

ASSOCIATION DES BIOLOGISTES DU QUÉBEC

Énergie et biodiversité: un concept oublié

Mémoire présenté dans le cadre de la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec

Présenté au
Ministère des Ressources naturelles du Québec



Association des biologistes du Québec
1208 rue Beaubien est, bureau 102
Montréal (Québec) H2S 2T7
11 octobre 2013

Présentation de l'organisme

L'Association des biologistes du Québec (ABQ) existe depuis 1973 et elle regroupe des professionnels qui oeuvrent dans le domaine de la biologie ou d'une science connexe. L'Association compte près de 650 membres provenant de toutes les régions du Québec et travaillant au sein de l'appareil gouvernemental, d'entreprises privées, de firmes de consultants, d'organismes sans but lucratif, de maisons d'enseignement ou à titre de travailleurs autonomes. Par leur implication dans leur milieu et par leur champ de pratique, les biologistes sont directement concernés par les décisions gouvernementales dans le domaine de l'environnement et des ressources naturelles. L'Association des biologistes du Québec, par la volonté de ses membres ou de ses administrateurs et bureaux régionaux, transmet donc régulièrement des avis aux gouvernements quant à leurs modes de gestion et à leurs décisions en matière d'environnement. C'est dans ce contexte que l'ABQ transmet ses recommandations à la Commission sur les enjeux énergétiques du Québec. Ce mémoire a été préparé par des biologistes provenant de diverses régions du Québec et il constitue l'opinion officielle de l'Association.

Rédaction:

Marie-Christine Bellemare, M. Sc. Biologie ABQ#3103
Pier-Olivier Boudreau, B. Sc. Biologie ABQ#3355
Martin Patenaude-Monette, M. Sc. Biologie ABQ#3122

Révision:

Mélanie Lapointe, M.Sc. Biologie ABQ#3192
Chantal D'Auteuil, directrice générale, biologiste M. Env. et M. analyse et gestion urbaine

Table des matières

Présentation de l'organisme	2
Table des matières.....	3
Introduction	4
Le choix des filières énergétiques	4
Filière éolienne	5
Les risques pour la faune ailée	5
Les difficultés d'évaluation des impacts	8
Le manque de planification des projets.....	9
La filière hydroélectrique.....	10
Perturbations bio-géochimiques.....	11
Faune aquatique	12
La filière des hydrocarbures	13
Le golfe du St-Laurent.....	14
Le risque de déversement.....	15
Conclusion	17

Introduction

Dans le cadre de la Commission sur les enjeux énergétiques, le gouvernement du Québec consulte les organismes afin de requérir des commentaires et des suggestions sur la politique énergétique du Québec. L'Association des biologistes du Québec (ABQ) s'est senti interpellé puisque le développement du secteur énergétique et l'utilisation de l'énergie en provenance de différentes sources ont et auront un impact tant sur la santé humaine que sur la santé des écosystèmes.

Malgré leur utilité pour le développement des sociétés modernes, les énergies fossiles sont responsables des changements climatiques que l'on connaît aujourd'hui (GIEC, 2013). En effet, l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère est responsable d'un accroissement de la température globale de la planète et menace les conditions de vie sur Terre, situation que l'ABQ trouve très préoccupante. Le taux de CO₂ a d'ailleurs récemment franchi le seuil historique de 400 ppm, ce qui confirme le besoin criant de nouvelles mesures d'approvisionnement et de consommation d'énergie.

L'ABQ est particulièrement préoccupé par l'absence de prise en considération de la biodiversité par le MRN dans le document de consultation. La commission semble faire fit de la biodiversité et des services écosystémiques dont elle assure la protection à la population québécoise. Conformément à la Loi sur le développement durable, le gouvernement du Québec est tenu de prendre en compte l'ensemble des 16 principes, et ce, en amont de toutes grandes décisions ou orientations, incluant le treizième sur la préservation de la biodiversité.

Les biologistes seuls ont la compétence d'analyser, interpréter et intégrer les impacts sur les systèmes naturels dans le développement d'une politique énergétique et l'ABQ déplore que les biologistes ne soient pas, ou très rarement, consulté en amont lors de la planification d'un projet de cette envergure.

Le choix des filières énergétiques

La substitution souhaitée des sources d'énergie fossiles par de nouvelles sources d'énergie renouvelable est très pertinente. Toutefois, celle-ci ne devrait pas s'appuyer uniquement sur la réduction des émissions de GES. La prise en compte des impacts sur la biodiversité et les biens et services écosystémiques (BSE) des nouvelles sources d'énergie devrait aussi être considérée. Les énergies dites renouvelables, malgré leur caractère "environnemental" largement répandu, comportent de nombreux effets non négligeables sur les écosystèmes. Ces effets, qui ne sont d'ailleurs pas mentionnés dans le document de consultation, sont difficiles à mesurer et à interpréter contenus des délais souvent rapides des analyses environnementales et du peu de ressources (humaines, scientifiques et financières) disponibles. De plus, le fait que les impacts de ces projets soient analysés pour un seul projet à la fois ne permet pas de d'analyser les impacts cumulatifs de l'ensemble des projets sur les écosystèmes.

La capture et le stockage de carbone, la régulation du climat locale, le traitement des eaux, l’approvisionnement en eau douce, l’appréciation esthétique d’un paysage et le maintien de la biodiversité sont des exemples de biens et services rendus par la nature qui ne sont pas négligeable sur la santé humaine et économique de la société québécoise, et c’est à ce niveau que l’ABQ interpelle la commission.

Recommandation 1

L’ABQ croient qu’il y a un risque à soutenir, sans réserve, une production accrue des énergies renouvelables tels que l’éolien et l’hydroélectricité, et recommande plutôt de prioriser des mesures d’économie d’énergie et de réduction des besoins de consommation.

C’est dans cet esprit que l’ABQ discutera dans cette partie des impacts méconnus des filières éolienne et hydroélectrique.

Filière éolienne

Dans sa politique énergétique 2006-2015, le gouvernement du Québec a priorisé le développement de la filière éolienne en complémentarité de l’hydro-électricité pour diversifier ses sources d’énergie renouvelables, dans une perspective de lutte aux changements climatiques (Gouvernement du Québec, 2006). Le réchauffement climatique est considéré comme une des menaces croissantes qui pèsent sur la biodiversité. Cependant, la perte et la dégradation des habitats demeurent le facteur qui érode le plus la biodiversité à travers le monde (Secrétariat de la Convention de la diversité biologique, 2010).

Les éoliennes occupent peu de superficie terrestre, comparativement à d’autres modes de production d’énergie comme les grands barrages hydroélectriques qui inondent des kilomètres carrés de terres. Néanmoins, les parcs éoliens, incluant ses chemins d’accès et ses lignes de raccordement, détériorent tout de même les habitats fauniques et floristiques à divers degrés. Au Québec, les parcs éoliens implantés dans la dernière décennie maximisent la plupart du temps le réseau de routes et de chemins forestiers déjà existants. Malgré ces efforts, la création de nouveaux chemins très larges ou l’élargissement de chemins existants sont essentiels afin de permettre la circulation des véhicules hors-normes nécessaires à la construction d’éoliennes. Ces chemins très larges constituent des barrières difficiles à franchir pour plusieurs espèces et peuvent ouvrir le territoire à d’autres formes de perturbations anthropiques qui affectent entre autres les grands mammifères comme la caribou et le loup (Helldin *et al.* 2012). Toutefois, la qualité des habitats fauniques est surtout dégradée par le risque de collision entre la faune ailée et toute structure associée au parc éolien, particulièrement les éoliennes elles-mêmes (Kuvlevsky 2007, Arnett *et al.* 2008, Rydell *et al.* 2012).

Les risques pour la faune ailée

Oiseaux

Les oiseaux en vol sont susceptibles d’entrer en collision avec les tourelles et les pales des éoliennes. Ce risque varie selon différents facteurs. La configuration spatiale des éoliennes

formant un parc, les caractéristiques des éoliennes (p.ex. modèle, hauteur, vitesse de rotation, etc.), les conditions météorologiques et la topographie du site influencent le risque de mortalité entre les parcs éoliens et même entre les éoliennes d'un même parc.

Les parcs éoliens sont très souvent localisés dans des régions valloneuses, sur des crêtes, des pentes ou des flancs de colline, ou sur la côte, tous des endroits plutôt venteux. Ce sont aussi des lieux où différentes espèces d'oiseaux s'alimentent ou effectuent des déplacements migratoires. Le type d'espèces d'oiseaux présentes, leur abondance et leur comportement influencent aussi le risque de collisions. Par exemple, celles qui nichent sur les sommets ou sur des falaises, des secteurs aussi recherchés pour l'implantation d'éoliennes, sont plus à risque. Certaines espèces présentent des comportements plus à risque d'entraîner des collisions. Les oiseaux en migration qui volent à la hauteur des pâles sont plus susceptibles d'être victimes de collisions que les oiseaux en migration qui volent à très haute altitude. Les espèces d'oiseaux nichant au sein des parcs éoliens et effectuant de nombreux décollage et atterrissage au sein des parcs éolien seraient être plus vulnérables. Les grands oiseaux ayant une plus faible manoeuvrabilité sont aussi supposés plus à risque, tout comme les oiseaux voyageant de nuit (Rydell *et al.* 2012). Quand à eux, les rapaces ont une bonne manoeuvrabilité, mais ils semblent avoir de la difficulté à évaluer la distance sécurité à maintenir entre eux et les pales d'éoliennes qui sont en mouvement (Rydell *et al.* 2012).

L'impact de la mortalité sur les populations varie aussi selon les espèces. Les espèces victimes du plus grand nombre de collisions ne sont pas nécessairement celles dont les populations sont les plus affectées. Il appert que la majorité des oiseaux tués par les éoliennes sont des passereaux (Erickson *et al.* 2002). Toutefois, les populations de rapaces sont plus sensibles aux collisions, car les rapaces sont des espèces d'oiseaux qui misent sur une plus grande longévité associée à un plus faible taux de reproduction. Cela signifie que la mortalité d'un rapace adulte sera comblée beaucoup plus lentement par ses congénères qui se reproduisent lentement, comparativement à la mort d'un passereau dont les congénères vivent moins longtemps, mais se reproduisent beaucoup plus vite.

Cela dit, plusieurs estimations des causes anthropiques de mortalités aviaires ont démontré que la prédation par les chats domestiques ou féraux, ainsi que les collisions avec les fenêtres, tuent beaucoup plus d'oiseaux que les éoliennes (Erickson *et al.* 2005). Ces estimations sont souvent mises de l'avant par l'industrie éolienne pour minimiser l'impact des éoliennes sur les oiseaux. Par contre, l'industrie ne tient pas compte que chaque espèce d'oiseaux n'est pas affectée également par chaque cause de mortalité. Ainsi, les rapaces sont très vulnérables aux collisions avec les éoliennes, mais sont très rarement victimes de prédation par les chats ou de collision avec les fenêtres (Subramian 2012) Il est à noter que la densité d'oiseaux après la mise en marche des éoliennes est généralement en baisse (Rydell *et al.* 2012). Le taux de mortalité ne présentant pas de diminution significative avec les années, il n'y a pas d'évidence d'habituation de la part des oiseaux (Rydell *et al.* 2012). Globalement, cela semble indiquer une dégradation de la qualité des habitats dans lesquels des éoliennes sont implantées.

Chiroptères

Les espèces de chauves-souris sont aussi très vulnérables face aux éoliennes. Les chauves-souris en migration ou en alimentation peuvent aussi heurter les éoliennes (Arnett *et al.* 2008). Il appert que certaines espèces de chauves-souris adoptent un comportement d'alimentation aux pourtours des pâles d'éolienne par vents faibles, car certaines espèces d'insectes s'y agglutinent lorsque les conditions météorologiques y sont favorables (Corten et Veldkamp 2001, Rydell *et al.* 2012). Elles sont aussi victimes de barotraumatismes (p.ex. hémorragies internes causées par la lésion de vaisseaux sanguins) causé par les changements de pression rapide dans le sillage des pales d'éoliennes. Comme les rapaces, les chauves-souris ont longévité élevée associée à un faible de taux de reproduction. Cela rend leurs populations vulnérables aux causes de mortalité anthropiques. Les chauves-souris victimes de collisions, qui auraient pu vivre encore de nombreuses années, sont remplacées très lentement dans leurs populations qui présentent de faibles taux de natalité. De surcroît, plusieurs espèces de chauves-souris en Amérique du Nord sont victimes depuis plusieurs années d'une épidémie fulgurante, le syndrome du museau blanc, causée par une infection fongique. Dans ce contexte, plusieurs espèces présentes au Québec ont désormais un statut d'espèce en voie de disparition, attribué par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*. Il s'agit de la Pipistrelle de l'Est (*Perimyotis subflavus*), de la Petite chauve-souris brune (*Myotis lucifugus*) et de la Chauve-souris nordique (*Myotis septentrionalis*). Les autres espèces de chauves-souris sont susceptibles de recevoir la même désignation, une fois leur statut réévalué par le COSEPAC.

La situation à l'étranger

Les taux de mortalité d'oiseaux rapportés à travers le monde sont très variables, allant de 0 à 64,3 collisions/éolienne/an en Europe (médiane de 6,5 oiseaux/éolienne/an) et de 0 à 4.7 collisions/éolienne/an en Amérique du Nord (médiane de 1.6 oiseaux/éolienne/an) (Rydell *et al.* 2012). Certains cas ont démontré les conséquences de la mauvaise planification de parcs éoliens sur la faune ailée. Plusieurs facteurs amplifiant le risque de collision sont présents au site d'Altamont Pass, en Californie. Ce parc éolien est composé de petites éoliennes alignées (type d'éoliennes et disposition des éoliennes) près d'un canyon et de la côte (topographie), installées dans un couloir migratoire de rapaces (espèce et comportement) (Smallwood et Thelander 2008). Quant à eux, plusieurs sites en Espagne présente des éoliennes installés sur les pentes et les sommets de montagnes a entraîné une forte mortalité chez une espèce de vautours (de Lucas *et al.* 2012a). Les oiseaux, surtout les rapaces, ne volent pas de manière aléatoire. Ils suivent des courants d'air qui sont modulés par la topographie. L'installation d'éoliennes dans ces courants peut accroître de beaucoup le risque de mortalité et l'impact sur les populations d'oiseaux particulièrement vulnérables (de Lucas *et al.* 2012b).

Les taux de mortalité de chauves-souris est lui aussi variable, allant de 0 à 41,1 chauves-souris/éolienne/an en Europe et de 0 à 69,6 chauves-souris/éolienne par an en Amérique du Nord. Il a été noté que les parcs éoliens le long de la côte, dans les forêts montagneuses ou à proximité des milieux humides présentent un plus haut taux de mortalité.

La situation au Québec

Notons toutefois que plusieurs taux de mortalité ne sont pas connus parce que les inventaires ne sont pas publiés publiquement, ce qui empêche d'avoir un portrait plus exact de la situation. Les initiateurs de projets sont souvent réticents à rendre public le résultat des suivis de mortalité, de peur d'être dénoncés si l'impact des éoliennes est plus important que prévu (Subramian 2012). Il en est de même au Québec où il est difficile de juger de la situation. Si les données de certains rapports de suivi de mortalité ont été rendus publiques à travers des études d'impacts ou d'autres documents déposés au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) (Tremblay 2011, Tremblay 2012), la plupart des suivis sont déposés au MDDEFP sans être rendus publiques. Les données publiques montrent des taux de mortalité qui varie entre 0 à 9,96 oiseaux/éolienne/an et 0 à 9,41 chauves-souris/éolienne/an, ce qui peut représenter plusieurs centaines d'oiseaux et de chauve-souris morts par parc éolien.

Le manque de connaissance fondamentale sur les populations d'oiseaux et particulièrement sur les populations de chauves-souris (abondance, répartition, démographie) empêche d'évaluer le véritable impact la mortalité causée par les collisions (Rydell *et al.* 2012). Le manque de données démographiques de base, surtout concernant les chauves-souris, rend difficile toute projection des effets des éoliennes sur l'évolution des populations de la faune ailée. Les différents paliers de gouvernement et organismes subventionnaire priorisent de plus en plus la recherche en partenariat de l'industrie. Cette approche devrait inspirer le MDDEFP pour exiger une participation des promoteurs éolien au financement de recherche qui permettrait de réduire l'impact de leur projet sur la faune ailée.

Recommandation 2

Augmenter le financement de la recherche fondamentale sur la dynamique des populations et le comportement des espèces d'oiseaux et de chauve-souris vulnérables aux collisions avec les éoliennes, particulièrement les espèces ayant un statut précaire au Canada ou au Québec.

Recommandation 3

Augmenter le financement de la recherche appliquée sur l'impact des parcs éoliens en fonction ou en cours de réalisation sur les populations d'oiseaux et de chauves-souris.

Les difficultés d'évaluation des impacts

Chaque projet de parc éolien d'une puissance supérieure à 10 MW requiert une autorisation en vertu de l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE). Il est alors assujéti à la *Procédure d'évaluation environnementale (Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement, Q-2, r. 23)*. Cette procédure permet d'évaluer et d'atténuer les impacts environnementaux lors de la construction, de l'exploitation et du démantèlement des parcs éoliens. En ce qui a trait à la faune ailée, plusieurs directives du MDDEFP exigent des initiateurs de projets à fournir des inventaires de la faune ailée avant la construction de parcs éoliens. L'objectif sous-jacent est d'éviter d'implanter les éoliennes dans des secteurs où les risques de collisions sont élevés ou dans les secteurs où se retrouvent des espèces particulièrement vulnérables. Ces inventaires s'attardent principalement à identifier a) les lieux

d'abondance élevée d'oiseaux et de chiroptères, b) les sites de nidification de rapaces, c) les habitats des espèces en péril (p. ex. Grive de Bicknell, *Catharus bicknelli*) et d) les couloirs migratoires. Ainsi, les inventaires comportent différents volets (inventaires héliportés de nid de rapaces, points d'écoute, transects et points fixes d'observation d'oiseaux en migration, station d'enregistrement de vocalises de chauves-souris). Le secteur Faune du Ministère du MDDEFP et le Service canadien de la faune (SCF) ont élaboré des protocoles standard à respecter pour la réalisation de ces inventaires. Les directions régionales du secteur Faune sont tenues d'approuver les protocoles d'inventaires des consultants et des initiateurs (MRNF 2008a, MRNF 2008b).

Malgré ces inventaires, la faune ailée peut être négativement affectée par les parcs éoliens. Il a été démontré qu'il n'y a pas nécessairement de corrélation entre la densité d'oiseaux et le taux de collisions mortelles avec les éoliennes (Ferrer *et al.* 2011). Ce lien n'est pas non plus clairement établi dans le cas des chauves-souris (Hein *et al.* 2013). Cependant, même en présence d'inventaires qui permettraient de prédire précisément l'impact des éoliennes, on peut douter que les promoteurs procèdent à d'importantes concessions à l'étape de l'évaluation environnementale. Habituellement, peu de modifications aux projets sont proposées par les promoteurs. À cette étape, ils ont déjà investi des sommes d'argent importantes dans leur étude d'impacts, en plus des obligations contractuelles envers Hydro-Québec qu'ils ont à respecter. Ainsi, seul le déplacement de certaines éoliennes, et cela de quelques centaines de mètres à l'intérieur de l'aire d'étude, est normalement consenti. Même s'il y a détection d'espèce en péril, la protection de ces espèces ne fait souvent l'objet que de faibles atténuations (ex : de Rivière-du-Moulin et Massif du Sud). Les initiateurs de projets s'engagent aussi à prendre des mesures d'atténuations supplémentaires si un taux de mortalité trop élevé est constaté dans le suivis environnementaux des parcs éoliens en exploitation. Ces mesures d'atténuation pourrait consister à augmenter le seuil de vitesse du vent à laquelle les éoliennes se déclenchent (Arnett *et al.* 2011).

Recommandation 4

Améliorer les programmes de suivi et rendre obligatoire la divulgation publique de leurs résultats concernant la mortalité de la faune ailée durant l'exploitation de parcs éoliens.
--

Recommandation 5

Favoriser l'élaboration de plans d'échantillonnage plus rigoureux, permettant la comparaison de l'abondance et de la distribution de la faune ailée avant la construction des parcs éoliens, pendant la construction et après leur mise en service.

Le manque de planification des projets

Il apparaît évident que les intervenants gouvernementaux, les initiateurs de projets et les consultants ne sont pas en mesure de déterminer clairement ce qu'est un taux de mortalité «trop élevé». Les oiseaux étant mieux connus du public et des scientifiques que les chauves-souris, entre autres parce qu'ils sont plus facilement observables, certaines espèces à statut particulier telles que la Grive de Bicknell, le Pygargue à tête blanche (*Haliaeetus leucocephalus*) et l'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) ont fait l'objet de mesures d'atténuation particulières. Il n'en

demeure pas moins qu'il est difficile d'évaluer l'efficacité de ces mesures, qui résultent de compromis, sans bien connaître la dynamique de ces populations. Très peu de données sont disponible au Québec sur l'abondance et la dynamique des populations d'oiseaux et de chiroptères vulnérables aux éoliennes. Ce manque de connaissances est d'ailleurs flagrant dans le cas des chiroptères. En jumelant ce manque de connaissance aux estimations partielles des taux de mortalité des parcs éoliens en exploitation, il est alors difficile et hasardeux de prédire l'impact de l'implantation de nouveau parc éolien et de proposer des mesures d'atténuation en conséquence.

On constate alors clairement les limites de l'examen à la pièce, un projet à la fois, des impacts environnementaux des parcs éoliens. L'initiateur privé ou communautaire du projet ne semble pas tenir compte des impacts sur la faune ailée dans le choix du site de son parc éolien préalable à sa soumission à l'appel d'offre publique d'Hydro-Québec. Pourtant, il serait possible, avec les connaissances existantes et en accélérant notre acquisition de connaissances sur les espèces particulièrement vulnérables d'oiseaux et de chauve-souris, de d'établir des normes plus claires d'implantation des projets et de dessiner une carte des zones à risque élevé pour la faune. Une meilleure planification spatiale des projets, en amont de l'évaluation environnementale et même de l'appel d'offre, est ce qu'il manque actuellement à la filière éolienne. Lors de la réalisation des études d'impacts et pendant la *Procédure d'évaluation environnementale* menée par le MDDEFP, il est déjà trop tard pour constater qu'un grand nombre d'éoliennes interfèrent avec la faune ailée. L'expérience passée révèle qu'au mieux, lorsqu'une problématique sérieuse est identifiée, seulement quelques éoliennes seront déplacées dans les limites du parc pour diminuer autant que possible les collisions mortelles. De plus, les études d'impacts environnementaux ne tiennent pas compte des impacts cumulatifs des parcs d'une même région ou des parcs alignés le long d'un couloir migratoire d'importance.

Recommandation 6

Le MRN, Hydro-Québec et le MDDEFP devraient établir des balises claires quant à l'implantation de projets éoliens dans des habitats fauniques (sites de nidification d'oiseaux menacés ou vulnérables, sites de reproduction de chauves-souris couloirs migratoires d'oiseaux et de chauves-souris, etc.). Ces balises pourraient prendre la forme de distances minimales à respecter entre les habitats fauniques et les éoliennes, de densités maximales d'éoliennes dans certaines régions, jusqu'à l'exclusion d'éoliennes dans certains secteurs.

Recommandation 7

Le MRN et le MDDEFP devraient étudier les impacts cumulatifs des projets éoliens réalisés dans le cadre des deux premiers appels d'offre d'Hydro-Québec.

La filière hydroélectrique

À lui seul, le Québec gère 16% des réserves d'eau douce mondiale. La disponibilité de cette ressource en terre québécoise a favorisé au cours des dernières décennies la mise en chantier de centaines de barrages hydroélectrique et font de la province le 3e leader mondial en production hydroélectrique. L'hydroélectricité occupe donc une place prépondérante au

Québec, que ce soit au plan économique, social, environnemental ou même culturel. Malgré la maturité que cette industrie a atteinte au Québec, la construction de barrages et de réservoirs hydroélectriques ne sont pas sans conséquences sur le paysage biogéographique adjacent. Il apparaît important pour l'ABQ que la filière hydroélectrique profite des professionnels en biologie dans son approche et continue de maintenir une expertise dans ce domaine. Les intérêts de production énergétique et de développement d'ingénierie spécialisée doivent tendre vers un équilibre avec les intérêts biologiques et écosystémiques. Contenu des impacts de l'aménagement de barrages et la création de réservoirs sur les écosystèmes aquatiques, l'approvisionnement énergétique provenant de la filière hydroélectrique ne doit pas être considéré comme une solution miracle à l'exploitation à court terme des énergies non renouvelables. De plus, les grands projets hydro-électriques sont souvent situés au nord du Québec, une région où les connaissances sur les écosystèmes et les espèces sont limitées.

Perturbations bio-géochimiques

Le développement de l'hydroélectricité est reconnu comme une source d'énergie renouvelable à faibles émissions de GES et est souvent appuyé par plusieurs groupes provenant des secteurs commerciaux et industriels, car il remplace sensément l'utilisation d'énergies émettrices de polluants atmosphériques et de GES. Toutefois, les bilans d'émissions de GES proposés par de tels projets omettent parfois d'inclure les sources d'émissions indirectes, engendrées par la modification du milieu naturel et par la période de construction des complexes hydro-électriques. L'ABQ tient à rappeler que les biologistes sont en mesure d'estimer les modifications au niveau des cycles biogéochimiques et les impacts de la perturbation de ces fonctions écologiques.

La déforestation induite lors de l'inondation d'un réservoir a pour premier effet de retirer le potentiel de séquestration du carbone du territoire visé par la perte de végétation. Subséquemment, la décomposition de la forêt ainsi inondée est associée à une augmentation de l'activité bactérienne et à la libération de dioxyde de carbone (CO₂) et de méthane (CH₄) dans la colonne d'eau, puis éventuellement dans l'atmosphère (Teoduru et al., 2012; Tremblay et al., 2004). Généralement, on considère que les réservoirs émettent plus de CO₂ par unité de surface que les lacs naturels (St-Louis, 2000). Au cours des 5 à 10 premières années de vie d'un réservoir, les émissions de GES sont fortement élevées, bien que plus qu'une centrale thermique de capacité équivalente ou que celles provenant des lacs boréaux naturels (Tremblay et al., 2004; Tremblay et al., 2010), eux-mêmes considérés comme des émetteurs de CO₂ et de CH₄ (Tremblay et al., 2004). Malgré tout, les émissions nettes de GES à long terme d'un grand réservoir comme celui de Eastmain-1 sont faibles en comparaison des émissions d'une centrale thermique de capacité équivalente (Tremblay et al., 2010). Puisque plusieurs facteurs peuvent entrer en ligne de compte (taille du bassin, temps nécessaire à l'inondation, type de sols, composition des sédiments, etc.), il reste nécessaire de mesurer les fluctuations avant et après la création de réservoirs et considérer ces mesures dans l'analyse de projet et à l'échelle du bassin versant.

Recommandation 8

Définir les budgets de GES des projets énergétiques en tenant compte, notamment, des conditions et fonctions écologiques de l'écosystème avant l'inondation et assurer un suivi au niveau des fluctuations après la création de réservoirs.

Faune aquatique

L'intégrité biologique et la fonction des écosystèmes aquatiques sont susceptibles d'être affectés par l'aménagement d'un barrage via différents processus. La régulation des débits, l'occurrence de pics de crues, le changement de température de l'eau et la modification des taux de transports des sédiments sont des exemples de conséquences récurrentes ayant des effets néfastes sur les populations de poisson. Ces effets complexes nécessitent une attention particulière, mais sont, à regret, absents du document de consultations de la Commission. Or, l'implication en amont de professionnels en biologie permet de définir les paramètres pouvant être minimisés et peut ainsi assurer la saine gestion des ressources biologiques avant, pendant et après l'aménagement de barrages hydroélectriques.

La capacité de production de l'habitat du poisson en aval d'un barrage, est intimement lié à la température de l'eau, à la présence de ressources et à la disponibilité des habitats. Suite à la construction d'un barrage, la rivière aménagée est influencée par le rejet d'eau plus chaude provenant du réservoir. Même si ces effets sont atténués en aval, la température de l'eau est particulièrement critique pour la survie des oeufs et le développement des juvénils et donc, de la survie de la population à long terme. Elle peut aussi favoriser la présence de certaines espèces par rapport à d'autres, plus vulnérables, et induire des substitutions au sein des communautés écologiques locales. Les salmonidés sont fréquemment utilisés comme modèles pour étudier ces impacts de par leur grande abondance et distribution. Les autres familles ou espèces à faibles valeurs commerciales, elles, font rarement l'objet d'études spécifiques, ce qui peut induire certains biais lors des analyses de projets et la réalisation d'aménagement de compensation, comme la construction de passes migratoires. Une fois aménagés, les barrages freinent la migration des poissons. Pour remédier à la situation, des passes migratoires sont installées pour assurer la connectivité entre les habitats et maintenir les populations viables. Les études de suivi démontrent que les poissons utilisent les passes migratoires, mais que leur taux de succès sont très variables (Roscoe et Hinch, 2010). En effet, les passes migratoires ciblent souvent quelques espèces en particulier et certaines espèces, comme l'esturgeon jaune, échouent (Thiem et al., 2011)) et favorisent certains individus au sein même de ces populations. Il a en effet été rapporté que la variabilité comportementale individuelle est un facteur expliquant en partie le taux de succès de certains individus à l'utilisation des passes migratoires (Thiem et al., 2011). Cette divergence au sein des populations peut induire des bouleversements dans la dynamique génétique et évolutive de certaines espèces. Bref, les objectifs de performance et de qualité visés par les compensations et les aménagements d'atténuation lors de ces grands projets électriques sont souvent basés sur des connaissances acquises sur certaines espèces d'intérêts, et par conséquent, sont incomplètes. L'ABQ souhaite simplement rappeler qu'avant de développer davantage nos rivières pour les besoins en électricité, il est nécessaire et essentielle d'acquérir de nouvelles connaissances sur les effets cumulatifs et à long terme de ces projets et de bonifier le réseau

d'aires protégées afin d'intégrer et de protéger les grandes rivières et leurs habitats aquatiques à long terme.

Recommandation 9

L'ABQ recommande de maintenir les programmes d'acquisitions de connaissances sur les impacts cumulatifs de la construction de barrages hydroélectriques et la création de réservoir, afin de limiter les impacts sur les écosystèmes aquatiques.

La filière des hydrocarbures

La Commission sur les enjeux énergétiques a comme objectif de développer durablement les hydrocarbures du Saint Laurent. L'ABQ a quelques préoccupations compte tenu de la fragilité déjà reconnu de l'écosystème du Golf Saint-Laurent.

Depuis le milieu des années 2000, le gouvernement du Québec a octroyé plusieurs permis d'exploration d'hydrocarbures à des compagnies privées. Les trois principaux projets d'exploration au Québec sont (1) l'exploration pétrolière (pétrole de schiste) sur l'Île d'Anticosti, (2) l'exploration de puits de pétrole en Gaspésie et (3) le gisement Old Harry, un gisement sous-marin situé à la frontière marine Québec-Terre-Neuve.

Dans la foulée de la publication de l'Évaluation Environnementale Stratégique 2 (ÉES2) – dont la zone d'étude comprend la partie québécoise du Golfe du St-Laurent – des questions fondamentales surviennent quand aux enjeux entourant l'exploration et l'exploitation pétrolière dans le Golfe. Ces enjeux sont principalement de nature environnementale, et préoccupent la communauté scientifique, dont les biologistes.

Le rapport de l'ÉES2 mentionne que les effets négatifs cumulatifs de l'exploration et l'exploitation pétrolière sur les ressources halieutiques et l'habitat marin sont considérables. Les levées sismiques et les rejets d'eaux usées en sont les principales sources mentionnées. Ajoutons à cela les impacts potentiels de déversements accidentels. Les effets cumulatifs positifs de projets pétroliers concernent l'économie, notamment au niveau de la création d'emploi et des redevances perçus par l'état. (GENIVAR, 2013) Le gouvernement actuel y voit également un moyen de diversifier les sources d'approvisionnement en hydrocarbures et d'économiser sur leur prix.

L'ABQ se penchera dans cette section sur l'exploitation des hydrocarbures dans le Golfe du Saint-Laurent, puisque les enjeux environnementaux y sont nombreux et que c'est là son domaine d'expertise. L'emphase sera mise sur la volonté du gouvernement actuel de mener des projets d'exploration et d'exploitation dans le Golfe du St-Laurent, compte tenu des enjeux majeurs que cela représente pour notre environnement.

Le golfe du St-Laurent

Les biologistes utilisent l'approche scientifique, selon laquelle l'analyse de données statistiques mène à l'élaboration de conclusions objectives. En ce qui concerne l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures dans le Golfe St-Laurent, l'ABQ s'inquiète des lacunes dans l'état des connaissances relevés par la récente ÉES2.

Ces lacunes concernent notamment la capacité d'intervention en cas de déversement accidentel, les effets de l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures sur la biodiversité ainsi que les connaissances scientifiques sur l'écosystème du Golfe St-Laurent, sa faune et sa flore. Les lacunes les plus importantes, en termes d'aide à la prise de décision, concernent (GENIVAR, 2013) :

- Les méthodes de récupération des hydrocarbures en présence de glace
- L'effet des dispersants chimiques utilisés en cas de déversement
- Le potentiel réel en hydrocarbures du Golfe St-Laurent
- Les effets des déversements potentiels en haute mer sur l'environnement et la santé publique
- L'effet des rejets d'eaux usées sur la faune aviaire du Golfe
- Les alternatives aux levées sismiques
- Les courants de fond, les gyres et les zones de résurgences secondaires (*et leur effet sur la dispersion des hydrocarbures répandus accidentellement*)
- La localisation de milieux humides littoraux (*dont certains avec un potentiel de conservation*)
- Les données générales sur l'utilisation saisonnière du golfe par la faune marine (comportement, répartition)
- Les mouvements des mammifères marins
- Les aires de fréquentation des espèces en péril, en toute saison
- Les habitats essentiels pour les espèces à statut particulier
- La localisation d'aires de reproduction ou de mise bas de certaines espèces de cétacés ou de phoques
- Utilisation de la zone d'étude par la tortue luth, une espèce désignée « en voie de disparition » par le Comité sur la Situation des Espèces en Péril au Canada (COSEPAC)
- La localisation d'aires de reproduction et d'alevinage ainsi que des corridors de déplacement pour certaines espèces de poissons d'intérêt économique et/ou écologique
- La répartition annuelle des oiseaux dans le système du Saint-Laurent, incluant les aires de nidification, de mue, de repos, d'alimentation et d'hivernage pour les différentes espèces
- La quantification de la valeur des services écosystémiques du golfe

Le bruit causé par les levées sismiques aurait un impact potentiel sur la faune marine. Il reste encore beaucoup à connaître sur les effets des levées sismiques sur la faune marine, particulièrement les mammifères marins. (Genivar, 2013) D'ailleurs, il n'existe aucune normalisation de la fonction d'observateur quant aux mammifères marins à l'heure actuelle.

D'autre part, les récentes coupures à Pêches et Océans Canada risquent d'empirer les lacunes au niveau des données scientifiques quantifiant l'état du St-Laurent. À ce titre, huit postes coupés récemment à l'Institut Maurice-Lamontagne étaient occupés par des chercheurs qui étudiaient l'impact des contaminants sur les écosystèmes et la faune de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Ces experts effectuaient également des recherches sur les hydrocarbures, les déversements pétroliers et les projets d'exploitation d'hydrocarbures dans le Saint-Laurent. Cette situation préoccupe de nombreux scientifiques qui dénoncent ces coupures très ciblées (Radio-Canada, 2011).

L'ABQ s'interroge sur l'empressement à procéder à l'exploration/exploitation d'hydrocarbures dans le Saint-Laurent, alors que les zones prioritaires de conservation du Golfe n'ont pas encore été établies (Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026). Au Canada, moins de 1% de la superficie des océans est sous protection légale, (Société pour la Nature et les Parcs, 2013) alors que l'objectif mondial est fixé à 10 % pour 2020 et que le Canada est bordé par trois océans.

En l'absence de données primordiales nécessaires à une prise de décision éclairée sur l'exploitation des hydrocarbures dans le Golfe St-Laurent, l'ABQ recommande :

Recommandation 10

Un prolongement du moratoire sur l'exploitation des hydrocarbures dans le Golfe Saint-Laurent, afin de compléter les lacunes dans l'état des connaissances sur la capacité d'intervention en cas de déversement accidentel, les effets de l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures sur la biodiversité ainsi que les connaissances scientifiques sur l'écosystème du Golfe St-Laurent, sa faune et sa flore.

Recommandation 11

Une augmentation du financement sur la recherche en océanographie, en biologie marine et en écotoxicologie, afin de compenser les coupures fédérales à Environnement Canada et Pêches et Océans et d'obtenir les données nécessaires à une prise de décision éclairée pour la filière des hydrocarbures au Québec.

Le risque de déversement

Les impacts environnementaux des déversements pétroliers ne sont plus à démontrer. Le déversement du pétrolier Exxon Valdez en 1989 et l'accident de Deepwater Horizon en 2010 sont des accidents qui ont marqué le monde entier et amené des modifications législatives importantes.

Les risques de déversement ne sont pas limités à l'exploitation d'hydrocarbures en haute-mer, comme le dénote l'incident récent de Cliff Ressources, ayant causé un déversement de 5000 litres de mazout dans le Golfe St-Laurent, près de Sept-Iles. (Radio-Canada, 2013a) Bien que cet accident ne soit pas directement relié à l'exploration ou l'exploitation des hydrocarbures, il

reflète les conséquences importantes d'un accident minime sur un écosystème marin québécois (à titre comparatif, les déversements de l'Exxon Valdez et de Deepwater Horizon représentent respectivement 41 millions litres et >600 millions litres). (National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, 2011 ; Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council, 2009)

La présence d'hydrocarbures en mer pose une menace croissante pour les oiseaux de mer du Canada, qu'elle provienne de déversements accidentels ou de rejets illégaux. Les opérations gazières et pétrolières sont concentrées sur les plateaux continentaux à proximité des côtes du pays, qui sont souvent des aires d'alimentation pour de nombreuses espèces d'oiseaux et de poissons. En période de reproduction, les oiseaux de mer, qui se rassemblent en groupe de plusieurs milliers, sont alors extrêmement vulnérables aux marées noires. (Environnement Canada, 2012b)

Compte tenu :

- des impacts majeurs sur l'environnement du Golfe du St-Laurent de déversements pétroliers, qui malgré la technologie actuelle, restent toujours envisageables;
- de l'absence de méthodes de récupération d'hydrocarbures efficaces à l'heure actuelle en cas de déversement majeur, et ce en toute saison;
- de la portée d'une marée noire dans le Golfe St-Laurent, calculée à l'aide de simulations scientifiques;

L'ABQ recommande :

Recommandation 12

Un prolongement du moratoire sur l'exploitation des hydrocarbures dans le Golfe Saint-Laurent, afin de compléter les lacunes dans l'état des connaissances sur la capacité d'intervention en cas de déversement accidentel.

Conclusion

La participation des biologistes est essentielle durant l'évaluation de la pertinence des projets énergétiques (Évaluation Environnementale Stratégique, Étude d'Impact Environnementaux, comités spéciaux, commissions). Mieux que personne, les biologistes sont en mesure d'évaluer les impacts de l'activité humaine sur les écosystèmes et la biodiversité. Ils sont en mesure d'évaluer la résilience du milieu aux externalités de l'aménagement d'un territoire visant l'exploitation d'une source d'énergie. Ils ont également la capacité d'évaluer la richesse écologique du milieu soumis à une possible exploitation, de manière à établir clairement si l'exploitation est pertinente, ou si au contraire elle risque de contribuer à des pertes importantes au sein du patrimoine naturel collectif des québécois(e)s.

Dans son élan actuel de lutte aux changements climatiques et aux gaz à effet de serre – une orientation que l'ABQ considère juste – le gouvernement semble se soucier peu de la protection de la biodiversité et des écosystèmes. À cet égard, l'ABQ maintient qu'il est de la plus haute importance, dans les contextes climatiques et démographiques actuels, de considérer davantage les enjeux liés à l'intégrité écologiques et la résilience de nos écosystèmes dans une politique énergétique québécoise.

Références

Arnett, E. B., Brown, W. K., Erickson, W. P., Fielder, J. K., Hamilton, B. L., Henry, T. H., Jain, A., Johnson, G. D., Kerns, J., Koford, R. R., Nicholson, C. P., O'Connell, T. J., Piorkowski, M. D., Tankersley et R. D. Jr. 2008. *Patterns of bat fatalities at wind energy facilities in North America*. Journal of Wildlife Management, 72: 61-78.

Arnett, E. B., Huso, M. M. P., Schirmacher, M. R. et Hayes, J. P. 2011. *Altering turbine speed reduces bat mortality at wind-energy facilities*. Frontiers in Ecology and the Environment, 9:209-214.

Comité de concertation Suivi de l'état du Saint-Laurent. 2008. Portrait global de l'état du Saint-Laurent 2008. Plan Saint-Laurent. Environnement Canada, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Pêches et Océans Canada et Stratégies Saint-Laurent. 28 pages.

de Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M. J. et Munoz, A. R. 2012a. *Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: Distribution of fatalities and active mitigation measures*. Biological Conservation 147:184-189.

de Lucas, M., Ferrer, M. et Janss, G. F. E. 2012b. *Using wind tunnels to predict bird mortality in wind farms: the case of Griffon Vultures*. PLOS ONE, 7:e48092.

Environnement Canada, 2012a. Environment Canada Comments on Oil Spill Trajectory Modeling, Old Harry EA Report (Oil Spill Modeling), 15p.

Erickson, W. P., Johnson, G. D. et Young, D. P. 2005. *A summary and comparison of bird mortality from anthropogenic causes with an emphasis on collisions*. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191, 1029-1042.

Exxon Valdez Oil Spill Trustee Council, 2009. 2009 Status Report, 40p.

Ferrer, M., de Lucas, M., Guyonne, F. E. J., Casado, E., Munoz, A. R., Bechard, M. J. et Calabuig, C. P. 2012. *Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms*. Journal of Applied Ecology 49:38-46.

Fondation David Suzuki, 2013. Quels seraient les effets d'un déversement dans le golfe du Saint-Laurent? <http://www.davidsuzuki.org/fr/champs-d'intervention/oceans-et-eau-douce/enjeux-et-recherche/planification-marine-et-conservation/quelles-seraient-les-effets-dun-deversement-de-petrole-dans-le-golfe-du-saint-la/>, consulté le 30 septembre 2013

GENIVAR. 2013. 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 ministère des Ressources naturelles. 660 p. et annexes.

Gouvernement du Québec. 2006. *L'Énergie pour construire le Québec de demain: la stratégie énergétique du Québec 2006-2015*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 119 p.

Hein, C. D., Gruver, J. et Arnett, B. 2013. *Relating pre-construction bat activity and post-construction bat fatality to predict risk at wind energy facilities: a synthesis*. A report submitted to the National Renewable Energy Laboratory. Bat Conservation International, 21 p.

Helldin, J. O., Jung, J., Neumann, W., Olsson, M., Skarin, A. et Widemo, F. 2012. *The impacts of wind power on terrestrial mammals - A synthesis*. Swedish Environmental Protection Agency, 52 p.

Initiative de conservation des oiseaux de l'Amérique du Nord, 2012b. État des populations d'oiseaux du Canada, 2012. Environnement Canada, Ottawa, Canada.

Lévesque, Fanny (avec la collaboration spéciale de Steeve Paradis), 2013. Déversement de mazout: les dommages dérivent jusqu'à la pêche aux moules, La Presse, collaboration spéciale Le Soleil, 10 Septembre 2013

MRNF. 2008a. *Protocole de suivi des mortalités d'oiseaux de proie et de chiroptères dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec, 18 p.

MRNF. 2008b. *Protocole d'inventaires d'oiseaux de proie dans le cadre de projets d'implantation d'éoliennes au Québec*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec, 12 p.

Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026, consulté en ligne [<http://planstlaurent.qc.ca/fr/accueil.html>], 30 Septembre 2013

Radio-Canada, 2011. Bas-Saint-Laurent : compressions à l'Institut Maurice-Lamontagne, Radio-Canada.ca, 14 Décembre 2011

Radio-Canada, 2013a. Déversement à Sept-Îles : le point sur les opérations de nettoyage, Radio-Canada.ca, 16 Septembre 2013

Radio-Canada, 2013b. Déversement à Sept-Îles : répercussions néfastes sur la faune, Radio-Canada.ca, 10 Septembre 2013

Roscoe DW, Hinch SG (2010) Effectiveness monitoring of fish passage facilities: historical trends, geographic patterns and future directions. *Fish Fish* 11:12–33

Rydell, J., Engström, A., Larsen, J. K., Pettersson, J. et Green, M. 2012. *The effect of wind power on birds and bats - A synthesis*. Swedish Environmental Protection Agency, 151 p.

Secrétariat de la Convention de la diversité biologique. 2010. *Perspectives mondiales de la diversité biologique*. 3e édition, Montréal, 94 p.

St. Louis, V.L., C.A. Kelly, E. Duchemin, J.W.M. Rudd, D.M. Rosenberg, 2000. *Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases to the atmosphere: A global estimate*. *Bioscience*, 50(9): 766-775.

Subramian, M. 2012. *An ill wind - With turbines threatening some bird and bat populations, researchers are seeking ways to keep the skies safe for wildlife*. *Nature* 486:310-311.

Teodoru, C. R., et al. (2012), The net carbon footprint of a newly created boreal hydroelectric reservoir, *Global Biogeochem. Cycles*, 26, GB2016, doi:10.1029/2011GB004187

Thiem, J.D., T.R. Binder, J.W. Dawson, P. Dumont, D. Hatin, C. Katopodis, D.Z. Zhu, and S.J. Cooke. 2011. *Behaviour and passage success of upriver-migrating lake sturgeon (Acipenser fulvescens) in a vertical slot fishway on the Richelieu River, Quebec*. *Endangered Species Research* 15:1-11

Tremblay, A., Lambert, M. et L. Gagnon. 2004. *Do Hydroelectric Reservoirs Emit Greenhouses Gases ?*. *Environmental Management*, Vol. 33, Supplément 1, pp. S509–S517.

Tremblay A., Bastien, J., Bonneville, M.-C., del Giorgio, P., Demarty, M., Garneau, M., Hélie, J.-F., Pelletier, L., Prairies, Y., Roulet, N., Strachan, I. et Christian Teodoru. *Émission nette de gaz à effet de serre au réservoir Eastmain 1, Québec, Canada*. Conseil mondial de l'Énergie, Montréal, du 12 au 16 septembre 2010.

Tremblay, J.A. 2011. *Réponse aux questions soumises par le Bureau d'audience publique sur l'environnement (BAPE) – Étude du parc éolien Montérégie*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, 7 p.

Tremblay, J.A. 2012. *Réponses aux questions soumises par le Bureau d'audience publique sur l'environnement (BAPE) – Étude du parc éolien Rivière-du-Moulin*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, 5 p.

Smokorowski, K.E., D. Boisclair, N. Bergeron, K. Clarke, S.J. Cooke, R. Cunjak, J. Dawson, B. Eaton, F. Hicks, P. Higgins, C. Katopodis, M. Lapointe, P. Legendre, M. Power, R. Randall, J. Rasmussen, G. Rose, A. Saint-Hilaire, B. Sellars, G. Swanson, N. Winfield, R. Wysocki, and D. Zhu. 2011. *NSERC's HydroNet: A national research network to promote sustainable hydropower and healthy aquatic ecosystems*. *Fisheries* 36(10):480-488

Société pour la Nature et les Parcs. 2013. Nos océans sont-ils correctement protégés? Rapport final, 14 p.

National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, 2011. Deep Water :The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling, Report to the President, 398p.