

Le coût économique des collisions avec la grande faune au Québec: le cas de l'autoroute 10

Une étude effectuée dans le cadre du cours:
Économie de l'Environnement(ECN856)

Université de Sherbrooke

Bakary Diarra
Camille Cyr Séguin
Guillaume Dumais

24 août 2018

Table des matières

1	Mise en contexte	1
1.1	Problématique	1
1.2	Objectifs de l'étude	1
2	Méthodologie	2
2.1	Coût moyen des accidents	2
2.2	Coût des accidents par type d'animal	3
2.3	Hypothèses liées à l'estimation	3
2.4	Évaluation non marchande	4
2.5	Analyse coût-bénéfice du projet	4
3	Données	5
4	Composantes du coût	5
4.1	Coût des blessures humaines	5
4.2	Coût des vies humaines	6
4.3	Coût de la perte des animaux	8
4.4	Coût de disposition des carcasses	10
4.5	Coût de réparations	11
4.6	Coût de remorquage	12
5	Évaluation non marchande	13
6	Résultats	15
7	Gain du projet	17
8	Conclusion	22

Liste des tableaux

1	Coût moyen par victime et selon la gravité	6
2	Valeur statistique d'une vie suggérée par le rapport	8
3	Coût de la perte de l'animal (2017 \$CA)	9
4	Tarifs suggérés par l'A.P.D.Q	13
5	Coût des collisions avec les cerfs de Virginie et ours/orignaux au Québec	16
6	Nombre de collisions avec cerfs de Virginie, ours et orignaux sur la zone d'intérêt	18
7	Coût annuel des collisions par zone	18
8	Méthode de prévention des collisions, taux d'efficacité et coût . . .	20
9	Coût actualisé des collisions sur 75 ans avec une augmentation des coûts de collisions de 1%,2% et 3%	21
10	Gains actualisés en fonction des différents taux d'efficacités et coûts pour la zone entière (km 74-121) comparés aux coûts actualisés des mesures	21
11	Gains actualisés en fonction des différents taux d'efficacités et coûts pour les zones B,C et D comparés aux coûts actualisés des mesures	22

1 Mise en contexte

1.1 Problématique

Au Québec, on recense chaque année plus de cinq mille collisions impliquant un véhicule et un animal de grande taille (cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), ours (*Ursus* sp.) et orignaux(*Alces alces*). Ces incidents ont un coût important en dommage matériel, temps, pertes de vies humaines et pertes animales. En Estrie seulement, 4361¹ collisions avec la grande faune ont été répertoriées par le ministère des Transports au cours des 5 dernières années. De plus, en tenant compte de la croissance de la population de la ville de Sherbrooke², l'augmentation de la circulation sur les routes de l'Estrie qui est à prévoir pour la prochaine année ne peut qu'exacerber le problème.

Plusieurs solutions sont disponibles pour atténuer le nombre de collisions. Les plus communes sont l'installation d'affiches pour prévenir les conducteurs de la présence possible de la faune, le retrait de la végétation en bordure des routes pour augmenter la visibilité, les systèmes de détection, les clôtures et l'installation de traverses pour animaux. De ces méthodes, la plus efficace est évidemment l'installation de clôture combinée à un nombre adéquat de traverses sur et sous la route³. La construction de ce type d'installation est dispendieuse et une étude coût-bénéfice du projet est nécessaire pour évaluer les avantages.

1.2 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer le coût d'une collision avec un cerf de Virginie, ours ou orignal au Québec. Pour ce faire, nous évaluerons les coûts des blessures humaines, les coûts de remorquages, les coûts de réparations, le coût des décès, les coûts de dispositions des carcasses et les coûts de la perte des animaux. En multipliant ces différents coûts à la fréquence à laquelle ils sont encourus dans un accident avec chaque animal, nous obtiendrons un coût moyen pour chaque type de collision. Ceci nous permettra par la suite de connaître le coût total des collisions sur une zone d'intérêt (ici les km 74 à 131 de l'autoroute 10

1. Données 2012-2017 fournis par le Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports.

2. Selon le dernier recensement, la ville de Sherbrooke a connu une croissance de sa population de 4.4% annuellement entre 2011 et 2016. Ceci est supérieur au taux de croissance de la population du Québec qui est de 3.3%. [Statistique Canada, 2016]

3. Dans le cadre d'un projet pilote du MTQ, deux clôtures ont été installées dans la réserve faunique des Laurentides. Une étude des résultats en 2006 [M. Leblond et al., 2006] démontre un taux d'efficacité de 76 à 81 %. La littérature sur le sujet démontre des taux similaires [Huijser et al., 2009]

en Estrie) et, finalement, de comparer ce coût aux coûts des différentes méthodes d'évitements pour pouvoir estimer les gains potentiels de différents projets.

2 Méthodologie

Le mandant proposé par Corridor Appalachien consiste à effectuer l'évaluation économique des coûts associés aux collisions entre les véhicules et la faune sur l'autoroute 10. Il sera question dans notre étude d'analyser le coût moyen d'un accident par type d'animal. Notre travail présentera 2 types d'accidents : l'accident impliquant un cerf de Virginie et l'accident impliquant un grand mammifère (ours et orignal). La présente section établira les bases théoriques et méthodologiques du processus d'évaluation de ces coûts dans le contexte québécois.

La méthodologie présentée dans ce rapport s'inspire en majorité du rapport proposé au Congrès américain par Huijser et al. en 2007 [Huijser et al., 2007] . Dans le document, les auteurs présentent une étude sur la réduction des collisions impliquant un animal sauvage. Le chapitre 3 du rapport propose la méthodologie derrière l'estimation des coûts associés accidents de la route impliquant la faune. La technique adoptée divise le coût que l'on tente d'estimer en plusieurs composantes différentes.

2.1 Coût moyen des accidents

Tout d'abord, l'étude évalue le coût moyen d'un accident entre les véhicules et la faune. Ce coût est présenté par degré de sévérité de l'accident, le premier degré étant le dommage physique seulement et les autres degrés étant le niveau de blessure du conducteur. Pour évaluer un coût total moyen, il est nécessaire d'évaluer pour chaque type d'accident une probabilité que celle-ci se produise. Notre rapport propose de nouvelles estimations quant à ses probabilités ainsi qu'au coût associé à chaque degré de blessure.

Pour être en mesure d'évaluer un coût moyen total pour ce type d'accident, il est important d'établir une certaine pondération dans le calcul de la moyenne pour être en mesure de refléter l'aléa sous forme de probabilité dans nos estimations. De ce fait, l'estimation du coût moyen nous demande de calculer les probabilités de chaque type de dommage avec les données d'accidents colligés par le ministère des Transports du Québec, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports. En traitant ces données, nous sommes en mesure d'induire une probabilité pour chaque degré de dommage par rapport au total des accidents impliquant un animal sauvage pour l'année 2017. Cependant, il est important de mentionner que les coûts

calculés dans notre rapport sont pour la plupart une actualisation de coûts calculés avant 2017.

2.2 Coût des accidents par type d'animal

Pour le calcul du coût par animal, une probabilité est aussi générée pour être en mesure d'estimer un coût total moyen annuel par type d'animal. Contrairement aux probabilités liées à la gravité de l'accident, ces probabilités sont plus tôt obtenues par processus de méta-analyse. Celle-ci nous seront utile pour calculer une moyenne pondérée de tous les coûts par type d'animal pour ensuite être en mesure d'effectuer une analyse coût. À titre d'exemple, la probabilité d'encourir un certain coût est nécessairement corrélée avec la taille de l'animal impliqué dans l'accident. Ainsi, les probabilités seront pour la plupart plus petites dans le cas d'un cerf de Virginie par rapport à l'orignal. Suite à la collection de ses probabilités, nous procédons à l'estimation des divers coûts qui nous permettront de déterminer un coût moyen par accident pour chaque type d'animal. Les coûts utilisés sont :

1. Coût des blessures humaines
2. Coût des décès humains
3. Coût des pertes animales
4. Coût de la disposition des carcasses
5. Coût des réparations aux véhicules
6. Coût de remorquage et d'intervention

La méthodologie derrière le calcul de ces coûts ainsi que les résultats d'estimation et les probabilités d'évènement de chacun seront présentés dans la prochaine section où chaque sous-section présente une composante du coût total que l'on tente d'estimer. Après la présentation des différents coûts, une estimation du coût total par type d'animal sera présentée.

2.3 Hypothèses liées à l'estimation

Pour être en mesure d'effectuer une estimation représentative du coût total moyen et du coût d'une collision par type d'animal basée sur un processus de méta-analyse, nous sommes nécessairement contraints à émettre quelques hypothèses quant à l'actualisation des différentes valeurs comptabilisées. Tout d'abord, plusieurs coûts étant estimés avec le dollar américain comme devise, nous devons sélectionner un taux de change avec le dollar canadien. Nous sélectionnons le taux de change moyen annuel pour l'année 2017 de 1,2986\$US pour 1\$CA [Banque du Canada, 2017b]. Ensuite, certains coûts tirés de la littérature ont été estimés il y a de cela plusieurs années, parfois plus de 10 ans. Cela signifie que nous devons

ajuster ces valeurs à l'année de notre calcul, soit 2017. De ce fait, nous utiliserons l'indice des prix à la consommation pour être en mesure de modéliser la croissance des prix. À titre d'exemple, la valeur retenue pour l'actualisation à juin 2017 est de 130,4 (IPC 2002 = 100) [Banque du Canada, 2017a].

2.4 Évaluation non marchande

Avec les données collectées par les entités statistiques nationales, nous sommes en mesure d'évaluer de façon quantitative divers coûts de provenance différente dans un but d'agrégation pour estimer un coût total annuel et par type d'animal. Les coûts associés à l'humain et aux dommages physiques sont facilement quantifiables, car nous sommes en mesure de facilement leur octroyer une valeur monétaire. Cependant, les coûts écologiques ne sont pas facilement quantifiables. Le service écologique de la faune perdu à la suite d'un accident est très important d'un point de vue quantitatif, mais reste difficilement quantifiable. Il devient donc justifiable d'un point de vue méthodologique de venir proposer une méthode d'évaluation non marchande pour en estimer une valeur monétaire.

Un des coûts présentés dans notre rapport sera la valeur monétaire de la perte des animaux. L'inférence de ce coût sera présentée brièvement dans la section en question. Cependant, la méthode adoptée reste limitée ce qui justifie l'utilisation d'une évaluation non marchande dans le but de mieux modéliser ce coût. Initialement, seuls les coûts liés à la chasse et aux activités récréatives sont utilisés pour estimer la valeur monétaire de la perte de la faune, mais l'évaluation non marchande pourrait permettre d'inclure des coûts qui nous permettraient d'obtenir une version plus représentative de la perte de l'animal. Notamment, cette méthode pourrait inclure la notion d'utilité liée à la présence de la faune, l'effort de conservation et sa valeur culturelle.

2.5 Analyse coût-bénéfice du projet

Après avoir complété l'estimation des différentes composantes du coût par type d'animal, il est possible d'évaluer le gain du projet pour l'année 2017 ou bien sur un horizon de 20 ans. Ce calcul nous permet alors d'évaluer la rentabilité du projet en prenant compte de la probabilité de collision. En comptabilisant un nombre moyen d'accidents par type d'animal et un facteur de réduction pour modéliser l'efficacité des infrastructures sous plusieurs scénarios, nous sommes en mesure d'évaluer le coût annuel de différentes mesures de réduction des collisions impliquant la faune. À titre d'exemple, nous supposons un facteur de réduction de 80% pour la mesure présentée par Corridor Appalachien, soit la mise en place de pont et de tunnel pour le déplacement de la faune.

3 Données

Les données utilisées dans notre rapport proviennent de plusieurs sources différentes. Pour plusieurs composantes du coût par animal, les données proviennent de la littérature et sont actualisées avec les hypothèses présentées dans notre section sur la méthodologie. De ce fait, il est important de mentionner que le résultat final de nos estimations dépend largement de la qualité d'estimation de ces sources ainsi que de la robustesse de l'agrégation effectuée dans notre méta-analyse.

Cependant, plusieurs coûts utilisent des données qui nous ont été transmises à la suite de demande d'accès à l'information auprès du ministère du Transport, de la Mobilité durable et d'électrification des Transports (MTMDET). Cette base de données nous permet par exemple d'étudier en détail en termes de quantité les différents types d'accidents ainsi que le contexte de ceux-ci ainsi que de connaître le nombre d'accidents sur l'autoroute 10. De plus, avec les rapports d'accident émis annuellement par la société d'assurance-automobile du Québec (SAAQ), nous sommes en mesure d'analyser les coûts selon le nombre d'animaux, le type d'animal ainsi que la gravité de l'accident pour les années 2011 à 2017. Finalement, pour être en mesure de considérer le volume du trafic dans notre calcul du gain du projet, une autre demande d'accès à l'information a été effectuée auprès du MTMDET pour obtenir l'évolution de l'année 1976 à 2017.

Finalement, il serait important de mentionner que notre analyse se focalise exclusivement sur 2 catégories d'animal. En premier lieu, nous avons tous les accidents impliquant un cerf de Virginie. En second lieu, nous avons tous les accidents impliquant les grands mammifères, soit les orignaux et les ours. La raison derrière cette combinaison résulte du fait que la quantité d'accidents impliquant les animaux inclus dans la deuxième catégorie d'animal est petite, ce qui pourrait atténuer la significativité de nos résultats.

4 Composantes du coût

4.1 Coût des blessures humaines

Les accidents sont catégorisés dans la littérature en deux types de classement de la gravité, soit celui selon la gravité des blessures de chacune des victimes impliquées et celui de la gravité de l'accident par rapport à la victime ayant subi les blessures les plus graves. Pour évaluer les conséquences monétaires des interventions, les coûts utilisés devraient être par victime en ce qui concerne la gravité des blessures. [Lévesque, 2005] [Andreassen et al., 2005]

L'évaluation du coût des accidents routiers est relativement complexe. Selon l'étude de l'Australian Road Research Board (ARRB), le coût moyen par victime selon la gravité des blessures a été déterminé à partir des accidents rapportés aux services policiers. Ils sont basés sur la méthode du capital humain, c'est-à-dire la valeur d'une vie estimée en perte future due à un décès ou une invalidité permanente. De plus, cette approche du capital humain a pour effet de modérer les bénéfices qui est la même méthode utilisée par le Québec dans le calcul des coûts lors de la collision avec la faune. Par exemple, au ministère des Transports du Québec, l'approche habituellement utilisée pour évaluer le coût des accidents est celle du capital humain. Cette approche est également utilisée par la société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) [Poulin, 1999]. Ils tiennent en compte de la proportion homme/femme impliqués dans les accidents et de la proportion de chacun des groupes d'âge. La valeur des coûts médicaux, d'hospitalisation, de réhabilitation, de la productivité perdue et des services ambulanciers est également prise en compte dans le calcul du coût moyen par victime. Le tableau présente les coûts moyens des blessures par personne et selon la gravité converti et capitalisé en dollars canadiens.

Tableau 1 – Coût moyen par victime et selon la gravité

	Coût (2017 CAD\$)
Blessé grave	160 975 \$
Blessé léger	10 509 \$
Total	171 484 \$

Source : Actualisation et interprétation de [Lévesque, 2005]

De plus, les collisions routières avec un animal tendent à impliquer plus d'une personne, ce qui entraîne l'augmentation des coûts associés aux préjudices humains. Le nombre de personnes impliquées dans la collision est très important dans la détermination des coûts. En connaissant le nombre de victimes ainsi que la gravité des blessures (c.-à-d. sévères ou mineures), il est possible d'estimer les coûts en termes de préjudices humains. [Houle and Fortin, 2009]

4.2 Coût des vies humaines

Entre 2012 et 2017, les collisions avec la grande faune ont causé 20 décès au Québec⁴. On constate que les collisions impliquant un ours ou orignal posent

4. Rapports d'accident du Ministère des Transports de 2012 à 2017

beaucoup de plus de risque de perte de vie humaine puisque bien que les collisions avec ours ou orignal ne représentent que 10% des collisions avec la grande faune, ils représentent 65% des décès sur la période. Dans l'ensemble, le taux de perte de vie humaine est de .026% pour les collisions impliquant un cerf de Virginie et .446% pour les collisions impliquant un ours ou orignal.⁵

Ensuite, pour calculer les coûts en pertes de vies causées par les collisions avec la faune, nous devons établir la valeur statistique d'une perte de vie humaine. L'objectif est ici d'évaluer en terme monétaire le coût des décès. Pour ce faire, deux méthodes sont fréquemment employées dans la littérature. Premièrement, l'approche du capital humain se base sur la contribution à la société perdue en termes de production. Ensuite, l'approche de la volonté à payer évalue la valeur statistique d'une vie en se basant sur la volonté à payer d'un individu pour une certaine réduction de son risque de décès. Cette dernière approche est actuellement la plus utilisée. Pour cette analyse, nous présenterons deux valeurs statistiques d'une vie utilisable dans le contexte, celle obtenue partir de la base de données de l'OCDE et celle proposée par le projet de recherche sur les politiques du Gouvernement du Canada.

Premièrement, l'OCDE publie un ouvrage de référence intitulé "La valorisation du risque de mortalité dans les politiques de l'environnement, de la santé et des transports". Celui-ci se veut un outil d'aide à la prise de décisions pour les décideurs publics. Il présente une vaste méta analyse des études sur la valeur statistique d'une vie faites par la méthode de la volonté à payer. Au total, la base de données comprend 856 études sur la VSL publiées entre 1985 et 2009. La VSL moyenne soulevée par ces études est d'US\$3 924 561⁶. Considérant que la volonté à payer varie beaucoup selon l'âge du sujet et la cause du risque, il peut être pertinent d'évaluer uniquement les études traitant de transport. Ceci nous laisse un échantillon de 182 études avec une valeur statistique d'une vie d'US\$4 392 882. Ensuite, si nous observons uniquement les études faites au Canada, nous obtenons un échantillon total de 67 études avec une valeur statistique moyenne de US\$10 625 800. Ce montant est beaucoup plus élevé puisque l'échantillon total compte beaucoup d'études faites dans des pays en voie de développement ou on observe des valeurs plus basses. Il serait intéressant d'observer uniquement les études sur le transport au Canada. Toutefois, seulement deux sont incluses dans l'échantillon et elles datent de 1990.

Ensuite, l'observation des différentes études dans la méta-analyse permet d'ob-

5. Rapports d'accident du Ministère des Transports de 2012 à 2017

6. \$US, tiré de la base de données de l'OCDE concernant l'article : la valorisation du risque de mortalité dans les politiques de l'environnement, de la santé et des transports

tenir un ordre de grandeur de la valeur statistique d’une vie dans le monde. Les différentes études présentent par contre des résultats qui varient grandement et il devient nécessaire de faire un choix subjectif sur la valeur à retenir. Dans le contexte de cette analyse, il semble raisonnable d’adopter une valeur reconnue pour la prise de décision gouvernementale au Canada. En 2009, une étude intitulée ‘Évaluation économique de la réduction des risques de mortalité :Examen et recommandations aux fins d’analyse politique et réglementaire’ [Chestnut and Civita, 2009] a été commanditée par santé Canada et par Conseil du Trésor. Cette dernière se veut une aide à la prise de décisions pour les programmes ou réglementations canadiennes. Il s’agit d’une revue de la littérature canadienne incluant les études : Chestnut et al. (1999), Lanoie et al.(1995), Meng and Smith (1999), Krupnick et al. (2002), Alberini et al. (2006), Chestnut et al. (2004) et Deshazo and Cameron (2004). De plus, ils présentent un survol des études aux États-Unis et ailleurs dans le monde ainsi que des différents facteurs qui peuvent affecter la valeur trouvée. Ils concluent en suggérant une fourchette pour les valeurs à retenir qui est présente au tableau 2. [Chestnut and Civita, 2009]

Tableau 2 – Valeur statistique d’une vie suggérée par le rapport

Valeur statistique d’une vie	
Faible	3.5M\$
Centrale	6.5M\$
Élevé	9.5M\$
Source : [Chestnut and Civita, 2009]	

Pour cette étude, nous adopterons donc la valeur centrale ajustée à l’IPC pour 2017. La valeur statistique d’une vie perdue lors d’une collision avec la faune que nous retenons est donc de 7,57 millions.

4.3 Coût de la perte des animaux

L’évaluation du coût des collisions par type d’animal demande aussi à ce que l’on intègre d’une certaine façon le service écologique que prodigue la faune. Cette question est débattue extensivement dans la littérature sur l’évaluation des coûts des collisions impliquant des animaux sauvages. Une hypothèse largement utilisée dans l’estimation de cette composante est relative à la probabilité d’encourir ce coût. En effet, on constate généralement la mort de l’animal au moment de collision ou rapidement après celle-ci. De ce fait, la littérature s’accorde pour affirmer que la probabilité d’encourir le coût de la perte de l’animal suivant l’accident est de 100%, quel que soit le type d’animal. Cette hypothèse est généralement émise

dans un but de simplification des calculs tel que présenté dans [Huijser et al., 2007] et [Bissonette et al., 2008].

La pratique courante est d’inférer ce coût en estimant les gains et les pertes monétaires liés aux activités économiques relatives aux espèces étudiées. Plus précisément, la pratique courante est d’utiliser la valeur économique des activités récréatives pour estimer le coût . Les activités récréatives sont divisées en 3 éléments principaux : Les coûts liés aux permis de chasse, les coûts et les bénéfices en provenance des activités économiques de la chasse ainsi que les bénéfices liés à l’observation d’animal sauvage. À titre d’exemple, les activités économiques liées à la chasse contribuent pour 80% du coût de la perte des animaux [Huijser et al., 2007] . Il est important de mettre l’emphase sur un point important dans la tentative d’estimation de ce coût. Dû au fait que nous utilisons la valeur économique des activités récréatives, l’estimation représente réellement une portion du coût réel de la perte de l’animal. Malheureusement, ce manque à gagner est difficilement comblé, car la disponibilité des données sur le sujet est très sommaire.

Tableau 3 – Coût de la perte de l’animal (2017 \$CA)

Source	Année	Cerfs de Virginie	Orignal
Huijser et coll. (2007)	2007	3 183 \$	3 183 \$
Bissonette et coll. (2008)	2001	241 \$	
Huijser et coll. (2009)	2007	104 \$	347 \$
Houle et Fortin (2009)	2009	3 183 \$	2 274 \$
Bissonette et Hammer (2000)	1996	2 565 \$	
Montant retenu		3 000 \$	3 000 \$

La valeur retenue pour le coût de la perte des animaux est 3000 \$CA, quel que soit le type d’animal. La raison étant que le processus d’estimation du coût présenté de [Huijser et al., 2007] semble être un calcul plus rigoureux du coût que l’on tente d’estimer. Le rapport en question présente une méta-analyse très complète de ce coût dans différents contextes politiques et géographiques. Il est important de mentionner que dû à la forte contribution du marché de la chasse, le coût estimé est fortement corrélé avec le volume de chasse de la région étudié. De ce fait, ce coût sera un peu plus faible au Québec qu’ailleurs. [Bissonette and Hammer, 2000]

Comme mentionné plus tôt, on suppose que l’animal meurt toujours au moment où après l’accident. De ce fait, pour effectuer le calcul du coût moyen annuel, la contribution du coût de la perte des animaux n’aura pas besoin d’être répondéré.

Ainsi, on supposera pour nos résultats finaux qu'un coût de 3000 \$CA est encouru à chaque collision impliquant un cerf de Virginie, un orignal ou un ours.

4.4 Coût de disposition des carcasses

À la suite d'un accident, la carcasse de l'animal impliqué doit être récupérée pour assurer la sécurité des véhicules et pour pouvoir en disposer de façon salubre sur un site autorisé. Comme mentionné plus tôt, dans le cadre de cette étude, nous faisons l'hypothèse que la totalité des collisions résulte en la mort de l'animal. De plus, pour cette section, nous ferons l'hypothèse que 100% des animaux décèdent sur les lieux de l'accident. Cette hypothèse est discutable puisque dans certains cas de collisions à faible vitesse l'animal survit à l'impact initial, mais décède de ses blessures par la suite. Toutefois, puisque l'étude concerne une section de l'autoroute 10 et implique donc majoritairement des accidents à vitesse élevée et que, dans tous les cas, le taux de décès immédiat est élevé peu importe la localisation de l'accident, il est raisonnable dans le cas présent de faire cette hypothèse.

La récupération des carcasses au Québec est habituellement effectuée de la façon suivante. Suite à un accident où lorsque les patrouilleurs détectent une carcasse, ils l'identifient, remplissent une fiche de données et marquent la localisation à l'aide d'un drapeau. Par la suite, un entrepreneur vient récupérer la carcasse et la transporte jusqu'au site d'enfouissement.⁷ Le coût de ramassage par l'entrepreneur est facilement identifiable puisque facturé à l'unité. Pour le mois de mai 2018 au Centre de services de Sherbrooke, le coût facturé pour la récupération et le transport de grands animaux morts est de 84\$ en situation normale, de 89\$ si l'animal est de grande taille et de 95\$ si la récupération doit être effectuée en urgence⁸.

À ces montants, on doit ajouter les coûts en temps et frais de transport des patrouilleurs du Ministère des Transports. Ces coûts ne peuvent être isolés directement puisque les coûts encourus pour les patrouilleurs ne sont pas comptabilisés selon la tâche qu'ils effectuent. Puisque ces coûts sont minimes, nous effectuerons ici la supposition qu'ils représentent environ 10\$ par animal. Ceci nous donne un coût total retenu pour l'étude de 100\$ par récupération de carcasses animale. Ce montant semble raisonnable lorsque comparé à celui estimé par le Ministère de Transport et de l'infrastructure de la Colombie-Britannique qui est aussi de 100\$ [WARS, 2007]

7. Information fournie directement par le Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports.

8. Facture de récupération, transport et élimination d'animaux morts du Centre de services de Sherbrooke du 1 mai 2018 au 31 mai 2018.

4.5 Coût de réparations

En cas de collision, le coût le plus important et fréquemment encouru est celui des dommages matériels au véhicule impliqué. La base de données du Ministère des Transports du Québec ne fournit pas de données permettant d'estimer le montant des dommages. De plus, un incident est créé lorsque les dommages sont estimés à plus de 2000\$ et certains accidents ne sont pas reportés au Ministère des Transports. Il est donc nécessaire d'estimer le nombre d'accidents résultant en des dommages matériels. En Nouvelle-Écosse, le nombre de collisions avec un cerf de Virginie impliquant des dommages matériels est estimé à 90.2% [Tardif et al., 2003]. En Colombie-Britannique, on retrouve des résultats similaires puisque la Insurance Corporation of British-Columbia estime à 90% [WARS, 2007] le taux de collisions avec la grande faune qui cause des dommages matériels [Bellefeuille and Poulin, 2004]. Pour ce qui est des orignaux, leur taille et poids considérables font que les collisions causent davantage de dommages matériels. Pour cette raison, il est raisonnable de supposer que la quasi-totalité des incidents impliquant un orignal est rapportée et cause des dommages matériels. Pour cette analyse, les taux d'accidents causant des dommages matériels employés seront donc 90% pour le cerf de Virginie et 100% pour l'orignal.

Le coût moyen des réparations à la suite d'une collision avec un cerf de Virginie ou orignal est plus difficile à estimer. Au Québec, la Société de l'assurance automobile du Québec est responsable de l'assurance des dommages corporels, mais le secteur privé s'occupe des dommages matériels. Pour cette raison, le coût moyen des réclamations n'est pas disponible publiquement. Plusieurs études antérieures évaluent le coût des collisions. Toutefois, les changements technologiques dans le domaine automobile ces dernières années ont fait rapidement croître les coûts moyens de réparations. De plus, beaucoup d'études se basent sur de petits échantillons qui ne sont pas nécessairement représentatifs de la situation au Québec. La meilleure solution semble donc de faire un agrégat de différentes sources.

Entre 2001 et 2003, les réclamations moyennes en dommages matériels pour les collisions avec la faune au Manitoba étaient respectivement de 1617\$, 1701\$ et 1817\$ [Transport Canada, 2003]. La Insurance corporation of British Columbia estime quant à elle dans son dernier rapport que le coût moyen en dommages matériels des 6600 collisions avec la faune ayant eu lieu en 2000 était de 2200\$ [WARS, 2007]. Lorsque rapporté en dollars 2017, on obtient un coût moyen par réclamation de 2220\$⁹ pour la Colombie-Britannique. Comme mentionné, les coûts de réparations ont toutefois augmenté plus rapidement que l'inflation. Il est donc plus

9. $(2143\$ + 2207\$ + 2309\$)/3$

pertinent de trouver des sources modernes pour estimer ces coûts. La firme d'assurance State Farm, l'un des plus grands assureurs automobiles américains, publie annuellement un Rapport des collisions avec les cerfs de Virginie. Lorsque converti en dollars canadiens, le coût moyen de réclamation pour les collisions avec un cerf de Virginie entre le 1er juillet 2016 et le 30 juin 2017 est de 5225\$. State Farm ne publie pas annuellement les données pour les orignaux. Suite à une requête, ils ont toutefois fourni le montant moyen pour les réclamations après collision avec un orignal pour 2006-2007 qui est de US\$5600¹⁰. En convertissant en dollars canadiens et en ajustant pour l'inflation, on obtient un coût moyen pour une réclamation suite à une collision avec un orignal de 7039\$. Ces montants concernent les collisions aux États-Unis, mais, comparativement au montant pour la Colombie-Britannique, représentent uniquement les coûts pour les animaux étudiés ici (Cerf de Virginie, orignal).

Nous retiendrons donc pour cette étude un coût en dommage matériel de 5200\$ pour une collision avec un cerf de Virginie et 7000\$ pour une collision avec un orignal. Une collecte de données auprès des assureurs québécois permettrait d'obtenir une meilleure approximation du coût réel matériel et serait un ajout pertinent à cette étude si ces derniers décidaient de rendre leurs données publiques.

4.6 Coût de remorquage

L'industrie du remorquage au Québec est constituée d'un grand nombre de firmes œuvrant chacune sur un territoire restreint. Cependant, lorsqu'il s'agit d'un véhicule impliqué dans une collision avec la faune et que la remorqueuse est appelée par un agent de la Sûreté du Québec, les tarifs sont habituellement ceux suggérés par l'A.P.D.Q. (l'Association des Professionnels du Dépannage du Québec). Les prix sont fixés en fonction du temps qu'il faut pour faire un remorquage (Tableau 4). Pour cette analyse, nous avons fait l'hypothèse que le temps de remorquage moyen est de 30 minutes. Ensuite, la base de données du Ministère des Transports nous permet de connaître le taux de véhicule lourd moyen impliqué dans les accidents avec la grande faune. Pour la période 2013-2017, ce taux est d'environ 3%.¹¹

Finalement, nous avons besoin d'un taux de remorquage pour savoir à quelle fréquence ce coût est encouru. Ce taux n'est pas comptabilisé directement par le Ministère des Transports. Le taux d'accidents causant des dommages matériels (90% Cerf de Virginie et 100% orignaux) présenté à la section précédente peut être

10. Appendix 2 de [Huijser et al., 2009]

11. Nombre de camions lourds et autobus impliqué divisé par le nombre total de collisions avec la grande faune, base de données sur les accidents du Ministère des Transports

Tableau 4 – Tarifs suggérés par l’A.P.D.Q

	Véhicule de moins de 4500kg	Véhicule de plus de 4500kg
Frais de base	103 \$	191 \$
Tarif horaire aller-retour	125 \$	198 \$

considéré comme une bonne estimation du taux de remorquage. En multipliant les coûts aux taux de véhicules lourds impliqués et aux taux de remorquages, nous obtenons un coût de remorquage par accident de 152\$ pour le cerf de Virginie et 169\$ pour l’orignal.

5 Évaluation non marchande

Dans la section précédente, il était question d’étudier comment nous considérons la composante de service écologique dans notre calcul du coût d’une collision avec un animal sauvage. La méthodologie présentée pour effectuer le calcul de ce coût pourrait potentiellement sous-estimer la valeur de celui-ci. La raison étant que l’utilisation exclusive de coût lié aux activités récréatives ne reflète pas réellement le coût qualitatif de la perte de l’animal. Il devient donc nécessaire, dans un but de rendre nos estimations plus rigoureuses, d’estimer la valeur monétaire de cette composante absente de la méthodologie conventionnelle. La principale utilité de cette section sera de faire une brève proposition d’évaluation non marchande dans le but de répondre à cet objectif.

Pour être en mesure d’obtenir une version plus représentative du coût de la perte des animaux, plusieurs éléments peuvent être quantifiés avec cette méthodologie. Par exemple, il serait intéressant de tenter d’observer l’utilité que la population retire de la présence de la faune dans la région étudiée. Cette composante pourrait inclure la valeur culturelle de la présence de la faune. Un autre élément à considérer pourrait être la volonté à payer de la population à contribuer à l’effort de conservation des espèces concernées. L’estimation de ceci permettrait d’évaluer indirectement la perte monétaire de du déséquilibre de l’écosystème généré par le décès d’une certaine espèce dans une population donnée. Plus précisément, l’ajout de cet élément au coût de la perte de l’animal permettrait de considérer la rareté de l’animal dans l’écosystème. Malgré que la quantité de cerf de Virginie soit relativement élevée, il reste que la perte d’un orignal pourrait être coûteuse pour l’écosystème en bordure de l’autoroute 10. Plus précisément, la mort d’un orignal mâle pourrait engendrer une diminution de la croissance de la population à long

terme.

Pour effectuer l'évaluation non marchande, il serait judicieux d'opter pour un processus d'enquête porte-à-porte. Pour déterminer la valeur d'un bien non marchand, la proposition sera faite uniquement sous la base de méthode pour garder stable la présence de la faune étant en périphérie de l'échantillon. La méthode ici sera tout simplement la mise en place de pont et de tunnel écologique. Le but final de l'évaluation sera d'identifier la volonté à payer du répondant du service écologique. La méthode préconisée pour la construction du questionnaire distribué sera l'utilisation de choix dichotomiques. L'utilisation d'une technique par bornage permettra de minimiser les divers biais de réponse lors du remplissage du questionnaire.

L'estimation de la VAP demande aussi une mise en situation supplémentaire pour que le répondant soit réellement en mesure d'évaluer sa volonté à payer pour le projet. La volonté à payer est estimée par plusieurs questions. Certaines questions devront évaluer la relation entre les répondants et le bien non marchand. Dans notre situation, on pourrait tenter d'évaluer la relation avec la faune avec des questions concernant la proximité et la fréquence de visite de parc nature, l'importance de la présence de la faune à leurs yeux. Dans notre cas, il sera important d'expliquer quelles seront les répercussions de projet de construction d'infrastructure qui favoriseront la protection des animaux et des usagers de l'autoroute 10. La question de volonté à payer pourrait prendre plusieurs formes, mais celles-ci devront contraindre le répondant à ne pas sous-estimer ou surestimer sa volonté à payer pour la présence des animaux. Le bornage, tel que mentionné plus tôt, minimiserait ce type de biais. Dans notre problématique, le bornage pourrait effectuer avec la question suivante : est-ce que vous seriez prêt à payer X\$ pour vous assurer de la survie des cerfs de Virginie et des orignaux vivant en périphérie de l'autoroute 10 ? Ensuite, une séquence de choix dichotomique pourrait être incluse dans le questionnaire pour être en mesure d'évaluer sa VAP par un processus d'élimination.

Pour l'estimation de la VAP, la méthode retenue pourrait être l'estimation par moindres carrés ordinaires (MCO). La modélisation serait utilisée dans le but d'observer les probabilités des répondants à accepter le prix proposé pour chaque élément que l'on tente d'observer. La variable dépendante de notre modèle sera le résultat du processus d'élimination effectué avec la technique de bornage. Avec cette stratégie, nous sommes capables d'analyser l'impact que vont avoir plusieurs caractéristiques (variables indépendantes) du répondant sur la variable que l'on tente d'analyser, soit la volonté à payer pour la présence de l'animal. Ces caracté-

ristiques pourraient être démographiques, économiques ou culturelles.

6 Résultats

En effectuant le produit des différents coûts avec leurs taux d'occurrences respectifs, nous pouvons obtenir un coût total pour chaque collision impliquant un cerf de Virginie et pour celles impliquant un ours/orignal (Tableau 5). Le résultat est un coût de 10 671\$ pour une collision avec un cerf de Virginie et 49 338\$ pour une collision avec un ours ou orignal.

Cet écart important s'explique principalement par le taux de décès beaucoup plus important pour les collisions impliquant un ours/orignal (.45% versus .03%). Les deux autres facteurs principaux sont le taux de blessures et les coûts de réparations moyens qui sont tous deux plus élevés pour les collisions avec ours/orignal. Les résultats obtenus sont très sensibles à la valeur retenue pour une vie humaine puisque les pertes de vie représentent 19% du coût des collisions avec le cerf de Virginie et 68% du coût pour les collisions avec les ours/orignaux. Nous croyons que la valeur retenue est la plus pertinente dans le contexte et qu'elle constitue le choix logique dans un optique de prise de décision pour la mise en place d'infrastructure au Québec.

Il est aussi à noter que ces coûts par accident ne tiennent pas compte de plusieurs éléments importants comme la perte de biodiversité, le poids émotionnel aux humains impliqués directement et indirectement dans les collisions, les coûts pour les premiers répondants (policiers, pompiers) et les pertes de temps entraînés par la congestion parfois occasionnée par les accidents. De plus, plusieurs animaux impliqués dans des accidents routiers ne sont pas tués à l'impact. Ces cas ne sont pas documentés et peuvent poser un problème de biais dans les résultats en plus d'un problème éthique. Ces coûts sont difficiles à quantifier, mais font que le coût réel des collisions est sans nul doute sous-estimé dans la présente analyse. Ces facteurs devraient être pris en compte lors de la lecture de la section Gains du projet et lors de la prise de décision pour la mise en place d'infrastructures d'évitement des collisions.

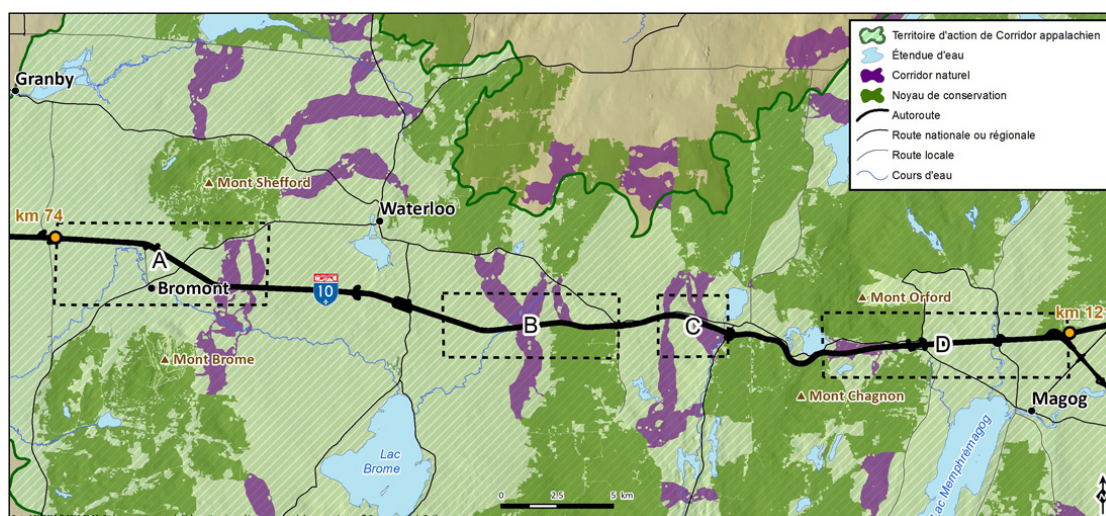
Tableau 5 – Coût des collisions avec les cerfs de Virginie et ours/originaux au Québec

	Cerfs de virginie			Ours/Original		
	Coût	Occurrence (%)	Coût par accident	Coût	Occurrence (%)	Coût par accident
Blessures humaines	10 509 \$	4.85%	719 \$	10 509 \$	26.01%	6 043 \$
Vies humaines	160 975 \$	0.13%		160 975 \$	2.06%	
Perte des animaux	7570000\$	0.03%	2 020 \$	7570000\$	0.45%	33 725 \$
Disposition des carcasses	3 000 \$	100.00%	3 000 \$	3 000 \$	100.00%	3 000 \$
Réparation des véhicules	100 \$	100.00%	100 \$	100 \$	100.00%	100 \$
Remorquages - de 4500kg	5 200 \$	90.00%	4 680 \$	7 000 \$	90.00%	6 300 \$
+ de 4500kg	166 \$	87.30%	152 \$	166 \$	97.00%	169 \$
	290 \$	2.70%		290 \$	3.00%	
Coût total par espèce :	Cerfs de virginie : 10 671 \$			Ours/Original 49 338 \$		

7 Gain du projet

Les responsables de l'organisme Corridor Appalachien ont présentement identifié une zone prioritaire pour les déplacements de la faune sur l'autoroute 10. Cette zone s'étend du kilomètre 74 au kilomètre 121 et est scindée en quatre zones prioritaires contenant les corridors de déplacement naturels de la faune. Ces zones¹² sont présentées dans la Figure 1 ci-dessous.

FIGURE 1 – Zones prioritaires identifié par Corridors Appalachien



À l'aide des données du Ministère des Transports sur la collecte des carcasses animales entre 2010 et 2017, nous pouvons évaluer le nombre de collisions avec la grande faune dans chaque zone prioritaire (A, B, C, D) et sur l'ensemble de la zone (Tableau 6).

On constate une moyenne annuelle de 13 collisions impliquant un cerf de Virginie et de 5.7 collisions impliquant un ours ou un orignal sur la section complète (soit du km 74 au km 121). Ces chiffres sont une approximation du nombre réel de collisions qui est probablement supérieur du aux collisions non rapportées ou l'animal ne décède pas immédiatement. Toutefois, vu la vitesse moyenne élevée sur la zone, le nombre de collisions qui ne sont pas immédiatement fatales à l'animal est probablement faible.

Nous pouvons donc nous baser sur ces observations pour évaluer le coût économique de collisions pour cette section de l'autoroute 10. En tentant compte des

12. Zone A= Km 74-85, Zone B= Km 92-100, Zone C= Km 101-107, Zone D= Km 110-121

Tableau 6 – Nombre de collisions avec cerfs de Virginie, ours et orignaux sur la zone d'intérêt

	Zone				Hors Zones	Total
	A	B	C	D		
Cerfs de Virginie	17	13	8	36	17	91
Ours	0	5	1	2	0	8
Orignaux	1	8	5	15	3	32
Total	18	26	14	53	20	131

*Hors zones représente les collisions ayant eu lieu entre les kilomètres 74 et 121, mais hors des zones A,B, C et D.

coûts présentés à la section résultats (Cerf de Virginie 10 671\$ et Ours/Orignal = 49388\$) nous obtenons les coûts annuels présentés au Tableau 7.

On constate un coût total annuel des collisions de 420 940\$ pour l'ensemble de la zone. Les coûts annuels par kilomètre pour les zones A,B,C et D sont respectivement de 2 997\$, 13 942\$, 9 088\$ et 15 893\$. L'écart majeur du coût par kilomètre de la zone A s'explique principalement par le faible nombre de collisions des ours et orignaux dans la zone. Pour la zone entière (km 74 à 121), on observe un coût par kilomètre annuel 8956\$. Comme ce coût est inférieur au coût des zones B,C et D, il pourrait être plus intéressant de mettre en place des infrastructures dans ces zones en premier. Pour les sections B, C et D, soit un total combiné de 25km, on obtient un coût par kilomètre annuel des collisions de 13 634\$.

Tableau 7 – Coût annuel des collisions par zone

	Zone				Hors zones	Total
	A	B	C	D		
Cerfs de virginie	25 915 \$	19 818 \$	12 195 \$	54 879 \$	25 915 \$	138 723 \$
Ours	- \$	35 277 \$	7 055 \$	14 111 \$	- \$	56 443 \$
Orignaux	7 055 \$	56 443 \$	35 277 \$	105 831 \$	21 166 \$	225 774 \$
Total	32 971 \$	111 538 \$	54 528 \$	174 822 \$	47 082 \$	420 940 \$

Note : Les montants représentent le coût par collision multiplié au nombre de collisions annuel.

Ces coûts par kilomètre sont particulièrement intéressants puisqu'ils peuvent

être comparés aux différents coûts infrastructures pouvant être mise en place pour réduire le nombre de collisions. Une étude des coûts de chaque type d'infrastructure est hors de la portée de ce travail. Toutefois, nous pouvons nous baser sur le travail de [Huijser et al., 2009] qui a effectué un travail de recherche considérable sur les taux d'efficacité et les coûts des différentes infrastructures. Les données pour les principales méthodes appropriées au contexte de l'autoroute 10 sont présentées au tableau 8.

Le taux d'efficacité représente le pourcentage de collision pouvant être évité avec la méthode et se base sur les différentes études citées dans la colonne source. Les coûts représentent le coût par km de l'installation, entretien et démolition en fin de vie des différentes infrastructures actualisée à un taux de 3%¹³. Ils ont été obtenus par une collecte de données publiques sur des projets antérieurs aux États-Unis et au Canada ainsi que par plusieurs contacts directs aux responsables de différents projets.

Le coût pour une clôture est pour une hauteur de 8 pieds et comprend l'installation d'un treillis métallique au bas lorsque nécessaire. Pour le cas avec traverse, on inclut un interstice par 2km. Pour le cas avec clôture et tunnel, on inclut un tunnel tous les deux kilomètres et, pour le cas avec tunnel et pont, on remplace un tunnel par un pont à chaque 12 tunnels (une section de 24km aurait donc 11 tunnel et 1 pont). Pour le scénario avec tunnel et tunnel et pont, on inclut des rampes pour que les animaux pris du mauvais côté de la clôture puissent s'échapper. Finalement, les systèmes de détection des animaux incluent l'installation, maintenance et l'électricité pour le système. Pour plus de détails sur les différents coûts pour chaque élément de chaque infrastructure et sur les durées de vies considérées, consulter l'Appendix 1 de [Huijser et al., 2009].

Ensuite, avec ces différents coûts actualisés, il est possible d'effectuer une comparaison avec les coûts par kilomètre des collisions présenté plus tôt. De plus, comme il est probable que ces coûts augmentent avec l'augmentation de la circulation sur l'autoroute 10, la hausse des coûts de réparation des véhicules ou l'inflation, nous présenterons une comparaison des coûts tenant compte d'une augmentation des coûts des collisions par kilomètre de 1%, 2% et 3%. Comme ces coûts seront actualisés à un taux de 3% comme les coûts des infrastructures, cela revient à actualiser à un taux de 2%, 1% et 0% (Tableau 9).

13. Actualisé à un taux de 3% sur une période de 75 ans qui représente la durée de vie utile de l'infrastructure ayant la plus longue durée de vie (le viaduc).

Tableau 8 – Méthode de prévention des collisions, taux d'efficacité et coût

Mesure de mitigation	Taux d'efficacité	Possibilité de traverser	Source	Coût par km (2017\$CAD)
Clôture, interstice, traverse	40%	Oui	Lehnert and Bissonette (1997) : 40%	399 504 \$
Clôture uniquement	86%	Non	Reed et al. (1982) : 79%; Ward (1982) : 90%; Woods (1990) : 95%;	248 963 \$
Clôture et tunnels pour la faune	86%	Oui	Reed et al. (1982) 79%; Ward (1982) : 90% Woods (1990) : 95%; Clevenger (2001) : 80%;	715 690 \$
Clôture, tunnels et ponts verts	86%	Oui	Dodd et al. (2007) : 87% Reed et al. (1982) 79%; Ward (1982) : 90% Woods (1990) : 95%; Clevenger(2001) : 80%;	956 872 \$
Systèmes de détection des animaux	87%	Oui	Dodd et al. (2007) : 87% Mosler-Berger and Romer (2003) : 82%; Doddand Gagnon (2008) : 91%	1 461 727 \$
Clôture, interstice et SDA	87%	Oui	Mosler-Berger and Romer (2003) : 82%; Doddand Gagnon (2008) : 91%	1 111 699 \$

Source : [Huijser et al., 2009], annexe 1

Tableau 9 – Coût actualisé des collisions sur 75 ans avec une augmentation des coûts de collisions de 1%,2% et 3%

Zone	Taux d'actualisation		
	2%	1%	0%
Zone entière	\$ 346 399	\$ 470 979	\$ 671 713
Zone B, C et D	\$ 527 382	\$ 717 051	\$ 1 022 664

Lorsque multiplié aux pourcentages d'évitement, ces coûts peuvent être directement comparés avec les coûts des infrastructures présentés précédemment (Tableau 10 et 11).

Pour la zone entière, l'installation d'une clôture complète apporterait un gain économique, peu importe le taux de croissance supposé des coûts des accidents. Cette solution ne permet toutefois pas la mobilité de la faune et cet élément n'est pas pris en compte dans les calculs de gains.

Pour ce qui est de la zone B,C et D, on constate qu'en tenant compte d'un taux de croissance de 3%, les divers projets incluant clôture, tunnels et ponts apportent tous un net gain économique. Les projets incluant des systèmes de détections des animaux demeurent toutefois trop coûteux pour offrir un gain en fonction du nombre d'accidents actuel.

Tableau 10 – Gains actualisés en fonction des différents taux d'efficacités et coûts pour la zone entière (km 74-121) comparés aux coûts actualisés des mesures

Mesure de mitigation	Taux d'efficacité	Gains			Coût
		Taux d'augmentation des coûts			actualisé par km
		2%	1%	0%	
Clôture, interstice, traverse	40%	138 560 \$	188 391 \$	268 685 \$	399 504 \$
Clôture uniquement	86%	297 903 \$	405 042 \$	577 673 \$	248 963 \$
Clôture et tunnels pour la faune	86%	297 903 \$	405 042 \$	577 673 \$	715 690 \$
Clôture, tunnels et ponts verts	86%	297 903 \$	405 042 \$	577 673 \$	956 872 \$
Systèmes de détection des animaux	87%	301 367 \$	409 752 \$	584 390 \$	1 461 727 \$
Clôture, interstice et SDA	87%	301 367 \$	409 752 \$	584 390 \$	1 111 699 \$

En conclusion, les résultats démontrent un gain potentiel à la construction d'infrastructure servant à minimiser le nombre de collisions. De plus, les taux de croissances des coûts des collisions utilisés sont conservateurs en raison de l'augmentation de la population de Sherbrooke, de la demande croissante en transport

et des coûts de réparations des voitures en augmentation. Aussi, les coûts par collisions ne tiennent pas compte de plusieurs éléments difficilement quantifiables mentionnés dans les sections précédentes. Finalement, il existe aussi un gain certain à empêcher la fragmentation des habitats causés par les autoroutes. Ce gain devrait être aussi pris en compte lors de la prise de décision.

Tableau 11 – Gains actualisés en fonction des différents taux d’efficacités et coûts pour les zones B,C et D comparés aux coûts actualisés des mesures

Mesure de mitigation	Taux d'efficacité	Gains			Coût actualisé par km
		Taux d'augmentation des coûts			
		2%	1%	0%	
Clôture, interstice, traverse	40%	210 953 \$	286 821 \$	409 065 \$	399 504 \$
Clôture uniquement	86%	453 549 \$	616 664 \$	879 491 \$	248 963 \$
Clôture et tunnels pour la faune	86%	453 549 \$	616 664 \$	879 491 \$	715 690 \$
Clôture, tunnels et ponts verts	86%	453 549 \$	616 664 \$	879 491 \$	956 872 \$
Systèmes de détection des animaux	87%	458 823 \$	623 835 \$	889 717 \$	1 461 727 \$
Clôture, interstice et SDA	87%	458 823 \$	623 835 \$	889 717 \$	1 111 699 \$

8 Conclusion

La présente étude démontre des coûts importants entraînés par les collisions avec la grande faune ainsi que les gains potentiels à leurs mitigations . Une intervention sur l’autoroute 10 permettrait d’améliorer la sécurité des usagers de la route, de conserver la biodiversité de la chaîne des Appalaches et d’offrir une plus belle carte de visite aux touristes (selon Caroline Daguét, Biologiste chez Corridor Appalachien). Il n’existe pas de solution universelle permettant de réduire le nombre de collisions avec la faune approprié à toutes situations. Il est donc nécessaire de faire un choix parmi les nombreuses méthodes possibles et cette étude se veut une aide potentielle à une éventuelle prise de décision. Plusieurs paramètres devront être pris en compte comme le nombre de collisions, le type de route, le type de milieu, les objectifs visés, le budget disponible, etc [Bellefeuille and Poulin, 2004] . Nous avons été contraints d’émettre quelques hypothèses quant aux taux d’occurrence, à l’augmentation des coûts futurs et à l’actualisation des différentes valeurs. Les résultats obtenus sont tout de même très conservateurs et semblent raisonnables lorsque comparés avec la littérature sur le sujet.

Des analyses coûts-bénéfices ont été fréquemment utilisées afin d’évaluer l’efficacité d’une mesure ou d’établir un seuil à partir duquel l’utilisation d’une mesure devient rentable . Malgré les coûts qui ne peuvent être comptabilisés et les estimés

conservateurs effectués dans la présente étude, on constate un gain potentiel à la mise en place d'infrastructure d'évitement particulièrement dans les Zones B,C et D. Une évaluation des coûts réels d'un projet de clôture, tunnels et ponts en fonction des caractéristiques de la zone serait nécessaire pour confirmer les gains possibles, mais les résultats préliminaires présentés ici semblent démontrer que leur mise en place pourrait entraîner un net gain économique.

Références

- Andreassen et al. (2005). The effect of scent-marking, forest clearing, and supplemental feeding on moose-train collisions. *Journal of Wildlife Management*, 69(3).
- Banque du Canada (2017a). Indice des prix.
- Banque du Canada (2017b). Taux de change annuels.
- Bellefeuille, S. D. and Poulin, M. (2004). Mesures de mitigation visant à réduire le nombre de collisions routières avec les cervidés.
- Bissonette, J. and Hammer, M. (2000). Effectiveness of earthen return ramps in reducing big game highway mortality in utah.
- Bissonette, J. A., Kassar, C. A., and Cook, L. J. (2008). Assessment of costs associated with deer-vehicle collisions : human death and injury, vehicle damage, and deer loss. *Human-Wildlife Conflicts*, 2(1) :17-27.
- Chestnut, L. G. and Civita, P. D. (2009). Évaluation économique de la réduction des risques de mortalité :examen et recommandations aux fins d'analyse politique et réglementaire.
- Houle, M. and Fortin, D. (2009). Identification des mesures de mitigation pour réduire les accidents routiers avec les cervidés. *Université Laval pour le ministère des Transports du Québec, Québec*.
- Huijser, M. P., Duffield, J. W., Clevenger, A. P., Ament, R. J., and McGowen, P. T. (2009). Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the united states and canada : a decision support tool. *Ecology and Society*, 14(2).
- Huijser et al. (2007). Wildlife-vehicle collision reduction study : Report to congress. Technical report.
- Huijser et al. (2009). Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the united states and canada : a decision support tool. *Ecology and Society*, 14.
- Lévesque, H. (2005). Détermination d'un coût d'accident selon une typologie d'accident pour améliorer l'évaluation des avantages et des coûts des infrastructures routières.
- M. Leblond et al. (2006). Évaluation de la clôture électrique comme mesure de mitigation des accidents routiers impliquant l'orignal dans la réserve faunique des laurentides.
- Organisation de coopération et de développement économiques(OCDE) (2012). La valorisation du risque de mortalité dans les politiques de l'environnement, de la santé et des transports.

- Poulin, M. (1999). Les accidents de la circulation impliquant la grande faune sur le territoire de la direction de québec et à l'intérieur des limites de la réserve faunique des laurentides.
- Romin, L. A. and Bissonette, J. A. (1996). Deer : vehicle collisions : status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin*, pages 276–283.
- State Farm Mutual Automobile Insurance Compagny (2017). Deer drive damage costs up!
- Statistique Canada (2016). Produits de données, recensement de 2016.
- Tardif et al. (2003). Collisions involving motor vehicles and large animals in canada.
- Transport Canada (2003). Exhibit 5.16 manitoba animal-vehicle collision claims 2001 –2003.
- WARS (2007). Wars 1988-2007 - wildlife accident monitoring and mitigation in british columbia - special annual report.