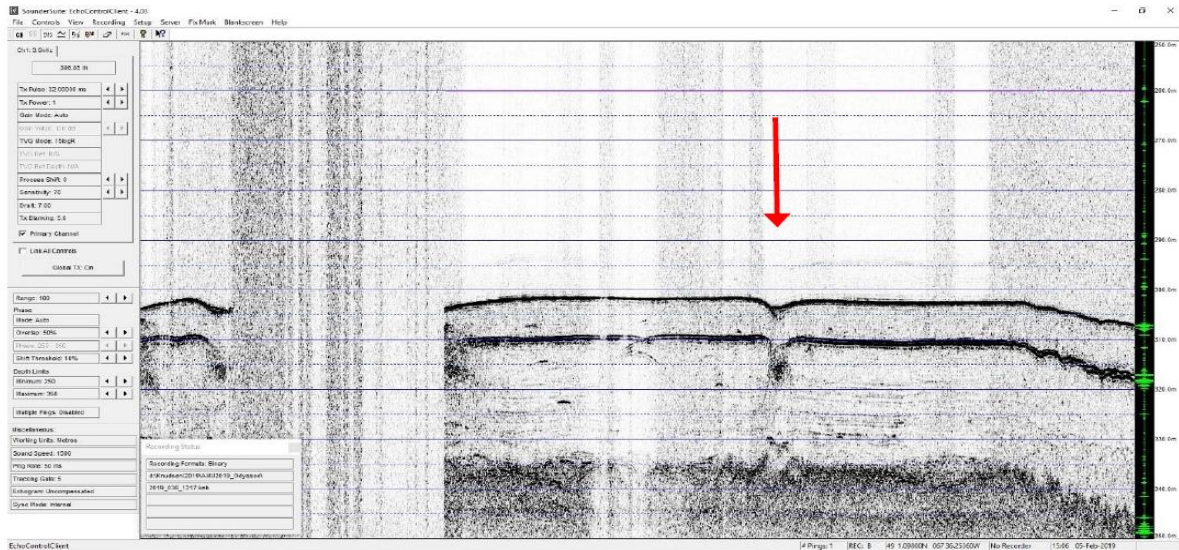


Figure 29. Capture d'écran du logiciel d'acquisition SounderSuite EchoControl montrant la cheminée associée à l'émanation de gaz (flèche rouge).

Pour conclure, la mobilisation des sonars de cartographie marine ainsi que la présence d'un opérateur des instruments de géophysique marine contribuent positivement à l'exécution du programme scientifique hivernal du Réseau Québec maritime à bord du NGCC *Amundsen*, et ce, malgré les conditions sévères de glaces. Le sonar profileur de sédiments a permis de caractériser la stratigraphie tout le long de la Côte-Nord, entre Sept-Îles et le fjord du Saguenay, une grande région peu documentée au niveau de la géologie quaternaire.

Biologie

Équipe de Michel Gosselin :

Les profils verticaux des concentrations en pigments dans la colonne d'eau sont présentés à chacune des stations d'échantillonnage (Figure 30). La chlorophylle a (chl a) est le pigment actif utilisé par le phytoplancton pour capter la lumière lors de la photosynthèse alors que les phéopigments sont présents dans les cellules phytoplanctoniques sénescents et dans les pelotes fécales du zooplancton herbivore. Pour la plupart des stations, les pigments sont plus concentrés dans les dix premiers mètres sous la surface, sauf pour la station OSL19-11 où la concentration est plus forte entre 10 et 50 m sous la surface. Les concentrations en chlorophylle a sont plus faibles que celles en phéopigments à la plupart des stations. En février, les biomasses chlorophylliennes sont faibles dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent en raison d'une faible intensité lumineuse et d'un couvert de glace épais. Les concentrations en pigments

sont toutefois relativement élevées dans les eaux peu profondes dans la partie en amont de l'Estuaire moyen.

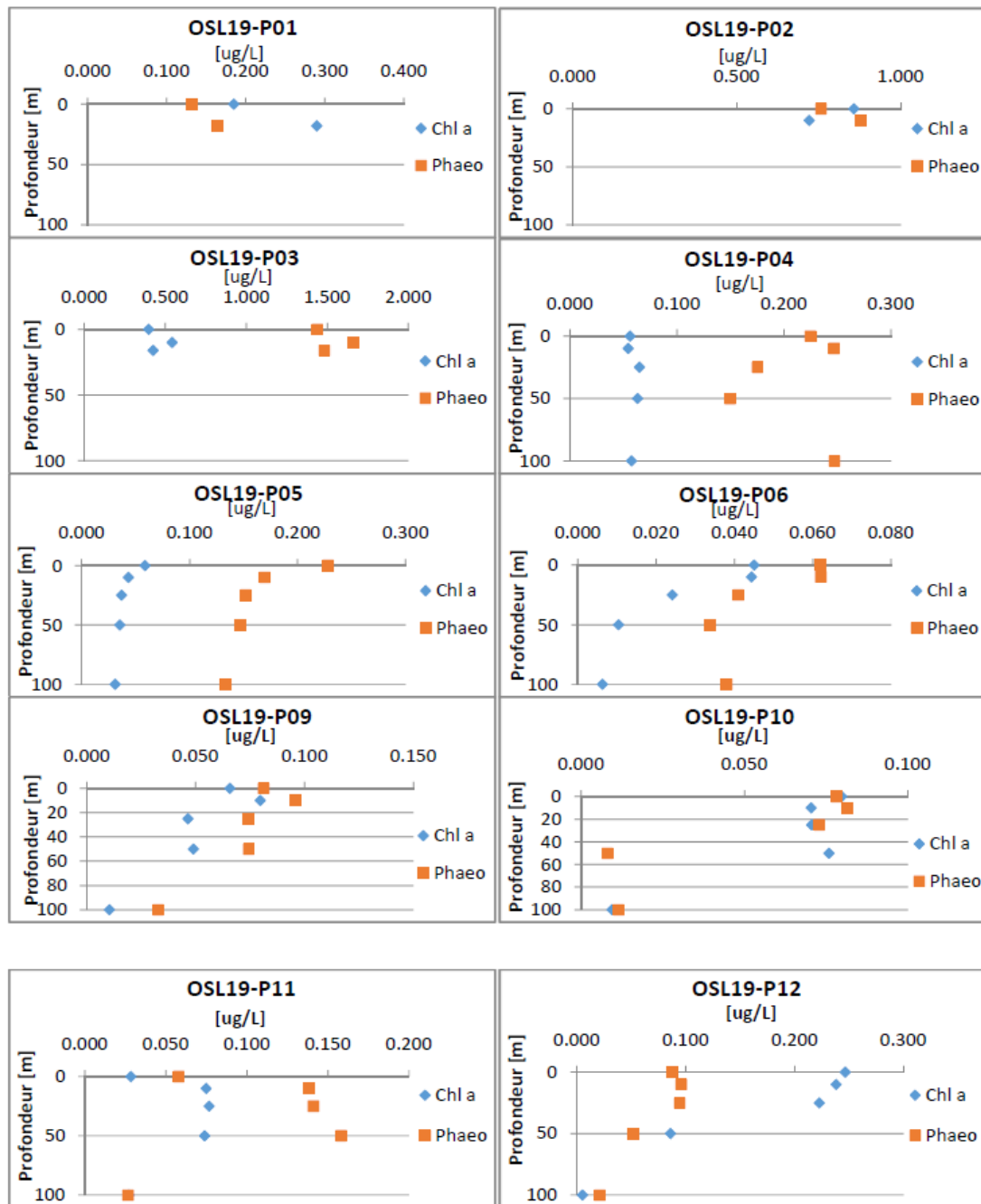


Figure 30. Profils verticaux de la concentration en chlorophylle a (losanges) et en phéopigments (carrés) en fonction des stations. À noter : la variation de l'échelle des abscisses.

Équipe de Gesche Winkler :

La Figure 31 présente les résultats de la matière en suspension et la matière organique dans la couche de surface et du fond des stations du transect échantillonné :

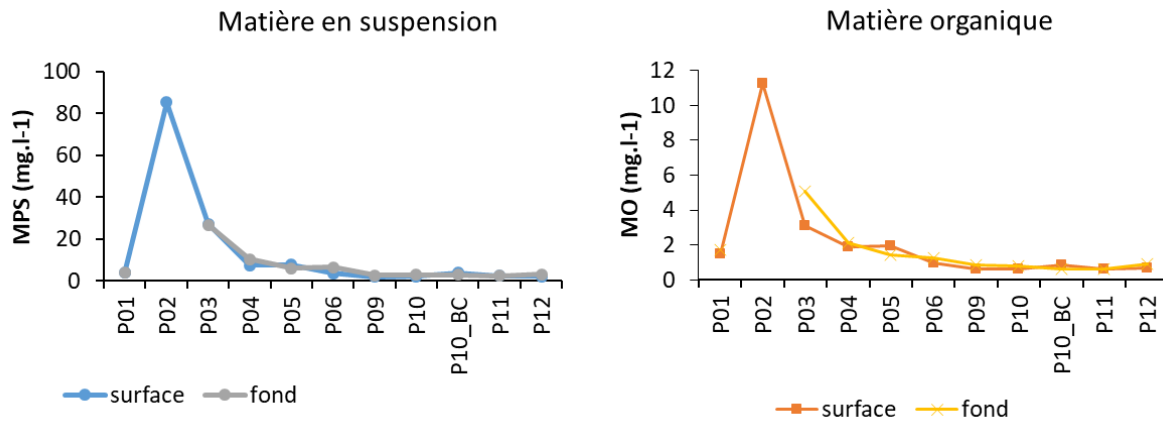


Figure 31. Concentration de la matière en suspension et de matière organique dans la couche de surface et du fond, le long l'estuaire du Saint-Laurent.

De plus, quelques observations, sous le binoculaire à bord, des organismes du zooplancton ont été faites. Les communautés changent comme attendu avec le gradient de salinité. Nous avons trouvé des espèces d'eau douce (les rotifères, les copépodes cyclopoides) aux stations OSL19-01, OSL19-02, et copépode estuarien euryhalin *Eurytemora affinis*, qui domine la communauté du mésozooplancton aux stations OSL19-02 et OSL19-03, de la zone de turbidité maximale ZTM. Le macrozooplancton de la station OSL19-03 est dominé par le mysidacé *Neomysis americana*, une espèce fourragère importante de la ZTM. Aux stations OSL19-04 et OSL19-05, *N. americana* a été remplacé par le mysidacé *Mysis littoralis* et le krill arctique *Thysanoessa raschii*. À partir de la station OSL19-06, de plus en plus les copépodes des eaux marines sont présents (*Calanus hyperboreus*, *Calanus finmarchicus*, *Paraeuchaeta norvegica*, *Metridia longa* et *Metridia lucens*). La dernière, une espèce qui produit la bioluminescence, a été observée une fois que l'échantillon était à bord, au laboratoire. Les cténophores (*Beroë cucumis*), les méduses (*Aglantha digitale*), les chétognathes (*Sagitta* sp.), les polychètes holoplanctonique (*Autolytus* sp, *Tomopteris* sp), le krill nordique (*Meganyctiphanes norvegica*) ainsi que les mysidacés des eaux profondes (*Boreomysis arctica*, Figure 32) s'ajoutent à la communauté du macrozooplancton. À la station OSL19-12 dans le nord-ouest du golfe Saint-Laurent nous avons trouvé aussi les hypérides, dont une espèce arctique, *Themisto libellula* qui rentrait dans le golfe par le courant du Labrador, et qui n'est pas un résident du golfe chaque année.

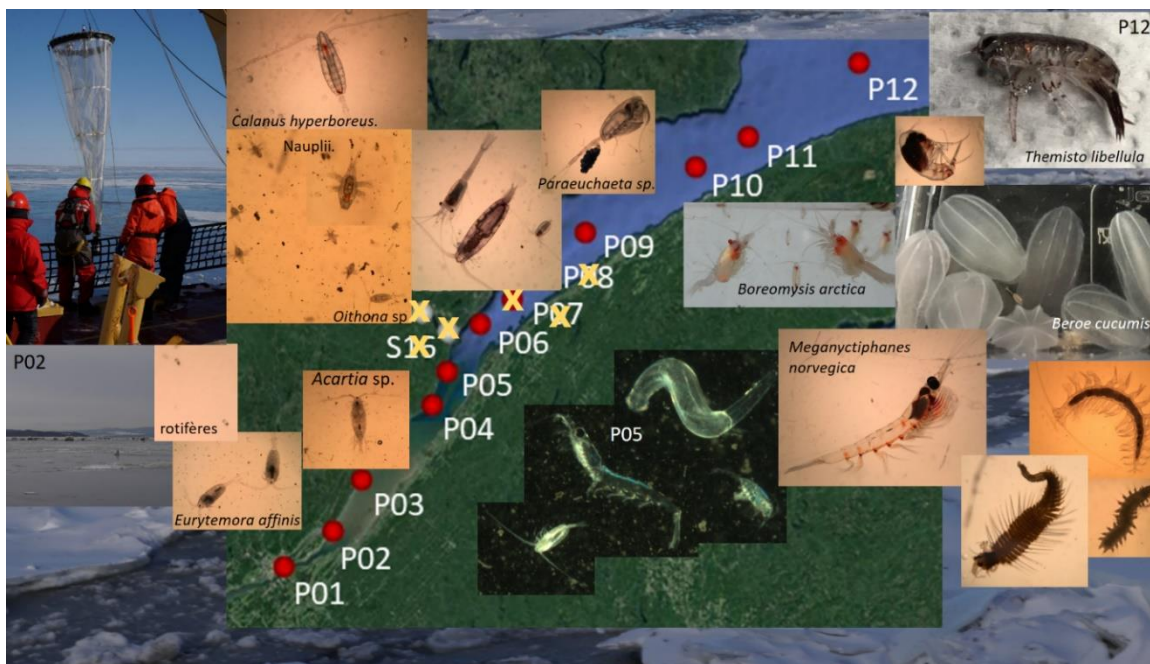


Figure 32. Méso- et Macrozooplancton le long de l'estuaire du Saint-Laurent avec l'indication des stations échantillonnées pendant la mission Odyssée Saint-Laurent 2019.

Comme l'an dernier, une partie de la communauté des copépodes est déjà en reproduction. Un grand nombre de femelles de *Calanus hyperboreus* ont des ovaires pleins d'œufs et des pontes étaient observées sous le binoculaire. De plus, *Paraeuchaeta norvegica*, une espèce qui porte un sac d'œufs, a été trouvée en pleine reproduction. Les jeunes stades de copépodes, nommés nauplii, sont nombreux dans les premiers 50 m de la colonne d'eau échantillonnés par le filet de 63 µm.

Essais de survie de Boreomysis arctica. : *Boreomysis arctica* est une espèce de mysidacés hyperbenthique et bathypélagique retrouvée notamment dans l'EGSL. Elle constitue un intermédiaire important dans le réseau trophique en séquestrant du carbone organique, en plus d'être une espèce prédatée par de nombreux consommateurs secondaires, dont certaines espèces de poissons fourragères. Peu d'études sur son histoire de vie ont été réalisées, si bien qu'on ne connaît actuellement pas les paramètres permettant son élevage en laboratoire. Le présent projet vise à définir les paramètres permettant de maintenir l'espèce en vie en laboratoire. Les retombées de ce projet permettront d'approfondir les connaissances sur l'espèce, en plus d'offrir la possibilité d'utiliser cette espèce comme modèle pour de futurs travaux en laboratoire. Les essais ont permis de maintenir les 21 individus prélevés à une température entre 5-10 °C pour une période, du 6 février au 15 février 2019, de 9 jours. Aucune mortalité n'a été remarquée pour cette période. L'échantillonnage avec un trais vertical tiré à une vitesse de 40 m/min a été employé et montre que nous sommes en mesure de récupérer les *Boreomysis* en bonne condition en général pour les expériences au laboratoire.

On observe différents assemblages de zooplancton (Figure 33Figure 34) le long du gradient de salinité de l'estuaire du Saint-Laurent. Le mésozooplancton est dominé par

les espèces d'eau douce à Québec, dans la zone de transition, les *Eurytemora* spp. sont dominantes ainsi que les *Acartia* spp. entre L'Isle-aux-Coudres et Tadoussac. Plus en aval les espèces marines dominent comme les *Microcalanus*, les *Calanus* et les *Oithona*.

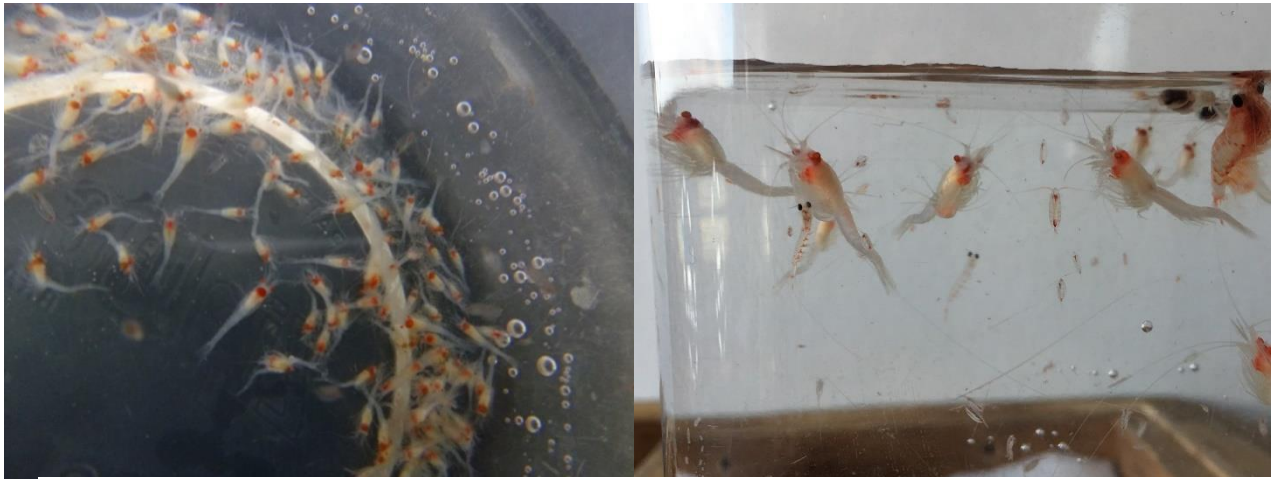


Figure 33. *Boreomysis arctica* juvéniles lors du tri. © Gesche Winkler

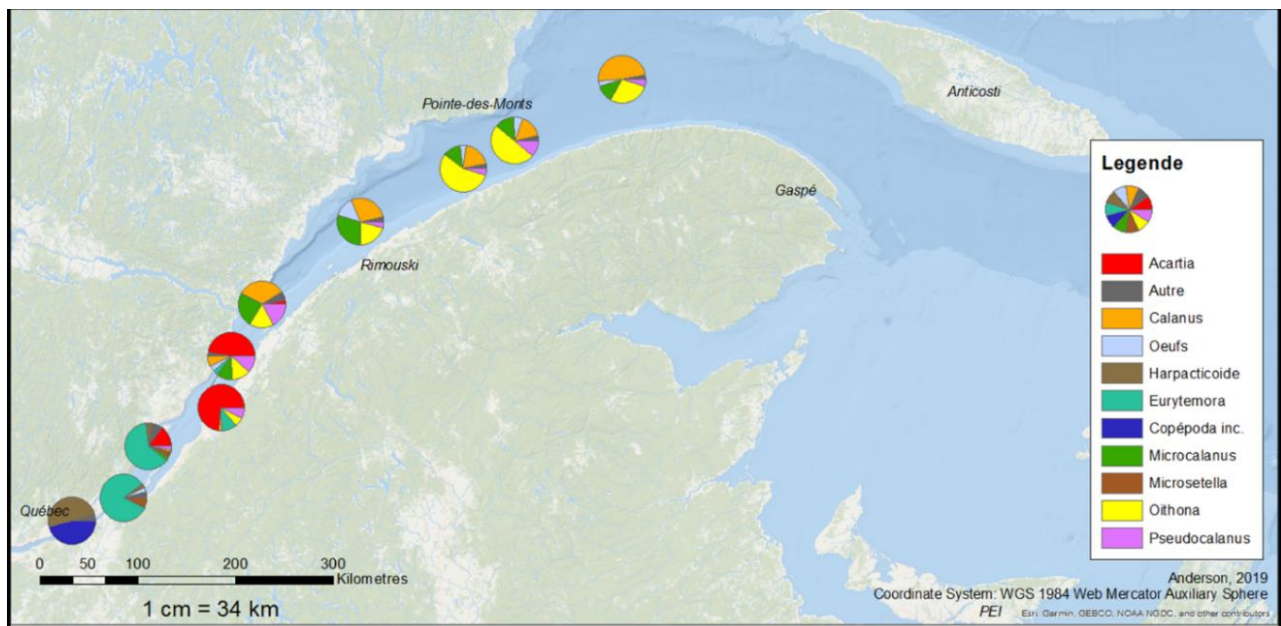


Figure 34. Distribution et composition du zooplancton en hiver 2019 @Christophe Anderson

Équipe de Dominique Robert et Marie-Julie Roux :

Malgré l'échantillonnage de 10 stations, incluant deux filets obliques et de multiples filets verticaux triés minutieusement, aucune larve de poisson n'a été trouvée parmi les échantillons (Tableau 20Tableau 21). Au total, c'est 4328 m³ d'eau qui ont été filtrés par 23 filets, avec la majorité de l'échantillonnage effectué dans l'estuaire supérieur et maritime. L'absence de larves dans nos filets continue à démontrer la rareté des larves de Flétan Atlantique et la difficulté à les capturer, mais permet tout de même de récolter des données importantes. L'absence de larves dans nos filets en début février pourrait

indiquer que la reproduction des adultes matures n'a pas eu lieu encore et permettre de cibler de nouvelles dates d'échantillonnages à l'avenir. En effet, ceci pourrait indiquer que la reproduction s'effectue légèrement plus tard, soit en fin février et en mars. Toutefois l'échantillonnage a été limité à l'estuaire du Saint-Laurent et un échantillonnage dans les zones profondes du Golfe aurait été plus bénéfique pour corroborer les observations récentes de reproduction par émetteurs GPS posés par l'équipe d'Arnault Le Bris (2018). Nos résultats pourraient ainsi motiver des missions à venir afin de finalement capturer les larves de Flétan Atlantiques, qui demeurent élusives aux yeux des scientifiques. Il s'agit seulement de la première tentative de pêche ciblant les larves de cette espèce, qui s'inscrit dans le projet FLAMENCO, et la confiance demeure que le cycle de vie du Flétan Atlantique pourra être démystifié dans les années à venir en poursuivant les suivis et les échantillonnages comme ceux effectués à bord du NGCC *Amundsen* pour la mission hivernale d'Odyssée Saint-Laurent.

De plus, un échantillonnage visuel, grâce à un système de caméras vidéo sous-marines appâtées (CVSA) servira à mieux comprendre et caractériser :

- 1) la structure des assemblages de poissons et habitats essentiels pour la faune ichthyologique de l'EGSL en période hivernale;
- 2) les variations saisonnières et ontogénétiques dans la distribution des espèces;
- 3) le rôle potentiel de l'EGSL dans la provision d'aires d'hivernage pour des espèces non résidentes. — Safouane Khamassi.

1^{er} déploiement : Ceci était le premier déploiement de ce système dans l'EGSL et qui s'est tenu en conditions hivernales. Les courants forts de 3,5 nœuds ont réussi à faire basculer la cage sur le côté après 5 minutes de mouillage et de la faire dériver sur une cinquantaine de mètres. Les images récupérées restent modestes néanmoins, le premier essai est quand même considéré comme une réussite, relativement au déploiement du système et à sa récupération. Une image capturée lors des 5 premières minutes (Figure 35. Image du premier déploiement montre beaucoup de coquillages, quelques



Figure 35. Image du premier déploiement

anémones, des oursins et un crabe. D'autres crevettes, chétognathes, larves de poissons et méduses sont visibles sur la séquence vidéo.

2^e déploiement : Le deuxième essai a été effectué de nuit, au milieu d'une tempête hivernale. Le lest de plomb a été doublé pour atteindre un poids total d'environ 55 kg et augmenter l'équilibre de la cage, qui s'est maintenu dans une position fixe pendant toute la durée du déploiement. Le déploiement a été un succès de part de l'étape mouillage/récupération, mais aussi par rapport à la diversité biologique échantillonnée par les caméras, qu'il est possible d'observer dans la Figure 36. La séquence vidéo montre plusieurs espèces de crabes, un homard, deux Bernard l'Hermite, des petits poissons,

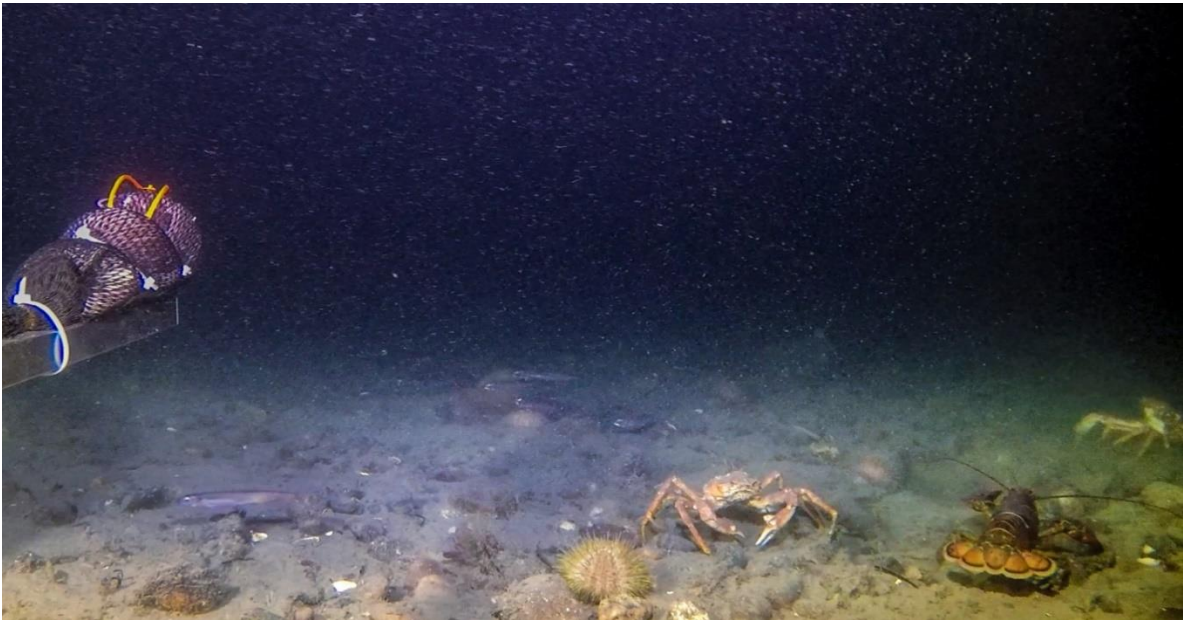


Figure 36. Image du second déploiement

des oursins et des crevettes. Des interactions ont été observées entre les crabes et le homard qui étaient attirés par l'appât.

Analyse cinématographique et journalistique

Analyse cinématographique par Félix Lamarche :

Un film sera monté et probablement terminé vers la fin de l'année 2019 ou au début de 2020. Un court montage d'extraits tournés durant la mission a été montré aux scientifiques et à l'équipage vers la fin du voyage. Bien que le résultat présenté ne soit pas nécessairement représentatif du film dans sa version finale, la réception des gens qui ont assisté à la projection semblait bonne.

Couverture journalistique par Alexis Riopel :

- LE DEVOIR, Sur les traces de l'Amundsen, le bateau laboratoire du Saint-Laurent par Alexis Riopel
- LE DEVOIR, La glace à vol d'oiseau par Alexis Riopel

- LE DEVOIR, La bactérie mangeuse de pétrole par Alexis Riopel
- LE DEVOIR, À bord de l'Amundsen, laboratoire flottant sur le Saint-Laurent par Alexis Riopel
- LE MONDE, Mesurer la vie sous la glace du Saint-Laurent par Alexis Riopel
- LE SOLEIL, Mission scientifique sur l'Amundsen : déglacage et science réunis par Johanne Fournier
- Québec Science, Juin 2019, Le Saint-Laurent au-dessous de zéro par Alexie Riopel

Mesures, analyses et corrections post-mission — en cours et prévues

L'ensemble des données recueillies lors de cette mission hivernale sont disponibles à la base de données du Réseau Québec maritime ou le seront au courant de la prochaine année (2019-2020).

Équipe de Jean-Philippe Bellenger :

De premiers résultats des échantillons analysés de l'équipe Jean-Philippe Bellenger indiquent, après avoir été analysés en chromatographie gazeuse, que la fixation biologique de l'azote (FBA) n'est pas active sous la couche de glace, et cela à toutes les stations où l'eau a été prélevée. En effet, le flux d'azote fixé qui a été calculé pendant l'expérimentation est en moyenne de 1 à 2 nmol/h/L, ce qui est infime. Comparé à la fixation des cyanobactéries sur des mousses en forêt boréale, la FBA peut aller jusqu'à 40 nmol.h⁻¹.g mousse⁻¹. Les résultats négatifs sont causés par des échantillons de plus faibles valeurs que les blancs (voir Figure 37Figure 38).

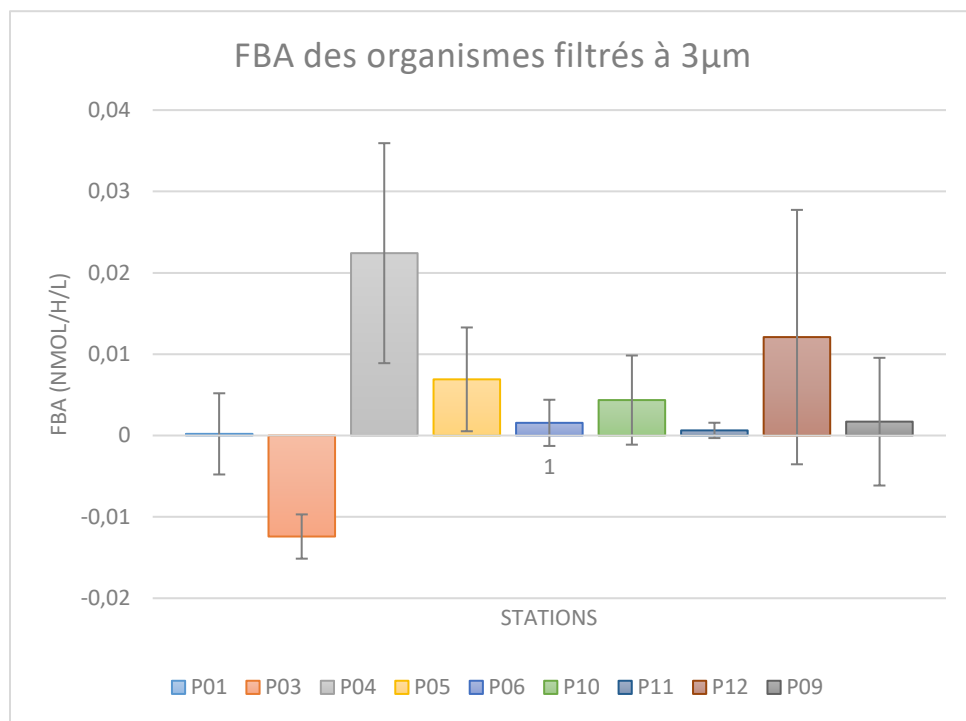


Figure 37. Fixation biologique de l'azote à chaque station fait par les organismes filtrés à 3 µm

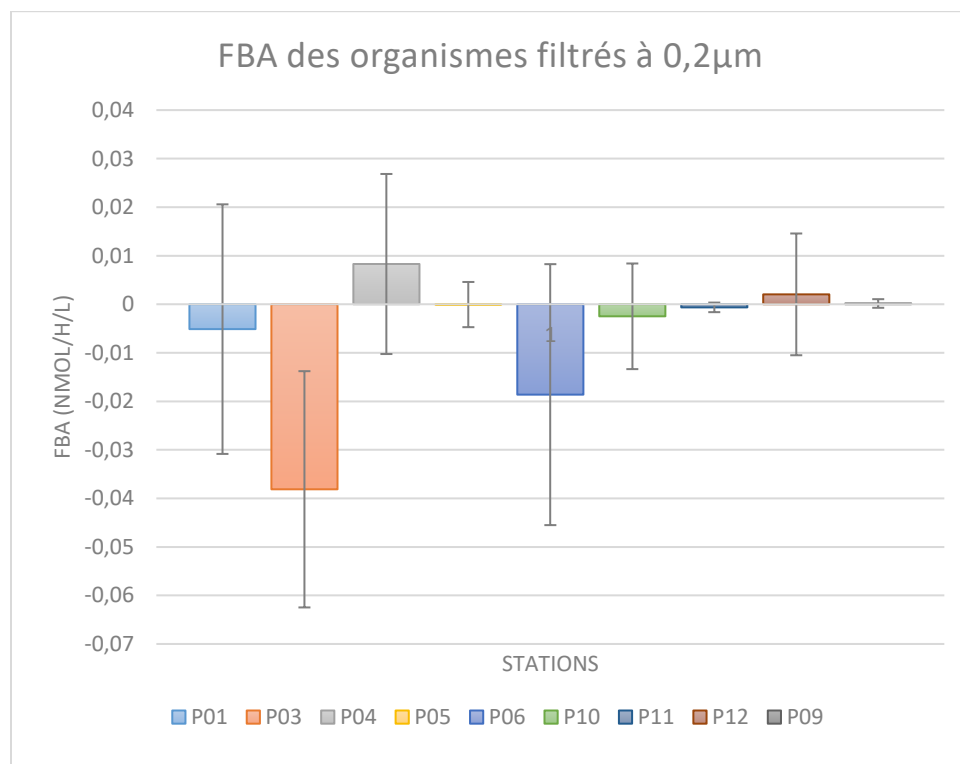


Figure 38. Fixation biologique de l'azote à chaque station fait par les organismes filtrés à 0,2 µm

Les résultats ne montrent aucune activité de fixation des cyanobactéries. Nous posons l'hypothèse que les organismes sont en dormance durant la période hivernale. Cependant, la méthode d'analyse de la fixation utilisée pendant la mission Odyssée St-Laurent est utilisée normalement sur des organismes terrestres tels que les mousses. Or cette méthode peut ne pas être adaptée à la matrice aquatique et donc sous-estimer la fixation d'azote. Aussi, le volume d'eau filtré est peut-être insuffisant pour récolter la quantité de cyanobactéries permettant d'avoir une réponse significative. Si une nouvelle opportunité hivernale se présente, il serait préférable d'utiliser une méthode avec de l'azote marqué (^{15}N).

Recommandations

Équipe de Gesche Winkler :

Le conteneur de stockage qui a été apporté à bord pour le pont en avant a été très apprécié. Ceci a permis de laisser les filets de zooplancton dégeler entre les stations et de garder le VPR dans un endroit à l'abri. Cependant, le chauffage dans le conteneur n'a été pas très puissant lors des grands froids. Pour une prochaine mission, ceci serait à améliorer.

Pour compléter, l'équipage a été d'une aide inestimable, tant lors des opérations de pont qu'en cuisine. Leur professionnalisme et leur serviabilité nous a permis de travailler efficacement et en sécurité. Nous avons sincèrement apprécié la bonne ambiance de travail et le soutien qu'ils nous ont offert. Le système de mise à jour du plan de mission via wifi était vraiment efficace et nous permettait de connaître en tout temps le déroulement des opérations. Les organisateurs ont fait un travail remarquable en ajustant les opérations aux besoins de chacun.

Équipe de Jean-Carlos Montero-Serrano :

La mobilisation et préparation des équipements de la mission doit être effectuée au moins deux jours avant le début de la mission. Ceci permettra de donner plus de temps aux différentes équipes scientifiques et techniques de : (1) préparer les laboratoires et instruments de mesure, (2) d'effectuer les différentes présentations pour le déploiement des équipements scientifiques, et (3) effectuer les tours de familiarisation et tests d'évacuation.

Le treuil du pont avant a besoin d'une couverte chauffante afin de le maintenir prêt à être utilisé lors des opérations. Aussi, la rosette a bien fonctionné depuis le local extérieur du navire. Le technicien d'Amundsen Science, Thomas Linkowski, a été d'une grande aide pour l'entretien des équipements pendant la mission.

Dans l'ensemble, les conditions météorologiques n'ont pas permis d'accomplir le plan initial de la mission. Dans ce contexte, je suggère de déplacer la mission hivernale dans les deux dernières semaines du mois de février. Ceci va permettre d'avoir moins d'activités de déglacage liées aux périodes des grands froids. De plus, afin d'éviter la

surcharge de travail du personnel technique et scientifique, je suggère que chaque chercheur impliqué dans la mission met à disposition du personnel supplémentaire, pour aider dans la mobilisation et démobilisation des équipements et du personnel.

Équipe d'Alfonso Mucci :

Étant à Montréal, la seule communication qui parvenait jusqu'à nous était celle transmise par courriel. Ceci a peut-être rendu certaines informations qui pouvaient sembler évidentes ou sous-entendues moins claires pour nous. Par exemple, nous croyions que le retour se ferait à Québec. Le fait que ce ne le soit pas n'est pas un problème en soi, mais plutôt le fait que nous ne nous y attendions pas et que notre organisation n'était pas planifiée en conséquence. Peut-être qu'il faudrait s'assurer que toutes les informations, même celles qui peuvent sembler évidentes, sont transmises dans les courriels. Nommer aussi clairement les incertitudes qui planent dans ces courriels pourrait aider les participants qui sont physiquement loin de l'organisation à mieux comprendre ce qu'il en est.

Équipe de Karine Lemarchand et Richard St-Louis :

Il aurait été apprécié d'avoir une rencontre pré-mission quelques semaines avant le départ avec l'ensemble du groupe de l'ISMER afin de répondre aux interrogations de tous ainsi que de bien comprendre les attentes du chef de mission. Cela dit, sur le navire, tout était très bien structuré.

Remerciements

Nous tenons à remercier les commandants du NGCC *Amundsen* Alain Gariépy et les chefs officiers Jean Gaumond, les maîtres d'équipage Stéphane Massiotte et Yannick Gagnon, les technicien.nes d'Amundsen Science Thomas Linkowski et Dominique St-Hilaire ainsi que les membres de l'équipage pour leur aide tout au long de la mission. Nous remercions également l'équipe scientifique pour leur efficacité lors des différentes opérations et pour leur implication dans le projet Odyssée Saint-Laurent. Cette mission est dirigée par le Réseau Québec maritime (RQM) et financée par le ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation du Québec, et vise à l'acquisition de connaissances stratégiques incluant la collecte de données océanographiques en période hivernale.

Références

Burkholder JM et al. (2006) Comprehensive trend analysis of nutrients and related variables in a large eutrophic estuary: A decadal study of anthropogenic and climatic influences. *Limnol. Oceanogr.* 51: 463-487.

Cloern JE. (2001) Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 210 : 223-253.

Gearing JN and Pocklington R. (1990) Organic geochemical studies in the St. Lawrence Estuary. In: El-Sabh MI, Silverberg N (eds) *Oceanography of a large-scale estuarine system, the St.-Lawrence Coastal and estuarine studies* 39. Springer, New York, 170-201.

Grasshoff et al. (1999) *Methods of seawater analyses*, Weinheim, New-York.

Holmes et al. (1999) *Can J Fish Aquat Sci* 56: 1801-1808.

Le Bris, A. et al. (2018) «Migration patterns and putative spawning habitats of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in the Gulf of St. Lawrence revealed by geolocation of pop-up satellite archival tags», *ICES Journal of Marine Science*. Oxford University Press, 75(1), pp. 135–147. doi: 10.1093/icesjms/fsx098.

Mucci A. et al. (2011) Acidification of Lower St. Lawrence Estuary bottom waters. *Atmosphere-Ocean* 46 (3): 206-218.

Sigman DM, Casciotti KL, Andreani M, Barford C, Galanter M, Bohlke JK. (2001) A bacterial method for the nitrogen isotopic analysis of nitrate in seawater and freshwater. *Analytical Chemistry* 73:4145–4153.

Thibodeau B, de Vernal A, Hillaire-Marcel C and Mucci A. (2010) Twentieth century warming in deep waters of the Gulf of St. Lawrence: a unique feature of the last millennium. *Geophys Res Lett* 37.

Valderrama JC. (1981) The simulation analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry* 10 : 109-1

Winkler, L.W. (1888). Die Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffes. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 21, page 2843.