

Mémoire déposé dans le cadre des audiences publiques sur

**Les enjeux liés à l'exploration et l'exploitation
du gaz de schiste dans le shale d'Utica
des basses-terres du Saint-Laurent**

Présenté à la Commission d'enquête du BAPE



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

29 mai 2014

Présentation de l'organisme

L'Association des biologistes du Québec (ABQ) existe depuis 1973 et elle regroupe des professionnels qui œuvrent dans le domaine de la biologie ou d'une science connexe.

L'Association compte plus de 700 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 liés à l'exploration et l'exploitation du gaz de schiste dans le shale d'Utica des basses-terres du Saint-Laurent.

Ce mémoire a été préparé par des biologistes qui possèdent des compétences reconnues sur le sujet principal traité dans ce mémoire, à savoir la fragmentation des habitats.

Rédaction

Yves Bédard, biologiste, M. Sc.

Yves Bédard est détenteur d'un baccalauréat en biologie de l'Université du Québec à Montréal et d'une maîtrise en biologie de l'Université Laval. Il est spécialiste en écologie routière au ministère des Transports du Québec depuis trente-deux ans et il a été impliqué dans de nombreuses études d'impact sur de grands projets routiers comme la route de Natashquan et la réfection de la route 175. Il est responsable de nombreux projets de recherche sur des sujets comme : le contrôle de l'herbe à poux, la restauration des bancs d'emprunt, la gestion de la végétalisation des autoroutes, le contrôle du phragmite, l'aménagement de marais épurateurs pour les sels de déglacage, l'impact des grands travaux sur l'omble de fontaine et la fragmentation des habitats par les routes. Il travaille en collaboration avec les chercheurs et professionnels de divers pays et universités afin de faire progresser l'écologie des transports au Québec.

Collaboration

Jochen Jeager, scientifique en environnement, Ph.D. Environmental Sciences

Le Dr Jochen A. G. Jaeger est professeur agrégé au Département de géographie, urbanisme et environnement à l'Université Concordia. Ses travaux portent sur la fragmentation du paysage, l'écologie routière, l'étalement urbain, la modélisation, les indicateurs écologiques et les études d'impacts environnementaux. Il a obtenu son doctorat en sciences environnementales à l'école polytechnique fédérale de Zurich (ETH Zurich) en 2000. Son équipe de recherche a obtenu le 2011 IENE Project Award pour leur projet « Landscape Fragmentation in Europe » par le « Infra Eco Network Europe » en septembre 2011.

Claude Lavoie, biologiste PhD

Claude Lavoie est titulaire d'un baccalauréat en sciences biologiques de l'Université de Montréal (1988), d'une maîtrise (1990) et d'un doctorat (1994) en biologie de l'Université Laval. Il est le directeur de l'École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional de l'Université Laval, où il enseigne depuis 1996. Il est un spécialiste des questions relatives à l'aménagement des parcs nationaux. Il est aussi un spécialiste de l'écologie et de la gestion des plantes envahissantes, particulièrement dans les milieux humides et en bordure des routes. À cet effet, il dirige les destinées du groupe de recherche PHRAGMITES, groupe de recherche multi-universitaire sur le roseau commun envahisseur. Il travaille aussi sur les conséquences des changements climatiques, sur la dissémination d'espèces nuisibles et sur le développement d'outils d'aide à la décision sur les plantes envahissantes.

Révision

Marie-Christine Bellemare, biologiste, vice-présidente

Maud Laberge, biologiste, administratrice

Chantal d'Auteuil, biologiste, directrice générale de l'ABQ

Table des matières

Présentation de l'organisme	1
Table des matières	3
Résumé	4
Mise en contexte	5
Qu'est-ce que la fragmentation des habitats ?	6
Les conséquences écologiques de la fragmentation	7
Préoccupations de la communauté scientifique	9
L'exploitation gazière et la fragmentation des habitats	10
Conclusion et recommandations	13
Références	14
Complément bibliographique	17

Résumé

L'exploitation du gaz de schiste est une filière énergétique qui implique une importante empreinte écologique sur le territoire et sur les communautés qui y vivent comme le démontre l'Évaluation environnementale stratégique (ÉES) (CÉESGS, janvier 2014). Certains aspects ont été très médiatisés comme l'impact potentiel sur l'aquifère, la gestion des eaux de forage ou les nuisances que ce type d'exploitation génère sur le territoire visé.

Toutefois, un impact important n'a pas été traité par l'ÉES soit la fragmentation des habitats par le déploiement des infrastructures (plates-formes de forage, gazoducs, routes d'accès) sur l'ensemble du territoire visé et les conséquences écologiques qui s'y rattachent. Cette fragmentation limite les déplacements de la faune réduisant ainsi le potentiel faunique et avec le temps la biodiversité des fragments d'habitat. Les corridors anthropiques sont aussi des voies de pénétration d'espèces généralistes qui profitent de l'effet de lisière le long de ces corridors et envahissent les milieux stables comme les forêts. Ces corridors sont aussi la voie de pénétration d'espèces exotiques envahissantes qui peuvent devenir une menace réelle pour la biodiversité locale. Des plantes comme le phragmite commun, la renouée japonaise et la berce du Caucase sont déjà très présentes au Québec, mais ces dernières sont limitées dans leur expansion par les massifs forestiers. La fragmentation des massifs forestiers leur offre donc une opportunité d'envahir de nouveaux territoires. Ce phénomène de fragmentation est difficile à percevoir par le public en général, car il est insidieux et les conséquences apparaissent à moyen et long terme.

Pour cette raison, l'ABQ recommande que l'ÉES soit complétée en y incluant cette problématique afin que le public soit bien informé de toutes les conséquences environnementales de la filière gazière et pour que les décisions reliées à cette filière gazière soient prises en toute connaissance de cause. Il existe différents modèles d'analyse qui permettent d'estimer la nature et l'intensité de ce type d'impact. Ces modèles sont connus des universitaires et des groupes environnementaux qui travaillent sur ce phénomène au Québec. Il nous apparaît donc primordial que les biologistes jouent un rôle de premier plan relativement aux impacts de l'exploitation gazière reliés à la fragmentation des habitats et la perte de biodiversité afin que le public soit bien informé et protégé.

Mise en contexte

L'exploitation du gaz de schiste implique le forage de nombreux puits à de grandes profondeurs qui traversent l'aquifère et peut ainsi provoquer la contamination de celle-ci avec toutes les conséquences que cela peut entraîner sur l'approvisionnement en eau potable pour la population humaine. Ce phénomène a été largement médiatisé à cause des conséquences directes qu'une telle contamination peut avoir sur le quotidien des personnes occupant le territoire. Les appréhensions de la population sont légitimes relativement à cet impact potentiel qui fait partie de l'empreinte écologique de ce type d'exploitation sur le territoire des basses terres du Saint-Laurent. En effet, les eaux souterraines contaminées peuvent alimenter les cours d'eau et les lacs et ainsi, contaminer de façon indirecte les écosystèmes aquatiques.

Plusieurs impacts reliés à la filière gazière ont fait l'objet d'analyse par l'évaluation environnementale stratégique (ÉES) dont la gestion des eaux de forage fortement contaminées, la qualité de l'air, les gaz à effet de serre, les risques d'accident, les impacts sur la santé, l'acceptabilité sociale, le patrimoine du paysage, le bruit, etc. Mais dans ce document, on ne fait pas vraiment l'analyse des impacts sur les écosystèmes terrestres qui composent le territoire où l'on pratique ce type d'exploitation.

En surface, l'exploitation gazière implique la destruction d'une superficie importante du couvert végétal pour l'implantation des plates-formes de forage, des routes d'accès et des gazoducs pour transporter le gaz à destination (Drohan et collab. 2012, Slonecker et collab. 2012, Racicot et al. 2014). Ces pertes peuvent entraîner la destruction du couvert forestier, de terres agricoles et de milieux humides. Ces pertes sèches d'écosystèmes terrestres sont importantes même si elles ne représentent qu'une faible proportion du territoire. En effet, elles génèrent un impact très important quant à l'intégrité des écosystèmes qui est difficilement perceptible à court terme, soit la fragmentation des habitats. La fragmentation des habitats est souvent dénommée fragmentation des paysages lorsque l'on considère les paysages comme étant la mosaïque des écosystèmes d'un territoire donné. (Slonecker et collab. 2012, Racicot et collab. 2014). Ce phénomène moins connu du public est plus difficile à percevoir par le commun des mortels. Son effet est insidieux et se fait sentir à moyen et long termes, mais son impact est certain et les conséquences sur la qualité des habitats sur leur biodiversité sont sévères (Tilman et collab. 1994, Findlay et Bourdages 2000, Forman et collab. 2003, EEA & FOEN 2011).

L'ABQ désire donc mettre en lumière cet aspect de l'exploitation du gaz de schiste, car il représente une part importante de l'empreinte écologique sur le territoire, et ce pour de très longues périodes. Par ailleurs, cet aspect a été peu traité par l'évaluation environnementale stratégique (ÉES). Il est donc du devoir de l'ABQ d'informer le public sur cet impact de la filière gazière afin que les décisions soient prises en toute connaissance de cause.

Qu'est-ce que la fragmentation des habitats?

Comme son nom l'indique, la fragmentation des habitats est un phénomène qui implique la réduction de la superficie d'un habitat précis comme une forêt, une tourbière ou un marécage en une seule venue (un seul tenant) (Forman 1995, Fahrig 2003). La fragmentation implique souvent une faible perte de la superficie totale d'un habitat, mais a comme conséquence de transformer le territoire en une mosaïque de petites parcelles plus ou moins séparées les unes des autres (Forman et collab. 2003, Fahrig 2003, Jaeger et collab. 2005).

Différents types d'infrastructures peuvent provoquer la fragmentation et leurs effets peuvent varier selon la nature de l'infrastructure et de son usage. Les infrastructures peuvent être de nature linéaire comme les routes les voies ferrées, les gazoducs et les lignes de transport d'électricité ou représenter de larges superficies comme celles utilisées en zones agricoles, industrielles ou urbanisées (Forman 1995, Fahrig 2003). Les infrastructures linéaires ont le plus d'impacts sur les écosystèmes par rapport à la superficie qu'elles occupent. En effet, elles présentent une périphérie très importante par rapport à leur superficie, ce qui aura un plus grand effet de bordure (Forman et Deblinger 2000, Forman et al. 2003; Benítez-López et collab. 2010).

La nature et l'intensité de la fragmentation varieront selon le type d'infrastructure. Par exemple, une route n'a pas le même impact qu'une ligne électrique, ni la même intensité d'impact qu'une autoroute. La largeur du corridor de l'infrastructure linéaire influence l'intensité de l'impact et la nature des activités qui s'y exercent influence aussi la nature de l'impact causé à l'écosystème.

Il en est de même de la fragmentation rattachée à des activités impliquant de vastes surfaces comme l'urbanisation et l'agriculture ou la coupe forestière. La superficie totale d'un seul tenant aura une influence sur la nature et l'intensité de l'impact et le type d'activité qu'on y pratique. L'agriculture aura un impact plus important sur le milieu naturel que la foresterie, mais moins important que l'urbanisation qui laisse peu de place à la faune et la flore indigène. Dans le même esprit, l'agriculture intensive (comme les grandes cultures de maïs) comparativement à l'agriculture à petite échelle (comme la production de fourrage ou l'agroforesterie) n'auront pas le même impact relativement à la fragmentation des habitats.

Les conséquences de la fragmentation des habitats

Les conséquences de la fragmentation sur les écosystèmes sont nombreuses (Forman 1995, Fahrig 2003, EEA & FOEN 2011). Elles sont associées principalement aux impacts sur les corridors de déplacement, l'effet de lisière et la perte de la biodiversité.

Corridors de déplacement

On sait depuis longtemps que la faune et dans une moindre mesure la flore empruntent des corridors préférentiels pour se déplacer ou se disperser dans le cas de la flore. Ces corridors ont plusieurs fonctions que ce soit pour les migrations, la dispersion des jeunes, pour s'alimenter, pour la reproduction, etc. Les corridors sont donc essentiels dans leur cycle de vie (Hilty et collab. 2006). Un territoire fragmenté empêche ou limite le déplacement d'un grand nombre d'espèces. Plus les fragments sont petits, moins ils offrent de potentiel pour la faune, ce qui implique que pour une même superficie, un territoire fragmenté représente beaucoup moins de potentiel pour la faune tel qu'illustré par la figure 1 tirée de Carsignol et collab. (2005).

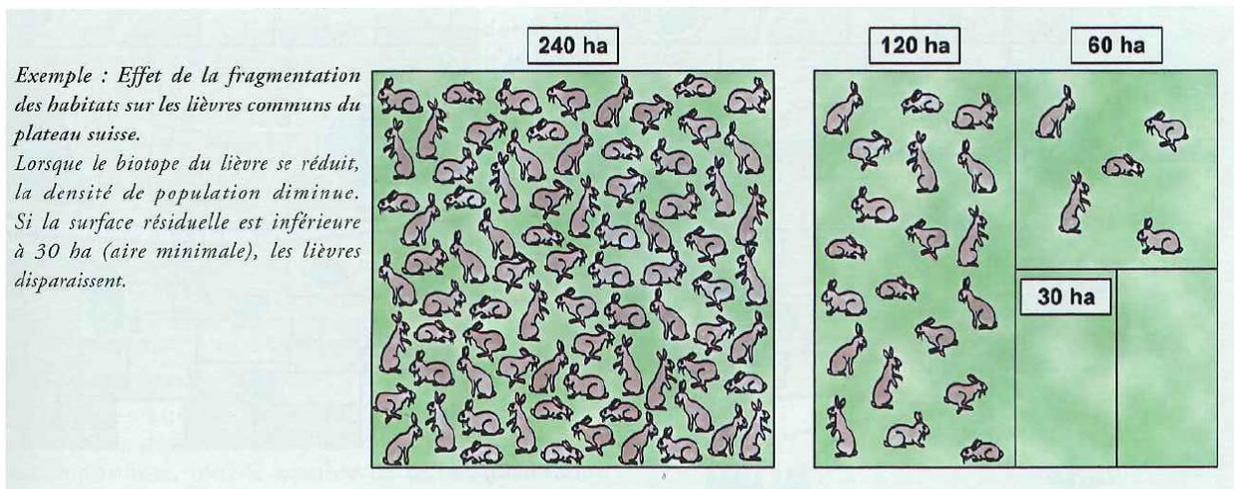


Fig. 1: Effet de la fragmentation des habitats sur les lièvres communs (source: Carsignol et collab. 2005).

Ce phénomène a comme conséquence une perte de biodiversité, car bon nombre de parcelles restantes n'offrent pas suffisamment d'habitats contigus pour assurer le cycle vital des espèces. De plus, selon la nature du corridor de transport à traverser (route gazoduc, etc.) et selon les espèces, cela peut engendrer des mortalités (collisions routières), empêcher tout déplacement (manque de couvert pour certaines espèces) ou ne laisser passer qu'une partie de la population (p. ex. seulement les mâles). À long terme, la fragmentation des habitats peut entraîner une diminution de la diversité génétique d'une population (Forman et collab. 2003).

Ce phénomène implique que certaines parties de l'habitat moins riches dépendent des parties plus riches abritant des populations servant de réservoir biologique. Les

populations dans ce réservoir alimentent en individus les populations dans les habitats moins riches, ce qui permet de maintenir ces dernières (Pulliam et Danielson 1991). Avec une augmentation de la fragmentation des habitats, les populations des habitats moins riches ne pourront plus recevoir cette « immigration », appauvrissant ainsi encore plus l'écosystème et sa biodiversité.

Effet de lisière

Un autre élément qui vient ajouter à l'impact sur le déplacement est l'effet de lisière qui est causé par la modification des conditions physiques à la lisière des corridors de transport, et ce particulièrement dans les milieux boisés. La lisière modifie les conditions de lumière, de vent ou d'humidité qui affectent l'habitat, la flore et la faune, réduisant d'autant plus la superficie disponible pour les espèces typiquement forestières (Ries et collab. 2004, Didham et Ewers 2012, Porensky et Young 2013). À titre d'exemple, des études réalisées sur le caribou forestier de Charlevoix (Leblond et collab. 2013) relativement à la construction de la nouvelle route 175 dans la réserve faunique des Laurentides ont démontré qu'une bande de cinq kilomètres de large de part et d'autre de la route n'est plus utilisée par le caribou pour des raisons comportementales. Il en va de même pour les routes forestières, mais dans une moindre mesure. Ce phénomène a donc comme conséquence de réduire la superficie réellement utilisable par la faune.

Perte de biodiversité

Tous ces phénomènes conjugués favorisent les espèces dites généralistes qui possèdent de forts taux de reproduction et une grande capacité d'adaptation comme l'étourneau sansonnet. Ces espèces viendront compétitionner les espèces de milieux stables comme la forêt (climacique).

D'autres types d'animaux et de plantes profitent de ces corridors anthropiques pour pénétrer dans des milieux qui ne leur étaient pas accessibles avant, soit les espèces exotiques envahissantes (EEE) (Catling et Carbyn 2006, Jodoin et collab. 2008, Meunier et Lavoie 2012). Les espèces exotiques envahissantes sont actuellement une des principales causes de perte de biodiversité dans le monde (Clarero et collab. 2009). Souvent ces espèces qui ont été introduites de façon accidentelle ou volontaire sur le territoire se multiplient sans contrôle, car les organismes mettant un frein à leur propagation n'ont pas suivi leur introduction. Elles ont donc le champ libre pour envahir les nouveaux territoires conquis.

Ces EEE causent d'importants torts aux écosystèmes, mais aussi à l'économie régionale. Des plantes comme la renouée japonaise (*Fallopia japonica*), le phragmite commun (*Phragmites australis*), la berce du Caucase (*Heracleum mantegazzianum*), ou le nerprun (*Rhamnus carthaticus*) sont dans la mire des spécialistes, car elles ont un grand potentiel de nuire à l'environnement et par ricochet à l'économie. Sur le plan faunique, des espèces comme le coyote profitent de ces corridors anthropiques pour pénétrer les massifs forestiers. Le déplacement de la machinerie peut transporter toutes sortes de propagules de plante et d'animaux et engendrer une infestation d'EEE, y compris d'insectes et de maladies (Ansong et Pickering 2013).

Les massifs forestiers de grandes superficies sont souvent des remparts contre l'intrusion des EEE. La perturbation des sols associée à l'établissement de corridors anthropiques offre très souvent des lits de germination pour les plantes exotiques envahissantes qui sont le plus souvent des plantes qui demandent beaucoup de soleil pour proliférer, ce que les corridors anthropiques leur procurent. Ce phénomène doit être considéré avec sérieux, car il ne fera que s'accroître avec l'arrivée de nouvelles EEE qui pourront menacer non seulement les écosystèmes, mais également la foresterie et l'agriculture, de même que les services écologiques et économiques qu'ils rendent à la société.

Préoccupations de la communauté scientifique

En septembre 1995 à Maastricht aux Pays-Bas, se tenait une conférence sur l'infrastructure et la fragmentation des habitats qui voulait mettre en relief les problèmes de fragmentation des habitats, et ce à l'échelle de l'Europe pour conjuguer les efforts en matière de défragmentation de ces mêmes habitats. Il en est ressortie une résolution destinée au Parlement européen afin de mettre sur pied un organisme qui aurait comme objectif la mise en commun des connaissances et des efforts pour contrer cette menace à la biodiversité européenne (Kees Canters 1997). Le Infra Eco Network Europe (IENE) était né.

L'Université du Québec à Rimouski, en collaboration avec plusieurs ministères du gouvernement du Québec, organisait en 2011 un colloque sur les routes et la faune terrestre (Le Naturaliste Canadien vol. 136 no 2, 2012). Au Québec en 2012, le congrès de l'ABQ portait sur le thème des corridors écologiques et leur importance dans le maintien de la biodiversité des habitats. Plusieurs chercheurs universitaires et praticiens sont venus présenter les efforts de recherche et les mesures appliquées sur le terrain pour réduire la fragmentation des habitats. Des spécialistes français sont venus nous présenter l'ambitieux programme de Trame verte et bleue pour assurer la continuité entre les espaces naturels afin de réduire l'effet de la fragmentation. On a aussi pu voir les moyens que le ministère des Transports a mis en place pour réduire la fragmentation causée par la construction de la route 175 où on a aménagé une quarantaine de passages fauniques (voir les articles publiés dans Le Naturaliste Canadien vol. 136 no 2, 2012). On a aussi pu reconnaître les efforts que font certains groupes comme le Corridor Appalachien pour reconnecter de grands espaces naturels fragmentés par des infrastructures (Gratton et Bryant 2012).

Dans le domaine de la fragmentation des habitats, les connaissances progressent, mais il reste encore beaucoup de recherche à effectuer pour connaître tous les enjeux qu'engendrent particulièrement les corridors de transport et ce, tant en milieux terrestres qu'aquatiques. Cette problématique associée à la prolifération des EEE représente une menace certaine pour les écosystèmes et les services écologiques qu'ils rendent à la communauté. Cette préoccupation fait maintenant partie intégrante de plusieurs études d'impact et doit être prise au sérieux dans le cadre d'action réalisée à grande échelle sur le territoire (Catling et Carbyn 2006, Jodoin et collab. 2008, Meunier et Lavoie 2012).

L'exploitation gazière et la fragmentation des habitats

L'exploitation du gaz de schiste dans les basses terres du Saint-Laurent implique la mise en place d'un grand nombre d'infrastructures (Slonecker et collab. 2012, Davis et Robinson 2012, Drohan et collab. 2012, Racicot et collab. 2014). Les plus importantes sont les plates-formes de forage. On a estimé leur nombre à 1 580 selon les scénarios de développement décrits par le Comité de l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste (CESGS). Ces plates-formes sont d'une superficie de un à deux hectares. Il faut compter également les milliers de kilomètres de gazoduc et la construction ou la reconstruction de milliers de kilomètres de routes pour assurer le transport du gaz ainsi que le déplacement de fardiers et de l'équipement pour les opérations de forage et de fracturation.

Toutes ces infrastructures vont engendrer une importante fragmentation des habitats avec toutes les conséquences sur les écosystèmes et ce, particulièrement dans les massifs forestiers qui sont actuellement peu fragmentés. Encore ici, même si les surfaces impliquées semblent faibles, leur impact sur la fragmentation sera important (Slonecker et collab. 2012, Racicot et collab. 2014). À ce sujet, Racicot et collab. (2014) ont évalué des scénarios pour la région Bécancour-Lotbinière et même si la perte d'habitat forestier ne correspond qu'à un peu moins de 1 % des superficies, l'exploitation gazière engendrera une augmentation de près de 20 % du nombre de parcelles ! Cette simulation permet d'avoir un portrait assez réaliste de l'impact potentiel du déploiement des infrastructures sur un territoire donné, tel qu'illustré au tableau 1 tiré de cette publication.

Table 2 Summary of the potential impacts on the land cover from shale gas exploitation in the regional county municipalities of Bécancour and Lotbinière (QC, Canada)

Scenario	No development	Development with regulatory constraints only		Development with regulatory and ecological constraints	
		No access to private roads	With access to private roads	No access to private roads	With access to private roads
Well pads (<i>N</i>)	–	234	234	175	175
Well pads in woodlands (<i>n</i>)	–	161	161	118	118
Woodlands cleared on well pad sites—total area (ha)	–	235	235	183	183
Cultivated lands lost on well pad sites—total area (ha)	–	148	148	139	139
New access roads to well pads—total length (km)	–	171	58	128	40
New pipelines—total length (km)	–	549	549	486	486
New access roads and pipelines crossing ecological constraints—total length (km)	–	74	59	–	–
Forest patches (<i>N</i>)	3,528	4,255	4,141	4,108	4,000
Forest patches—total area (km ²)	723	717	717	718	718
Core forest—total area (km ²)	244	236	236	236	236

Two development scenarios are shown (with or without ecological constraints), each with two different strategies regarding the access of well pads to the public road network (with or without access to private roads)

Tableau 1 : Résumé des impacts potentiels de l'exploitation des gaz de shale (Racicot et collab. 2014)

Ce type d'étude aurait dû être fait pour évaluer l'impact du déploiement des infrastructures et leurs conséquences sur les écosystèmes et la biodiversité (Slonecker et collab. 2012, Racicot et collab. 2014, Kiviat 2013). Cela permettrait de prendre des décisions éclairées face à différents scénarios d'exploitation, en rapport avec la nature de leur empreinte sur le territoire et sur les écosystèmes.

La mise en place des plates-formes implique surtout des pertes nettes de milieu forestier ou agricole et contribue dans une moindre mesure à la fragmentation, mais comme pour les corridors de transport, l'impact se prolongera dans le milieu boisé en raison de l'effet de lisière présenté plus haut (Ries et collab. 2004, Didham et Ewers 2012, Porensky et Young 2013).

Les gazoducs qui traverseront les milieux boisés auront un impact particulièrement important, car ces corridors doivent en tout temps être libres d'arbres et d'arbustes créant une barrière pour nombre d'espèces forestières et deviendront une voie de pénétration des espèces généralistes et des EEE. La figure 2 illustre le corridor du gazoduc construit pour relier les cavernes de Saint-Flavien au réseau de Gaz Métro permettant d'entreposer des réserves de gaz en période de faible demande. Ce corridor est entièrement envahi par le phragmite commun malgré que ce secteur soit en milieu forestier à la limite de lots, loin des routes. Cette plante via les canaux de drainage se propagera et éventuellement rejoindra des milieux humides qui souffriront d'une forte baisse de biodiversité végétale avec des conséquences sur leur valeur écologique. D'autres plantes pourraient profiter de cette percée dans le milieu forestier et envahir le territoire. Cela pourrait être d'autant plus nuisible du fait que plusieurs de ces espèces sont presque impossibles à contrôler.



Figure 2 : Corridor du gazoduc de Gaz Métro reliant le réseau de distribution aux cavernes de Saint-Flavien. Ce corridor situé en milieu forestier est actuellement envahi par le phragmite commun. Saint-Apollinaire, mai 2014.

Les routes que l'on devra construire et les routes privées (routes forestières) que l'on devra reconstruire pour assumer les lourdes charges des fardiers engendreront une importante fragmentation accentuée par la circulation de machinerie et de camions (Racicot et collab. 2014). Les routes de ferme utilisées la plupart du temps par des tracteurs sont de petits calibres et sont souvent sous la canopée donc représentent un minimum d'effet de fragmentation. Il faudra les élargir pour assurer la circulation à double sens et modifier leur géométrie pour assurer les rayons de courbure pour les fardiers. On devra aussi améliorer le drainage pour augmenter la capacité des sols (Racicot et collab. 2014). Toutes ces modifications du réseau routier occasionneront des impacts sur les écosystèmes, la qualité des habitats, leur fragmentation, l'effet de lisière et la perte de biodiversité.

En théorie, ces infrastructures peuvent être considérées comme temporaires, car tel que décrit dans l'ÉES, l'exploitation des puits devrait se limiter à environ 15 ans. Mais dans la pratique, une fois qu'une infrastructure a été adoptée comme corridor de déplacement, il est très difficile de retourner en arrière et de refermer complètement ce corridor pour retrouver la forêt fermée. Une période de 15 ans est par ailleurs suffisante pour que l'envahissement par les EEE se réalise et alors, le retour en arrière est très difficile ou littéralement impossible.

Les impacts des infrastructures de surface reliées à l'exploitation du gaz de schiste auront une empreinte écologique importante en raison de leur nature et de l'ampleur du déploiement sur le territoire. À moyen et long terme, la biodiversité en sera affectée dans une mesure qu'il est difficile à évaluer précisément. De surcroît, les moyens pour atténuer les impacts sont difficiles à appliquer dans le contexte de ce type d'exploitation.

Conclusion et recommandations

Après l'examen de l'évaluation environnementale stratégique (ÉES) reliée à l'exploitation du gaz de schiste dans les basses terres de la vallée du Saint-Laurent, il appert que l'on a occulté un aspect important des impacts de cette filière sur le territoire soit la fragmentation des habitats et les conséquences écologiques et économiques qui s'y rattachent. Cette fragmentation est principalement reliée au déploiement du réseau de gazoducs et de routes qui devront être construits à l'échelle de la vallée (Slonecker et collab. 2012, Davis et Robinson 2012, Drohan et collab. 2012, Racicot et collab. 2014).

Cette menace à la biodiversité sur l'un des territoires les plus riches du Québec est bien réelle et l'Association des biologistes du Québec est d'avis que l'ÉES devrait être complétée en tenant compte de l'importance de la conséquence qu'une telle exploitation entraînerait. De plus, la décision relativement à l'exploitation de cette filière doit être prise en toute connaissance de cause avec ses tenants et aboutissants. Cette mise à niveau est d'autant plus importante que le phénomène de fragmentation des habitats est difficile à percevoir par le public, car c'est un phénomène insidieux qui prend un certain temps à s'implanter. À l'échelle du quotidien, il est impossible de le percevoir. C'est pour cette raison que les biologistes doivent jouer un rôle prépondérant relativement à la mise en lumière de cet impact afin que le public soit bien informé des menaces que cela représente.

Enfin, advenant qu'une décision mène à l'exploitation de cette ressource, il sera impératif que l'on prenne en compte sur une base régionale le phénomène de fragmentation associé au déploiement des infrastructures qui y sont rattachées et d'appliquer les mesures d'atténuation les plus efficaces possibles. Il faudra également prévoir les sommes d'argent nécessaires pour remettre en état les milieux fragmentés et réduire les perturbations occasionnées par les infrastructures. Toutefois, malgré ces efforts, il y aura des impacts à long terme qui ne pourront probablement pas être corrigés tels que la réduction de la biodiversité et l'envahissement des habitats par des espèces exotiques envahissantes.

Références

- Ansong, M., Pickering, C. (2013): Are weeds hitchhiking a ride on your car? A systematic review of seed dispersal on cars. PLOS ONE 8(11): e80275.
- Benítez-López, A., Alkemade, R., Verweij, P.A. (2010): The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. Biological Conservation 143: 1307–1316.
- Canters K. (1997) Habitat Fragmentation & Infrastructure Proceeding of the international conference on habitat fragmentation infrastructure and the role of ecological engineering, 17-21 September 1995, Maastricht and The Hague, Netherlands, Ministry of Transportation, Public Works and Water Management. 474 pp.
- Carsignol J. (avril 2005) Guide technique, Aménagement et mesures pour la petite faune. Ministère des Transports de l'Équipement du Tourisme et de la Mer, Service des études techniques des routes et autoroutes, 264 p.
- Carsignol, J., V. Billon, D. Chevalier, F. Lamarque, M. Lansiaart, M. Owallier, P. Joly, E. Cuenot, P. Thievent, P. Fournier (2005): Aménagements et mesures pour la petite faune. Guide technique. Sétra (service d'études techniques des routes et autoroutes). Bagnex Cedex, France.
- Catling, P.M., S. Carbyn, 2006: Recent invasion, current status and invasion pathway of European Common Reed, *Phragmites australis* subspecies *australis*, in the southern Ottawa district. Canadian Field Naturalist 120: 307-312.
- CÉESGS 2014, Comité de l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste janvier 2014. Rapport synthèse Évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste. Bibliothèque et archives nationales du Québec, ISBN :978-2-550-69740-4., 279 p.
- Davis, J.B., Robinson, G.R. (2012): A geographic model to assess and limit cumulative ecological degradation from Marcellus Shale exploitation in New York, USA. Ecology and Society 17: 25.
- Didham, R.K., Ewers, RM. (2012): Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats: Laurance and Yensen's core area model revisited. Biol. Conserv. 155: 104-110.
- Drohan PJ, Brittingham M. (2012) Earley Trends in Landcover and Forest Fragmentation Due to Shale-Gas Developement in Pennsylvania : A Potential outcome for Northcentral Appalachians. Environnemental Assesment. 49 :1061-1075
- Drohan, P.J., Brittingham, M., Bishop, J., Yoder, K. (2012): Early trends in landcover change and forest fragmentation due to shale-gas development in PA: a potential outcome for the northcentral Appalachians. Environmental Management 49: 1061-1075.

Fahrig, L. (2003): Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annu. Rev. Ecol. Evo. Syst.* 34: 487-515.

Fahrig, L., Rytwinski, T. (2009): Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology And Society* 14, 21.

Findlay, C. S., and J. Bourdages (2000): Response time of wetland biodiversity to road construction on adjacent lands. *Conservation Biology* 14: 86–94.

Forman R.T.T., Deblinger, R.D. (2000): The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A.) Suburban Highway. *Conservation Biology* 14(1): 36-46.

Forman, R. T. T., and L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:207–231.

Forman, R. T. T., D. Sperling, J. A. Bissonette, A. P. Clevenger, C. D. Cutshall, V. H. Dale, L. Fahrig, R. France, C. R. Goldman, K. Heanue, J. A. Jones, F. J. Swanson, T. Turrentine, and T. C. Winter (2003): Road ecology: science and solutions. Island Press, Washington, D.C., USA.

Forman, R.T.T. (1995): Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press.

Gratton, L., Bryant, D. (2012): Une approche intégrée a l'échelle des paysages pour préserver la connectivité. *Le naturaliste Canadien* 136(2): 101-106.

Hilty, J.A., Lidicker, W.Z. Jr., Merenlender, A. (2006): Corridor ecology: the science and practice of linking landscapes for biodiversity conservation. Island Press. 344 pp.

Jaeger, J. A. G., J. Bowman, J. Brennan, L. Fahrig, D. Bert, J. Bouchard, N. Charbonneau, K. Frank, B. Gruber, and K. T. von Toschanowitz. 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling* 185:329–348.

Jodoin, Y., Lavoie, C., Villeneuve, P., Thériault, M., Beaulieu, J., Belzile, F. (2008): Highways as corridors and habitats for the invasive common reed *Phragmites australis* in Quebec, Canada. *J Appl Ecol* 45: 459-466.

Kiviat, E. (2013): Risks to biodiversity from hydraulic fracturing for natural gas in the Marcellus and Utica shales. *Ann N Y Acad Sci* 1286: 1-14.

Meunier, G., Lavoie, C. (2012): Roads as corridors for invasive plant species: new evidence from smooth bedstraw (*Galium mollugo*). *Invasive Plant Sci Manag* 5: 92-100.

Porensky, L.M., Young, T.P. (2013): Edge-effect interactions in fragmented and patchy landscapes. *Conserv. Biol.* 27: 509-519.

Pulliam, H.R., Danielson, B.J. (1991): Sources, sinks, and habitat selection: a landscape perspective on population dynamics. *American Naturalist* 137: S50-S66.

Racicot A, Rabin-Roussel V, Dauphinais JF, Joly JS, Noël P, Lavoie C. (2014) A Framework to Predict the Impacts of Shale-Gas Infrastructures on the Forest Fragmentation on Agroforest région. *Environnemental Assesment.* 53 :1023-1033

Ries, L., Fletcher, R.J. Jr., Battin, J., Sisk, T.D. (2004): Ecological responses to habitat edges: mechanisms, models, and variability explained. *Ann Rev Ecol Evolut Sys* 35: 491-522.

Routes et faune terrestre, *Le Naturaliste canadien* vol. 132 no 2 printemps 2012, 108 p.

Slonecker, E.T., Milheim, L.E., Roig-Silva, C.M., Malizia, A.R., Marr, D.A., Fisher, G.B. (2012): Landscape Consequences of Natural Gas Extraction in Bradford and Washington Counties, Pennsylvania, 2004-2010. U.S. Geological Survey, Open-file Report 2012-1154, Reston, Virginia. 36 pp.

Tilman, D., May, R. M., Lehman, C.L., & Nowak, M.A. (1994): Habitat destruction and the extinction debt. *Nature* 371(6492): 65–66.

van der Ree, R., Jaeger, J.A.G., van der Grift, E., Clevenger, A.P. (guest editors) (2009-2010): Special feature “Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function”. – *Ecology and Society* 14(1-2) etc. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/viewissue.php?sf=41>

Complément bibliographique

Bi, S., Wang, B., Lu, Q. (2011): Fragmentation effects of oil wells and roads on the Yellow River Delta, North China. *Ocean Coast Management* 54: 256-264.

Clavero, M., Brotons, L., Pons, P., Sol, D.(2009): Prominent role of invasive species in avian biodiversity loss. *Biological Conservation* 142(10): 2043-2049.

DeMaynadier PG, Hunter ML. 2000. Road effects on amphibian movements in a forested landscape. *Natural Resources Journal* 20: 56-65.

Eigenbrod, F., Hecnar, S.J. and Fahrig, L. 2008. The relative effects of road traffic and forest cover on anuran populations. *Biological Conservation* 141: 35-46.

European Environment Agency and the Swiss Federal Office for the Environment (2011): Landscape fragmentation in Europe. Joint EEA-FOEN report. EEA Report No 2/2011. ISSN 1725-9177, ISBN 978-92-9213-215-6, doi:10.2800/78322. Luxembourg, Publications Office of the European Union. 87 pp. Also available online: <http://www.eea.europa.eu/publications/landscape-fragmentation-in-europe/>

Findlay, C. S., and J. Houlahan (1997): Anthropogenic correlates of species richness in southeastern Ontario wetlands. *Conservation Biology*.11: 1000–1009.

Fischer, J., Lindenmayer, D.B. (2007): Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 16: 265-280.

Gibbs , J.P. 1998. Amphibian movements in response to forest edges, roads, and streambeds in southern New England. *Journal of Wildlife Management* 62: 584-589.

Haber, Wolfgang. (2007): Energy, food and land: The ecological traps of humankind. *Environmental Science and Pollution Research* 14(6): 359–365.

Houlahan, J.E. and C.S. Findlay. 2004. Invasive plants and wetland plant diversity. *Conservation Biology*. 18(4): 1132-1138.

Houlahan, J.E. and C.S.Findlay. 2004. Estimating the 'critical' distance at which adjacent land-use degrades wetland water and sediment quality. *Landscape Ecology*. 19(6): 677-690.

Houlahan, J.E., P.K. Keddy, K. Makkey & C.S. Findlay. 2006. The effects of adjacent land-use on wetland plant species richness and community composition. *Wetlands* 26: 17-28

Jaeger, J., Holderegger, R. (2005): Thresholds of landscape fragmentation. *GAIA* 14(2): 113-118.

Jaeger, J.A.G. (2012): "Road Ecology". Encyclopedia of Sustainability, Vol. 5: Ecosystem Management and Sustainability. Berkshire Publishing Group, Great Barrington, MA, pp. 344-350.

Jaeger, J.A.G. (2014/15, in press): Improving environmental impact assessment and road planning at the landscape scale. Chapter 6 in the book by van der Ree, R., Smith, D., Grilo, C. (eds.): Ecology of Roads: A Practitioners Guide to Impacts and Mitigation.-> Landscape scale effects are often neglected in EIAs.

Johnson, N. (2010): Pennsylvania energy impacts assessment. Report 1: Marcellus Shale natural gas and wind. The Nature Conservancy, Harrisburg.

Leblond M, Dusseault C, Ouellet JP. (2013) Impacts de la réfection de l'axe routier 73/175 sur le caribou forestier de Charlevoix. Université du Québec à Rimouski et Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec, P 97

Leblond, M., Dussault, C., Ouellet, J.-P. (2013): Avoidance of roads by large herbivores and its relation to disturbance intensity. Journal of Zoology 289: 32-40.

Penn-Bressel, G. (2005): Limiting landscape fragmentation and the planning of transportation routes. GAIA: Ecological Perspectives for Science and Society 14(2): 130–134.

Robinson, C., Duinker, P. N., Beazley, K.F. (2010): A conceptual framework for understanding, assessing, and mitigating ecological effects of forest roads. Environmental Reviews 18: 61–86.

Roedenbeck, I.A., Fahrig, L., Findlay, C.S., Houlahan, J., Jaeger, J; Klar, K, Kramer-Schadt, S, Rutledge, D and van der Grift, E. 2007. The Rauschholzhausen agenda for road ecology. Ecology and Society 12(1): 11. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art11/>.

Selva, N., et al. (2011). Roadless and low-traffic areas as conservation targets in Europe. Environmental Management 48(5): 865–877.

Steen, D.A. and Gibbs, J.P. 2004. The effects of roads on the structure of freshwater turtle populations. Conservation Biology 18: 1143-1148.

Trombulak, S. C., and C. A. Frissell. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conservation Biology 14:18–30.

Zanini F, Klingemann A, Schlaepfer R, et al. 2008. Landscape effects on anuran pond occupancy in an agricultural countryside: barrier-based buffers predict distributions better than circular buffers. Canadian Journal of Zoology 86: 692-699.