



ROMM
RÉSEAU D'OBSERVATION
DE MAMMIFÈRES MARINS

Rapport final

Étude de caractérisation des activités et des sites de plongée autour de l'île Bonaventure



www.motoplus.ca



Renan Legal, ROMM



Renan Legal, ROMM

Mars 2011

Ce document est une rédaction du



Réseau d'observation de mammifères marins (ROMM)
43, rue Alexandre, suite 100
Rivière-du-Loup (Québec) G5R 2W2

Téléphone : **418-867-8882 poste 205** (direction générale)
Télécopieur : **418-867-8732**
Courriel : info@romm.ca
Site Internet : www.romm.ca

La rédaction de ce document a été rendue possible grâce à un financement du **Programme Interactions communautaires**, lié au Plan Saint-Laurent pour un développement durable, qui est partagé entre Environnement Canada et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.

Le projet a été réalisé en partenariat avec



Référence à citer

Réseau d'observation de mammifères marins, 2011. Rapport de l'étude de caractérisation des activités et des sites de plongée de l'île Bonaventure (Percé). Saison d'observation 2010. ROMM, Rivière-du-Loup, Québec. 33 pp.

Liste des tableaux.....	iii
Liste des figures.....	iv
Liste des cartes.....	v
Liste des annexes	v
Préface	vi
Équipe de travail	vii
1. Introduction	1
2. Objectifs de l'étude.....	2
2.1 Évaluation des impacts des activités de plongée.....	2
2.2 Caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée	3
3. Méthodologie.....	3
3.1 Aire d'étude.....	3
3.2 Période d'échantillonnage	4
3.3 Protocoles d'échantillonnage.....	5
3.4 Analyses statistiques	6
4. Résultats et discussion	7
4.1 Étude d'évaluation des impacts des activités de plongée	7
4.1.1 Impacts des plongeurs en immersion sur les sites de plongée.....	7
4.1.2 Impacts des activités de plongée à la surface	14
4.2 Caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée	15
4.3 Indice de vulnérabilité des sites de plongée	20
5. Conclusion.....	24
6. Bibliographie	27

Liste des tableaux

Tableau 1 : Description et utilisation des sites de plongée sous-marine ceinturant l'île Bonaventure.....	4
Tableau 2 : Taux de fréquentation et cote de vulnérabilité des sites de plongée.....	23

Figure 1 : Exemple d'un transect d'échantillonnage d'une longueur de 5 m.....	6
Figure 2 : Répartition du nombre de plongeurs guidés entre le 19 juin 2010 et le 22 août 2010 par le Club nautique de Percé	8
Figure 3 : Répartition des sorties guidées par le Club nautique de Percé entre les sites de plongée ceinturant l'île Bonaventure au cours de la saison estivale 2010 (carte des sites en annexe)	8
Figure 4 : Fréquence et effets sur la flore des différents types de contacts directs.	10
Figure 5 : Fréquence et effets sur la faune des différents types de contacts directs	11
Figure 6 : Fréquence et effets sur la flore et la faune des différents types de contacts indirects.....	12
Figure 7 : Type, pourcentages des fréquences et nombre de contacts directs ou indirects observés en fonction du niveau de compétence des plongeurs suivis	13
Figure 8 : Fréquence des observations et nombre moyen d'individus des différentes espèces d'algues non couvrantes	16
Figure 9 : Fréquence des observations et pourcentage moyen de couverture des différentes espèces d'algues couvrantes	17
Figure 10 : Fréquence des observations des différentes espèces d'invertébrés, excluant les crustacés	18
Figure 11 : Fréquence des observations des différentes espèces de chordés, d'urochordés et de crustacés	19
Figure 12 : Composition des différents substrats et reliefs de chaque site de plongée échantillonné dans les intervalles de 5-7 m de profondeur pour les sites de niveau 1 et 2 et de 15-18 m de profondeur pour les sites de niveau 2.....	20

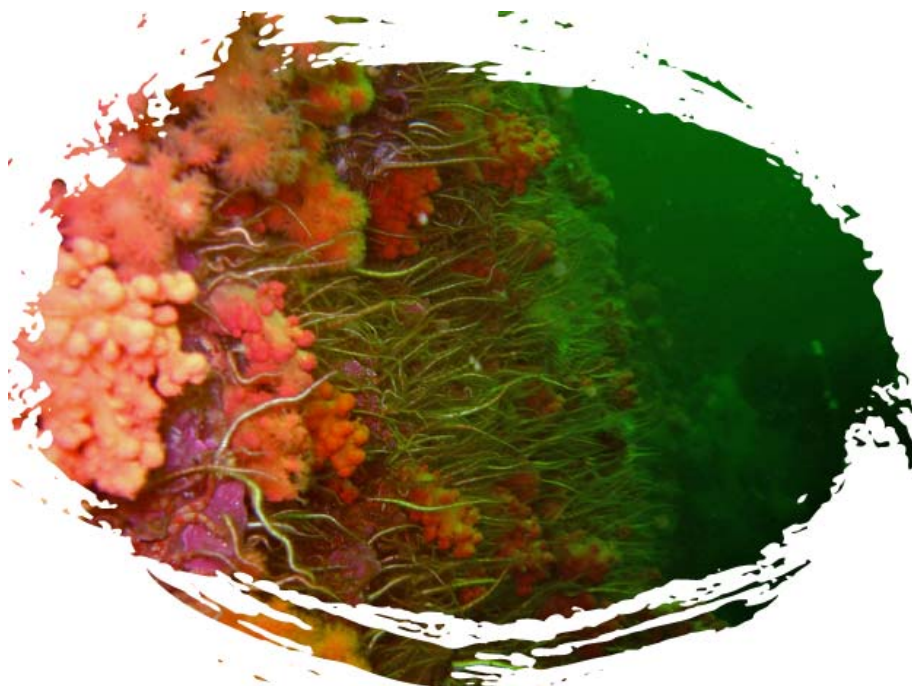
Liste des cartes

Carte 1 : Aire d'étude du suivi de la caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée de l'île Bonaventure et de l'évaluation des activités de plongée pour la saison 2010.....	29
Carte 2 : Pourcentage de fréquentation des sites de plongée de l'île Bonaventure par le Club nautique de Percé pour la période du 19 juin au 24 août 2010.....	30
Carte 3 : Carte de l'analyse de la vulnérabilité des sites de plongée subaquatique autour de l'île Bonaventure.....	31

Liste des annexes

Annexe 1 : Liste des espèces inventoriées durant le volet de caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée lors du suivi de 2010	32
---	----

Ce rapport présente le bilan des résultats d'une étude de caractérisation des activités et des sites de plongée situés autour de l'île Bonaventure, au large de la municipalité de Percé en Gaspésie. Ce projet, qui s'est déroulé au cours de la saison estivale 2010, a été initié conjointement par le Réseau d'observation de mammifères marins (ROMM) et le Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé, en collaboration avec le Club nautique de Percé. Le parc national est le gestionnaire de l'île et de sa bande marine. En raison de la richesse et de la diversité biologique des habitats sous-marins de l'île Bonaventure, il est paru essentiel de caractériser les fonds marins et les activités de plongée afin de mieux les encadrer. Par conséquent, le but ultime est de minimiser les impacts de la présence humaine sur la faune sous-marine. Les résultats présentés dans ce rapport serviront d'outils de réflexion et de travail pour les intervenants locaux et les spécialistes en conservation des milieux marins qui forment une table de concertation dont la première séance de travail a eu lieu en février 2011. Celle-ci a pour mandat de déterminer des mesures de gestion à mettre en place pour la rédaction d'un plan de gestion intégrée des activités de plongée récréatives autour de l'île Bonaventure. La mise en place de certaines des mesures proposées est prévue dès le printemps 2011.



Mise en place des protocoles :

Philippe Archambault (professeur-chercheur, écologie benthique, Institut des sciences de la mer de Rimouski)

Esther Blier (directrice générale, ROMM)

Laurent Ide (technicien de plongée, ROMM)

Stéphanie-Carole Pieddesaux (biologiste chargée de projets, ROMM)

Renan Legal (plongeur professionnel, ROMM)

Mélanie Sabourin (responsable du service de la conservation et de l'éducation, Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé)

Équipe de plongée :

Michel Deschênes (capitaine de bateau)

Damien Grelon (technicien de plongée, ROMM)

Laurent Ide (technicien de plongée, ROMM)

Renan Legal (plongeur professionnel, ROMM)

Audrey Saget (technicienne de plongée, ROMM)

Équipe de guides de plongée et de capitaines de bateau du Club nautique de Percé

Traitement et analyses des données :

Renan Legal (plongeur professionnel, ROMM)

Stéphanie-Carole Pieddesaux (biologiste chargée de projets, ROMM)

Audrey Saget (technicienne de plongée, ROMM)

Cartographie et rédaction :

Esther Blier (directrice générale, ROMM)

Stéphanie-Carole Pieddesaux (biologiste chargée de projets, ROMM)

Révision des documents :

Philippe Archambault (professeur-chercheur, écologie benthique, Institut des sciences de la mer de Rimouski)

Philippe Bois (plongeur, Club nautique de Percé)

Réal Gagnière (directeur, Club nautique de Percé)

Sonia Giroux (biologiste chargée de projets, ROMM)

Danièle Raby (biologiste, Pêches et Océans Canada)

Mélanie Sabourin (responsable du service de la conservation et de l'éducation, Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé)

1. Introduction

Les habitats sous-marins situés autour de l'île Bonaventure offrent une importante richesse et une grande diversité biologiques, tant au niveau de la faune que de la flore : algues, éponges, moules, oursins, étoiles de mer, anémones, crabes, homards, phoques et plusieurs espèces de poissons y sont présents en grand nombre. Les écosystèmes sous-marins adjacents à l'île offrent donc une grande variété de paysages très attrayants pour les plongeurs. Ces caractéristiques jumelées à sa grande accessibilité en font un endroit très convoité par les plongeurs dans la région de la péninsule gaspésienne. Le territoire marin ceinturant l'île Bonaventure, qui représente une bande marine de 100 m de large, est sous la juridiction du Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé. Ce parc a le mandat d'assurer la gestion du site en protégeant ses richesses, tout en le rendant accessible pour des activités compatibles avec sa mission de conservation. Le Club nautique de Percé, en tant que concessionnaire, organise et guide les clients lors des plongées sous-marines à l'intérieur du parc.



Plusieurs études scientifiques à travers le monde ont démontré que la plongée sous-marine récréative peut avoir des impacts négatifs sur les espèces marines et leurs habitats. Ces études ont principalement été menées dans les mers tropicales. Certains de ces travaux ont démontré que lors de plongées récréatives sur des sites particulièrement fréquentés, la grande majorité des plongeurs entrent en contact avec les coraux, par exemple en les touchant volontairement ou non avec leurs palmes lors

des déplacements (Allison, 1996 ; Hernandez *et al*, 2008). Le cas du parc national de Port-Cros (France), situé en mer Méditerranée, a retenu notre attention. À cet endroit, le développement des activités de plongées récréatives a poussé les chercheurs à s'interroger sur les impacts que peuvent générer ces activités sur le milieu sous-marin. Les études réalisées dans ce parc ont relevé une diminution des effectifs de certaines espèces de poissons et une perturbation de leur comportement (Horynniecki, 2008). Plus près de chez nous, une étude menée dans le parc marin du Saguenay — Saint-Laurent a démontré que les plongeurs récréatifs ont un impact direct sur l'anémone plumeuse, *Metridium senile* (Cooney, 2007). Par comparaison aux sites témoins, les sites fréquentés par les plongeurs ont montré un nombre plus important d'anémones plumeuses refermées, diminuant ainsi leur temps d'alimentation. De plus, à mesure que le nombre de plongeurs augmentent, les observations d'anémones plumeuses refermées sont également plus nombreuses (Guichard et Archambault, 1998; Cooney, 2007).

Dans la région de Percé, aucune étude de ce genre n'a jamais été menée. À noter toutefois que l'anémone plumeuse, sensible au dérangement occasionné par les plongeurs, est présente en grand nombre dans la bande marine du Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé. De plus, une étude de caractérisation des activités d'observation en mer au niveau de la péninsule gaspésienne a permis de constater que certains sites autour de l'île sont particulièrement fréquentés et subissent chaque année une pression importante de la part des plongeurs et des bateaux associés à la pratique de cette activité (ROMM, 2009). Le rapport de l'étude stipule : « À Percé, en revanche, bien que de nombreux sites soient en bon état, certains fonds marins, tels que celui de l'Anse à Bilbo, paraissent plus ou moins endommagés. Certains plongeurs inexpérimentés, maladroits ou non guidés affectent les champs de laminaires, les anémones, les oursins et autres invertébrés. Ces phénomènes sont plus marqués sur les sites facilement accessibles et achalandés ».

Il est cependant très important de maintenir les activités économiques liées au tourisme maritime dans ce secteur. Ces activités récréatives permettent aux visiteurs de découvrir les fonds marins, leur donnant ainsi le goût de les protéger. Elles permettent également la survie d'un secteur touristique actif essentiel qui emploie de nombreux habitants de la région. En plus des neuf employés créés en 2010 par le Club nautique de Percé (plus les stagiaires et les bénévoles additionnels et occasionnels), les services de commerce, de restauration et d'hébergement bénéficient aussi de la présence des plongeurs en visite dans la région. Ainsi, il est primordial de travailler de concert avec la communauté locale de manière à développer des activités de plongée récréative respectueuses du milieu naturel qui les supporte.

Ayant à cœur la protection de cet environnement marin et le développement touristique de la région, le Réseau d'observation de mammifères marins (ROMM) et le Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé, en collaboration avec le Club nautique de Percé, ont décidé de mettre en place un projet visant l'évaluation des impacts des activités de plongée récréative sur les fonds marins de l'île Bonaventure. Le projet inclut la gestion de ces impacts par le développement d'activités de plongée encadrées et de sensibilisation des utilisateurs à la fragilité et aux richesses du milieu, dans une optique de développement durable.

Objectifs de l'étude

2.1 Évaluation des impacts des activités de plongée

L'objectif principal de cette partie de l'étude est d'évaluer l'impact de la plongée sous-marine récréative sur les espèces marines et leurs habitats dans la bande marine qui ceinture l'île Bonaventure. Les objectifs spécifiques sont, dans un premier temps, d'étudier le comportement des plongeurs récréatifs sur les sites les plus fréquentés de l'île, puis, dans un deuxième temps, d'évaluer la pression de plongée sur le milieu marin à chaque site selon un protocole de prise de données prédéterminé.

2.2 Caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée

L'objectif principal de ce second volet d'étude est de dresser un portrait des espèces fauniques et floristiques qui peuplent chaque site de plongée échantillonné, des statuts de protection des espèces et de leur vulnérabilité à une fréquentation accrue par des plongeurs. Les objectifs spécifiques sont d'élaborer une carte des sites sensibles autour de l'île Bonaventure et d'élaborer des outils de gestion pour diminuer les pressions de plongée sur les sites sensibles les plus achalandés.

3. Méthodologie

3.1 Aire d'étude

L'aire d'étude ceinturant l'île Bonaventure couvre une superficie totale d'environ 15 km² (Carte 1). Il s'agit d'un territoire se trouvant sous la juridiction du parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé. Il est situé à 3,35 km au sud-est du quai de la ville de Percé, dans le golfe du Saint-Laurent. L'aire d'étude a été elle-même subdivisée en 20 sites différents utilisés par les plongeurs, qui englobent la quasi totalité des sites de plongée sous-marine se trouvant autour de l'île. Les sites de plongée échantillonnés ont été séparés en deux catégories différentes, soit ceux accessibles pour tous les plongeurs certifiés par la Fédération québécoise des activités subaquatiques, incluant les plongeurs novices ou peu expérimentés de niveau 1, et ceux accessibles pour les plongeurs plus avancés ayant une certification de niveau 2 ou plus. Trois des sites de plongée identifiés ne sont pratiquement jamais utilisés par le Club nautique de Percé, soit le Tombant, la Grotte de la Craque à Margaulx et L'Entre-Deux. Ces derniers ont donc été sélectionnés comme sites témoins. Les sites qui ont été couverts par l'étude sont tous identifiés au Tableau 1.

À titre indicatif, il existe aussi deux sites de plongée supplémentaires isolés des autres se trouvant l'un sur le territoire du Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé et accessibles pour les plongeurs de niveau 1 et l'autre hors du territoire. Respectivement, le premier est situé à proximité du rocher Percé, à l'est de Percé : il se nomme le Vivier. Le second, soit le site du Cap Blanc, est situé à l'extrémité sud de Percé. Ces deux sites ne sont toutefois pas couverts par l'étude, car ils ne font pas partie de la bande marine ceinturant l'île Bonaventure.

Le paysage sous-marin de la majorité des sites de plongée se compose de grottes et de monticules rocheux, exposés à des courants de faible à forte intensité. Les profondeurs de plongée varient entre 0 et 40 m. Pour avoir accès aux sites de plongée de l'île Bonaventure, chaque plongeur doit s'inscrire soit au Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé pour les plongeurs indépendants ou bien au Club nautique de Percé pour les plongées guidées. Ainsi, le nombre exact de plongeurs potentiellement à l'eau est connu pour chaque jour pendant la période d'opération du Club nautique, soit de juin à la fin septembre.

Tableau 1. Description et utilisation des sites de plongée sous-marine qui ceignent l'île Bonaventure

Noms des sites couverts	Niveau de plongée requis	Profondeur (mètre)	Force des courants	Nombres de plongeurs par jour
La Plage	1	3-5	3	1
La Pierre Carrée	1	3-12	0-5	5
Le Cornu et l'Anse à Bilbo	1	3-11	2	5
La Grotte	1	0-8	1	3
Le Rocher du Bœuf et de la Vache	1	3-8	4	3
Le Mur noir	1	3-20	4-5	5
La Petite Roche aux Oiseaux	1	4-24	5	3
Le Rocher aux Oiseaux	1	4-20 et plus	5	0
La Chute Tropicale	1	5-19	5	1
Lazy Beach	1	3-8	4	4
La Baie des Marigots	1	9-20	4-5	5
Le Bull's Cove	1	3-10	4-5	2
La Pointe à la Couette	2	8-25	5	1-3
L'Anse Chatouilleuse	1	6-18	3 - vagues	4
Le Mamelonet	2	10-22	4	3
La Crevasse du Mur Noir	2	27-35	5	2
L'Entre-deux	Témoin	17-32	4	1
Le Tombant	Témoin	24-35	4	1
La Grotte de la Craque à Margaulx	Témoin	18-35	5	1
La Roche aux Phoques	2	8-30	5	3

Légende des courants : échelle de 0 à 5 de très faible à très fort.

Légende des plongeurs : échelle de 0 à 5 de fréquentation nulle à très grande fréquentation

3.2 Période d'échantillonnage

Les deux volets de l'étude ont été réalisés pendant la saison estivale 2010. Pour l'étude de l'évaluation des impacts des activités de plongée sur les fonds marins, la période d'échantillonnage s'est étendue sur 9 semaines, soit du 1^{er} juillet au 30 août 2010, pendant la période de fort achalandage touristique du Club nautique de Percé. Le suivi a été effectué à raison de 2 plongées par semaine lorsque cela a été possible. Des conditions météorologiques défavorables ou des problèmes de logistique liés aux places disponibles sur le bateau du Club nautique expliquent le fait qu'il n'a pas été possible d'effectuer la totalité des sorties prévues au plan d'échantillonnage. Ainsi, les plongeurs ont effectué 15 sorties sur les 20 prévues pour la saison 2010.

Pour l'étude de caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée, la période d'échantillonnage s'est étendue sur 6 semaines, soit du 1^{er} juillet au 15 août 2010. Cette période d'échantillonnage plus restreinte a permis de recenser le plus d'espèces possible sur l'ensemble des sites dans un court intervalle de temps afin de limiter le biais causé par le déclin saisonnier des espèces. En effet, lors de cette période, la diversité des espèces sous-marines a été à son maximum et les conditions pour la plongée ont été favorables. Le suivi a donc été réalisé à raison de 2 plongées par jour pour un total de 42 sorties. Ceci a permis de couvrir 2 fois chaque site, tel que prévu au protocole d'échantillonnage. Les objectifs ont été atteints notamment en raison du fait que les sorties de plongée ont été faites à partir d'un bateau de pêche mis à la disposition des plongeurs par monsieur Michel Deschênes. Ainsi, l'équipe pouvait plonger quand elle le souhaitait, indépendamment des places disponibles, de la formation d'un groupe ou d'autres limitations logistiques avec lesquelles le Club nautique de Percé doit composer.

3.3 Protocoles d'échantillonnage

Deux protocoles d'échantillonnage ont été requis pour ce projet. Le premier (a) consistait à échantillonner les impacts des plongeurs observés sur le milieu, le second (b) à caractériser la biodiversité et la sensibilité des espèces identifiées sur les sites de plongées par rapport à la présence de plongeurs sur chaque site.

a) Protocole d'étude d'impacts des activités de plongée sur les fonds marins

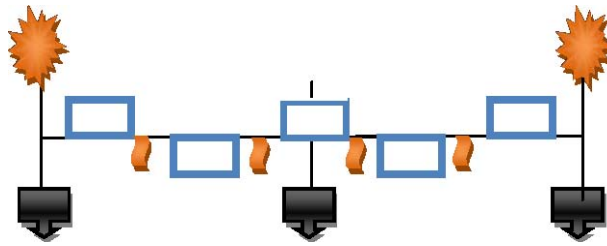
La méthodologie de l'étude s'est grandement inspirée d'une étude similaire réalisée en milieu tropical (Monticone, 2008). Deux techniciens ont réalisé près de deux sorties en plongée par semaine. Pour chacune des sorties effectuées, ils ont respecté les normes de travail en plongée sous-marine de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) et de la Fédération québécoise d'activités subaquatiques (FQAS). Pour cette partie de l'étude, les techniciens ont suivi les groupes de plongée guidés par le Club nautique de Percé. En raison de la grande variabilité du niveau de certification des plongeurs (novices, intermédiaires ou expérimentés) ainsi que des conditions de navigation et météorologiques, le protocole n'a pas pu être basé sur un nombre déterminé de visites par site, mais par un suivi des individus présents au sein des groupes guidés. Un technicien plongeur muni d'une montre étanche et d'un carnet de plongée accompagnait le groupe de clients du Club nautique de Percé du début à la fin de la sortie. L'observateur plongeait, au même titre qu'un client, en binôme ou en trinôme. Il notait ses propres comportements dans l'échantillonnage. Les plongeurs présents sur le site ne devaient pas savoir qu'ils faisaient l'objet d'une étude, car cela aurait influencé leurs comportements. Pour chacune des sorties, le plongeur a noté le nombre de plongeurs présents, le nombre de plongeurs étudiés, leur niveau de certification, leur nombre de contacts directs ou indirects (ex., mise en suspension de sédiments, bulles d'air) avec les organismes selon l'espèce, le type de contact (ex., avec la main, le genou, les bouteilles), la réaction des organismes et la perturbation du substrat. Le technicien devait aussi inscrire l'absence d'impact dans le cas où il n'y avait aucun contact direct ou indirect.

b) Protocole de caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des espèces des sites de plongées

Tout comme dans le protocole précédent, les plongées ont été effectuées selon les normes de travail en plongée sous-marine de la CSST et de la FQAS. L'équipe de plongeurs a été composée de quatre techniciens.

Lors de chaque plongée, un transect d'échantillonnage d'une longueur de 5 m a été délimité par une corde lestée à l'aide de poids placés aux extrémités. Ces installations ont été agrémentées à chaque extrémité d'un bâtonnet phosphorescent servant de repères visuels dans la noirceur. À l'aide de plombs, les transects ont été placés parallèlement à la côte et à la surface de l'eau. Ils ont été effectués à une profondeur de 5 à 7 m sur les sites de plongée nécessitant une certification de niveau 1. De plus, un transect situé à une profondeur de 15 à 17 m a été ajouté sur les sites de plongée nécessitant une certification de niveau 2. Lors de chaque plongée, cinq parcelles de 30 cm X 50 cm ont été positionnées aléatoirement à chaque mètre, au-dessus et au-dessous du transect (Figure 1). Les plongeurs ont alors effectué des prélèvements visuels au moyen d'une caméra sous-marine, tel que réalisé dans l'étude de Weinburg (1981). Le cadre de la photo devait approximativement être semblable ou un peu plus grand à celui des parcelles, mais en aucun cas être plus petit, de façon à pouvoir répertorier tous les organismes visibles à l'intérieur de la parcelle. Chacun des 20 sites à l'étude a été échantillonné deux fois au cours de la saison.

Figure 1 : Exemple d'un transect d'échantillonnage d'une longueur de 5 m.



L'utilisation de la caméra sous-marine permet un meilleur échantillonnage étant donné la densité et la diversité des espèces pouvant se trouver sur de petites surfaces. En effet, un comptage à l'œil en immersion aurait été plus fastidieux et aurait demandé un trop grand effort d'échantillonnage.

3.4 Analyses statistiques

Toutes les données collectées dans le cadre des deux volets de l'étude ont été saisies dans des tables Excel. Les photographies ont été enregistrées en format JPEG. Le traitement et l'analyse des données ont été effectués au moyen d'Adobe Photoshop CS4 pour le traitement complet des images, d'Excel et de SYSTAT 12 pour les tables de données puis d'Arc Info 9.3 pour l'analyse spatiale (chaque site de plongée étant géoréférencé). Les informations obtenues serviront de base à la réalisation des outils de gestion.

4. Résultats et discussion

4.1 Étude d'évaluation des impacts des activités de plongée

4.1.1 Impacts des plongeurs en immersion sur les sites de plongée

Lors des 15 plongées effectuées par les techniciens dans le cadre de cette partie de l'étude, 179 plongeurs ont été répertoriés au total pour une moyenne de 12 plongeurs par sortie. Pour chacune des sorties, les techniciens ont suivi en moyenne 3 plongeurs. Ainsi, sur les 45 plongeurs suivis au cours de la période d'échantillonnage, il y a eu 32 contacts directs ou indirects de dénombrés. En 2010, ce sont 1 102 plongeurs qui ont été guidés par le Club nautique de Percé entre le 19 juin et le 22 août 2010. Sachant que pour 45 plongeurs suivis par les techniciens au cours de l'étude il y a eu 32 contacts directs ou indirects observés, le nombre de contacts total pourrait avoir été relativement élevé pour l'ensemble des plongeurs qui ont fréquenté les sites en 2010.

Il est cependant important de mentionner que le nombre de plongeurs autour de l'île Bonaventure reste très inférieur à la moyenne observée dans d'autres centres de plongée à proximité de parc marins tel que celui du parc marin du Saguenay—Saint-Laurent au Québec. Pour ce dernier, 8,05 individus plongent en moyenne par jour seulement sur le site du Centre de découverte du milieu marin, situé à Les Escoumins, sans compter ceux qui le font à partir du quai des Pilotes (Les Escoumins) et du site du Paradis marin (à mi-chemin entre les villages de Bergeronnes et Les Escoumins) (communication personnelle, responsables PMSSL).

Tel que démontré à la Figure 2, les pics d'achalandage ont été observés au début du mois de juillet et de la fin juillet à la mi-août, avec un nombre maximum de 37 plongeurs enregistrés le 4 août 2010. Comme l'illustre la Figure 3, les sites de plongée les plus achalandés ont été la Pierre Carrée, avec près de 21,59 % des sorties effectuées, suivis de l'Anse Chatouilleuse (19,32 %), du Bilbo (15,91 %) et de la Petit Roche aux Oiseaux (10,23 %). Ce sont tous des sites qui nécessitent la certification de niveau 1, qui sont donc très accessibles pour les plongeurs débutants ou inexpérimentés. Suivent le Mur noir, la baie des Marigots et le Vivier avec un pourcentage variant entre 5,68 % et 6,82 % de la fréquentation totale. Ces derniers sont des sites de niveau 1 ou plus, car les courants peuvent parfois être forts lors des changements de marées ou par vents forts. Les autres sites sont fréquentés de façon très peu significative puisqu'ils nécessitent un niveau de certification avancé ou encore qu'ils offrent moins d'intérêt en ce qui concerne la diversité biologique, géologique (présence de cavernes ou de grottes) ou historique (vestige de navire, hélice, etc.). Ceux-ci sont décrits dans le guide des sites de plongée du Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé de Tellier (2007).

Figure 2 : Répartition du nombre de plongeurs guidés entre le 19 juin 2010 et le 22 août 2010 par le Club nautique de Percé.

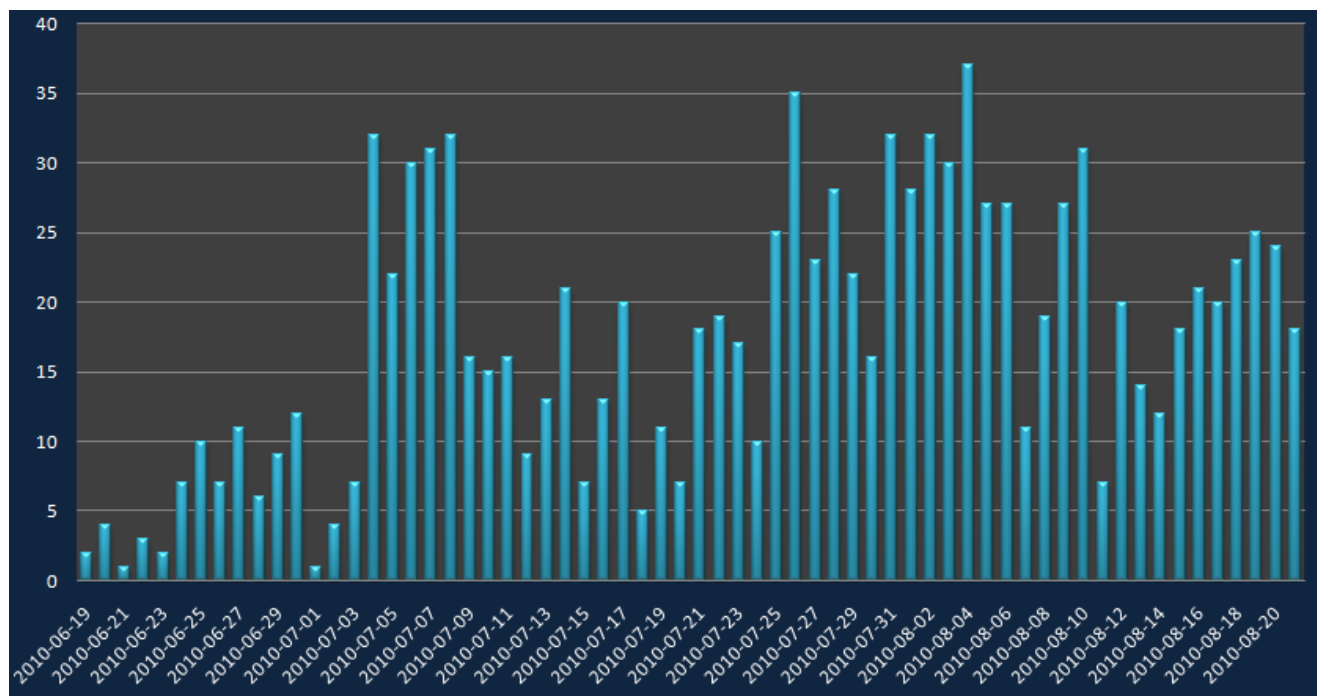
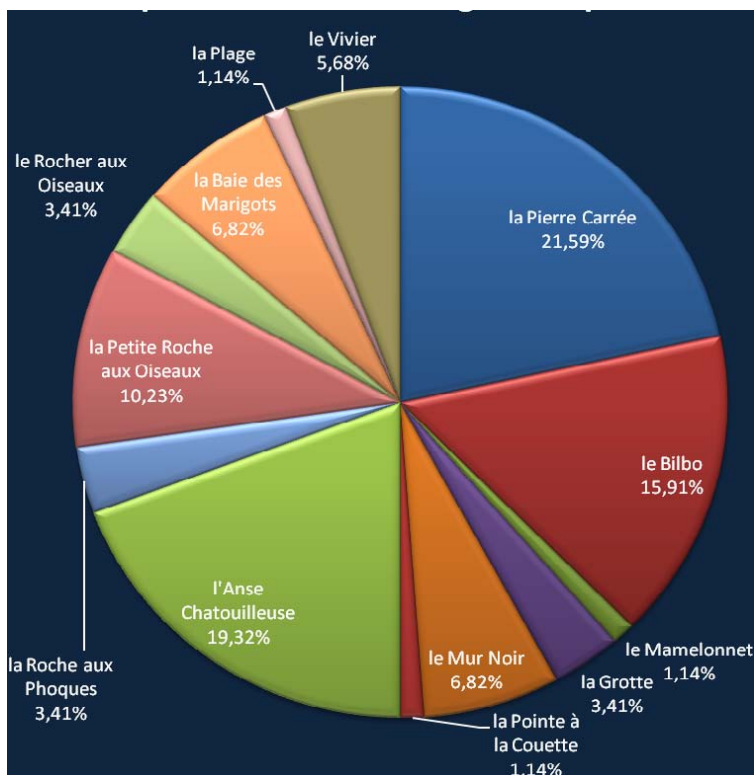


Figure 3 : Répartition des sorties guidées par le Club nautique de Percé entre les différents sites de plongée ceinturant l'île Bonaventure au cours de la saison estivale 2010 (carte des sites en annexe).

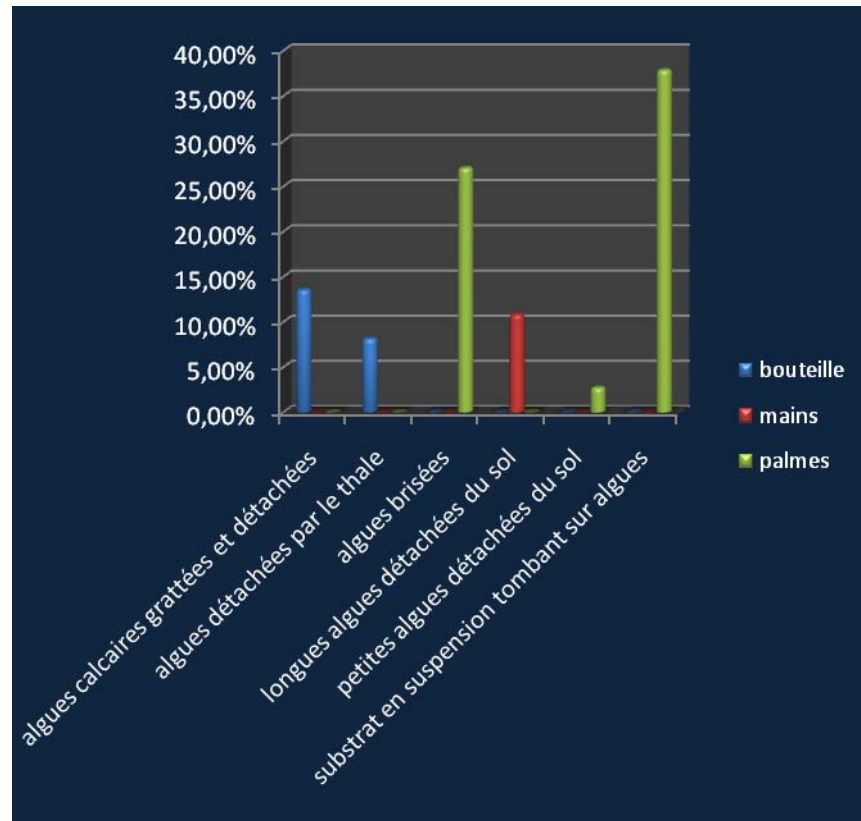


Avant chaque sortie que les techniciens ont suivi avec le Club nautique de Percé, les guides ont effectué un rappel des consignes de sécurité et de plongée, de même que des particularités du milieu (ex., aire protégée). Ces dernières ont été de façon générale relativement bien respectées par les plongeurs. Les impacts qui ont été notés sur les sites de plongée et les espèces qu'ils abritent ont découlé autant de la curiosité des plongeurs que de leur niveau de compétence. Parfois, les contacts ont été provoqués par du matériel qui peut être encombrant pour des plongées peu profondes (moins de 20 m), pendant lesquelles les contacts avec le sol et les parois sont souvent inévitables (ex., dévidoir, tuyaux d'air, cadran et détendeur de secours qui pendent sur le sol, combinaison trop ample, cylindre de plongée qui frotte sur les plafonds des grottes, etc.) ou par la capacité parfois déficiente des plongeurs à gérer leur flottabilité ou leur lestage de plomb ainsi que leurs déplacements avec des palmes.

La compilation des effets découlant des contacts directs et indirects des activités de plongée sur la flore et sur la faune pour les différents sites de plongée sont présentés aux Figures 4, 5 et 6.

La Figure 4 présente les impacts découlant de contacts directs qui ont été notés sur la flore. Tel qu'illustré, ce sont les coups de palmes qui ont été les plus fréquents et qui ont eu le plus d'effets. En effet, près de 67,57 % des impacts notés ont été occasionnés par des coups de palmes, 21,62 % par le frottement des bouteilles et 10,81 % par le contact manuel. Pour ce qui est des impacts eux-mêmes, c'est le soulèvement de substrat en suspension retombant sur les algues, provoqué très majoritairement par des coups de palmes, qui a été le plus fréquemment noté avec près de 37,84 % des observations. Le substrat qui est mis en suspension retombe et s'accumule sur les algues. Il a pour effet de réduire leurs fonctions photosynthétiques en limitant l'absorption des nutriments et de la lumière ainsi que les capacités d'échanges gazeux (oxygène et CO₂). Cela peut avoir pour conséquences d'affecter le rôle que jouent les algues dans l'écosystème et de réduire leur abondance à plus long terme. Le second impact le plus observé, toujours occasionné en grande partie par des coups de palmes, a été l'arrachement d'algues (27,03 % des observations). Les autres impacts ont été les algues calcaires grattées et arrachées par le frottement de la bouteille de plongée (13,51 %), les longues algues de type laminaires détachées du sol par les plongeurs inexpérimentés qui s'y agrippent (10,81 %) et finalement le détachement d'algues provoqué principalement par le frottement des bouteilles (8,11 %). Les algues sont essentielles aux écosystèmes puisqu'elles fournissent abri et nourriture à de nombreux organismes, filtrent la lumière, amortissent les courants et les vagues et complexifient le milieu marin. Leur dégradation a donc des impacts négatifs sur l'écosystème où elles se trouvent.

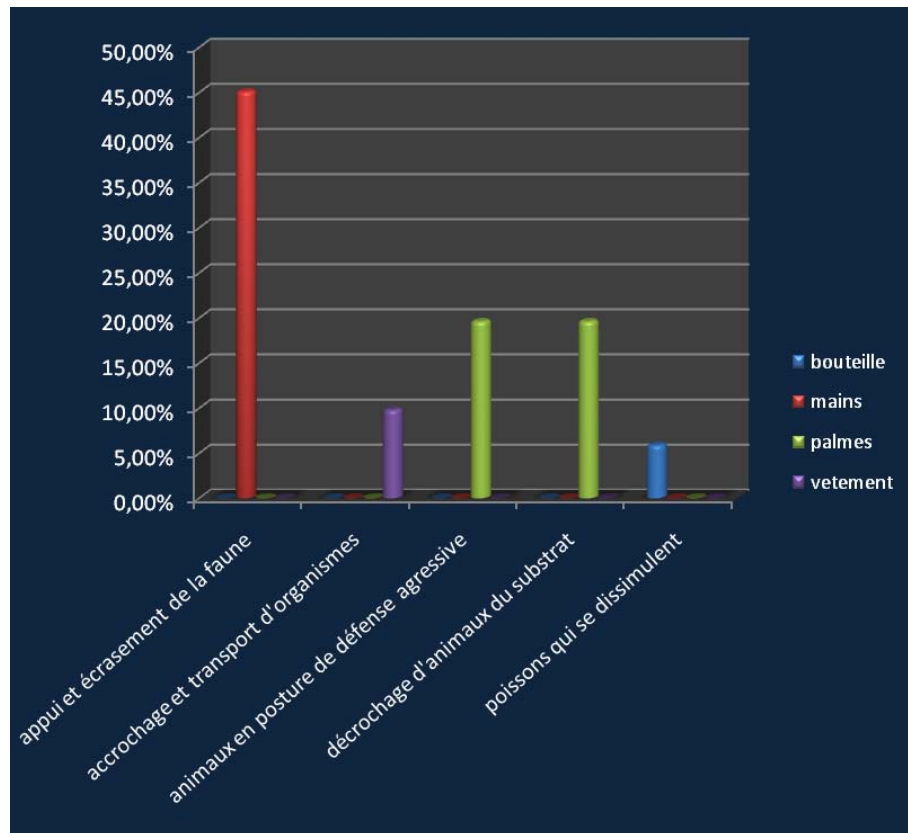
Figure 4 : Fréquence et effets sur la flore des différents types de contacts directs



Les impacts directs observés sur la faune aux différents sites de plongée échantillonnés (Figure 5), sont principalement les contacts manuels directs (45,10 % des observations), suivis des coups de palmes (39,22 %), puis des contacts générés par la combinaison de plongée (9,80 %). Seulement 5,88 % des impacts directs ont été occasionnés par le frottement de la bouteille sur les organismes puisque ceux-ci se produisent principalement dans les endroits restreints tels que les grottes, les crevasses ou les surplombs. Si on détaille un peu plus la nature de ces impacts, ce sont les contacts manuels des plongeurs lorsqu'ils s'appuient au sol ou sur les parois qui occasionnent l'écrasement de la faune présente (45,10 %), plus particulièrement des éponges. Par la suite, ce sont le décrochage de la faune du substrat (19,61 %), surtout les étoiles de mer sanguinolentes et les astéries boréales communes; et des animaux observés en posture de défense agressive (19,61 %) comme les crabes, qui ont le plus souvent été notés suite à des coups de palmes. Finalement, 9,80 % des impacts observés ont été l'accrochage et le transport d'organismes, dont les caprelles, par la combinaison de plongée et les poissons qui se dissimulent (5,88 %). Ces contacts ont parfois pour effet de blesser des organismes qui doivent alors utiliser beaucoup d'énergie pour se reconstruire, telles les éponges ou les étoiles de mer. Le décrochage des animaux du substrat où ils étaient fixés implique une exposition accrue aux prédateurs, ce qui augmente leur vulnérabilité, en plus de les obliger à retrouver un nouveau site d'alimentation ou de reproduction. Le stress généré chez les poissons ou les autres organismes qui réagissent au

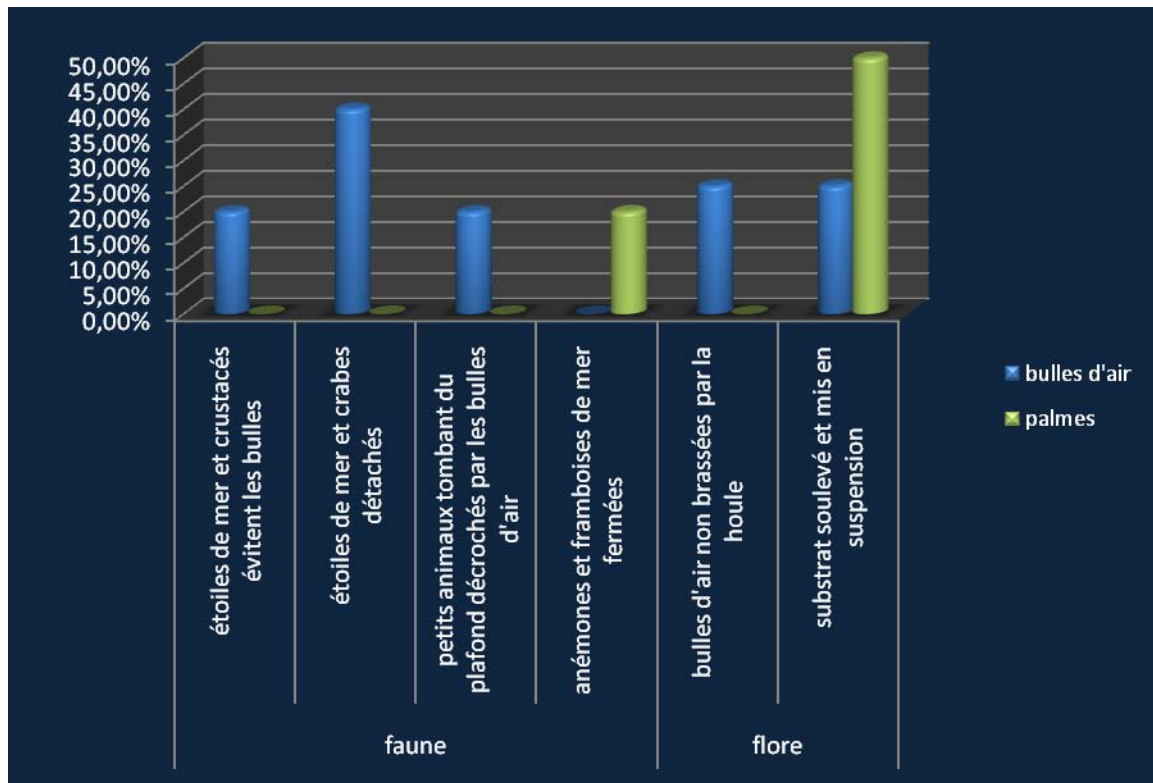
dérangement anthropique par des postures agressives ou par la fuite peut réduire à long terme leurs capacités d'alimentation et de reproduction, comme de nombreuses études scientifiques ont pu le démontrer. Dans un premier temps, le stress entraîne des réactions comportementales compromettant les activités biologiques normales d'un individu. Il peut amener des réactions de fuite ou d'agressivité. Enfin, le stress engendre souvent des dérèglements endocriniens pouvant entraîner des dysfonctions de l'organisme ou endommager certains tissus, rendant les animaux plus vulnérables et diminuant leurs aptitudes à se reproduire ou à s'alimenter.

Figure 5 : Fréquence et effets des différents types de contacts directs sur la faune



Lors des activités de plongée, les contacts indirects entraînent aussi certaines perturbations de la faune et de la flore. Les bulles d'air des plongeurs, qui constituent près de 65,00 % de tous les contacts indirects notés, ont provoqué principalement le décrochage d'animaux tels que les étoiles de mer, les crabes et autres petits animaux (40,00 % des contacts notés sur la faune). Les bulles d'air ont également créé des poches d'air viciées et riches en CO₂ et en azote, non brassées par la houle, pouvant principalement entraîner un déséquilibre dans les échanges gazeux des éponges et autres animaux fixes. De plus, ces poches d'air peuvent entre autres limiter la croissance des algues ou changer la dynamique de la flore (25,00 % des impacts observés sur la flore). Ces effets sont davantage importants sur les surplombs et dans les grottes.

Figure 6 : Fréquence et effets des différents types de contacts indirects sur la flore et sur la faune

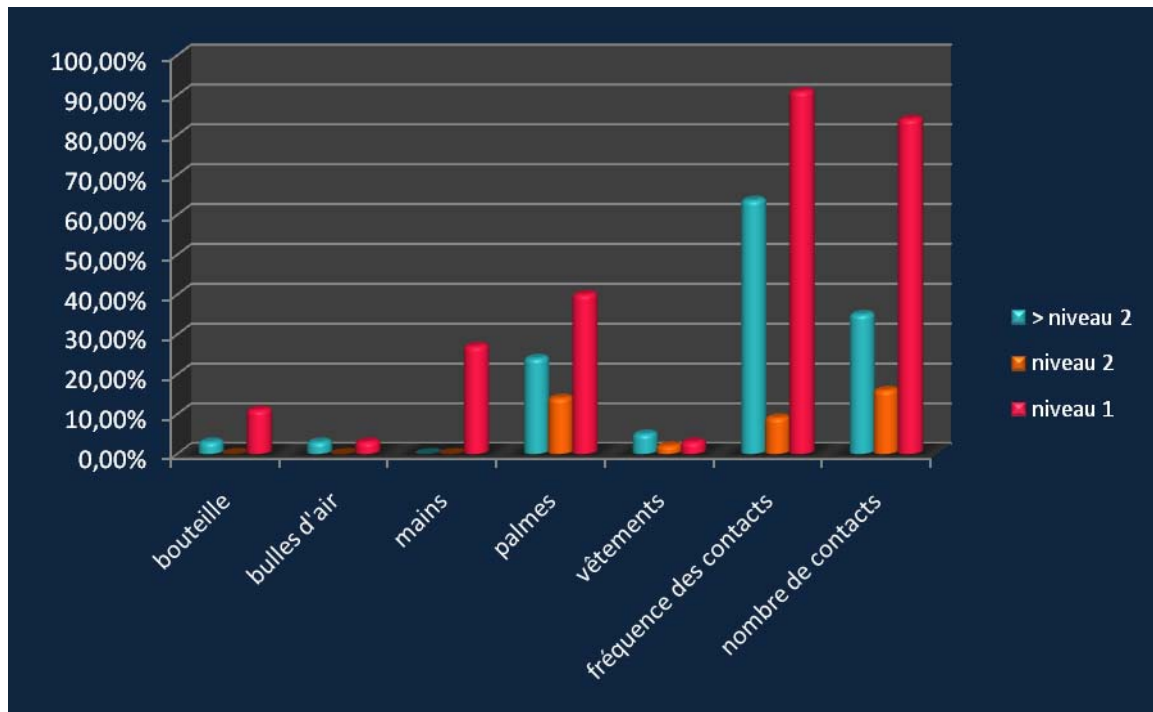


D'autres impacts sur la faune et la flore causés par les bulles d'air ont également été observés au niveau des surplombs, des crevasses et des grottes, soit la mise en suspension de substrat (25,00 % des impacts indirects sur la flore) et des comportements d'évitement des bulles par certains animaux marins tels que les étoiles de mer qui se laissent tomber et les crustacés (20,00 % des impacts indirects sur la faune). L'autre type de contact indirect observé qui entraîne des impacts sur la faune a été le déplacement de l'eau par les mouvements de va-et-vient des palmes (35,00 % des impacts totaux observés découlant des contacts indirects). Ce phénomène a engendré principalement la mise en suspension de sédiments recouvrant les organismes (50,00 % des contacts indirects sur la flore), nuisant ainsi à leur alimentation et à leur oxygénation, ainsi que la fermeture d'anémones et de framboises de mer (20,00 % des contacts indirects sur la faune). Lorsque ces animaux se referment, ils sont entre autres incapables de s'alimenter et, par conséquent, de répondre à leurs besoins vitaux.

Au cours de cette étude, il a également été observé que les fréquences et le nombre de contacts variaient selon le niveau de compétence des plongeurs suivis (Figure 7). Le pourcentage moyen et la fréquence des contacts avec le substrat et les organismes ont été plus nombreux chez les plongeurs débutants certifiés de niveau 1 (taux moyen = 84,00 % et fréquence = 90,91 %), qui ont de la difficulté à se stabiliser, et chez les plongeurs certifiés de niveaux supérieurs à 2 (taux moyen = 35,00 % et fréquence = 63,64 %), qui aident souvent

les plongeurs débutants ou leur montrent les divers organismes. Ainsi, les plongeurs intermédiaires certifiés de niveau 2, sont ceux qui ont eu le moins d'impacts sur le milieu suivi avec seulement 16,00 % du taux moyen de contacts dénombrés et une fréquence de contacts de 9,09 %. Chez les plongeurs débutants, ce sont principalement les coups de palmes (40,00 % des contacts) et les contacts manuels (27,00 % des contacts) qui ont été observés. En effet, les plongeurs inexpérimentés ont tendance à s'agripper aux algues et aux parois, car ils ne maîtrisent pas encore bien leur flottabilité. Les impacts les plus courants des plongeurs certifiés de niveau 2 ou plus sont les coups de palmes (24,00 %).

Figure 7 : Type, pourcentages des fréquences et nombre de contacts directs ou indirects observés en fonction du niveau de compétence des plongeurs suivis



En résumé, les causes des principaux impacts qui ont été observés sont les suivants :



- ❖ Les principaux types d'impacts observés ont été les coups de palmes qui, étant loin du corps, sont difficiles à contrôler dans des espaces restreints, comme les failles ou les grottes. Lors d'un contact direct, ils délogent et déplacent les oursins et les étoiles de mer ou soulèvent un nuage de sédiments qui se déposent sur la faune et la flore. De plus, les coups de palmes sur les anémones plumeuses les forcent à se refermer, ce qui diminue le temps alloué à leur alimentation (Cooney, 2007).

- ❖ Certaines dégradations du milieu notées ont été occasionnées par le frottement des cylindres de plongée et celui de leurs robinets de sortie d'air sur le plafond des grottes, des cavités ou des surplombs. Ils ont pour effets d'éroder les parois et de déloger les organismes et les algues calcaires qui s'y fixent. Les effets sur les algues calcaires sont notables puisqu'elles ont une croissance lente due à un important investissement d'énergie qu'elles déploient pour la construction de leurs parois minérales (Chabot et Rossignol, 2003).
- ❖ Également, les bulles d'air évacuées se dilatent et prennent de la vitesse vers la surface, délogeant ainsi des particules et certains organismes situés sur le plafond des grottes, des cavités ou des surplombs tels que les oursins verts, les étoiles de mer et les crabes. Ces derniers tombent sur le fond ou se déposent le long du tombant, sur les algues ou les anémones. De plus, le bruit généré par les bulles d'air qui sortent du détendeur peut aussi être un masque temporaire pour les fonctions acoustiques des poissons et de certains invertébrés.

Certaines études ont démontré qu'un achalandage élevé de plongeurs sur certains sites a induit une diminution de l'abondance des espèces fauniques dominantes telles que l'anémone plumeuse et l'oursin vert, ainsi que l'établissement d'autres espèces opportunistes. À long terme, ces changements peuvent compromettre la viabilité des populations locales et entraîner des pertes de diversité (Cusson et Guichard, 2000 ; Guichard *et al*, 1999 ; Archambault *et al*, 1998). Il faudrait plusieurs années de suivi au niveau des sites de plongée de l'île Bonaventure pour vérifier si ce phénomène y est observé.

4.1.2 Impacts des activités de plongée à la surface

Il est important de souligner que les impacts des plongeurs ne se limitent pas seulement à la période d'immersion. En effet, les plongeurs doivent se rendre sur les sites à l'aide de bateaux motorisés, le plus souvent de type Zodiac, qui ont une incidence sonore non négligeable sur le milieu. Ils génèrent aussi une pollution chimique par leurs émanations de gaz et les résidus d'huile. En 2010, en fonction du nombre de plongeurs enregistrés, il est possible d'évaluer qu'une moyenne d'au moins 2,19 bateaux ont été utilisés tous les jours pour amener les plongeurs sur les sites de plongée de l'île Bonaventure.

L'ancrage des bateaux entraîne également une perturbation importante de certains sites de plongée avec la récurrence du grattage de fonds marins par les ancres. Elles occasionnent ainsi des modifications des fonds marins en déplaçant les substrats et les organismes qui s'y trouvent, en plus d'abîmer les espèces fixes qui y vivent telles que les éponges. Certains sites sont équipés de bouées fixes permettant l'attache du bateau, mais l'emplacement de certaines d'entre elles est trop près des parois, ce qui favorise les contacts des plongeurs avec les divers organismes et le substrat. C'est entre autres le cas du site de la Pierre Carrée.

Il serait aussi intéressant d'observer les effets que peuvent avoir la vitesse des bateaux en approche de l'île sur la faune aviaire nichant dans les falaises et les phoques échoués, dans une étude complémentaire.

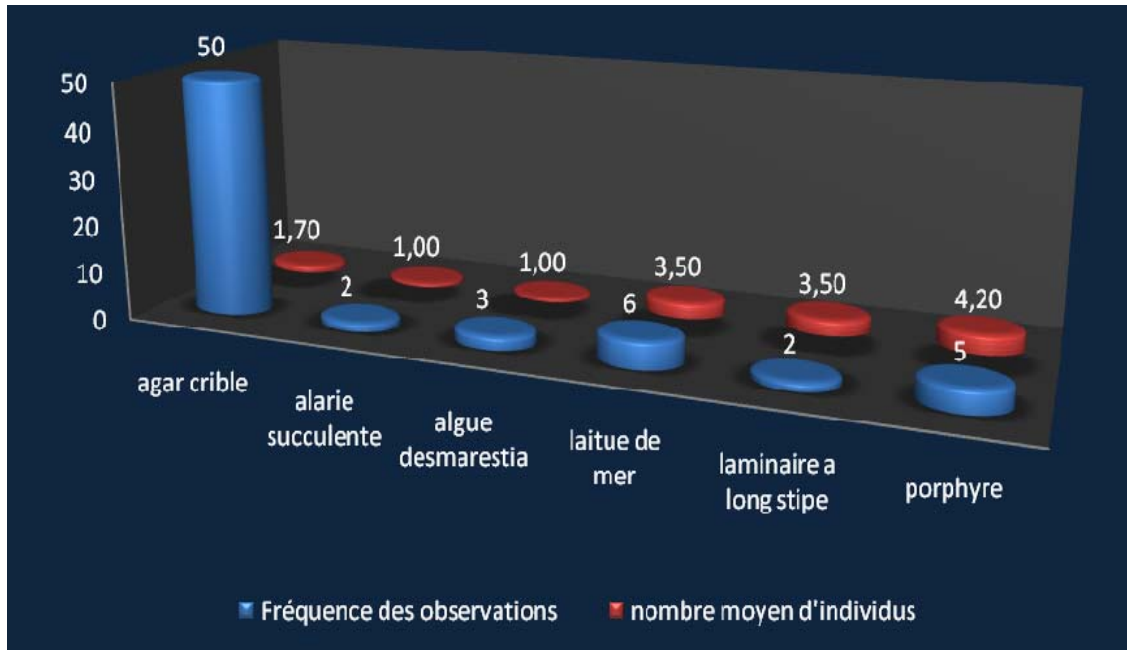
4.2 Caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée

Dans le cadre de cette partie de l'étude, 20 sites de plongée ceinturant l'île Bonaventure ont été caractérisés avec un minimum de deux sorties par site pour un total de 42 sorties de plongée. Cette caractérisation a permis de mettre en place une cote de vulnérabilité des différents sites de plongée, déterminée en fonction de la nature et du relief du substrat, de la diversité et de l'abondance des espèces, de la présence d'espèces observées plus occasionnellement ou considérées comme étant en péril et de la présence d'aires de reproduction. Pour cette cote de vulnérabilité, le statut et la rareté de toutes les espèces observées ont été considérés, incluant les organismes photographiés hors du transect d'échantillonnage.

Les différentes espèces floristiques et fauniques répertoriées sur les transects ont été catégorisées par le nombre moyen d'individus par parcelle ou par le pourcentage moyen de couverture de chaque parcelle étant donné l'impossibilité de dénombrer les individus à l'unité pour certaines espèces telles que les algues calcaires, les ophiures ou les balanes.

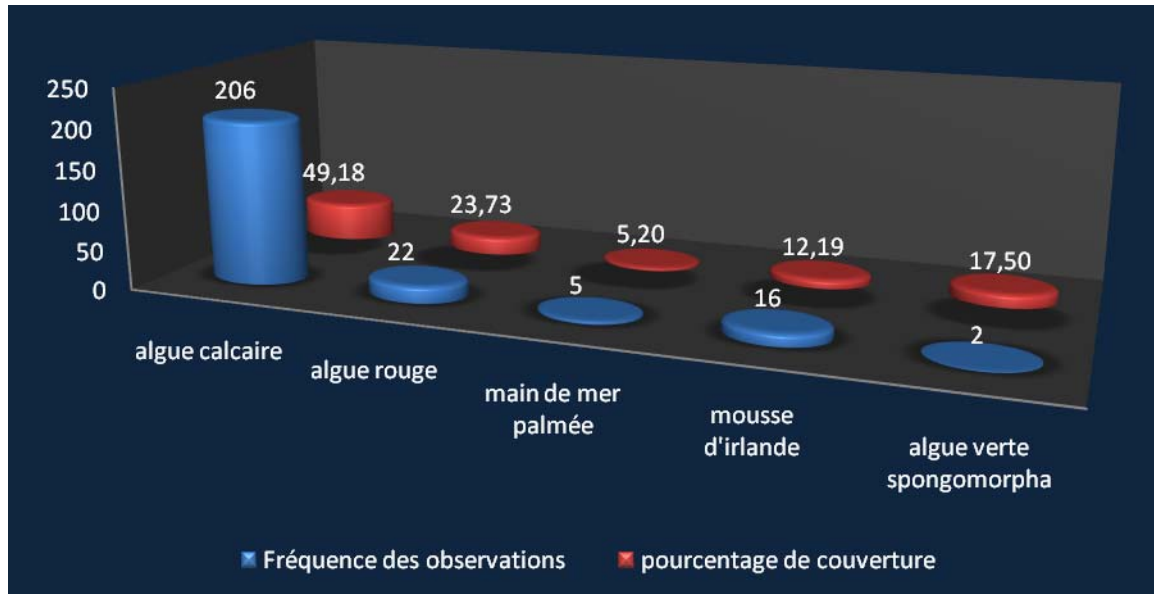
Les Figures 8 et 9 illustrent les principales espèces d'algues échantillonnées au cours de l'étude. Les noms latins des espèces citées sont présentés à l'Annexe 1. En ce qui a trait aux espèces d'algues dites non couvrantes, c'est-à-dire les algues que nous avons été en mesure de dénombrer de façon individuelle (Figure 8), c'est l'agar criblé qui a été de loin l'espèce la plus souvent échantillonnée à raison d'une fréquence de 50 observations et d'un nombre moyen d'individus de 1,70 par observation. Sa si grande présence peut être expliquée par le fait qu'il s'agit d'une espèce inféodée à l'infralittoral par comparaison aux autres algues non couvrantes que l'on peut retrouver dans l'infra et la partie inférieure du médiolittoral (Chabot et Rossignol, 2003). Les autres espèces d'algues non couvrantes observées ont ensuite été, en ordre d'importance, la laitue de mer, (fréquence = 6 observations et nombre moyen = 3,50 individus par parcelle de 0,15 m²) et le porphyre (fréquence = 5 observations et nombre moyen = 4,20 individus par parcelle de 0,15 m²). La laminaire à long stipe, l'algue *desmarestia* et l'alarie succulente ont également été observées, mais moins fréquemment que les espèces citées ci-haut.

Figure 8 : Fréquence des observations et nombre moyen d'individus des différentes espèces d'algues non couvrantes



Les algues calcaires telles que *Clathromorphum* et *Lithothamnium* représentent les espèces d'algues couvrantes qui ont le plus souvent été répertoriées au cours de l'étude avec une fréquence de 206 observations et un pourcentage moyen de couverture par parcelle de 49,18 % de la parcelle. Malgré leur croissance lente, ces algues encroûtantes sont très présentes dans l'infralittoral et recouvrent même les coquilles des mollusques et les carapaces des crustacés. En termes de fréquence d'observation, ce sont ensuite l'algue rouge du genre *Ptilota* (fréquence = 22 observations et pourcentage moyen de couverture des parcelles de 23,73 %), suivie de la mousse d'Irlande (fréquence = 16 observations et pourcentage moyen de couverture des parcelles de 12,19 %) qui ont été le plus souvent observées. L'algue *Spongomorpha*, bien que peu notées en termes de fréquence d'observation, était relativement présente sur les sites avec un pourcentage moyen de couverture de près de 17,50 % lorsque qu'observée. Finalement, la main de mer palmée a été vue dans 5 parcelles seulement avec un pourcentage moyen de couverture de 5,20 % à chaque observation. De façon générale, la majorité des algues ont été principalement observées dans les transects situés de 5 à 7 mètres de profondeur. L'algue qui a été la plus observée à toutes les profondeurs (de 5 à 18 mètres) a été l'algue calcaire encroûtante *Clathromorphum* et *Lithothamnium*, suivi de l'agar criblé. La mousse d'Irlande figure aussi parmi les algues observées à des profondeurs de 5 à 18 mètres, mais elle a été le plus souvent présente dans un intervalle de 8 à 9 mètres. L'alarie succulente, l'algue *Desmarestia*, le porphyre et la main de mer palmée n'ont été vus qu'à des profondeurs de 5 mètres et moins.

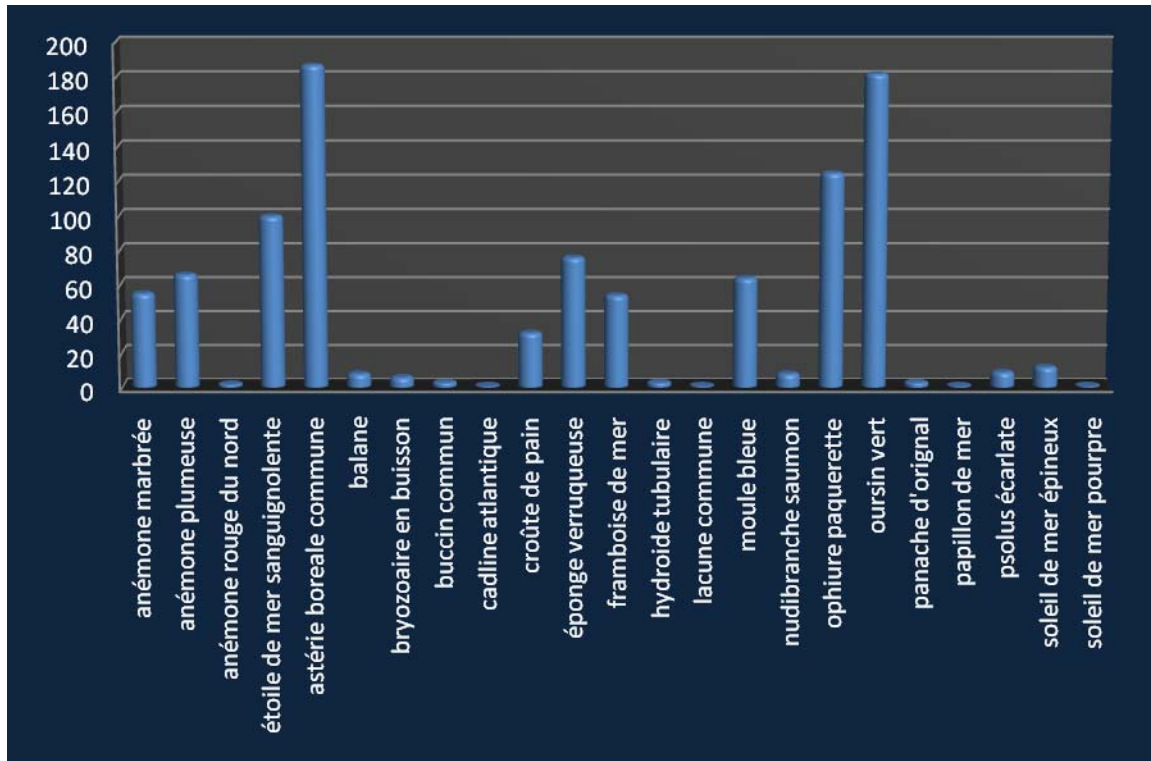
Figure 9 : Fréquence des observations et pourcentage moyen de couverture des différentes espèces d'algues couvrantes



Les Figures 10 et 11 illustrent les fréquences d'observation des différentes espèces animales observées lors des recensements. En ce qui concerne les invertébrés, excluant les crustacés, la Figure 10 permet de constater que les espèces les plus fréquemment observées ont été en ordre d'importance les astéries boréales communes (187 observations pour un total de 649 individus observés), les oursins verts (182 observations pour un total de 2 144 individus observés), les ophiures pâquerettes (125 observations pour un pourcentage de couverture moyen de 17,64 % des parcelles) et l'étoile de mer sanguinolente (100 observations pour un total de 193 individus observés). L'éponge verruqueuse (76 observations pour un pourcentage de couverture moyen de 17,36 % des parcelles), l'anémone plumeuse (66 observations pour un total de 352 individus observés), la moule bleue (64 observations pour un total de 1 838 individus observés), l'anémone marbrée (55 observations pour un total de 1 985 individus observés), la framboise de mer (54 observations pour un total de 618 individus observés) et l'éponge croûte de pain (32 observations pour un pourcentage de couverture moyen de 13,38 % des parcelles) ont aussi été des espèces relativement présentes sur les sites, mais en moindre importance. Des observations uniques de papillon de mer, de soleil de mer pourpre, de lacune commune et de cadline atlantique ont aussi été faites.



Figure 10 : Fréquence des observations des différentes espèces d'invertébrés, excluant les crustacés

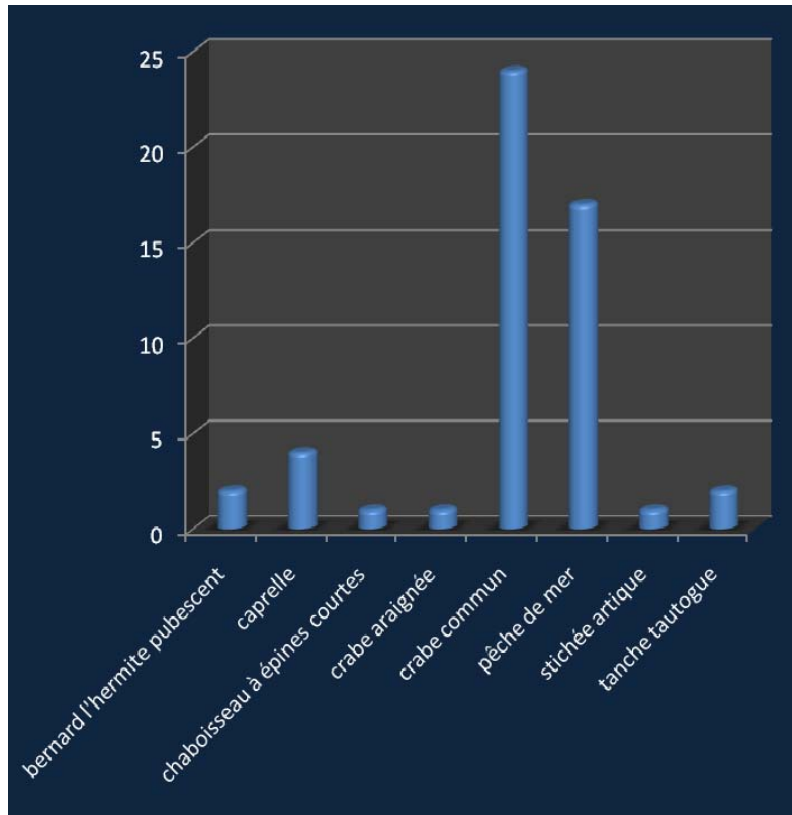


Au niveau des chordés, des urochordés et des crustacés (Figure 11), ce sont le crabe commun et la pêche de mer avec respectivement 27 individus observés sur un ensemble de 24 parcelles et de 56 individus dénombrés sur 17 parcelles qui ont été les espèces les plus souvent observées sur les sites de plongée de l'île Bonaventure. La caprelle (4 observations), le bernard l'hermite pubescent (2 observations) et la tanche tautogue (2 observations) les ont suivis en termes de fréquence d'observation, mais de façon significativement moindre. Un crabe araignée, un chaboisseau à épines courtes et une stichée arctique ont de même été enregistrés lors d'observations uniques à l'intérieur des transects d'échantillonnage. Toutefois, étant donné que la majorité de ces espèces sont mobiles, il est difficile de dresser un portrait vraiment représentatif de la fréquentation des sites par celles-ci.

D'autres espèces ont également été observées à l'extérieur des transects d'échantillonnage. Au total, 61 espèces d'algues et d'animaux ont été observés lors de l'étude de caractérisation, dont probablement deux espèces exotiques envahissantes, soit le bryzoaire, *Membranipora membranacea* et la caprelle, *Caprella mutica* (identification de l'espèce à confirmer). Une seule espèce en péril, le loup Atlantique, a été observé hors transect sur l'un des sites. La liste intégrale des espèces observées lors du suivi figure à l'Annexe 1. Il serait extrêmement intéressant d'effectuer un suivi saisonnier pour évaluer la période de floraison et de déclin des espèces inventoriées de même que la composition physique et chimique de l'eau aux différents sites, sachant que la température et les courants varient extrêmement autour de l'île, de même que la concentration en excréments

d'oiseaux qui peut être très importante en certains endroits. Cela permettrait entre autres de voir à quel point le déclin des organismes est attribuable ou non aux variations des conditions environnementales du milieu ou lié à la fréquentation des sites par les plongeurs. En ce sens, un suivi sur plusieurs années serait nécessaire.

Figure 11 : Fréquence des observations des différentes espèces de chordés, d'urochordés et de crustacés.

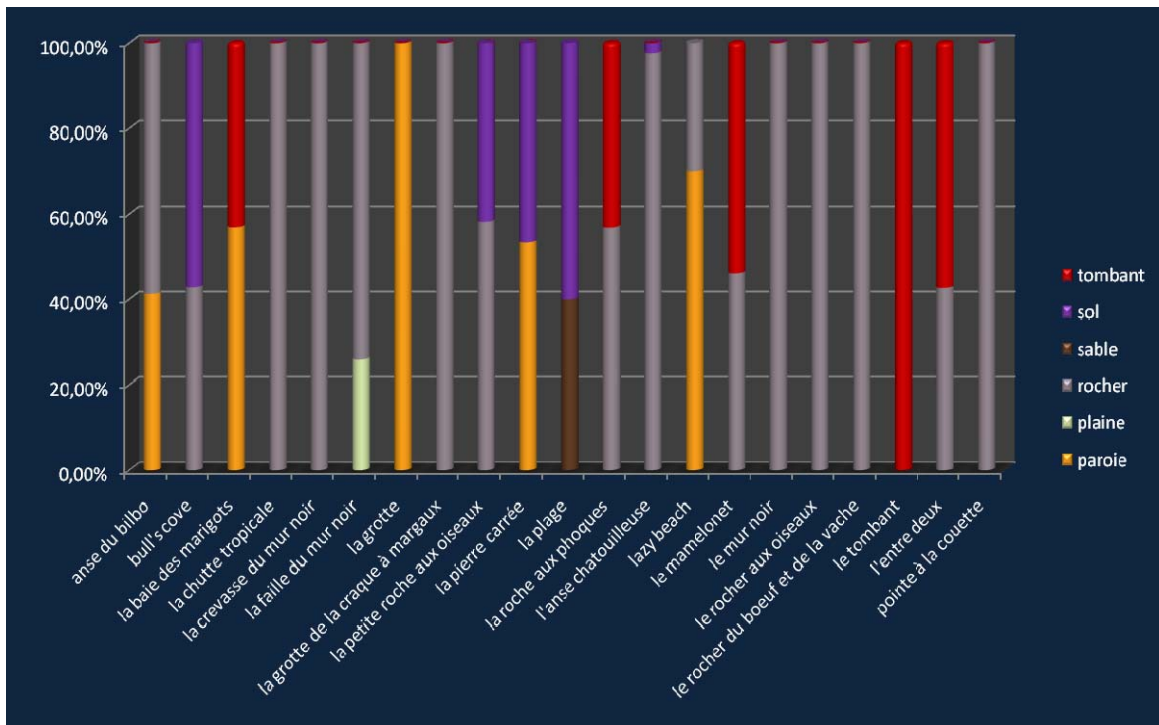


De façon générale, les organismes présents dans une grotte, dans une faille ou sur un surplomb sont plus vulnérables à la mise en suspension de sédiments, aux bulles d'air des plongeurs et aux contacts directs en raison de l'étroitesse des passages. Ce phénomène est observable sur les sites tels ceux de la Grotte, de la Faille du Mur noir, de la grotte de la Craque à Margaulx et de nombreux autres petits surplombs sur plusieurs de sites.

Les substrats rocheux sont généralement plus propices à l'installation d'organismes que les sols sableux. En effet, les anfractuosités des substrats rocheux permettent la colonisation d'un plus grand nombre d'organismes. Il a d'ailleurs été prouvé que lorsqu'une épave est coulée dans un milieu marin, la colonisation par des organismes s'y effectue de manière assez rapide (Commission OSPAR, 2009). Les épaves ou les flancs rocheux fournissent des points d'ancrage solides pour les algues, les éponges et les moules qui peuvent s'y fixer ainsi que de nombreuses cachettes et abris pour les poissons, les crustacés ou autres. Les anfractuosités constituent des habitats par excellence pour les espèces qui peuvent s'y

reproduire, les larves y étant protégées par le support même ou par les autres organismes présents en grand nombre. On y retrouve ainsi un milieu qui se complexifie, incluant tous les niveaux trophiques du réseau alimentaire. La Figure 12 illustre la composition du substrat et du relief des sites de plongée, de 5 à 7 mètres de profondeur de chaque site de niveau 1 et 2 et de 15 à 18 mètres de profondeur pour les sites de niveau 2. Ils sont assez représentatifs de la structure de l'ensemble des sites de plongée. Il est possible de constater que la majorité des sites comprennent des zones de tombants ; le site du Tombant en étant un dans son intégralité. Seulement cinq sites permettent l'observation d'organismes sur le sol ou les fonds sableux, soit ceux de la Plage, de la Pierre Carrée, du Bull's Cove, de la Petite Roche aux Oiseaux et de l'Anse Chatouilleuse. Sur l'ensemble des 20 sites échantillonnés, 16 d'entre eux présentent des rochers isolés ou des monticules de roches. Enfin, il est intéressant de noter qu'une seule grande plaine a été observée, soit à la Faille du Mur Noir.

Figure 12 : Composition des substrats et reliefs de chaque site de plongée échantillonné dans les intervalles de 5-7 m de profondeur pour les sites de niveau 1 et 2 et de 15-18 m de profondeur pour les sites de niveau 2



4.3 Indice de vulnérabilité des sites de plongée

La Carte 3 illustre l'indice de vulnérabilité calculé des sites en fonction de la nature et du relief de leur substrat, de la diversité, de l'abondance et de la sensibilité des espèces qui y sont présentes et de la présence ou non d'aires de reproduction. Les cercles bleus représentent les sites les moins vulnérables et les cercles rouges les sites les plus vulnérables. Le site du Mur Noir présente deux cotes différentes, soit vulnérable et très vulnérable, puisque la zone pour les plongeurs de niveau 1 est moins sensible que la zone de

niveau 2. Les sites les plus vulnérables sont respectivement la Grotte de la Craque à Margaulx, qui est considéré comme étant extrêmement vulnérable, ainsi que la Roche aux Phoques, la Grotte, l'Entre-Deux et la Faille du Mur Noir, qui détiennent la cote de sites très vulnérables. Ces sites sont en effet très riches en variété et en nombre d'organismes, dont certaines sont sensibles ou en péril. Ils sont souvent constitués de parois abruptes ou de grottes et présentent des aires de reproduction. Il faudra donc porter une attention aux mesures de gestion à instaurer pour minimiser le plus possible l'impact des activités de plongée sur ces sites.

Tableau 2 : Taux de fréquentation et cote de vulnérabilité des sites de plongée

Noms des sites couverts	taux de fréquentation (%)	# sorties	Cote de vulnérabilité	Raisons
La Plage	1,13	1	Très peu vulnérable	Nature du substrat, peu d'espèces, faible densité d'organismes
La Pierre Carrée	21,00	19	Peu vulnérable	Peu d'espèces, faible densité d'organismes, nature du substrat
Le Cornu et l'Anse à Bilbo	15,90	14	Peu vulnérable	Peu d'espèces, faible densité d'organismes, nature du substrat
La Grotte	3,40	3	Très vulnérable	Nature du relief et du substrat, présence d'espèces sensibles, aire de reproduction
Le Rocher du Bœuf et de la Vache	0,00	0	Très peu vulnérable	Faible densité d'organismes, peu d'espèces, nature du substrat
Le Mur noir	6,81	6	N1 (vulnérable) N2 (très vulnérable)	Densité des organismes, nature du relief et du substrat, présence d'espèces sensibles, aires de reproduction

Noms des sites couverts	% du taux de fréquentation	# sorties	Cote de vulnérabilité	Raisons
La Petite Roche aux Oiseaux	10,22	9	Vulnérable	Nature du substrat, densité des organismes, présence d'espèces sensibles
Le Rocher aux Oiseaux	3,40	3	Peu vulnérable	Nature du substrat, densité moyenne des organismes, espèces peu sensibles
La Chute Tropicale	0,00	0	Peu vulnérable	Faible densité des organismes, espèces peu variées et peu sensibles, nature du substrat
Lazy Beach	0,00	0	Peu vulnérable	Peu d'espèces, faible densité d'organismes, peu d'espèces sensibles, nature du substrat
La Baie des Marigots	6,81	6	Vulnérable	Nature du substrat et du relief, présence d'espèces sensibles, aire de reproduction
Le Bull's Cove	0,00	0	Peu vulnérable	Peu d'espèces, faible densité d'organismes, nature du substrat
La Pointe à la Couette	1,13	1	Vulnérable	Nature du substrat et du relief, présence d'espèces sensibles
L'Anse Chatouilleuse	19,31	17	Vulnérable	Présence d'espèces sensibles

Noms des sites couverts	% du taux de fréquentation	# sorties	Cote de vulnérabilité	Raisons
Le Mamelonet	1,13	1	Vulnérable	Nature du substrat et du relief, densité des organismes, nombre d'espèces présentes.
La Crevasse du Mur Noir	0,00	0	Vulnérable	Nature du relief et du substrat, densité des espèces présentes
L'Entre-deux	Site témoin	0	Très vulnérable	Très grande diversité d'espèces, densité d'organismes élevée, espèces sensibles, aire de reproduction, nature du substrat et du relief
Le Tombant	Site témoin	0	Peu vulnérable	Peu d'espèces, faible densité d'organismes
La Grotte de la Craque à Margaulx	0,00	0	Extrêmement vulnérable	Nature du substrat et du relief, très grande diversité d'espèce, espèces sensibles, densité d'organismes importante, aire de reproduction
La Roche aux Phoques	3,40	3	Très vulnérable	Nature du substrat et du relief, très grande diversité d'espèces, densité d'organismes importante, espèces sensibles, aire de reproduction
Total	100,00	88	---	---

En comparant le taux de fréquentation des sites par le Club nautique de Percé, qui est assez représentatif de leur fréquentation par les plongeurs en général, il est possible d'observer que les sites les plus achalandés ne sont pas nécessairement ceux qui sont considérés comme étant les plus vulnérables, tel le site de la Pierre Carrée (21,00 % des sorties effectuées au cours de la période visée). Toutefois, comme il a été spécifié à la section précédente, l'abondance des espèces peut décliner à long terme sur les sites très fréquentés par les plongeurs. Par conséquent, il est possible que ces sites soient naturellement moins riches en espèces au même titre que peut l'être le site témoin du Tombant, ce qui expliquerait leur faible taux de vulnérabilité. Il est également possible qu'ils soient trop fréquentés par les plongeurs pour maintenir une biodiversité et une abondance plus importante. Toutefois, il est intéressant de constater que les sites de l'Entre Deux (site témoin) et de la Grotte de la Craque à Margaulx sont très peu ou pas fréquentés et qu'ils sont très vulnérables. Ainsi, il est difficile d'associer la vulnérabilité d'un site au taux de fréquentation des plongeurs.

Il a également été observé que certains sites tels que le Tombant, le Rocher aux Oiseaux et la Chute Tropicale sont des sites moins vulnérables. Toutefois, si l'on considère la présence accrue d'oiseaux sur ces sites durant la période de l'année pendant laquelle a eu lieu l'étude de caractérisation, le nombre important d'excréments produits par ces derniers conjugués aux courants marins autour de l'île pourrait affecter la vulnérabilité du site. Il serait donc intéressant d'analyser la composition de l'eau afin de déterminer si l'acidité à certains endroits est plus importante et si cela influence l'abondance des organismes.

5. Conclusion

Le premier volet de cette étude a permis de mettre en évidence les impacts des activités de plongée sur la faune et la flore. Dans une plus grande proportion, les impacts directs ont été causés par des problèmes reliés à la flottabilité des plongeurs inexpérimentés. Les guides accompagnateurs ont également des impacts sur le milieu en essayant de stabiliser les plongeurs inexpérimentés. Ainsi, ce sont donc les plongeurs intermédiaires qui ont eu le moins d'impacts sur la faune et la flore, car ils sont capables de gérer leur équipement seuls.

Les impacts directs les plus fréquemment observés ont été les coups de palmes. Ces derniers occasionnent la mise en suspension du substrat, réduisant l'absorption des nutriments et de la lumière chez les algues et la nourriture chez les animaux tels que les anémones, les pêches de mer, les concombres de mer, etc. Les coups de palmes ont également pour effet de décrocher la faune et la flore de leur substrat de fixation. Les impacts directs ont été aussi générés par la manipulation des organismes, plus particulièrement des animaux, soit volontairement par curiosité ou encore involontairement à cause de l'instabilité des plongeurs inexpérimentés qui s'appuient (mains, corps, genoux) sur les parois, occasionnant ainsi l'écrasement des organismes fixes tels que les éponges.

Des impacts indirects ont également été observés en immersion tels le bruit et le frottement des bulles sur les parois ou la mise en suspension de substrat qui retombe sur les organismes. Ces deux phénomènes, observés principalement dans les grottes, les crevasses et sur les parois, génèrent des problèmes d'oxygénation ou d'alimentation des organismes, voire le décrochement des organismes des parois.

D'autres facteurs à ne pas négliger ont occasionné des impacts sur la faune environnante tels que le bruit des moteurs des bateaux utilisés pour accéder aux sites de plongée, leur vitesse et leur type d'ancrage. Le dérangement des oiseaux a semblé négligeable. Cependant, les petits pingouins et les phoques gris semblent réagir au bruit et à la vitesse des bateaux de plongée. Toutefois, le suivi effectué n'étant pas basé sur un protocole exclusif aux oiseaux, il semble hasardeux de conclure qu'il n'y a pas de dérangement occasionné et il serait préférable de conduire en ce sens des études comportementales plus poussées sur les espèces aviaires. Il est également possible que la vague générée par les bateaux se déplaçant à grande vitesse près des parois ait des effets sur la faune benthique à cause de la cassure de la vague. De plus, il a été observé que l'ancrage de fond des bateaux a des impacts directs sur le substrat et sur les organismes qui s'y trouvent. Également, les bouées d'ancrage situées trop près des parois obligent les plongeurs à entrer, dès la mise à l'eau, en contact direct avec la paroi et les organismes qui s'y trouvent.

Le volet de caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des 20 sites de plongée a permis de recenser la présence de près de 60 espèces fauniques et floristiques. Il est évident que certains organismes qui sont ou étaient connus autour de l'île n'ont pas pu être systématiquement observés, tels que la raie épineuse. Toutefois, le profil obtenu donne un bon aperçu de la diversité et de l'abondance des espèces présentes au sein des différents sites. L'étude a permis de constater la présence d'une espèce en péril, soit le loup atlantique, et de deux espèces exotiques invasives, soit de façon certaine par le bryzoaire, *Membranipora membranacea*, et à confirmer pour la caprelle, *Caprella mutica*, de façon sporadique et à divers sites. Les espèces animales les plus fréquentes sur la quasi-totalité des 20 sites échantillonnés sont l'astérie boréale commune, l'oursin vert, l'ophiure pâquerette, le crabe commun et la pêche de mer. Quant aux algues, ce sont celles de type calcaire qui sont le plus souvent observées en termes d'algues couvrantes alors que l'agar criblé est l'espèce d'algue non couvrante la plus présente. Il a également été constaté que le substrat influence grandement la diversité des espèces présentes. En effet, les sites ayant un substrat rocheux se sont révélés plus riches en termes de nombre d'espèces et de densité d'organismes par comparaison aux sites sablonneux. Notez que la présence ou l'absence de certaines algues était attribuable en partie au substrat, mais aussi à la profondeur d'échantillonnage.

Toutes les informations obtenues nous ont permis de dresser une carte thématique d'analyse spatiale mettant en évidence le degré de vulnérabilité des différents sites de plongée, les plus vulnérables étant la Grotte de la Craque à Margaulx et la Roche aux Phoques. En contrepartie, les sites les moins vulnérables sont ceux de la Plage et du Rocher du Bœuf et de la Vache, principalement en raison de la nature de leur relief et de leur substrat et de la faible quantité d'organismes présentes à ces sites. Les sites témoins ont permis de constater que les sites peu fréquentés sont, de façon générale, très riches en

biodiversité et que les espèces présentes sont généralement abondantes. Toutefois, si on considère le site témoin du Tombant, il est intéressant de voir que certaines variations naturelles existent et que les faibles concentrations d'organismes observées ne sont pas nécessairement dues aux fréquentations anthropiques. Il est aussi intéressant de constater que les sites les plus achalandés par les plongeurs ne sont pas nécessairement vulnérables. On peut ici s'interroger à savoir si la présence moindre des organismes sur ces sites est naturelle ou si elle résulte d'une fréquentation anthropique plus soutenue.

Pour terminer, mentionnons que lors de l'élaboration des recommandations et des mesures de gestion qui seront proposées dans le plan de gestion intégrée des activités de plongée de l'île Bonaventure, il sera essentiel de considérer les deux types de plongeurs, soit ceux qui sont guidés par le personnel du Club nautique et ceux qui sont indépendants. À noter que le Club nautique de Percé est un acteur majeur dans la transmission de l'information et au niveau l'application des mesures de gestion. Il se doit donc d'être impliqué dans la rédaction et l'application du plan de gestion.

6. Bibliographie

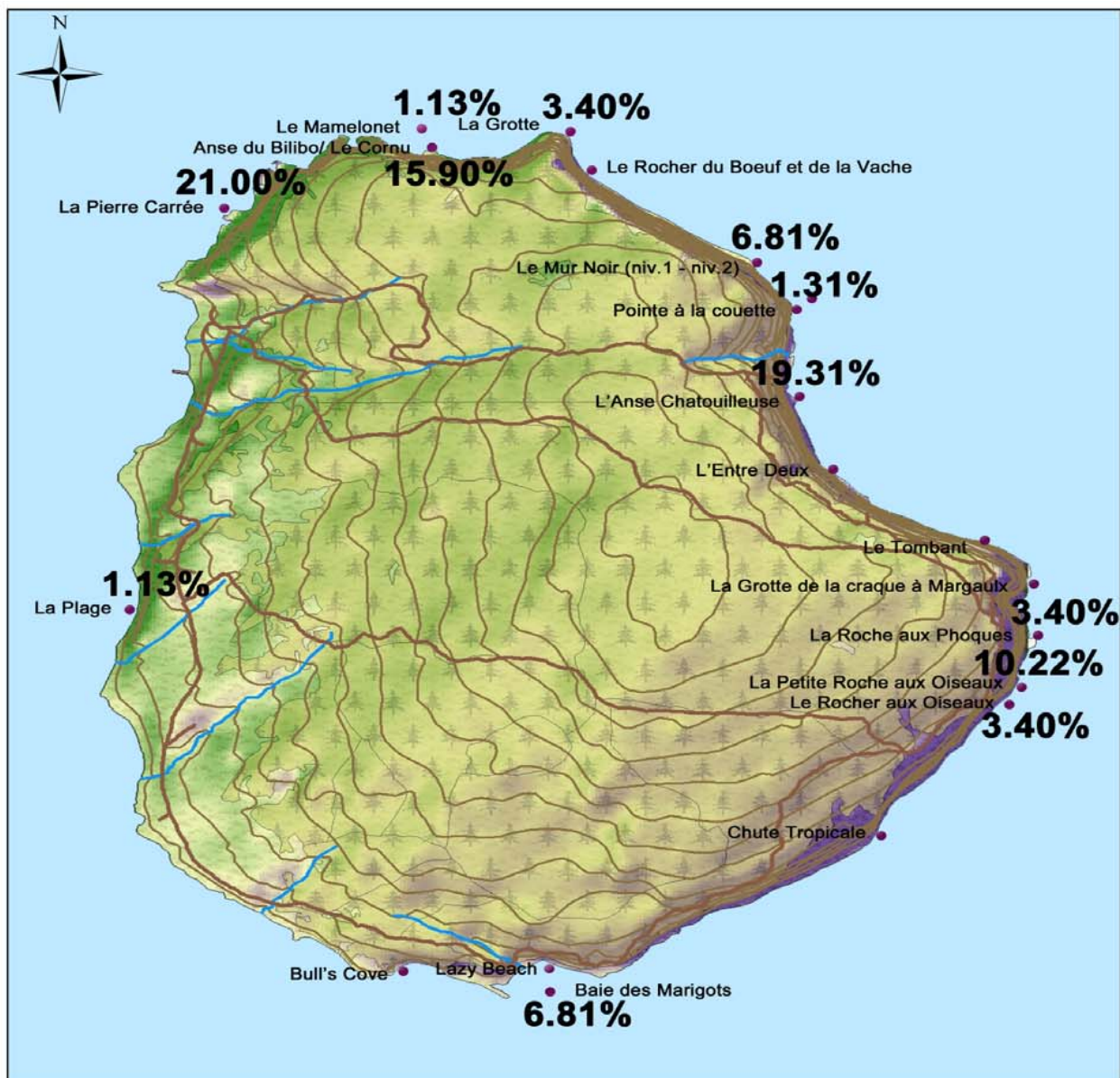
- Allison, W. R. 1996. *Snorkeler damage to reef corals in the Maldives Islands*. Coral Reef 15: 215-218.
- Archambault, P., Cusson, M. et J. Desrosiers. 1998. Les effets de la plongée sous-marine sur le paysage benthique du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent : utilisation d'un plan asymétrique. École de la Mer. Projet réalisé dans le cadre d'une entente de partenariat avec : Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Ministère des Pêches et des Océans, École de la mer et l'Association des Intervenants en Plongée Sous-marine de Les Escoumins. 59 pages.
- Barker, N.H.L., and C. M. Roberts. 2004. Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. Biological Conservation, 120 (4) : 481-489.
- Brugneaux, S. et C. Carré. 2004. Étude de la fréquentation des sites de plongée de Martinique. Plan d'action IFRECOR 2004 / Réduire les effets des activités humaines. OMMM, Europe, État : 17 pages + 26 annexes et planches cartographiques.
- Chabot, R. et A. Rossignol. 2003. Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime : Guide d'identification. Institut des sciences de la mer de Rimouski; Pêches et Océans Canada (Institut Maurice-Lamontagne), Mont-Joli. 113 pages.
- Club nautique de Percé. 2010. Données d'enregistrement non exhaustives des plongeurs fréquentant les sites de plongée du 19 juin 2010 au 24 août 2010.
- Commission OSPAR. 2009. Assessment of construction or placement of artificial reefs. Biodiversity Series. London, UK, ISBN 978-1-906840-78-5, Publication Number: 438/2009 : 27 pages.
- Cooney, B. 2007. Le cycle quotidien d'alimentation chez le cnidaire *Metridium senile* (anémone plumeuse), s'il existe, est-il dérangé par les plongeurs pratiquant leur sport dans l'estuaire du Saint-Laurent ? Projet réalisé dans le cadre d'une entente de partenariat avec Explos-Nature, Parcs Canada et l'Université de Montréal. 27 pages.
- Cusson, M. et F. Guichard. 2000. Étude socio-économique des activités de plongée sous-marine et résilience des communautés benthiques affectées par les activités subaquatiques du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, Version préliminaire. Explos-Nature. Projet réalisé dans le cadre d'une entente de partenariat avec : Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, Société d'établissement de plein air du Québec, Ministère des pêches et Océans, Explos-Nature et l'Association des Intervenants en Plongée Sous-marine de Les Escoumins. 46 pages. + Annexes.

- Fernandez, L.H., L.R. Avila, K. Monticone, E. et Llanos De la Guardia. 2008. *Incidencias del buceo recreativo sobre los arrecifes coralinos en cayo coco, Cuba*. Revista de Investigaciones Marinas, 29 (3) : 205-212.
- Guichard, F., Cusson, M., Blanchard, D. et P. Archambault. 1999. Influence des activités subaquatiques sur la résilience des communautés benthiques du Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent. *Explo-Nature*. Projet réalisé dans le cadre d'un protocole d'entente avec : Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Ministère des pêches et Océans, École de la mer et l'Association des Intervenants en Plongée Sous-marine de Les Escoumins. 21 pages. + annexes.
- Guichard, F. et P. Archambault. 1998. Utilisation de *Metridium senile* comme espèce indicatrice de la détérioration des communautés benthiques: revue et méthodologie. Version préliminaire. École de la mer. Projet réalisé dans le cadre d'une entente de partenariat avec : Parc marin Saguenay — Saint-Laurent, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Ministère des Pêches et des Océans, École de la mer & l'Association des Intervenants en Plongée Sous-marine de Les Escoumins. 11 pages.
- Horyniecki, V. 2008. Évaluation et gestion des impacts environnementaux des sports de nature, Études de cas fiche technique : gestion des activités de plongée sous-marine pour préserver la faune marine. Exemple du Parc National de Port-Cros (Var), France. Atelier Technique des Espaces Naturels, Montpellier / Pôle Ressources National Sports de Nature. 12 pages.
- Pieddesaux, S.C., Blier, E. et S. Giroux. 2010. *Projet de caractérisation des activités d'observation en mer de la péninsule gaspésienne – Suivi 2009*. Rapport final. Réseau d'observation de mammifères marins, Rivière-du-Loup, Québec. 57 pages.
- Tellier, P. 2007. Sites de plongée et espèces sous-marines du Parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé. Guide d'identification submersible. Club Nautique de Percé, Percé, Québec. 64 pages.
- Weinberg, S. 1981. A comparison of coral reef survey methods. Weinberg, S. *Bijdragen tot de Dierkunde* 51 (2) : 199-218.
-

Carte 1 : Aire d'étude du suivi de la caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée de l'île Bonaventure et de l'évaluation des impacts des activités de plongée pour la saison 2010

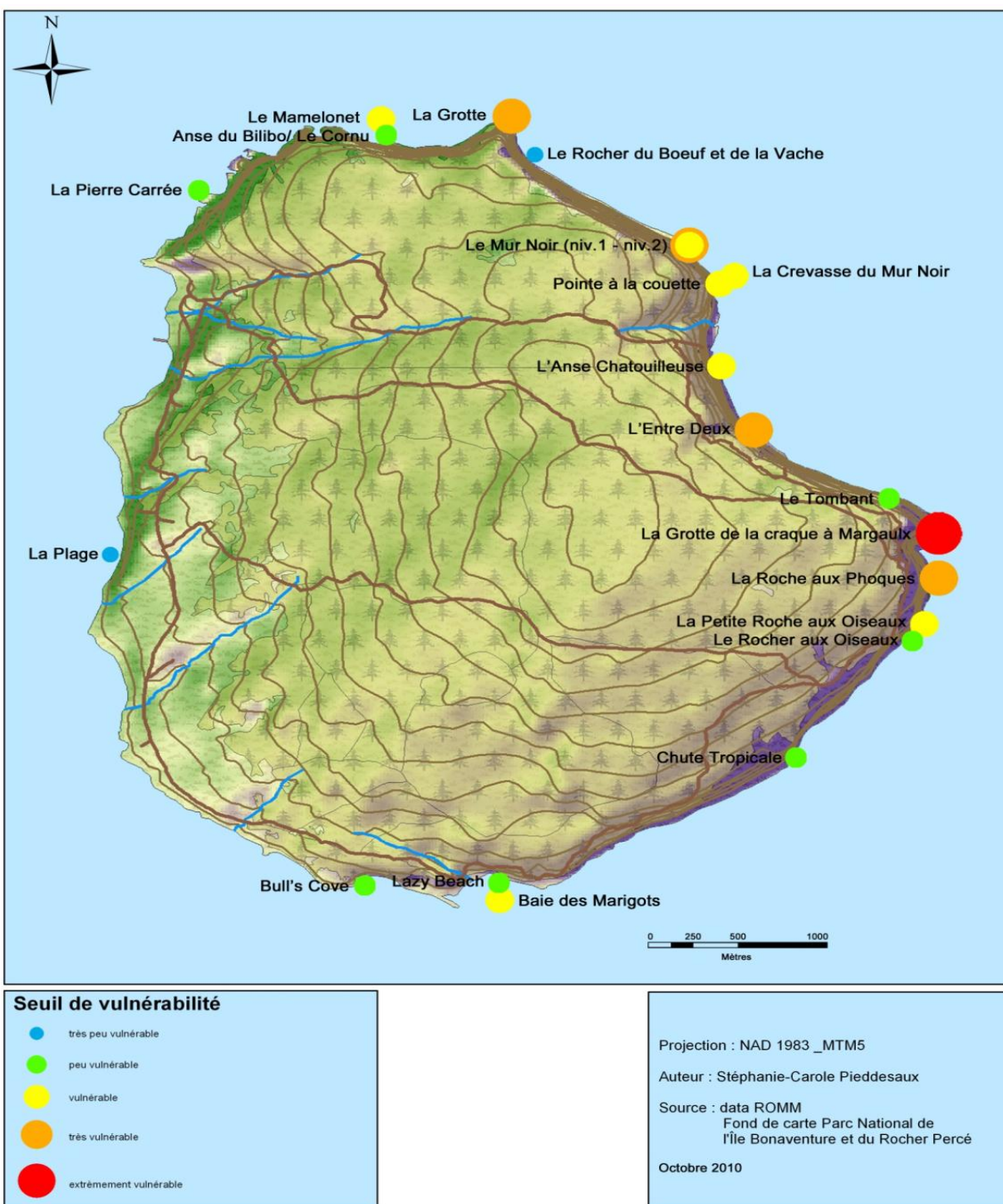


Carte 2 : Pourcentage de fréquentation des sites de plongée de l'île Bonaventure par le Club nautique de Percé pour la période du 19 juin au 24 août 2010



Projection : NAD 1983 _MTM5
Auteur : Stéphanie-Carole Pieddesaux
Source : data ROMM
Fond de carte Parc National de
l'Île Bonaventure et du Rocher Percé
Octobre 2010

Carte 3 : Carte de l'analyse de la vulnérabilité des sites de plongée subaquatique autour de l'île Bonaventure



Annexe 1 : Liste des espèces inventoriées durant le volet de caractérisation de la biodiversité et de la sensibilité des sites de plongée lors du suivi de 2010

Nom commun	Nom Latin
ALGUES	
Agar criblé	<i>Agarum cribrosum</i>
Alarie succulente	<i>Alaria esculenta</i>
Algue calcaire sp.	<i>Clathromorphum et/ou Lithothamnium</i>
Algue desmarestia	<i>Desmarestia aculeata</i>
Algue rouge	<i>Ptilota serrata</i>
Laitue de mer	<i>Ulva lactuca</i>
Laminaire à long stipe	<i>Laminaria longicuris</i>
Main de mer palmée	<i>Palmaria palmata</i>
Mousse d'irlande	<i>Chondrus crispus</i>
Porphyre	<i>Porphyra umbilicalis</i>
Algue verte spongomorpha	<i>Spongomorpha arcta</i>
INVERTÉBRÉS NON CRUSTACÉS	
Ancula atlantique	<i>Ancula gibbosa</i>
Anémone marbrée	<i>Stomphia coccinea</i>
Anémone plumeuse	<i>Metridium senile</i>
Étoile de mer sanguinolante	<i>Henricia sanguinolenta</i>
Astérie boréale commune	<i>Asterias rubens</i>
Balane sp.	<i>balanus sp.</i>
Bernard l'hermite pubescent	<i>Pagurus pubescens</i>
Béroé	<i>Beroe sp.</i>
Bryzoaire en buisson	<i>Eucratea loricata</i>
Buccin sp.	<i>Buccinum sp</i>
Cadlina atlantique	<i>Cadlina laevi</i>
Chiton rouge marbré	<i>Tonnicella marmorea</i>
Concombre de mer	<i>Cucumaria frondosa</i>
Dollar des sables	<i>Echinarachnius parma</i>
Doris rugueux	<i>Onchidoris bilamellata</i>
Éponge croûte de pain	<i>Halichondria panicea</i>
Éponge digitée	<i>Haliclona sp.</i>
Éponge verruqueuse	<i>Melonanchora elliptica</i>
Framboise de mer	<i>Eunephthya rubiformis</i>
Hydroïde tubulaire	<i>Ectopleura crocea</i>
Lacune commune	<i>Lacune vincta</i>
Lucernaire à quatre cornes	<i>Lucernaria quadricornis</i>
Lunatie de l'Atlantique	<i>Euspira heros</i>
Méduse crinière de lion	<i>Hyanea capillata</i>
Membranipora	<i>Membranipora membranacea (espèce invasive)</i>
Moule bleue et moule géante	<i>Mytilus edulis et Modiolus modiolus</i>
Néréis	<i>Nereis sp.</i>
Nudibranche à crinière	<i>Aeolidia papillosa</i>
Nudibranche saumon	<i>Flabellina salmonacea</i>

Ophiures pâquerette	<i>Echinarachnius parma</i>
Oursins vert	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>
Panache d'original	<i>Caberea ellisii</i>
Papillon de mer	<i>Clione limacina</i>
Pétoncle d'Islande	<i>Chlamys islandica</i>
Psolus écarlate	<i>Psolus fabricii</i>
Soleil de mer épineux	<i>Crossaster papposus</i>
Soleil de mer pourpre	<i>Solaster endeca</i>
POISSONS, CHORDÉS, UROCHORDÉS, CRUSTACÉS ET MAMMIFÈRES	
Bernard l'hermite pubescent	<i>Pagurus pubescens</i>
Caprelles	<i>Caprella sp</i>
Caprelles	<i>Caprella mutica (espèce invasive probable, à vérifier)</i>
Chaboisseau à épines courtes	<i>Myoxocephalus scorpius</i>
Crabe araignée	<i>Hyas araneus</i> ou <i>Hyas coarctatus</i>
Crabe commun	<i>Cancer irroratus</i>
Crevette sp.	<i>Pandalus sp.</i>
Eualide	<i>Eualus sp.</i>
Homard d'Amérique	<i>Homarus americanus</i>
Loup Atlantique	<i>Anarhichas lupus (espèce en voie de disparition)</i>
Pêche de mer	<i>Halocynthia pyriformis</i>
Phoque gris	<i>Halichoerus grypus</i>
Plie canadienne	<i>Hippoglossoides platessoides</i>
Stichée artique	<i>Stichaeus punctatus</i>
Tanche tautogue	<i>Tautoglabrus adspersus</i>