

# **Intercalibration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques pour caractériser la nature du fond du banc des Américains**

Claude Savenkoff, Marie-Noëlle Bourassa, Roger Côté, Éric Lebel, Marilyn Thorne et Louis Maltais

Pêches et Océans Canada  
Institut Maurice-Lamontagne  
850, route de la Mer  
Mont-Joli, Québec  
Canada G5H 3Z4

2015

**Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 3075**

## **Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques**

Les rapports manuscrits contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui traitent de problèmes nationaux ou régionaux. La distribution en est limitée aux organismes et aux personnes de régions particulières du Canada. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques de Pêches et Océans Canada, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports manuscrits peuvent être cités comme des publications à part entière. Le titre exact figure au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports manuscrits sont résumés dans la base de données *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*.

Les rapports manuscrits sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre.

Les numéros 1 à 900 de cette série ont été publiés à titre de Manuscrits (série biologique) de l'Office de biologie du Canada, et après le changement de la désignation de cet organisme par décret du Parlement, en 1937, ont été classés comme Manuscrits (série biologique) de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 901 à 1425 ont été publiés à titre de Rapports manuscrits de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 1426 à 1550 sont parus à titre de Rapports manuscrits du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 1551.

## **Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences**

Manuscript reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which deals with national or regional problems. Distribution is restricted to institutions or individuals located in particular regions of Canada. However, no restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of Fisheries and Oceans Canada, namely, fisheries and aquatic sciences.

Manuscript reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Manuscript reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page.

Numbers 1-900 in this series were issued as Manuscript Reports (Biological Series) of the Biological Board of Canada, and subsequent to 1937 when the name of the Board was changed by Act of Parliament, as Manuscript Reports (Biological Series) of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 1426 - 1550 were issued as Department of Fisheries and Environment, Fisheries and Marine Service Manuscript Reports. The current series name was changed with report number 1551.

Rapport manuscrit canadien  
des sciences halieutiques et aquatiques 3075

2015

Intercalibration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques pour caractériser  
la nature du fond du banc des Américains

Claude Savenkoff, Marie-Noëlle Bourassa, Roger Côté,  
Éric Lebel, Marilyn Thorne et Louis Maltais

Institut Maurice-Lamontagne  
850, route de la Mer  
Mont-Joli, Québec  
G5H 3Z4

---

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2015

N° de cat. Fs 97-4/3075F-PDF

ISBN 978-0-660-02644-2

ISSN 1488-5468

On doit citer la publication comme suit :

Savenkoff, C., M.-N. Bourassa, R. Côté, É. Lebel, M. Thorne et L. Maltais. 2015. Intercalibration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques pour caractériser la nature du fond du banc des Américains. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3075 : vii + 30 p.

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES ANNEXES.....	v
RÉSUMÉ.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. Introduction.....	1
2. Matériel et méthodes.....	2
2.1 Aire d'étude.....	2
2.2 Campagnes d'imagerie en 2012, 2013 et 2014.....	3
2.3 Analyse des images.....	8
2.4 Relevés acoustiques multifaisceaux (bathymétrie à haute résolution et rétrodiffusion).....	9
3. Résultats.....	12
4. Discussion.....	19
5. Conclusion.....	24
6. Remerciements.....	25
7. Références.....	25

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Nombre de photographies de substrat par année et par engin et de données de rétrodiffusion disponibles pour l'exercice de comparaison .....	13
------------	---	----

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Localisation de l'aire d'étude : Le site d'intérêt (SI) du banc des Américains.....	2
Figure 2.	Le banc des Américains, la crête et les plaines adjacentes de chaque côté sur une grille bathymétrique à haute résolution .....	3
Figure 3.	Stations échantillonnées de 2012 à 2014 lors des relevés pour l'imagerie benthique sur une grille bathymétrique à haute résolution .....	4
Figure 4.	Traîneau benthique ou système remorqué .....	5
Figure 5.	Équipement embarqué sur le traîneau benthique : (A) caméra vidéo oblique, (B) appareil photo, (C) flashes, (D) caissons de batteries (accumulateurs 12V pour lampes), (E) lampes DEL (2 × 45 W), (F) lasers parallèles verts de 5 mW et (G) option facultative, ici une autre caméra vidéo oblique auxiliaire (GoPro) .....	6
Figure 6.	Système déposé sur lequel peuvent être fixées les mêmes composantes d'imagerie benthique (caméras, éclairage et batteries) que sur le traîneau .....	7
Figure 7.	Grille du logiciel d'analyse et de mesure ImageJ .....	9
Figure 8.	Zone sondée par les relevés acoustiques multifaisceaux à bord du <i>NGCC F. G. Creed</i> de (A) 2000 à 2012 et (B) secteurs sondés pour chacune des années .....	11
Figure 9.	Image des données de réflectivité ou de rétrodiffusion en teintes de gris provenant des relevés acoustiques multifaisceaux de 2005 à 2012 du SHC .....	12
Figure 10.	Localisation des stations utilisées pour la calibration sur la couche de rétrodiffusion.....	13
Figure 11.	Images montrant les différentes compositions possibles des six catégories de taille de substrat rencontrées .....	14
Figure 12.	Photographies illustrant le pourcentage de sédiments fins (sables/sédiments fins de 0 à 2 mm) pour chacune des classes de 0-10 % à 91-100 % .....	15
Figure 13.	Nombre de photographies disponibles par classe de pourcentage de sédiments fins.....	16
Figure 14.	Relation observée entre les valeurs de rétrodiffusion et les pourcentages de sédiments fins des stations .....	16
Figure 15.	Caractéristiques (minimum, limite inférieure de la boîte : premier quartile, médiane ou deuxième quartile, limite supérieure de la boîte : troisième quartile et maximum) des valeurs de rétrodiffusion en fonction de différentes classes de pourcentage de sédiments fins .....	17
Figure 16.	Moyenne des valeurs de rétrodiffusion en fonction de différentes classes de pourcentage de sédiments fins .....	18
Figure 17.	Concordance entre les valeurs observées du pourcentage de sédiments fins réparties en trois classes et la couche de rétrodiffusion (intensité en db) .....	19
Figure 18.	Exemple de situation où deux photographies avec des caractéristiques différentes de substrat pouvaient être associées à une même valeur de rétrodiffusion.....	22

Figure 19. Concordance entre les valeurs observées du pourcentage de sédiments fins réparties en trois classes et la couche des pourcentages de sédiments fins prédits à partir des intensités observées de rétrodiffusion ..... 23

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1. Accessibilité des photographies via l’Observatoire Global du Saint-Laurent..... 27

## RÉSUMÉ

Savenkoff, C., M.-N. Bourassa, R. Côté, É. Lebel, M. Thorne et L. Maltais. 2015. Intercalibration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques pour caractériser la nature du fond du banc des Américains. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3075 : vii + 30 p.

Des images fixes et des séquences vidéo des fonds marins ont été récoltées entre 2012 et 2014 au large de la péninsule Gaspésienne sur le banc des Américains, qui a été sélectionné comme site d'intérêt (SI) en vue de créer une zone de protection marine (ZPM). Notre projet vise à décrire, à caractériser et à cartographier des habitats benthiques sensibles à l'aide d'une combinaison d'approches directes (imagerie benthique, bathymétrie à haute résolution et rétrodiffusion issues des relevés acoustiques multifaisceaux) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. L'objectif général de ce premier rapport est de fournir une méthodologie validée concernant l'intégration d'images benthiques et de données de rétrodiffusion dans des cartes multicouches comme outil pour la gestion de l'habitat. Ainsi, le projet adresse des défis techniques spécifiques : (1) revoir l'acquisition et les protocoles d'analyses des images optiques existantes tels qu'utilisés au MPO-Québec afin d'améliorer leur efficacité et leur exactitude et de les adapter à différents environnements (des chenaux profonds aux hauts fonds côtiers) et (2) calibrer les données acoustiques multifaisceaux existantes (c.à.d. rétrodiffusion et paramètres dérivés) à partir d'images benthiques. Les données originales des relevés du Service hydrographique du Canada (SHC) ont été analysées pour les besoins spécifiques de ce projet dans le but de créer des cartes uniformes de rétrodiffusion pour la dureté des fonds et le type de sédiment. La nature des fonds et les types de substrat rencontrés ont été identifiés à partir de l'imagerie benthique et les résultats ont été utilisés pour calibrer les données acoustiques multifaisceaux existantes. Ce projet montre l'utilité des relevés d'imagerie benthique, peu coûteux, pour valider l'information obtenue d'autres sources.



**ABSTRACT**

Savenkoff, C., M.-N. Bourassa, R. Côté, É. Lebel, M. Thorne et L. Maltais. 2015. Intercalibration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques pour caractériser la nature du fond du banc des Américains. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3075 : vii + 30 p.

Still and video imagery of the seafloor has been collected between 2012 and 2014 offshore of the Gaspé Peninsula in the American Bank, which has been selected as an area of interest (AOI) for potential designation as a Marine Protected Area. Our project aims to describe, characterize, and map critical benthic habitats using a combination of direct approaches (benthic imagery, acoustic multibeam high-resolution bathymetry and backscatter) in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. The overall objective of this first report is to provide a validated methodology for the integration of optical imagery-derived and backscatter data into multi-layer maps as a tool for habitat management. Thus, the project addresses specific technical issues: (1) To review existing optical image acquisition and processing protocols, as used by DFO-Quebec, to improve efficiency and accuracy and adapt to various challenging environments (from deep channels to near-shore shoals) and (2) to calibrate existing multibeam acoustic data (i.e., backscatter and derivatives) based on benthic imagery. The original Canadian Hydrographic Service (CHS) survey data have been analyzed for the specific needs of this project with an emphasis on creating uniform backscatter maps for bottom hardness and sediment type. Sediment and bottom types sampled have been identified from benthic imagery and the results have been used to calibrate existing multibeam acoustic data. The project demonstrates how low-cost bottom imagery surveys can be used to validate data collected using other methods.

## 1. INTRODUCTION

En 2011, le ministère des Pêches et des Océans Canada (MPO) a sélectionné le banc des Américains comme site d'intérêt (SI) en vue de créer une zone de protection marine (ZPM) en vertu de la Loi sur les océans. Le SI du banc des Américains, sous la responsabilité de la région du Québec, se situe dans le golfe du Saint-Laurent, à l'est de la péninsule gaspésienne (Figure 1). Il s'agit d'un quadrilatère de 1000 km<sup>2</sup> délimité à l'ouest par le cap Gaspé et l'île Bonaventure et se prolongeant sur environ 35 km vers le large (Gauthier *et al.*, 2013 ; Figure 1), l'ensemble étant une portion de la zone d'importance écologique et biologique (ZIEB) « côte sud-ouest du golfe » (MPO, 2007). Le but principal de la création de cette ZPM est de favoriser la productivité et la diversité des ressources halieutiques liées à la présence du banc des Américains et de ses plaines adjacentes ainsi que de contribuer au rétablissement des espèces en péril (Gauthier *et al.*, 2013). Pour cela, trois objectifs de conservation (OC) ont été définis : (1) conserver et protéger les habitats benthiques ; (2) conserver et protéger les habitats pélagiques et les espèces fourragères ; et (3) protéger les espèces en péril dont les baleines (rorqual bleu *Balaenoptera musculus*, baleine noire *Eubalaena glacialis*) et les loups de mer (*Anarhichas* sp.).

En collaboration avec la Gestion des Océans (É. Albert et G. Cantin, Institut Maurice-Lamontagne, MPO, Mont-Joli, Qc) et le Service hydrographique du Canada (SHC, R. Côté, L. Maltais et R. Sanfaçon, Institut Maurice-Lamontagne, MPO, Mont-Joli, Qc), nous avons élaboré un projet portant sur la caractérisation des fonds marins par imagerie optique du SI du banc des Américains. Nous avons réalisé des images détaillées du fond du banc des Américains et des plaines adjacentes en août 2012 et 2013, puis en juillet 2014 afin d'obtenir : (1) une classification des types de fond (par ex. : substrat, relief) et (2) une description des organismes sessiles et peu mobiles (épibenthos : organismes vivant à la surface du substrat) qui y sont associés. De 2000 à 2012, le SHC a réalisé des relevés acoustiques multifaisceaux (bathymétrie à haute résolution et rétrodiffusion) afin d'obtenir une couverture de la totalité du SI. Les données de rétrodiffusion (« backscatter »), qui correspondent à une mesure de l'intensité du signal revenu au sondeur (réflectivité), permettent d'obtenir des informations sur la dureté relative du fond. L'objectif de ce premier rapport est une intercalibration méthodologique sommaire concernant l'intégration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques dans la caractérisation de la nature du fond et sa répartition spatiale. Un deuxième rapport est prévu pour réaliser une description des différents habitats benthiques et des communautés associées du banc des Américains et des plaines adjacentes par imagerie sous-marine. Ces différentes analyses permettront d'identifier les habitats potentiels pour plusieurs composantes clés de cette région telles que les loups de mer et d'obtenir des informations de base pour établir un état de référence du banc des Américains en vue de sa désignation en tant que ZPM.

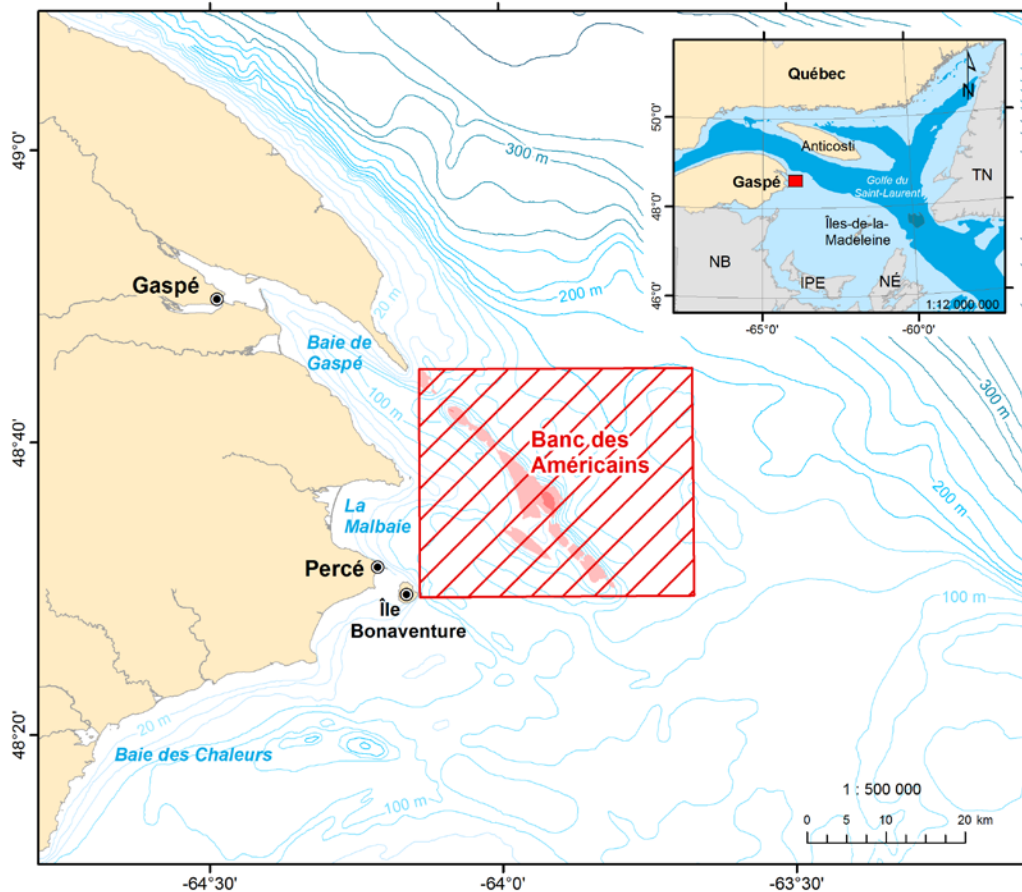


Figure 1. Localisation de l'aire d'étude : Le site d'intérêt (SI) du banc des Américains.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Aire d'étude

Le banc des Américains est composé d'une crête d'environ 34 km de longueur qui débute à proximité du cap Gaspé et qui se poursuit vers le sud-est (Figure 2). Se retrouvant en moyenne sous 40 à 50 mètres d'eau, cette crête sépare deux plaines sous-marines, « les plaines adjacentes » (Gauthier *et al.*, 2013). Celle située au sud-ouest possède une profondeur moyenne d'environ 90 m et celle du nord-est, plus profonde, est d'environ 140 m. Des escarpements et des sommets (12 à 35 m) sont associés à cette structure ainsi que quelques fosses plus profondes à proximité. Sur tout le territoire, le substrat varie également selon la topographie et la bathymétrie. Il est principalement constitué de vase et de sable (pélite sablonneuse) sur les plaines (extrapolé de Loring et Nota, 1973). Quant au banc, il serait composé de couches rocheuses sédimentaires (calcaires, grès, mudstone). Toutefois, la caractérisation complète du substrat remonte à plusieurs années et devrait être validée (Gauthier *et al.*, 2013). Dans la portion nord-est du SI, on retrouve des sillons glaciaires dont la longueur atteint plus de 1 km et la profondeur est d'environ 6 m. Ces formations particulières contribuent à la diversité des habitats (Larocque *et al.*, 2010).

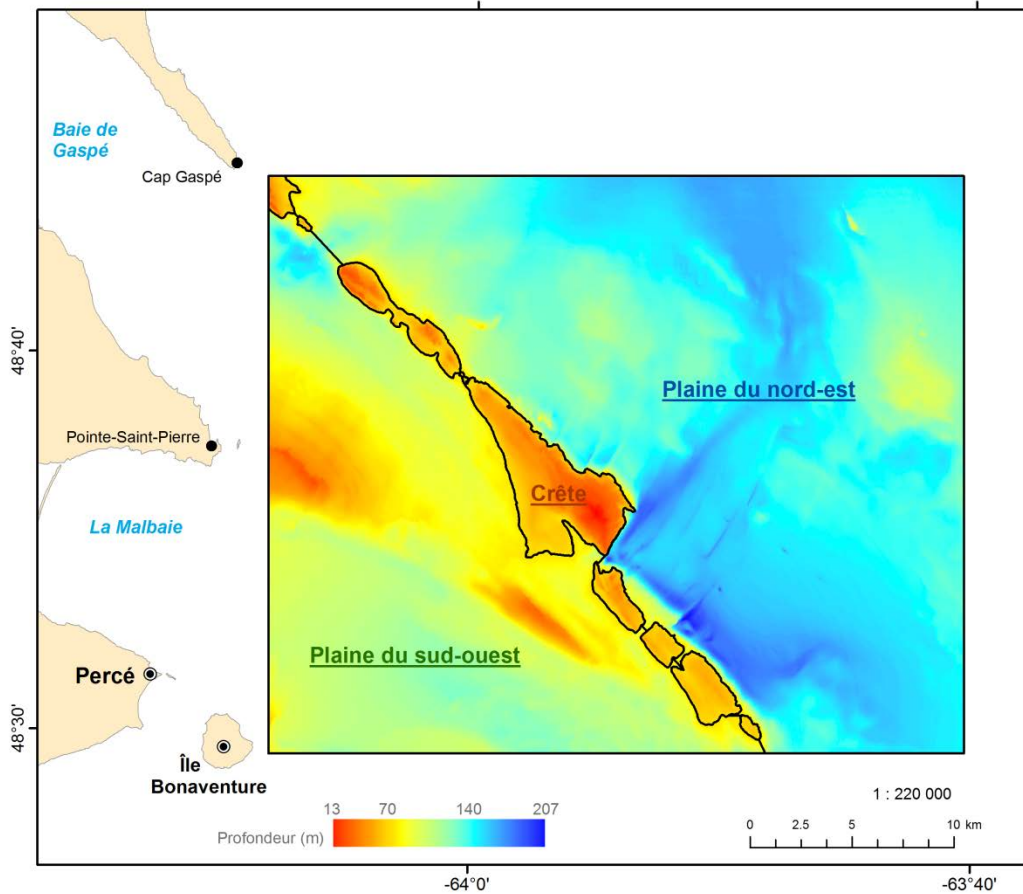


Figure 2. Le banc des Américains, la crête et les plaines adjacentes de chaque côté sur une grille bathymétrique à haute résolution.

## 2.2 Campagnes d'imagerie en 2012, 2013 et 2014

Des relevés pour l'imagerie benthique ont été réalisés du 12 au 18 août 2012 à bord du *NGCC Calanus II* (mission IML-2012-030), ainsi que du 7 au 16 août 2013 (mission IML-2013-025) et du 24 au 31 juillet 2014 (mission IML-2014-022) à bord du *NGCC Leim* sur le SI du banc des Américains. Lors de la première mission en 2012, 135 stations fixes (soit 135 photos analysées) situées sur la crête du banc ont été documentées à l'aide de caméras fixées sur un cadre déposé au fond (Figure 3). Un total de 14 traits de traîneau benthique avec le même équipement d'imagerie a également été réalisé avec succès dans les zones profondes adjacentes au banc pour un total de 106 autres photographies analysées. La mission de 2013 visait à documenter les fonds situés sur les plaines adjacentes, mais toujours à l'intérieur des limites du SI (Figure 3). Une sélection aléatoire de 68 stations (528 photographies analysées), centrées sur des cellules de 1 km<sup>2</sup>, a été échantillonnée en excluant la crête du banc à l'aide du traîneau benthique et du même équipement d'imagerie qu'en 2012 (Figure 3). Finalement, 62 stations fixes (soit 62 photographies analysées)

ont été réalisées en 2014 afin de compléter l'échantillonnage sur la crête du banc et certains hauts fonds des plaines du sud-ouest (Figure 3).

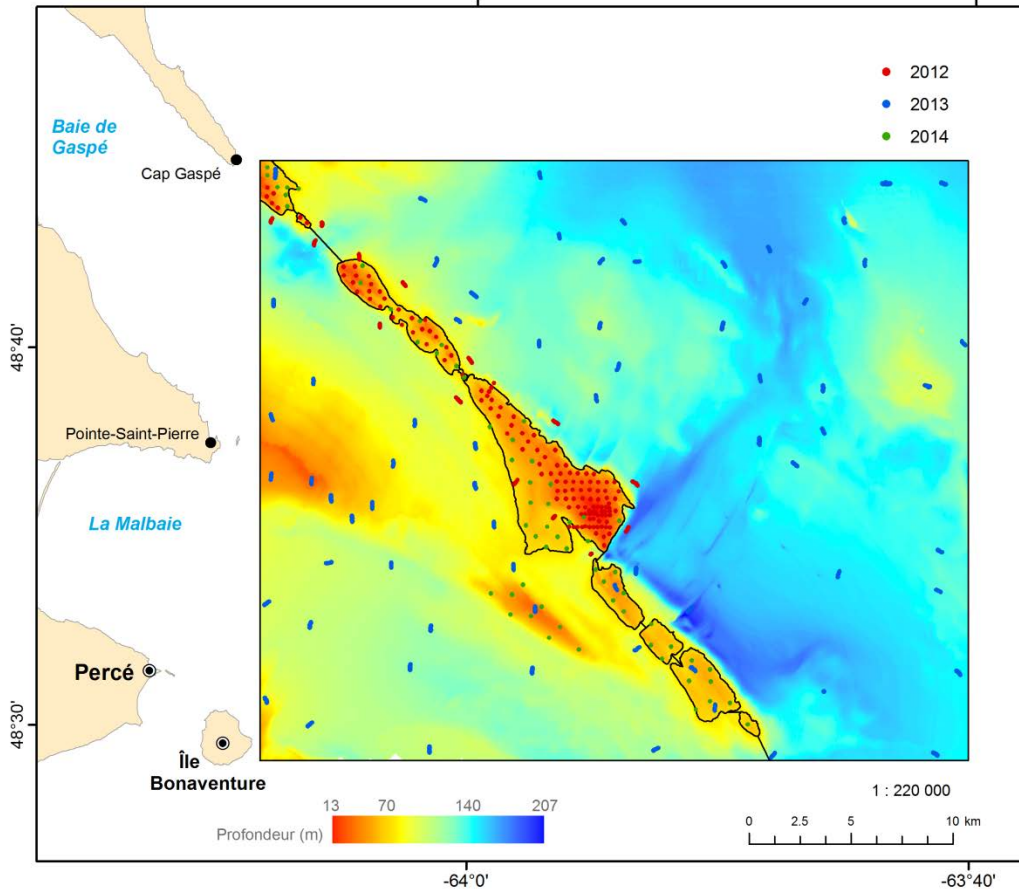


Figure 3. Stations échantillonnées de 2012 à 2014 lors des relevés pour l'imagerie benthique sur une grille bathymétrique à haute résolution.

Nous avons utilisé un traîneau benthique dédié à l'imagerie et construit en 2006 (Larocque et Thorne, 2012). Mesurant 1,53 m (L) × 1,02 m (H) × 2,98 m (P) pour un poids d'environ 275 kg, sa forme est inspirée d'un design préalablement utilisé par la « National Oceanic and Atmospheric Administration » (NOAA) pour l'étude des ressources benthiques (AFSC, 2012). Comparativement à celui de la NOAA, il a été surdimensionné et l'aluminium a été remplacé par de la tubulure d'acier, le rendant plus lourd et plus facile à réparer (Figure 4). Le traîneau est utilisé comme plate-forme de remorquage pour les caméras, l'éclairage et les batteries (Figure 5). La stabilité du traîneau et sa robustesse ont été éprouvées sur différents substrats allant du fond de vase meuble au fond de galets avec d'occasionnels rochers (Larocque et Thorne, 2012). À chaque trait d'environ 400 m, le traîneau était remorqué à une vitesse du bateau ne dépassant pas 0,7 m/sec (1,3 nœuds) pendant environ 10 minutes. Chaque section échantillonnée comportait de la vidéo oblique avant continue (caractérisation des organismes mobiles ou de grande taille et du relief) et des images à la verticale du fond (caractérisation de l'épibenthos et du substrat) prises à



des intervalles variant de 9 à 10 mètres en fonction de la vitesse du bateau (soit environ 47 images fixes du fond et 10 minutes de vidéo récoltées à chaque trait). En 2012 et 2014, nous avons également utilisé un système déposé fait d'un cadre d'acier mesurant 0,98 m (H) × 0,72 m (L) × 0,97 m (P) pour un poids total de 60 kg sur lequel étaient fixées les mêmes composantes d'imagerie benthique (caméras, éclairage et batteries) que sur le traîneau (Figure 6). La hauteur de l'appareil photo et la géométrie de l'éclairage sont similaires à celles du traîneau benthique afin d'utiliser les mêmes paramètres d'analyse. La procédure de déploiement consistait à démarrer les caméras en surface, puis à descendre le cadre vers le fond à l'aide d'un câble. Le cadre était maintenu sur le fond pour environ deux minutes pendant que le bateau demeurait stationnaire au-dessus de la station.

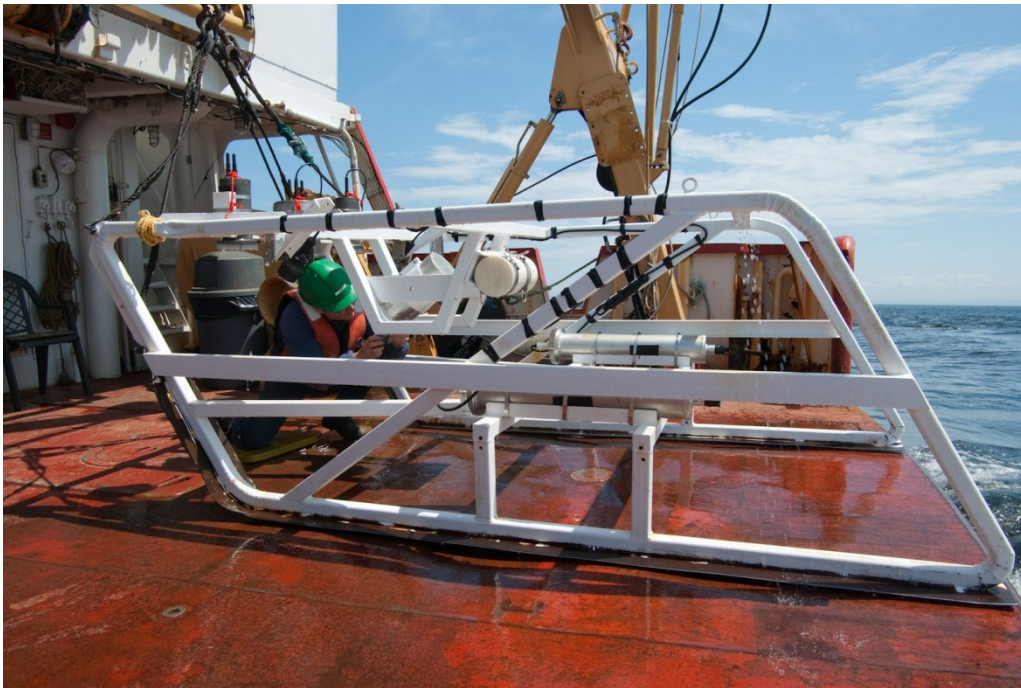


Figure 4. Traîneau benthique ou système remorqué.

L'acquisition des images à haute résolution du fond a été réalisée avec un appareil reflex numérique (Nikon D90) monté verticalement, dont l'éclairage était assuré par deux flashes (Vivitar HV285) avec déclencheurs synchronisés en position manuelle à demi-puissance, reliés chacun à un bloc NiMH de 6 V à 5 A/h. L'appareil reflex numérique est utilisé avec une lentille ayant une focale de 35 mm (Nikkor 35 mm f/2.0) et une couverture angulaire diagonale de 41° dans l'air. La couverture angulaire d'environ 32,1° dans l'eau permet d'obtenir des images présentant très peu de distorsion sphérique sur lesquelles il n'y a pas de différence significative de netteté entre la marge et le centre de l'image. On estime que la résolution permet d'identifier des éléments d'environ 2 mm. Le champ mesuré expérimentalement dans l'eau de mer couvre 0,12 m<sup>2</sup>, soit 43,0 cm horizontalement et 28,6 cm verticalement lorsque l'appareil reflex numérique est situé à 87,3 cm du sujet. L'appareil est utilisé avec une mise-au-point fixe. Les autres paramètres sont également fixes (f/13, 1/125 sec., iso 200).

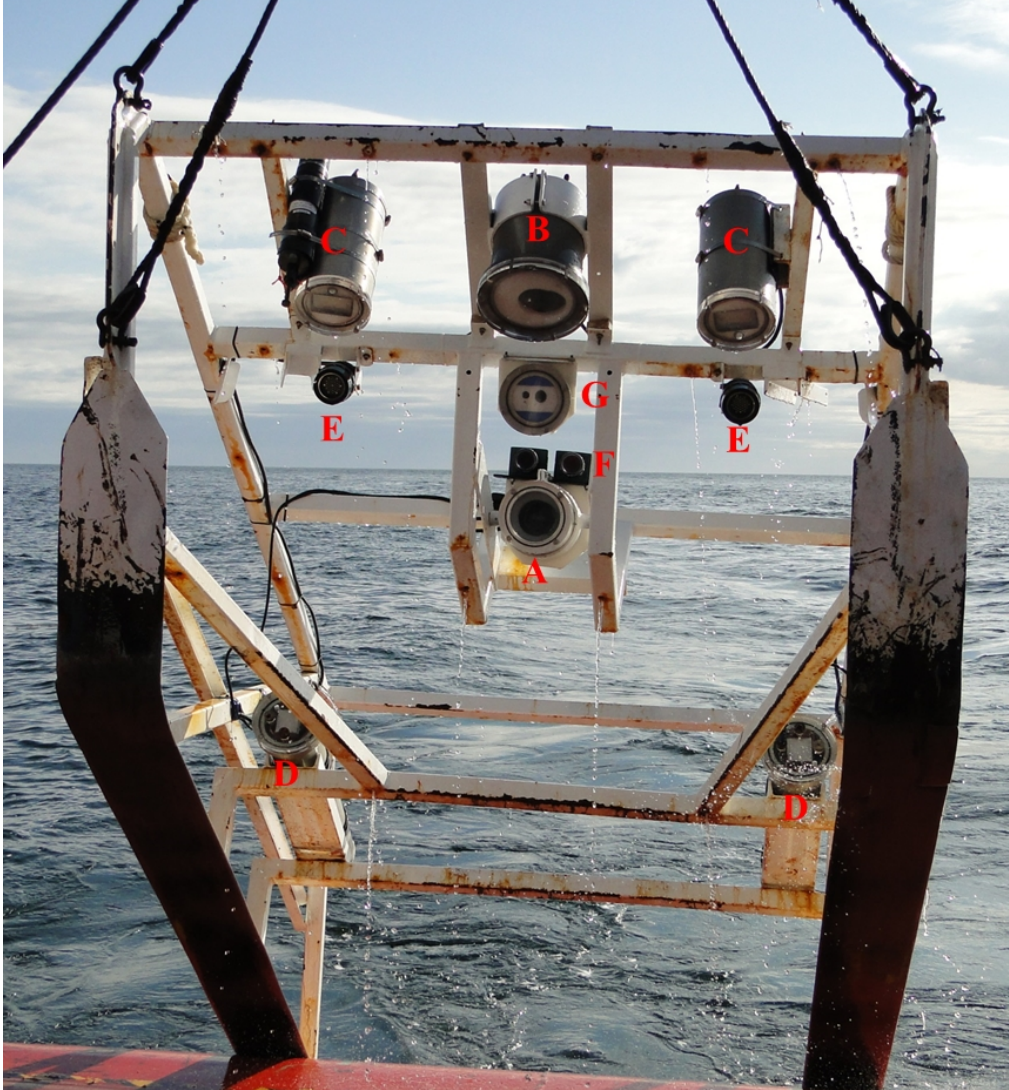


Figure 5. Équipement embarqué sur le traîneau benthique : (A) caméra vidéo oblique, (B) appareil photo, (C) flashes, (D) caissons de batteries (accumulateurs 12V pour lampes), (E) lampes DEL ( $2 \times 45$  W), (F) lasers parallèles verts de 5 mW et (G) option facultative, ici une autre caméra vidéo oblique auxiliaire (GoPro).

L'ajustement du blanc est automatique, mais est généralement revu en post-traitement. Le déclenchement automatique des deux flashes à un intervalle de 10 à 15 secondes était assuré par un intervalomètre infrarouge reproduisant le signal de la télécommande de l'appareil (GentLED, Gentles Limited, Edinburgh, UK).



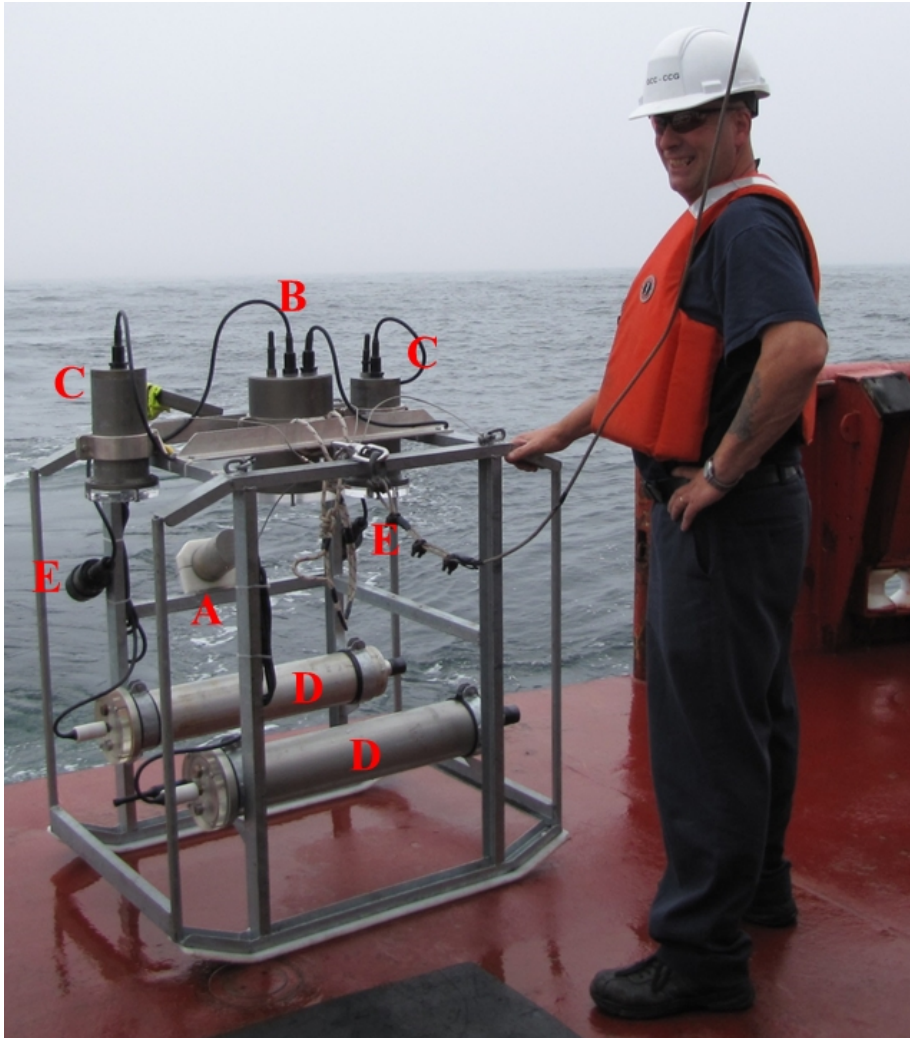


Figure 6. Système déposé sur lequel peuvent être fixées les mêmes composantes d'imagerie benthique (caméras, éclairage et batteries) que sur le traîneau. (A) caméra vidéo oblique, (B) appareil photo, (C) flashes, (D) caissons de batteries (accumulateurs 24V pour lampes), (E) lampes DEL ( $2 \times 45$  W).

Pour la vidéo oblique continue, nous avons utilisé une caméra à haute définition (Sanyo FH1) permettant l'enregistrement sur carte mémoire à un taux de 60 images par seconde, sans entrelacement (c.-à-d. mode progressif). La caméra était munie d'une lentille Raynox 0,3 $\times$ , dont la grande couverture permet de positionner la caméra proche du sujet au prix d'une légère déformation de l'image et d'un faible vignettage. Compte tenu que la vidéo est généralement utilisée seulement pour effectuer des décomptes et non pour effectuer des mesures sur le fond, ces compromis sont jugés acceptables (Larocque et Thorne, 2012). Deux lampes DEL (Diodes Électroluminescentes, 45 W, 70°, 6500°K, DEL Multi-SeaLite Matrix, Deepsea Power & Light, San Diego, USA) alimentées en 24 V (15 A/h) en assuraient l'éclairage. Nous disposions également d'une position pour une caméra vidéo de secours (GoPro HERO3 ; Figure 5). Le système d'éclairage est activé par la conductivité de l'eau. À partir de 2013, des lasers parallèles verts de 5 mW (A.G.O. Environmental Electronics Ltd, Victoria, B.C. Canada) distants de 10 cm ont été utilisés pour fournir une référence visuelle au centre du champ de la caméra vidéo



oblique. La déformation sphérique peut maintenant être corrigée par post-traitement sur des images saisies de la vidéo à même le logiciel d'archivage. La description détaillée des méthodes, des analyses et de l'équipement utilisé en imagerie benthique est présentée dans Larocque et Thorne (2012).

### 2.3 Analyse des images

L'analyse des images visait à décrire les sédiments superficiels et à identifier les organismes présents selon la technique décrite dans Larocque et Thorne (2012). L'information provenant des images fixes verticales du fond est utilisée pour décrire quantitativement la taille des sédiments et pour établir l'abondance ou la densité d'organismes épibenthiques par unité de surface. Les séquences vidéo sont traitées plus sommairement que les images fixes. Elles sont utilisées pour noter la présence ou l'absence de certaines caractéristiques précises de l'environnement ou pour effectuer des dénombrements d'organismes de grande taille et/ou plus mobiles le long de chaque section.

Les images provenant de l'appareil reflex numérique monté verticalement avaient une résolution de  $4288 \times 2848$  pixels. Toutes les images ont été géoréférencées. Pour ce faire, un tracé sur le fond est recréé en utilisant le tracé GPS du bateau (logiciel RoboGEO ver. 6.3.2), auquel on a appliqué un décalage dynamique qui intègre la profondeur, la longueur de câble déroulé et la course du bateau. Nous utilisons une version adaptée du logiciel GPS Utility (<http://www.gpsu.co.uk/>), qui a été modifiée en collaboration avec l'auteur pour nos besoins. C'est ce tracé qui, après validation, est utilisé pour référencer les images. Les images en format brut « Nikon Electronic Format » (NEF) ont été importées immédiatement après leur acquisition dans le logiciel Lightroom L/R (ver. 3.6 et ver. 4, Adobe Corp.), un logiciel de gestion d'images et de métadonnées, qui permet le traitement non-destructif des images et leur exportation vers d'autres formats. Les images ont été rehaussées pour en faciliter l'interprétation. Le rehaussement se limite généralement à ajuster le niveau d'exposition et la gamme dynamique pour optimiser l'information disponible (par ex. courbe des tonalités : teintes claires près du maximum, teintes sombres au minimum et tons clairs augmentés légèrement selon l'image). Pour le système remorqué, la sélection des images à analyser se fait directement dans L/R. Le pas d'échantillonnage est fixé à une image sur cinq à partir de la première image d'une séquence au fond (entre 6 et 10 photos analysées par trait de traîneau benthique). Si l'image choisie est inutilisable (défaillance du flash, turbidité, etc.), l'image suivante est retenue. Une étiquette « analyse » est ajoutée à chaque image sélectionnée, puis elles sont exportées en pleine résolution en format JPEG faiblement compressé pour être analysées.

Pour l'analyse des sédiments de surface, nous avons utilisé ImageJ, un logiciel libre multi-plateforme de traitement et d'analyse d'images développé par le « National Institutes of Health » (Bethesda, Maryland, États Unis ; <http://rsb.info.nih.gov/ij/>). Une grille équidistante à 48 intersections est surimposée à l'image via le module Grid d'ImageJ (Figure 7). La nature du substrat sous chaque intersection a été notée et classée selon six catégories de taille. Les cinq premières catégories sont basées sur l'échelle d'Udden-Wentworth : sables/sédiments fins (0 à 2 mm), granules (2 à 4 mm), cailloux (4 à 64 mm), galets (64 à 256 mm) et blocs (> 256 mm) (Wentworth, 1922). Comme la résolution utilisée permet d'identifier des éléments jusqu'à environ 2 mm, nous avons regroupé les premières classes (argile : < 0,0039 mm, silt ou limon :

0,0039-0,0625 mm et sable : 0,0625-2,0 mm) de l'échelle d'Udden-Wentworth, que nous ne pouvions pas différencier sous sables/sédiments fins (0 à 2 mm). Nous avons ajouté une sixième catégorie (dur) pour tenir compte de la présence dominante de roche mère sur la crête du banc des Américains. Des catégories de carbonates (coquillages) ou autre (débris, déchets ou non visible) peuvent également être ajoutées. Si le substrat n'est pas visible immédiatement sous l'intersection dans la grille, le point utilisable le plus près à droite avant la prochaine intersection est utilisé.

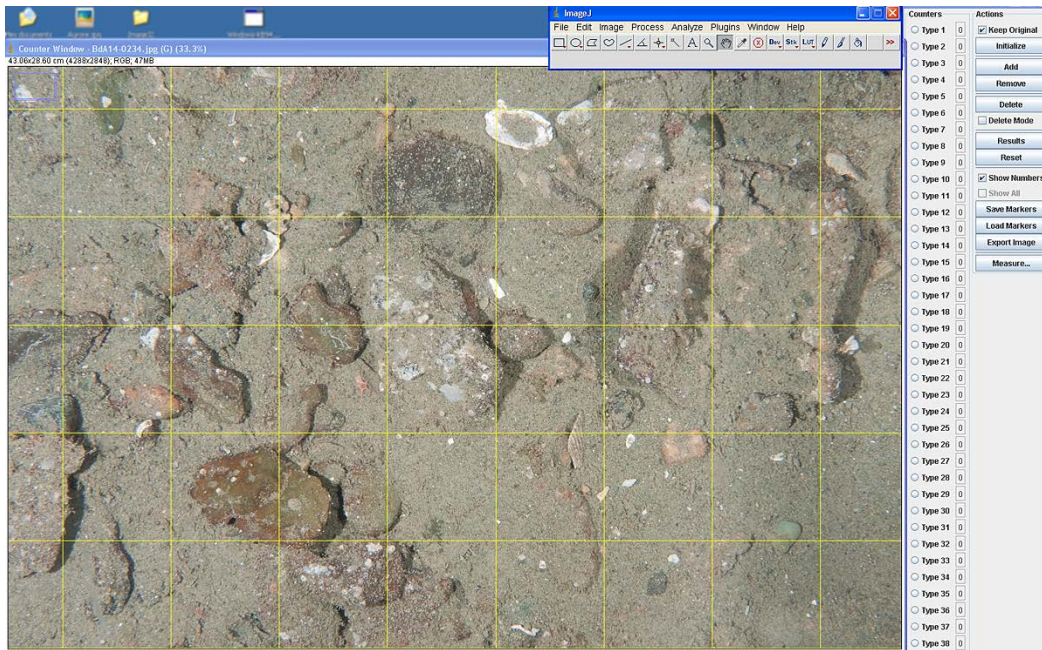


Figure 7. Grille du logiciel d'analyse et de mesure ImageJ.

## 2.4 Relevés acoustiques multifaisceaux (bathymétrie à haute résolution et rétrodiffusion)

Les relevés acoustiques multifaisceaux ont été effectués avec le *NGCC F. G. Creed*. De 2000 à 2004, les relevés ont été effectués à l'aide d'un sondeur Kongsberg EM-1000 (fréquence de 95 khz, 60 faisceaux de 3,3 degrés). De 2005 à 2012, les relevés ont été réalisés à l'aide d'un sondeur Kongsberg EM-1002 (fréquence de 95 khz, 111 faisceaux de 2,2 degrés). L'ensemble des sondages offre une couverture de la totalité du SI du banc des Américains, soit environ  $31 \times 35$  km (Figure 8). Les sondeurs multifaisceaux permettent d'envoyer des impulsions acoustiques sur une fauchée d'une largeur équivalente à  $\pm 5$  fois la profondeur réfléchissant des informations quantitatives en continu vers le sonar. Une bonne connaissance de la vitesse du son dans l'eau permet de convertir les temps de propagation en distance. Deux types de données géoréférencées sont ainsi obtenues : (1) les données bathymétriques et (2) les données de réflectivité ou de rétrodiffusion (« backscatter »). Comme l'empreinte de chaque faisceau sur le fond marin s'élargit en fonction de la profondeur, la résolution des surfaces bathymétriques et de rétrodiffusion a été établie conséquemment (crête : empreintes de 0,5 à 1,5 m, grille au 1 m ; plaines : empreintes de 3 à 20 m, grille au 10 m). La bathymétrie est présentée sur des grilles à reliefs ombragés (Figure 8). Les données de rétrodiffusion correspondent à une mesure de

l'intensité du signal revenu au sondeur et permettent d'obtenir des informations sur le type de fond (dureté). L'intensité de réflectivité acoustique est dépendante de la nature des matériaux composant la couche superficielle du fond marin et de sa morphologie fine. Même s'il est difficile de caractériser de manière non équivoque un type de fond, la réflectivité donne des informations qualitatives relatives. Une région sombre de l'image indique un retour du signal faible et donc un sédiment meuble et inversement, une région claire indique un retour de signal fort, et par conséquent, un sédiment compact ou de la roche. L'image d'intensité du fond (en niveau de gris) a été produite à l'aide du module « GEOCODER » inclus dans le logiciel HIPS version 7.0 de la compagnie Caris (Figure 9). Pour les anciens systèmes, les valeurs, qui représentent l'intensité du retour du signal, variaient de 0 à 255 db (variabilité de la dureté du fond marin). Pour les nouveaux systèmes, ces valeurs sont exprimées de 0 à 60 db. Comme ces systèmes ne sont pas étalonnés, il s'agit de valeurs relatives propres à chaque système et non de valeurs absolues de la dureté du fond. Les données des relevés de 2000 et 2004 n'ont pu être utilisées pour la comparaison avec les images benthiques, car elles ont été obtenues avec une configuration trop différente des autres relevés acoustiques multifaisceaux (pas d'intercalibration possible).

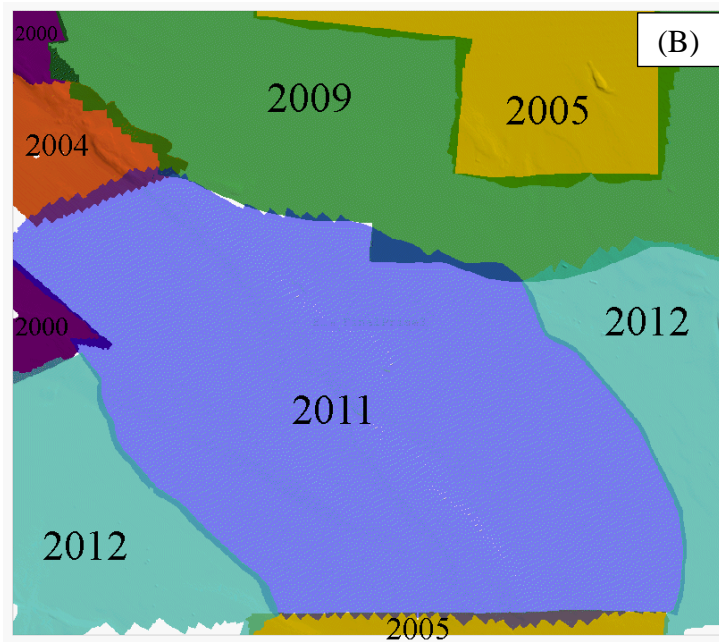
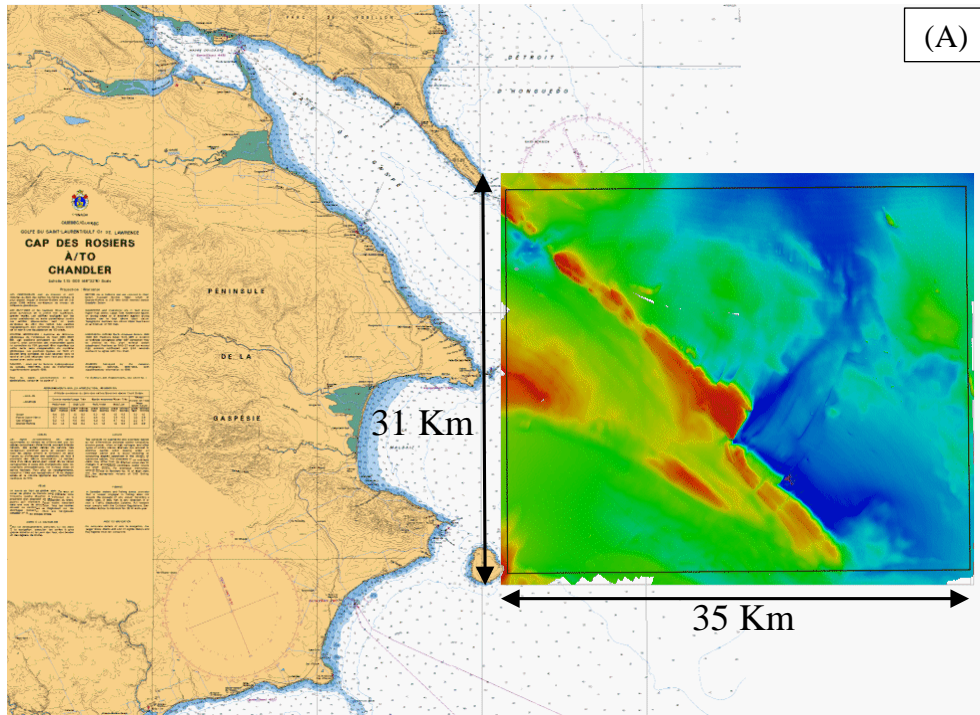


Figure 8. Zone sondée par les relevés acoustiques multifaisceaux à bord du NGCC *F. G. Creed* de (A) 2000 à 2012 et (B) secteurs sondés pour chacune des années.

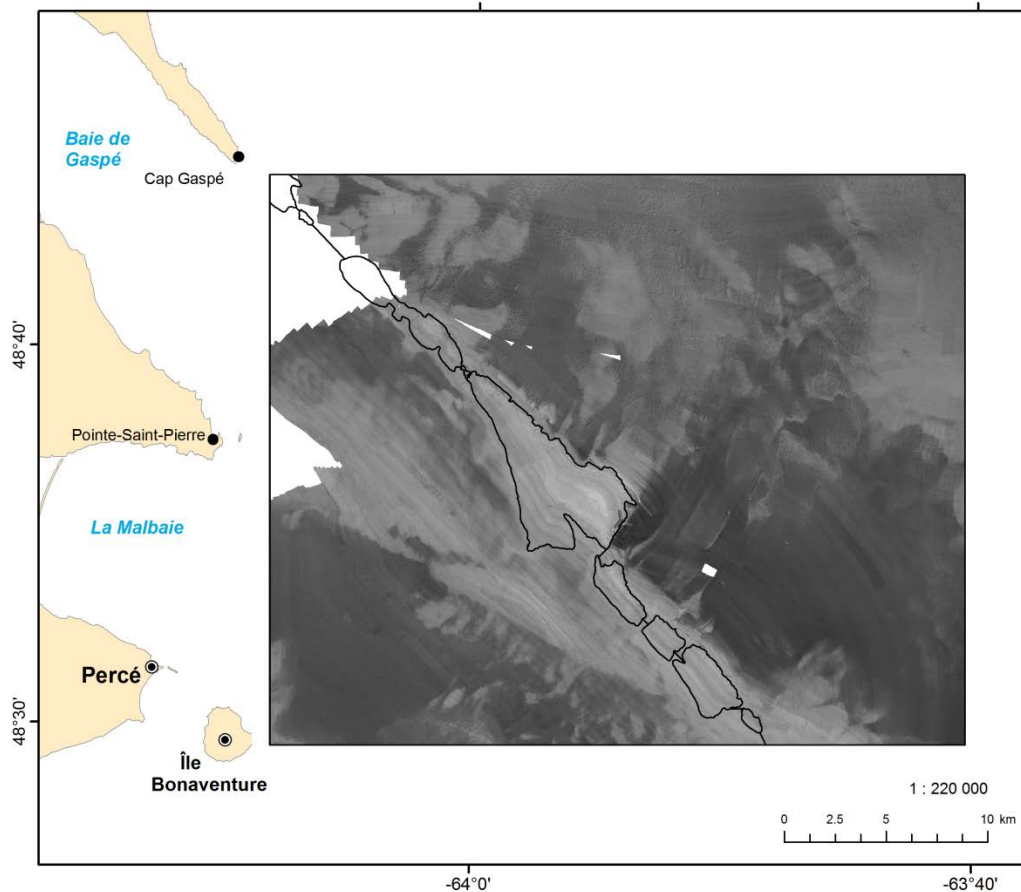


Figure 9. Image des données de réflectivité ou de rétrodiffusion en teintes de gris provenant des relevés acoustiques multifaisceaux de 2005 à 2012 du SHC. Région sombre : sédiment meuble ; région claire : sédiment compact ou roche. Les données des relevés de 2000 et 2004 n'ont pu être utilisées pour réaliser cette image.

### 3. RÉSULTATS

Un total de 831 photographies a été analysé pour l'ensemble du SI du banc des Américains, mais seules 741 photographies pouvaient être associées à des données de rétrodiffusion (Tableau 1 et Figure 10). La profondeur des photographies analysées variait entre 14 et 204 m, la profondeur du SI étant comprise entre 13 et 207 m.

La nature du substrat variait entre les six catégories de taille utilisées : sables/sédiments fins (0 à 2 mm), granules (2 à 4 mm), cailloux (4 à 64 mm), galets (64 à 256 mm), blocs (> 256 mm) et dur (Figure 11). La comparaison avec les données de rétrodiffusion n'a été réalisée qu'avec une seule catégorie : sables/sédiments fins (appelée « sédiments fins » par la suite). La figure 12 montre différentes photographies pour des classes de pourcentage de sédiments fins de 0-10 % jusqu'à 91-100 %. Nous avons analysé entre 16 et 129 photographies par classe de pourcentage de sédiments fins (Figure 13).



Tableau 1. Nombre de photographies de substrat par année et par engin et de données de rétrodiffusion disponibles pour l'exercice de comparaison. En gras, le nombre de couples utilisés pour la comparaison (total = 741).

Année	Engins	Total	Données de rétrodiffusion	Données de substrat
2012	Caméras remorquées	106	<b>87</b>	87
	Caméras déposées	135	<b>115<sup>a</sup></b>	133
2013	Caméras remorquées	528	<b>486</b>	486
2014	Caméras déposées	62	<b>54</b>	62

<sup>a</sup> : Parmi les 115 données de rétrodiffusion, une valeur n'était pas associée à des valeurs de substrat, le système déposé ayant basculé.

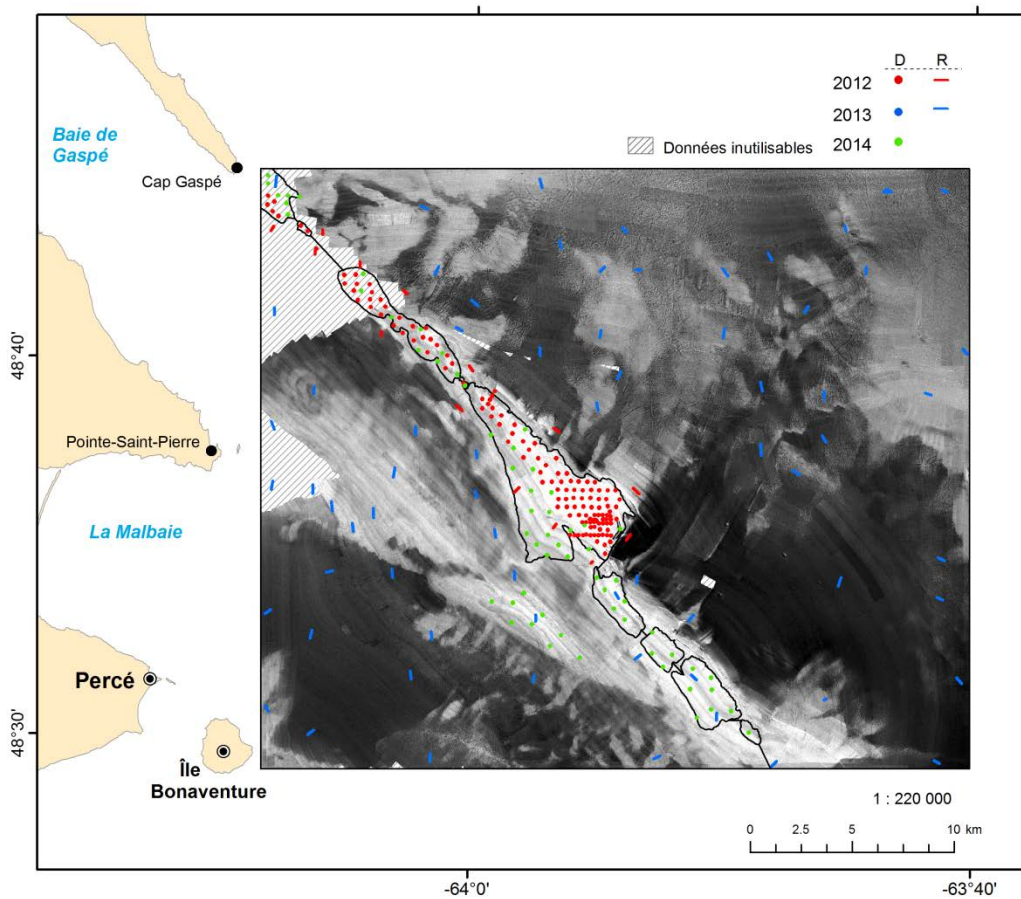


Figure 10. Localisation des stations utilisées pour la calibration sur la couche de rétrodiffusion. D : système déposé, R : système remorqué.

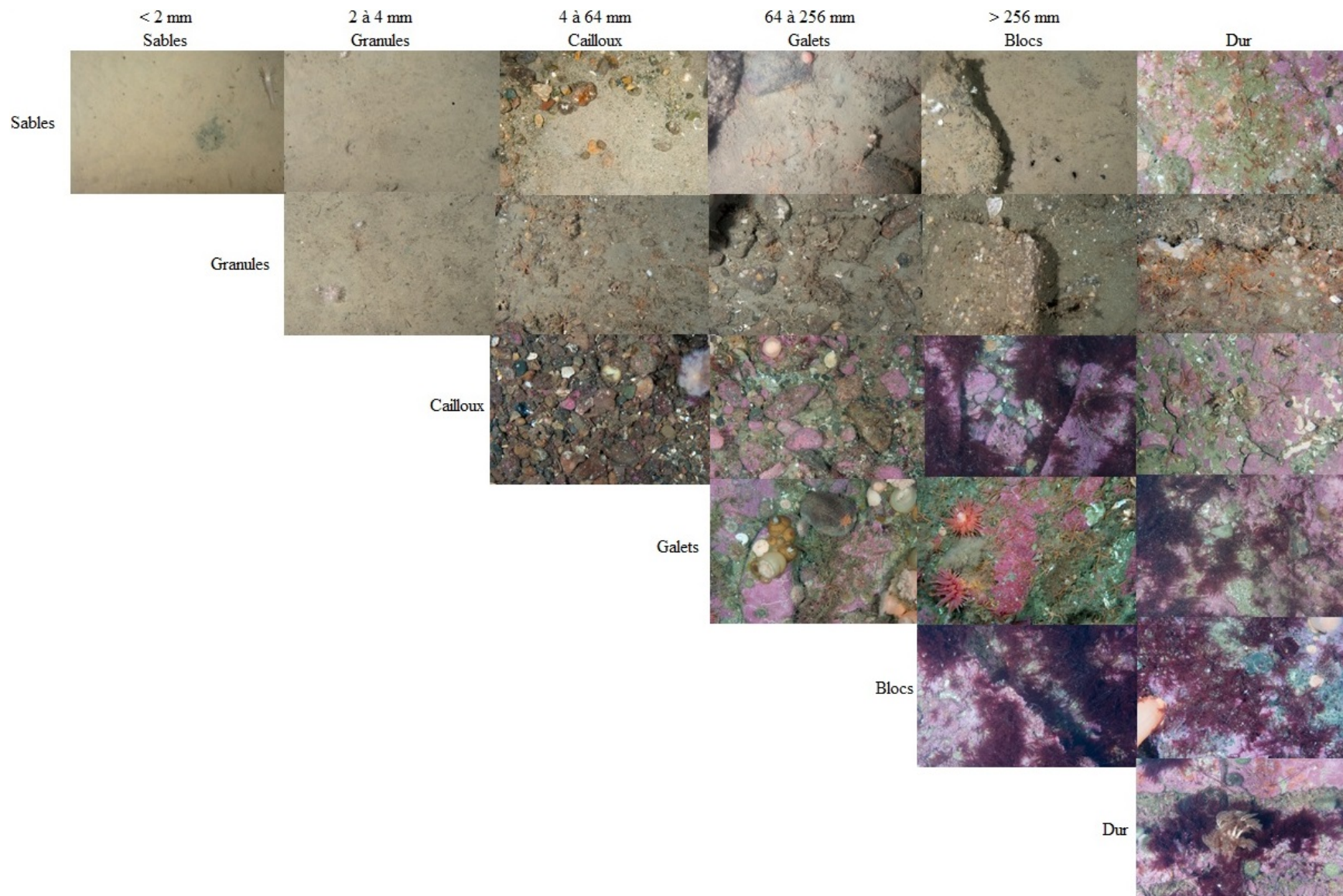


Figure 11. Images montrant les différentes compositions possibles des six catégories de taille de substrat rencontrées.



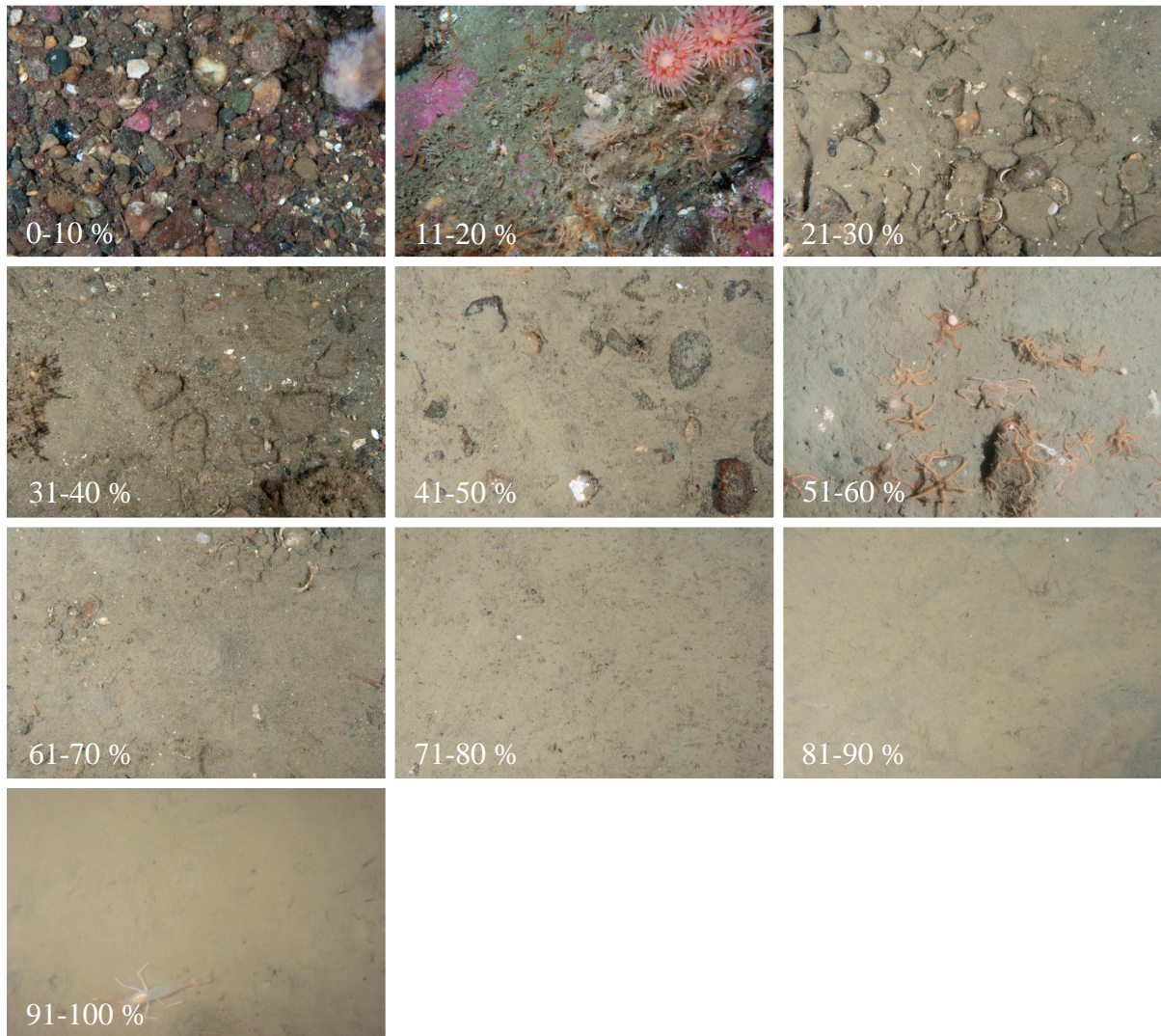


Figure 12. Photographies illustrant le pourcentage de sédiments fins (sables/sédiments fins de 0 à 2 mm) pour chacune des classes de 0-10 % à 91-100 %.

Nous observons une relation linéaire positive fortement significative ( $r = 0,74$ ,  $n = 741$ ,  $p < 1 \%$ , pente : 2,67, ordonnée : -44,35) entre les valeurs de rétrodiffusion et les pourcentages de sédiments fins observés (Figure 14). Le coefficient de détermination ( $r^2$ ) indique que 58 % de la variabilité totale des valeurs de rétrodiffusion peut être expliquée par la variabilité des valeurs de pourcentage de sédiments fins. Toutefois, un éventail important de pourcentage de sédiments fins peut correspondre à une même valeur de rétrodiffusion (forte variation ; par ex., une valeur de 30 en rétrodiffusion peut correspondre à un intervalle de pourcentage de sédiments fins compris entre 10 et 70 %). Une analyse plus détaillée a donc été réalisée.



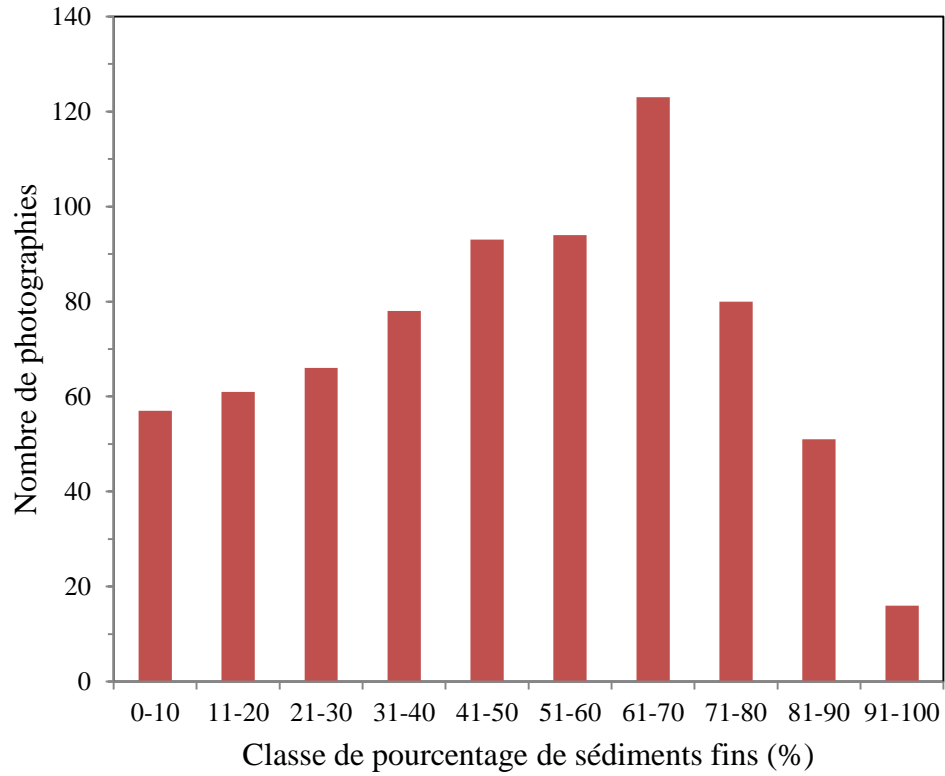


Figure 13. Nombre de photographies disponibles par classe de pourcentage de sédiments fins.

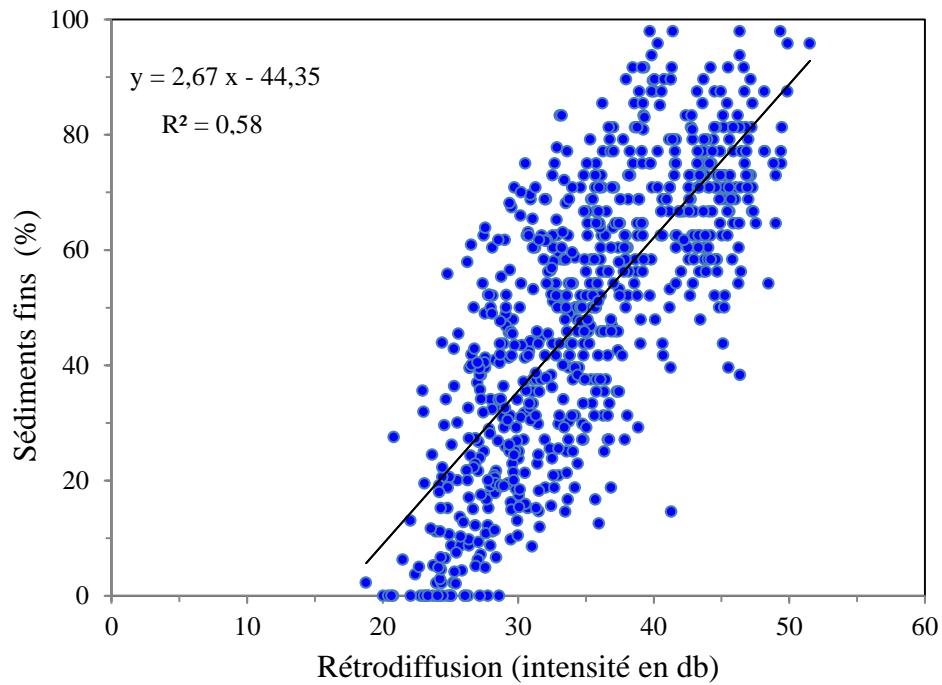


Figure 14. Relation observée entre les valeurs de rétrodiffusion et les pourcentages de sédiments fins des stations.

En fonction de différentes classes de pourcentage de sédiments fins, un diagramme de quartiles (boîte à moustaches ou « box plot ») des valeurs de rétrodiffusion a été réalisé afin de montrer la forme de la distribution, la valeur centrale et la variabilité dans chaque cas (Figure 15). Même si la médiane est généralement plus forte en termes de valeur de rétrodiffusion lorsque le pourcentage de sédiments fins dans les classes augmente, la variabilité représentée par l'étendue peut être importante dans la distribution associée (voir classes 31-40 et 51-60 % par exemple, Figure 15).

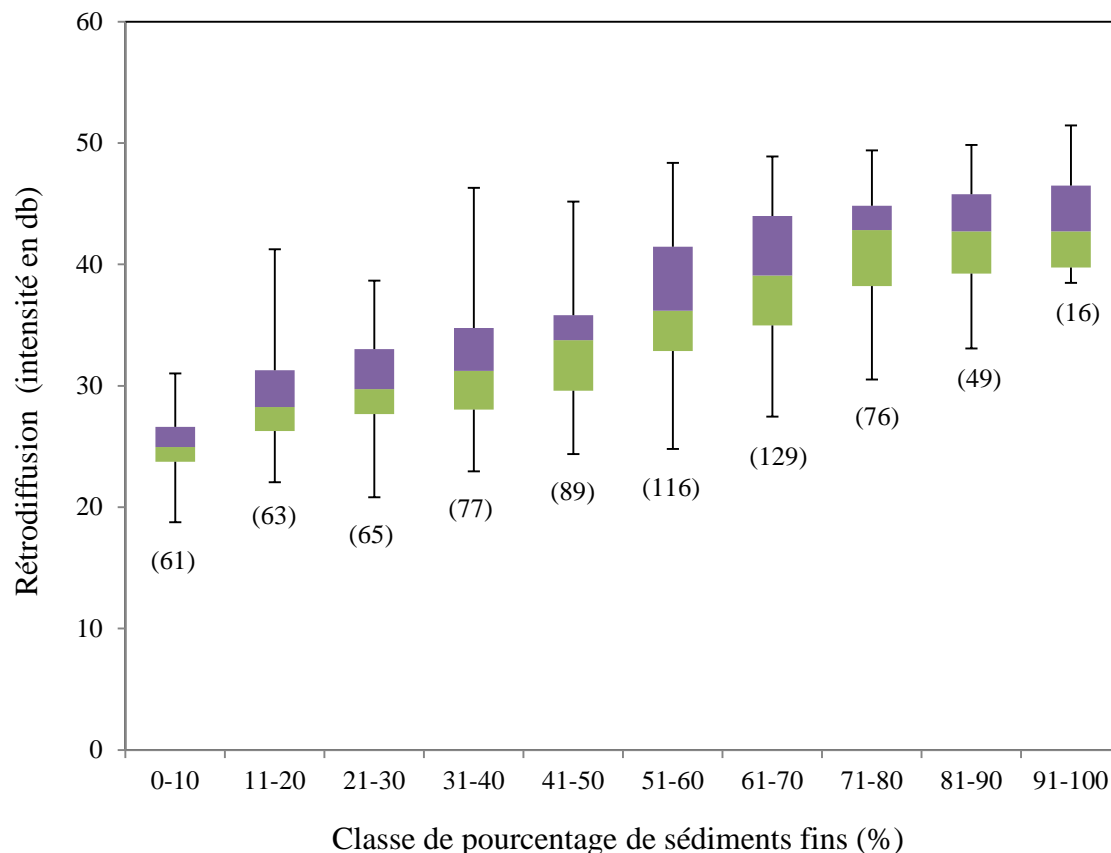


Figure 15. Caractéristiques (minimum, limite inférieure de la boîte : premier quartile, médiane ou deuxième quartile, limite supérieure de la boîte : troisième quartile et maximum) des valeurs de rétrodiffusion en fonction de différentes classes de pourcentage de sédiments fins. Le nombre de photographies dans la classe considérée est représenté entre parenthèses.

Le calcul des moyennes et des intervalles de confiance à 95 % des valeurs de rétrodiffusion pour chaque classe de pourcentage de sédiments fins montre que : (1) les valeurs de rétrodiffusion obtenues dans la classe 0-10 % de sédiments fins sont différentes (pas de chevauchement) de celles de la classe 11-20 %, (2) les valeurs de rétrodiffusion des classes 11-20 % à 41-50 % ne sont pas statistiquement différentes (chevauchements), (3) les valeurs de rétrodiffusion obtenues dans la classe 41-50 % de sédiments fins sont différentes (pas de chevauchement) de celles de la classe 51-60 % et (4) les valeurs de rétrodiffusion des classes 51-

60 % à 91-100 % ne sont pas statistiquement différentes (chevauchements) (Figure 16). Deux seuils semblent donc pouvoir différencier les valeurs de rétrodiffusion, soit 10 % et 50 % de sédiments fins.

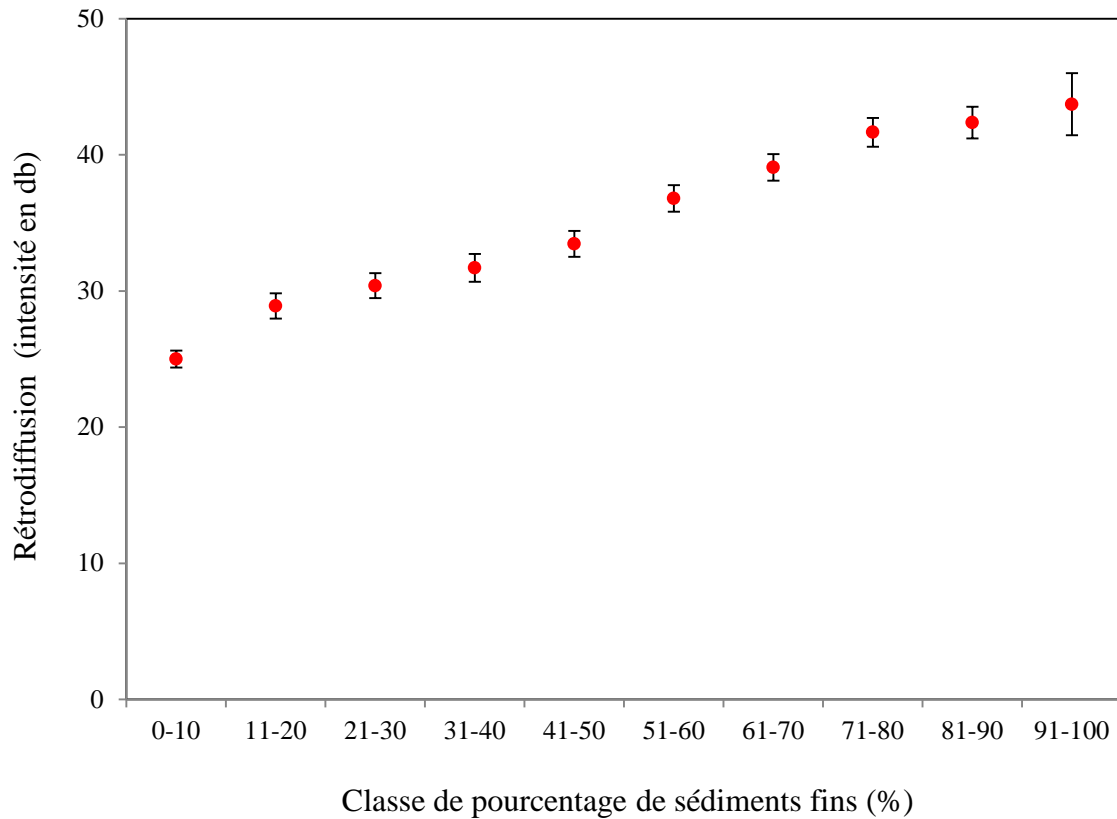


Figure 16. Moyenne des valeurs de rétrodiffusion en fonction de différentes classes de pourcentage de sédiments fins. L'intervalle de confiance à 95 % est représenté autour de chaque moyenne.

Les valeurs de pourcentage de sédiments fins ont été reclassées en fonction de 3 classes : 0-10 %, 11-50 % et 51-100 %. La figure 17 montre la bonne concordance entre les valeurs du pourcentage de sédiments fins réparties en trois classes et la couche de rétrodiffusion. Les classes 0-10 % et 11-50 % de sédiments fins sont associées aux régions plus claires (fonds de rochemère, de gravier ou d'un mélange de graviers grossiers et de roche), alors que la classe 51-100 % de sédiments fins est surtout présente dans les régions plus sombres (sédiments fins, mélange de sables et de granules).

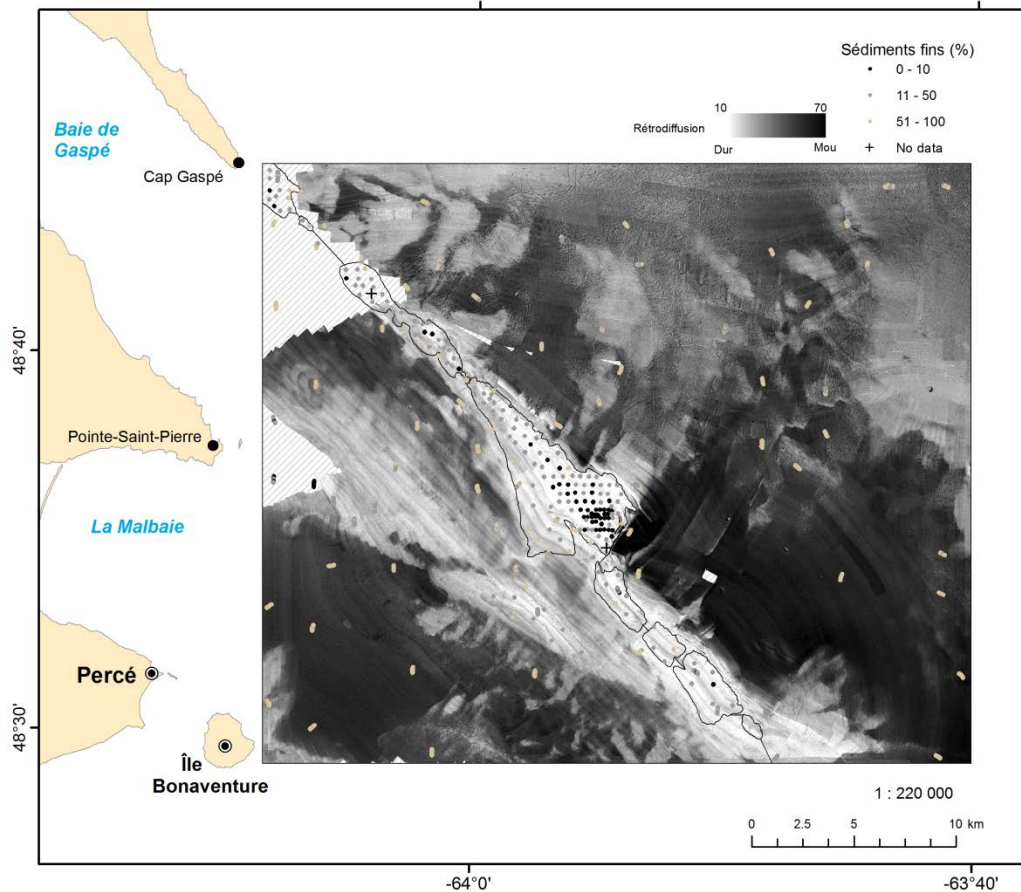


Figure 17. Concordance entre les valeurs observées de pourcentage de sédiments fins réparties en trois classes et la couche de rétrodiffusion (intensité en db).

#### 4. DISCUSSION

Afin de pouvoir définir les mesures appropriées de conservation et de protection des habitats présents sur le SI du banc des Américains et de pouvoir les moduler spatialement, il est nécessaire d'avoir une bonne description des habitats et des espèces présents ainsi qu'une bonne connaissance de leur localisation et des processus physiques qui modulent leurs répartitions. L'imagerie benthique (photos et vidéos) couplée aux données des relevés acoustiques multifaisceaux (bathymétrie à haute résolution et rétrodiffusion) constitue un outil idéal pour cartographier et caractériser l'ensemble des habitats benthiques d'un territoire aussi vaste que le SI, soit 1000 km<sup>2</sup>.

L'utilisation de méthodes optiques pour documenter l'environnement marin constitue la solution d'échantillonnage, qui représente le meilleur compromis en termes de couverture, de facilité à déployer l'équipement et de qualité de l'information qu'on peut en extraire. L'imagerie benthique a été utilisée comme source principale de données qualitatives et quantitatives dans des environnements variés (Larocque et Thorne, 2012). Utilisé par notre équipe depuis 1999, le système remorqué ou traîneau benthique remorquable a ainsi pu échantillonner différents

substrats allant du fond de vase meuble au fond de galets avec d'occasionnels rochers alors que le système déposé, plus léger, a permis l'exploration de fonds accidentés ou plus fragiles. L'imagerie offre un instantané de l'état d'un lieu ou d'un habitat qui devient une référence temporelle. Malgré les 831 photographies analysées sur l'ensemble du SI du banc des Américains, cela ne représente qu'un très faible pourcentage de l'aire d'étude ( $< 0,01\%$ ). L'information recueillie permet cependant de réaliser une description de la nature du fond et des communautés benthiques sessiles et de fournir une réalité du terrain pour valider la nature des fonds établie par des méthodes acoustiques.

Les données disponibles des relevés acoustiques par sondeurs multifaisceaux proviennent d'une multitude de sources, d'époques et d'instruments différents et couvrent 96 % du SI. Elles ont été utilisées pour établir la bathymétrie à haute résolution et cartographier la rétrodiffusion. La technologie des sondeurs multifaisceaux est relativement récente, mais elle a transformé l'analyse des fonds marins car elle peut être appliquée pour la compréhension des habitats, des ressources pélagiques et des processus géologiques marins (Mayer *et al.*, 1999 ; Kostylev *et al.*, 2001 ; Kenny *et al.*, 2003 ; Mayer, 2006). Les échosondeurs multifaisceaux mesurent le temps de parcours aller-retour en distance oblique d'une courte impulsion acoustique entre un transducteur sonar et de nombreux points du fond marin. La grande ouverture angulaire créée par l'ensemble des faisceaux émis à partir du sabot émetteur permet une large couverture du fond à chaque fauchée effectuée. Un léger recouvrement entre chaque fauchée permet de couvrir complètement le fond marin et d'effectuer une certaine validation des données de ligne en ligne. L'intensité de réflectivité acoustique est dépendante de la nature des matériaux composant la couche superficielle du fond marin et de la morphologie fine de celui-ci. Il est, à l'heure actuelle, difficile de caractériser de manière non équivoque un type de fond selon sa réflectivité. Les données de réflectivité ont été traitées afin de minimiser des artéfacts linéaires et d'uniformiser, autant que possible, les caractéristiques acoustiques des différents relevés. Les données des relevés de 2000 et 2004 ont été obtenues avec une configuration trop différente des autres relevés acoustiques multifaisceaux (pas d'intercalibration possible) et n'ont pu être utilisées pour la comparaison avec les images benthiques. La mesure de la réflectivité demeure une mesure relative (au sein d'un même relevé, voire d'une même ligne de relevé), bien que des efforts aient été faits pour que ces valeurs se rapprochent le plus possible de mesures absolues et soient comparables entre les différents relevés. Les résultats ne doivent donc pas être interprétés comme des valeurs absolues de la nature du fond. Des observations terrain (par ex. : photos, échantillons de substrat) sont nécessaires pour valider la nature et la composition exactes du fond marin.

Les données issues des campagnes d'imagerie benthique ont donc été utilisées pour valider les données de rétrodiffusion provenant des relevés acoustiques en associant des types de fonds précis à une signature acoustique. La relation linéaire obtenue entre les valeurs de rétrodiffusion et les pourcentages de sédiments fins observés est positive et fortement significative. En fait, 58 % de la variabilité totale des valeurs de rétrodiffusion peut être expliquée par la variabilité des valeurs de pourcentage de sédiments fins. La robustesse d'une régression linéaire repose sur la prémisse qu'une seule valeur de pourcentage de sédiments fins correspond à une valeur de rétrodiffusion. Dans la présente étude, ce n'est pas toujours le cas. Les campagnes d'imagerie benthique et les relevés acoustiques par sondeurs multifaisceaux à haute résolution sont réalisés à des échelles spatiales différentes, mais complémentaires et interconnectées. Ainsi, chaque photographie couvre  $43,0 \times 28,6$  cm alors que les valeurs de rétrodiffusion ont été interpolées à l'intérieur d'une grille de l'ordre de  $10 \times 10$  m. À cause de cette différence d'échelle des deux

variables mises en relation, deux photographies pouvaient être associées à une même grille et donc, à une même valeur de rétrodiffusion (Figure 18). Dans le cas illustré, des caractéristiques de substrat différentes ont été obtenues pour deux photographies (50 et 27 % de sédiments fins). L'utilisation d'une seule valeur en alternance, de la moyenne des deux valeurs ou des deux valeurs de pourcentage de sédiments fins n'ont pas vraiment eu d'impact sur le coefficient de régression ( $r = 0,74$  dans tous les cas). Cette situation est assez marginale pour l'ensemble de nos données (4 stations). La relation finale a été calculée avec l'ensemble des données, n'ayant pas de justification pour dire qu'une valeur de pourcentage de sédiments fins était meilleure qu'une autre ou que la moyenne était plus représentative que les deux valeurs.

Les analyses ont montré qu'un éventail important de pourcentages de sédiments fins pouvait correspondre à une même valeur de rétrodiffusion. Cependant, deux seuils semblent pouvoir différencier les valeurs de rétrodiffusion, soit 10 % et 50 % de sédiments fins. À partir de l'équation de régression linéaire entre les valeurs de rétrodiffusion et les pourcentages de sédiments fins observés ( $y = 2,67 x - 44,35$ ), les valeurs de pourcentage de sédiments fins qui seraient prédites à partir des intensités observées de rétrodiffusion ont été estimées. Cette couche continue de valeurs prédites a été comparée aux valeurs observées de pourcentage de sédiments fins réparties en trois classes (0-10 %, 11-50 % et 51-100 %) à chaque station (Figure 19). Les classes 0-10 % et 11-50 % de sédiments fins sont généralement bien associées aux régions plus claires caractérisées par de plus faibles pourcentages de sédiments fins prédits (substrat dur), alors que la classe 51-100 % de sédiments fins est surtout présente dans les régions plus sombres caractérisées par de plus forts pourcentages de sédiments fins prédits (substrat meuble) (Figure 19). La classe 0-10 % a été observée à des profondeurs variant entre 14 et 97 m (moyenne :  $33 \pm 17$  m) alors que la classe 91-100 % a été rencontrée plus profondément entre 92 et 181 m (moyenne :  $140 \pm 36$  m). Le substrat correspondant à la station la plus profonde (204 m) était caractérisé par 42 % de sédiments fins. Nous observons cependant une relation linéaire positive fortement significative ( $r = 0,62$ ,  $n = 741$ ,  $p < 1$  %, pente : 1,06, ordonnée : 45,91) entre les pourcentages de sédiments fins observés et la profondeur.

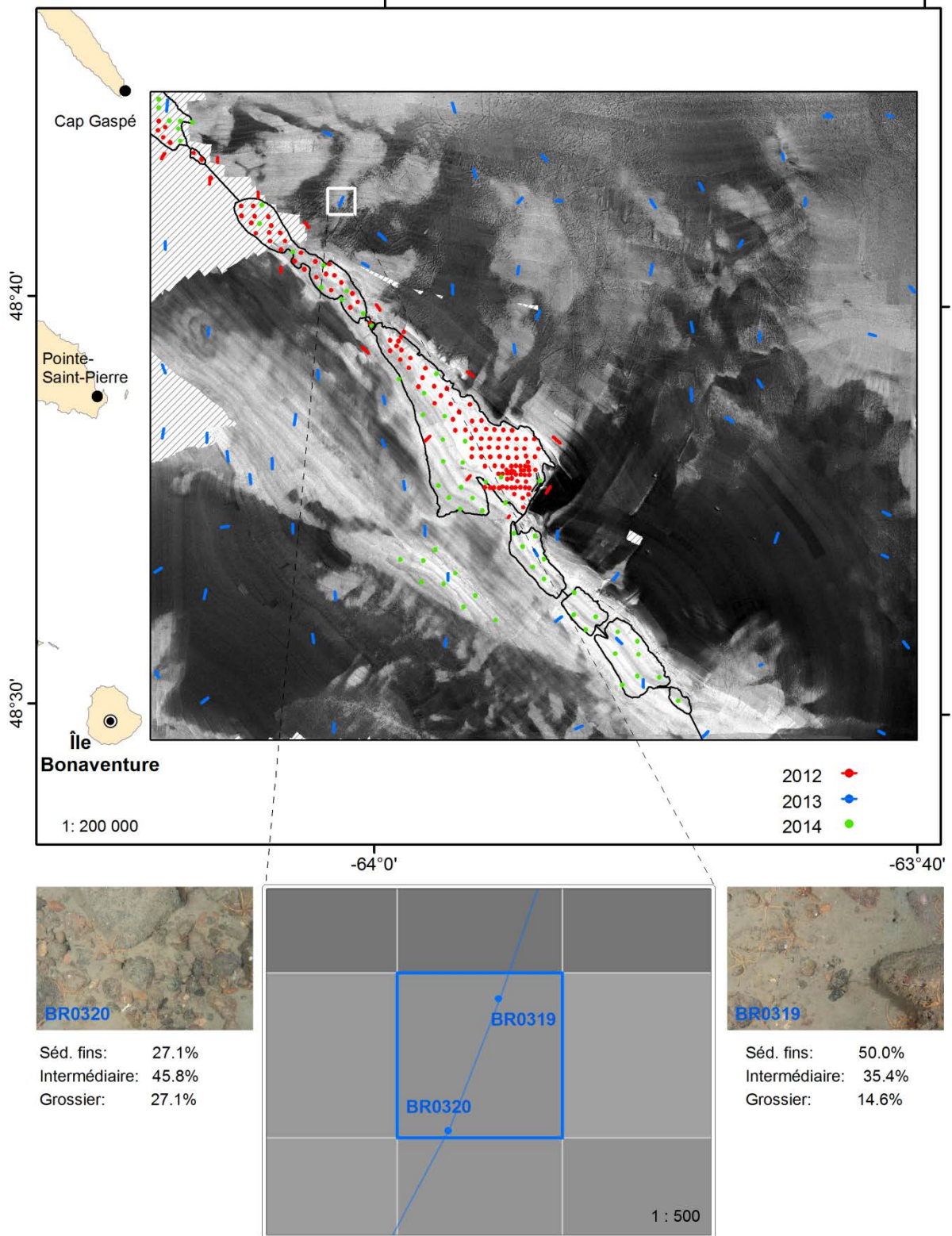


Figure 18. Exemple de situation où deux photographies avec des caractéristiques différentes de substrat pouvaient être associées à une même valeur de rétrodiffusion.



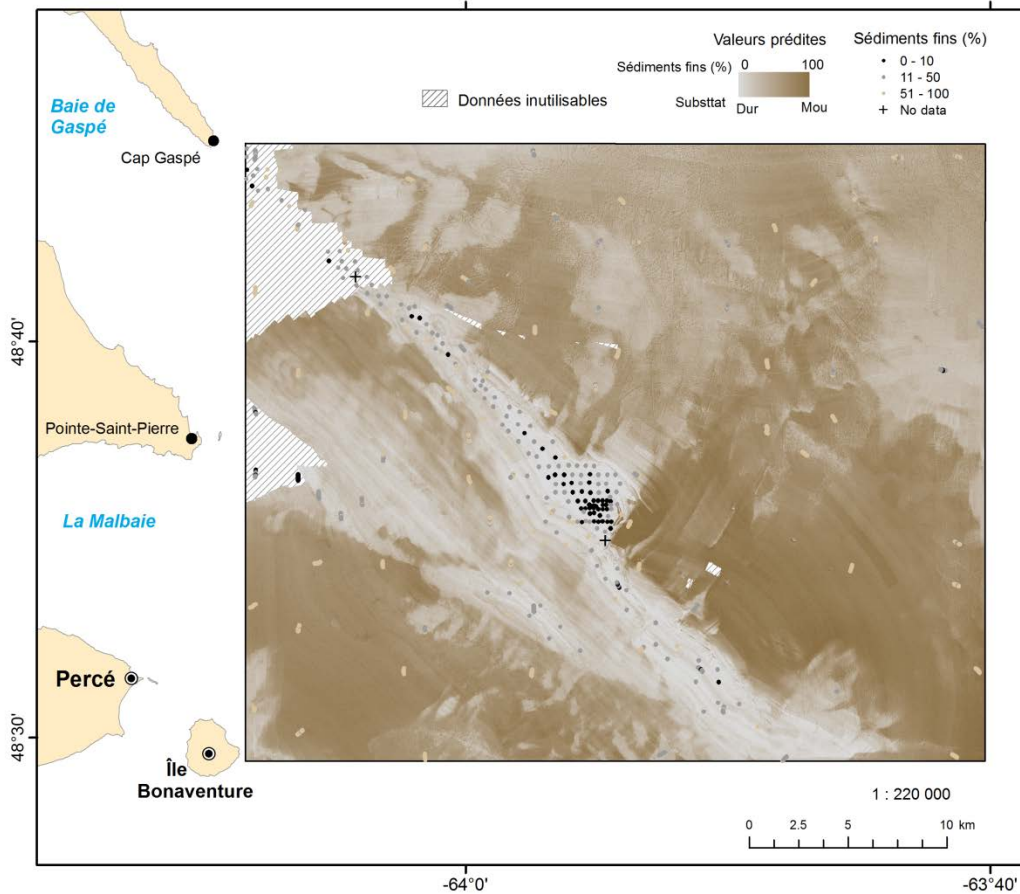


Figure 19. Concordance entre les valeurs observées du pourcentage de sédiments fins réparties en trois classes et la couche des pourcentages de sédiments fins prédits à partir des intensités observées de rétrodiffusion.

L'obtention d'une classification de la réflectivité ou rétrodiffusion validée par les images benthiques est également limitée par d'autres facteurs. Par exemple, il pourrait arriver qu'un fond dont la valeur de rétrodiffusion est faible (région claire) soit constitué de sable compact plutôt que de roche nue. De plus, l'intégration d'informations géoréférencées provenant de plusieurs sources nécessite d'avoir un degré élevé de précision et de pouvoir contrôler l'exactitude des données. Toutes les images benthiques sont géoréférencées à partir d'un post-traitement, qui utilise directement la position du bateau dans le cas du système déposé ou qui permet de recréer le parcours du traîneau sur le fond en utilisant le tracé GPS du bateau. Cette méthode est une étape transitoire dans l'attente d'un système de positionnement acoustique en temps réel. Cet équipement permettra d'obtenir le tracé de l'engin sur le fond à partir d'un calcul basé sur la profondeur, l'orientation et la distance du traîneau par rapport au navire en plus de tenir compte du roulis et du tangage. Il existe donc une certaine imprécision du positionnement des images benthiques. Pour les données de rétrodiffusion, les artefacts de sondage liés aux levés sont omniprésents et l'étalonnage demeure problématique (intercalibration entre les différents relevés). À cause de ces difficultés combinées à l'imprécision du positionnement des images



benthiques, il semble impossible d'établir une classification de la réflectivité validée par les images qui soit applicable à d'autres régions, à moins d'utiliser le même système et les mêmes paramètres (par ex. : fréquence, phase, range, mode), lors de tous les relevés et d'accepter des compromis sur la qualité et la densité des données, spécialement dans les zones de faibles profondeurs. Les systèmes de sondage multifaisceaux s'améliorent de jour en jour et la rétrodiffusion devient de plus en plus raffinée. Pour améliorer le rendu des grilles de rétrodiffusion, des pistes de solution ont été envisagées avec la compagnie Caris afin de tenir compte du mode opératoire et des paramètres utilisés lors de l'acquisition des données. D'ici là, un étalonnage de la rétrodiffusion devrait être réalisé à chaque fois par des observations terrain (par ex. : photos, échantillons de substrat) pour valider la nature et la composition exactes des fonds marins établies par des méthodes acoustiques.

L'approche proposée a déjà été utilisée avec succès par notre équipe dans le cadre de l'initiative de recherche écosystémique (IRÉ) dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Larocque *et al.*, données non publiées) et aux Îles-de-la-Madeleine (Larocque *et al.*, 2012 ; Larocque *et al.*, 2013). Aux Îles-de-la-Madeleine, des saisies numériques provenant de caméras vidéo ont été employées pour valider des données acoustiques multifaisceaux existantes et pour établir la nature des fonds dans les secteurs litigieux. Ces résultats sont à la base de recommandations qui permettent de mieux encadrer la pêche aux engins mobiles en zones côtières.

## 5. CONCLUSION

L'objectif principal de ce présent rapport était une intercalibration méthodologique sommaire concernant l'intégration de données de rétrodiffusion acoustique et d'images benthiques dans la caractérisation de la nature du fond et sa répartition spatiale. Les données issues des campagnes d'imagerie benthique ont été utilisées pour valider les données de rétrodiffusion provenant des relevés acoustiques en associant des types de substrat précis à une signature acoustique. La relation linéaire obtenue entre les valeurs de rétrodiffusion et les pourcentages de sédiments fins observés est positive et fortement significative. En fait, 58 % de la variabilité totale des valeurs de rétrodiffusion peut être expliquée par la variabilité des valeurs de pourcentage de sédiments fins. Nos analyses ont montré qu'un éventail important de pourcentages de sédiments fins pouvait correspondre à une même valeur de rétrodiffusion. Cependant, deux seuils semblent pouvoir différencier les valeurs de rétrodiffusion : 10 % et 50 % de sédiments fins. À cause des difficultés d'uniformisation des données issues de différents relevés acoustiques combinées à l'imprécision actuelle du positionnement des images benthiques, il semble impossible d'établir une classification de la rétrodiffusion validée par les images qui soit applicable à d'autres régions. Un étalonnage de la rétrodiffusion semble être nécessaire à chaque fois pour valider la nature et la composition exactes des fonds marins établies par des méthodes acoustiques. Ce projet montre l'utilité des relevés d'imagerie benthique pour valider l'information obtenue d'autres sources.

Même si les systèmes de sondage multifaisceaux s'améliorent constamment, des efforts devront être consentis pour améliorer les résultats, notamment au niveau de l'étalonnage des systèmes afin que les valeurs de rétrodiffusion puissent se comparer quel que soit le mode opératoire ou les paramètres utilisés lors de l'acquisition des données. Des efforts similaires devront également être déployés sur les outils de traitement pour raffiner et faciliter

l'intercalibration des données en tenant compte des particularités de chacun des systèmes de sondage utilisés.

L'imagerie benthique (photos et vidéos) couplée aux données des relevés acoustiques multifaisceaux (bathymétrie à haute résolution et rétrodiffusion) constitue l'outil idéal pour cartographier et caractériser l'ensemble des habitats benthiques d'un territoire aussi vaste que le SI, soit 1000 km<sup>2</sup>.

## 6. REMERCIEMENTS

Ce rapport a bénéficié du soutien du programme stratégique de recherche et d'avis fondés sur l'écosystème (PSRAFE) et du programme de santé des Océans (SOTO) de Pêches et Océans Canada. Les auteurs tiennent à remercier les commandants et équipages du *NGCC Calanus II*, du *NGCC Leim* et du *NGCC Frederick G. Creed*, sans qui le travail de terrain n'aurait pas eu lieu. Nous sommes également reconnaissants envers Catherine Laurian (IML, Gestion des Océans) et Bernard Tessier (SHC) pour leurs commentaires judicieux sur le manuscrit. Notre gratitude va à Nathalie Simard (IML) pour sa relecture du manuscrit. Un grand merci à Richard Larocque (IML), l'initiateur et le concepteur des systèmes utilisés lors des relevés en imagerie optique benthique.

L'accessibilité des photographies via l'Observatoire Global du Saint-Laurent est décrite à l'annexe 1.

## 7. RÉFÉRENCES

- ASFC, Alaska Fisheries Science Center, National marine fisheries service-NOAA, 2012. <http://www.afsc.noaa.gov/kodiak/shellfish/submersibles/sled.htm> (page consultée le 30 janvier 2015).
- Gauthier, P., J. Gauthier et J. Bernier. 2013. Rapport de l'atelier de consultation intersectorielle sur le site d'intérêt du banc des Américains en vue de l'établissement d'une aire marine protégée. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 3021 : iv + 85 pp.
- Kenny, A. J., I. Cato, M. Desprez, G. Fader, R. T. E. Schuttenhelm et J. Side. 2003. An overview of seabed-mapping technologies in the context of marine habitat classification. ICES J. Mar. Sci. 60: 411-418.
- Kostylev, V. E., B. G. Todd, G. B. J. Fader, R. C. Courtney, G. D. M. Cameron et R. A. Pickrill. 2001. Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photographs. Mar. Ecol. Prog. Ser. 219: 121-137.
- Larocque, R. et M. Thorne. 2012. Imagerie optique benthique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent : méthodes et répertoire de projets, 1999-2012. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 3017 : vii + 40 p.
- Larocque, R., J.-D. Dutil, S. Proulx, M. Thorne, P.-M. Scallon-Chouinard, M.-H. Gendron, J. Plourde et T. Schmitt. 2010. Contribution à la description de l'habitat des loups de mer (*Anarhichas* spp.) près de la péninsule gaspésienne par vidéo remorquée et relevés acoustiques multifaisceaux. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2902 : vii + 44 p.

- Larocque, R., M.-N. Bourassa et C. Savenkoff. 2012. Validation of multibeam acoustic classification by benthic imagery near Grosse-Île, Îles-de-la-Madeleine, Québec. *Can. Ind. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 288: v + 25 p.
- Larocque, R., M. Thorne, C. Savenkoff et M.-N. Bourassa. 2013. Description de l'habitat benthique et observations du passage d'engins mobiles dans la baie de Plaisance, Îles-de-la-Madeleine, Québec. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 3061 : vi + 39 p.
- Loring, D. H. et D. J. G. Nota. 1973. Morphology and sediments of the Gulf of St. Lawrence. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 182 : 147 p. + 7 charts.
- Mayer, L. A. 2006. Frontiers in seafloor mapping and visualization. *Mar. Geophys. Res.* 27: 7-17.
- Mayer, L., J. H. Clarke et S. Dijkstra. 1999. Multibeam sonar: potential applications for fisheries research. *J. Shellfish Res.* 17(5): 1463-1467.
- MPO, Ministère des Pêches et Océans Canada, 2007. Zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent<sup>o</sup>: identification et caractérisation. *Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci.* 2007/016.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geol.* 30 (5): 377-392.

## Annexe 1. Accessibilité des photographies via l'Observatoire Global du Saint-Laurent.

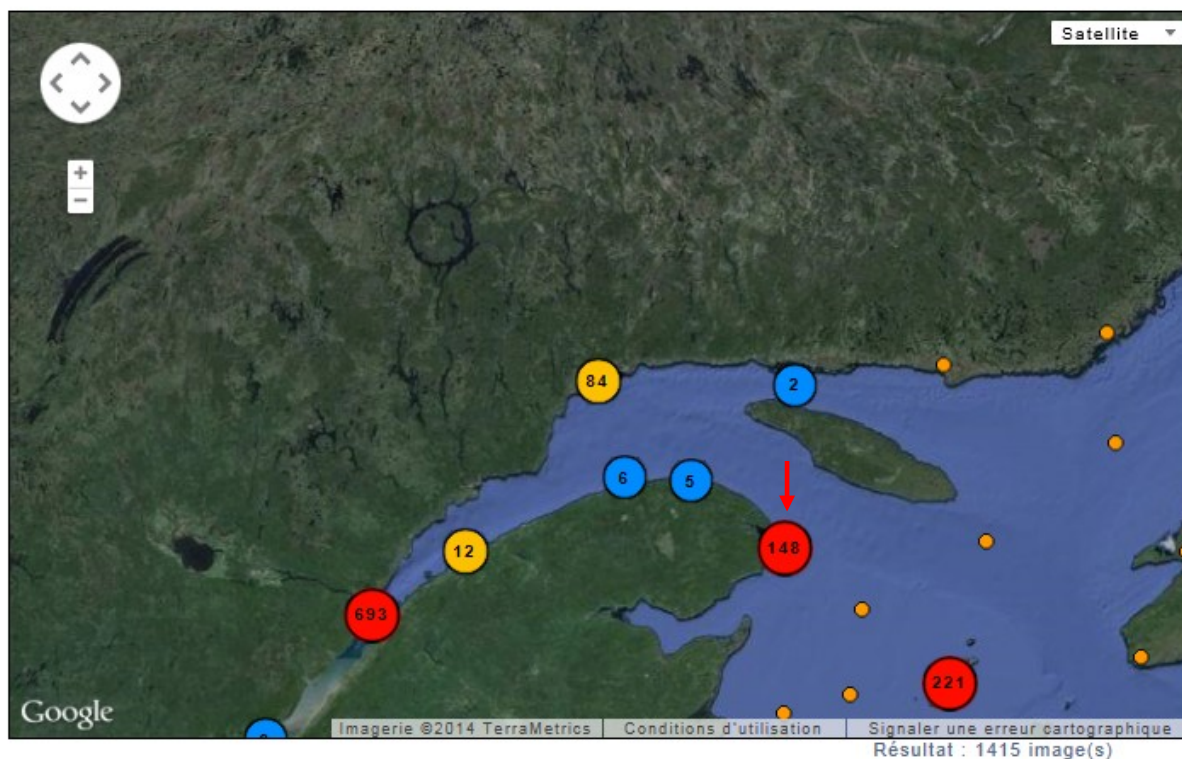
Un sous-ensemble des photographies produites dans le cadre de ce projet est disponible via l'Observatoire Global du Saint-Laurent (<http://ogsl.ca>).

Les images géoréférencées peuvent être sélectionnées à partir de :  
<http://ogsl.ca/fr/imageo/images.html>

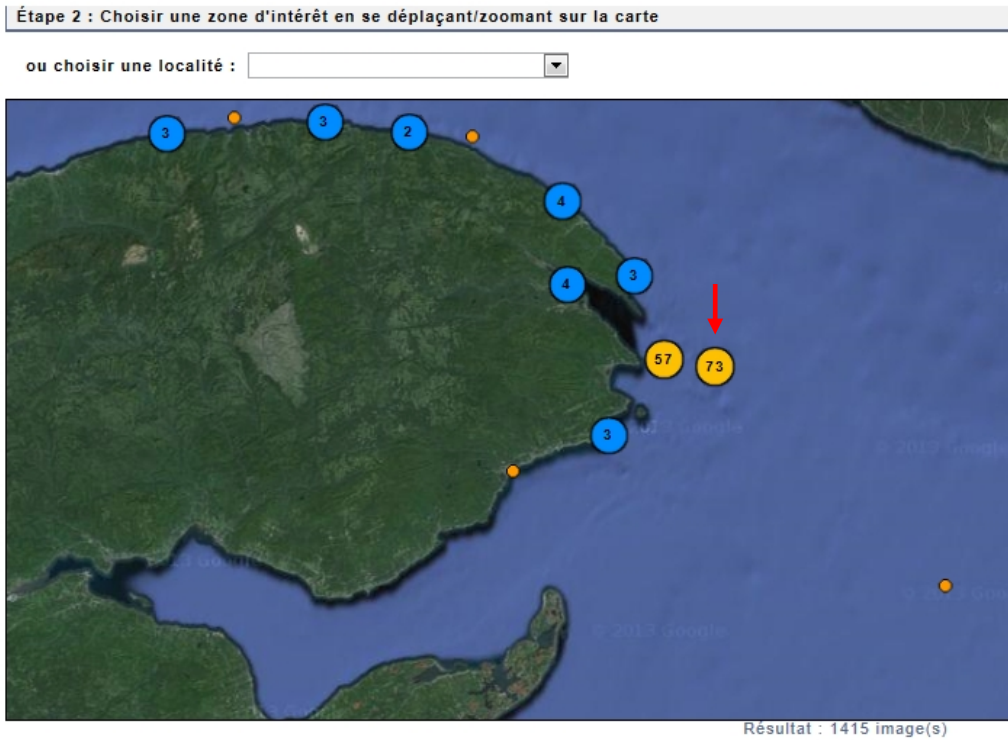
1. Choisir la collection « Fond Marin –MPO ».
2. Agrandir le secteur du banc des Américains au large du Cap Gaspé.

Étape 2 : Choisir une zone d'intérêt en se déplaçant/zoomant sur la carte

ou choisir une localité :

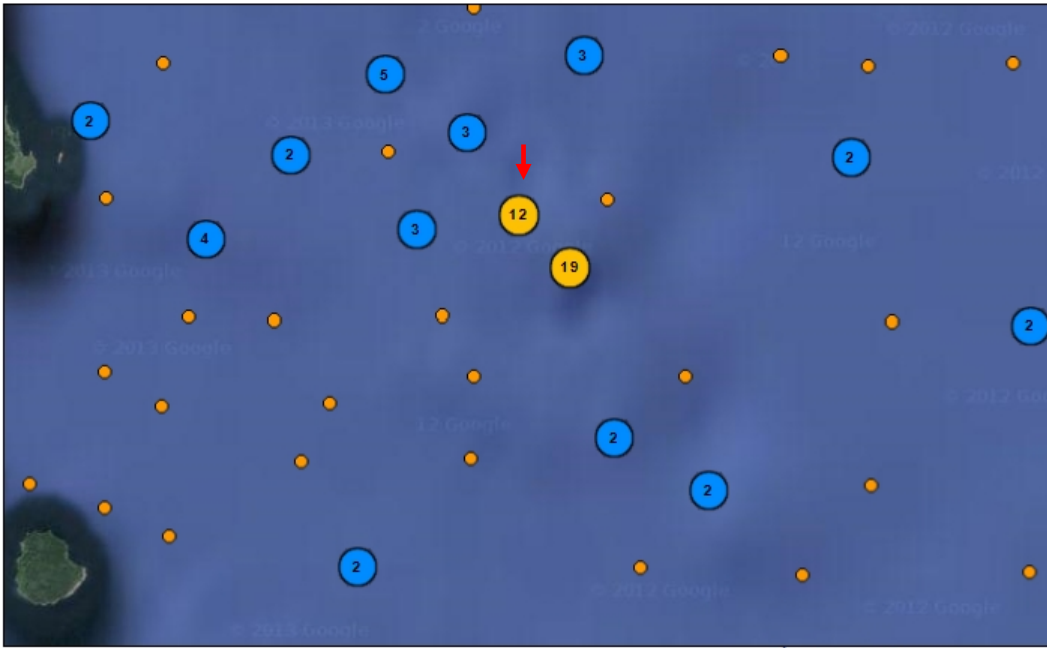


3. Choisir un sous-secteur jusqu'à ce que les points correspondant aux images individuelles apparaissent.



Étape 2 : Choisir une zone d'intérêt en se déplaçant/zoomant sur la carte

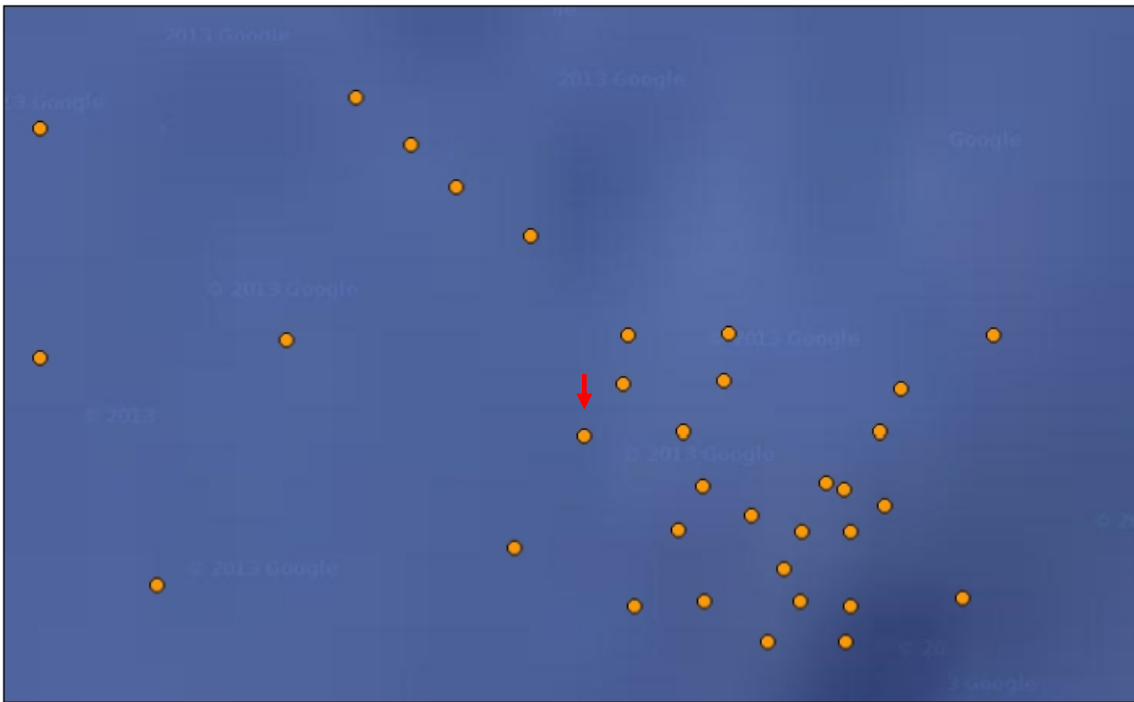
ou choisir une localité :



Résultat : 1415 image(s)

Étape 2 : Choisir une zone d'intérêt en se déplaçant/zoomant sur la carte

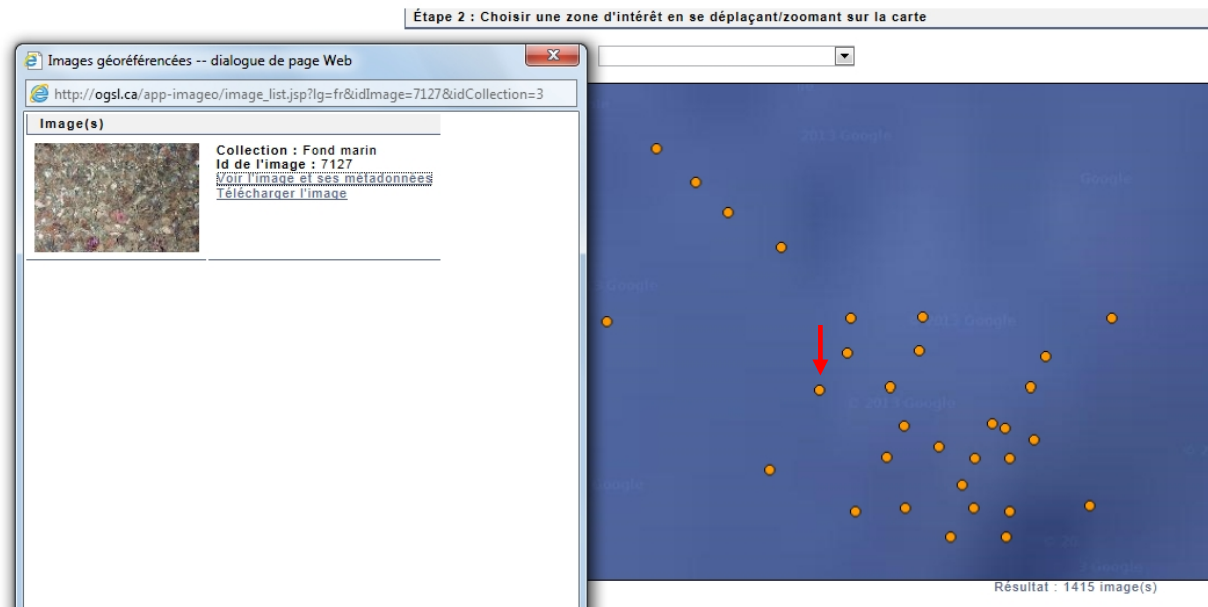
ou choisir une localité :



Résultat : 1415 image(s)



4. En sélectionnant un point, une image en taille réduite sera affichée avec les données associées.



5. Vous pouvez alors soit voir l'image et ses métadonnées, soit télécharger l'image.

#### Informations sur l'image



**ID : 7127**  
**Date : 2012-08-13 07:21:55**  
**Latitude : 48°36'12"N**  
**Longitude : 63°56'13"W**  
**Auteur : Richard Larocque**  
**Description : Fond marin**  
**Nom : BdA2012\_0191.jpg**  
**Collection : Fond marin**

6. Veuillez nous contacter pour d'autres images disponibles dans ce rapport ou pour des résolutions différentes.

Claude.Savenkoff@dfo-mpo.gc.ca  
 Richard.Larocque@dfo-mpo.gc.ca