

Sciences à la page

SEPTEMBRE / 2014

Cartographier la distribution des animaux et des changements environnementaux dans l'océan

Réparties sur le sol marin comme des perles sur un fil, des stations de réception acoustique détectent les transmetteurs posés sur les animaux à environ un demi-kilomètre à la ronde (1). La ligne d'Halifax, qui s'étend sur plus de 100 miles nautiques du large d'Halifax jusqu'au bord du plateau néo-écossais, constitue la plus longue ligne de récepteurs acoustiques au monde. Cette ligne recueille des données sur les mouvements des animaux et les conditions océaniques de façon plus fréquente et plus précise que les méthodes actuelles communes telles que les échantillonnages et la surveillance menés depuis les navires de recherche (2).*

Que savons-nous des océans?

Afin de garantir les nombreux bénéfices que les Canadiens peuvent tirer de l'environnement marin, nous nous devons de comprendre comment les végétaux et les animaux, y compris les humains, sont interconnectés (3), et nous devons également gérer de façon durable les activités humaines de manière à ce que les ressources océaniques et l'équilibre des écosystèmes soient maintenus.

La gestion au niveau des écosystèmes représente un défi majeur étant donné l'état actuel de nos connaissances – probablement les deux-tiers des espèces marines mondiales n'ont pas encore été décrites par la Science (4), les plus grandes lacunes au Canada concernant les grands fonds marins situés en dehors de notre Zone Économique Exclusive ainsi que l'Arctique.

Les humains ont longtemps été incapables d'atteindre tous les recoins de l'océan. Au cours des dernières années des progrès technologiques considérables ont été faits, et aujourd'hui il n'existe plus de zone océanique que nous

ne pouvons pas échantillonner. Cependant, cela peut être coûteux et dangereux, ce qui a limité l'exploration et la cartographie à moins de cinq pour cent des océans (5). Les grands fonds marins, y compris certaines régions des eaux Canadiennes, sont presque entièrement inconnus, ce qui limite notre compréhension des processus écologiques et environnementaux importants pouvant éclairer la gestion.

Établir et maintenir des pêches commerciales durables

Les produits de la mer constituent une des plus importantes sources d'exportations alimentaires du Canada – environ 85 pour cent des produits marins sauvages sont exportés à travers le monde chaque année. En 2012, cela a généré 3,6 milliards de dollars de recette d'exportation (6). La même année, la valeur des débarquements des produits marins sauvages était de plus de 2,1 milliards de dollars (6). Afin de maintenir ce chiffre d'affaire annuel et les emplois qui en dépendent, il est essentiel d'établir les mouvements et la mortalité naturelle des espèces à valeurs commerciales ainsi que de documenter leurs interactions avec les autres espèces dans les écosystèmes marins. Les mouvements des animaux et les interactions peuvent être établis grâce aux études de suivi dans lesquelles des poissons et mammifères marins sauvages sont équipés de balises électroniques sophistiquées qui donnent des indications sur leurs localisations géographiques, leurs comportements (alimentation vs. déplacement), l'utilisation de l'habitat et leur survie.

La technologie canadienne; applications dans le monde

La ligne acoustique d'Halifax fait partie d'une infrastructure mondiale de suivi des océans qui utilise des technologies élaborées au Canada pour documenter la localisation

et les mouvements des animaux marins à travers le monde. Des étiquettes émettrices acoustiques (également faites au Canada) sont implantées ou attachées à des poissons (p. ex. requins, morues, saumons, esturgeons), des invertébrés (p. ex. homards), ou des mammifères marins (p. ex. phoques) afin de collecter des informations sur leurs mouvements et les conditions océaniques qu'ils rencontrent, ceci pendant une durée pouvant aller jusqu'à 20 ans selon la taille des étiquettes.

Des flottes de robots océaniques patrouillant, également appelés planeurs sous-marins, téléchargent les données contenues dans les stations de réception fixes et les envoient au laboratoire via satellite. Les planeurs sous-marins sont également munis de leurs propres récepteurs qui détectent les animaux marins marqués; ils collectent également des données sur la température de l'eau, la salinité, la profondeur et l'oxygène dissout, fournissant ainsi des informa-

Étude de cas: la gestion du saumon du pacifique s'adaptant à un environnement changeant

Les plus petits transmetteurs (5 mm!) permettent aux chercheurs de marquer des juvéniles de saumons rouges (saumoneaux) alors qu'ils rencontrent des stressés environnementaux tels que des températures défavorables ou des organismes pathogènes au cours de leur migration entre le fleuve Fraser et l'océan Pacifique (10). Une étude récente portant sur la relation entre le stress parental et la survie de la progéniture a mis en évidence que les parents très stressés produisent une descendance qui nage plus vite, et qui aurait, en moyenne, une probabilité de survie plus élevée (10). A l'échelle de la population, cet avantage sera contrebalancé par une plus faible probabilité de survie (et donc de reproduction) des parents stressés (10). Cette étude ainsi que d'autres études de suivi contribuent à expliquer les raisons de l'effondrement de la population de saumons retournant au fleuve Fraser en 2009 lorsque que plus de neuf millions de saumons « manquaient à l'appel ». De plus, cela contribue aussi à éclairer la politique canadienne sur le saumon en vertu des recommandations proposées par la Commission Cohen (10,11) qui a été mise en place afin de clarifier les causes du déclin.

tions plus précises, fréquentes et moins coûteuses qu'avec les autres méthodes traditionnelles (p. ex. les navires de surveillance) (2,8). Les animaux eux-mêmes constituent un autre outil multifonctionnel nouveau. En effet, les plus gros animaux peuvent être équipés de deux unités récepteurs-transmetteurs, renseignant sur leurs interactions avec d'autres animaux marqués, tandis qu'ils portent également des capteurs enregistrant les conditions environnementales qu'ils expérimentent (9).

Points chauds de la biodiversité et pêches commerciales

Les études de suivi ont joué un rôle essentiel à l'identification des « points chauds » de la biodiversité. Ceux-ci sont des régions océaniques où les animaux se regroupent fréquemment; les ressources animales et végétales y sont riches, fournissant à la fois nourriture et abris. Certains « points chauds », particulièrement ceux situés en haute mer, se produisent à différents endroits selon les années. D'autres sont fixes et fortement prévisibles.

Les coraux d'eaux froides des grands fonds marins ne sont pas exploités commercialement mais constituent un habitat essentiel pour certaines espèces, y compris le sébaste, espèce commercialement importante au large de la côte ouest du Canada. Le sébaste plonge sous les coraux et y dépose ses œufs. Après l'éclosion, les coraux font office de nourricerie pour les jeunes poissons avant qu'ils ne rejoignent les eaux libres (7). Il est nécessaire de protéger l'écosystème corallien afin de maintenir en bonne santé les stocks de sébastes qui font l'objet d'une pêche commerciale. Comprendre les interactions importantes comme celle-ci permet une gestion efficace des espèces exploitées.

Les phoques gris, marqués à l'île de Sable et dans le Golfe du Saint-Laurent, viennent régulièrement et de façon indépendante sur des zones d'alimentation communes au large des côtes de Nouvelle-Ecosse pour y former de grands groupes d'alimentation (12). Les phoques se regroupent dans les zones où leurs proies se rassemblent (et les proies de leurs proies se rassemblent), créant ainsi un point chaud de la biodiversité sur le plateau néo-écossais. Ce sont également des zones d'intérêts pour les industries en pleine expansion telles que les industries pétrolières et gazières, l'aquaculture et les fibres optiques (12). En comprenant l'importance biologique de ces zones nous pouvons élaborer des stratégies pour nos nouveaux développements tout en protégeant les espèces importantes écologiquement et commercialement.

Comprendre les effets de l'environnement sur la survie des animaux

L'acidification des océans

Le dioxyde de carbone est absorbé par l'océan où il forme de l'acide carbonique, ce qui diminue le pH des eaux et les acidifie. Cela rend les composés à base de calcium (nécessaires à la croissance des coquilles) moins disponibles pour les animaux tels que les coraux ou les crustacés (13). Une grande partie de l'économie de la pêche au Canada provient des crustacés (14) alors que les océans bordant le Canada deviennent de plus en plus acides (15,16). Nous commençons à peine à comprendre l'étendue et la localisation de l'acidification, comment les organismes y répondent, et dans une large mesure seulement, en raison de l'échantillonnage limité des océans. Les capteurs portés par les animaux tel que les phoques sont de plus en plus utilisés pour agrandir le territoire couvert par l'échantillonnage.

L'excès de nutriments

Les nutriments en excès proviennent des eaux usées, des déchets industriels ou du ruissellement agricole qui sont libérés dans l'océan (17). L'excès de nutriments provoque la croissance excessive des végétaux, et lorsque ceux-ci meurent et coulent vers le fond, ils se décomposent – un processus qui utilise l'oxygène contenu dans l'eau conduisant parfois à des zones dépourvues d'oxygène, appelées « zones mortes » (17).

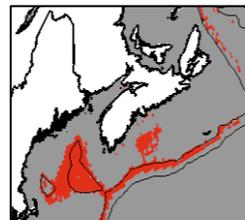
Les anguilles font face à une pression de prédation au cours de leur migration vers le site de reproduction



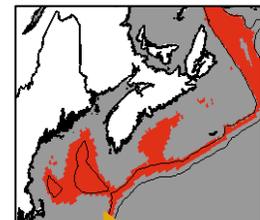
$O_2 > \text{seuil}$
Habitat approprié

$O_2 < \text{seuil}$
Habitat non approprié

avant-1980



après-1980



Les « zones mortes » ont augmenté depuis les années 80

Étude de cas: Les Zones Mortes du Golfe du Saint-Laurent et la Pêche Commerciale de la Morue

Le golfe du Saint-Laurent est maintenant parcouru de zones mortes qui affectent les stocks commerciaux de morue (19), (19). Des chercheurs en Norvège (20) et au Canada (21,22) ont constaté que les morues évitaient les zones à faible teneur en oxygène. Le Canada a récemment adopté des réglementations sur le traitement des eaux usées afin de réduire la quantité des déversements des eaux non traitées dans les cours d'eau (23). En surveillant les mouvements et l'utilisation de l'habitat de morues marquées, les études de télémétrie permettent aussi de renseigner l'efficacité de la gestion et de la réglementation industrielle.

Étude de cas: les requins-taupes vs. les anguilles d'Amérique

Les anguilles d'Amérique grandissent dans les eaux continentales canadiennes et quittent celles-ci lors de leur migration de reproduction dès le début de leur maturation. L'anguille d'Amérique est une espèce à valeur commerciale importante, les civelles (alevins) se vendant plus de 2000 dollars la livre pour les besoins d'aquaculture en Asie. En 2012, une étude de suivi, visant à renseigner la migration des anguilles adultes depuis les eaux douces canadiennes jusqu'à leur site de ponte en Mer des Sargasses, a révélé d'étonnantes données: plusieurs balises posées sur les anguilles dans le golfe du Saint-Laurent ont enregistré une augmentation importante de la température. La comparaison des températures ainsi que des profils de plongées enregistrés par ces balises avec les données correspondantes de poissons à « sang chaud » a suggéré que les requins-taupes communs du golfe du Saint-Laurent pourraient exercer une pression de prédation sur les anguilles déjà en danger (24). Élucider ces mystères aide les scientifiques ainsi que les décideurs à avoir une meilleure compréhension des interactions majeures (animal-animal, animal-environnement) afin de gérer plus efficacement les ressources aquatiques.

Une base de données mondiale

Les problématiques transfrontières telles que la perte de biodiversité, le changement climatique et l'acidification des océans nécessitent des partenariats mondiaux ainsi qu'une gestion intégrée des données. Avec sa position de leader au niveau des étiquettes à animaux et des technologies de surveillance de l'océan, le Canada est un pionnier en matière de développement d'une base de données mondiale centralisée pour organiser, partager et gérer de manière efficace la grande quantité d'information qui est collectée par ses programmes de marquage (8).

Le développement de réseaux mondiaux qui permettent le partage des données, des équipements et des technologies, aboutira à l'élaboration de solutions plus puissantes, efficaces et rentables pour nos défis océaniques communs (8).

*La ligne d'Halifax est opérée et maintenue par le Réseau de Suivi des Océans (Ocean Tracking Network -OTN) à Halifax, en Nouvelle-Ecosse. OTN est une plateforme mondiale de recherche et de développement technologique financée par la Fondation Canadienne pour l'Innovation (CFI), le Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG) et le Conseil de Recherches en Sciences Humaines du Canada (CRSH). OTN fournit une infrastructure de récepteurs acoustiques pour le suivi et la surveillance des milieux et des animaux marins et aquatiques à l'échelle mondiale.

Références

1. Ocean Tracking Network, 2012. Halifax Line is Now OTNs Longest Listening Line. <http://oceantrackingnetwork.org/halifax-line-is-now-otns-longest-listening-line/> Accessed August 2014.
2. Ocean Tracking Network: Ocean Monitoring. <http://oceantrackingnetwork.org/about/#oceanmonitoring> Accessed August 2014.
3. Curtin, R., & Prellezo, R. (2010). Understanding marine ecosystem based management: A literature review. *Marine Policy*, 34(5), 821-830.
4. Appeltans, W., et al., 2012. The Magnitude of Global Marine Species Diversity. *Current Biology*, 22: 2189-2202.
5. National Oceanic and Atmospheric Administration: How much of the oceans have we explored? <http://oceanservice.noaa.gov/facts/exploration.html>
6. Canadian Department of Fisheries and Oceans: Canada's Wild Fisheries: Facts and Figures. <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/sustainable-durable/fisheries-peches/stats2011/wild-sauvages-eng.htm>.
7. Baillon, S., J. Hamel, V.E. Warcham, and A. Mercier, 2012. Deep cold-water corals as nurseries for fish larvae. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10: 351-356.
8. Personal communication, Fred Whoriskey, 2014.
9. Ocean Tracking Network: "Bioprobes: Grey seals as mobile listeners". <http://oceantrackingnetwork.org/grey-seal-deployment/> Accessed August 2014.
10. Ocean Tracking Network: "Natalie Sopinka's PhD research on the effects of stress in Pacific salmon". <http://oceantrackingnetwork.org/natalie-sopinkas-phd-research-on-the-effects-of-stress-in-pacific-salmon/> Accessed August 2014
11. O'Neil, P. 2014. "Final tab for Cohen Commission tops \$37 million" <http://www.vancouver.sun.com/Final+Cohen+Commission+tops+million/10063571/story.html> Accessed August 2014.
12. Lidgard, D.C., D.W. Bowen, I.D. Jonsen and S.J. Iverson, 2012. Animal-Borne Acoustic Transceivers Reveal Patterns of at-Sea Associations in an Upper Trophic Level Predator. *PLOS One* 7, 11: e48962.
13. Fabry, V. J., Seibel, B. A., Feely, R. A., & Orr, J. C. (2008). Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 65(3), 414-432.
14. Fisheries and Oceans Canada. (2013). Canada's Wild Fisheries: Facts and Figures. Sustainable Fish and Seafood. Accessed online from <http://www.dfo-mpo.gc.ca/fm-gp/sustainable-durable/fisheries-peches/stats2011/wild-sauvages-eng.htm>. Date accessed: August 21, 2014.
15. Fabry, V. J., McClintock, J. B., Mathis, J. T., & Grebmeier, J. M. (2009). Ocean acidification at high latitudes: the bellweather. *Oceanography*, 22(4), 160.
16. Bates, N. R., & Mathis, J. T. (2009). The Arctic Ocean marine carbon cycle: evaluation of air-sea CO₂ exchanges, ocean acidification impacts and potential feedbacks. *Biogeosciences*, 6(11), 2433-2459.
17. Eldridge, P. M., & Roelke, D. L. (2011). Hypoxia in waters of the coastal zone: Causes, effects, and modeling approaches. *Treatise on estuarine and coastal science*, 9, 193-215.
18. Schein, A., Courtenay, S. C., Kidd, K. A., Campbell, K. A., & van den Heuvel, M. R. (2013). Food web structure within an estuary of the southern Gulf of St. Lawrence undergoing eutrophication. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70(12), 1805-1812.
19. Lefort, S., Gratton, Y., Mucci, A., Dadou, I., & Gilbert, D. (2012). Hypoxia in the Lower St. Lawrence Estuary: How physics controls spatial patterns. *Journal of Geophysical Research: Oceans* (1978-2012), 117(C7).
20. Halvorsen, M. D. (2013). The distribution of Skagerrak coastal cod (*Gadus morhua*) in relation to oxygen depletion, temperature and salinity, studied by acoustic telemetry in the Tvedestrand fjord in south-eastern Norway (Master Thesis). Universitete Bergen, Bergen Norway. Accessed online from: <https://bora.uib.no/bitstream/handle/1956/17085/109005026.pdf?sequence=1>.
21. Chabot D. & Couturier C. (2002) Estimating the impact of naturally occurring hypoxia on growth production of Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the northern Gulf of St. Lawrence (Canada). In: Responses of fish to aquatic hypoxia, Randall D. & MacInlay D. (eds) 5th International congress on the biology of fish. American Fisheries Society, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada, p 35-53 (pdf)
22. Tamdrari, H., Castonguay, M., Brêthes, J. C., Galbraith, P. S., & Duplisea, D. E. (2011). The dispersal pattern and behaviour of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the northern Gulf of St. Lawrence: results from tagging experiments. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 69(1), 112-121
23. Environment Canada. (2014). "Harper Government increases protection for Canada's water quality." Archived Media Releases. Accessed online from: <http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=714D9AAE-1&news=601AD687-480E-4EB9-8FDD-6027B021634A>. Date accessed: August 18, 2014.
24. Béguyer-Pon, M., Benchetrit, J., Castonguay, M., Aarestrup, K., Campana, S. E., Stokesbury, M. J., & Dodson, J. J. (2012). Shark predation on migrating adult American eels (*Anguilla rostrata*) in the Gulf of St. Lawrence. *PLoS one*, 7(10), e46830.

Au sujet de Sciences à la page

Sciences à la page (sciencepages.ca) est une initiative du Partenariat en faveur des sciences et de la technologie (www.

sciencepages.ca) qui vise à favoriser la discussion sur des sujets d'actualité centrés sur les sciences et le génie en résumant la situation actuelle des connaissances et des politiques. Chaque numéro est rédigé et examiné par une équipe multidisciplinaire et est publié gratuitement.

Cette édition a été publiée grâce à l'aide du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

Cette édition a été rédigée par Evelyn Boychuk, Sarah Chamberlain and

Sonia Jind, sous la houlette de Linda Panno; révisé par Nikki Beauchamp et traduit par Mélanie Béguyer.

Veillez nous écrire à: info@sciencepages.ca