

Association de Recherche et de Développement pour l'Aquaculture



B.P. 8409 – MIQUELON – 97500 SAINT PIERRE ET MIQUELON
Téléphone : 05 08 41 62 33 – Fax : 05 08 41 61 67

Suivi des espèces envahissantes marines à Saint-Pierre et Miquelon Année 2014

Convention DTAM n° 254 du 19/06/2014 modifiant la n° 210 du 25/05/2014

Sellier Marion (ARDA), Poitevin Pierre (ARDA),
Goraguer Herlé (Ifremer), Fauré Jean-Marie (DTAM), Gouletquer Philippe (Ifremer).



Ce travail a été réalisé avec le concours de :

Association de Recherche et de Développement pour l'Aquaculture (ARDA)
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer)
Direction des Territoires de l'Alimentation de la Mer (DTAM)



**Direction
des Territoires,
de l'Alimentation
et de la Mer**



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : Diffusion : libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : P.Gouletquer Adresse électronique : Philippe.Gouletquer@ifremer.fr		date de publication : Janvier 2016 nombre de pages : 66 bibliographie : 26 illustration(s) : 40 langue du rapport : Français
Titre de l'article : Suivi des espèces envahissantes marines à Saint Pierre et Miquelon (2014)		
Convention DTAM n°254 Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif <input checked="" type="checkbox"/>		
Auteur(s) principal(aux) : Sellier, M., Poitevin, P., Goragner, H., Fauré, J-M., Gouletquer, P.		Organisme / Direction / Service, laboratoire ARDA / Ifremer / DTAM
Cadre de la recherche : Convention DTAM n°254 (19 juin 2014)		
Destinataire : DTAM		
Résumé : Le travail mené en 2014, constitue un prolongement de l'état des lieux mené en 2013 sur la thématique des espèces envahissantes marines à Saint-Pierre et Miquelon. Dans un contexte global de modification des écosystèmes côtiers, accentué par l'effet direct ou indirect des activités humaines, il est apparu indispensable de faire un état des lieux complet ainsi qu'un suivi annuel concernant les espèces exotiques envahissantes marines sur les côtes de Saint-Pierre et Miquelon. La pose de casiers Fukui et de collecteurs sur différentes stations ainsi que la réalisation ponctuelle de plongées d'observations ont permis d'établir le constat suivant : plusieurs espèces invasives ont été recensées au sein de l'écosystème marin local. Ces espèces (<i>Carcinus maenas</i> , <i>Caprella mutica</i> , <i>Ciona intestinalis</i> , <i>Botryllus schlosseri</i> <i>Botrylloides violaceus</i> , <i>Membranipora membranacea</i> , <i>Codium fragile</i>) menacent alors la stabilité des écosystèmes en place et inquiètent les professionnels de l'aquaculture. Il apparaît donc indispensable de poursuivre ce type de suivi annuel afin de déterminer l'évolution des populations d'espèces envahissantes marines sur l'archipel. Des travaux complémentaires sur la génétique des populations, en collaboration avec les services canadiens concernés, devraient également permettre d'identifier l'influence et l'impact des activités humaines sur ces mouvements de populations. Ces actions permettront à terme d'envisager un plan de gestion de ces espèces pour limiter au mieux leur implantation ainsi que leurs impacts sur l'environnement et l'économie.		
Abstract: Initiated in 2013, the present work carried out in 2014 extends the monitoring network focusing on marine invasive exotic species in Saint-Pierre and Miquelon archipelago. In a global context of coastal ecosystems' changes, accentuated by direct or indirect effects of human activities, it became essential to implement a monitoring survey and to track the expansion of marine invasive species along Saint-Pierre and Miquelon shoreline. Fukui traps and tunicates collectors deployed on different stations as well as the timely completion of observational dives, have provided the following conclusions: several invasive species were again reported within the local marine ecosystem. Those species, i.e., <i>Carcinus maenas</i> , <i>Caprella mutica</i> , <i>Ciona intestinalis</i> , <i>Botryllus schlosseri</i> <i>Botrylloides violaceus</i> , <i>Membranipora membranacea</i> , <i>Codium fragile</i> , threaten several local marine ecosystems and aquaculture activities. It seems to be essential to continue this annual monitoring network to assess trends of marine invasive populations on the archipelago. Further works, considering the populations' genetics in collaboration with Canadian services should also facilitate the identification of human activities impacts on these populations' movements. This report finally supports a management plan for those introduced organisms to limit and control biopollution impacts on marine environment and socio-economic factors.		
Mots-clés : espèces marines invasives, Saint-Pierre et Miquelon, aquaculture, écosystème.		
Words keys: marine invasive species, Saint-Pierre and Miquelon, aquaculture, ecosystem.		

Remerciements :

Je tiens à remercier les différentes équipes ayant participé au bon déroulement de cette mission :

- l'ARDA :
 - Pierre Poitevin, pour son aide précieuse lors des différentes phases de cette mission ainsi que ses conseils techniques avisés ;
 - Alain Orsiny, pour son travail administratif, sa confiance et son implication pour la valorisation de ce projet ;
- l'Ifremer :
 - Herlé Goragner, pour son appui technique et son dévouement pour le développement de cette mission, ainsi que le temps consacré aux relevés sur l'île de Saint-Pierre ;
 - Philippe Gouletquer, pour sa disponibilité et l'aide à la rédaction de ce rapport ;
 - Xavier Caisey, pour ses magnifiques photos mises à la disposition de l'ARDA ;
- la DTAM :
 - Jean-Marie Fauré, pour le temps consacré aux relevés sur l'île de Saint-Pierre, ainsi que sa contribution au rayonnement de ce travail ;
 - Jean-Pierre Claireaux, pour sa confiance et son implication dans la mise en place de cette mission ;
 - Les plongeurs Luc Thillais, Yoann Busnot et Jean-Marc Derouet, pour leur écoute ainsi que leur disponibilité lors des plongées faites dans le port de Saint-Pierre, mais aussi pour leur collaboration à la surveillance et à la détection des EEM ;
- La SNPM :
 - Philippe Plaa, pour sa gentillesse et son implication en fournissant gracieusement les appâts durant toute la saison.

Sommaire

1) Introduction	1
1.1) Contexte général	1
1.2) Définitions et problématiques	2
1.2.1) Espèces non-indigènes (ENI)	2
1.2.2) Espèces exotiques envahissantes (EEE)	3
1.2.3) Autres dénominations.....	3
1.2.4) « Pollution biologique »	3
1.2.5) Corridors et vecteurs d'introduction	4
1.2.6) Pression d'introduction	4
1.2.7) Mécanismes d'invasions biologiques.....	4
1.2.8) Options de gestion.....	5
1.3) Application locale sur le territoire de Saint-Pierre et Miquelon	6
2) Matériels et méthodes.....	7
2.1) Espèces allochtones ciblées	7
2.1.1) Règne animal.....	7
2.1.2) Règne végétal.....	8
2.2) Mise en place d'un réseau d'observation	9
2.2.1) Casiers Fukui - Crabes	9
2.2.2) Collecteurs - Tuniciers.....	9
2.2.3) Autres types d'observations.....	10
2.3) Choix des sites de surveillance.....	11
2.4) Mesures hydrologiques.....	12
3) Résultats	13
3.1) Casiers	13
3.1.1) Station 1	13
3.1.2) Station 2	14
3.1.3) Station 3	16
3.1.4) Station 4	18
3.1.5) Station 5	19
3.1.6) Station 6	21
3.1.7) Station 7	23
3.1.8) Station 8	24

3.1.9) Station 9	26
3.1.10) Station 10	28
3.2) Collecteurs.....	29
3.2.1) Station du port de Miquelon (C1)	29
3.2.2) Station du Grand Etang de Miquelon, Quai de l'ARDA (C2).....	29
3.2.3) Station Sud du Grand Etang de Miquelon (C3)	30
3.2.4) Station du port de Saint-Pierre (C4).....	31
3.2.5) Productions conchyliques.....	32
3.3) Observation de la laisse de mer	33
3.4) Surveillance à quai (ber hydraulique)	34
3.5) Surveillance sous-marine	35
4) Discussion.....	38
4.1) Le crabe vert.....	38
4.2) Les tuniciers.....	39
4.3) L'algue codium	40
4.4) La caprelle et le membranipore	41
4.5) Le pourpre petite pierre (non exotique)	41
4.6) Coopération régionale	42
4.7) Communication	42
5) Conclusion et perspectives.....	45
Annexes	47
Bibliographie	60

1) Introduction

1.1) Contexte général

On désigne sous le nom de changement global les modifications, à l'échelle planétaire, des cycles biogéochimiques et hydrologiques, du climat, de l'utilisation de l'espace, de la diversité biologique (y compris les invasions biologiques) et du fonctionnement des écosystèmes, sous l'effet ou non, direct ou indirect, des activités humaines. Un certain nombre de ces paramètres interagissent entre eux (Board on environmental studies and toxicology, 2000 ; Hellmann *et al.*, 2008) (cf. Figure 1). Les invasions biologiques constituent donc une des facettes du changement global (Occhipinti-Ambrogi & Savini, 2003 ; Occhipinti-Ambrogi, 2007).

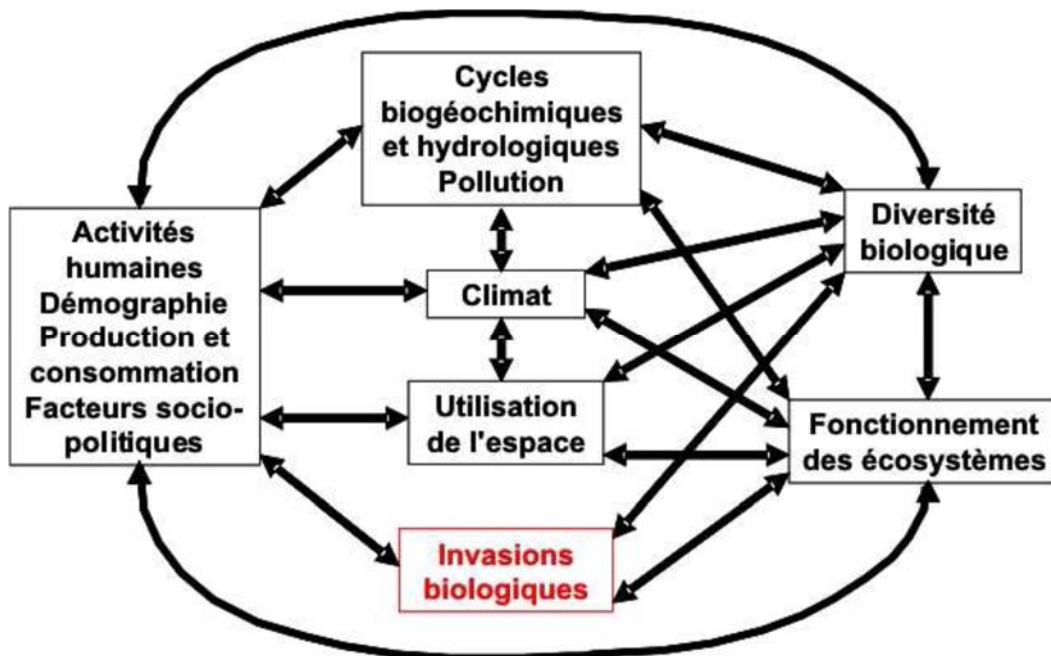


Figure 1 : Modèle conceptuel du changement global dû aux activités humaines (Board on environmental studies and toxicology, 2000).

Le concept d'appartenance d'une espèce à une aire géographique date du début du dix-neuvième siècle, mais c'est l'ouvrage de Charles Sutherland Elton qui est considéré comme le texte fondateur de la biologie des invasions (Elton, 1958).

Les introductions d'espèces sont considérées comme l'un des problèmes environnementaux majeurs du vingt-et-unième siècle et constituent l'une des quatre principales menaces qui pèsent sur l'océan mondial (MEA, 2005). Il s'agit de phénomènes généralement irréversibles en milieu marin à l'échelle humaine. Or, le degré de réversibilité d'un impact environnemental est considéré comme un critère majeur permettant de le situer sur une échelle de gravité (Boudouresque & Verlaque, 2010). De plus, contrairement à d'autres impacts

humains sur l'environnement, l'introduction d'espèces se trouve en phase d'accroissement. La mondialisation des échanges commerciaux utilisant la voie maritime explique en grande partie cette accélération. Toutes les espèces exotiques ne deviennent pas invasives. Toutefois, différents cas de figure peuvent se présenter lorsqu'elles le deviennent : selon un modèle théorique basé sur le déclin (Williamson, 1996), après une phase d'invasion, la population décline fortement naturellement ; ou alors l'espèce présente des phases de fluctuations naturelles de façon continue tout en restant invasive (Parker et al., 1999). Dans de nombreux cas, il est observé que, contrairement à la plupart des pollutions, les effets d'une introduction d'espèce ont tendance à s'accroître avec le temps et ne diminuent pas avec l'éloignement de la source. Enfin, de par ces différentes caractéristiques propres aux introductions d'espèces, les conséquences économiques de celles-ci ne sont que difficilement quantifiables *a priori*.

À propos de l'irréversibilité des introductions, il est important de souligner qu'elle ne se situe pas seulement à l'échelle humaine mais à celle des temps géologiques. Seuls quelques cas d'éradication post invasion - de l'ordre de 3 à 5 - sont documentés à l'échelle mondiale en milieu marin. Les barrières géographiques ont permis à chaque population isolée de donner des réponses spécifiques à leur environnement. Cet isolement constitue l'un des moteurs de l'évolution. En supprimant toutes les barrières géographiques, l'homme réalise alors en un laps de temps réduit, une évolution inverse.

1.2) Définitions et problématiques

L'écologie des invasions étant une science relativement récente dont la terminologie n'est pas encore bien stabilisée, il est important de définir précisément les termes et concepts utilisés. Les définitions suivantes issues d'Olenin *et al.* (2011) seront celles utilisées lors de ce rapport.

1.2.1) Espèces non-indigènes (ENI)

Les espèces non-indigènes (alien, exotiques, non-natives, allochtones) sont des espèces ou sous-espèces introduites hors de leur aire de répartition naturelle (passée ou présente) et hors de leur aire potentielle de dispersion. Cela comprend toute partie, gamète ou propagule de ces espèces qui pourraient survivre et se reproduire. Cette définition inclut également les hybrides entre des espèces non-natives et des espèces indigènes, organismes polyploïdes fertiles et croisés de manière artificielle, indépendamment de leur aire de répartition naturelle ou de dispersion potentielle (Council Regulation, 2007). Leur présence dans une région donnée est due à une introduction volontaire ou involontaire liée aux activités humaines, ou sans l'aide de l'homme à partir d'une zone dans laquelle elles sont exotiques. De plus en plus, le réchauffement climatique devrait devenir une des causes du changement de distribution des espèces. Malgré cela, les modifications des aires de répartition d'espèces dues au

changement climatique, ne permettent pas de qualifier celles-ci d'exotiques. Cependant, la dispersion secondaire d'espèces non-natives peut arriver sans intervention humaine.

1.2.2) Espèces exotiques envahissantes (EEE)

Les espèces exotiques envahissantes (espèces invasives), sont une subdivision des espèces exotiques qui s'établissent ou se sont établies ou qui ont démontré leur potentiel à s'établir ailleurs en ayant un effet défavorable sur la diversité biologique, le fonctionnement des écosystèmes, les valeurs socio-économiques et la santé humaine des régions envahies.

1.2.3) Autres dénominations

Les espèces introduites sont une sous-catégorie des espèces non-indigènes. Elles sont capables de se reproduire de façon durable et ainsi d'installer une colonie stable et durable dans leur nouvelle aire de répartition.

Les espèces d'origine inconnue ne pouvant être reconnues comme endémiques ou exotiques sont appelées espèces cryptogéniques (*sensu* Carlton, 1996), celles-ci pouvant également avoir un impact significatif. Elles peuvent également présenter des caractéristiques invasives et devraient également être intégrées aux évaluations EEE.

1.2.4) « Pollution biologique »

L'impact des EEE a souvent été interprété comme un déclin de la qualité écologique, résultant du changement des propriétés biologiques, chimiques et physiques d'un écosystème aquatique. Ces changements incluent de manière non exhaustive : l'extinction ou l'élimination d'espèces rares et/ou sensibles ; l'altération des communautés autochtones ; le déplacement d'espèces natives ; les efflorescences algales et autres expansions massives de populations ; les modifications du trait de côte et de la nature des sédiments ; les modifications des concentrations en oxygène et en nutriments, du pH, de la turbidité et de l'accumulation de polluants synthétiques. Le terme pollution biologique est défini par les effets négatifs des espèces invasives sur la qualité écologique d'un ou plusieurs niveaux d'organisation biologique, de l'individu (parasites), de la population (génétique, croisements), de la communauté (changements structuraux), de l'habitat (changements physico-chimiques du milieu), de l'écosystème (Elliott, 2003 ; Olenin *et al.*, 2010). Les effets négatifs des bio-pollutions peuvent avoir des conséquences biologique, écologique et économique.

1.2.5) Corridors et vecteurs d'introduction

Le corridor d'introduction est la voie que prend une espèce exotique pour entrer ou se disperser dans un écosystème. Chaque corridor comprend potentiellement plusieurs vecteurs. Un vecteur est un mécanisme de transfert physique permettant le transport d'espèces d'une zone géographique à une autre. Plusieurs vecteurs d'introduction peuvent être impliqués dans une introduction, au sein d'un seul et même corridor. Par exemple, la navigation (le corridor) inclut plusieurs vecteurs tels que les eaux de ballasts, les bio-salissures présentes sur la coque, la chaîne de l'ancre, etc. (Minchin *et al.*, 2009).

1.2.6) Pression d'introduction

La pression d'introduction est définie comme étant la qualité, la quantité et la fréquence d'introduction d'organismes exotiques, y compris les propagules (Johnston *et al.*, 2009). Une des hypothèses de base expliquant le succès d'une invasion biologique est liée à la pression d'introduction initiale.

1.2.7) Mécanismes d'invasions biologiques

Le processus d'invasion biologique est composé de différents stades (cf. Figure 2). Ceux-ci doivent être pris en compte pour organiser et mettre en place un plan de gestion adapté (Davis, 2009). Le nombre d'espèces présentes dans un corridor d'introduction est toujours supérieur à celui qui survit durant le transport et à celui qui réussit à s'établir dans une nouvelle aire géographique. L'établissement d'une espèce allochtone dans une nouvelle aire géographique est considéré comme réussi lorsque celle-ci parvient à se reproduire et à engendrer une descendance elle-même fertile.

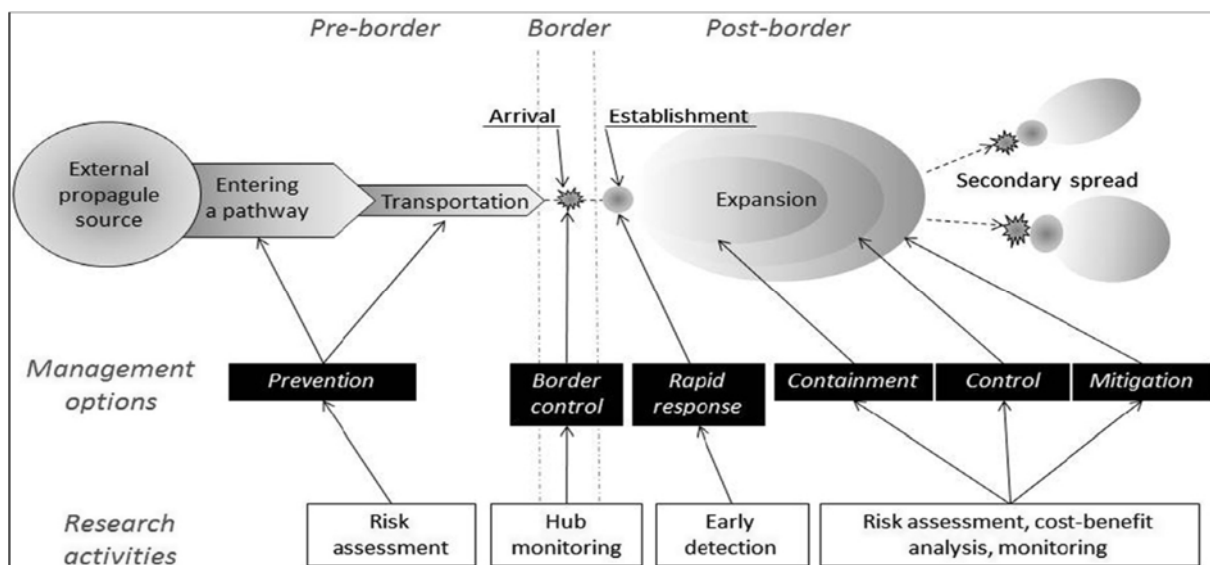


Figure 2 : Model conceptuel du processus d'invasion biologique selon Olenin et al. (2011).

1.2.8) Options de gestion

La prévention des introductions est le mode de gestion prioritaire à mettre en place et le plus rentable tant écologiquement qu'économiquement. L'inconvénient de cette option est qu'elle doit être mise en place rapidement, avant l'arrivée des espèces exotiques sur le nouveau territoire. Ceci nécessite des plans pré-établis de réponse rapide. La prévention des introductions doit généralement être appliquée hors des eaux du pays concerné dans la mesure du possible (e.g. déballastage en haute mer). Certains vecteurs d'introduction font l'objet de législation et/ou de recommandations à l'échelle internationale (e.g. FAO ; ICES ITMO Code of Practice on Introduction and Transfers of Marine Organisms, 2004, pour l'aquaculture) ou en cours de mise en œuvre (BWM, OMI, 2004, pour la gestion des eaux de ballast). Pour cette dernière convention adoptée en 2004, les conditions de mise en œuvre (nombre de pays et % du tonnage mondial) ne sont pas encore réunies.

Après l'arrivée des espèces exotiques sur le territoire, une réponse rapide (désinfection, élimination, mise en quarantaine) peut prévenir l'invasion, si un réseau de surveillance est opérationnel pour assurer la détection précoce d'espèces allochtones.

Une fois l'ENI établie, son éradication est généralement coûteuse et complexe. Celle-ci reste possible à condition que les gestionnaires proposent des réponses rapides pour la gérer. Après le passage de l'ENI en phase d'expansion, son éradication devient peu probable, plus coûteuse et généralement moins efficace que lors des différentes phases présentées précédemment : i.e. phase de confinement (limiter la propagation des EEE), de contrôle (réduction de l'abondance d'EEE par voie mécanique, chimique, biologique, etc.).

Enfin, la dispersion secondaire des EEE vers une nouvelle zone due à la dispersion naturelle ou à des vecteurs liés à l'activité humaine peuvent entraver des choix de gestion efficaces. Pour ces raisons, l'EU a adopté un règlement à l'automne 2014 visant à mettre en œuvre des moyens d'actions contre les invasions biologiques, basé notamment sur la mise en œuvre d'une liste d'espèces à risques, le développement de moyens d'identification et de contrôle lors de l'introduction via des réponses de gestion rapides (i.e. 'rapid response plan') (EU N°1143/2014).

Malgré cela, il est important de souligner que la taille, l'ouverture et le degré de connectivité des systèmes marins sont les obstacles les plus importants concernant la détection et l'éradication des espèces exotiques une fois introduites dans une zone. Des systèmes d'information plus développés concernant les ENI sont nécessaires pour pouvoir mieux gérer les invasions biologiques (e.g., Base de données AQUANIS : <http://www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis/>). De même ces phénomènes nécessitent des travaux de recherche ainsi que des travaux réguliers de suivis.

1.3) Application locale sur le territoire de Saint-Pierre et Miquelon

Suite à ce constat, un premier état des lieux a été réalisé en 2013 afin de répertorier les espèces allochtones présentes sur l'archipel de Saint-Pierre et Miquelon. Cependant, dans le but de mener une réflexion complète autour de cette thématique, il apparaît nécessaire de réaliser le suivi de ce premier travail sur plusieurs années selon une approche d'observatoire, afin de mettre progressivement en place des aménagements raisonnés pour lutter contre l'installation ou la prolifération de ces espèces.

Le travail de sensibilisation face à cette problématique nouvelle au sein de l'archipel doit être poursuivi cette année. Il apparaît donc nécessaire de créer différents matériels pédagogiques adaptés au contexte local. Ceux-ci devront servir de base de discussion lors de réunions publiques organisées auprès des différents usagers du littoral. Cette partie de la mission sera la pierre angulaire permettant la mise place d'un réseau d'observation participatif.

En effet, sans ce travail préalable, aucune mesure de gestion et de prévention ne peut être envisagée.

2) Matériels et méthodes

2.1) Espèces allochtones ciblées

Les espèces ciblées lors de cette étude sont en premier lieu celles déjà recensées ces dernières années sur les côtes de Saint-Pierre et Miquelon mais également celles suivant un schéma migratoire préalablement connu et étant susceptibles d'atteindre les eaux de l'archipel. Ces dernières espèces sont déjà présentes sur les côtes des provinces maritimes atlantiques canadiennes et américaines.

2.1.1) Règne animal

Tuniciers solitaires :



Ciona intestinalis, Ascidiée jaune
(© Pierre Poitevin, ARDA 2014)

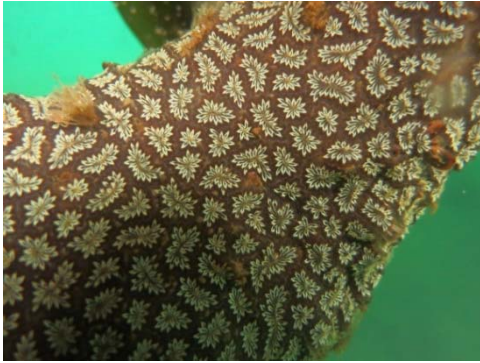


Asciella aspersa, Ascidiée sale
(© R Huys)

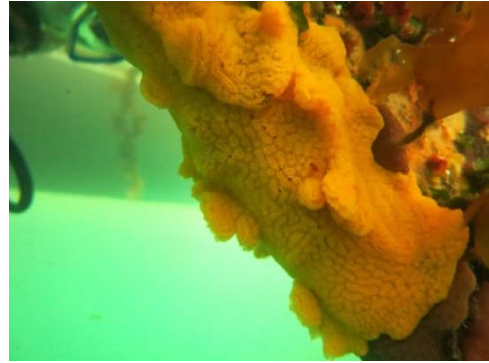


Styela clava, Ascidiée plissée
(© D. Mouland, DFA)

Tuniciers coloniaux :



Botryllus schlosseri, Botrylle étoilé
(© Marion Sellier, ARDA 2014)



Botrylloides violaceus, Botrylloïde violet
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

Crustacés



Carcinus maenas, Crabe vert
(© Marion Sellier, ARDA 2013)



Caprella mutica, Caprelle
(© MPO 2013)

2.1.2) Règne végétal



Codium fragile, Codium
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

2.2) Mise en place d'un réseau d'observation

2.2.1) Casiers Fukui - Crabes

Les mêmes casiers Fukui (cf. Figure 3) que ceux utilisés en 2013 ont été mis en place cette année. Cependant, dix stations (au lieu de huit) ont été suivies, à raison de deux casiers par station. Le choix de réduire le nombre de casiers par station à deux est dû à une volonté de maximiser le nombre de points de surveillance.



Figure 3 : Casier Fukui
(© Marion Sellier, ARDA 2013)

Les casiers sont lestés de 2kg pour les petits casiers et 4kg pour les grands casiers. L'appât (boîte) est composé de déchets de coquilles issus de l'entreprise Société Nouvelle des Pêches de Miquelon. Ce choix, effectué en 2013, est dû à une préférence du crabe vert pour les mollusques bivalves, à la disponibilité locale et immédiate durant la saison de surveillance, ainsi qu'à la gratuité, ces déchets étant généreusement offerts par la SNPM. L'utilisation de sacs, plutôt que de boîtes, permet une meilleure conservation de la boîte grâce à un maillage plus fin ne laissant entrer aucune puce de mer.

2.2.2) Collecteurs - Tuniciers

La surveillance du développement des tuniciers est poursuivie grâce aux collecteurs, composés d'une corde munie de trois plaques carrées en PVC d'une largeur de 10 cm (cf. Figure 4). Chaque station est munie de deux collecteurs, chacun lesté de 4kg pour mettre le cordage en tension et apporter une stabilité au dispositif. Les collecteurs sont relevés à plusieurs reprises durant la mission afin d'identifier et de quantifier les espèces présentes. Selon les résultats de

2013, certaines stations seront maintenues et d'autres supprimées pour des raisons pratiques (houle, support de fixation...).



Figure 4 : Collecteur PVC
(© Marion Sellier, ARDA 2013)

2.2.3) Autres types d'observations

À chaque tournée de relevé des casiers, la laisse de haute mer sera observée attentivement afin de détecter d'éventuels signes de la présence (e.g., mues de crabes) ou de la migration d'espèces envahissantes.

La surveillance sous-marine de plusieurs sites tel que le Grand Etang de Miquelon permet de mieux estimer la prolifération de certaines espèces ou d'en détecter l'éventuelle présence. Des plongées d'observation seront à prévoir sur d'autres sites. Les lieux de ces plongées seront choisis de façon stratégique en fonction des observations relevées en cours de mission.

Par ailleurs, l'acquisition à Miquelon d'un ber hydraulique par la Collectivité Territoriale a permis d'étendre la surveillance des espèces envahissantes marines. Les essais techniques réalisés lors de la réception du ber hydraulique ont permis des observations du contenu spécifique des salissures présentes sur les coques des bateaux pendant la semaine du 1^{er} au 5 septembre 2014.

2.3) Choix des sites de surveillance

Les sites d'échantillonnage littoraux à Saint-Pierre et Miquelon (cf. Figure 5) ont été sélectionnés à partir des critères utilisés par le MPO au Canada ainsi que sur les observations faites durant la mission 2013 sur l'archipel. Ont été pris en compte : la biologie des espèces ciblées (facteurs biotiques et abiotiques favorables au développement des espèces ciblées), la présence passée ou présente d'une certaine végétation (principalement constituée de zostère marine *Zostera marina*), la facilité d'accès au rivage ou, tout au moins, la proximité de celui-ci, la proximité de ceux-ci avec les corridors et les vecteurs d'introduction, ainsi que le faible hydrodynamisme des sites rendant la fixation des propagules plus facile.

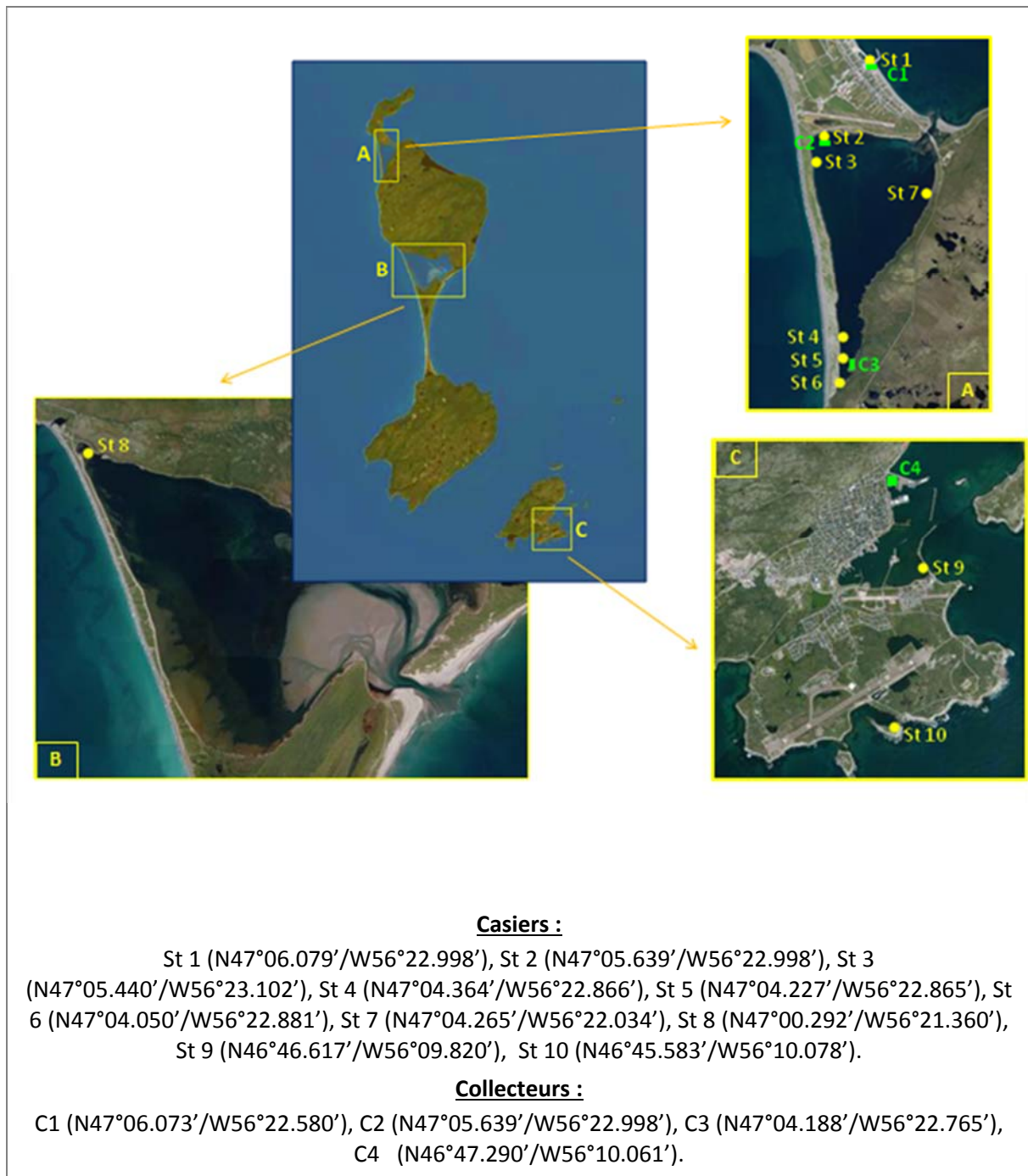


Figure 5 : sites de surveillance 2014

2.4) Mesures hydrologiques

La température et la salinité seront relevées à chaque station lors des levées de casiers sur Miquelon-Langlade à l'aide de la sonde (WTW cond 1970i) mise à disposition par Ifremer de Saint-Pierre. Sur Saint-Pierre, seules les températures relevées quotidiennement par Météo France seront notées, par manque de matériel. Le choix d'utiliser l'unique sonde relevant des paramètres hydrologiques sur Miquelon-Langlade est dû au nombre de points de surveillance bien plus important ainsi qu'à la variabilité de ces paramètres en fonction de sites étudiés sur cette île.

3) Résultats

3.1) Casiers

L'ensemble des résultats issus des relevés effectués par station est disponible dans l'Annexe 1.

3.1.1) Station 1

La grande diversité faunistique observée en 2013 à la station du port de Miquelon (Latitude N 47°06.079' ; Longitude W 56°22.562') a été de nouveau suivie en 2014 (cf. Figure 6). Aucune corrélation entre le nombre de captures par espèce et les paramètres physico-chimiques (température, salinité) ne peut être établie pour cette station. Cependant, les différentes espèces ont été capturées dans des proportions similaires à celles de 2013.

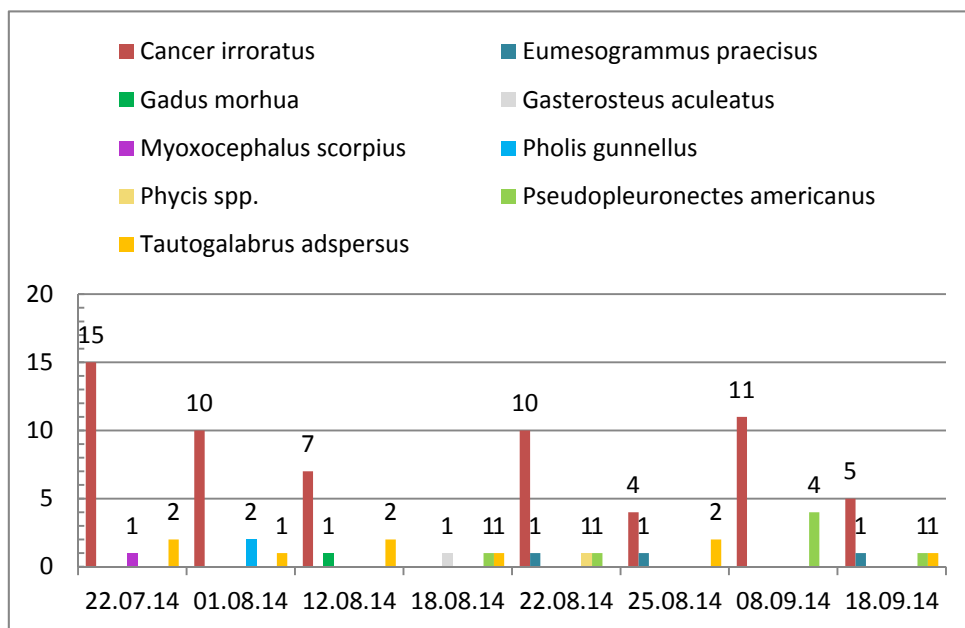


Figure 6 : Captures Station 1

Deux pics de dessalure sont observés les 12 et 22 août (cf. Figure 7). Cependant ces observations ne peuvent être reliées à aucun évènement climatique particulier ayant eu lieu durant ces périodes.

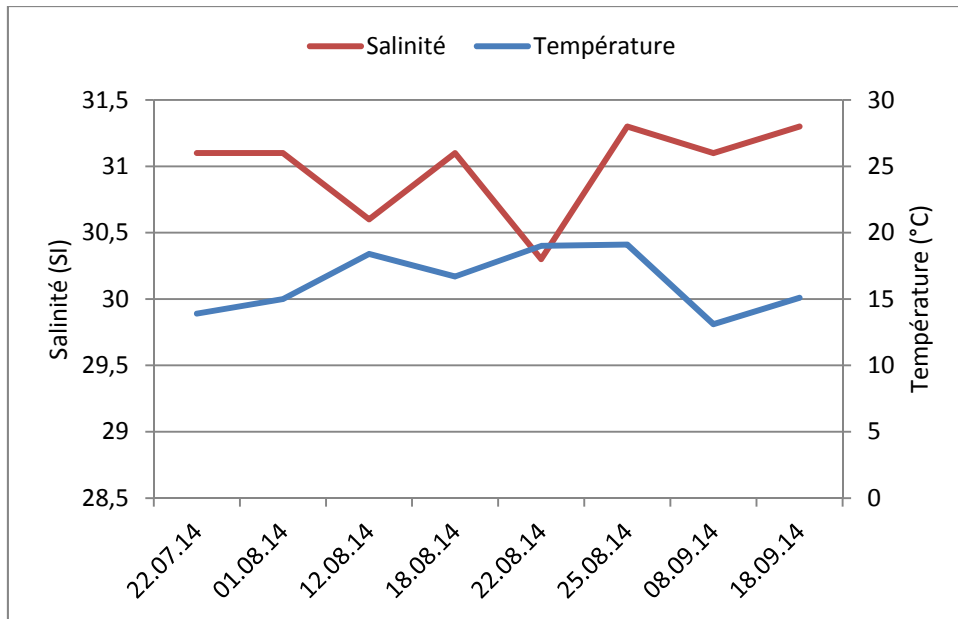


Figure 7 : Paramètres physico-chimiques Station 1

3.1.2) Station 2

La station du quai de l'ARDA située dans le Grand Etang de Miquelon (Latitude N 47°05.639' ; Longitude W 56°22.998') a été conservée car elle présente plusieurs facteurs intéressants : substrat adéquat à la prolifération de crabes verts sur le fond (cf. Figure 8), proximité avec les endroits où ont été trouvés les individus en 2013 (même lagune), facilité d'accès pour les relevés.



Figure 8 : Substrat Station 2
 (© Marion Sellier, ARDA 2014)

On peut noter que la grande diversité d'espèces recensées à cette station en 2013 a été vérifiée en 2014, de même que le nombre de captures plus important pour l'espèce *Cancer irroratus* que pour les autres espèces.

On observe cependant que le nombre de *Cancer irroratus* capturés a fortement diminué de 2013 à 2014. En 2013, le nombre d'individus capturés était de 1416 pour un total de 23 levées de casiers (avec un minimum de 2 et un maximum de 134 individus en une capture) entre le 19 juillet et le 30 octobre, soit une moyenne des captures d'un peu plus de 61 individus par levée. En 2014 (cf. Figure 9), seulement 414 individus ont été capturés pour un total de 9 relevés (avec un minimum de 20 et un maximum de 95 individus en une capture) entre le 22 juillet et le 17 septembre, soit une moyenne de capture de 46 crabes par levée. Même si l'on ne considère que des périodes similaires pour 2013 et 2014, c'est à dire les relevés entre le 19 juillet et le 16 septembre 2013 et la totalité des relevés de 2014, on obtient pour 2013 un total de 1005 crabes capturés en 17 levées, soit une moyenne légèrement supérieure à 59 crabes capturés à chaque levée de casier.

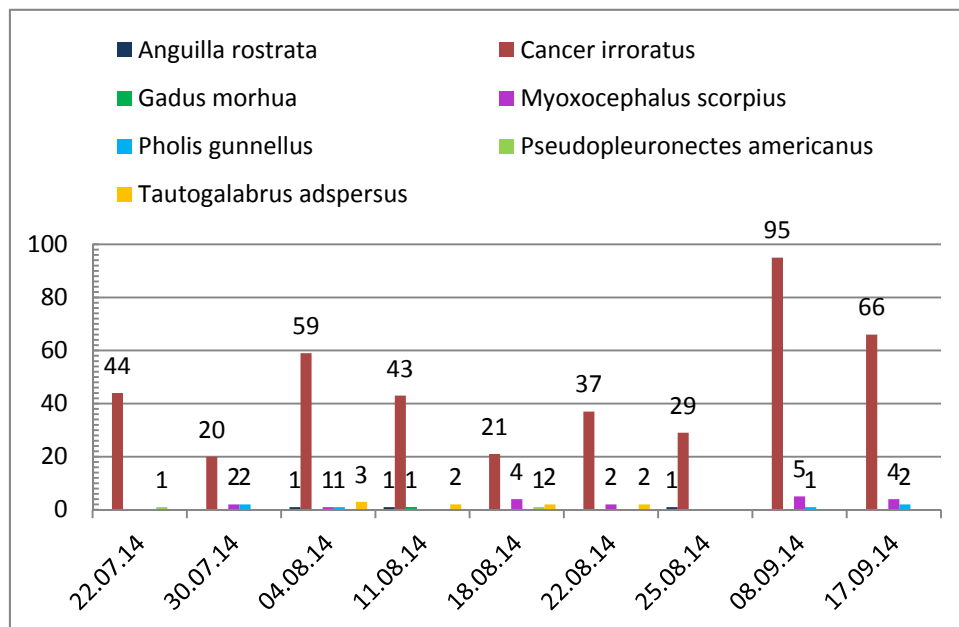


Figure 9 : Captures Station 2

On observe un pic de dessalure le 30 juillet (cf. Figure 10). Ce phénomène peut être expliqué par l'abondance des précipitations les 28 et 29 juillet.

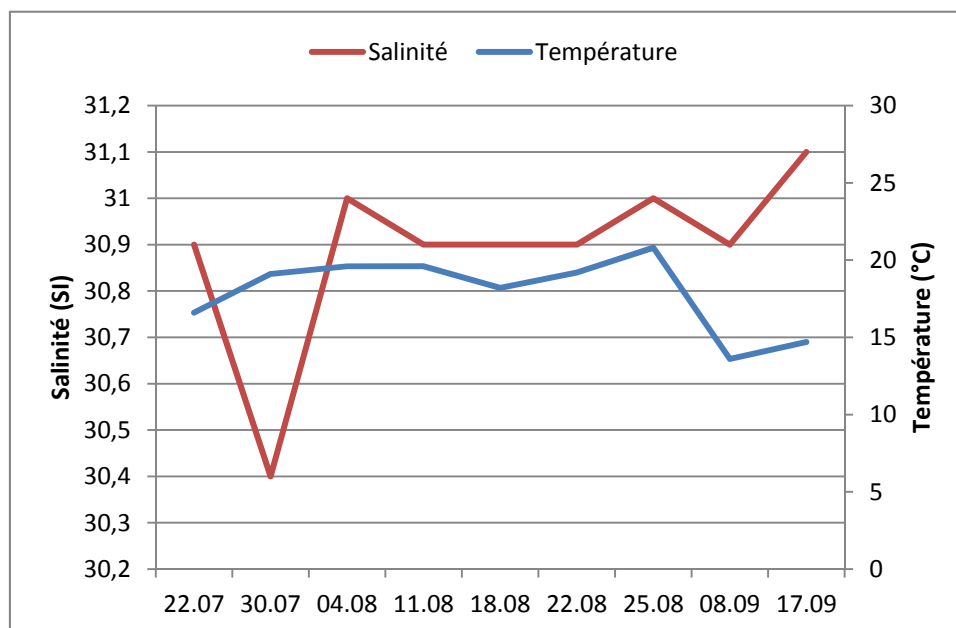


Figure 10 : Paramètres physico-chimiques Station 2

3.1.3) Station 3

Une nouvelle station a été créée en 2014 au nord-ouest du Grand Etang de Miquelon (Latitude N 47°05.440' ; Longitude W 56°23.102') car ce lieu apparaît comme un point de surveillance stratégique de l'implantation de l'espèce *Carcinus maenas*. Ce choix repose sur différents paramètres environnementaux, tels que la nature du substrat, l'abondance de nourriture ainsi que sur les observations relatives à la répartition de l'espèce en 2013. Cette station se situe à proximité des filières mytilicoles de la Ferme Aquacole du Nord.

Dans cette nouvelle station, on observe une forte abondance de crabe de roche ainsi qu'une faible diversité faunistique (cf. Figure 11). La présence de zostères s'avère irrégulière, voire inexistante à certains endroits, cependant la quantité de nourriture (moules dégrappées) est abondante sous les filières. De plus, en certains points, les dispositifs étant destinés à protéger les filières de prédateurs tels que les crabes ne s'avèrent plus efficaces car en mauvais état.

Le pic de recrutement observé au mois de septembre est dû à un intervalle de temps trop important entre les levées en raison d'un problème concernant le véhicule utilisé lors des déplacements.

12). Aucun évènement climatique n'a influencé les captures pour cette station (cf. Figure

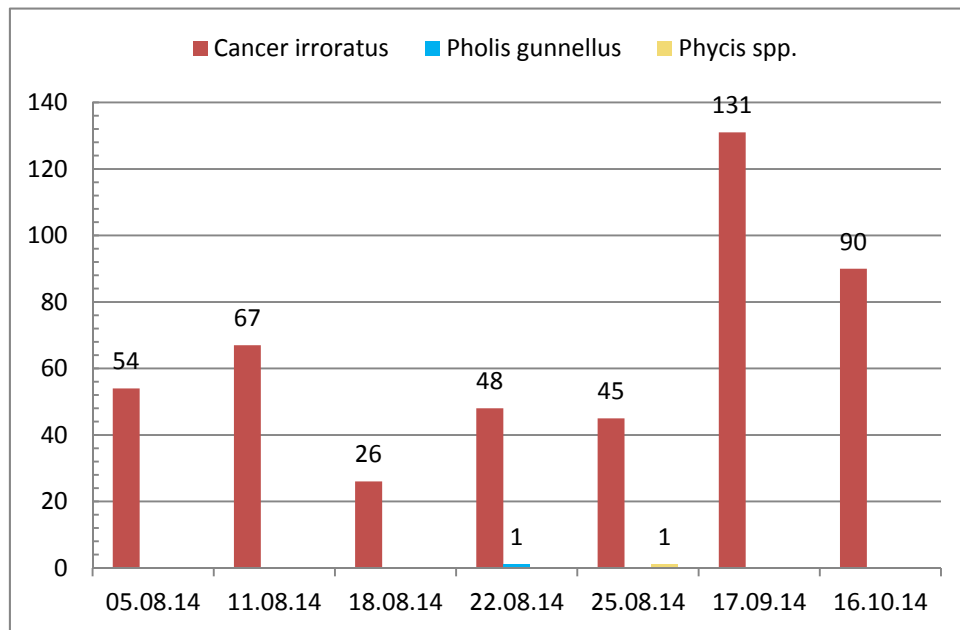


Figure 11 : Captures Station 3

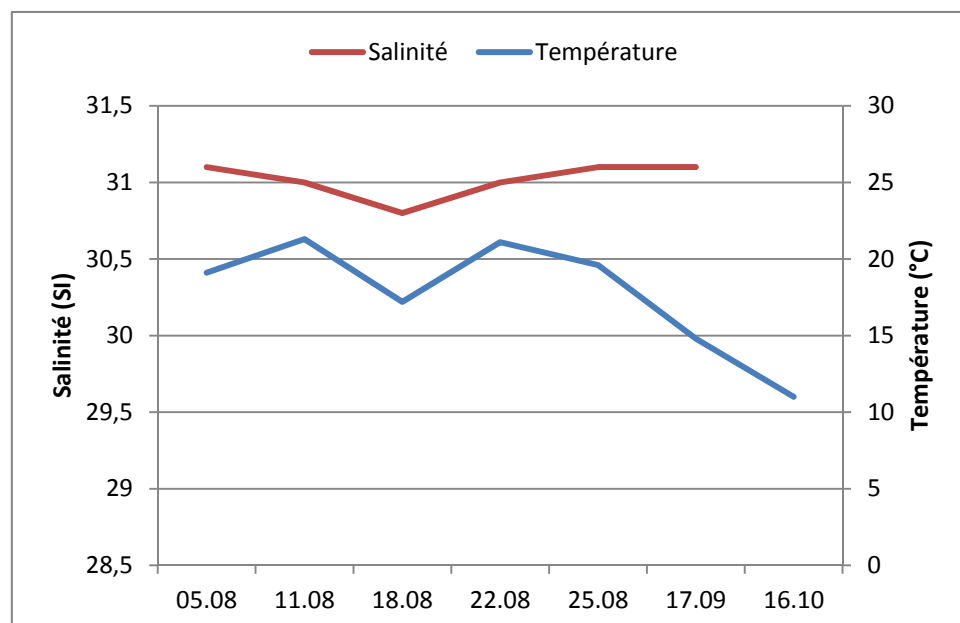


Figure 12 : Paramètres physico-chimiques Station 3

3.1.4) Station 4

Cette station, située dans le sud du Grand Etang de Miquelon (Latitude N 47°04.364' ; Longitude W 56°22.866'), a été créée en 2014. Elle se trouve dans le prolongement géographique des deux stations où ont été capturés les individus de l'espèce *Carcinus maenas* en 2013. Des captures au sein de cette station en 2014 permettraient de déterminer la vitesse de propagation de la colonie de cette espèce invasive.

L'espèce la plus représentée sur cette station est *Cancer irroratus* (cf. Figure 13). Il faut cependant prendre en compte la durée d'espacement entre les trois dernières levées qui a été augmentée suite à des problèmes techniques pendant cette période.

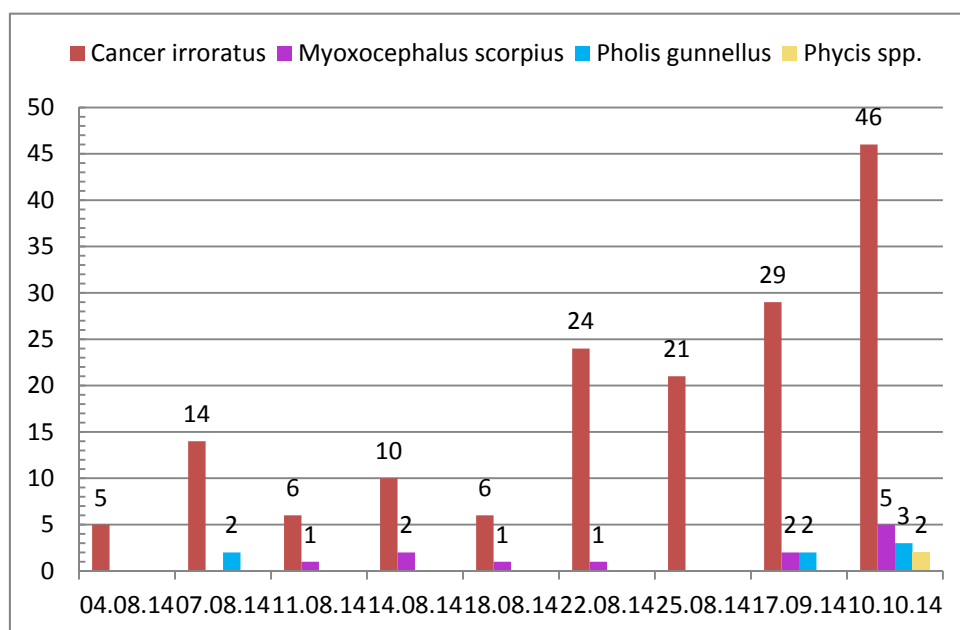


Figure 13 : Captures Station 4

Le pic de dessalure observé le 11 août ne correspond à aucun évènement climatique particulier (cf. Figure 14).

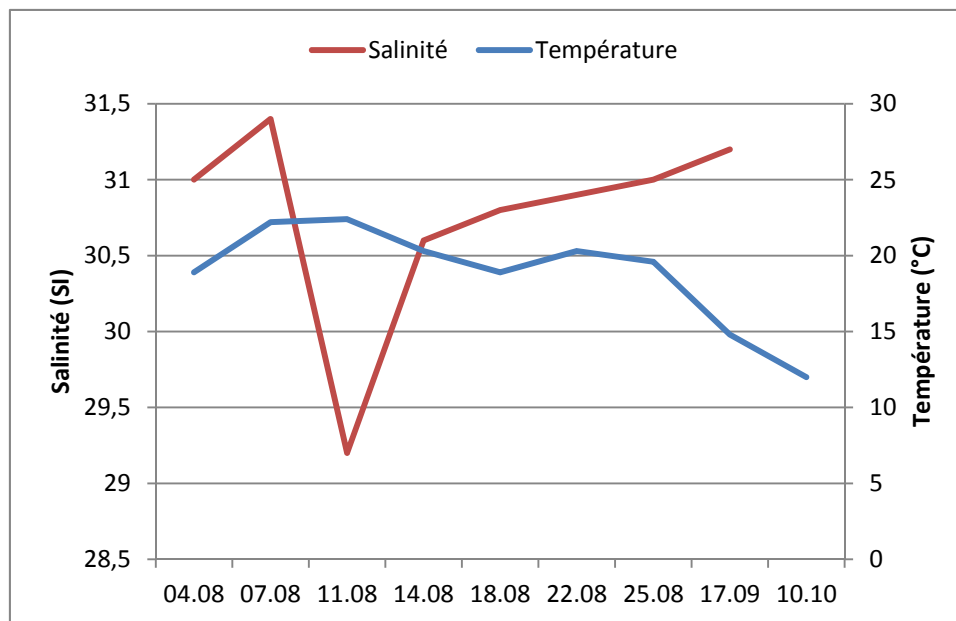


Figure 14 : Paramètres physico-chimiques Station 4

3.1.5) Station 5

Cette station située dans la moitié sud du Grand Etang de Miquelon (Latitude N 47°04.227' ; Longitude W 56°22.865') et mise en place au cours de la saison 2013 a été conservée car plusieurs individus de *Carcinus maenas* y ont été capturés l'an dernier.

Une plus grande diversité d'espèce qu'à la station 4, située quelques dizaines de mètres plus au nord, est observée (cf. Figure 15). Aucun individu de l'espèce *Carcinus maenas* n'a été capturé en 2014. Le nombre important de *Cancer irroratus* capturés lors de la dernière levée n'est en rien significatif car le temps écoulé depuis la levée précédente a été augmenté de façon considérable suite aux problèmes de déplacement évoqués auparavant.

Contrairement à ce qui a pu être observé à la station 2 (également en place en 2013 et 2014), on observe non pas une diminution mais une augmentation (non significative) du nombre d'individus de l'espèce *Cancer irroratus* capturés. En 2013, les relevés ont été effectués du 23 août au 30 octobre. 21 crabes ont été capturés à cette station pour 13 levées, soit une moyenne de 1.62 individus capturés par levée avec un minimum de 0 et un maximum de 4 individus en une levée. En 2014, si l'on considère les 11 levées effectuées entre le 4 août et le 10 octobre, on obtient une moyenne de 5.27 crabes par levée pour un total de 58 individus capturés. Cependant, 35 individus ont été comptés lors de la levée du 10 octobre. En effet, presque un mois s'est écoulé entre cette levée et la précédente. Il apparaît plus judicieux de considérer les 10 levées qui ont été effectuées entre le 4 août et le 17 septembre. On obtient alors une moyenne

de 2.3 crabes par levée pour un total de 23 individus capturés, avec un minimum de 0 et un maximum de 9 par levée.

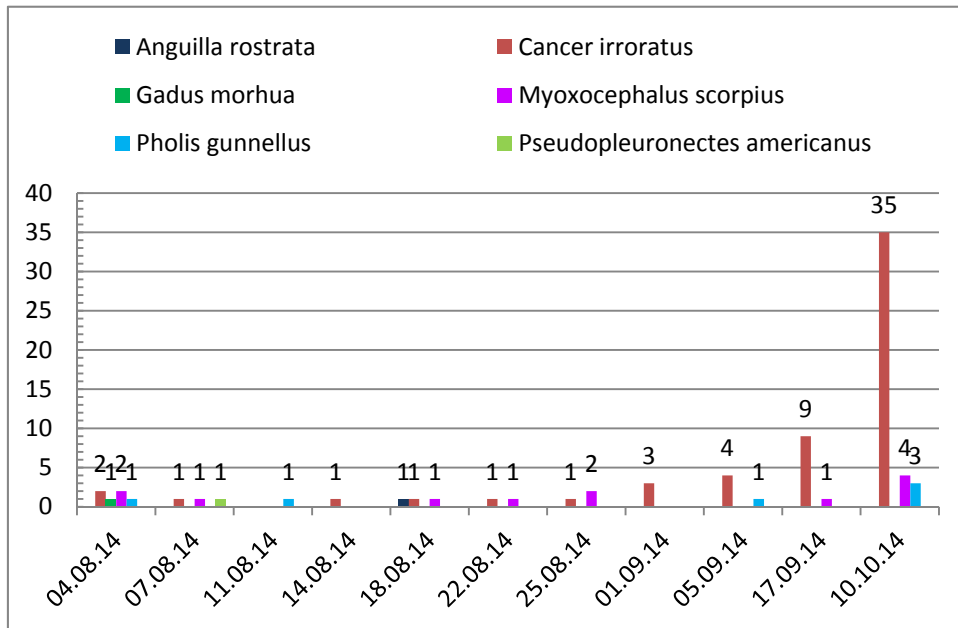


Figure 15 : Captures Station 5

La station 5 n'étant éloignée que de quelques dizaines de mètres de la station 4, on retrouve pour les deux stations le même pic de dessalure le 11 août (cf. Figure 16).

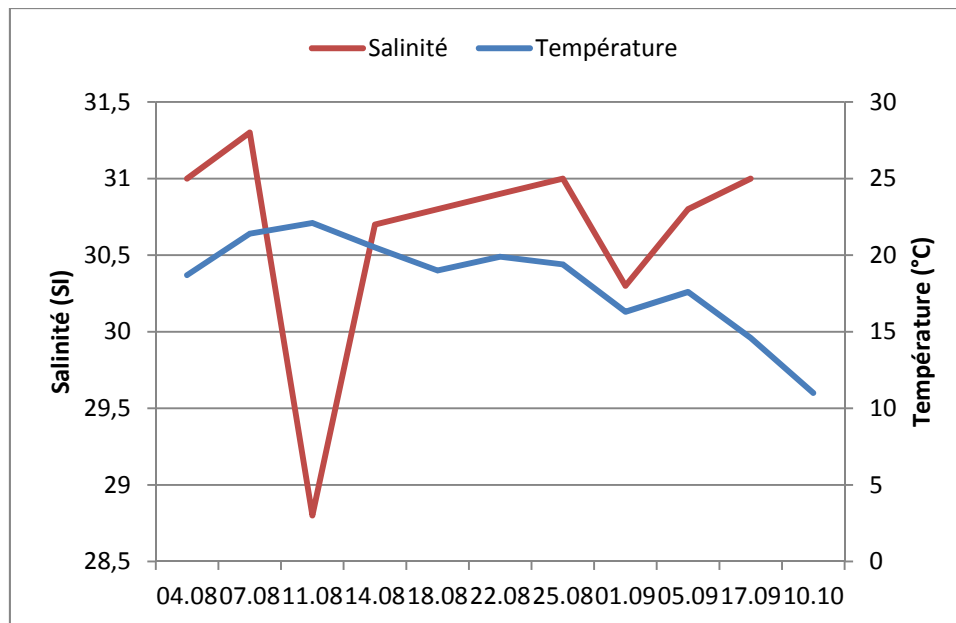


Figure 16 : Paramètres physico-chimiques Station 5

3.1.6) Station 6

La station la plus au sud du Grand Etang de Miquelon (Latitude N 47°04.050' ; Longitude W 56°22.881') présente cette année encore une grande diversité spécifique avec une faible abondance de chacune d'entre elles (cf. Figure 17). La seule forte concentration de *Cancer irroratus* capturée au mois d'octobre est due au temps qui sépare les deux dernières levées. Les mêmes raisons invoquant des problèmes liés au véhicule sont mises en cause.

Trois individus de l'espèce *Carcinus maenas* ont été capturés en 2014 (cf. Annexe 2). Tous les individus capturés cette année sont à nouveau des mâles de couleur verte (quatre individus mâles verts capturés en 2013). Les deux premiers individus ont été capturés le 18 août et le troisième quatre jours plus tard. Ils mesurent respectivement 70 mm, 65 mm et 48 mm de largeur de carapace.

On observe à la station 6 une constance quant au nombre de captures d'individus de l'espèce *Cancer irroratus* (station en place en 2013 et 2014). En 2013, les relevés ont été effectués du 23 août au 30 octobre : 13 crabes ont été capturés à cette station pour 13 levées, soit une moyenne de 1 individu capturé par levée avec un minimum de 0 et un maximum de 5 individus en une levée. En 2014, si l'on considère les 11 levées effectuées entre le 4 août et le 10 octobre, on obtient une moyenne de 5.18 crabes par levée pour un total de 57 individus capturés. Cependant, 45 individus ont été comptés lors de la levée du 10 octobre. En effet, presque un mois s'est écoulé entre cette levée et la précédente. Il apparaît également judicieux pour cette station de considérer les 10 levées qui ont été effectuées entre le 4 août et le 17 septembre. On obtient alors une moyenne de 1.2 crabes par levée pour un total de 12 individus capturés, avec un minimum de 0 et un maximum de 3 par levée.

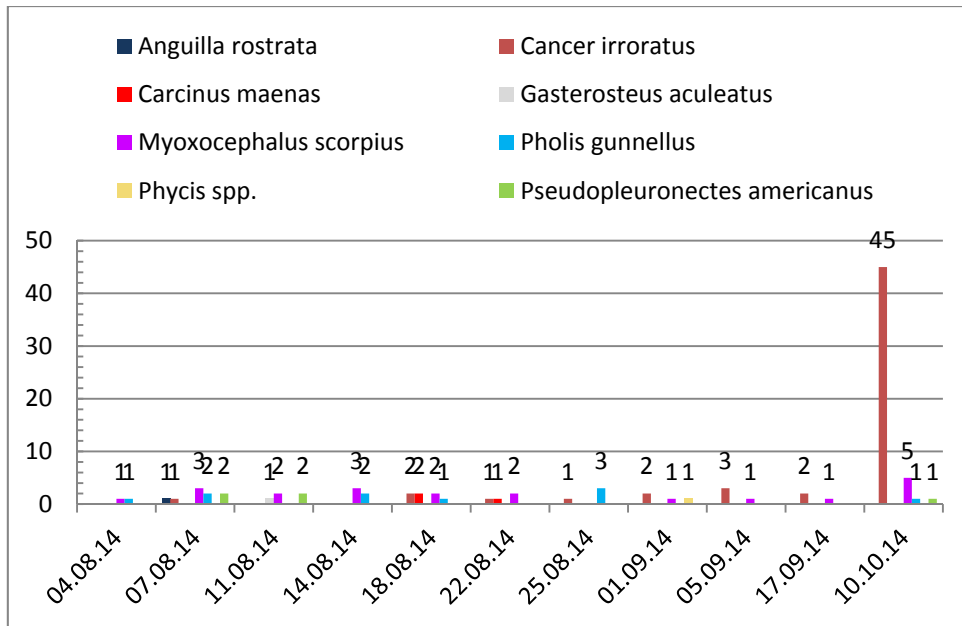


Figure 17 : Captures Station 6

Le pic de dessalure observé le 11 août a également été relevé pour cette station (cf. Figure 18), proche des deux précédentes. On ne peut toujours pas corréler cette observation à un évènement climatique particulier.

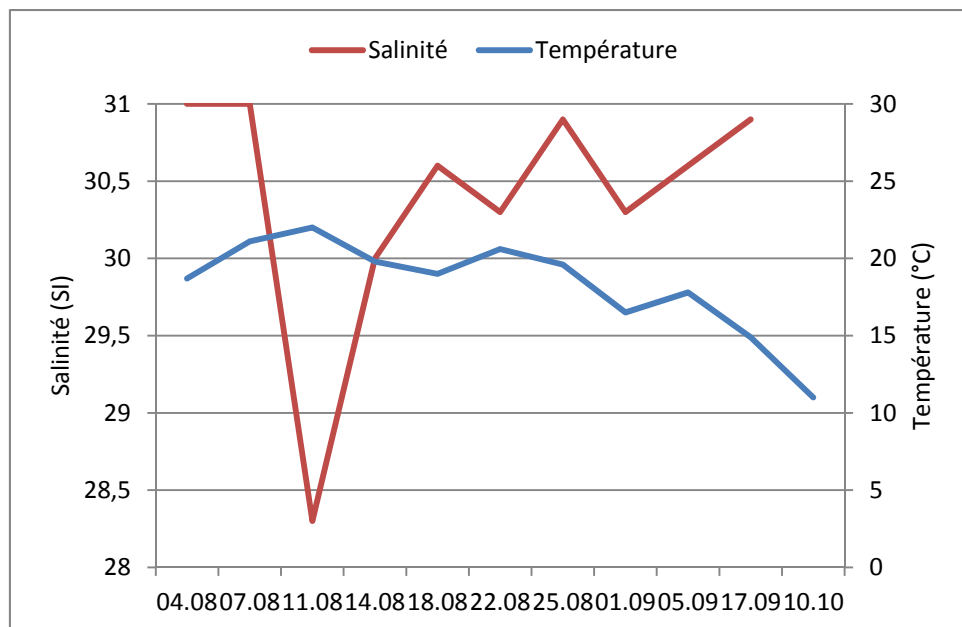


Figure 18 : Paramètres physico-chimiques Station 6

3.1.7) Station 7

Cette station se situe à l'extrémité Est du Grand-Etang de Miquelon, au Sud du pont qui traverse le goulet (Latitude N 47°05.265' ; Longitude W 56°22.034'). Elle a été mise en place en 2014 pour surveiller l'éventuelle prolifération ou migration de la population de crabes verts sur la rive Sud-Est de la lagune.

L'espèce la plus représentée est *Cancer irroratus*, cependant présente en faibles proportions (cf. Figure 19). On note toujours des captures bien plus importantes à la dernière levée. Les mêmes raisons de locomotion sont en cause à cette date.

Le pic de dessalure observé le 5 août (cf. Figure 20) n'est lié à aucun évènement climatique particulier.

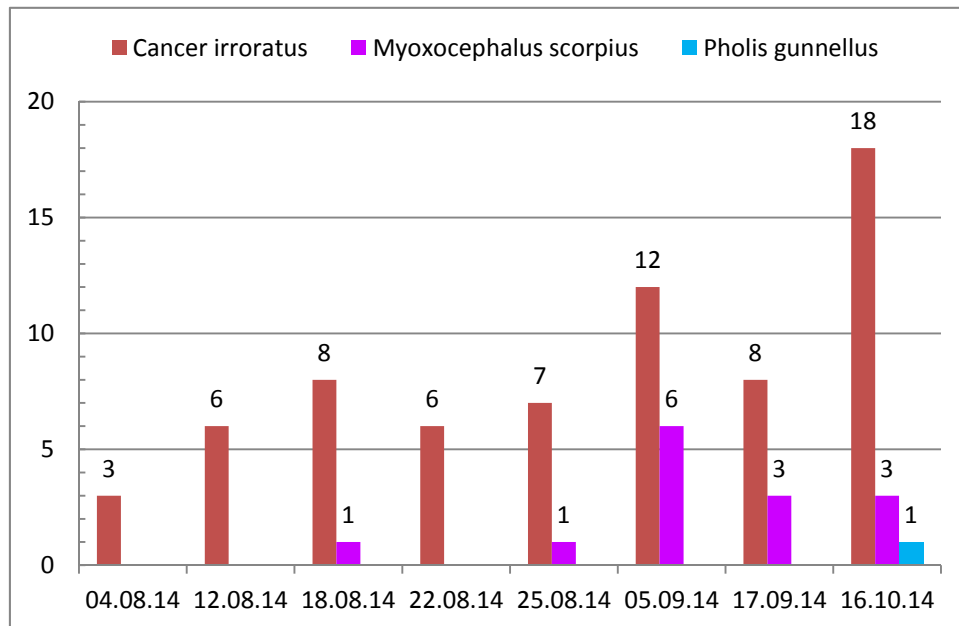


Figure 19 : Captures Station 7

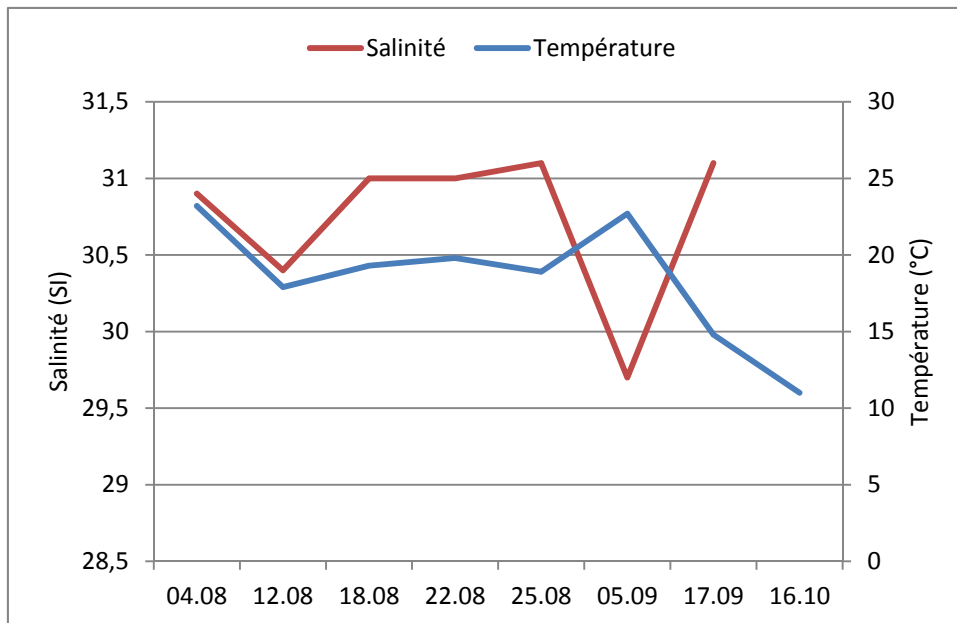


Figure 20 : Paramètres physico-chimiques Station 7

3.1.8) Station 8

La station 8 est la seule station de surveillance du crabe vert sur la lagune du Grand Barchois de l'île de Miquelon-Langlade (Latitude N 47°00.292' ; Longitude W 56°21.360'). Le choix de l'emplacement a été modifié par rapport à 2013 (Latitude N 46°58.403' ; Longitude W 56°19.950'). En effet, les captures réalisées en 2013 à cette station ont permis de classer ce lieu de non-stratégique quant à la détection précoce de l'espèce *Carcinus maenas*. Le choix du nouveau positionnement de cette station a donc été établi en fonction de la probabilité d'établissement de l'espèce (nature du substrat, présence de grands herbiers de zostères, faible circulation d'eau et présence de proies en grande quantité) (cf. Figure 21) ainsi que de l'accessibilité (proximité d'un chemin praticable en voiture).

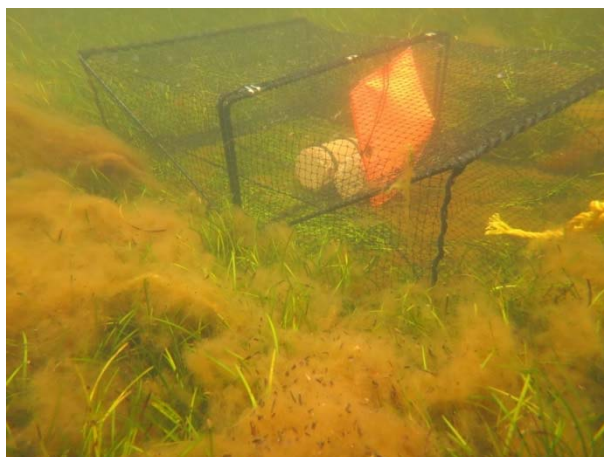


Figure 21 : Station 8 (2014)
 (© Marion Sellier, ARDA 2014)

Seulement trois individus de deux espèces ont été capturés en 2014 (cf. Figure 22). Les captures ont eu lieu après le début de la baisse de la température de l'eau (cf. Figure 23).

Les pics de dessalures enregistrés tout au long de la saison de surveillance (cf. Figure 23) peuvent être expliqués par les fortes précipitations qui ont eu lieu les jours précédant les relevés. En effet, la salinité de ce lieu peut être rapidement impactée par les précipitations du fait de la faible profondeur d'eau sur une grande partie de cette lagune.

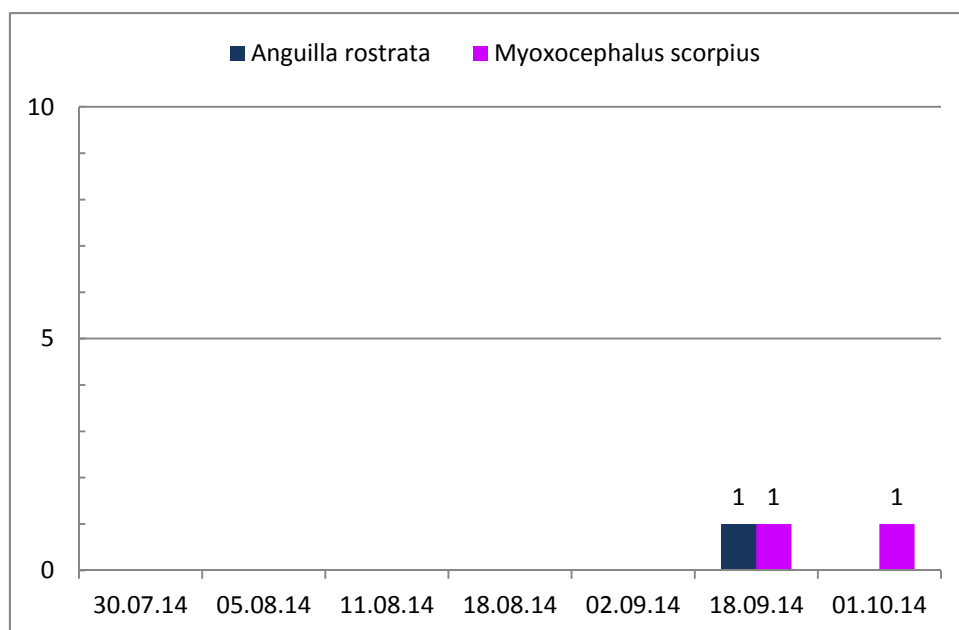


Figure 22 : Captures Station 8

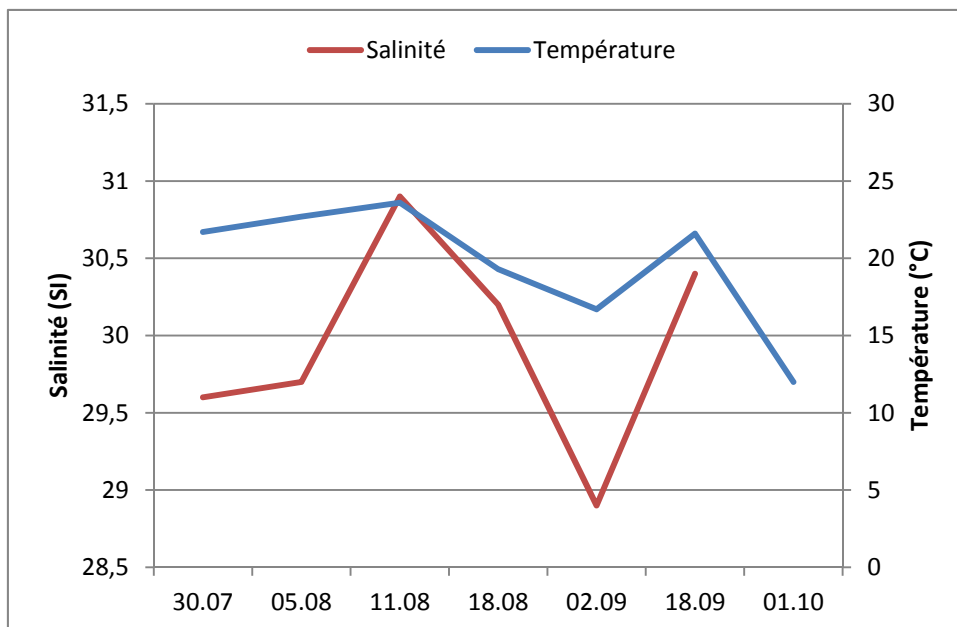


Figure 23 : Paramètres physico-chimiques Station 8

3.1.9) Station 9

La station mise en place dans le port de Saint-Pierre en 2013 (Latitude N 46°46.617' ; Longitude W 56°09.820') a été conservée en 2014.

La proportion d'individus de l'espèce *Cancer irroratus* capturée en 2014 (cf Figure 24) est bien moins importante que l'année précédente. Les relevés sont moins nombreux également du fait de la disparition de la station au début du mois d'août. Les deux casiers initialement présents sur cette station n'ont été remplacés que par un seul casier provenant de la station 10 au début du mois de septembre. Il est donc difficile d'établir des moyennes comparatives afin d'estimer l'évolution des captures entre 2013 et 2014.

Sur les deux stations (9 et 10) présentes à Saint-Pierre, aucun relevé de salinité n'a pu être établi par manque de matériel. Les températures qui figurent ici (cf. Figure 25) ne sont pas les températures relevées dans l'eau, mais celles relevées dans l'air par la station Météo France.

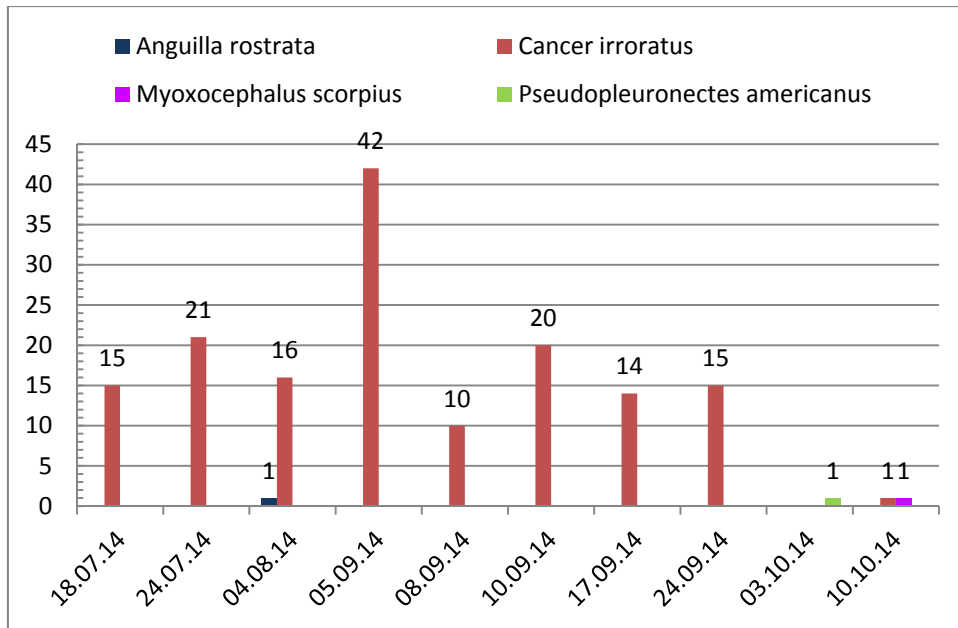


Figure 24 : Captures Station 9

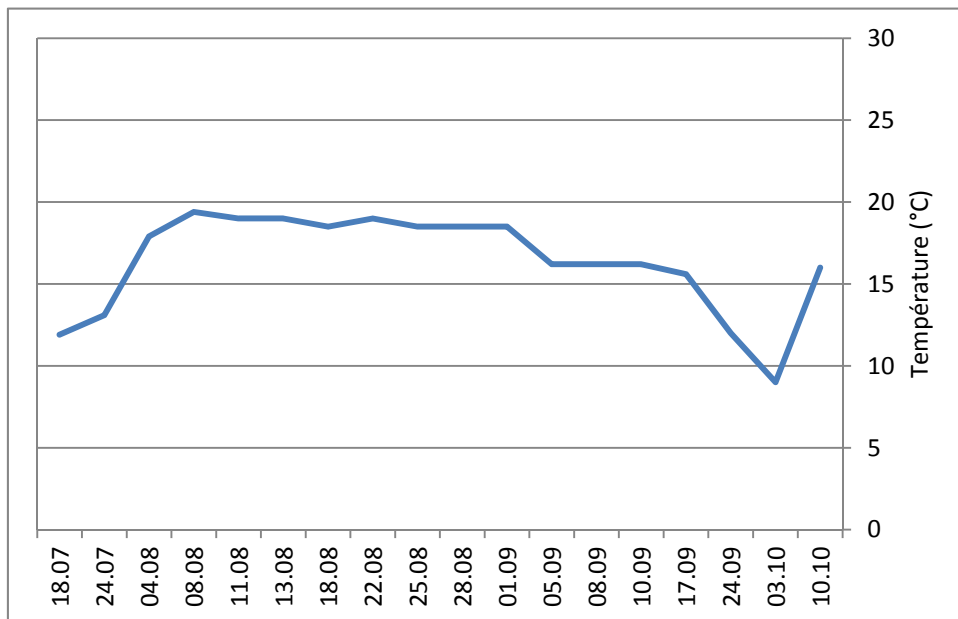


Figure 25 : Température de l'air

3.1.10) Station 10

Une nouvelle station a été mise en place à Saint-Pierre en 2014 (Latitude N 46°45.583' ; Longitude W 56°10.078'). Elle se trouve en fond de baie, avec un bon renouvellement de l'eau mais peu de courant, et un substrat adéquat à l'implantation du crabe vert (cf. Figure 26).



Figure 26 : Station 10
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

Une grande diversité faunistique y a été observée (cf. Figure 27), *Cancer irroratus* étant l'espèce la plus abondante.

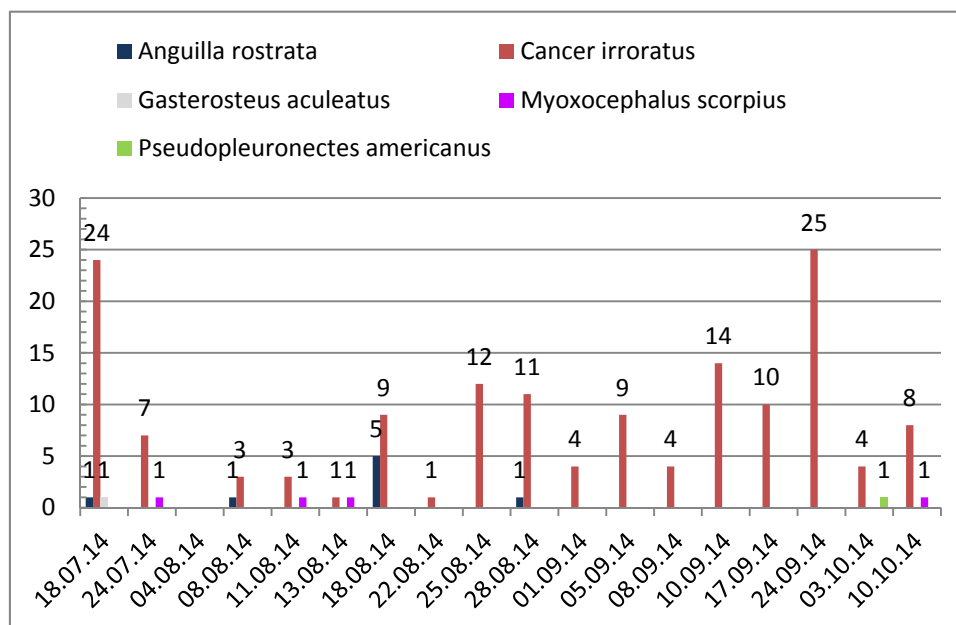


Figure 27 : Captures Station 10

3.2) Collecteurs

3.2.1) Station du port de Miquelon (C1)

Les deux collecteurs mis en place dans le port de Miquelon (Latitude N 47°06.073' ; Longitude W 56°22.580') en 2013 ont été conservés durant toute la saison hivernale. Un seul individu de l'espèce *Ciona intestinalis* a pu être observé à la première levée, soit le 17 juillet 2014 (cf. Figure 28). Celui-ci se trouvait non pas sur une des plaques du collecteur mais sur le lest en béton. Les collecteurs ont ensuite été relevés régulièrement durant la saison de surveillance (juillet à octobre), mais aucun individu des différentes espèces envahissantes marines n'a été relevé en ce point de surveillance.



Figure 28 : Individu de *Ciona intestinalis*, port de Miquelon
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

3.2.2) Station du Grand Etang de Miquelon, Quai de l'ARDA (C2)

La station située au quai de l'ARDA (Latitude N 47°05.639' ; Longitude W 56°22.998') dans le Grand Etang de Miquelon est restée en place durant toute l'année. Tout comme en 2013, aucune espèce envahissante n'a été recensée durant l'année 2014. On a cependant pu observer une espèce ressemblant fortement à *Ciona intestinalis* : il s'agit de l'ascidie cartilagineuse *Corella eumyota* (cf. Figure 29). En effet, cette dernière présente les mêmes couleurs et une forme similaire à celle d'une jeune ascidie jaune (environ 1 cm). L'ascidie cartilagineuse présente cependant, comme son nom l'indique, une texture cartilagineuse dans l'eau froide et hors de l'eau. Cette espèce, native des côtes de l'hémisphère sud et récemment arrivée sur les côtes nord-américaines, n'est pourtant pas considérée comme envahissante chez nos confrères canadiens.

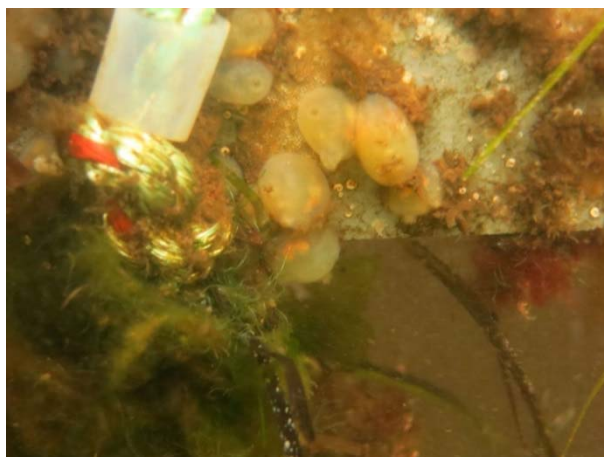


Figure 29 : *Corella eumyota*
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

La station se trouvant à l'extérieur du port de Miquelon n'a pas été conservée, car elle se trouve sur une zone à trop forte houle. Cette décision a été prise après constatation de dégâts matériels répétés.

3.2.3) Station Sud du Grand Etang de Miquelon (C3)

La station située au sud du Grand Etang de Miquelon (Latitude N 47°04.188' ; Longitude W 56°22.765') est restée en place durant tout l'hiver 2013-2014. On a pu observer sur les deux collecteurs une disparition quasi-totale de la colonie de *Ciona intestinalis* sur toute la hauteur de collecteur qui a été prise dans la glace durant l'hiver (cf. Figure 30). Cependant, tous les individus présents en dessous de la glace ont survécu.

Le 11 juillet, un des deux collecteurs a été changé. En moins d'un mois, des individus d'un à deux centimètres se sont fixés et développés sur les collecteurs. La surface de recouvrement des collecteurs par les ascidies jaunes représentait alors plus de 75%. Au mois de septembre, la surface de recouvrement a atteint les 100%. Des individus ont même été observés sur le dessus des plaques de PVC et sur les cordages.



Figure 30 : Collecteur C3 après l'hiver
(© Pierre Poitevin, ARDA 2014)

3.2.4) Station du port de Saint-Pierre (C4)

La station mise en place en 2013 (Latitude N 46°47.290' ; Longitude W 56°10.061') a été conservée durant toute la saison hivernale.

Les quelques individus de l'espèce *Ciona intestinalis* observés à l'automne 2013 n'ont pas été retrouvés au début de la saison 2014. En effet, les collecteurs étant pris dans la glace une bonne partie de l'hiver, les ascidies jaunes n'ont pas résisté.

En revanche, une colonie de botrylle étoilé a été observée au début de la saison 2014 (cf. Figure 31). On peut penser qu'il s'agit de la même colonie (qui aurait survécu à la glace), car elle se trouve sur la même plaque du même collecteur (collecteur2, plaque 5). Trois individus étaient présents à l'automne 2013. Le 25 juillet 2014, une vingtaine d'individus ont été dénombrés.



Figure 31 : Colonies de *Botryllus schlosseri* (Port de Saint-Pierre) au 25.07.14
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

3.2.5) Productions conchylicoles

Les filières de l'entreprise EDC (Exploitation Des Coquilles) présentent, comme en 2013, une faible proportion d'individus de l'espèce *Ciona intestinalis*.

De même, quelques pieds de *Codium fragile* se trouvent fixés sur les filières. Ces dernières étant sorties de l'eau et traitées régulièrement, on ne trouve que des pieds de très petite taille et en faible nombre.

Les filières mytilicoles de La Ferme Aquacole du Nord présentent elles une plus grande proportion d'ascidies jaunes qu'en 2013 (cf. Figure 32). Les individus recensés chaque année ne sont pas encore quantifiés.

La quantité de *Codium fragile* semble stable d'une année à l'autre sur les filières mytilicoles.



Figure 32 : *Ciona intestinalis* sur une filière mytilicole du Grand Etang de Miquelon
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

3.3) Observation de la laisse de mer

À chaque échantillonnage des casiers, la laisse de mer a été observée. Le 30 juillet ainsi que le 7 août 2014, de nombreuses ascidies jaunes étaient échouées dans la laisse de mer à différents points du Grand Etang de Miquelon : au quai de l'ARDA, à l'Est (station 7) ainsi qu'au Sud (sur la rive Ouest, de la Cormorandière à la pointe Sud).

Aucune autre espèce envahissante recherchée n'a pu être observée dans la laisse de haute mer durant toute la saison 2014. De même, aucune mue de crabe vert n'a été observée.

On a cependant pu observer la présence en grande quantité d'algues filamenteuse *Chaetomorpha sp.* dans les différentes lagunes (cf. Figure 33), avec un pic de recrutement durant les mois d'août et de septembre. S'il est difficile d'affirmer que la quantité de cette algue présente dans le Grand Barchois a augmenté sans effectuer d'étude préliminaire, on peut néanmoins affirmer qu'elle n'a pas diminué. Il en est de même pour le Grand Etang de Miquelon pour lequel les observations de chaetomorphes semblent avoir augmenté entre 2013 et 2014, que ce soit lors des levées de casiers, lors de l'observation de la laisse de haute mer ou en plongée.

La question de l'impact de cette algue ainsi que celui d'une autre algue brune (non identifiée à l'heure actuelle), recouvrant parfois intégralement certains herbiers de zostères, n'est à ce jour pas levée. Une étude parallèle, également menée par L'ARDA, est actuellement en cours afin d'estimer la qualité des zosteraies sur la lagune du Grand Barchois et l'éventuel impact des algues macrophytes se développant dans ces milieux où les fonds sableux à faible

profondeur représentent un milieu privilégié au développement de nombreuses espèces faunistiques. Il faudra cependant plusieurs années d'études avant de déterminer si ces macroalgues ont un impact sur le milieu.



Figure 33 : *Cheatomorpha sp.* sur une zosteraie du Barachois
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

3.4) Surveillance à quai (ber hydraulique)



Figure 34 : Ber hydraulique de Miquelon en essai
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

L'acquisition à Miquelon d'un ber hydraulique par la Collectivité Territoriale a permis d'étendre les possibilités de surveillance des espèces envahissantes marines (cf. Figure34).

Sur les bateaux qui ont été sortis de l'eau durant la saison hivernale et qui sont restés au port de Miquelon depuis leur mise à l'eau, aucune espèce envahissante marine n'a été décelée

sur leur coque. Seule l'espèce indigène *Cryptosula pallasiana* pouvant être confondue avec l'espèce envahissante *Membranipora membranacea* a pu être observée.



Figure 35 : Colonie de *Botryllus schlosseri* fixée sur un axe en aluminium
(© Marion Sellier, ARDA 2014)

Sur le seul bateau ayant passé l'hiver à l'eau dans le port de Saint-Pierre, plus précisément dans l'anse à Rodrigue, des colonies de botrylle étoilé (*Botryllus schlosseri*) ont été identifiées. Seules les parties en aluminium ont servi de support pour le botrylle étoilé (cf. Figure 35) comme pour les autres espèces de bio-salissures, la coque du bateau ayant été traitée par peinture anti-salissures l'année précédente.

3.5) Surveillance sous-marine

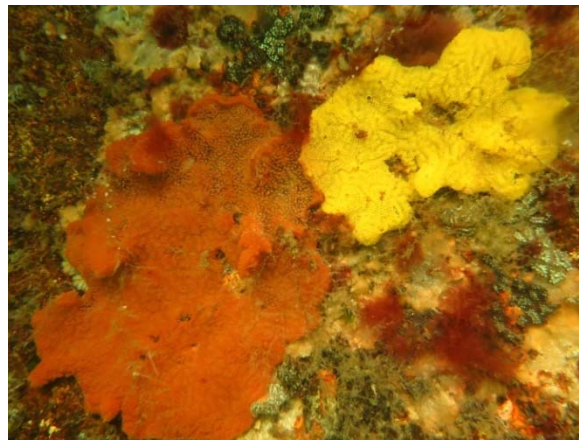
Plusieurs zones ont pu être observées lors de plongées durant la saison 2014.

Grâce à la participation des plongeurs de la DTAM, informés quelques semaines plus tôt sur la nature des espèces envahissantes marines à Saint-Pierre et Miquelon, l'ARDA a été informée le 16 octobre 2014 de la présence d'un grand nombre de colonies de tuniciers sur la coque d'une de leur embarcation de plaisance (cf. Figure 36). Les plaques de captage PVC du port de Saint-Pierre, situées à seulement quelques mètres du point d'amarrage de la dite embarcation, ne présentent que très peu d'individus à faible croissance de tuniciers coloniaux, il est apparu indispensable d'aller observer l'état de prolifération de ces tuniciers en plongée. Deux plongées ont donc été effectuées avec les plongeurs de la DTAM : une dans l'anse à Rodrigue et une au quai de l'Epi les 27 et 29 octobre 2014.



**Figure 36 : Colonies de *Botryllus schlosseri* sur embarcation annexe après 3 semaines dans le port de Saint-Pierre
(© Yoann Busnot, DTAM 2014)**

Ces plongées ont permis de constater une prolifération des tuniciers coloniaux restreinte à certaines zones. En effet, dans l'anse à Rodrigue, la quasi-totalité des algues laminaires présente au moins une colonie de tunicier colonial (très majoritairement *Botryllus schlosseri*), alors qu'aucun individu n'a été décelé au quai de l'Epi. Seulement quelques colonies de *Botrylloïdes violaceus* ont pu être observées pour la première fois en 2014 dans l'anse à Rodrigue (cf. Figure 37).



**Figure 37 : Colonies de *Botryllus schlosseri* et de *Botrylloïdes violaceus*, Anse à Rodrigue
(© Marion Sellier, ARDA 2014)**

Le fond du Barachois n'ayant pu être exploré par l'ARDA lors de ces plongées, les plongeurs de la DTAM ont complété nos observations et nous ont reporté leurs observations faites lors de leurs plongées ou lors de la mise à sec d'embarcations. Une grande quantité de

tuniciers, solitaires et coloniaux, semble s'y être développés. Cette zone présente en effet un faible renouvellement d'eau et profite de températures plus élevées par sa faible profondeur.

Une troisième plongée a été effectuée le 5 novembre 2014, lors de la venue de Bénédikte Vercaemer, chercheuse francophone travaillant au sein de Pêches et Océans Canada Nouvelle-Ecosse sur la thématique des espèces invasives. Lors de cette plongée, nous avons observé les filières mytilicoles du Grand Etang de Miquelon. Comme chaque automne depuis maintenant trois ans, la totalité des pieds de *Codium fragile* présents sur les filières a été arrachée et récoltée dans des sacs (cf. Figure 38). Les prélèvements effectués ont ensuite été détruits par séchage loin du rivage.



Figure 38 : Plongée sur les filières mytilicoles et arrachage du *Codium*
(© Pierre Poitevin, ARDA 2014)

Le nombre d'individus de l'espèce *Ciona intestinalis* fixés sur les filières a légèrement augmenté depuis les observations faites en 2013.

Les Pourpres Petits Pierre (*Nucella lapillus*), mollusque non considéré comme faisant partie des espèces envahissantes marines car indigène des côtes de Saint-Pierre et Miquelon, est toujours présent sur les filières de moules et présente la même contrainte qu'en 2013 pour les mytiliculteurs.

4) Discussion

4.1) Le crabe vert

L'échantillonnage des crabes verts de la mi-juillet à la fin septembre sur les dix stations a permis de confirmer l'aire d'implantation de l'espèce *Carcinus maenas* identifiée en 2013. En effet, trois individus ont à nouveau été capturés dans le fond du Grand Etang de Miquelon en 2014. De façon similaire à 2013, la totalité des individus capturés sont des mâles. Comme exposé dans le rapport de mission 2013, ceci peut être expliqué par le fait que la reproduction du crabe vert a lieu à partir de la mi-août. L'accouplement se faisant pendant la période de mue de la femelle, cette dernière arbore alors une nouvelle carapace complètement molle, ce qui la rend vulnérable face aux prédateurs. Celle-ci se met donc à l'abri et ne sort qu'une fois sa carapace durcie (Paille et al. 2006).

L'espèce présentant des activités migratoires journalières et saisonnières avec des différences sexuelles prononcées, la détection des individus mâles de grande taille et sur des stations fixes sous-estime probablement l'importance de la population. Un suivi élargi intégrant des moyens nautiques plus conséquents (bateau) semble nécessaire pour échantillonner de nouvelles zones propices à la capture de *Carcinus maenas*, et notamment des femelles.

Les trois individus capturés en 2014 sont de grande taille : ce sont des reproducteurs. Selon la vitesse de croissance des crabes verts dans les régions voisines, on peut penser que ces individus sont présents dans les eaux de l'archipel depuis au moins quatre ans (Berrill 1982 ; Behrens et al., 2005).

On peut corréler l'implantation du crabe vert dans le fond du Grand Etang de Miquelon avec l'hydrodynamisme de celui-ci. En effet, le crabe vert préfère les zones marines abritées et les estuaires, évitant les zones turbulentes. On le trouve sur des fonds rocheux, sablonneux, vaseux et dans les herbiers de zostères (Cohen et al., 1995 ; WDFW, 2002)..

Les trois spécimens de *Carcinus maenas* capturés lors de la mission 2014 ont été préalablement mesurés avant l'envoi d'échantillons musculaires à Pêches et Océans Canada de Saint-John's (NF) à des fins d'analyses génétiques. Les autres organes des crabes sont actuellement conservés congelés à l'ARDA afin de permettre d'éventuelles études ultérieures.

Ces prélèvements ont pour but d'augmenter la quantité d'échantillons analysés afin de déterminer les vecteurs potentiels d'introduction du crabe vert. Ces informations nous permettraient également de mieux appréhender l'origine de cette introduction et donc la prévention des risques d'expansion de cette espèce. Une phase d'expansion de cette espèce est d'ailleurs actuellement soulignée par les scientifiques canadiens. Les échantillons prélevés en 2013 et 2014 n'ont cependant pas encore été traités par Pêches et Océans Canada. Nous ne pouvons donc pour l'instant relier l'arrivée du crabe vert sur l'archipel à aucun vecteur d'introduction précis. D'autre part l'identification précise de la population de *Carcinus maenas* présente localement nous apporterait de précieuses informations concernant la valence écologique de celle-ci.

Différentes études sur l'impact du crabe vert montrent que de nombreuses espèces indigènes, naturellement présentes sur les côtes, ou exploitées en aquaculture peuvent être impactées par la présence de cette espèce envahissante (Paille et al., 2006). À l'heure actuelle, aucune constatation de ce type n'a été effectuée sur l'archipel de Saint-Pierre et Miquelon.

4.2) Les tuniciers

L'échantillonnage des tuniciers envahissants par les collecteurs mis en place en 2013 visait initialement à relever la présence potentielle de cinq espèces de tuniciers, dont deux solitaires et trois coloniaux : *Ciona intestinalis*, *Styela clava*, *Botryllus schlosseri*, *Botrylloides violaceus* et *Didemnum vexillum*. Seules deux de ces espèces avaient été décelées lors de la première mission, en 2013 : *Ciona intestinalis* et *Botryllus schlosseri*. La mission de 2014 a permis de découvrir la présence d'une troisième espèce : *Botrylloides violaceus*.

Ciona intestinalis

La présence de *Ciona intestinalis* en grand nombre se limite à la partie Sud du Grand Etang de Miquelon. Ces données ont été recueillies grâce à la pose de collecteurs sur différentes zones de la lagune. On a cependant pu observer une progression de la zone d'implantation de ce tunicier. En effet, l'ARDA possédant, pour d'autres missions, des points fixes d'enregistrement de données physico-chimiques dans la lagune, on a pu observer sur les bouées (coulées à un mètre sous la surface), lors de plongées effectuées en 2013 puis en 2014, soit une apparition, soit une augmentation du nombre d'individus de *Ciona intestinalis* ainsi que de leur taille.

L'hydrodynamisme actuel du Grand Etang de Miquelon n'offre que peu de renouvellement d'eau dans la moitié Sud de ce plan d'eau. Ceci offre un avantage à l'espèce *Ciona intestinalis* qui affectionne tout particulièrement les eaux calmes où elle présente un fort pouvoir colonisateur (MPO, 2013).

Le faible nombre de *Ciona intestinalis* observé dans la rade ainsi que dans le port de Miquelon peut s'expliquer par des courants importants y circulant régulièrement. Cependant, le développement en eau plus profonde que dans d'autres parties du monde où l'espèce a pu être observée pourrait être lié à la clarté des eaux de l'archipel.

On retrouve le même schéma d'implantation de l'espèce dans le port de Saint-Pierre : peu d'individus ont été observés lors de plongées au quai de l'Epi ainsi que dans l'anse à Rodrigue alors qu'une forte concentration est notée dans le fond du Barachois où la circulation de l'eau est très faible.

Botryllus schlosseri et *Botrylloides violaceus*

La présence de *Botryllus schlosseri* a été décelée par l'ARDA dans le port de Saint-Pierre en 2013. Sa présence n'a été observée qu'en petit nombre sur les collecteurs. Ce n'est que lorsqu'un plaisancier nous a informé de l'état d'infestation de la coque de son embarcation annexe que la situation est apparue inquiétante. En effet, après seulement trois semaines passées dans l'eau de l'anse à Rodrigue, l'embarcation présentait de nombreuses colonies de taille importante.

L'espèce *Botrylloides violaceus* semble n'être implantée que dans le port de Saint-Pierre (seulement observée dans l'anse à Rodrigue ainsi que dans le fond du Barachois). Son arrivée sur l'archipel est donc probablement plus récente que pour le botrylle étoilé. Les colonies observées lors de plongées sont peu nombreuses mais comptent de nombreux individus.

La différence d'implantation des tuniciers coloniaux entre les plaques de captage mises en place (peu colonisées) et les structures portuaires et coques de bateaux (très colonisées) peut s'expliquer par la nature de la surface. Il apparaît en effet que les plaques de captage mises en place pour la détection ont une surface trop lisse. Grâce aux échanges réalisés avec Pêches et Océans Canada à Moncton, il conviendrait donc de « griffer » les plaques PVC afin de permettre un captage des tuniciers plus aisé.

La double méthode de dispersion des tuniciers coloniaux présente un aspect inquiétant, ces derniers pouvant coloniser des structures éloignées de leur lieu de développement d'origine. Il est donc important d'échantillonner un maximum de zones propices à son développement afin de caractériser son expansion, et donc réussir à appréhender le risque d'étouffement de certaines espèces sur lesquelles il prolifère. Le nombre de zones à échantillonner devrait augmenter en 2015 grâce au matériel supplémentaire généreusement fourni par Pêches et Océans Canada de Nouvelle-Ecosse.

Aucune espèce envahissante marine ne semble s'être installée dans le port de Miquelon à ce jour (le seul individu de *Ciona intestinalis* observé en deux ans ne permettant pas d'affirmer que l'espèce a développé une population pérenne). Or avec l'arrivée du ber hydraulique, se pose la question du transfert des espèces. Il apparaît donc important de mettre en place une zone spécifique de nettoyage des coques de bateaux avec traitement des rejets, ainsi qu'un protocole de destruction des espèces envahissantes marines. Les espèces pouvant être observées lors de la mise à sec des bateaux sont les tuniciers solitaires et coloniaux ainsi que le membranipore. De plus, on peut noter que les bateaux ne présentant aucune espèce envahissante sur leur coque sont ceux qui ont reçu un traitement annuel à la peinture anti-salissures. À noter que certaines marques de peintures semblent plus efficaces que d'autres, indépendamment de leur tarif (informations reçues auprès des plaisanciers et professionnels ayant mis leur bateau à sec).

4.3) L'algue *codium*

La quantité de pieds observés sur l'ensemble de l'archipel semble stable depuis maintenant plusieurs années.

En effet, l'opération de nettoyage des filières mytilicoles effectuée chaque automne permet d'évaluer l'évolution de l'espèce dans la lagune du Grand Etang de Miquelon. La quantité de pieds enlevés chaque année est constante depuis maintenant trois ans (l'opération de nettoyage ayant été effectuée avec l'Ifremer en 2012). Cette technique permet donc de maîtriser localement la prolifération de cette algue à ce jour.

Le faible nombre ainsi que la petite taille des pieds fixés sur les structures d'élevage de l'entreprise EDC indiquent que l'état de colonisation de l'espèce est stable.

Le travail de communication effectué en 2013 auprès des aquaculteurs semble efficace car les mytiliculteurs, tout comme les pectiniculteurs, œuvrent d'eux même au travail de nettoyage des filières. Voyant leur travail ralenti par la hausse des températures estivales ainsi que la présence d'autres espèces sur les filières, l'intérêt de procéder à un travail précoce pour éviter l'invasion des structures par le *Codium* a rapidement été intégré.

Compte tenu des différents impacts possibles du *Codium fragile* sur le milieu, comme l'étouffement des moules et des pétoncles (en empêchant leur ouverture), le dégrappage des moules de leurs filières, l'encrassement des structures d'élevage et des aménagements du littoral, il apparaît nécessaire de continuer le suivi de cette espèce dans les années à venir.

4.4) La caprelle et le membranipore

On observe toujours la présence des espèces *Caprella mutica* et *Membranipora membranacea* en grand nombre dans des fonds marins nombreux et variés de l'archipel.

Le manque de temps et de disponibilité lors des missions 2013 et 2014 n'a pas permis de se consacrer à la totalité des espèces envahissantes présentes sur l'archipel, notamment les deux espèces citées ci-dessus.

Il apparaît donc nécessaire d'augmenter la durée de la mission ainsi que les moyens financiers qui y sont alloués afin de se consacrer à la problématique environnementale locale de chaque espèce envahissante marine recensée à Saint-Pierre et Miquelon.

4.5) Le pourpre petite pierre (non exotique)

Cette espèce semble présente depuis très longtemps dans les eaux de l'archipel. Or des effets néfastes sur l'aquaculture ne lui sont attribués que depuis deux ans. En effet, de nombreux individus trouvent refuge au sein des moules d'élevage et se nourrissent de leur chair, laissant ainsi place à des zones sans vie sur les filières après leur passage.

Malgré les travaux de sensibilisation menés auprès des professionnels mytilicoles, le manque de temps accordé à l'élevage, de par la nature secondaire de l'exploitation, nuit à la mise en oeuvre des recommandations.

4.6) Coopération régionale

En 2014, de nombreuses actions de coopération régionales ont été menées.

Tout d'abord, nous avons continué notre implication scientifique auprès du réseau canadien de suivis génétiques des espèces invasives marines (*Carcinus maenas*, *Caprella mutica*, *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri* et *Codium fragile*). Ces prélèvements doivent nous permettre à terme, d'identifier la provenance de ces espèces afin de mieux comprendre les mécanismes de colonisation de celles-ci.

Durant le mois de février 2014, l'Ifremer et la DTAM ont participé à l'Aquatic Invasive Species Atlantic Zone Monitoring de Mont-Joli (Québec). Cette réunion permet aux différentes provinces canadiennes atlantiques et à l'archipel de présenter les résultats obtenus l'année précédente ainsi que les perspectives pour l'année suivante. En plus de ce point d'étape, cette rencontre permet entre autres, d'harmoniser le plus possible les méthodes de suivi, d'avoir une vision plus large de cette problématique, de se tenir informer des évolutions scientifiques, de concrétiser des partenariats déjà existants et de mettre en place de nouveaux.

Cette réunion, annuelle, a également eu lieu en février 2015 à Moncton (Nouveau-Brunswick). Celle-ci a eu la particularité d'intégrer pour la première fois à la délégation habituelle composée de la DTAM et l'Ifremer, la technicienne de l'ARDA en charge de ces suivis. Cela a permis d'aborder des problématiques techniques concrètes et de rencontrer les différentes personnes en contact au niveau régional avec l'ARDA depuis maintenant deux ans. Une meilleure appréhension des différentes études en cours dans les provinces maritimes canadiennes est maintenant possible.

Enfin, une mission de coopération régionale impliquant Bénédikte Vercaemer, spécialiste canadienne du MPO de Nouvelle-Ecosse, a également eu lieu au mois de novembre dernier. Cette mission a été l'occasion de réaliser des actions de sensibilisation auprès des scolaires et des différents utilisateurs du littoral dont les aquaculteurs, au-delà de la coopération scientifique et technique.

4.7) Communication

La campagne de communication auprès du grand public ainsi que des usagers de la mer (plaisanciers et professionnels) a été accentuée en 2014.

Pour cela, nous avons décidé de mettre en place cette année plusieurs réunions de sensibilisation auprès de différents publics. Premièrement, un travail pédagogique de fond

auprès des scolaires du Collège de Miquelon a eu lieu durant toute l'année (de par la mission secondaire de la technicienne de l'ARDA chargée du suivi des espèces envahissantes marines). Une présentation de l'aspect régional de ce suivi a également été réalisée lors de la venue de Bénédikte Vercaemer sur l'archipel.

Des réunions offrant des explications détaillées sur les espèces envahissantes marines et leurs enjeux ont été mises en place auprès des plongeurs professionnels (DTAM) et des plongeurs loisir (Club Nautique Saint-Pierrais). Les plongeurs, pour la plupart intéressés par ces problématiques environnementales, offrent un réseau de surveillance intéressant. En effet, l'ARDA ne peut, avec les moyens actuels, étendre son réseau de surveillance qu'à une zone géographique limitée.

Le travail d'information a été complété par des réunions publiques de sensibilisation proposées par Bénédikte Vercaemer aux pêcheurs professionnels ainsi qu'aux plaisanciers de Miquelon et de Saint-Pierre (cf Figure 39). Afin d'appuyer la sensibilisation du public, Mme Bénédikte Vercaemer a profité de sa venue pour présenter les espèces envahissantes marines et leurs enjeux lors d'une émission radio, ainsi qu'un plateau TV au journal local de 20h00.



**Figure 39 : Communication ouverte au publique
de Bénédikte Vercaemer à Miquelon
(© Marion Sellier, ARDA 2014)**

Les responsables des structures portuaires des deux îles ont été informés directement et personnellement de la présence de ces espèces et de leurs enjeux écologiques et économiques.

Ces différentes réunions ont fait appel à plusieurs supports de communication. La plupart reposaient sur une présentation visuelle illustrée de photos prises localement par l'ARDA. Une plaquette de sensibilisation (cf. Annexe 3), réalisée conjointement par l'ARDA, la DTAM et l'Ifremer, a été largement distribuée lors de ces réunions. Cette plaquette présente

deux espèces : *Ciona intestinalis* et *Botryllus schlosseri*. Une seconde plaquette présentant cette fois *Botrylloïdes violaceus* et *Didemnum vexillum* est en cours de réalisation.

L'observation des coques de bateaux sortis à l'aide du ber hydraulique s'est révélée être d'un double intérêt. Cela permis d'identifier une nouvelle espèce, mais également d'informer de nombreux propriétaires de bateaux, présents lors des démonstrations d'utilisation du ber hydraulique, sur les espèces envahissantes recherchées, qu'elles soient avérées présentes ou non, sur l'identification de ces espèces, leur localisation potentielle ainsi que sur leurs impacts sur les structures mobiles ou fixes et sur la biodiversité locale.

Une présentation des différentes espèces envahissantes marines présentes et susceptibles d'envahir les côtes de l'archipel doit être prochainement mise en ligne sur le site de la DTAM.

Une interview radio a également été accordée à la station SPM Première au mois d'octobre.

5) Conclusion et perspectives

L'ensemble des travaux d'étude et de terrain menés ces deux dernières années a permis dans un premier temps de mettre en place une base de données concernant les espèces envahissantes marines présentes sur les côtes de l'archipel de Saint-Pierre et Miquelon. Quelques-unes de ces espèces avaient déjà été recensées avant les actions de terrain de l'ARDA. Cependant, les dernières espèces répertoriées localement ont permis une sensibilisation accrue des différents usagers de la mer. Cela a permis un élargissement du réseau de surveillance grâce à la participation de nombreux bénévoles soucieux des écosystèmes côtiers et marins et conscients de leur fragilité face aux impacts potentiels d'espèces menaçantes.

Le nombre d'espèces envahissantes marines recensées localement ne cessant de croître, il apparaît nécessaire de poursuivre le travail entamé et de développer les actions mises en œuvre dans les années à venir. Ceci passe par les actions suivantes :

- identifier les vecteurs potentiels d'introduction des différentes espèces envahissantes présentes et pouvant potentiellement arriver sur nos côtes (dès la réception des résultats issus des échantillons envoyés en 2013 et 2014 à Pêches et Océans Canada) ;
- mettre en place un suivi annuel des zones où certaines espèces envahissantes ont déjà été répertoriées afin de préciser l'évolution de l'infestation éventuelle ;
- approfondir la recherche d'espèces envahissantes dans les milieux propices (e.g. Lagune du Grand Barachois, Grand Etang de Miquelon, Fond de l'anse de Miquelon, Barachois de la Pointe Blanche, ports...) au développement de certaines espèces afin de mieux contrôler leur présence effective et leurs impacts sur les activités aquacoles et/ou les milieux d'intérêt écologique associés. En effet, les herbiers de zostères sont impactés par la présence de crabes verts (Paille et al., 2006) et de codium (Garbary et al., 2004). Les résultats de l'étude actuellement menée par l'ARDA sur les zosteraies du Grand Barachois seront donc à prendre en compte ces prochaines années. Il apparaît également intéressant de réaliser une étude similaire dans le Grand Etang de Miquelon, lagune déjà impactée par la présence d'espèces envahissantes marines.

Le nombre de points de surveillance pourra être augmenté en 2015 grâce à l'acquisition de trente nouveaux casiers (fabriqués à Miquelon par la société Miquelopêche) (cf. Figure 40) adaptés aux aléas des conditions environnementales locales, ainsi que de vingt-cinq nouvelles lignes de collecteurs PVC (fournis gracieusement par Pêches et Océans Canada Nouvelle-Ecosse) ;



**Figure 40 : Modèle de casier confectionné par la société Miquelopêche
selon les caractéristiques techniques fournies par l'ARDA
(© Marion Sellier, ARDA 2015)**

- continuer la sensibilisation auprès du grand public et des professionnels. Il convient d'accentuer cette sensibilisation auprès des aquaculteurs en poursuivant la mise en place de protocoles préventifs et curatifs de traitement des structures, afin de limiter la propagation de certaines espèces lors des manipulations liées à l'élevage. Il faudra cependant prendre en compte le manque de moyens et donc une capacité limitée à mettre ces protocoles en place. Les supports pédagogiques en cours de réalisation devront être opérationnels au début de la saison 2015.
- évaluer l'intérêt de mettre en place un système d'information en partenariat avec les plongeurs de loisirs – avec bancarisation de l'information pour une meilleure couverture géographique des observations et sensibilisation du public (sciences participatives).
- poursuivre le travail de concert avec le réseau de surveillance canadien. L'ARDA se doit d'être représentée chaque année lors de la restitution des résultats de l'année passée afin de mieux coordonner les actions avec les différentes provinces maritimes. Il apparaît judicieux d'envisager un déplacement aux Îles de la Madeleine en août 2015 (période durant laquelle l'équipe de recherche de Pêches et Océans Canada de Québec sera présente) : en effet, cet archipel présente de nombreuses similitudes faunistiques, floristiques, bathymétriques et climatiques avec l'archipel de Saint-Pierre et Miquelon. De plus, les espèces envahissantes marines recensées sur les deux archipels présentent des similitudes quant à leur pouvoir de colonisation.

Annexes

Annexe 1

MIQ	1 - Port
	2 - Quai ARDA
	3 - GE N.O
	4 - GE Sud
	5 - GE Sud
	6 - GE Sud
	7 - GE Est
	8 - Barachois
St-P	9 - Digue aux moules
	10 - Galantry

Date	Heure	Station	Temp. (°C)	Salinité	Captures			Remarques
					Espèce	Nb	Sexe	
10.07		8						Pose des casiers (2 gds)
15.07		1						Pose des casiers (1 gd + 1 pt)
		2						Pose des casiers (1 gd + 1 pt)
18.07	09:00	9	11,9		<i>Cancer irroratus</i>	15		
	09:30	10	11,9		<i>Cancer irroratus</i> <i>Anguilla rostrata</i> <i>Gasterosteus aculeatus</i>	24 1 1		
22.07	15:30	2	16,6	30,9	<i>Cancer irroratus</i> <i>Pseudopleuronectes americanus</i>	26 18 1	M F	
	16:00	1	13,9	31,1	<i>Cancer irroratus</i> <i>Tautogalabrus adspersus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	15 2 1	M	
24.07	14:00	9	13,1		<i>Cancer irroratus</i>	21		
	14:30	10	13,1		<i>Cancer irroratus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	7 1		
30.07	10:30	8	21,7	29,6	---			Odeur nauséabonde - bcp nvelles chaetomorphes
	11:30	2	19,1	30,4	<i>Cancer irroratus</i> <i>Pholis gunnellus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	15 5 2 2	M F	Les casiers ont été relevés et vidés... Bcp de <i>Ciona</i> vivantes échouées à côté du quai
01.08		3						Pose des casiers (1 gd + 1 pt)
		4						Pose des casiers (1 gd + 1 pt)
		5						Pose des casiers (1 gd + 1 pt)
		6						Pose des casiers (1 gd + 1 pt)
		7						Pose des casiers (1 gd + 1 pt)
	17:00	1	15	31,1		<i>Cancer irroratus</i>	10	M

					<i>Pholis gunnellus</i>	2		
					<i>Tautogalabrus adspersus</i>	1		
04.08	14:30	7	23,2	30,9	<i>Cancer irroratus</i>	3	M	
	15:00	6	18,7	31	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
					<i>Pholis gunnellus</i>	1		
	15:30	5	18,7	31	<i>Cancer irroratus</i>	2	M	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	2		
					<i>Pholis gunnellus</i>	1		
					<i>Gadus morhua</i>	1		
	16:00	4	18,9	31	<i>Cancer irroratus</i>	3	M	
						2	F	
	16:30	2	19,6	31	<i>Cancer irroratus</i>	27	M	
						32	F	
					<i>Tautogalabrus adspersus</i>	3		
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
					<i>Pholis gunnellus</i>	1		
					<i>Anguilla rostrata</i>	1		
	09:00	10	17,9		---			Casiers disparus
	09:15	9	17,9		<i>Cancer irroratus</i>	16		
					<i>Anguilla rostrata</i>	1		
05.08	15:00	8	22,7	29,7	---			Odeur nauséabonde
	16:00	3	19,1	31,1	<i>Cancer irroratus</i>	39	M	
						15	F	
07.08	11:30	6	21,1	31	<i>Cancer irroratus</i>	1	M	<i>Ciona</i> vivantes fixées sur les algues visibles du bord
					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	2		
					<i>Pholis gunnellus</i>	2		
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	3		
					<i>Anguilla rostrata</i>	1		
	12:00	5	21,4	31,3	<i>Cancer irroratus</i>	1	M	Bcp de <i>Ciona</i> vivantes échouées et fixées
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1		
	12:30	4	22,2	31,4	<i>Cancer irroratus</i>	12	M	Bcp de <i>Ciona</i> vivantes échouées et fixées
						2	F	
					<i>Pholis gunnellus</i>	2		
08.08	14:00	10	19,4		<i>Cancer irroratus</i>	3		
					<i>Anguilla rostrata</i>	1		
11.08	13:30	2	19,6	30,9	<i>Cancer irroratus</i>	16	M	Casiers relevés par autrui mais pas vidés
						27	F	
					<i>Tautogalabrus adspersus</i>	2		
					<i>Gadus morhua</i>	1		
					<i>Anguilla rostrata</i>	1		
	14:00	3	21,3	31	<i>Cancer irroratus</i>	8	M	
						59	F	
	15:00	8	23,6	30,9	---			
	16:00	6	22	28,3	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	2		

					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	2		
					<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1	F	
	16:30	5	22,1	28,8	<i>Pholis gunnellus</i>	1		
	17:00	4	22,4	29,2	<i>Cancer irroratus</i>	5	M	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1	F	
	14:45	10	19		<i>Cancer irroratus</i>	3		
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
12.08	09:00	7	17,9	30,4	<i>Cancer irroratus</i>	6	M	
	10:00	1	18,4	30,6	<i>Cancer irroratus</i>	7	M	
					<i>Tautogalabrus adpersus</i>	2		
					<i>Gadus morhua</i>	1		
13.08	17:00	10	19		<i>Cancer irroratus</i>	1		
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
14.08	10:00	6	19,8	30	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	3		
		6			<i>Pholis gunnellus</i>	2		
	10:30	5	20,5	30,7	<i>Cancer irroratus</i>	1	M	
	11:00	4	20,3	30,6	<i>Cancer irroratus</i>	7	M	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	3	F	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	2		
18.08	09:00	2	18,2	30,9	<i>Cancer irroratus</i>	14	M	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	7	F	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	4		
					<i>Tautogalabrus adpersus</i>	2		
					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1		
	10:00	3	17,2	30,8	<i>Cancer irroratus</i>	22	M	Casiers revenus sur le rivage
						4	F	cause : vents forts Sud-Est avec peu de fond
	10:30	6	19	30,6	<i>Carcinus maenas</i>	2	M	1er : 70mm (56mm) vert foncé
					<i>Cancer irroratus</i>	2	M	2ème : 65mm (53mm) vert foncé, dos jaune
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	2		(1 patte atrophiée)
					<i>Pholis gunnellus</i>	1		
	11:00	5	19	30,8	<i>Cancer irroratus</i>	1	M	
					<i>Anguilla rostrata</i>	1		
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
	11:30	4	18,9	30,8	<i>Cancer irroratus</i>	6	M	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
	12:00	7	19,3	31	<i>Cancer irroratus</i>	8	M	Bcp fooling. Zosteraie propre sous les casiers.
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
	14:00	8	19,3	30,2	---			
	15:00	1	16,7	31,1	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1	F	
					<i>Tautogalabrus adpersus</i>	1		
					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1		
	09:00	10	18,5		<i>Cancer irroratus</i>	9		

					<i>Anguilla rostrata</i>	5			
22.08	14:30	2	19,2	30,9	<i>Cancer irroratus</i>	19	M	Bcp algues échouées en décomposition Odeur nauséabonde	
						18	F		
					<i>Tautogalabrus adpersus</i>	2			
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	2			
	15:00	3	21,1	31	<i>Cancer irroratus</i>	39	M		
						9	F		
					<i>Pholis gunnellus</i>	1			
	16:00	6	20,6	30,3	<i>Carcinus maenas</i>	1	M	60mm (48mm) vert foncé dos un peu jauni <i>Ciona</i> qui se développent sur le casier le + proche du rivage 1 méduse violette	
					<i>Cancer irroratus</i>	1	M		
				<i>Myoxocephalus scorpius</i>	2				
16:15	5	19,9	30,9	<i>Cancer irroratus</i>	1	M	<i>Ciona</i> qui se développent sur le casier le + proche du rivage		
				<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1				
16:30	4	20,3	30,9	<i>Cancer irroratus</i>	21	M			
					3	F			
				<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1				
17:00	7	19,8	31	<i>Cancer irroratus</i>	6	M			
17:30	1	19	30,3	<i>Cancer irroratus</i>	10	M			
				<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1				
				<i>Phycis phycis</i>	1				
				<i>Eumesogrammus praecisus</i>	1				
14:30	10	19		<i>Cancer irroratus</i>	1				
25.08	14:30	1	19,1	31,3	<i>Cancer irroratus</i>	4	M		
					<i>Tautogalabrus adpersus</i>	2			
					<i>Eumesogrammus praecisus</i>	1			
	15:00	2	20,8	31	<i>Cancer irroratus</i>	18	M		
						11	F		
					<i>Anguilla rostrata</i>	1			
	15:30	3	19,6	31,1	<i>Cancer irroratus</i>	38	M		
						7	F		
					<i>Phycis phycis</i>	1			
16:00	6	19,6	30,9	<i>Cancer irroratus</i>	1	M	Bcp fooling Dont 2 juvéniles (<5cm)		
					3				
16:30	5	19,4	31	<i>Cancer irroratus</i>	1	M	Bcp fooling		
					2				
17:00	4	19,6	31	<i>Cancer irroratus</i>	10	M	Bcp fooling		
					11	F			
17:30	7	18,9	31,1	<i>Cancer irroratus</i>	7	M	Bcp fooling		
					1				
				<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1				
	16:00	10	18,5		<i>Cancer irroratus</i>	12			
28.08	17:00	10	18,5		<i>Cancer irroratus</i>	11			
					<i>Anguilla rostrata</i>	1			
01.09	11:00	6	16,5	30,3	<i>Cancer irroratus</i>	2	M	Ciona en fort grossissement les plus grandes mesurent jusqu'à 1cm	
						<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
						<i>Phycis phycis</i>	1		

	11:00	5	16,3	30,3	<i>Cancer irroratus</i>	3	M	Ciona en fort grossissement les plus grandes mesurent plus de 1cm Davantage colonisé sur la face Nord (ombre)
	11:30	4			---			Station échouée un peu plus loin suite à la tempête avec vents de secteur NE
	16:00	10	18,5		<i>Cancer irroratus</i>	4		1 casier enlevé pour mettre à la station 9
02.09	11:00	8	16,7	28,9	---			
05.09	15:00	7	22,7	29,7	<i>Cancer irroratus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	12 6	M	Casiers un peu revenus vers rivage cause houle Qqs Ciona ds les zostères en échouage Algue brune fixée sur casiers
	15:30	6	17,8	30,6	<i>Cancer irroratus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	3 1	M	Ciona fixées sur les 2 casiers (jusqu'à 2cm)
	16:00	5	17,6	30,8	<i>Cancer irroratus</i> <i>Pholis gunnellus</i>	3 1 1	M F	Ciona fixées sur 1 casier (jusqu'à 3cm)
	16:30	4			---			Remise en place de la station un peu plus au Sud (plus de fond)
	13:00	10	16,2		<i>Cancer irroratus</i>	9		
	13:30	9	16,2		<i>Cancer irroratus</i>	42		
	08.09	09:00	2	13,6	30,9	<i>Cancer irroratus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i> <i>Pholis gunnellus</i>	48 47 5 1	M F
10:00		1	13,1	31,1	<i>Cancer irroratus</i> <i>Pseudopleuronectes americanus</i>	10 1 4	M F	
15:00		10	16,2		<i>Cancer irroratus</i>	4		
15:15		9	16,2		<i>Cancer irroratus</i>	10		
10.09		16:00	10	16,2		<i>Cancer irroratus</i>	14	
	16:15	9	16,2		<i>Cancer irroratus</i>	20		
17.09	09:30	7	14,8	31,1	<i>Cancer irroratus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	8 3	M	
	10:00	6	14,9	30,9	<i>Cancer irroratus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	2 1	M	Fort dvpt des Ciona sur les 2 casiers
	10:30	5	14,6	31	<i>Cancer irroratus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	8 1 1	M F	Ciona : Gd casier : bcp en bouquets face Nord Pt casier : un peu sur les zones plus à l'ombre
	11:00	4	14,8	31,2	<i>Cancer irroratus</i> <i>Pholis gunnellus</i> <i>Myoxocephalus scorpius</i>	28 1 2 2	M F	Pas encore de Ciona après échouage
	11:30	3	14,8	31,1	<i>Cancer irroratus</i>	12 2 9	M F	Pas de Ciona
	12:00	2	14,7	31,1	<i>Cancer irroratus</i>	39 27	M F	

					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	4		
					<i>Pholis gunnellus</i>	2		
	09:45	10	15,6		<i>Cancer irroratus</i>	10		
	10:00	9	15,6		<i>Cancer irroratus</i>	14		
18.09	16:30	8	21,6	30,4	<i>Anguilla rostrata</i>	1		Pas de Ciona
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
	17:00	1	15,1	31,3	<i>Cancer irroratus</i>	5	M	
					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1		
					<i>Tautogalabrus adspersus</i>	1		
					<i>Eumesogrammus praecisus</i>	1		
24.09	16:00	10	12		<i>Cancer irroratus</i>	25		
	16:15	9	12		<i>Cancer irroratus</i>	15		
01.10	10:00	8	12		<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		RETRAIT STATION
03.10	10:30	10	9		<i>Cancer irroratus</i>	4		
					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1		
	10:45	9	9		<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1		
10.10	14:30	6	11		<i>Cancer irroratus</i>	45	M	RETRAIT STATION
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	5		
					<i>Pholis gunnellus</i>	1		
					<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	1		
	15:00	5	11		<i>Cancer irroratus</i>	35		RETRAIT STATION
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	4		
					<i>Pholis gunnellus</i>	3		
	15:30	4	12		<i>Cancer irroratus</i>	45	M	RETRAIT STATION
						1	F	
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	5		
					<i>Pholis gunnellus</i>	3		
					<i>Phycis phycis</i>	2		
	16:00	10	16		<i>Cancer irroratus</i>	8		
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
	16:15	9	16		<i>Cancer irroratus</i>	1		
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1		
16.10	10:30	3	11		<i>Cancer irroratus</i>	83	M	RETRAIT STATION
						7	F	
	11:30	7	11		<i>Cancer irroratus</i>	18	M	RETRAIT STATION
					<i>Myoxocephalus scorpius</i>	3		
					<i>Pholis gunnellus</i>	1		

Capture de crabe vert n°1

Date : 18.08.2013

Heure : 10^H30

Station : Fond du Grand Etang de Miquelon : Station 6

Température : 19.0°C

Salinité : 30,6

Oxygène : inconnu

Temps d'échantillonnage : 4 jours

Météo depuis la dernière levée : Nuageux avec quelques éclaircies ; plus clair le 17. Vent modéré à fort de secteur Est/Sud-Est.

Informations relatives à la station

- **Nature du fond** : Pente de galets et algues. Présence de très nombreux tuniciers solitaires (*Ciona intestinalis*) fixés sur les algues.
Peu de circulation d'eau. Fond envasé.
- **Végétation** : Présence de laminaires, de fucales, d'entéromorphes et de quelques zostères.
- **Profondeur** : < 1 mètre.

Taille (largeur carapace en mm)	Couleur de la carapace	Couleur de l'abdomen	Etat de la carapace (encrassée ou mue)	Sexe	Présence d'œufs, couleur des œufs
70	Vert foncé	Jaune	Propre	Mâle	-

Capture de crabe vert n°2

Date : 18.08.2013

Heure : 10H30

Station : Fond du Grand Etang de Miquelon : Station 6

Température : 19.0°C Salinité : 30,6

Oxygène : inconnu

Temps d'échantillonnage : 4 jours

Météo depuis la dernière levée : Nuageux avec quelques éclaircies ; plus clair le 17. Vent modéré à fort de secteur Est/Sud-Est.

Informations relatives à la station

- **Nature du fond** : Pente de galets et algues. Présence de très nombreux tuniciers solitaires (*Ciona intestinalis*) fixés sur les algues.
Peu de circulation d'eau. Fond envasé.
- **Végétation** : Présence de laminaires, de fucales, d'entéromorphes et de quelques zostères.
- **Profondeur** : < 1 mètre.

Taille (largeur carapace en mm)	Couleur de la carapace	Couleur de l'abdomen	Etat de la carapace (encrassée ou mue)	Sexe	Présence d'œufs, couleur des œufs
65	Vert, dos jauni	Jaune	Propre (une patte atrophiée)	Mâle	-

Capture de crabe vert n°3

Date : 22.08.2013

Heure : 16H00

Station : Fond du Grand Etang de Miquelon : Station 6

Température : 20.6°C

Salinité : 30,3

Oxygène : inconnu

Temps d'échantillonnage : 4 jours

Météo depuis la dernière levée : Ensoleillé avec quelques passages nuageux. Vent modéré de secteur Ouest/Nord-Ouest.

Informations relatives à la station

- **Nature du fond** : Pente de galets et algues. Présence de très nombreux tuniciers solitaires (*Ciona intestinalis*) fixés sur les algues.
Peu de circulation d'eau. Fond envasé.
- **Végétation** : Présence de laminaires, de fucales, d'entéromorphes et de quelques zostères.
- **Profondeur** : < 1 mètre.

Taille (largeur carapace en mm)	Couleur de la carapace	Couleur de l'abdomen	Etat de la carapace (encrassée ou mue)	Sexe	Présence d'œufs, couleur des œufs
60	Vert foncé, dos jauni	Jaune	Propre	Mâle	-

Annexe 3

Plaquette informative destinée aux usagers du littoral :

L'ascidie jaune



© ARDA - P. Palévin
Ciona intestinalis

Comment reconnaître l'ascidie jaune ?

- Aspect : tube transparent à orangé (organes digestifs apparents) avec deux siphons présentant un liseré jaune ou orange.
- Taille : jusqu'à 15 cm de long (moyenne : 10 cm).
- Lieu : fixée sur un support (coque de bateau, quai, bout, algue...), souvent présente en colonie.

Le botrylle étoilé



© Ifremer - X. Casey
Botryllus schlosseri

Comment reconnaître le botrylle étoilé ?

- Aspect : plaque gélatineuse présentant des groupes de 3 à 20 zoïdes disposés en étoile. Souvent de deux couleurs distinctes qui varient d'une colonie à l'autre.
- Taille : chaque colonie peut s'étendre de quelques millimètres à plusieurs centimètres.
- Lieu : fixée sur un support (coque de bateau, quai, bout, algue...).

Que faire si je trouve des ascidies jaunes ou du botrylle étoilé ?



© ARDA - M. Sellier

- Ne pas tenter de les enlever,
- Prendre si possible des photos,
- Noter le lieu (idéalement les coordonnées GPS) où l'espèce a été identifiée,
- Contacter rapidement l'ARDA - *contact au verso* (un protocole d'élimination des individus vous sera fourni si ceux-ci se trouvent sur un support mobile tel une embarcation).



© Ifremer - X. Casey

Botrylle étoilé (*Botryllus schlosseri*)



1 cm

Tunique gélatineuse dont la couleur contraste souvent avec les « fleurs »

Zoïdes regroupés en forme de fleurs

Ascidie jaune (*Ciona intestinalis*)



Longeur 10 cm (max 20 cm)

Siphons bordés d'un liseré jaune/orange

Anse intestinale et appareil reproducteur

Système de fixation

Quel est leur impact ?

Le botrylle étoilé et l'ascidie jaune, comme tous les tuniciers, sont des compétiteurs importants des autres animaux filtreurs (moules et autres bivalves notamment), tant au niveau de la ressource alimentaire que de l'espace de fixation.

Ils impactent entre autres l'aquaculture par une diminution de la production (colmatage) et une augmentation de la masse des structures, mais également l'ensemble des pêcheurs professionnels et plaisanciers par un important temps de nettoyage des embarcations, des filières, des quais, etc.



D
T
A
M

ARDA SPM

Ifremer

Contact à l'ARDA : Marion Sellier
41.68.52 ou 55.68.22
marionsellier.ardaspm@gmail.com

Nous pouvons tous ensemble limiter la propagation de ces tuniciers en veillant leur développement.

AIDEZ-NOUS !



Annexe 4

Lexique des espèces citées dans ce rapport :

Espèces natives locales	Espèces exotiques
<i>Anguilla rostrata</i> : anguille d'Amérique	<i>Botrylloides violaceus</i> : botrylloïde violet
<i>Cancer irroratus</i> : crabe de roche, crabe commun	<i>Botryllus schlosseri</i> : botrylle étoilé
<i>Eumeseogrammus praecisus</i> : quatre-lignes Atlantique	<i>Caprella mutica</i> : caprelle
<i>Gadus morhua</i> : morue de l'Atlantique	<i>Carcinus maenas</i> : crabe vert, crabe enragé
<i>Gasterosteus aculeatus</i> : épine de mer à trois épines	<i>Ciona intestinalis</i> : ascidie jaune, cione intestinale
<i>Myoxocephalus scorpius</i> : chaboisseau à épines courtes, crapaud de mer à épines courtes	<i>Codium fragile</i> : codium orvet, algue chou-fleur
<i>Nucella lapillus</i> : pourpre de l'Atlantique, pourpre petit pierre, bigorneau blanc	<i>Didemnum vexillum</i> : pâte à crêpe
<i>Pholis gunnellus</i> : gonelle	<i>Membranipora membranacea</i> : membranipore
<i>Phycis spp.</i> : espèce non identifiée	<i>Styela clava</i> : ascidie plissée
<i>Pseudopleuronectes americanus</i> : plie rouge	
<i>Tautogalabrus (Tautogalabrus) adspersus</i> : tanche tautogue, achigan de mer, vielle, perche de mer ou tanche vielle	

Annexe 5

Données enregistrées concernant les espèces envahissantes marines recensées à Saint-Pierre et Miquelon :

Botrylloides violaceus

- Date de la première observation : Octobre 2014
- Lieu de la première observation : Port de Saint-Pierre, Anse à Rodrigue
- Aire de répartition actuelle : Port de Saint-Pierre, Anse à Rodrigue

Botryllus schlosseri

- Date de la première observation : Novembre 2012
- Lieu de la première observation : Port de Saint-Pierre
- Aire de répartition actuelle : Port de Saint-Pierre (anse à Rodrigue, Barachois)

Caprella mutica

- Date de la première observation : inconnue ; présence estimée depuis plusieurs décennies
- Lieu de la première observation : inconnu
- Aire de répartition actuelle : tout autour de l'archipel

Ciona intestinalis

- Date de la première observation : été 2012
- Lieu de la première observation : Port de Saint-Pierre (Barachois)
- Aire de répartition actuelle : Port de Saint Pierre (anse à Rodrigue, Barachois) ; Grand Etang de Miquelon (moitié Sud)

Codium fragile

- Date de la première observation : 2010
- Lieu de la première observation : Grand Etang de Miquelon (filières mytilicoles)
- Aire de répartition actuelle : Grand Etang de Miquelon (filières mytilicoles) ; anse de Miquelon (filières pectinicoles)

Membranipora membranacea

- Date de la première observation : inconnu
- Lieu de la première observation : inconnu
- Aire de répartition actuelle : tout autour de l'archipel, sur les sites avec présence de laminaires

Bibliographie

BEHRENS YAMADA S., A. KALIN, C.E. HUNT, B.R. DUMBAULD, R. FIGLAR-BARNES ET A. RANDALL. 2005. Growth and persistence of a recent invader *Carcinus maenas* in estuaries of the Northeastern Pacific. *Biological Invasion* 7: 309-321.

BERRILL, M. 1982. The life cycle of the green crab *Carcinus maenas* at the northern end of its range. *J. Crust. Biol.* 2(1): 31-39.

BOUDOURESQUE C.F., VERLAQUE M., 2010. Is global warming involved in the success of seaweed introductions in the Mediterranean Sea? *Seaweeds and their role in globally changing environments*. ISRAEL A., EINAV R., SECKBACH J. (édit.), Springer publication, Dordrecht, pp. 31-50.

CARLTON, J.T., 1996. Biological invasions and cryptogenic species. *Ecology*, 77, 1653–1655.

COHEN, A.N., J.T. CARLTON ET M.C. FOUNTAIN. 1995. Introduction, dispersal and potential impacts of the green crab *Carcinus maenas* in San Francisco Bay, California. *Mar. Biol.* 122: 225-237.

COUNCIL REGULATION, 2007. EC, No. 708/2007 of 11 June 2007 concerning use of alien and locally absent species in aquaculture. 18.7.2007 Official Journal of the European Union L 168 of 28.6.2007.

DAVIS, M.A., 2009. *Invasion Biology*. Oxford University Press, Oxford, UK, 244pp.

ELLIOTT, M., 2003. Biological pollutants and biological pollution – an increasing cause for concern. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 275–280.

ELTON C.S., 1958. *The ecology of invasions by animals and plants*. Methuen publication Reprinted 2000 by University of Chicago Press : I-XIV, pp. 1-181.

GARBARY D.J., FRASER S.J., HUBBARD C. et KIM K.Y. 2004. *Codium fragile*: rhizomatous growth in the *Zostera* thicket of eastern Canada. *Helgol Mar. Res.* 58: 141-146.

HELLMANN J.J., BYERS J.E., BIRWAGEN B.G., DUKES J.S., 2008. Five potential consequences of climate change for invasive species. *Conservation Biology*, 22 (3), pp. 534-543.

ICES, 2004. ICES Code of Practice on the Introductions and Transfers of Marine Organisms. Available from: <http://www.ices.dk/reports/general/2004/icescop2004.pdf>

ICES, ANNUAL REPORT 2014, March 2015. Available from : <http://www.ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/ICES%20Annual%20Report/Annual%20Report%202014.pdf#search=rapport%20france>

IMO, 2004. International Maritime Organization. International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments. Available from : <http://www.imo.org>

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESMENT (MAE), 2005, Available from : <http://www.unep.org/maweb/documents/document.431.aspx.pdf>.

MINCHIN, D., GOLLASCH, S., COHEN, A.N., HEWITT, C.L., OLENIN, S., 2009. Characterizing vectors of marine invasion. In: Rilov, G., Crooks, J.A. (Eds.), *Biological Invasions in Marine Ecosystems: Ecological, Management, and Geographic Perspectives*. Series, *Ecological Studies*, vol. 204 (XXVI). Springer-Verlag, pp. 109–116.

JOHNSTON, E.L., PIOLA, R.F., CLARK, G.F., 2009. The role of propagule pressure in invasion success. In: Rilov, G., Crooks, J.A. (Eds.), *Biological Invasions in Marine Ecosystems: Ecological, Management, and Geographic Perspectives*, *Ecological Studies*, vol. 204 (XXVI). Springer-Verlag, pp. 134–151.

MPO. 2013. Avis scientifique issu de l'Évaluation des risques posés par cinq espèces de tuniciers sessiles. Secr. Can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/049

OCCHIPINTI-AMBROGI A., SAVINI D., 2003. Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 46, pp. 542-551.

OCCHIPINTI-AMBROGI A., 2007. Global change and marine communities: alien species and climate change. *Marine Pollution Bulletin*, 55, pp. 342-352.

OLENIN S., ALEMANY F., A. CARDOSO C., GOLLASCH S., GOULLETQUER P., LEHTINIEMI M., MCCOLLIN T., MINCHIN D., MIOSSEC L., OCCHIPINTI AMBROGI A., OJAVEER H., JENSEN K.R., STANKIEWICZ M., WALLENTINUS I. & ALEKSANDROV B., 2010. Marine Strategy Framework Directive - Task Group 2 Report. Non-indigenous species. EUR 24342 EN. ISBN 978-92-79-15655-7. ISSN 1018-5593. DOI 10.2788/87092. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 44 pp.

OLENIN S., ELLIOTT M., BYSVEEN I., CULVERHOUSE P.F., DAUNYS D., DUBELAAR G.B.J., GOLLASCH S., GOULLETQUER P., JELMERT A., KANTOR Y., BRINGSVOR MÉZETH K., MINCHIN D., OCCHIPINTI-AMBROGI A., OLENINA I., VANDEKERKHOVE J., 2011. Recommendations on methods for the detection and control of biological pollution in marine coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 62, pp. 2598-2604.

PAILLE N., LAMBERT J., SIMARD N., PEREIRA S., 2006. Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 276. Direction régionale des Sciences Ministère des Pêches et des Océans Institut Maurice-Lamontagne.

PARKER M.I. et al., 1999. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. Department of Biology, University of California, USA.

SELLIER M., POITEVIN P., GORAGUER H., FAURE J.M., GOULLETQUER P. 2013. Suivi des espèces envahissantes marines à Saint-Pierre et Miquelon. Rapport ARDA-Ifremer, p. 74. Accessible depuis : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00175/28635/>

WILLIAMSON, 1996. Biological Invasions. Population and Community Biology Series, ISSN 1367-5257. Volume 15 de Technology in the Third Millennium. p. 244.