



Risques et impacts associés à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent

Sylvain Archambault and Jean-Patrick Toussaint

Volume 140, Number 2, Summer 2016

Le Saint-Laurent

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1036501ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1036501ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

ISSN

0028-0798 (print)

1929-3208 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Archambault, S. & Toussaint, J.-P. (2016). Risques et impacts associés à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien*, 140(2), 35–40.
<https://doi.org/10.7202/1036501ar>

Article abstract

Although the Gulf of St. Lawrence is not currently under exploration or exploitation for its potential oil and gas resources, the situation could well change in the coming years. However, in contrast to the oil and gas exploitation in the Canadian Atlantic, the consequences of an incident in the Gulf of St. Lawrence could be amplified by its particular characteristics - may they be physiographic, oceanographic, climatic or biological. Even if numerous aspects of the Gulf have been studied, there are still considerable knowledge gaps remaining: dispersion of oil slicks in case of spills, cleanup of spills in the presence of ice, characterisation of the microflora of the Gulf with respect to its capacity to degrade hydrocarbons in cold water, etc. In this paper, we present a brief portrait of the main risks and impacts related to the opening of the Gulf to oil and gas exploration and offer future perspectives for this ecosystem bordered by 5 coastal provinces.

Risques et impacts associés à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent

Sylvain Archambault et Jean-Patrick Toussaint

Résumé

Le golfe du Saint-Laurent ne fait présentement l'objet d'aucune exploitation pétrolière et gazière en mer, ni même d'exploration active, mais cette situation pourrait changer au cours des prochaines années. Toutefois, contrairement à l'exploitation pétrolière qui se pratique sur les Grands Bancs, au large de Terre-Neuve, les conséquences de tout incident dans le golfe du Saint-Laurent pourraient être amplifiées par les caractéristiques particulières de celui-ci, qu'elles soient physiographiques, océanographiques, climatiques, biologiques ou autres. Bien que le golfe ait été étudié sous plusieurs angles, il y a encore de grandes lacunes de connaissances, notamment sur le mode de dispersion des hydrocarbures en cas de déversement dans le golfe, sur les techniques de récupération de pétrole en présence de glaces ou sur la caractérisation de la microflore du golfe quant à sa capacité de dégradation des hydrocarbures en eaux froides. Dans cet article, nous dressons donc un portrait sommaire des principaux risques et impacts qui pourraient être associés à l'arrivée de l'industrie pétrolière dans le golfe du Saint-Laurent, un écosystème bordé par 5 provinces côtières.

MOTS CLÉS : déversement, extracôtier, forages, impacts environnementaux, pétrole et gaz

Abstract

Although the Gulf of St. Lawrence is not currently under exploration or exploitation for its potential oil and gas resources, the situation could well change in the coming years. However, in contrast to the oil and gas exploitation in the Canadian Atlantic, the consequences of an incident in the Gulf of St. Lawrence could be amplified by its particular characteristics - may they be physiographic, oceanographic, climatic or biological. Even if numerous aspects of the Gulf have been studied, there are still considerable knowledge gaps remaining: dispersion of oil slicks in case of spills, cleanup of spills in the presence of ice, characterisation of the microflora of the Gulf with respect to its capacity to degrade hydrocarbons in cold water, etc. In this paper, we present a brief portrait of the main risks and impacts related to the opening of the Gulf to oil and gas exploration and offer future perspectives for this ecosystem bordered by 5 coastal provinces.

KEYWORDS: drilling, environmental impacts, offshore, oil and gas, spill

Introduction

Dans l'Est du Canada, la totalité de la production pétrolière et gazière en mer s'effectue dans l'océan Atlantique, au large de Terre-Neuve-et-Labrador (pétrole) et de la Nouvelle-Écosse (gaz naturel). Le golfe du Saint-Laurent ne fait, pour l'instant, l'objet d'aucune production d'hydrocarbures, ni même d'exploration active. Toutefois, les choses pourraient éventuellement changer. En effet, la Nouvelle-Écosse ainsi que Terre-Neuve-et-Labrador bénéficient toutes deux d'ententes avec le gouvernement fédéral depuis le milieu des années 1980. Ces ententes leur permettent d'autoriser, conjointement avec le gouvernement fédéral, des projets d'exploration dans leurs propres secteurs du golfe, représentant respectivement 7,2 % et 18,7 % de la superficie totale. Quant au gouvernement du Québec, il est en train de se doter, conjointement avec le gouvernement fédéral, d'une loi similaire lui permettant d'entamer l'exploration de sa propre section du golfe, correspondant à 55,9 % de sa superficie (Archambault et collab., 2014). D'ici peu, c'est donc 81,8 % de la superficie du golfe qui pourraient être disponibles à l'industrie pétrolière et gazière. Même si le seul projet de forage en mer actuellement

à l'étude dans le golfe du Saint-Laurent, le projet Old Harry de la firme Corridor Resources, tarde à se réaliser, d'autres projets pourraient éventuellement voir le jour.

L'arrivée potentielle de cette industrie n'est pas sans poser des risques environnementaux importants. La catastrophe de la plateforme de forage *Deepwater Horizon* dans le golfe du Mexique, en 2010, vient immédiatement à l'esprit et outre les impacts de tels accidents majeurs (Lee et collab., 2015), les opérations régulières, que ce soit au stade d'exploration ou d'exploitation peuvent, elles aussi, avoir des impacts significatifs (Bakke et collab., 2013).

Dans le golfe du Saint-Laurent, la complexité des caractéristiques physiographiques, océanographiques ou climatiques (Dufour et Ouellet, 2007) pourrait amplifier les

Sylvain Archambault est biologiste à la Société pour la nature et les parcs (SNAP) et Jean-Patrick Toussaint, biologiste, est chef des projets scientifiques à la Fondation David Suzuki. Tous deux sont membres de la Coalition Saint-Laurent.

s.arch@videotron.ca

conséquences de tout incident, au moment de l'exploration ou de l'exploitation. De plus, le golfe est encore mal connu et de nombreuses lacunes pourraient compliquer la prise de décision en cas d'accident (GENIVAR, 2013a). Nous nous proposons donc de dresser un portrait sommaire des principaux risques et impacts qui pourraient être associés à l'arrivée de l'industrie pétrolière dans le golfe du Saint-Laurent.

Les caractéristiques du golfe du Saint-Laurent

L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent comptent parmi les plus grands systèmes estuaire/golfe au monde et représentent l'un des écosystèmes les plus productifs du Canada (Benoît et collab., 2012). Toutefois, plusieurs caractéristiques de cet écosystème le rendent particulièrement vulnérable aux déversements pétroliers. Le golfe du Saint-Laurent a d'ailleurs été évalué par GENIVAR (2013b) comme étant 1 des 2 zones marines canadiennes au sud du 60° lat. N. où les répercussions en cas de déversement pétrolier risquent d'être les plus grandes. Un indice de sensibilité environnementale (ISE) a été estimé en combinant la difficulté de procéder au nettoyage des côtes, la sensibilité des ressources fauniques et des habitats affectés, ainsi que l'évaluation des pertes potentiellement subies par les activités commerciales, entre autres, la pêche et le tourisme (figure 1).

Formant une petite mer intérieure, le golfe du Saint-Laurent ne s'ouvre à l'Atlantique que sur 6 % de son périmètre par 2 goulets d'étranglement, le détroit de Cabot, une ouverture de 104 km de largeur, et le détroit de Belle-Isle, d'une largeur de 16 km. Peu profond (150 m en moyenne), le golfe du Saint-Laurent est traversé par le chenal Laurentien, une vallée sous-marine atteignant par endroits plus de 400 m de profondeur et s'allongeant sur 1 500 km jusqu'à l'embouchure du Saguenay (figure 2). Le chenal Laurentien joue un rôle central dans la dynamique océanographique du golfe en permettant à d'importantes quantités d'eau salée et froide de pénétrer loin à l'intérieur du continent, faisant de ce chenal une zone de confluence particulièrement complexe au point de vue hydrodynamique (Dufour et Ouellet, 2007). Le caractère semi-fermé du golfe et les courants marins qui le caractérisent font en sorte que les masses d'eau peuvent y demeurer confinées pendant plusieurs mois (couche d'eau intermédiaire, de 20 à 150 m de profondeur) et même quelques années (couche d'eau profonde à plus de 150 m) (Dufour et Ouellet, 2007). Ainsi, tout déversement d'hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent serait influencé par ces courants complexes, sans compter les vagues, vents et conditions d'englacement hivernal (Bourgault et collab., 2014).

La productivité primaire du golfe est très variable, avec des zones de forte productivité dans l'estuaire maritime, aux pointes ouest et sud d'Anticosti ainsi que le long de la côte Nord (Dufour et Ouellet, 2007). Cette productivité primaire, à la base de la chaîne alimentaire, soutient une variété de poissons, d'importantes colonies d'oiseaux (Dufour et Ouellet, 2007), en plus des mammifères marins tels que le rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*) et le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), qui pénètrent jusque dans l'estuaire, 1 200 km à l'intérieur du continent (Dufour et Ouellet, 2007). Cette productivité soutient aussi des industries telles que la pêche et le tourisme, qui contribuent pour plus de 2 milliards de dollars par année à l'économie des provinces bordant le golfe (Alexander et collab., 2010).

L'ensemble de ces caractéristiques – couvert de glace, courants, eaux froides, écosystème relativement fermé – contribuent à hausser la sensibilité environnementale du golfe et rendent complexe la modélisation de la dispersion de nappes de pétrole dans le golfe du Saint-Laurent.

Finalement, cet écosystème marin est déjà exposé à une gamme de pressions humaines posant d'importantes contraintes à son intégrité, telles que la navigation intensive, la pêche, les utilisations récréatives, les activités humaines terrestres (industrielles, municipales, agricoles) couplées aux pressions émergentes tels les changements climatiques (Benoît et collab., 2012). À ces pressions pourraient éventuellement s'ajouter l'exploration et l'exploitation d'hydrocarbures, avec des effets cumulatifs encore inconnus (Archambault et collab., 2014).

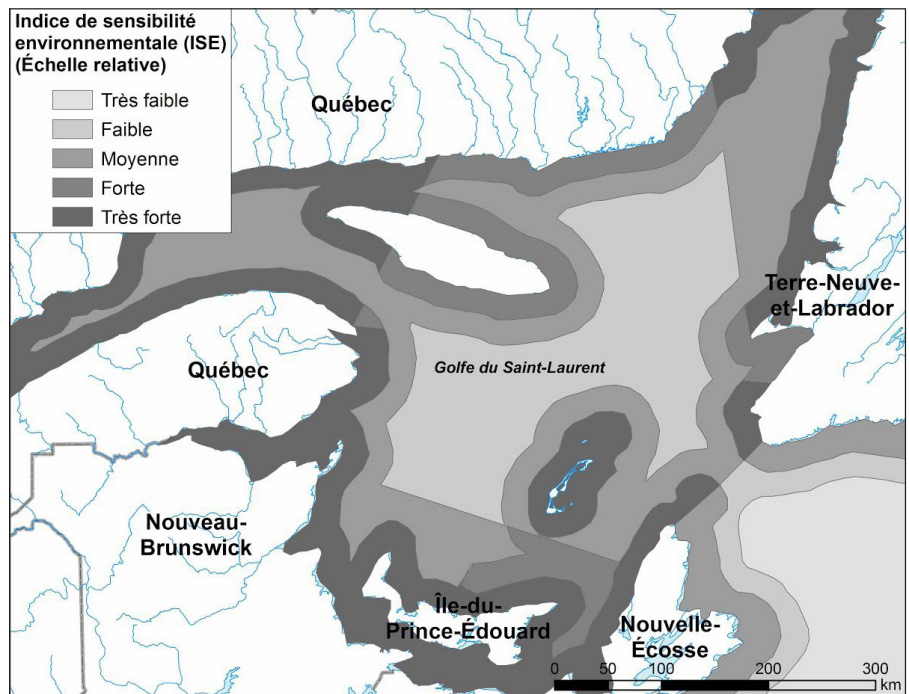


Figure 1. Indice de sensibilité environnementale (ISE) aux déversements pétroliers dans le golfe du Saint-Laurent (d'après GENIVAR 2013b).



Figure 2. Le golfe du Saint-Laurent est peu profond sauf dans le chenal laurentien, où la profondeur dépasse parfois 400 m; il s'ouvre sur la mer par 2 détroits. La structure géologique de Old Harry se situe au milieu du chenal laurentien.

Méconnaissance des méthodes d'intervention en présence de glace

L'englacement du golfe, bien que variable, est quand même très important et a atteint une couverture médiane de 80 à 90 % de la mi-février à la mi-mars, entre 1981 et 2010 (Environnement Canada, 2015). Cette caractéristique pose des défis énormes pour toute exploitation pétrolière dans le golfe. En effet, les connaissances quant aux méthodes de récupération des hydrocarbures en cas de déversement en présence de glaces sont nettement insuffisantes (Goodyear et Clusen, 2012; Pew, 2013; MDDELCC, 2015). Ainsi, les déversements en présence de glaces sont difficiles à maîtriser, particulièrement s'ils sont de grande envergure (Goodyear et Clusen, 2012), sans compter que la localisation d'une nappe de pétrole sous couvert de glace demeure techniquement très problématique (Lee et collab., 2015).

Lacunes de connaissances

Bien que le golfe du Saint-Laurent ait été étudié depuis plusieurs décennies, tant au niveau de sa biodiversité, de son océanographie que des impacts des facteurs anthropiques sur son état général (Dufour et Ouellet, 2007; GENIVAR 2013a), il subsiste toujours de nombreuses lacunes quant à nos connaissances de ce vaste écosystème, particulièrement en ce qui a trait aux impacts que l'industrie pétrolière pourrait y avoir (GENIVAR, 2013a).

Méconnaissance des modèles de dispersion d'hydrocarbures

En cas de déversement, l'efficacité des opérations d'urgence repose sur la capacité à prédire correctement le comportement des nappes de pétrole. Toutefois, ce comportement dépend de nombreux processus physiques complexes et encore mal connus, tels que les vagues de surface ou les ondes de marées internes (Bourgault et collab., 2014). De surcroît, il n'existerait aucune étude océanographique indépendante sur la dispersion des nappes de pétrole dans le golfe du Saint-Laurent (Bourgault et collab., 2014). Pour y remédier, ces auteurs ont réalisé des simulations permettant de suivre la trajectoire d'un traceur passif afin d'anticiper le comportement des courants autour de la structure géologique Old Harry. Les résultats de cette étude suggèrent que les côtes les plus susceptibles d'être touchées par un déversement à Old Harry seraient celles du cap Breton, de l'ouest et du sud-ouest de Terre-Neuve et, dans une moindre mesure, des îles de la Madeleine.

Eaux froides et dégradation bactérienne

Certaines bactéries indigènes dites hydrocarbonoclastes peuvent utiliser les hydrocarbures comme source de carbone et participer ainsi à leur dégradation (Lemarchand et Desbiens, 2015). Leur présence dans les eaux froides de l'estuaire du Saint-Laurent a été démontrée (Delille et Siron, 1993) et pourrait être liée aux quelque 1 900 événements naturels de méthane répertoriés par Lavoie et collab. (2010) dans l'estuaire.

Ces microorganismes hydrocarbonoclastes indigènes peuvent jouer un grand rôle dans la biodégradation des hydrocarbures lors de déversements pétroliers (American Academy of Microbiology, 2011). Toutefois, très peu de choses sont connues sur leur présence dans le golfe du Saint-Laurent, leur abondance, leur diversité, leur efficacité en eau froide ou leur évolution saisonnière. Ce manque de connaissances sur la caractérisation des communautés microbiennes indigènes du golfe du Saint-Laurent, et particulièrement sur celles qui pourraient contribuer à la biodégradation de nappes de pétrole, fait en sorte qu'il est impossible d'évaluer de façon fiable la capacité de résilience de cet écosystème face à un déversement d'hydrocarbures (Lemarchand et Desbiens, 2015).

Méconnaissances sur l'impact de l'utilisation de dispersants chimiques

Dans l'ensemble, l'état actuel des connaissances demeure insuffisant en ce qui concerne l'écotoxicologie des dispersants et le milieu marin (Lee et collab., 2015 ; MDDELCC, 2015). Dans

le cas de l'accident récent survenu dans le golfe du Mexique, Rico-Martinez et collab. (2013) ont observé que le mélange du dispersant Corexit 9500A avec le pétrole semble être 52 fois plus toxique que le pétrole seul lors de tests en laboratoire sur l'organisme marin *Brachionus plicatilis*. Qui plus est, Kleindienst et collab. (2015) faisaient récemment état du fait que les résultats scientifiques publiés demeurent controversés quant à l'impact des dispersants sur la composition et l'activité microbienne en milieu marin. Les auteurs soulignent ainsi qu'une évaluation en profondeur de l'impact des dispersants sur les microorganismes est nécessaire afin de mieux évaluer et planifier leur utilisation lors de déversements de pétrole. Alors que les dispersants sont maintenant autorisés au Canada avec l'entrée en vigueur récente du projet de loi C-22, aucun ordre de gouvernement ne serait en mesure d'affirmer qu'un réel bénéfice environnemental net découle de l'utilisation de dispersants ou d'autres agents de traitement (MDDELCC, 2015).

L'ensemble de ces lacunes dans nos connaissances générales du golfe du Saint-Laurent, particulièrement en ce qui a trait aux activités pétrolières en haute mer, mettent en lumière la question des risques et impacts environnementaux qu'une telle industrie pourrait avoir sur cet écosystème et les communautés qui en dépendent. À cet effet, il importe de mentionner l'initiative « Notre golfe », pilotée par un collectif de chercheurs, dont la mission consiste à élaborer et mettre en œuvre des projets de recherche interdisciplinaires ciblant des questions prioritaires en lien avec une éventuelle exploitation des hydrocarbures dans le golfe du Saint-Laurent (Archambault et collab., 2016). Une telle initiative devrait contribuer à améliorer l'état des connaissances relatives au golfe, ce qui permettra ensuite de venir en appui à la prise de décision gouvernementale.

Risques et impacts environnementaux

Les risques et impacts environnementaux liés à l'activité pétrolière en mer doivent être analysés en 2 temps, correspondant aux différentes étapes menant à l'exploitation d'hydrocarbures : les levés sismiques, lors de la phase exploratoire, ainsi que les forages pétroliers eux-mêmes, lors des phases exploratoires et d'exploitation.

Levés sismiques

Nous ignorons toujours l'ensemble des impacts des levés sismiques lors de l'exploration d'hydrocarbures. La littérature scientifique sur le sujet indique qu'il existe une variété d'impacts liés à de telles activités (McCauley et collab., 2000), impacts qui sont principalement biologiques (Weilgart, 2007). Puisque le son se propage beaucoup plus facilement dans l'eau que dans l'air, le bruit d'un seul levé sismique peut couvrir plusieurs dizaines de milliers de km² (Weilgart, 2007). Ainsi, les incidences biologiques des levés sismiques sur la vie marine sont habituellement d'ordre physique, physiologique et comportemental (Payne et collab., 2007).

De plus en plus de preuves scientifiques indiquent que ces levés perturbent la communication, l'orientation ainsi que les habitudes alimentaires chez la faune marine (Popper et

collab., 2003). Une revue récente de la littérature scientifique sur le sujet suggère que les levés sismiques sont la deuxième cause en importance en termes de perturbations sonores sous-marines (Nowacek et collab., 2013). Les impacts des levés sismiques réalisés par le passé dans le golfe du Saint-Laurent n'ont jamais été étudiés scientifiquement, entre autres parce qu'aucune évaluation environnementale n'était requise à l'époque.

Forages pétroliers et déversements

La seule façon de confirmer la présence de pétrole et de gaz est de forer un puits exploratoire, étape qui est jugée une des plus risquées du cycle de développement d'hydrocarbures (Ross et collab., 1977). En effet, puisqu'un forage exploratoire vise principalement des couches géologiques où l'on possède peu d'informations et où les pressions internes sont mal connues, une poche de gaz insoupçonnée peut provoquer une explosion lorsqu'on la traverse (Ross et collab., 1977; Lee et collab., 2015). D'ailleurs, les 2 plus importantes marées noires de l'histoire issues de plateformes en mer (*Deepwater Horizon* en 2010 et *Ixtoc I* en 1979) sont survenues lors de forages exploratoires, tout comme ce fut le cas pour les 2 plus gros incidents en eaux canadiennes (Uniacke G-72 et West Venture N-91 : Clancy, 2011).

Les impacts du déversement de *Deepwater Horizon* sont multiples, touchent autant les écosystèmes côtiers, les fonds marins que des organismes aussi variés que les dauphins, les oiseaux marins ou les coraux (Lee et collab., 2015). De surcroît, les impacts de cet incident pourraient se répercuter encore pendant de nombreuses années (Lee et collab., 2015). Selon ces auteurs, un des grands problèmes liés au déversement dans le golfe du Mexique aura été la faiblesse des données sur l'état initial des écosystèmes touchés. Ces auteurs croient également que de grandes lacunes de connaissances persistent aussi au Canada concernant les impacts potentiels sur les écosystèmes benthiques, sur les pêches commerciales ou sur la dynamique des réseaux trophiques.

Boues de forage et eaux de production

Outre les accidents exceptionnels tels que celui de *Deepwater Horizon*, de nombreux déversements mineurs (fuites de diésel, bris divers, etc.) peuvent se produire lors des opérations quotidiennes sur une plateforme de forage (Bakke et collab., 2013). À ces déversements accidentels s'ajoutent les rejets autorisés par règlement tels que les boues et déblais de forage ainsi que les eaux de production, tous ces rejets étant retournés à la mer après une certaine décontamination (Bakke et collab., 2013). L'étendue des effets de ces rejets routiniers sur les organismes benthiques peut se faire ressentir sur une période de 4 à 10 ans et toucher une surface de 1 à 15 km² (Bakke et collab., 2013). Tout comme les boues et déblais de forage, l'eau de production, qui remonte à la surface en même temps que le pétrole pompé, est retournée à la mer après une certaine décontamination. Dans le cas de la plateforme Hibernia, il s'agit de 14 300 000 l d'eau contaminée qui sont rejetés chaque jour, totalisant 1 200 l d'hydrocarbures soit

1,2 tonne (Fraser et collab., 2006). Les concentrations toxiques de ces hydrocarbures peuvent se rencontrer dans la colonne d'eau jusqu'à 2 km de la source (Bakke et collab., 2013). De plus, les hydrocarbures ainsi rejetés forment des films en surface et peuvent avoir un effet important sur le plumage des oiseaux marins, affectant ainsi leur capacité thermorégulatrice (O'Hara et Morandin, 2010).

À l'heure actuelle, il ne semble pas y avoir de littérature disponible sur les impacts cumulatifs que pourrait avoir l'ensemble de ces rejets opérationnels sur les populations d'organismes marins (Bakke et collab., 2013).

Attirance des oiseaux pour les plateformes

Les oiseaux marins sont fréquemment attirés par les structures pétrolières en mer, entre autres à cause de la lumière produite par les systèmes d'éclairage ou par le brûlage du gaz (torchage). Cela a pour conséquence de changer les patrons migratoires des oiseaux, provoquant parfois des collisions mortelles (Ronconi et collab., 2015). De plus, les oiseaux risquent d'entrer en contact avec les films d'hydrocarbures à la surface de l'eau, dans le voisinage des plateformes (Fraser et collab., 2006). Les mortalités d'oiseaux marins reliées aux opérations pétrolières sur les Grands Bancs de Terre-Neuve varient de 188 à 4 494 par année (Ellis et collab., 2013). Il importe donc de mieux étudier l'importance de ce phénomène et de mettre en place des mesures d'atténuation en modifiant l'intensité, l'orientation ou la couleur de l'éclairage sur les plateformes.

Impacts sur les humains

Outre les impacts strictement environnementaux, les activités pétrolières en mer peuvent avoir un impact marqué sur les humains, que ce soit lors de grands déversements ou lors des opérations quotidiennes. Cette préoccupation concerne notamment la santé humaine, sur laquelle se sont penchés Goldstein et collab. (2011). À partir d'une vaste compilation d'études menées à la suite de divers incidents, les auteurs ont répertorié un certain nombre d'impacts; parmi ceux-ci, notons les conséquences toxicologiques sur la santé humaine, les atteintes à la sécurité des travailleurs, les conséquences sur la santé mentale ainsi que les impacts sur la santé humaine liés à une dégradation des écosystèmes. D'autres auteurs (Ismail et collab., 2014) ont également rapporté plus de 1 100 accidents mortels survenus sur des plateformes de forage en mer depuis 1956.

La dimension socioéconomique de l'implantation de l'industrie pétrolière dans le golfe du Saint-Laurent se doit aussi d'être considérée dans les prises de décisions politiques (Mukherjee et Rahman, 2016), puisqu'une telle activité extracôtière s'accompagne généralement d'une altération de l'esthétique des lieux et de l'environnement dans lequel les communautés vivent, qu'il s'agisse d'infrastructures en mer, portuaires ou routières (Depellgrin, 2016). Enfin, l'implantation d'une industrie pétrolière en mer pourrait créer des conflits d'usage avec les utilisateurs de longue date que sont les pêcheurs, comme ce fut le cas en Norvège (Arbo et Thanh Thù, 2016).

Conclusion

Si l'intérêt envers le golfe du Saint-Laurent pour ses ressources potentielles en hydrocarbures se fait de plus en plus sentir au niveau politique, les informations sommaires présentées ci-haut soulignent le manque de connaissances scientifiques en ce qui a trait aux impacts et risques associés à l'implantation de cette industrie. L'ensemble de ces lacunes se doit donc d'être mieux documenté, mais aussi étudié de manière intégrée avec les nombreuses autres activités anthropiques ayant cours dans le golfe afin de mieux comprendre les effets cumulatifs potentiels (Dufour et Ouellet, 2007; Depellgrin, 2016). La compréhension des effets cumulatifs sur les écosystèmes est en effet un des grands défis scientifiques actuels. De plus, depuis 1998, les gouvernements du Québec et du Canada ont investi 716 millions de dollars dans la conservation, la restauration, la protection et la mise en valeur du Saint-Laurent par l'intermédiaire du Plan d'action Saint-Laurent (Plan d'action Saint-Laurent, 2014). Compte tenu des efforts consentis ainsi que des lacunes soulevées dans cet article, il s'avérera important de bien cerner l'ensemble des impacts associés à une possible implantation de l'industrie pétrolière dans le golfe du Saint-Laurent afin d'en assurer l'intégrité écologique et socioéconomique. ◀

Références

- ALEXANDER, D.W., D.R. SOOLEY, C.C. MULLINS, M.I. CHIASSON, A.M. CABANA, I. KLVANA et J.A. BRENNAN, 2010. Gulf of St. Lawrence: Human systems overview report. Pêches et Océans Canada, Oceans, Habitat and Species at Risk Publication Series, Newfoundland and Labrador Region, St-John's, xiv + 154 p.
- AMERICAN ACADEMY OF MICROBIOLOGY, 2011. Microbes and oil spills – FAQ. Washington, 16 p.
- ARBO, P. et P.T. THANH THÙ, 2016. Use conflicts in marine ecosystem-based management – The case of oil versus fisheries. *Ocean & Coastal Management*, 122 : 77-86.
- ARCHAMBAULT, P., C. GRANT, R. AUDET, B. BADER, D. BOURGAULT, M. CUSSON, S. DOYON, D. DUMONT, S. LAMALLE, M. LEVASSEUR, É. MORIN, É. PELLETIER, I. SCHLOSS, G. ST-ONGE, G. THERRIAULT, H. TREMBLAY, J.-É. TREMBLAY, R. TREMBLAY et S. PLANTE, 2016. *Notre Golfe : l'émergence d'un réseau multisectoriel pour l'étude de l'environnement socioécologique du golfe du Saint-Laurent*. *Le Naturaliste canadien*, 140 (2) : 41-44.
- ARCHAMBAULT, S., D. GIROUX et J.-P. TOUSSAINT, 2014. Golfe 101 – Pétrole dans le golfe du Saint-Laurent : faits, mythes et perspectives d'avenir. Coalition Saint-Laurent, Montréal, 78 p.
- BAKKE, T., J. KLONSGØYR et S. SANI, 2013. Environmental impacts of produced water and drilling waste discharges from the Norwegian offshore petroleum industry. *Marine Environmental Research*, 92 : 154-169.
- BENOÎT, H.P., J.A. GAGNÉ, C. SAVENKOFF, P. OUELLET et N.-M. BOURASSA (édit.), 2012. Rapport sur l'état des océans pour la zone de gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent (GIGSL). Pêches et Océans Canada, Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2986, Moncton et Mont-Joli, ix + 79 p.
- BOURGAULT, D., F. CYR, D. DUMONT et A. CARTER, 2014. Numerical simulations of the spread of floating passive tracer released at the Old Harry prospect. *Environmental Research Letters*, 9 : 054001. doi:10.1088/1748-9326/9/5/054001.
- CLANCY, P., 2011. Offshore petroleum politics; Regulation and risk in the Scotian Basin. UBC Press, Vancouver. 419 p.
- DELILLE, D. et R. SIRON, 1993. Effect of dispersed oil on heterotrophic bacterial communities in cold marine waters. *Microbial Ecology*, 25 : 263-273.

- DEPELLGRIN, D., 2016. Assessing cumulative visual impacts in coastal areas of the Baltic Sea. *Ocean & Coastal Management*, 119: 184-198.
- DUFOUR, R. et P. OUELLET, 2007. Rapport d'aperçu et d'évaluation de l'écosystème marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Pêches et Océans Canada, Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2744F, Mont-Joli, vii + 123 p.
- ELLIS, J.I., S.I. WILHELM, A. HEDD, G.S. FRASER, G.J. ROBERTSON, J.-F. RAIL, M. FOWLER et K.H. MORGAN, 2013. Mortality of migratory birds from marine commercial fisheries and offshore oil and gas production in Canada. [En ligne] *Avian Conservation and Ecology* 8(2): 4. <http://dx.doi.org/10.5751/ACE-00589-080204>
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2015. Atlas climatique des glaces de mer pour la Côte Est 1981-2010. Disponible en ligne à : <https://ec.gc.ca/glaces-ice/default.asp?lang=Fr&n=AE4A459A-1>. [Visité le 16-01-20].
- FRASER, G.L., J. RUSSELL, et W.M. VON ZHAREN, 2006. Produced water from offshore oil and gas installations on the Grand Banks, Newfoundland and Labrador: Are the potential effects to sea birds sufficiently known? *Marine Ornithology*, 34: 147-156.
- GENIVAR, 2013a. Évaluation environnementale stratégique sur la mise en valeur des hydrocarbures dans les bassins d'Anticosti, de Madeleine et de la baie des Chaleurs. Rapport de GENIVAR au ministre des Ressources naturelles, Québec, 660 p. + annexes.
- GENIVAR, 2013b. Risk assessment for marine spills in Canadian waters: Phase 1, Oil spills south of the 60th parallel. Rapport de GENIVAR à Transports Canada, Québec, 172 p. + annexes.
- GOLDSTEIN, B.D., H.J. OSOFSKY et M.Y. LICHTVELD, 2011. The Gulf oil spill. *The New England Journal of Medicine*, 364: 1334-1348.
- GOODYEAR, J. et C. CLUSEN, 2012. Environmental risks with proposed offshore oil and gas development off Alaska's North Slope. Natural Resources Defense Council, NRDC Issue Paper IP: 12-08-A, Washington 20 p.
- ISMAIL, Z., K.K. KONG, S.Z. OTHMAN, K.H. LAW, S.Y. KHOO, Z.C. ONG et S.M. SHIRAZI, 2014. Evaluating accidents in the offshore drilling of petroleum: Regional picture and reducing impact. *Measurement*, 51: 18-33.
- KLEINDIENST, S., J.H. PAUL et S.B. JOYE, 2015. Using dispersants after oil spills: Impacts on the composition and activity of microbial communities. *Nature Reviews Microbiology*, 13: 388-396.
- LAVOIE, D., N. PINET, M. DUCHESNE, A. BOLDOC et R. LAROCQUE, 2010. Methane-derived authigenic carbonates from active hydrocarbon seeps of the St. Lawrence Estuary, Canada. *Marine and Petroleum Geology*, 27: 1262-1272.
- LEE, K., M. BOUFADEL, B. CHEN, J. FOGHT, P. HODSON, S. SWANSON et A. VENOSA, 2015. Expert panel report on the behaviour and environmental impacts of crude oil released into aqueous environments. Royal Society of Canada, Ottawa. 450 p.
- LEMARCHAND, K. et I. DESBIENS, 2015. Revue des connaissances sur les capacités potentielles de dégradation des hydrocarbures dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent par les communautés bactériennes indigènes. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Rapport GENV32, Québec, 31 p.
- MCCAULEY, R.D., J. FEWTRELL, A.J. DUNCAN, C. JENNER, M.-N. JENNER, J.D. PENROSE, R.I.T. PRINCE, A. ADHITYA, J. MURDOCH et K. MCCABE, 2000. Marine seismic surveys - a study of environmental implications. *APPEA Journal*, 40: 692-706.
- MDDELCC (Ministère du développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques), 2015. État de situation des mesures d'urgence au Québec: le cas du milieu marin. MDDELCC, Rapport GENV29, Québec, 14 p.
- MUKHERJEE, D. et M.A. RAHMAN, 2016. To drill or not to drill? An econometric analysis of public opinion. *Energy Policy*, 91: 341-351.
- NOWACEK, D.P., K. BRÖKER, G. DONOVAN, G. GAILEY, R. RACCA, R.R. REEVES, A.I. VEDENEV, D.W. WELLER et B.L. SOUTHWALL, 2013. Responsible practices for minimizing and monitoring environmental impacts of marine seismic surveys with an emphasis on marine mammals. *Aquatic Mammals*, 39: 356-377.
- O'HARA, P.D. et L.A. MORANDIN, 2010. Effects of sheens associated with offshore oil and gas development on the feather microstructure of pelagic seabirds. *Marine Pollution Bulletin*, 60: 672-678.
- PAYNE, J.F., C.A. ANDREWS, L.L. FANCEY, A.L. COOK et J.R. CHRISTIAN, 2007. Pilot study of the effects of seismic air gun noise on lobster (*Homarus americanus*). Pêches et Océans Canada, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences no. 2712, 53 p.
- PEW, 2013. Arctic standards – Recommendations on oil spill prevention, response, and safety in the U.S. Arctic Ocean. The Pew Charitable Trusts, Washington, 133 p.
- PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT, 2012. Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. Gouvernement du Canada et Gouvernement du Québec, Ottawa et Québec, 52 p.
- POPPER, A.N., J. FEWTRELL, M.E. SMITH et R.D. MCCAULEY, 2004. Anthropogenic sound: Effects on the behavior and physiology of fishes. *Marine Technology Society Journal*, 37: 35-40.
- RICO-MARTINEZ, R., T.W. SNELL et T.L. SHEARER, 2013. Sinergistic toxicity of Macondo crude oil and dispersant Corexit 9500A to the *Brachionus plicatilis* complex (Rotifera). *Environmental Pollution*, 173: 5-10.
- RONCONI, R.A., K.A. ALLARD et P.D. TAYLOR, 2015. Bird interactions with offshore oil and gas platforms: Review of impacts and monitoring techniques. *Journal of Environmental Management*, 147: 34-45.
- ROSS, S.L., W.J. LOGAN et W. ROWLAND, 1977. Oil spill countermeasures. The Beaufort Sea and the search for oil. Department of Fisheries and the Environment, Sidney, 67 p.
- WEILGART, L.S., 2007. The impact of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implication for management. *Canadian Journal of Zoology*, 85: 1091-1116.



Comptables agréés | Société en nom collectif

5300, boul. des Galeries, bur. 200, Québec QC G2K 2A2
Tél.: 418 622-4804 | Téléc.: 418 622-2681