

HEC MONTRÉAL

**Loi sur le port obligatoire du casque à vélo au Québec : une
analyse coûts-bénéfices**

par

Olivier Aubry

**Sciences de la gestion
(Économie Appliquée)**

*Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences
(M. Sc.)*

Avril 2015

© Olivier Aubry, 2015

CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

No certificat : 2305

No projet 1667

La présente atteste que le projet de recherche décrit ci-dessous a fait l'objet d'une évaluation en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains et qu'il satisfait aux exigences de notre politique en cette matière.

Titre du projet de recherche :

Loi sur le port obligatoire du casque à vélo au Québec : une analyse coûts-bénéfices

Chercheur principal :

Chercheur : Olivier Aubry

Titre : Étudiant(e) Maîtrise

Service/Option : Économie appliquée

Co-directeur : Justin Leroux

Titre : Professeur(e) agrégé(e)

Service/Option : Institut d'économie appliquée

Co-directeur : Marie Allard

Titre : Professeur(e) agrégé(e)

Service/Option : Institut d'économie appliquée

Date d'approbation du projet :

15 juillet 2014

Date de publication du certificat :

15 juillet 2014

Date d'échéance du certificat :

01 juillet 2015



Maurice Lemelin, président
Comité d'éthique de la recherche



Sommaire

Sept provinces sur dix au Canada possèdent une loi quant au port obligatoire du casque à vélo, soit pour les 18 ans et moins ou pour les cyclistes de tous âges. Au Québec, seule la municipalité de Sherbrooke a adopté un tel règlement, entré en vigueur en 2011, imposant le port du casque pour les cyclistes de moins de 18 ans. Bien que le Gouvernement du Québec recommande de porter un casque à bicyclette et que deux projets de loi avaient été élaborés (1996 et 2000) concernant ce sujet, aucune loi n'a encore été édictée. Récemment, plusieurs professionnels de la santé des quatre centres hospitaliers universitaires du Québec ont coécrit une lettre aux ministres du gouvernement québécois pour leur demander de rendre obligatoire le port du casque pour les cyclistes de moins de 18 ans, affirmant qu'un dollar investi dans un casque de vélo permettrait de sauver 30 \$ en coûts liés aux blessures. Il s'avère donc pertinent d'analyser si l'introduction d'une telle loi dans le Code routier serait économiquement bénéfique pour la société québécoise. Voilà pourquoi nous avons décidé d'entreprendre une analyse coûts-bénéfices permettant de trouver une valeur actualisée nette quant à la rentabilité économique de la mise en place de ce projet de loi.

Dans le cadre de notre étude, nous avons évalué les coûts liés à l'achat du casque pour les cyclistes qui ne le portaient pas avant la législation et pour les nouveaux cyclistes, à l'effet déplaisant de devoir porter un tel équipement de sécurité, aux campagnes de publicité et à la diminution potentielle de l'utilisation du vélo. Grâce à un questionnaire s'adressant spécifiquement aux cyclistes, nous avons pu établir, à l'aide d'une évaluation contingente, une valeur de 8 \$ quant au désagrément du port du casque. Nous avons aussi établi que plusieurs cyclistes seraient prêts à faire moins ou plus du tout de vélo si ce règlement était instauré dans la province. Une observation directe a d'ailleurs été effectuée pour analyser le comportement des cyclistes à vélo et pour calculer le taux du port du casque. Les résultats obtenus avec celle-ci nous ont aussi permis de traiter l'hypothèse du changement potentiel de comportement des cyclistes en produisant des statistiques descriptives sur ce qui a été observé.

En ce qui a trait aux bénéfiques que nous avons retenus pour analyser le projet de loi, nous avons évalué la réduction des coûts de soins de santé due à la diminution des blessures graves et estimé les effets bénéfiques attribués au sentiment de sécurité provoqué par la mise en place du règlement.

En utilisant un taux d'actualisation de 1,75%, un horizon temporel de cinq ans, un taux d'efficacité du casque de 60 %, une valeur de la vie humaine estimée entre 4,7 et 6,6 millions de dollars, un coût d'abandonner le vélo de 26,64 \$, une fraction affectant ce coût pour la catégorie des répondants ayant révélé vouloir faire «plus souvent de vélo» avec l'introduction de la loi de $-1/3$ et une valeur d'achat du casque évaluée à 25 \$, nous trouvons une valeur actualisée nette négative de plus de 34 millions de dollars.

L'analyse de sensibilité nous permet de constater qu'un changement dans la valeur considérée pour l'achat du casque affecte particulièrement le résultat de la VAN, la rendant même positive en franchissant le point mort de 29,92 \$. Néanmoins, tous les autres scénarios alternatifs que nous avons testés ont indiqué que la VAN était négative, variant entre une perte de 5,3 millions et de 43,6 millions de dollars, ce qui prouve la robustesse et la validité des résultats que nous avons obtenus. Notre étude suggère donc que l'introduction d'une loi sur le port du casque à vélo ne serait pas économiquement avantageuse pour le Québec.

Mots-clés : analyse coûts-bénéfiques, économie, vélo, port du casque, valeur actualisée nette, évaluation contingente, observation directe, questionnaire, régression de Poisson, probit

Table des matières

Sommaire	i
Liste des graphiques et tableaux	v
Remerciements.....	viii
1. Introduction	1
2. Revue de littérature	5
2.1 Mise en contexte.....	5
2.1.1 Littérature spécifique sur le port du casque à vélo.....	5
2.2 Méthodes directes	8
2.2.1 L'approche du capital humain.....	8
2.2.2 Observation directe sur le terrain.....	9
2.3 Approche du consentement à payer	10
2.3.1 Évaluation contingente	10
2.3.2 Méthode indirecte : les marchés de la consommation	16
2.4 Transfert de valeurs.....	17
3. Hypothèses de travail et méthodologie	19
3.1 Population à l'étude	19
3.2 Horizon temporel	20
3.3 Taux d'actualisation	21
3.4 Évaluation des coûts et bénéfices et hypothèses spécifiques sur le port du casque.....	22
3.4.1 Évaluation des bénéfices.....	22
3.4.2 Évaluation des coûts	23
4. Données	26
4.1 Questionnaire	26
4.1.1 Représentativité de l'échantillon	29
4.2 Observation directe.....	30
5. Estimation des coûts.....	33
5.1 Achat du casque.....	33
5.2 Désagrément du port du casque.....	38
5.2.1 Disposition à payer : résultats du questionnaire	38

5.2.2 Déterminants de la disposition à payer	39
5.2.3 Estimation du coût du désagrément de porter le casque	49
5.3 Campagnes de publicité	50
5.4 Changement potentiel de comportement des cyclistes	52
5.4.1 Analyse selon les résultats de l'observation directe	52
5.4.2 Analyse selon le questionnaire	55
5.5 Diminution potentielle du nombre de cyclistes	59
5.6 Coûts totaux	64
6. Estimation des bénéfices	65
6.1 Réduction des coûts de santé	65
6.2 Sentiment de sécurité	68
6.3 Bénéfices totaux	70
7. Valeur actualisée nette	71
7.1 Scénario de base	71
7.2 Scénarios alternatifs	73
7.2.1 Taux d'actualisation	73
7.2.2 Horizon temporel	74
7.2.3 Nombre de cyclistes	74
7.2.4 Valeur d'achat du casque	75
7.2.5 Taux d'efficacité du casque	76
7.2.6 Valeur statistique d'une vie humaine	77
7.2.7 Coût d'abandonner le vélo	78
7.2.8 Intensité d'abandonner le vélo	78
7.2.9 Scénario optimiste et scénario pessimiste	79
8. Conclusion	81
Bibliographie	83
Annexe 1	92
Annexe 2	94
Annexe 3	105
Annexe 4	109
Annexe 5	112
Annexe 6	114
Annexe 7	116

Liste des graphiques et tableaux

Graphique 1 : Disposition à payer selon le nombre de répondants	38
Graphique 2 : Nombre de fois, sur 10 occasions, que le répondant porte son casque en utilisant son vélo personnel	56
Tableau 1 : Comparaison des variables sociodémographiques.....	29
Tableau 2 : Prix moyen des casques en date du 1er novembre 2014	34
Tableau 3 : Port du casque selon la provenance des données	34
Tableau 4: Évolution du port du casque après législation.....	35
Tableau 5: Nombre de cyclistes projeté selon l'année d'analyse	36
Tableau 6 : Coût de l'achat d'un casque selon l'année d'analyse	37
Tableau 7: Définition des variables et statistiques descriptives	40
Tableau 8 : Signes des variables attendus	42
Tableau 9 : Résultats de l'estimation avec une régression Poisson	46
Tableau 10 : Signes obtenus des variables par rapport aux attentes	48
Tableau 11 : Coût du désagrément du port du casque selon l'année d'analyse	49
Tableau 12 : Sommes investies par le gouvernement en publicité de masse relativement au port de la ceinture.....	50
Tableau 13 : Sommes investies par le gouvernement en publicité de masse concernant les <i>textos</i> au volant	50

Tableau 14 : Coût des campagnes publicitaires selon l'année d'analyse	51
Tableau 15 : Définition des variables et statistiques descriptives	57
Tableau 16 : Résultats de l'estimation du probit ordonné	57
Tableau 17 : Résultats du sondage quant aux cyclistes découragés (en pourcentage) selon le type de vélo utilisé	60
Tableau 18 : Proportion de cyclistes découragés selon le degré de découragement.....	63
Tableau 19 : Coût lié à la diminution du nombre de cyclistes sur les routes selon l'année d'analyse	64
Tableau 20 : Coûts de l'introduction d'une loi sur le port obligatoire du casque selon l'année d'analyse	64
Tableau 21 : Nombre annuel de victimes évitables selon l'année d'analyse	66
Tableau 22 : Bénéfice lié à la réduction des coûts de santé selon l'année d'analyse	67
Tableau 23 : Bénéfice lié au sentiment de sécurité quant à l'introduction d'une loi sur le port obligatoire du casque selon l'année d'analyse	69
Tableau 24 : Bénéfices de l'introduction d'une loi sur le port obligatoire du casque selon l'année d'analyse	70
Tableau 25 : Coûts, bénéfices et valeur actualisée nette sous le scénario de base.....	72
Tableau 26 : VAN du projet de loi en fonction du taux d'actualisation considéré	73
Tableau 27 : VAN du projet de loi en fonction de l'horizon temporel considéré	74

Tableau 28 : VAN du projet de loi en fonction du nombre de cyclistes considéré	75
Tableau 29 : VAN du projet de loi en fonction de la valeur d'achat du casque considérée	76
Tableau 30 : VAN du projet de loi en fonction du taux d'efficacité du casque considéré	76
Tableau 31 : VAN du projet de loi en fonction de la valeur d'une vie humaine considérée	77
Tableau 32 : VAN du projet de loi en fonction du coût d'abandonner le vélo considéré	78
Tableau 33 : VAN du projet de loi en fonction de l'intensité d'abandonner le vélo considéré.....	78
Tableau 34 : VAN du projet de loi selon un scénario pessimiste, réaliste et optimiste	79
Tableau 35 : Historique du nombre de victimes cyclistes selon l'année	109
Tableau 36 : Nombre de victimes cyclistes projeté selon l'année d'analyse	110
Tableau 37 : Nombre de victimes cyclistes projeté qui subiront des blessures à la tête selon l'année d'analyse.....	111
Tableau 38 : Valeur statistique d'une vie humaine selon l'année d'analyse et les valeurs utiles pour effectuer le calcul	112
Tableau 39 : Résultats de l'estimation avec un modèle de Tobit simple et un modèle de régression binomiale négative	116

Remerciements

Comme tout grand projet, celui de l'écriture de ce mémoire a été parsemé d'embûches. Pour leur faire face, mon entourage a joué un rôle clé, m'aidant à persévérer lors de moments plus difficiles. Tout d'abord, j'aimerais remercier ma mère, pour m'avoir soutenu durant toutes ces années et, en particulier, lors de la rédaction de ce mémoire. Sans son appui, je ne pense pas que toutes ces lignes auraient vu le jour. Ses messages, me rappelant sans cesse pourquoi j'avais choisi ce chemin, m'ont aidé à ne jamais baisser les bras. Son aide précieuse pour relire mes textes, les critiquer, m'en donner ses impressions, de même que d'en corriger les erreurs, m'a permis d'obtenir un regard externe du point de vue académique. On m'a souvent répété que les meilleurs mémoires ou les meilleures thèses étaient ceux et celles que tout le monde pouvait comprendre. Tu as, en quelque sorte, joué ce rôle.

Je tiens aussi à remercier mon père et ma sœur, qui ont toujours été là pour moi tout au long de ma rédaction et qui ont été mes supports moraux. Vos encouragements ont été source de motivation et m'ont amené à me dépasser.

Je ne peux oublier de remercier mon collègue de banc d'école, confrère économiste et ami, Xavier, pour toute son aide, son savoir, ses encouragements et son support. Passer la maîtrise à tes côtés a été un plaisir, vivre nos joies et nos peines ensemble au travers des sessions, nos travaux d'équipe, le bal, les soupers d'option, etc. Je suis très reconnaissant de tout ce que tu as pu m'apporter.

Par ailleurs, sous une note plus générale, mais sans en réduire l'importance, je tiens à remercier mes amis et ma famille d'avoir été présent pour moi, mon oncle Christian et ma tante Ginette, particulièrement.

Un merci tout spécial à toutes les personnes qui ont bien voulu prendre de leur temps pour répondre à mon questionnaire. Sans cela, bien des données auraient été manquantes.

Je souhaite aussi remercier mes deux directeurs de mémoire, Marie Allard et Justin Leroux, sans qui le projet n'aurait pas été possible. Merci de votre patience, de vos critiques et de votre soutien durant tout le processus.

Finalement, j'aimerais prendre ces dernières lignes pour remercier ma copine, Stéphanie, de m'avoir appuyé et soutenu durant toutes les étapes de ce mémoire. Tu m'as aidé à simplifier mes pensées et mes phrases afin de les rendre davantage compréhensibles. Tes relectures et tes critiques m'ont aidé à remettre un produit dont je peux être fier aujourd'hui. Merci d'avoir été présente pour moi, autant dans mes joies que dans mes peines. Ton amour m'a donné la force et l'énergie de surmonter tous les obstacles que j'ai pu rencontrer au cours de la route. Tu m'as montré à être davantage discipliné et qu'en travaillant fort, sans relâche, on obtient ce que l'on veut. Sans toi, tout ça n'aurait pas été possible... ou le texte entier aurait été écrit en une seule phrase.

1. Introduction

L'activité physique joue un rôle essentiel dans le maintien de la santé. Selon l'Agence de la santé publique du Canada, les personnes pratiquant de l'exercice sur une base régulière améliorent leur santé, leur longévité, sont plus productives et augmentent leurs chances d'éviter les maladies et les blessures. Le vélo se révèle être une activité physique récréative et sportive possédant de nombreux bienfaits reconnus sur le fonctionnement de l'organisme et le bien-être général. Il constitue aussi un moyen de transport écologique minimisant l'émission de polluants atmosphériques associée aux véhicules, améliorant de ce fait la santé publique. Sa popularité continue de progresser, alors que maintenant plus de 54% de la population au Québec fait du vélo, dont 37% l'utilisant à des fins de transport (Vélo Québec, 2013). Cela est dû, en partie, à la création d'une *Politique sur le vélo* en 1995, révisée en 2008 par le ministère des Transports, visant à rendre la bicyclette un moyen de transport davantage sollicité, à promouvoir la sécurité routière auprès des cyclistes et des autres usagers de la route et à améliorer les infrastructures en développant et consolidant le réseau cyclable de la Route verte¹ (Transports Québec, 2008-B).

Bien que les bénéfices pour la santé soient considérables, la pratique du vélo comporte certains risques. En effet, les cyclistes sont considérés par Transports Canada comme étant des usagers de la route vulnérables, puisqu'ils sont susceptibles de subir les conséquences les plus graves lors de collisions avec d'autres usagers de la route, ces premiers étant moins protégés et plus difficilement visibles. Ainsi, les cyclistes sont 2,3 fois plus susceptibles d'être mortellement blessés lors d'un trajet donné que les occupants d'un véhicule (Beck et al., 2007). Les blessures les plus récurrentes et les plus graves à vélo sont celles causées à la tête. La Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ, 2013-A) rapporte que ce type de blessure représente la première cause de mortalité chez les cyclistes, étant à l'origine de 60% des décès et 30% des blessures graves². Le casque protecteur se voit donc être une solution généralement acceptée pour prévenir ce

¹ Itinéraire cyclable possédant plus de 5 000 km inauguré en 2007.

² En 2012, 1 954 cyclistes ont été victimes d'un accident de la route impliquant un véhicule routier au Québec, dont 13 sont décédés, 88 gravement blessés et 1 853 légèrement blessés.

risque de blessures à la tête lors de chutes, pouvant réduire jusqu'à 85% le risque de traumatisme crânien et cérébral grave s'il est bien porté et ajusté. Voilà pourquoi, au Canada, sept provinces sur dix ont décidé d'implanter une loi quant au port obligatoire du casque à vélo, soit pour les 18 ans et moins ou pour les cyclistes de tous âges. Au Québec, la ville de Sherbrooke est la première municipalité ayant décidé d'adopter un règlement imposant le port du casque pour les cyclistes de moins de 18 ans, entré en vigueur en 2011. Bien que le Gouvernement du Québec recommande de porter un casque à bicyclette et que deux projets de loi ont été élaborés (1996 et 2000) concernant ce sujet, aucune loi n'a encore été édictée. Des professionnels de la santé des quatre centres hospitaliers universitaires du Québec ont d'ailleurs coécrit une lettre aux ministres du gouvernement québécois leur demandant de rendre obligatoire le port du casque pour les cyclistes de moins de 18 ans, affirmant qu'un dollar investi dans un casque de vélo permettrait de sauver 30\$ en coûts liés aux blessures (Le Devoir, 2013). Il s'avère donc intéressant d'analyser la question suivante : d'un point de vue économique, serait-il bénéfique pour la société québécoise de mettre en place une loi sur le port du casque protecteur à vélo?

Une bonne manière de répondre à cette question sera d'entreprendre une analyse coûts-bénéfices, ce qui permettra de trouver une valeur actualisée nette déterminant la rentabilité économique de la mise en place d'un tel projet de loi. Il s'agira donc essentiellement d'évaluer si la réduction des coûts de soins de santé, due à la diminution des blessures à la tête grâce au casque protecteur, et le sentiment de sécurité engendré par le règlement excéderont les coûts liés à la diminution potentielle de l'utilisation du vélo, au changement potentiel de comportement des cyclistes (adoption d'un comportement plus risqué), à l'achat du casque pour les individus n'en possédant pas, à l'effet déplaisant de devoir le porter et à ceux nécessaires pour la mise en place et le contrôle d'une telle loi.

À notre connaissance, ce mémoire constitue la première analyse coûts-bénéfices d'une loi liée au port obligatoire du casque protecteur à vélo au Québec, réalisée *ex ante*, c'est-à-dire, avant la réalisation d'une telle loi. De plus, c'est la première analyse coûts-bénéfices *ex ante* effectuée sur le sujet combinant une évaluation contingente avec une observation directe et monétisant le désagrément associé au port du casque à vélo. Dans les faits, peu d'analyses coûts-bénéfices ont été

réalisées sur le port obligatoire du casque à vélo et la plupart de celles ayant été entreprises ont été faites *ex post*, soit lorsque la loi avait déjà été mise en place, alors que les auteurs comparaient la situation avant et après l'adoption de la loi.

Un débat règne depuis déjà plusieurs années dans la littérature quant à l'efficacité d'une loi obligeant le port du casque à bicyclette à réduire les blessures à la tête. Les supporteurs de la loi pour le casque à vélo affirment que son adoption dans plusieurs pays a permis de réduire les blessures à la tête, telles que les traumatismes crâniens, et les accidents mortels. Alors que les bienfaits du casque protecteur sont peu remis en question au niveau individuel, certaines études n'ont cependant pas trouvé qu'il y avait de diminution significative du nombre de blessures à la tête pour les pays ayant adopté une telle loi et que la chute des blessures n'était pas reliée au port obligatoire, mais faisait plutôt partie d'une tendance déjà baissière attribuée à d'autres mesures ayant été mises en place pour accroître la sécurité routière. Quelques auteurs estiment d'ailleurs que cette loi est en fait contre-productive, faisant en sorte de décourager le cyclisme, réduisant ainsi le nombre de cyclistes sur les routes, rendant sa pratique plus dangereuse et entraînant des conséquences négatives sur la santé dues à une réduction de la pratique de cette activité physique. Bref, les détracteurs estiment que les coûts d'une telle loi l'emportent sur les bénéfices.

L'évaluation contingente et l'observation directe seront les outils clés utilisés dans ce mémoire en vue de recueillir des informations sur les cyclistes et de monétiser certains coûts et bénéfices intangibles reliés à la loi sur le port obligatoire du casque à vélo. Le transfert de valeurs sera aussi sollicité, de même que la méthode indirecte liée aux marchés de consommation³, alors que d'autres études réalisées sur le port du casque à vélo seront consultées, tout comme l'utilisation de données d'agences gouvernementales et non gouvernementales (le Gouvernement du Canada, du Québec, la SAAQ, Vélo Québec, l'Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux (AQESSS) et l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ)).

La deuxième section de ce mémoire traitera de la revue de littérature dans laquelle nous abordons l'évaluation de projet, les méthodes possibles d'évaluation de biens

³ Méthode stipulant que le marché de produits de sécurité donne de l'information sur ce que les gens sont prêts à payer pour diminuer leur risque de décès. Pour ce mémoire, le marché concerné est celui des casques protecteurs.

tangibles et intangibles qui pourraient être utiles pour analyser le projet de loi, de même que la littérature spécifique sur le port du casque à vélo. Dans la troisième section, nous révélerons les hypothèses de travail posées dans cette étude et la méthodologie employée pour monétiser les coûts et les bénéfices associés à l'instauration du règlement dans le code routier. Pour ce qui est de la quatrième section, il sera question de décrire les méthodes qui seront utilisées afin de récolter les données sur le terrain, ainsi que de mentionner l'utilité que celles-ci prendront dans ce mémoire. Les sections 5 et 6 seront allouées à l'estimation des coûts et des bénéfices liés à l'introduction d'une loi obligeant de porter le casque à vélo, tandis que la section 7 permettra de découvrir si celle-ci pourrait être rentable économiquement, alors que nous présentons la valeur actualisée nette du projet de loi. Finalement, nous terminerons l'analyse à la section 8 en revenant brièvement sur les éléments clés du mémoire afin de tirer des conclusions quant à la désirabilité sociale de la législation.

2. Revue de littérature

2.1 Mise en contexte

Dans ce mémoire, il s'agira d'effectuer une analyse coûts-bénéfices *ex ante* de l'implantation d'une loi sur le port du casque protecteur au Québec. L'objectif sera donc de déterminer la désirabilité sociale de la loi dans la province, soit la valeur nette que donne la société à introduire cette loi dans le code routier. Pour ce faire, il faudra prendre en compte les bénéfices et les coûts tangibles et intangibles pour établir la valeur actualisée nette du projet. Le défi sera de choisir les bonnes approches et méthodes qui permettront de monétiser et d'attribuer des valeurs réalistes aux intangibles, tels qu'à la mortalité (valeur d'une vie humaine), à la compensation du risque, au désagrément de porter le casque et au coût d'abandonner le vélo, ces derniers étant des biens non transigés sur le marché.

La prochaine section abordera la littérature spécifique sur le port du casque à vélo, tandis que les suivantes traiteront des différentes méthodes d'évaluation des coûts et bénéfices intangibles qui pourront potentiellement être utilisées dans l'analyse coûts-bénéfices de ce mémoire, c'est-à-dire les méthodes directes, composées par l'approche du capital humain et l'observation directe, l'approche du consentement à payer, constituée de l'évaluation contingente et de la méthode indirecte liée aux marchés de consommation, de même que le transfert de valeurs.

2.1.1 Littérature spécifique sur le port du casque à vélo

2.1.1.1 Efficacité du casque protecteur à vélo

Le casque de vélo constitue l'unique moyen de protection du cycliste (SAAQ, 2013-A). Ce dernier permet de prévenir une portion des blessures occasionnées lors de la pratique du vélo (Dennis et al., 2013). En ce qui concerne son efficacité, deux principales analyses systématiques, basées sur des études de type « cas témoins », ont démontré la capacité du casque à réduire le risque de traumatisme crânien à

bicyclette. D'une part, Thompson et al. (2009), associés au groupe Cochrane, sont venus à la conclusion que le fait de porter le casque de vélo réduisait de 85% le risque de blessures à la tête lors d'un accident, comparativement à 88% pour les blessures au cerveau, à au moins 75% pour les blessures sévères au cerveau et à 65% pour les blessures au visage (partie moyenne et supérieure). L'équipe de chercheurs spécifie que le casque n'offre aucune protection pour la partie inférieure du visage et pour la mâchoire. D'autre part, Attewell et al. (2001), groupe de chercheurs indépendants, ont trouvé que le port du casque à vélo diminuait de 60% le risque de blessures à la tête, de 58% pour les blessures au cerveau et de 47% pour les blessures au visage. Dans les deux cas, les chercheurs ont conclu que les résultats s'appliquaient pour les cyclistes de tous les groupes d'âges, c'est-à-dire que l'effet protecteur était le même indépendamment de l'âge, et pour tous les types d'incidents étant à l'origine des blessures, impliquant un véhicule motorisé ou non. Pour ce mémoire, considérant les résultats différents quant à l'efficacité du casque de ces deux études, cette variable sera soumise à une analyse de sensibilité pour tester la robustesse des résultats obtenus.

2.1.1.2 Aléa moral et diminution du nombre de cyclistes

Deux hypothèses sont avancées par les opposants de la loi sur le port obligatoire du casque à vélo, ceux-ci affirmant qu'une telle loi ne réduit pas le risque de blessures chez les cyclistes mais, qu'au contraire, elle peut en augmenter le risque (Robinson, 1996, 2006 et 2007; Curnow, 2008). La première concerne l'aléa moral, c'est-à-dire que de rendre obligatoire le port du casque de vélo pourrait favoriser la prise de risques chez les cyclistes. En effet, la théorie de l'aléa moral établit que l'introduction d'un équipement de sécurité chez un individu l'amènera à prendre plus de risques, car il se sent davantage protégé (Fyhri et al., 2012). Par exemple, l'étude de Grimm et Treibich (2013) démontre qu'il existe une compensation du risque entre le port du casque à moto et la vitesse des motocyclistes. L'étude cite en exemple la communauté sikh, qui, dû au port du turban, ne peut porter de casque et, de ce fait, compense en roulant plus lentement. Parallèlement, la réduction du risque perçu due au port du casque à vélo sera compensée par le cycliste, alors qu'il adoptera un comportement moins prudent, par exemple, en roulant plus rapidement ou plus

dangereusement, soit en prenant plus de risques (Adams et Hillman, 2001; Robinson, 2006).

Bien que cette hypothèse soit avancée et traitée par certains auteurs, aucune étude n'a encore apporté de preuve concrète confirmant l'existence de ce phénomène ; la question de la compensation du risque demeure non résolue (Elvik, 2011). D'ailleurs, aucun auteur n'a évalué monétairement ce phénomène. Dans ce mémoire, l'hypothèse de la compensation du risque sera seulement discutée de manière qualitative grâce au sondage et à l'observation directe en ayant comme objectif d'en apprendre un peu plus sur cette conséquence potentielle de l'introduction d'une loi sur le port du casque à vélo et d'approfondir le sujet.

La seconde hypothèse a trait à la diminution du nombre de cyclistes suite à la mise en place d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo. Selon celle-ci, une telle législation décourage le cyclisme, alors que plusieurs cyclistes considèrent que de porter un casque est inconfortable, déplaisant et gênant (Robinson, 2006). Puisque le risque individuel de blessures chez les cyclistes diminuerait à mesure que le nombre de cyclistes augmenterait⁴, dans ce cas, la loi est perçue comme étant contre-productive, entraînant du coup une réduction des bienfaits qu'occasionne la pratique du vélo sur la santé (Robinson, 1996 et 2005 ; Jacobsen, 2003). Cet argument se base donc sur le fait qu'une grande partie des accidents à vélo est engendrée par la collision avec un véhicule à moteur. L'hypothèse de la diminution du nombre de cyclistes est basée principalement sur les résultats d'une étude menée en Australie (Finch et al., 1993) et elle a été reprise au cours des années par d'autres auteurs (Robinson, 1996, 2005, 2006 et 2007 ; Fyhri et al., 2012). D'après ces auteurs, ayant recueilli des données avant et après l'implantation d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo, principalement en Australie, l'effet d'une telle législation réduirait l'utilisation de la bicyclette (le nombre total de cyclistes) de 20 à 40% (Jong, 2012). Comme le démontre les études de Macpherson et al. (2001) et de Dennis et al. (2010), cela ne semble toutefois pas transposable pour le Canada, ces chercheurs n'ayant pas observé ce phénomène dans des données recueillies en Ontario, à l'Île-du-Prince-Édouard et en Alberta suite à l'entrée en vigueur d'une réglementation sur le port du casque (Blais et al., 2010). Dans le cadre de ce

⁴ Le principe est le suivant : si le nombre de cyclistes sur les routes croît, leur visibilité augmente et le partage de la route avec les automobilistes se fait plus facilement, car ces derniers sont davantage habitués de les considérer sur le réseau routier. De la sorte, le risque individuel de blessures diminue chez les cyclistes.

mémoire, l'évaluation contingente permettra d'évaluer si l'on doit ou non tenir compte de cette hypothèse, alors qu'il sera possible de recueillir des informations quant à savoir si le fait de mettre en place une loi sur le port obligatoire du casque à vélo affectera les cyclistes dans leur pratique de la bicyclette.

2.2 Méthodes directes

2.2.1 L'approche du capital humain

L'approche du capital humain consiste à attribuer une valeur à la vie humaine, d'après la productivité espérée actualisée de l'individu. Il est question ici de la valeur statistique d'une vie et non de la valeur intrinsèque d'une vie humaine. En fait, elle représente la valeur de l'individu pour la société, fondée sur le revenu et l'espérance de vie, tandis que le stock de capital humain est évalué comme étant la valeur actualisée nette du revenu, c'est-à-dire soustrait de la consommation espérée, que celui-ci est capable de produire au cours du temps (Dionne et Lanoie, 2004 et Statistique Canada, 2010). Les gains de la vie entière associés au travail sont mesurés par cette méthode et permettent de générer une valeur économique potentielle du capital humain.

Cette approche a subi plusieurs critiques (Viscusi et Aldy, 2003 et Andersson et Treich, 2011), dont le fait que la valeur attribuée à une vie est donnée par la société, et non par l'individu, et suppose que les individus ont comme objectif premier de maximiser leur revenu. Du coup, cela signifie que les personnes n'ayant pas de revenu ne possèdent pas de valeur et que les bénéficiaires de prestations ont même une valeur négative pour la société. Une autre critique s'adresse plutôt au choix du taux d'actualisation, étant une variable décisive dans la détermination de la valeur de la vie, mais étant arbitraire et difficile à obtenir.

L'approche du capital humain aurait pu être utilisée dans notre étude pour donner une valeur à la vie humaine, donnée qui nous sera essentielle pour évaluer le bénéfice associé à la réduction des coûts de santé. Cependant, à cause de ses désavantages et du fait qu'elle n'est pas utilisée, ni même mentionnée, dans la

littérature propre quant au port du casque à vélo, cette approche ne sera pas retenue pour attribuer une valeur aux pertes de vie évitées dans le cadre de ce mémoire.

2.2.2 Observation directe sur le terrain

L'observation directe est une méthode de collecte de données utilisée particulièrement en sociologie ayant pour but de recueillir des informations sur le terrain quant à un groupe d'individus donné. Elle consiste à analyser les interactions et les comportements des sujets en les observant dans leur milieu naturel.

Dans la littérature spécifique sur le port du casque à vélo, la plus grande partie des observations directes réalisées servait à décompter le nombre de cyclistes avant et après l'implantation de la loi obligeant de porter le casque à vélo, à constater l'impact de la loi sur le port du casque, c'est-à-dire de quantifier la prévalence du port du casque chez les cyclistes avant et après la loi, et à décrire le comportement et les caractéristiques des cyclistes portant un casque et ceux n'en portant pas. Par exemple, Karkhaneh et al. (2011) ont évalué l'effet de la loi sur le port du casque à vélo pour tous les âges dans la ville de St. Albert (Alberta) en observant des cyclistes avant (en 2000) et après (en 2006) que la loi a été mise en place. Les caractéristiques des cyclistes et le port du casque ont été notés par cinq observateurs à différents sites (zones résidentielles, écoles, parcs, routes de banlieue et pistes cyclables) choisis aléatoirement. Afin de rendre les résultats comparables, les conditions d'observation ont dû être similaires pour les deux périodes d'observation (sites choisis, jours de la semaine, heures, etc.). Avec des analyses de régression de Poisson, les auteurs ont pu estimer la prévalence du port du casque et les ratios de prévalence en comparant les résultats avant et après la loi. Bonyun et al. (2012) ont, quant à eux, recouru à l'observation directe pour comparer l'utilisation du casque protecteur chez les cyclistes choisissant d'utiliser les vélos BIXI et chez ceux prenant leur bicyclette personnelle dans la ville de Toronto. 6732 cyclistes ont été observés, dont 306 utilisateurs de BIXI et l'autre portion utilisant leur vélo personnel, à 25 sites différents choisis aléatoirement, entre juillet et septembre 2011, en période de semaine et pendant les heures de pointe. De cette

étude, les auteurs ont conclu qu'environ 50,3% des cyclistes portaient le casque et que la proportion de cyclistes utilisant le BIXI portant le casque était significativement inférieure à celle utilisant leur bicyclette personnelle (20,9% contre 51,7% respectivement).

En ce qui concerne ce mémoire, comme le Québec n'a pas implanté de loi sur le port du casque, l'observation ne servira pas à comparer la situation avant et après loi mais, plutôt, à recueillir des informations qualitatives sur les cyclistes. Il sera donc, entre autres, question de comparer les caractéristiques et le comportement (prise de risques) des cyclistes portant le casque avec ceux n'en portant pas en analysant les données enregistrées sur le terrain. À cet effet, la production de statistiques descriptives permettra de dresser un profil qualitatif et de pouvoir effectuer des projections concernant les répercussions de l'implantation d'une telle loi. Plus spécifiquement, si les cyclistes prenant le plus de risques sont ceux ne portant pas de casque, considérant que ce groupe est celui subissant le plus grand nombre d'accidents entraînant des blessures graves, l'implantation de la loi aurait un effet bénéfique à ce niveau, si nous faisons l'hypothèse que ce groupe ne prendra pas plus de risques étant mieux protégé. Si ce sont plutôt les cyclistes portant déjà un casque qui prennent le plus de risques, la loi n'aura pas un effet aussi important, toujours sous l'hypothèse que le port du casque ne modifie pas le comportement. Tout cela sera discuté plus en détail dans la sous-section abordant la littérature spécifique sur le port du casque à vélo et dans la section sur les hypothèses de travail et la méthodologie.

2.3 Approche du consentement à payer

2.3.1 Évaluation contingente

2.3.1.1 Définition et éléments essentiels

L'évaluation contingente est devenue l'un des outils les plus grandement sollicités pour évaluer les biens non marchands, c'est-à-dire les biens n'étant pas transigés sur un marché et ne possédant donc pas de valeur monétaire (Carson et al. 2001).

Cette méthode implique l'utilisation d'enquêtes par questionnaire (sondage) en vue d'obtenir la disposition à payer des répondants quant à une politique ou un programme généralement hypothétique. Ainsi, via une mise en situation et des questions posées à des répondants choisis selon une manière spécifique, il s'agit de demander ce qu'ils seraient prêts à déboursier (leur consentement à payer) en vue d'atteindre ou ne pas atteindre une situation donnée, dépendant de la nature de la politique ou du programme. Par exemple, cela pourrait être de demander à des citoyens résidant près d'un aéroport combien ils seraient prêts à payer pour réduire la pollution sonore dans leur quartier. L'objectif de l'évaluation contingente est donc d'attribuer une valeur monétaire à un bien non marchand grâce aux préférences déclarées et d'aller chercher la valeur économique totale du bien, comprenant sa valeur d'usage (Carson et al. 2001). Précisons ici que la valeur économique totale est composée de la valeur d'usage, soit la valeur apportée par l'utilisation effective ou possible d'un bien, de la valeur d'option, étant liée à un usage potentiel futur, et de la valeur d'existence, étant la valeur de non-usage du bien. Selon Carson (2000), l'évaluation contingente est généralement la seule méthode possible permettant d'inclure la valeur d'existence dans une analyse économique.

2.3.1.2 Avantages, critiques et biais

L'évaluation contingente présente divers avantages, dont principalement de permettre de soulever la valeur économique totale d'un bien intangible, dont sa valeur d'existence, d'obtenir facilement des informations utiles et elle peut s'appliquer à des situations variées. La méthode d'évaluation contingente a toutefois subi plusieurs critiques quant à son efficacité, sa capacité de recueillir des résultats significatifs sur l'objet de l'étude, soit les préférences des agents économiques, et d'engendrer des informations essentielles contribuant à éclairer la prise de décision (Diamond et Hausman, 1994). Plusieurs questions mettent en doute la validité de cette approche; comment être certain que les répondants révèlent leurs vraies préférences? Ont-ils bien compris le scénario hypothétique de base et l'ont-ils pris au sérieux? Si le scénario implique des probabilités, ont-ils une assez bonne compréhension de celles-ci pour bien comprendre l'enjeu du programme ou de la politique? Carson (2012) affirme d'ailleurs que de nombreux sondages, incluant l'enquête d'évaluation

contingente, sont réalisés de façon inadéquate pour générer des données fiables. Dans ce dernier article, l'auteur fait part d'une critique sur la méthode à l'effet que différentes techniques de révélation des préférences obtiennent souvent des estimations de valeurs différentes, ce qui laisse entendre que les répondants à un sondage n'ont pas de préférences bien définies pour les biens non marchands.

L'évaluation contingente est d'ailleurs sensible à différents types de biais. Il en existe trois principaux : le biais stratégique, le biais hypothétique et le biais d'ancrage (Whittington, 1990). Le premier survient lorsque les répondants pensent être en mesure d'influencer la décision quant à la politique ou à l'investissement en ne révélant pas leur vrai consentement à payer. Ils faussent donc délibérément leurs réponses afin d'influencer les résultats de l'étude et, du coup, leurs paiements éventuels. Le second biais peut découler de deux raisons. Dans le premier cas, les répondants peuvent ne pas prendre au sérieux l'évaluation contingente et ainsi, répondent de façon non pertinente en disant la première chose qui leur passe par l'esprit. Dans un deuxième cas, les personnes interrogées peuvent ne pas comprendre ou percevoir correctement les caractéristiques du bien étant décrit par l'enquêteur. Dans les deux cas, le biais est engendré lorsque le caractère hypothétique du scénario de base rend davantage difficile pour le répondant la détermination de sa vraie valorisation pour le bien étudié. Le troisième biais, le biais d'ancrage, apparaît quand le prix de départ suggéré par l'enquêteur influence le montant final du consentement à payer du répondant dans le jeu d'enchère. Ces trois biais, principalement, affectent les valeurs mesurées des dispositions à payer provenant des répondants. Dans la prochaine section, nous allons voir comment tenir compte de ces biais.

2.3.1.3 Recommandations du NOAA

En vue de minimiser les chances d'apparition de biais dans les évaluations contingentes et de parer certaines critiques, un panel d'experts, mis en place par la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) suite au naufrage de l'Exxon Valdez en 1989, a élaboré des conditions devant être remplies afin que cette approche soit acceptée et jugée valide par les tribunaux, l'objectif étant aussi d'édifier des lignes directrices pour la conduite des sondages (Arrow et al. 1993).

Présidé par deux prix Nobel d'économie, Kenneth Arrow et Robert Solow, sept recommandations essentielles ont été retenues (Portney 1994) :

1. L'enquête doit être réalisée par entrevues individuelles, par opposition aux sondages effectués par téléphone ou par courrier.
2. L'évaluation contingente doit soutirer la disposition à payer pour prévenir un incident futur au lieu de la disposition minimale à recevoir requise pour un incident s'étant déjà produit.
3. Le sondage doit contenir des questions de forme référendaire, de préférence à des questions ouvertes, cela étant davantage susceptible de refléter la valorisation réelle des répondants.
4. L'enquête doit débiter par un scénario décrivant de façon précise et compréhensible les effets escomptés du programme étudié.
5. Il est important de rappeler aux répondants que les montants mentionnés en disposition à payer ne seront plus disponibles pour être utilisés à d'autres fins.
6. L'évaluation contingente doit rappeler aux répondants la présence de substituts au bien d'intérêt.
7. Au moins une question de suivi doit être insérée dans l'évaluation contingente pour s'assurer que les enjeux ont bien été compris par le répondant.

Ces recommandations devront donc être prises en compte dans l'élaboration de l'évaluation contingente, ayant pour sujet l'implantation d'une loi sur le port obligatoire du casque protecteur à vélo. De la sorte, ces recommandations devront guider la rédaction des questions du sondage et du scénario pour s'assurer de sa validité et une rétroaction devra être effectuée dans la section traitant des données pour veiller à ce qu'elles aient été respectées.

2.3.1.4 Évaluation contingente dans la littérature sur le port du casque

L'évaluation contingente a servi à de nombreux auteurs à recueillir des statistiques, effectuer des relations entre variables, attribuer des valeurs à des biens intangibles et analyser le comportement des cyclistes dans la littérature sur le port du casque à vélo. Voyons maintenant comment ils ont utilisé cet outil et le type de questions qu'ils ont posé dans leur sondage.

Tout d'abord, en 1992, B. Curnow (1993) a mené une enquête sur l'attitude à vélo dans le territoire de la capitale australienne auprès de 325 cyclistes. La question la plus importante ayant été posée était la suivante : « feriez-vous moins de vélo si le port du casque devenait obligatoire? » 90 (28%) des répondants ont répondu oui ; la majorité de ceux-ci ont donc répondu non.

Rissel et Wen (2011) ont, de leur côté, cherché à comprendre, à l'aide d'une enquête transversale, l'effet possible d'abroger la législation obligatoire du port du casque à vélo sur le cyclisme dans la ville de Sydney en Australie. Quatre questions essentielles ont été posées à un échantillon de 600 personnes âgées de 16 ans et plus : à quand remonte la dernière fois que vous avez fait du vélo (aujourd'hui, dans la dernière semaine, dans le dernier mois, dans la dernière année, il y a plus d'une année ou jamais?)?, feriez-vous plus souvent de vélo si vous n'aviez pas à porter un casque (oui ou non)?, quand feriez-vous du vélo sans casque si vous y étiez légalement autorisés (toujours, quelques fois, jamais ou pas certain)? et lequel des trois énoncés suivants décrit le mieux votre point de vue sur le port obligatoire du casque à vélo (en accord, il devrait être obligatoire, en désaccord, il ne devrait pas être obligatoire ou les gens devraient porter le casque, sans que ce soit obligatoire)? Un cinquième des répondants ferait davantage de vélo sans le port obligatoire du casque, particulièrement les occasionnels, presque la moitié a dit qu'elle ne ferait jamais de vélo sans casque et un tiers des répondants n'appuyait pas la loi.

Dans leur analyse coûts-bénéfices de la loi sur le port obligatoire du casque à vélo en Nouvelle-Zélande, Taylor et Scuffham (2002) ont utilisé l'évaluation contingente pour attribuer une valeur aux bénéfices des blessures évitées, alors que J. Aertsens et al. (2010) ont estimé les coûts intangibles de la douleur physique et de la souffrance psychologique suite à un accident à bicyclette grâce à cet outil.

Finalement, Fyhri et al. (2012) ont choisi le sondage pour recueillir des informations sur les cyclistes en Norvège (l'usage du casque, d'équipements, l'implication dans un accident, le comportement à vélo et la perception du risque). Grâce à un modèle d'équations structurelles, ceux-ci sont arrivés à la conclusion qu'une partie de la raison pour laquelle le port obligatoire du casque ne semble pas bénéfique est liée au fait que la loi décourage de manière disproportionnée les cyclistes les plus sécuritaires.

Ces études, ayant utilisé l'évaluation contingente, seront une source d'inspiration dans l'élaboration des questions du sondage de ce mémoire et certaines d'entre elles, provenant des auteurs traités précédemment, seront transposées dans le questionnaire afin de les adapter au contexte québécois.

Vélo Québec, un organisme sans but lucratif, est présent depuis plus de 45 ans dans le paysage cycliste québécois. Celui-ci dresse le portrait du vélo dans la province à tous les cinq ans depuis 1995 en réalisant, entre autres, un sondage auprès de l'ensemble des Québécois de 18 à 74 ans dans le cadre de son étude exhaustive quinquennale sur «L'état de la pratique du vélo au Québec». Le dernier questionnaire de Vélo Québec, réalisé en 2010, couvre plusieurs aspects liés à la pratique du vélo, dont la proportion de cyclistes dans la population, les habitudes des cyclistes, le bilan du parc d'équipements, les facteurs d'encouragement et de découragement quant à la pratique, de même que les perceptions et comportements à l'égard des mesures de sécurité à bicyclette. Certaines questions proviendront donc aussi de ce sondage, compte tenu du fait que l'organisme possède une grande expertise dans le domaine du vélo au Québec et que plusieurs de ses questions sont pertinentes pour ce mémoire. Par souci d'actualisation, précisons que les résultats de la dernière étude de l'organisme, datant d'environ cinq ans, ne seront pas utilisés.

Pour ce qui est de ce mémoire, le sondage sera donc un outil déterminant pour recueillir des informations qualitatives sur les cyclistes liées à la pratique et aux habitudes à vélo, à la perception de sa pratique, au risque perçu, ainsi qu'au port du casque et à la sécurité routière. Grâce à cet outil, nous pourrions déterminer le taux actuel du port du casque dans la population. De plus, l'évaluation contingente permettra de monétiser le coût associé à l'effet déplaisant de porter le casque et le bénéfice lié au sentiment de sécurité qu'engendrerait la loi. Ajoutons à cela que le

questionnaire aidera à déterminer si l'implantation d'une loi sur le port du casque réduirait le nombre de cyclistes sur les routes. Le cas échéant, l'évaluation contingente permettra de mettre une valeur sur ce coût.

2.3.2 Méthode indirecte : les marchés de la consommation

D'après les choix des individus et l'observation de leur comportement, il est possible de déterminer la valeur statistique d'une vie humaine. Ainsi, le marché des biens de consommation révèle des informations sur la valeur que l'individu accorde à sa propre vie (Viscusi et Aldy, 2003). En effet, pour ce qui est de la prévention, l'achat de certains équipements de sécurité permet de constater ce que les personnes sont prêtes à payer en vue de réduire leur risque de décès ou de blessure. Il est donc possible de calculer la valeur d'une vie sauvée par le marché de consommation à travers l'achat de dispositifs de sécurité, en autant de connaître le coût de l'appareil et son efficacité (Garbacz, 1991). Andersson et Treich (2011) notent toutefois que le problème d'utiliser des données provenant des marchés de consommation sur l'équipement de sécurité est que cela procure une borne inférieure quant au consentement à payer pour la sécurité pour ceux achetant l'équipement. Puisque les consommateurs sont confrontés à une décision binaire, acheter ou non, le dispositif de sécurité peut seulement révéler si le bénéfice du produit est au moins aussi grand que son coût (Viscusi, 1993). Dans la littérature sur le port du casque à vélo, Jenkins, Owens et Wiggins (2001) ont estimé la valeur statistique d'une vie pour les enfants et les adultes à l'aide du marché des casques protecteurs pour le vélo en estimant la valeur de la réduction des risques de mortalité encourus par ceux-ci. Puisque le coût moyen d'un casque protecteur sur le marché est connu, de même que son efficacité et les probabilités d'avoir un accident à vélo, la méthode indirecte sera utilisée dans ce mémoire pour monétiser les bénéfices liés à une réduction du risque de mortalité, tel que ce dernier article l'a démontré.

2.4 Transfert de valeurs

Le transfert de valeurs consiste à utiliser des estimations de bénéfices ou de coûts existantes obtenues dans un certain contexte et à les transposer dans un contexte distinct, mais similaire, à l'étude originale ayant généré les données (Bergstrom et De Civita, 1999). Ainsi, cette technique se résume à transférer des estimations existantes de valeurs non marchandes, exprimées en termes monétaires, dans le cadre de nouvelles études (Brouwer, 2000). Selon Spash et Vatn (2006), le transfert de valeur d'une étude primaire à un autre temps et lieu, où ceteris paribus est ignoré, permet de réaliser une économie de coûts au niveau de la collecte et du traitement des données et est considéré comme étant une façon simple et rapide de fournir des informations. Voilà pourquoi, depuis les dernières années, grâce à la simplicité de la mise en œuvre, de même que de la rapidité d'exécution, la technique s'est beaucoup popularisée (Rozan et Stenger, 2000). Toutefois, elle demeure controversée, alors que la littérature sur le transfert de valeurs note souvent le besoin de techniques davantage sophistiquées afin de répondre à une variété de questions méthodologiques importantes (Johnston et Rosenberger, 2010). Pour remédier à une partie du problème, Spash et Vatn (2006) ont trouvé qu'en général, la marge d'erreurs dans le transfert de valeurs est réduite lorsque la similitude entre l'ensemble des facteurs entourant l'étude primaire et l'étude utilisant les données existantes est étroite. De faibles erreurs sont attendues quand les conditions de similarité suivantes sont appariées dans les deux études :

- le bien/service, sa quantité/qualité et le changement dans sa quantité/qualité ;
- la population, son utilisation du bien/service et ses caractéristiques ;
- les caractéristiques du marché construit ;
- le cadre institutionnel ;
- le temps entre la collecte de données primaires et le transfert ;
- la localisation géographique

Dans la littérature traitant du port du casque à vélo, Ginsberg et Silverberg (1994) ont utilisé le transfert de valeurs pour attribuer une valeur à la réduction des coûts de

mortalité suite à l'implantation de la loi sur le port obligatoire du casque à vélo, étant liés à la valeur d'une vie humaine. Ceux-ci ont employé le produit national brut par habitant comme méthode de valorisation de la vie. Dans le cadre de ce mémoire, la méthode de transfert de certains coûts et bénéfices est appropriée, alors que plusieurs données nécessiteraient beaucoup de temps à recueillir et exigeraient des démarches longues et complexes, ce qui dépasserait les limites de ce mémoire.

3. Hypothèses de travail et méthodologie

Dans cette section du mémoire, il sera question de définir les différentes hypothèses de travail qui serviront dans le cadre de cette étude, ainsi que de présenter la méthodologie qui sera utilisée pour évaluer les divers coûts et bénéfices liés à l'implantation d'une loi sur le port du casque à vélo au Québec. Nous déterminerons donc la population ciblée pour ce travail de recherche, pour ensuite établir l'horizon temporel de l'analyse coûts-bénéfices et le choix du taux d'actualisation. Enfin, il s'agira de présenter les techniques qui seront retenues pour évaluer les coûts et les bénéfices en vue de les actualiser et plusieurs hypothèses seront faites sur le port du casque et les cyclistes.

3.1 Population à l'étude

Pour cette analyse coûts-bénéfices, la population d'intérêt sera celle du Québec afin de prendre en compte tous les coûts et bénéfices liés au projet, car il est question ici d'une loi provinciale. Ce sont tous les individus qui utilisent ou qui utiliseront potentiellement un vélo dans la province qui seront affectés par cette loi, alors qu'ils devront porter le casque obligatoirement lors de leur déplacement, sous peine d'amendes. Tout comme pour les ceintures au volant, une minorité de la population fera le choix d'enfreindre la loi pour des motifs variés, mais ceux-ci risqueront d'être sanctionnés en commettant cette infraction. La plus grande partie des coûts et des bénéfices sera supportée (perçue) par les cyclistes québécois actuels ou potentiels (cela incluant une personne qui ne prendra le vélo qu'une seule fois dans sa vie) : la réduction des blessures graves à la tête et les désagréments qui s'en suivent, la diminution du nombre de décès, le sentiment de sécurité, l'obligation potentielle de devoir s'acheter un casque (ou un nouveau casque), l'effet déplaisant potentiel de devoir en porter un, ainsi que la réduction du nombre de cyclistes et le changement de comportement potentiel de ceux-ci. Une autre partie aura des répercussions sur toute la société québécoise : la réduction des coûts de santé et des absences au travail, l'émergence de coûts liés aux campagnes de publicité pour l'introduction et la promotion de la loi et l'augmentation des coûts de service de police pour le respect de celle-ci (ou la réduction, qui serait due aux revenus provenant des

contraventions). Bref, pour tenir compte de tous ces coûts et bénéfices, considérant que c'est la population québécoise qui va financer et bénéficier de cette loi sur le port obligatoire du casque à vélo et que c'est celle-ci qui va en être affectée, cela justifie le choix de l'échelle provinciale aux fins de l'analyse. Ajoutons toutefois que la population visée par l'évaluation contingente sera composée uniquement de cyclistes, c'est-à-dire de personnes faisant du vélo pour le loisir et/ou l'utilisant comme transport. Nous approfondirons ce choix dans la section sur les données.

3.2 Horizon temporel

Pour effectuer l'analyse des impacts de l'implantation d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo, nous choisissons un horizon temporel de cinq ans. En effet, comme l'achat du casque est un coût récurrent revenant aux cinq ans pour le cycliste⁵, tandis que le reste des coûts et des bénéfices demeurent sensiblement constants au cours du temps, en émettant l'hypothèse que les préférences des individus demeurent stables dans le temps, il semble pertinent de considérer ce cadre temporel. Le choix de cet horizon temporel a ainsi pour objectif de capter tous les effets de la loi en vue de couvrir tous les coûts et les bénéfices associés à l'implantation d'une telle législation.

Dans leur analyse coûts-bénéfices, Ginsberg et Silverberg (1994), estimant les impacts de l'adoption d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo, et Taylor et Scuffham (2002), examinant les conséquences d'une telle loi en Nouvelle-Zélande, utilisent aussi un horizon de cinq ans pour capter tous les impacts associés à l'entrée en vigueur de cette législation. Cet horizon temporel représente donc le temps nécessaire pour évaluer tous les coûts et bénéfices engendrés par la loi et, tous les cinq ans, un nouveau cycle recommence. Pour ce paramètre, une analyse de sensibilité sera effectuée plus tard dans ce mémoire afin de vérifier la robustesse des résultats obtenus.

⁵ Vélo Québec (2000) estime la durée de vie d'un casque protecteur de vélo est à cinq ans, cela représentant une durée de vie maximale car, pour les enfants, puisque leur tête grossit, il doit être changé fréquemment et, pour les adultes, l'usure causée par, entre autres, les rayons ultraviolets, les chocs répétés, l'utilisation, la transpiration et la chaleur fait en sorte de devoir le remplacer. Notons d'ailleurs que le casque de vélo est conçu pour protéger la tête contre un seul impact (Santé Canada, 2012), raison pour laquelle il doit être remplacé après une collision ou un grand impact, même si celui-ci ne semble pas avoir été endommagé. La Fondation Snell (2013), organisme à but non lucratif dédié à la recherche, l'éducation, les essais et le développement des normes de sécurité des casques, recommande d'ailleurs de changer le casque de vélo tous les cinq ans pour assurer la sécurité des cyclistes.

3.3 Taux d'actualisation

L'actualisation permet de comparer les coûts et les bénéfices se manifestant à des périodes différentes et s'étalant sur plusieurs années en les ramenant à une base commune, c'est-à-dire à leur valeur présente. La somme de tous les coûts et bénéfices actualisés de l'implantation de la loi sur le port du casque obligatoire à vélo permettra de trouver la valeur actualisée nette du projet, ce qui devrait aider à déterminer si la mise en place d'une telle politique est économiquement souhaitable. Le choix du taux d'actualisation reflète la préférence temporelle des personnes de consommer aujourd'hui plutôt que de reporter la consommation dans le futur. Ainsi, les individus préfèrent jouir des avantages plus tôt et effectuer les paiements plus tard (Jenkins et Kuo, 2007). Le taux d'actualisation exprime donc l'impatience de ceux-ci. Dans le cadre de ce mémoire, puisque ce n'est pas le gouvernement qui va encourir la majorité des coûts mais bien les gens eux-mêmes, particulièrement les cyclistes et cyclistes potentiels, le taux utilisé sera le taux de préférence temporelle de la consommation des individus. Dans ce cas, le Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (2007) suggère de prendre un taux annuel de 3%, estimé en se fondant sur le taux auquel la société actualise la consommation future et sur le taux de croissance projeté de la consommation.

Toutefois, Boardman et al. (2010) proposent plutôt de prendre un taux de 1,75%, affirmant que la méthodologie employée par le Conseil du Trésor est inappropriée et que leur taux suggéré est trop élevé. Ceux-ci recommandent que le taux d'actualisation de la consommation soit déterminé comme si la société cherchait à maximiser la valeur actualisée de l'utilité de la consommation par habitant, où la consommation croît au fil du temps. Le taux est donc basé sur le taux de croissance projeté de la consommation par habitant. Dans le but de ne pas sous-estimer les coûts et bénéfices sur la période considérée, nous utiliserons le taux d'actualisation de 1,75% de Boardman et al. dans le cadre de ce mémoire. Ce paramètre sera aussi soumis à une analyse de sensibilité pour vérifier la robustesse de la VAN à la suite d'un changement dans le coût d'opportunité de la consommation reportée par les individus en utilisant le taux recommandé par le Conseil du Trésor du Canada, considérant que le choix d'un taux d'actualisation demeure l'un des aspects les plus

litigieux et controversés de l'analyse coûts-bénéfices des politiques de réglementation (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada, 2007).

3.4 Évaluation des coûts et bénéfices et hypothèses spécifiques sur le port du casque

3.4.1 Évaluation des bénéfices

La réduction des coûts de santé constitue un des plus importants bénéfices lors de la mise en place d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo. En fait, l'objectif même de l'implantation d'une telle législation est de réduire la gravité des accidents à bicyclette lors de collision avec un véhicule à moteur ou non, plus particulièrement le risque de traumatisme crânien et cérébral grave (les blessures à la tête) et d'augmenter la sécurité dans la pratique du cyclisme, autant à des fins de loisir que de transport. Pour évaluer ce bénéfice, il faut avoir plusieurs données et poser diverses hypothèses.

Tout d'abord, en ce qui concerne les blessures évitées, nous nous concentrerons sur celles évitées à la tête, plus particulièrement sur les traumatismes intracrâniens et les fractures du crâne, considérant que le casque protège essentiellement cette partie du corps.

Par ailleurs, il faut poser une hypothèse sur l'efficacité du casque de vélo à prévenir les blessures à la tête, c'est-à-dire le pourcentage de blessure que celui-ci permettra d'éviter. Tel que mentionné dans la revue de littérature, deux analyses systématiques ont été effectuées à ce sujet. Pour ce mémoire, nous retiendrons le résultat d'Attewell et al. (2001) établissant à 60% l'efficacité du casque pour prévenir les blessures à la tête en vue d'éviter de surestimer les bénéfices. Ce choix est motivé par la volonté de demeurer prudent quant aux résultats et aux conclusions qui seront générés dans ce travail de recherche, cela constituant ainsi une borne inférieure en termes de bénéfices générés. Notons cependant que ce paramètre sera soumis à une analyse de sensibilité.

Par la suite, nous devons connaître le taux du port du casque à vélo actuel, ce qui sera possible grâce au sondage et à l'observation directe, et nous utiliserons le transfert de valeurs pour recueillir l'augmentation du taux du port du casque qui aurait lieu en implantant la loi sur le port obligatoire du casque à vélo. Cette donnée sera tirée d'études ayant été réalisées dans les provinces du Canada ayant mis en place une telle loi visant tous les cyclistes ou ciblant les moins de 18 ans.

Finalement, il s'agit de connaître le nombre de personnes ayant été blessées à la tête au cours des dernières années en vélo et ayant soit été hospitalisées ou étant décédées suite à leurs blessures. Ces données proviendront du Bilan routier 2013 de la SAAQ.

Tout cela permettra de calculer le nombre annuel de victimes évitables par le port obligatoire du casque de vélo, en projetant les décès, hospitalisations et consultations à l'urgence des cinq prochaines années grâce à une moyenne regroupant ces données pour les dernières années.

Pour ce qui est de l'évaluation du bénéfice lié à la réduction des absences au travail grâce aux blessures évitées par le port du casque, permettant d'éviter de réduire la productivité au travail, cela dépasse le cadre de ce mémoire et ne sera donc pas considéré.

En ce qui a trait au sentiment de sécurité provoqué chez le cycliste par la mise en place d'une loi sur le port du casque, ce bénéfice sera évalué par l'entremise de l'évaluation contingente. Nous considérerons qu'un sentiment de sécurité sera engendré chez les cyclistes qui porteraient le casque à cause de l'entrée en vigueur du règlement.

3.4.2 Évaluation des coûts

L'implantation d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo implique que les cyclistes qui ne possédaient pas de casque protecteur avant la loi devront s'en procurer un. Pour évaluer l'achat d'un casque protecteur, il s'agira de recueillir le prix (avant taxes) d'entrée de gamme sur le marché, c'est-à-dire chez des détaillants

sélectionnés de casque de vélo. Afin de connaître son coût total, nous devons trouver le nombre de cyclistes au Québec, donnée qui sera recueillie sur le site de Vélo Québec. Spécifions ici que nous émettons l'hypothèse que le coût est seulement imposé aux cyclistes qui ne portaient pas de casque avant la loi et aux nouveaux cyclistes pour les années subséquentes.

La mise en place de cette nouvelle législation entraînera aussi chez certains cyclistes un effet déplaisant, un désagrément, relié au port du casque. Il sera possible d'aller chercher cette valeur dans l'évaluation contingente. Ainsi, grâce à un contexte expliquant au répondant que le gouvernement du Québec pense instaurer une loi obligeant le port du casque de vélo pour les cyclistes de tout âge, une question demande au répondant combien il serait prêt à payer (en dollars) pour se procurer un permis, renouvelable à chaque année, permettant de circuler à vélo librement sans casque. Cette question permettra de capter le coût du désagrément des cyclistes qui ne portaient pas ou peu fréquemment le casque. Pour trouver le coût total du désagrément, il faudra multiplier la valeur moyenne du désagrément avec le nombre de cyclistes total au Québec.

Un coût est aussi associé aux dépenses devant être effectuées par le gouvernement du Québec pour la promotion de la nouvelle loi. Des campagnes de publicité devront, en effet, être réalisées pour éduquer les citoyens quant à la loi, ses dispositions et ses sanctions en cas de non respect et pour la promouvoir dans le but de favoriser sa compréhension et sa conformité. Ce coût sera plus élevé les premières années et diminuera graduellement au fil du temps. Pour l'évaluer, il s'agira de trouver le montant des dépenses gouvernementales alloué aux campagnes de publicité faisant la promotion de lois pour la sécurité routière, telles que la loi sur le port de la ceinture de sécurité au volant et celle sur l'interdiction des téléphones cellulaires au volant. Avec ces données provenant de la SAAQ, nous pourrions déterminer un montant de publicité qui sera raisonnable d'attribuer pour les cinq années d'analyse.

En ce qui concerne les coûts de l'application de la loi par les services de police, nous allons les considérer comme étant nuls, étant donné qu'ils sont susceptibles d'être faibles, puisque cela fait partie d'un contrôle de la circulation générale et ne nécessite donc pas de ressources policières supplémentaires (Taylor et Scuffham, 2002). De plus, même si des coûts étaient mobilisés pour l'utilisation de ressources

supplémentaires, une partie de ceux-ci serait contrebalancée par les bénéfices provenant des contraventions données.

Tel que traité précédemment dans la revue de littérature, l'hypothèse de la compensation du risque sera abordée de façon qualitative avec l'aide du sondage et de l'observation directe. Aucune étude n'a démontré que l'implantation d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo provoquait un changement de comportement chez les cyclistes ne portant pas de casque ; nous ne pourrions donc attribuer une valeur monétaire à ce coût dans le cadre de ce mémoire. Pour obtenir cette information, il aurait fallu pouvoir observer les mêmes cyclistes avant et après l'implantation de la loi pour évaluer s'ils augmentent leur prise de risques en portant un casque. Néanmoins, grâce au sondage et à l'observation directe, nous allons tenter de vérifier qualitativement cette hypothèse et, au moins, constater si c'est le groupe des cyclistes portant un casque ou celui n'en portant pas qui est le moins prudent, c'est-à-dire qui enfreint le plus le code de la route. L'intuition centrale sur laquelle nous allons nous baser est la suivante : si les «non casqués» sont les plus prudents, le fait de les obliger à porter un casque n'aura pas un effet aussi notable en termes de réduction des coûts de santé que si ce sont les moins prudents.

Pour ce qui est du coût relié à la diminution potentielle du nombre de cyclistes, comme nous en avons discuté plus tôt dans la revue de littérature, ce phénomène ne semble pas transposable au Canada, d'après les études qui ont été effectuées dans les provinces ayant implanté une loi sur le port obligatoire du casque à vélo. Toutefois, grâce au sondage, nous pourrions demander aux répondants cyclistes si la mise en place d'une telle loi affecterait leur pratique du vélo, ce qui permettra d'évaluer l'hypothèse prétendant que d'obliger le port du casque décourage le cyclisme. Dans cette éventualité, les conséquences d'abandonner le vélo seraient scindées en deux volets, soit un volet *environnemental* et un volet *santé*.

4. Données

Pour ce qui est de la collecte des données, nous avons choisi deux outils qui nous seront utiles : le questionnaire et l'observation directe. Dans cette section, nous allons décrire ces deux méthodes visant à recueillir des données sur le terrain, traiter de la manière dont elles seront utilisées et expliquer ce qu'elles apporteront à ce mémoire. Nous allons aussi nous assurer de la représentativité de l'échantillon du questionnaire.

4.1 Questionnaire

L'enquête d'évaluation contingente a été réalisée par entrevues individuelles auprès d'un échantillon de 105 individus faisant partie de la population d'intérêt. Les critères de sélection des répondants étaient l'âge et le fait d'être cycliste. En effet, ceux-ci devaient être âgés de 18 ans et plus et devaient faire du vélo, soit à des fins de loisir ou de transport. Le questionnaire (voir annexe 2) a été administré aléatoirement dans les villes de Repentigny et de Montréal dans des endroits publics (parcs, centres commerciaux, arénas, écoles) entre les mois de juillet et septembre 2014.

Le sondage, divisé en cinq sections (habitudes à vélo, perception sur sa pratique, port du casque et sécurité routière, mise en situation, caractéristiques sociodémographiques), a quatre points centraux : les habitudes quant au port du casque, l'utilisation du vélo (fréquence), le type d'utilisation (loisir et/ou transport) et le désagrément. Le questionnaire est donc utile pour déterminer le taux du port du casque à vélo, les caractéristiques des cyclistes portant ou non le casque, leur type d'utilisation, leurs habitudes à vélo et leur perception du risque. L'objectif principal de cet instrument était toutefois de mettre le répondant cycliste en situation fictive selon laquelle le gouvernement pense instaurer une loi sur le port obligatoire du casque à vélo, ce qui a permis de recueillir les intentions du cycliste quant au respect de celle-ci, de vérifier l'impact sur son utilisation du vélo et sur son type d'utilisation dans l'éventualité de l'implantation d'une telle législation. Il a d'ailleurs été possible d'évaluer le désagrément du cycliste à porter, par obligation, un casque protecteur.

Mentionnons aussi que nous avons construit le questionnaire en vue de recueillir les informations nécessaires pour tester le cadre théorique que nous avons produit, constitué de deux équations. La première (voir section 5.2), qui sera estimée par une régression Poisson, servira d'exercice pour valider les résultats recueillis lors de l'enquête et s'assurer de leur fiabilité. Cet exercice sera réalisé en examinant comment varie la disposition à payer (variable expliquée) quant à l'achat d'un permis permettant de circuler à vélo sans casque en fonction de différentes caractéristiques sociodémographiques et de questions spécifiques retenues. En faisant cela, nous pourrons utiliser la disposition à payer pour évaluer le désagrément de porter le casque à vélo.

La seconde équation (voir section 5.4) sera estimée par un probit simple et servira à vérifier l'hypothèse de changement de comportement des cyclistes en déterminant ce qui influence la probabilité qu'un cycliste porte le casque à vélo. Nous allons d'ailleurs pouvoir documenter le phénomène de compensation du risque conjointement avec l'analyse de statistiques descriptives produites avec les résultats de l'observation directe.

Le questionnaire a été construit dans l'optique d'éviter les différents biais (stratégique, hypothétique et «warm glow effect») qui pourraient faire en sorte de fausser les résultats obtenus. En effet, afin de maximiser la validité des résultats, la conception et l'administration du sondage, incluant la formulation du questionnaire et la manière de poser les questions aux répondants, ont été élaborées de façon à respecter, dans la limite du possible, les sept recommandations retenues par le NOAA (1994). Ainsi, le questionnaire a été administré aux répondants par entrevues individuelles ; réaliser une entrevue de façon individuelle réduit le risque que les sondés s'influencent dans leurs réponses et permet la spontanéité. Aussi, cette méthode peut aider à la compréhension et permet de poser des questions plus complexes.

L'évaluation contingente soutire la disposition à payer des répondants par la question centrale, la question 30, où nous demandons combien seraient prêts à payer ceux-ci, par année, pour acheter un permis permettant de circuler à vélo sans casque.

Bien qu'il y ait certaines questions ouvertes, quelques questions référendaires sont présentes dans le questionnaire, telles que la question 3, interrogeant le sondé sur le nombre d'heures de vélo réalisées lors d'une semaine typique, et la question 24, demandant si la personne a déjà eu un ou plusieurs accident(s) à vélo.

Un scénario décrivant les effets escomptés du programme étudié, soit l'instauration d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo pour les cyclistes de tous âges, qui a pour objectif de diminuer le nombre de blessures graves à la tête lors d'accidents, est présent dans le questionnaire afin de mettre le répondant dans le contexte du projet. Cependant, cette mise en situation n'est pas introduite au début du questionnaire, puisque les premières questions visent plutôt à connaître les habitudes à vélo, les perceptions sur la pratique, et aborde le sujet du port du casque et de la sécurité routière dans la situation actuelle, c'est-à-dire sans loi sur le port du casque à vélo. Le scénario est introduit par la suite pour mettre l'accent sur le projet de loi en ayant en tête de soutirer l'opinion des répondants-cyclistes quant au sujet et de trouver une disposition à payer en ce qui a trait à l'achat potentiel d'un permis, qui permettra de valoriser le désagrément de porter un casque à vélo. Le scénario, réaliste considérant que le sujet est débattu depuis plusieurs années au Québec, vise d'ailleurs à comprendre le comportement que ces cyclistes adopteraient dans le cas éventuel où une telle loi serait mise en place.

La question 30 du questionnaire répond à la cinquième et sixième recommandation retenue par le NOAA, alors que nous précisons aux répondants qu'ils doivent tenir compte de leur budget dans leur réponse et que le montant versé ne pourra être utilisé à d'autres fins.

Pour ce qui est d'insérer une / des question(s) de suivi dans l'évaluation contingente, le fait de préciser, pour les questions 26, 27, 28, 29 et 30, «si le port du casque devenait obligatoire» ou encore, «si la loi était appliquée», permet de remémorer aux répondants les enjeux du scénario fictif.

4.1.1 Représentativité de l'échantillon

Afin de s'assurer que la disposition à payer des répondants recueillie avec le questionnaire d'évaluation contingente soit crédible et reflète bien l'opinion de la population du Québec, nous devons nous assurer de la représentativité de notre échantillon. Le tableau qui suit présente une comparaison entre les données sociodémographiques de notre échantillon et celles relatives à la population du Québec.

Tableau 1 : Comparaison des variables sociodémographiques

	Échantillon	Population du Québec
Âge moyen⁶	37,00	48,25
Revenu moyen	72 285,71	71 455,74 ⁷
Femme	47,62 %	50,96 %
Diplôme collégial et plus	88,57 %	49,50 %

Nous remarquons que l'âge moyen dans la population du Québec est de 48,25 ans (Statistique Canada, 2012), tandis qu'il est de 37,00 ans dans notre échantillon. Cet écart, étant de 11,25 ans, est probablement dû au fait que l'âge moyen des cyclistes est inférieur à celui de la population du Québec. Une autre raison possible pouvant expliquer la différence entre les âges moyens peut être liée au fait que nous avons sondé plusieurs étudiants dans notre collecte de données. En effet, bien que nos seuls critères d'inclusion pour répondre au sondage étaient d'avoir 18 ans et plus et de faire du vélo et que les questionnaires ont été distribués aléatoirement dans cette population cible, certains endroits où nous sommes allés pour recueillir nos données, particulièrement l'aréna de Repentigny, HEC Montréal et l'Université du Québec à Montréal (UQAM) ont fait en sorte de diminuer la moyenne d'âge des répondants. Toutefois, la différence avec l'âge moyen de la population du Québec n'est pas très grande.

En ce qui concerne le revenu moyen des ménages et la présence féminine, nous voyons que nos résultats concordent fortement avec ceux de la population du Québec. Pour le revenu, nous avons obtenu une moyenne de 72 285,71 \$ dans notre échantillon, alors qu'elle est de 71 455,74 \$ par ménage dans la population,

⁶ Âge moyen dans la population de 18 ans et plus.

⁷ Ajusté pour l'inflation à l'aide de l'IPC.

l'écart entre les deux chiffres n'étant que de 829,97 \$ (Statistique Canada, 2013-A). Pour la représentation féminine, 47,62 % des répondants à notre sondage sont des femmes, tandis que la population du Québec est constituée de 50,96 % de femmes. La différence de 3,34% est faible.

Finalement, 49,50 % de la population du Québec possède au moins un diplôme d'études collégiales (Statistique Canada, 2013-B). Dans notre échantillon, nous avons trouvé que ce chiffre est plutôt de 88,57 %. Cette différence, étant un peu plus considérable, est certainement due au lieu de collecte de données.

Bref, bien qu'il y ait une différence entre le dernier niveau de scolarité complété par les individus sondés et celui de la population du Québec, la similitude de l'âge et le revenu moyen, de même que la représentation de la femme dans l'échantillon, par rapport aux statistiques retrouvés dans la population québécoise nous montrent que notre échantillon est représentatif. Nous pourrions donc nous fier aux résultats provenant du questionnaire et les généraliser pour la population.

4.2 Observation directe

L'observation directe a été effectuée entre les mois de mai et juillet 2014 dans les villes de Repentigny et de Montréal. Les observations se sont déroulées de jour, lors de la semaine et de la fin de semaine, à différentes heures de la journée (heures de pointe et hors heures de pointe), en banlieue et en ville, à divers sites (zones résidentielles, écoles, parcs, pistes cyclables, centre-ville, routes plus passantes) ayant des caractéristiques différentes (lumières, arrêts, priorités).

L'utilisation de la grille d'observation (voir annexe 3) est essentielle pour recueillir des données sur les conditions d'observation, sur les cyclistes et sur leur comportement à vélo (respect du code routier). Plus précisément, elle permet de noter les informations suivantes, classées par critères, sur les cyclistes observés : l'heure, le lieux et les conditions de l'observation, le sexe et l'âge approximatif des cyclistes, le port ou non du casque, le type de vélo utilisé (vélo personnel ou BIXI), la présence d'enfant(s) avec le cycliste, le port ou non du casque de l'enfant / des enfants, le type de vêtement porté (vêtements normaux, de vélo ou voyants), la

présence d'accessoire(s) (lumière, drapeau, réflecteurs, rétroviseur) et la vitesse roulée⁸.

En ce qui concerne le code de la sécurité routière, le non respect des règlements suivants est considéré comme une infraction à vélo : circuler entre deux rangées de véhicules en mouvement, circuler sur un trottoir, circuler en sens inverse de la circulation, effectuer un virage à droite au feu rouge alors que la signalisation l'interdit, omettre de s'immobiliser à un feu rouge ou à un arrêt obligatoire, omettre de céder le passage aux usagers qui ont priorité à l'intersection, omettre de se conformer à la signalisation, omettre de circuler en file, omettre de signaler ses intentions (arrêt et virage), omettre de tenir constamment le guidon et transporter un passager sur un vélo non adapté à cette fin (SAAQ, 2013-B). Dans notre cas, en ce qui concerne l'observation du respect des règles du code de la route, les éléments suivants seront considérés, dépendant du site d'observation : si plusieurs cyclistes roulent en groupe, circulent-ils à la file? Est-ce qu'il y a présence de véhicules à l'intersection lorsque le cycliste traverse/tourne la rue? S'immobilise-t-il à l'arrêt? À la lumière? S'il y a présence d'une lumière au site d'observation, le cycliste respecte-t-il les priorités (céder le passage aux usagers ayant priorité à l'intersection)? Est-ce que ce dernier effectue un virage à un feu rouge? Signale-t-il ses intentions de direction? Roule-t-il à l'extrême droite de la chaussée? Roule-t-il dans le sens de la circulation? Finalement, tient-il à deux mains et constamment son guidon? Tous ces critères seront notés avec la grille d'observation, puis compilés sous forme de statistiques descriptives et enfin, analysés qualitativement afin d'obtenir une vue d'ensemble.

Un échantillon de 300 cyclistes a donc été observé en vue de tester s'il y a des écarts importants et significatifs quant au taux du port du casque et au respect du code routier selon différentes conditions d'observation et selon les caractéristiques des cyclistes. Bref, nous voulons en apprendre davantage sur les cyclistes et leur comportement à vélo en dressant un portrait des cyclistes au Québec afin de recueillir des informations qualitatives essentielles à l'étude, le but étant principalement de déterminer la prévalence du port du casque et d'évaluer la prise de risques, c'est-à-dire le respect du code de la route à vélo, selon différentes

⁸ Nous considérons une vitesse faible comme étant environ 15 km/h et moins, une vitesse moyenne comme étant environ entre 16 et 24 km/h et une vitesse élevée, comme étant environ 25 km/h et plus (Fortin, 2009).

conditions d'observation. Tout cela permettra d'approfondir la question de la compensation du risque, puisque l'on pourra mieux comprendre le comportement des cyclistes à vélo et savoir qui d'entre les casqués et les non casqués prennent le plus de risques sur la route. En plus de recueillir ces données pour produire des statistiques descriptives, l'observation nous servira aussi à déterminer sur le terrain le taux du port du casque. Nous pourrons comparer ce dernier résultat avec celui obtenu par le sondage pour en faire une moyenne pondérée, qui sera notre taux officiel pour l'étude. Les résultats de l'observation directe se retrouvent dans le chapitre 5 (5.4.1), ainsi que dans l'annexe 6.

5. Estimation des coûts

Pour ce mémoire, nous avons donc retenu cinq principaux coûts quant à l'adoption et au maintien d'une loi sur le port du casque à vélo : l'achat du casque, le désagrément de devoir en porter un, les campagnes de publicité associées à la sensibilisation des citoyens face à la réglementation, le changement potentiel de comportement des cyclistes et la diminution potentielle de leur nombre sur les routes du Québec. Examinons maintenant en détail comment évaluer ces coûts et leur attribuer une valeur monétaire.

5.1 Achat du casque

Pour estimer le coût total lié à l'achat du casque de vélo, il est nécessaire de posséder quatre données : le prix moyen d'un casque (avant taxes) sur le marché, le taux du port du casque actuel, l'augmentation anticipée de ce taux suite à la mise en place de la loi et le nombre de cyclistes au Québec, de même que sa croissance anticipée. Essentiellement, le coût moyen d'un casque devra être multiplié avec l'augmentation du taux du port du casque de vélo qu'amènera la loi ainsi qu'avec le nombre de cyclistes au Québec.

Il s'avère important de réaliser que la loi oblige le cycliste à avoir un casque à vélo. Le coût associé à cette loi doit donc être le prix le plus faible d'un casque adulte sur le marché, cela représentant la dépense minimale obligatoire pour se conformer à la réglementation. Ainsi, il faut considérer le prix moyen d'un casque de vélo de base, c'est-à-dire de faible qualité. Les autres casques représentent un luxe pour les cyclistes, ceux-ci n'étant pas obligés de s'en procurer un plus cher que le modèle de base. Ce luxe est un choix ; la loi ne peut être blâmée.

Actuellement, sur le marché, il est possible de se procurer un casque à un coût moyen de 25\$ (voir le tableau ci-dessous). Ce prix est une moyenne des prix de quatre commerçants, dont deux magasins grande surface vendant des casques de vélo pour le grand public (Wal-Mart et Canadian Tire) et deux magasins plus spécialisés (La Cordée et Mountain Equipment Co-operative (MEC)). Il s'agit ici de prendre le coût avant taxes, car celles-ci représentent un transfert entre les

consommateurs et le gouvernement. Puisque que nous effectuons l'analyse au niveau de la société québécoise, un transfert de la sorte ne doit pas être pris en considération.

Tableau 2 : Prix moyen des casques en date du 1^{er} novembre 2014

Détaillant	Gamme de prix
Wal-Mart	25\$
Canadian Tire	24\$
La Cordée	30\$
Mountain Equipment Co-operative (MEC) ⁹	21\$

Source : Les prix proviennent du site web des détaillants¹⁰.

Dans cette étude, nous établissons le taux du port du casque à 54%. Cette donnée est une moyenne des résultats obtenus avec le sondage, de même qu'avec l'observation directe. Ainsi, le questionnaire nous révèle que 57% des individus portent un casque à vélo, tandis que l'observation directe établit ce taux à 51%. Pour s'assurer de la fiabilité de la valeur que nous allons utiliser, nous pouvons comparer cette moyenne calculée avec la valeur déterminée par Vélo Québec afin de s'assurer que le résultat obtenu sur le terrain se rapproche de la valeur établie par l'organisme. Ainsi, en 2010, lors de son dernier bilan sur l'état du vélo dans la province, Vélo Québec établissait le taux du port du casque à 57%. Considérant que les données provenant du sondage effectué nous donnent sensiblement le même résultat que l'observation directe, nous jugeons que les données recueillies par ces deux moyens sont fiables. De plus, les données récoltées se rapprochent considérablement des données réunies par Vélo Québec il y a 4 ans, traduisant toutefois une évolution à la baisse.

Tableau 3 : Port du casque selon la provenance des données

Provenance des données	Nombre d'individus	% de port du casque
Sondage	105	57%
Observation directe	300	51%

Avec la mise en place d'une loi sur le port du casque à vélo, la portion de cyclistes utilisant un casque sur une base régulière va augmenter considérablement. Toutefois, tout comme la ceinture au volant, ce taux n'atteindra jamais 100%. Pour

⁹ MEC est une coopérative qui ne vend qu'à ses membres. Le prix de l'abonnement, qui est de 5\$, n'est pas reflété dans ce tableau.

¹⁰ <http://www.walmart.ca/fr>, <http://www.canadiantire.ca/fr.html>, <http://www.lacordee.com/> et http://www.mec.ca/Main/home.jsp?bmLocale=fr_CA

déterminer de combien de points de pourcentage la proportion de cyclistes portant le casque va augmenter, nous allons nous fier à l'étude de Dennis et al. (2013), ayant analysé le avant/après le passage d'une telle loi dans d'autres provinces canadiennes. Le tableau qui suit illustre les résultats obtenus lors de cette étude.

Tableau 4 : Évolution du port du casque après législation

Province	Avant législation	Après législation	Taux d'augmentation
Colombie-Britannique	47%	72%	25%
Nouvelle-Écosse	36%	84%	48%
Ontario - mineurs	44%	66%	22%
Alberta - mineurs	28%	83%	55%
Manitoba - mineurs ¹¹	31%	61%	30%

Selon la moyenne des résultats ci-dessus, nous utiliserons un taux d'augmentation du port du casque à vélo de 36%, portant ainsi le taux de port du casque à 90% après législation.

Les seules données manquantes pour calculer le coût total lié à l'achat du casque de vélo sont le nombre de cyclistes pour les cinq années d'analyse du projet. La première année d'analyse est considérée comme étant l'année 2014, la seconde, 2015, la troisième, 2016, la quatrième, 2017 et la cinquième, 2018. Nous devons donc approximer quel sera le nombre de cyclistes sur les routes pour ces cinq années.

Tous les cinq ans, Vélo Québec s'occupe de déterminer le nombre de cyclistes actifs dans la province, l'organisme définissant un cycliste comme étant une personne se déplaçant à vélo au moins une fois au cours d'une année (Vélo Québec, 1997). Nous possédons donc les données recueillies par l'organisme de 1995 à 2010, soit les années de la première et de la dernière étude publiée. Or, en 1995, on dénombrait 3 600 000 cyclistes, en 2000, il y en avait 3 500 000, en 2005, ils étaient 3 600 000, et en 2010, 4 000 000 (Vélo Québec, 1997, 2001, 2006, 2011).

Pour projeter le nombre de cyclistes pour nos cinq années d'étude, nous utiliserons le taux de croissance annuel moyen, calculé entre les années 1995 et 2010. Ainsi,

¹¹ Les résultats du Manitoba n'avaient pas été considérés dans l'étude de Dennis et al. (2013), car la loi a été mise en place pendant l'écriture de l'article et aucune étude d'observation après législation n'avait été faite à ce moment. Les résultats proviennent ainsi du site du gouvernement du Manitoba (2013) <http://www.gov.mb.ca/healthyliving/hlp/bikesafety/index.fr.html>

nous établissons qu'à chaque année, et cela à partir de 2011, le nombre de cyclistes augmente selon le taux de croissance annuel moyen.

Le calcul pour déterminer le taux de croissance annuel moyen du nombre de cyclistes entre les années 1995 et 2010 est le suivant :

$$\text{Taux de croissance annuel moyen} = [(4\,000\,000 / 3\,600\,000)^{1/15}] - 1$$

$$\text{Taux de croissance annuel moyen} = 0,7049 \%$$

Le tableau qui suit présente les résultats obtenus quant au nombre de cyclistes projeté pour les années 2014 à 2018 en utilisant ce taux de croissance.

Tableau 5 : Nombre de cyclistes projeté selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Nombre de cyclistes projeté	4 113 978	4 142 977	4 172 180	4 201 588	4 231 204

Il semble raisonnable d'utiliser ces résultats puisque, de cette manière, nous considérons une évolution dans le temps quant au nombre de cyclistes. De plus, l'utilisation du taux de croissance annuel moyen apparaît pertinente pour calculer l'évolution du nombre de cyclistes, car cette technique permet de bien refléter la tendance à la hausse des dernières années quant à l'utilisation du vélo, sans pour autant l'exagérer. D'ailleurs, il aurait été difficile d'utiliser une autre méthode pour effectuer des projections, telle qu'une régression linéaire, alors que nous avons seulement quatre données fournies par Vélo Québec. Nous sommes conscients que le taux de croissance annuel moyen ne tient pas compte des variations qui occurred à l'intérieur de la période de référence, mais il nous permet d'obtenir une moyenne des évolutions annuelles et de calculer un taux d'évolution moyen, ce dont nous avons besoin pour projeter des données annuelles. Ajoutons que prendre en compte l'évolution du nombre de cyclistes dans le temps fait en sorte d'éviter de sous-estimer les résultats obtenus grâce à cette donnée et, du coup, prendre le taux de croissance annuel moyen permet de ne pas surestimer la croissance du nombre de cyclistes, ce qui n'aurait, par exemple, pas été le cas avec une régression linéaire. Notons toutefois que, puisque le nombre de cyclistes retenu est élevé, considérant par exemple qu'en 2014, il représentait environ 50% de la population totale du Québec, nous allons soumettre ce paramètre à une analyse de sensibilité.

Tel qu'énoncé précédemment, la formule pour calculer le coût total de l'achat du casque est la suivante. Précisons que la loi n'imposerait pas, pour les porteurs actuels de casque, d'en acheter un nouveau qui serait «homologué».

Coût total de l'achat du casque = Prix moyen d'un casque (avant taxes) x augmentation anticipée du taux du port du casque x nombre de cyclistes

Pour la première année d'analyse, le coût se calcule comme suit :

Coût total de l'achat du casque = 25 \$ x 36 % x 4 113 978

= 37 025 802,00 \$

Toutefois, pour les années suivantes, le coût diminue, car nous devons seulement considérer 36 % des nouveaux cyclistes. Pour les nouveaux cyclistes, nous retenons que s'il n'y avait pas eu de loi, environ 54 % d'entre eux aurait porté le casque (taux du port du casque actuel). Dans ce cas, le fait de se procurer un casque pour eux n'est pas un «coût» proprement dit car, même sans la loi, ils s'en seraient procuré un tout de même. De la sorte, ce n'est que le 36 % de la population de nouveaux cyclistes qui décide de se procurer un casque pour se plier à la réglementation, mais qui n'en aurait pas acheté autrement, qu'il faut considérer dans le coût. L'exemple suivant de calcul pour la seconde année d'analyse démontre cette logique plus explicitement :

Coût total de l'achat du casque = 25 \$ x 36 % x (4 142 977 - 4 113 978)

= 260 991,00 \$

Voici un tableau résumé présentant ce coût pour la période d'analyse.

Tableau 6 : Coût de l'achat d'un casque selon l'année d'analyse

Année	1	2	3	4	5
Coût de l'achat du casque (\$)	37 025 802,00	260 991,00	262 827,00	264 672,00	266 544,00

5.2 Désagrément du port du casque

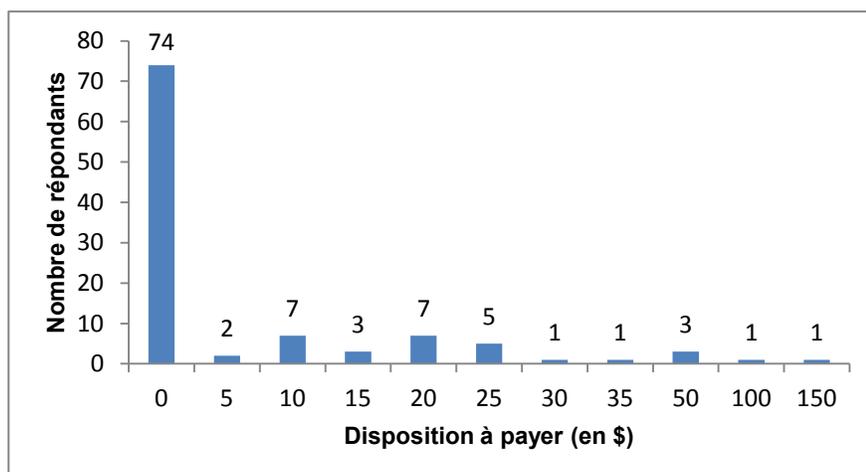
Pour certains cyclistes, devoir porter un casque entraîne un désagrément. De la sorte, les obliger à porter cet équipement de sécurité représente un coût pour ceux-ci. Le questionnaire mené auprès d'un échantillon de 105 individus a permis de constater ce fait et son ampleur. En effet, la question 30 de l'évaluation contingente a permis de trouver combien seraient prêts à payer annuellement les cyclistes pour ne pas porter de casque, en achetant un permis renouvelable, si une loi obligeant d'en porter un était mise en place au Québec. Voyons en détails ce que nous avons recueilli comme résultats de l'évaluation contingente en vue de monétiser ce coût.

5.2.1 Disposition à payer : résultats du questionnaire

Bien que la majorité des sondés aient répondu être prêts à payer 0 \$, une certaine portion de ces cyclistes a affirmé être prête à payer un montant forfaitaire pour l'achat de ce permis. Ainsi, le plus petit montant de disposition à payer recueilli a été de 5 \$, tandis que le montant le plus élevé s'est avéré être de 150 \$.

Le graphique 1 synthétise les différents montants que les répondants étaient prêts à payer, de même que le nombre d'individus prêts à payer ces divers montants.

Graphique 1 : Disposition à payer selon le nombre de répondants



En moyenne, les répondants étaient prêts à payer 8 \$ pour se procurer un permis. Sur cet échantillon de 105 individus, 31 étaient disposés à acheter le permis,

moyennant un montant forfaitaire, pour éviter de porter un casque à vélo. La moyenne de leur disposition à payer était de 28 \$.

Pour les calculs d'agrégation, nous retenons donc le montant de 8 \$, ce résultat représentant la valeur du désagrément des cyclistes à porter, par obligation, un casque à vélo. Avant d'effectuer ces calculs pour déterminer le coût total associé au désagrément du port du casque, nous devons nous assurer que la valeur retenue du désagrément soit crédible.

5.2.2 Déterminants de la disposition à payer

Dans cette section, nous présenterons une première équation portant sur les déterminants de la disposition à payer et en définirons les variables. Ces dernières serviront à l'exercice de validité visant à garantir la crédibilité des résultats obtenus dans notre évaluation contingente. Nous regrouperons les statistiques descriptives de ces variables dans un tableau. Par la suite, nous allons procéder à l'exercice de validité en nous prononçant sur les signes que devraient prendre les différentes variables. Enfin, nous allons présenter les résultats de l'estimation et constater s'ils sont cohérents avec nos attentes.

5.2.2.1 Équation à estimer, définition des symboles et statistiques descriptives

La première équation nous permettra de vérifier les déterminants de la disposition à payer pour s'assurer qu'ils s'accordent avec la théorie économique et le sens commun. Il sera possible d'estimer cette première équation avec un modèle de régression Poisson¹², considérant que la variable dépendante, soit la disposition à payer, est formée de nombre entiers positifs. Cette équation se résume comme suit :

¹² Pour estimer l'équation 1, nous avons essayé différents modèles en vue de retenir celui qui nous permettrait d'avoir le plus grand pouvoir explicatif possible. Nous avons donc estimé l'équation avec un modèle de Tobit simple, un modèle de régression Poisson et avec un modèle de régression binomiale négative («negative binomial regression model»). Le modèle de régression Poisson est celui qui nous a donné les meilleurs résultats pour l'estimation (se référer à l'annexe 7 pour consulter les résultats des estimations avec les autres modèles).

$$\text{PERMIS}_i^* = B_0 + B_1\text{HEURES}_i + B_2\text{PERSONNEL}_i + B_3\text{TRANSPORT}_i + B_4\text{PRIMAIREO}_i + B_5\text{PRIMAIRENa}_i + B_6\text{PORT}_i + B_7\text{VITESSE}_i + B_8\text{INTENTION}_i + B_9\text{FEUa}_i + B_{10}\text{FEUr}_i + B_{11}\text{SENS}_i + B_{12}\text{PRIORITE}_i + B_{13}\text{VIRAGE}_i + B_{14}\text{ACCIDENT}_i + B_{15}\text{FEMME}_i + B_{16}\text{AGE}_i + B_{17}\text{SCOLARITE}_i + B_{18}\text{TPARTIEL}_i + B_{19}\text{ETUDIANT}_i + B_{20}\text{RETRAITE}_i + B_{21}\text{SANSEMPL}_i + B_{22}\text{COUPLE}_i + B_{23}\text{BANLIEUE}_i + B_{24}\text{CAMPAGNE}_i + B_{25}\text{FUMEUR}_i + B_{26}\text{SANTE}_i + B_{27}\text{REVENU}_i + \epsilon_i \quad (1)$$

Le tableau 7 nous présente les variables retenues pour l'exercice, donne une brève description de celles-ci et explique comment elles ont été comptabilisées. Nous y avons aussi inséré leur moyenne¹³ et leur écart-type. En tout, 27 variables ont été retenues¹⁴. Nous les avons séparées en trois groupes différents : le premier inclut certaines caractéristiques des cyclistes quant à leurs habitudes à vélo (HEURES, PERSONNEL, TRANSPORT, MTRANSPORTo, MTRANSPORTna), le second est composé de certaines caractéristiques des cyclistes quant à leurs perceptions sur la pratique du vélo (PORT, VITESSE, INTENTION, FEUa, FEUr, SENS, PRIORITE, VIRAGE, ACCIDENT) et le troisième, des variables sociodémographiques (FEMME, AGE, SCOLARITE, TPARTIEL, ETUDIANT, RETRAITE, SANSEMPL, COUPLE, BANLIEUE, CAMPAGNE, FUMEUR, SANTE, REVENU).

Tableau 7 : Définition des variables et statistiques descriptives

Variables	Définition	Moyenne	Écart-type
Habitudes à vélo			
HEURES	Nombre d'heures de vélo effectué lors d'une semaine typique	2,63	3,0644
PERSONNEL	Proportion de l'utilisation du vélo personnel (en pourcentage) par rapport à l'utilisation du BIXI	94,85	19,0933
TRANSPORT	Proportion de l'utilisation du vélo à des fins de transport (en pourcentage) par rapport au loisir	23,23	33,1077
MTRANSPORTo	Usage du vélo comme moyen de transport (<i>principal</i> étant la référence) : 1 = occasionnel 0 = Sinon	0,50	0,5024
MTRANSPORTna	1 = Non applicable 0 = Sinon	0,44	0,4985
Perceptions sur la pratique du vélo			
PORT	Nombre de fois, sur 10 occasions, que le répondant porte son casque en utilisant son vélo personnel : 0 = jamais 1 = 1 fois ... 10 = toujours	5,72	4,5857

¹³ Si la moyenne n'a pas de sens, nous avons mis le mode de la variable en italique à la place.

¹⁴ Nous avons essayé différents agencements de variables et retenu celui qui faisait en sorte d'avoir le plus grand pouvoir explicatif pour le modèle.

VITESSE	Vitesse à laquelle roule le répondant : 1 = grande (25 km/h et plus) 2 = moyenne (entre 16 et 24 km/h) 3 = faible (15 km/h et moins)	2,27	0,6268
INTENTION	Comment le répondant signale ses intentions : 1 = jamais 2 = rarement 3 = parfois 4 = souvent 5 = toujours	2,71	1,3062
FEUa	Comment le répondant se comporte au feu rouge (<i>attend</i> étant la référence) : 1 = fait un arrêt et traverse 0 = Sinon	0,30	0,4583
FEUr	1 = ralentit seulement 0 = Sinon	0,10	0,2950
SENS	Quand le répondant roule-t-il dans le sens de la circulation : 1 = jamais 2 = rarement 3 = parfois 4 = souvent 5 = toujours	4,12	1,0714
PRIORITE	Quand le répondant cède-t-il le passage aux usagers ayant priorité : 1 = jamais 2 = rarement 3 = parfois 4 = souvent 5 = toujours	4,53	0,7347
VIRAGE	0 = si dessin a) 1 = si dessin b)	0,71	0,4539
ACCIDENT	Accident(s) à vélo et gravité des blessures : 0 = jamais eu d'accident 1 = accident ayant causé des blessures de faible gravité 2 = accident ayant causé des blessures de gravité moyenne 3 = accident ayant causé des blessures de gravité importante	0,46	0,7970
Sociodémographiques			
FEMME	1 = femme 0 = homme	0,48	0,5018
AGE	21,5 = entre 18 et 25 ans 30,5 = entre 26 et 35 ans 40,5 = entre 36 et 45 ans 50,5 = entre 46 et 55 ans 60,5 = entre 56 et 65 ans 70,5 = supérieur à 65 ans	37,00	13,9581
SCOLARITE	Dernier niveau de scolarité complété : 1 = primaire 2 = secondaire 3 = collégial 4 = 1 ^{er} cycle universitaire 5 = 2 ^e cycle universitaire 6 = 3 ^e cycle universitaire	3,58	0,9070
TPARTIEL	Occupation du répondant (<i>temps plein</i> étant la référence) : 1 = temps partiel 0 = Sinon	0,12	0,3309
ETUDIANT	1 = étudiant 0 = Sinon	0,16	0,3701
RETRAITE	1 = retraité 0 = sinon	0,07	0,2506

SANSEMP	1 = sans emploi 0 = sinon	0,02	0,1373
COUPLE	1 = en couple 0 = sinon	0,66	0,4769
BANLIEUE	Lieu de résidence du répondant (<i>ville</i> étant la référence) : 1 = banlieue 0 = Sinon	0,56	0,4985
CAMPAGNE	1 = campagne 0 = Sinon	0,04	0,1923
FUMEUR	1 = fumeur 0 = non-fumeur	0,10	0,2950
SANTE	État de la santé du répondant : 1 = excellente 2 = très bonne 3 = bonne 4 = passable 5 = mauvaise 6 = très mauvaise	2,04	0,8979
REVENU	Revenu familial annuel du répondant : 15 000 = entre 0 et 30 000\$ 37 500 = entre 30 001 et 45 000\$ 52 500 = entre 45 001 et 60 000\$ 67 500 = entre 60 001 et 75 000\$ 82 500 = entre 75 001 et 90 000\$ 97 500 = entre 90 001 et 105 000\$ 112 500 = entre 105 001 et 120 000\$ 127 500 = supérieur à 120 001\$	72285,71	37660,0978

5.2.2.2 Signes attendus

Nous allons maintenant exposer nos attentes quant aux signes que devraient prendre les différentes variables. En voici un résumé :

Tableau 8 : Signes attendus des variables

Variables	Signes attendus
HEURES	+
PERSONNEL	-
TRANSPORT	-
MTRANSPORT _o	+
MTRANSPORT _{na}	-
PORT	-
VITESSE	+
INTENTION	-
FEU _a	-
FEU _r	+
SENS	-
PRIORITE	-
VIRAGE	-
ACCIDENT	-

FEMME	+/-
AGE	+
SCOLARITE	-
TPARTIEL ETUDIANT RETRAITE SANSEMPLE	+/-
COUPLE	+/-
BANLIEUE	+
CAMPAGNE	+
FUMEUR	+/-
SANTE	+/-
REVENU	+

Le premier groupe de variables comprend certaines caractéristiques des cyclistes quant à leurs habitudes à vélo. En ce qui a trait au nombre d'heures fait à vélo lors d'une semaine typique, nous pouvons nous attendre à ce que cette variable influence positivement la disposition à payer. Si un cycliste fait beaucoup d'heures de vélo par semaine et que ce dernier se sent incommodé par le port du casque, il sera prêt à payer davantage que quelqu'un qui ne fait que quelques heures de vélo.

Par la suite, nous pensons que plus un cycliste accorde une proportion importante de son temps de vélo au BIXI, plus il aura une grande disposition à payer. Cela est dû au fait que la location d'un BIXI peut être spontanée et, dans ce cas, l'individu n'a probablement pas son casque avec lui. Ainsi, le signe de la variable devrait être négatif.

En ce qui concerne la proportion transport/loisir, plus un cycliste utilise le vélo comme moyen de transport, plus il devrait être conscient de l'importance de porter le casque pour sa sécurité. Ainsi, la disposition à payer d'acheter un permis devrait diminuer au fur et à mesure que la proportion *transport* augmente. La même logique s'applique à l'utilisation du vélo comme principal moyen de transport. Ainsi, plus le vélo est utilisé comme moyen de transport principal, moins la disposition à payer devrait être grande. Du coup, la variable MTRANSPORTo (moyen de transport occasionnel) devrait être positive, c'est-à-dire que lorsqu'un cycliste passe de moyen de transport principal à moyen de transport occasionnel, celui-ci devrait être prêt à payer plus cher pour le permis. En ce qui concerne la variable MTRANSPORTna, son signe devrait être négatif, puisque l'utilisation du vélo comme moyen de

transport peut être, pour certains cyclistes, leur seul moyen de se déplacer, tandis que l'utilisation du vélo comme loisir peut davantage être substituée si la personne ne souhaite pas porter le casque. De la sorte, lorsqu'un cycliste passe de moyen de transport principal à non applicable (loisir), ce dernier devrait être moins disposé à payer pour un permis.

Le second groupe de variables inclut certaines caractéristiques des cyclistes quant à leurs perceptions sur la pratique du vélo. D'une part, nous nous attendons à ce que le signe de la variable PORT soit négatif. En effet, il va sans dire que plus les cyclistes portent fréquemment le casque, moins ils seront disposés à payer pour se procurer un permis, car ils acceptent déjà de porter le casque sans qu'une loi ne les y oblige.

D'autre part, pour ce qui est de la variable VITESSE, l'effet sur la disposition à payer devrait être positif, c'est-à-dire que plus la vitesse d'un cycliste diminue, plus celui-ci est enclin à se procurer un permis. Ainsi, un cycliste roulant à grande vitesse voudra d'emblée porter un casque car, en cas de chute, les blessures seront plus importantes, alors qu'un cycliste roulant à faible allure se sentira moins exposé au danger.

Par la suite, nous nous attendons à ce que le respect des règles à vélo ait un effet négatif sur la disposition à payer pour se procurer un permis. En effet, plus un cycliste respecte d'emblée les règles de base à vélo, c'est-à-dire qu'il signale ses intentions lors d'un virage, d'un ralentissement ou d'un arrêt, qu'il attend la lumière verte à un feu rouge, qu'il roule dans le sens de la circulation, qu'il cède le passage aux usagers qui ont la priorité et qu'il prend son virage de la bonne manière lors d'un virage à gauche à une intersection, dans ce cas, nous pensons qu'il sera plus enclin à porter le casque suite à l'introduction d'une loi. Ainsi, le signe associé au respect des différentes règles à vélo devrait être négatif.

En ce qui a trait aux accidents subis, nous pensons que plus un cycliste a eu d'accidents de vélo, moins sa disposition à payer sera élevée, la variable prenant donc un signe négatif. La raison est simple : un individu qui a eu plusieurs accidents à vélo a peut-être déjà constaté les bienfaits du casque protecteur, ce dernier ayant réduit la gravité de ses blessures. Dans ce cas, cette personne sera plus encline de continuer à porter le casque ou, même, à le porter plus souvent. Sinon, un cycliste

ayant subi plusieurs accidents pensera peut-être à se protéger davantage dans le futur pour éviter et minimiser les risques de blessures graves. Voilà pourquoi nous estimons que la variable ACCIDENT influencera négativement la disposition à payer.

Finalement, le troisième groupe de variables réunit les caractéristiques sociodémographiques des répondants. Nous estimons que les plus jeunes seront moins enclins à faire l'acquisition d'un permis, puisqu'ils ont été plus exposés à la nécessité de se protéger à vélo depuis leur jeune âge de par la sensibilisation récente de la société, alors que leurs aînés ont pris l'habitude avec les années de ne pas porter de casque à vélo. D'ailleurs, nous nous attendons à ce qu'un individu davantage scolarisé soit prêt à payer moins cher pour un permis permettant de ne pas porter de casque à vélo. En effet, une personne plus éduquée est potentiellement plus au fait des conséquences et des risques de ne pas porter de casque protecteur en cas d'accidents. En ce qui a trait au lieu de résidence, nous nous attendons à ce que la disposition à payer d'une personne résidant en ville soit plus petite que celle pour une personne résidant en banlieue ou en campagne, puisque la circulation est beaucoup plus dense en ville et le risque d'accident, plus élevé. Le signe serait donc positif pour ces deux variables. Pour ce qui est de la variable REVENU, nous pensons que son signe sera positif, car une personne gagnant un plus grand revenu a davantage les moyens de se procurer un tel permis qu'une personne rapportant un plus petit revenu. En fait, le coût d'opportunité du premier est moins grand que celui du second. Un revenu plus élevé permet donc à l'individu d'avoir une plus grande disposition à payer. Pour les variables FEMME, TPARTIEL, ETUDIANT, RETRAITE, SANSEMPL, COUPLE, FUMEUR et SANTE, leur effet sur la disposition à payer est incertaine, ce qui fait que nous ne poserons pas d'hypothèses sur leur signe.

5.2.2.3 Résultats de l'estimation

Le tableau suivant présente les coefficients et les écart-types de l'estimation de l'équation à l'aide d'une régression Poisson. Précisions ici que nous nous intéressons seulement aux signes des variables et non à l'interprétation des coefficients obtenus, cet exercice ayant uniquement pour but de valider que les résultats sont cohérents avec la théorie économique et le sens commun.

Tableau 9 : Résultats de l'estimation avec une régression Poisson

Variables	Coefficient (écart-type)
Habitudes à vélo	
HEURES	0,02 (0,01) *
PERSONNEL	-0,02 (0,002) ***
TRANSPORT	-0,005 (0,002) ***
MTRANSPORTo	0,73 (0,29) **
MTRANSPORTna	-0,70 (0,32) **
Perceptions sur la pratique du vélo	
PORT	-0,05 (0,01) ***
VITESSE	0,41 (0,09) ***
INTENTION	-0,28 (0,04) ***
FEUa	-0,50 (0,12) ***
FEUr	0,22 (0,18)
SENS	0,79 (0,07) ***
PRIORITE	-0,72 (0,07) ***
VIRAGE	-0,09 (0,11)
ACCIDENT	0,16 (0,08) *
Sociodémographiques	
FEMME	-0,30 (0,10) ***
AGE	0,04 (0,005) ***
SCOLARITE	-0,15 (0,08) **
TPARTIEL	0,57 (0,19) ***
ETUDIANT	-0,56 (0,22) ***
RETRAITE	-1,57 (0,35) ***

SANSEMP	0,74 (0,19) ***
COUPLE	-0,77 (0,11) ***
BANLIEUE	0,82 (0,11) ***
CAMPAGNE	1,79 (0,19) ***
FUMEUR	-1,00 (0,23) ***
SANTE	-0,05 (0,06)
REVENU	4,87e-06 (1,80e-06) ***
CONSTANTE	2,18 (0,65) ***
PSEUDO-R ²	0,4635
FONCTION DE VRAISEMBLANCE	-766,35

* Significatif à 10%

** Significatif à 5%

*** Significatif à 1%

Avec ce modèle, nous obtenons un pseudo-R² de 0,4635, ce qui signifie que 46,35% de la variation de la disposition à payer pour le permis peut être expliqué par les différentes variables explicatives. Les variables PERSONNEL, TRANSPORT, PORT, VITESSE, INTENTION, FEUa, SENS, PRIORITE, FEMME, AGE, TPARTIEL, ETUDIANT, RETRAITE, SANSEMP, COUPLE, FUMEUR et REVENU sont significatives à 1%, tandis que MTRANSPORTo, MTRANSPORTna et SCOLARITE le sont à 5% et qu'HEURES et ACCIDENT le sont à 10%.

En comparant les signes obtenus avec ceux attendus, nous remarquons que les déterminants estimés de la disposition à payer s'accordent relativement bien avec la théorie économique et le sens commun. Toutefois, quelques différences méritent d'être développées. Dans le premier groupe de variables, les signes obtenus sont bien ceux auxquels nous nous attendions.

Pour le second groupe de variables, incluant certaines caractéristiques des cyclistes quant à leurs perceptions sur la pratique du vélo, les variables SENS et ACCIDENT

n'ont pas les signes attendus. SENS et ACCIDENT possèdent un signe positif, alors que nous nous attendions à constater un effet négatif. Cette première variable est d'ailleurs statistiquement significative à un seuil de 1%. Pour expliquer cela, il est possible de croire qu'un cycliste choisissant de respecter ce règlement de la route, c'est-à-dire rouler dans le sens de la circulation, sente moins le besoin de porter un casque, se pensant déjà en sécurité en adhérant aux lois. Le port du casque devient donc moins essentiel pour lui. En ce qui concerne la variable ACCIDENT, plus un cycliste a subi un accident ayant entraîné des blessures graves, plus les chances de se procurer un permis sont élevées. Cela peut se justifier du fait qu'un cycliste ayant déjà été impliqué dans un accident adopte peut-être un comportement plus risqué à vélo, ce qui peut signifier que celui-ci est plus tolérant face au risque. Du coup, le fait d'avoir déjà subi un accident ne semble pas inciter cet individu à adopter le port du casque.

Somme toute, outre ces dernières variables traitées, la majorité des effets estimés des variables du modèle correspondent aux attentes que nous nous étions fixées. Nous pouvons donc confirmer que les résultats de notre évaluation contingente semblent crédibles dans le cadre de notre analyse. Le tableau 10 résume le signe des coefficients obtenus par rapport à nos attentes.

Tableau 10 : Signes obtenus des variables par rapport aux attentes

Variables	Signes attendus	Signes obtenus
HEURES	+	+
PERSONNEL	-	-
TRANSPORT	-	-
MTRANSPORT _o	+	+
MTRANSPORT _{na}	-	-
PORT	-	-
VITESSE	+	+
INTENTION	-	-
FEU _a	-	-
FEU _r	+	+
SENS	-	+
PRIORITE	-	-
VIRAGE	-	-
ACCIDENT	-	+
FEMME	+/-	-
AGE	+	+
SCOLARITE	-	-
TPARTIEL	+/-	+

ETUDIANT		-
RETRAITE		-
SANSEMP		+
COUPLE	+/-	-
BANLIEUE	+	+
CAMPAGNE	+	+
FUMEUR	+/-	-
SANTE	+/-	-
REVENU	+	+

5.2.3 Estimation du coût du désagrément de porter le casque

Pour trouver le coût total du désagrément de porter un casque à vélo, il suffit de multiplier la valeur moyenne du désagrément trouvé précédemment avec le nombre de cyclistes total au Québec. Le calcul est le suivant pour la première année d'analyse :

$$8 \$ \times 4\,113\,978 \text{ cyclistes} = 32\,911\,824,00 \$$$

Ce montant représente donc le coût total lié au désagrément de porter le casque, que nous estimons à 32 911 824,00 \$.

Le tableau ci-dessous illustre le coût total du désagrément du port du casque selon les cinq années d'analyse du projet, en considérant l'évolution du nombre de cyclistes.

Tableau 11 : Coût du désagrément du port du casque selon l'année d'analyse

Année	1	2	3	4	5
Coût du désagrément (\$)	32 911 824,00	33 143 816,00	33 377 440,00	33 612 704,00	33 849 632,00

5.3 Campagnes de publicité

Les tableaux suivants nous montrent le montant total qu'a dépensé le gouvernement pour les campagnes de publicité quant au port de la ceinture et à l'interdiction des cellulaires au volant au cours des dernières années. Précisons que les données proviennent d'une communication par courriel avec la SAAQ, puisque ces données étaient difficilement accessibles via leur site web.

Tableau 12 : Sommes investies par le gouvernement en publicité de masse relativement au port de la ceinture

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Montant investi (\$)	817 000	460 000	275 000	80 000	70 000	55 000	102 000

Tableau 13 : Sommes investies par le gouvernement en publicité de masse concernant les *textos* au volant

Année	2011	2012	2013	2014
Montant investi (\$)	1 330 000	880 000	825 000	987 000

Nous constatons que les dépenses publicitaires ont une tendance à la baisse en ce qui concerne le port de la ceinture au volant, tandis que le gouvernement investit de plus grosses sommes pour sensibiliser les conducteurs à ne pas utiliser leur téléphone au volant (*texter* ou parler au cellulaire). Sensibiliser les conducteurs à porter leur ceinture de sécurité au volant n'est pas un sujet nouveau, alors que Québec a introduit la loi obligeant les occupants d'un véhicule à s'attacher en 1976. Toutefois, ce n'est que depuis 2008 qu'il est interdit de conduire un véhicule en utilisant tout appareil doté d'une fonction téléphonique et tenu en main. D'ailleurs, ce n'est qu'en 2011 qu'ont débuté les campagnes de sensibilisation des *textos* au volant.

En ce qui a trait au coût relié aux campagnes publicitaires sur la loi du port obligatoire du casque à vélo, en considérant ces dernières données gouvernementales, nous trouvons raisonnable d'utiliser les montants des années 2009 à 2013 des campagnes de publicité sur le port de la ceinture au volant comme point de référence. En effet, l'objectif de prendre ces valeurs comme référence est

de ne pas surestimer les coûts associés aux campagnes de sensibilisation pour le port du casque à vélo. D'ailleurs, les valeurs utilisées doivent être choisies en fonction de la gravité du phénomène. Les campagnes sur la ceinture au volant visent les titulaires de permis de conduire, tandis que les campagnes sur le casque à vélo ciblent les cyclistes. Or, selon le Bilan routier 2013 de la SAAQ, il y a 5 241 846 détenteurs de permis de conduire au Québec alors que, dans notre étude, nous considérons qu'il y a 4 113 978 cyclistes. Le phénomène lié à la ceinture au volant est donc plus important et vise une plus grande partie de la population que celui relié au port du casque à vélo. Voilà pourquoi nous allons utiliser, pour calculer le coût relié aux campagnes publicitaires sur le port du casque à vélo, le rapport entre le nombre de cyclistes et le nombre de titulaires de permis de conduire.

Pour la première année d'analyse, le calcul est le suivant :

$$460\,000 \times (4\,113\,978 / 5\,241\,846) = 361\,023,56 \$$$

Le tableau suivant présente le coût total annuel pour les campagnes publicitaires quant au port du casque à vélo.

Tableau 14 : Coût des campagnes publicitaires selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Coût en campagnes de publicité (\$)	361 023,56	215 829,30	62 786,71	54 938,37	43 165,86

Les valeurs retenues montrent d'ailleurs que les montants investis sont plus élevés au commencement d'un nouveau sujet de campagne de sensibilisation, tandis que le montant des dépenses diminue au fil des années. Tout comme le port de la ceinture au volant et les textos au volant, il est logique que le lancement d'une campagne publicitaire faisant la promotion du port du casque à vélo demande un plus grand apport monétaire au début, car l'objectif est de faire connaître la nouvelle loi, son but visé, ses modalités d'application et ses conséquences en cas de non respect. Il s'agit de sensibiliser les cyclistes à la nouvelle loi pour s'assurer qu'elle produise l'effet escompté, c'est-à-dire réduire les blessures graves à vélo.

5.4 Changement potentiel de comportement des cyclistes

Nous retenons des sections précédentes ayant abordé la notion de compensation du risque que l'introduction d'un équipement de sécurité, soit le casque, amènera potentiellement le cycliste à prendre plus de risques, celui-ci ressentant le sentiment d'être mieux protégé. Puisque le risque perçu est diminué, le cycliste compensera en adoptant un comportement moins prudent (exemple : en roulant plus rapidement, dangereusement ou en enfreignant certains règlements du Code routier). Voyons ce que les résultats de l'observation directe et, par la suite, ceux du questionnaire peuvent nous apprendre sur le comportement des cyclistes à vélo.

5.4.1 Analyse selon les résultats de l'observation directe

L'échantillon de 300 cyclistes a ainsi permis de constater s'il y a des écarts importants quant au taux du port du casque des cyclistes selon différentes conditions d'observation, d'après leurs caractéristiques et leur respect du code routier. Nous cherchons à comprendre qui sont les cyclistes portant le casque et ceux ne le portant pas. La grille d'observation se trouve à l'annexe 3, alors que l'annexe 6 présente les résultats récoltés sur le terrain et traite des lieux et des conditions d'observation. Voyons à présent ce qui ressort de marquant.

- 48% des femmes observées portaient le casque, tandis que 52% des hommes le portaient.
- C'est la catégorie des 46 à 55 ans qui avait le plus haut taux de port du casque, à 71%, contrairement à la catégorie des 18 à 25 ans, chiffré à 30%.
- Ce taux était plus élevé chez les utilisateurs de vélo personnel (52%) que chez les utilisateurs de BIXI (33%).
- Les cyclistes habillés avec des vêtements de vélo avaient un plus haut taux de port du casque (96%) que ceux habillés avec des vêtements normaux (42%) ou voyants (54%).
- Ce sont les cyclistes roulant à une vitesse élevée qui portaient davantage le casque (78%), par rapport à ceux roulant à une vitesse moyenne (49%) et faible (34%).

- La majorité des individus observés roulait dans le sens de la circulation. Toutefois, 13 cyclistes roulaient en sens inverse, dont 8 ne portant pas le casque.
- 80 cyclistes devaient immobiliser leur vélo à un arrêt ; seulement 24 d'entre eux ont respecté ce règlement. 71% de ceux-ci portaient le casque, alors que 52% des cyclistes ne s'étant pas immobilisés à l'arrêt ne portaient pas le casque. Des 24 cyclistes s'étant immobilisés, 19 étaient toutefois en présence de véhicules à l'intersection. D'ailleurs, des 56 cyclistes ne s'étant pas arrêtés, 43 n'étaient pas en présence de véhicules à l'arrêt.
- 51% des cyclistes s'étant immobilisés à une lumière, alors qu'ils devaient le faire, portaient le casque. 49% ne le portaient pas. 35% des cyclistes ne s'étant pas arrêtés au feu rouge portaient un casque, tandis que 65% ne le portaient pas. Des 80 cyclistes sur 126 s'étant immobilisés à la lumière, 79 étaient en présence de véhicules à l'intersection. 41 de ceux-ci portaient le casque. Des 46 cyclistes sur 126 ne s'immobilisant pas à la lumière, 46 étaient en présence de véhicules et 30 de ceux-ci ne portaient pas le casque.
- 61% des cyclistes observés ont respecté les priorités à un feu de circulation. De ceux-ci, 49% avaient un casque. Quant au 39% des cyclistes n'ayant pas respecté les priorités, 54% ne portaient pas le casque.
- Seulement 6% des cyclistes observés ont signalé leurs intentions alors qu'ils étaient dans le devoir de le faire. 78% de ces derniers avaient un casque. Quant au 94% ne respectant pas le règlement du code routier, 53% n'avaient pas de casque.
- Le lieu où le taux du port du casque était le plus élevé était à l'intersection Jean Brillant / MacKenna à Montréal (63%). L'endroit où ce taux était le plus faible était à l'intersection Beauchesne / Noiseux à Repentigny, en banlieue (17%).
- Le taux du port du casque est légèrement plus élevé en ville (51%) qu'en banlieue (50%).
- Le taux du port du casque était de 54% autour de zones scolaires, de 44% sur des pistes cyclables et de 62% sur des bandes cyclables.

De ces statistiques, nous pouvons tirer quelques conclusions. En effet, grâce à cette observation sur le terrain, nous avons constaté que le port du casque est semblable chez les hommes et les femmes. Ce sont les jeunes qui portent le moins le casque,

plus spécifiquement la catégorie d'âge des 18 à 25 ans, tandis que les 46 à 55 ans sont ceux qui le portent le plus. Le taux du port du casque est plus élevé chez les utilisateurs de vélo personnel que chez les utilisateurs de BIXI. Il semble que les cyclistes portant des vêtements de vélo, donc faisant probablement du vélo assez fréquemment, portent davantage le casque que ceux portant des vêtements voyants ou normaux. Un lien direct apparaît aussi entre la vitesse roulée et le port du casque; plus les cyclistes roulent à grande vitesse, plus ils portent le casque.

En ce qui concerne le respect des règles à vélo, soit rouler dans le sens de la circulation, s'immobiliser à un arrêt et à une lumière, respecter les priorités (exemple : céder le passage aux piétons) aux feux de circulation, signaler ses intentions, tenir le guidon à deux mains et circuler en file lorsque des cyclistes roulent en groupe, il ne semble pas y avoir de différence notable entre les cyclistes portant le casque et ceux ne le portant pas. Les deux catégories de cyclistes respectent sensiblement dans la même proportion les règles du code de la route. Toutefois, nous constatons que, globalement, les cyclistes respectent peu le code routier. D'ailleurs, la majorité des cyclistes s'étant immobilisés à un arrêt ou une lumière étaient en présence de véhicules à l'intersection.

Finalement, le taux du port du casque est de un point de pourcentage plus élevé en ville qu'en banlieue, ce qui est non significatif. Cependant, l'intersection où le taux du port du casque était le plus élevé était à Montréal, coin Jean Brillant / MacKenna, tandis que ce taux observé était le plus faible en banlieue, coin Beauchesne / Noiseux à Repentigny. Ajoutons que le port du casque était plus élevé autour des zones scolaires et sur les bandes cyclables que la moyenne globale calculée (51%). Le port du casque était toutefois plus faible sur les pistes cyclables que par rapport à cette moyenne globale.

Somme toute, les «non casqués» ne semblent pas significativement moins prudents que les «casqués». En fait, les deux groupes respectent peu le code de la sécurité routière. Nous ne pouvons donc pas nous prononcer sur l'intuition établie précédemment quant à une réduction des coûts de santé plus ou moins notable, car il n'y a pas de tendance proprement dite quant au respect des règlements de la route et le port du casque. Néanmoins, nous pouvons présumer que la loi sur le port obligatoire du casque de vélo aura, entre autres, des effets davantage bénéfiques au niveau de la réduction des blessures graves pour les plus jeunes, ceux-ci portant

moins le casque, et pour les utilisateurs de BIXI. Mentionnons que nous ne pouvons, par contre, pas savoir si ceux-ci compenseront la diminution du risque perçu, par l'ajout d'un équipement de sécurité, en adoptant un comportement plus risqué à vélo. Pour les détails et les résultats liés à l'observation, il faut se référer à l'annexe 6.

5.4.2 Analyse selon le questionnaire

Pour compléter l'analyse de l'hypothèse de changement de comportement des cyclistes, nous estimerons une deuxième équation. Le but de cet exercice est de nous donner encore plus d'informations sur le comportement des cyclistes et nous permettre de mieux comprendre comment différents facteurs influencent la probabilité qu'un cycliste porte le casque à vélo. En premier lieu, nous allons présenter l'équation, définir les variables et présenter les statistiques descriptives. En second lieu, il sera question de montrer les résultats de l'estimation de l'équation 2 et de les analyser.

5.4.2.1 Équation à estimer, définition des symboles et statistiques descriptives

Voici l'équation 2 sous sa forme mathématique :

$$\text{PORTP}_i^* = B_1\text{FREQUENCE}_i + B_2\text{HEURES}_i + B_3\text{PERSONNEL}_i + B_4\text{TRANSPORT}_i + B_5\text{VITESSE}_i + B_6\text{ACCIDENT}_i + \alpha_j + \varepsilon_i, \text{ où } \varepsilon_i \sim N(0, 1) \text{ et } j = 3 \quad (2)$$

$$\text{PORTP}_i = 1 \text{ si } \text{PORTP}_i^* \leq \alpha_1$$

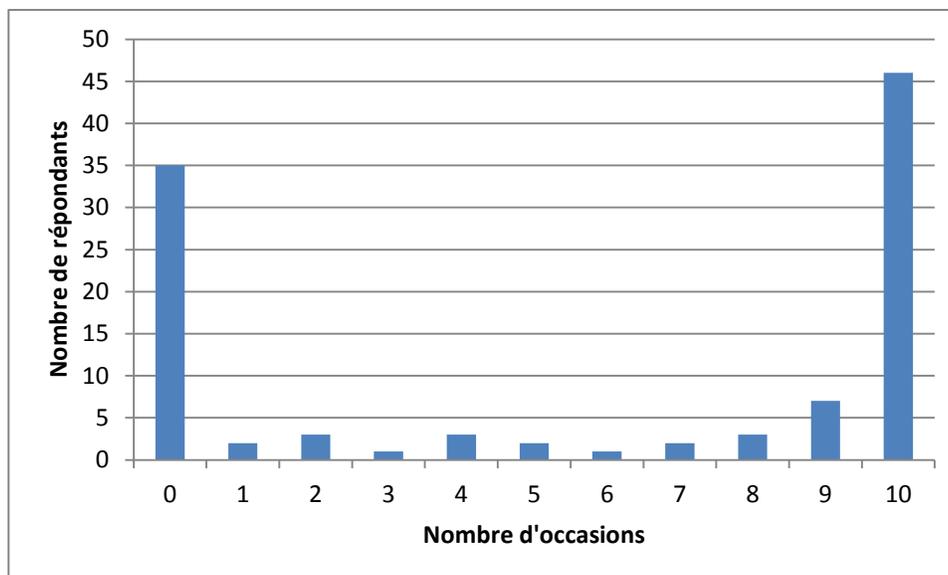
$$\text{PORTP}_i = 2 \text{ si } \alpha_1 < \text{PORTP}_i^* \leq \alpha_2$$

$$\text{PORTP}_i = 3 \text{ si } \alpha_3 < \text{PORTP}_i^*$$

Le choix d'utiliser un probit ordonné pour estimer l'équation est motivé par le fait que la variable dépendante de l'équation, représentant le nombre de fois que le répondant porte le casque à vélo sur 10 occasions, a un ordonnancement allant de 0

à 10. Le graphique qui suit présente les résultats selon le nombre de répondants. Nous y constatons une concentration des réponses aux extrémités, signifiant que les cyclistes portent toujours le casque ou ne le portent pas, mais rares sont ceux qui le portent occasionnellement.

Graphique 2 : Nombre de fois, sur 10 occasions, que le répondant porte son casque en utilisant son vélo personnel



Pour la variable PORTP utilisée dans l'équation 2, à la différence de PORT utilisée dans l'équation 1, nous avons regroupé le nombre de fois que le répondant porte le casque sur 10 occasions en trois classes $\{(0,1,2,3), (4,5,6,7), (8,9,10)\}$ afin d'augmenter le nombre de degré de liberté dans l'estimation, l'objectif étant d'obtenir des estimés plus significatifs. Pour cette seconde équation, nous nous intéressons à la manière dont chacune des variables influence le port du casque.

Tout comme pour l'équation 1, nous allons maintenant définir les variables impliquées dans l'équation 2. Le tableau 15 nous présente ces variables, donne une brève description de celles-ci et explique comment elles ont été comptabilisées. Leur moyenne et leur écart-type sont aussi présents. Six variables explicatives ont donc été retenues : FREQUENCE, HEURES, PERSONNEL, TRANSPORT, VITESSE et ACCIDENT.

Tableau 15 : Définition des variables et statistiques descriptives

Variables	Définition	Moyenne	Écart-type
Expliquées			
PORTP	Nombre de fois, sur 10 occasions, que le répondant porte son casque en utilisant son vélo personnel : 1 = 0 à 3 fois 2 = 4 à 7 fois 3 = 8 à 10 fois	2,14	0,9550
Explicatives			
FREQUENCE	Nombre de fois par semaine que le répondant a fait du vélo pour la période considérée : 1 = moins d'une fois 2 = une fois 3 = 2 à 4 fois 4 = 5 à 7 fois	2,16	1,0012
HEURES	Nombre d'heures de vélo effectuées lors d'une semaine typique	2,63	3,0644
PERSONNEL	Proportion de l'utilisation du vélo personnel (en pourcentage) par rapport à l'utilisation du BIXI	94,85	19,0933
TRANSPORT	Proportion de l'utilisation du vélo à des fins de transport (en pourcentage) par rapport au loisir	23,23	33,1077
VITESSE	Vitesse à laquelle roule le répondant : 1 = grande (25 km/h et plus) 2 = moyenne (entre 16 et 24 km/h) 3 = faible (15 km/h et moins)	2,27	0,6268
ACCIDENT	Accident(s) à vélo et gravité des blessures : 0 = jamais eu d'accident 1 = accident ayant causé des blessures de faible gravité 2 = accident ayant causé des blessures de gravité moyenne 3 = accident ayant causé des blessures de gravité importante	0,46	0,7970

5.4.2.2 Résultats de l'estimation

Voici les résultats obtenus par probit ordonné.

Tableau 16 : Résultats de l'estimation du probit ordonné

Variables	Coefficient (écart-type)
FREQUENCE	-0,08 (0,15)
HEURES	-0,03 (0,04)
PERSONNEL	0,01 (0,007)
TRANSPORT	-0,005 (0,004)
VITESSE	-0,19 (0,20)
ACCIDENT	0,23

	(0,17)
SEUIL 1	0,0004 (0,93)
SEUIL 2	0,21 (0,93)
PSEUDO-R ²	0,0462
FONCTION DE VRAISEMBLANCE	-89,99

* Significatif à 10%

** Significatif à 5%

*** Significatif à 1%

Le pseudo-R² est de 0,0462, ce qui signifie que 4,62 % de la variation dans le port du casque provient des variables explicatives présentes dans ce dernier tableau. Bien que ces dernières aient un faible pouvoir explicatif et qu'aucune d'entre elles ne soit significative, même à un seuil de 10%, nous allons tout de même avoir une idée de l'effet qu'ont ces différents déterminants sur la probabilité de porter le casque à vélo, ce qui va nous aider à étoffer le portrait des cyclistes choisissant de ne pas utiliser cet équipement de sécurité. Nous allons donc seulement nous intéresser aux signes des coefficients et non à l'interprétation de leur valeur.

Le coefficient de la variable FREQUENCE est négatif ; cela signifie que plus le cycliste fait de vélo de façon hebdomadaire, plus sa probabilité de porter le casque diminue. Cela est cohérent avec l'effet de la variable HEURES, affectant négativement cette probabilité. Ainsi, une personne faisant plus de fois et un plus grand nombre d'heures de vélo par semaine risque de moins porter le casque.

En ce qui a trait à la variable PERSONNEL, son effet est positif. De la sorte, plus un cycliste accorde une proportion importante au vélo personnel par rapport au BIXI, plus sa probabilité de porter le casque est grande. Ceci est cohérent avec l'intuition formulée plus tôt avec la première équation révélant qu'un utilisateur de BIXI risque de moins porter le casque qu'un utilisateur de vélo personnel. La variable TRANSPORT suit d'ailleurs cette logique ; une plus grande proportion allouée au

transport, face au loisir, diminue la probabilité de porter le casque. Comme le BIXI est souvent utilisé à des fins de transport, nos résultats sont cohérents.

Finalement, la variable VITESSE affecte négativement la probabilité de porter un casque, tandis que ACCIDENT l'influence positivement. Ainsi, plus un cycliste roule lentement et que la gravité de ses blessures suite à un accident a été mineure ou qu'il n'a jamais subi d'accident, plus celui-ci a de probabilités de ne pas porter de casque.

Bref, avec cette deuxième équation, nous avons une image plus claire des cyclistes au Québec. Ainsi, nous avons découvert que plus un cycliste fait de vélo, alloue une proportion élevée de son temps au BIXI, utilise un vélo à des fins de transport, roule lentement et qu'il n'a jamais subi d'accident ou que ses blessures n'ont été que mineures, plus les probabilités que celui-ci porte le casque sont faibles. Avec la mise en place d'une loi obligeant l'adoption du casque à vélo, nous pouvons anticiper qu'une partie de ces individus se pliera au nouveau règlement, tandis qu'une autre partie refusera d'y adhérer. N'ayant pas d'avant/d'après loi pour comparer le comportement des cyclistes, nous ne savons pas si ceux-ci modifieront leurs habitudes à vélo avec l'introduction du règlement. Toutefois, nous savons maintenant quels sont les caractéristiques et les comportements qu'adoptent les individus étant moins enclins à porter le casque protecteur, ces derniers étant les plus à risque de subir des blessures graves lors d'accidents sur la route.

5.5 Diminution potentielle du nombre de cyclistes

La diminution potentielle du nombre de cyclistes est associée au fait que d'obliger les individus à adopter un comportement spécifique, porter le casque à vélo, brime leur liberté individuelle. L'hypothèse ayant trait à ce phénomène, fondée suite aux résultats d'une étude menée en Australie et reprise par de nombreux auteurs par la suite, affirme d'ailleurs que la mise en place d'une législation sur le port du casque à vélo décourage le cyclisme, puisque plusieurs cyclistes considèrent que de porter un casque protecteur s'avère inconfortable, déplaisant et gênant.

Bien que les études de Macpherson et al. (2001) et de Dennis et al. (2010), n'ont pas observé ce phénomène, nous avons décidé de poser une question aux cyclistes

dans le sondage pour savoir si une loi obligeant le port du casque à vélo passait, est-ce qu'ils feraient du vélo plus souvent, aussi souvent, un peu moins souvent, beaucoup moins souvent ou plus du tout. Étonnamment, 16,2% des répondants ont révélé que d'être obligé de porter un casque allait faire en sorte qu'ils feraient moins souvent (un peu, beaucoup ou plus du tout) de vélo. Ces résultats sont encore plus considérables quant à la location de BIXI qui porte ce taux à 41,3%, ce qui est cependant davantage normal, car ce ne sont pas tous les utilisateurs de BIXI qui apportent leur casque partout avec eux, ce qui revient à une question de commodité. Voici un tableau résumé des résultats quant aux questions 26 et 28 du sondage démontrant les résultats obtenus.

Tableau 17 : Résultats du sondage quant aux cyclistes découragés (en pourcentage) selon le type de vélo utilisé

	Plus souvent	Aussi souvent	Un peu moins souvent	Beaucoup moins souvent	Plus du tout
Vélo personnel	1,9%	81,9%	7,62%	5,71%	2,87%
BIXI	-	58,7%	4,35%	3,26%	33,69%

Les implications des résultats recueillis sur le terrain sont les suivantes : puisque certains cyclistes sont prêts à délaissé le vélo, ou en réduire son utilisation, suite à l'introduction d'une loi sur le port du casque, le risque individuel de blessures chez les cyclistes restants augmenterait. C'est ce qu'établit l'hypothèse de la diminution du nombre de cyclistes (revoir la revue de littérature dans la section sur la littérature spécifique sur le port du casque à vélo). En effet, comme il y aurait une diminution du nombre de cyclistes sur les routes, les automobilistes deviendraient moins habitués de les considérer sur le réseau routier, leur visibilité devenant plus restreinte. Comme nous savons que la majeure partie des accidents à vélo est engendrée par la collision avec un véhicule à moteur, le risque potentiel d'accidents à vélo croit simultanément avec le déclin dans sa pratique. De plus, le découragement dans le cyclisme entraîne un impact négatif sur la santé globale de la population, celle-ci devenant moins active.

Dans leurs travaux, Taylor et Scuffham (2002) ont réussi à monétiser le coût d'abandonner le vélo, prenant en compte les facteurs traités dans le paragraphe précédent. Ainsi, ils ont déterminé que ce coût est composé d'une valeur associée à

la diminution de la pratique de l'exercice et la hausse de l'utilisation de véhicules à moteur. Ceux-ci en sont arrivés à chiffrer ce phénomène en lui accordant une valeur monétaire de 30 \$¹⁵ de Nouvelle-Zélande. Nous utiliserons donc cette valeur pour établir le coût quant à la diminution du nombre de cyclistes. Nous devons toutefois la convertir en dollars canadiens et l'indexer.

À cet effet, la Banque du Canada a calculé qu'en 2000, le taux de change annuel moyen a été de 0,6784 \$ canadien pour 1,0000 \$ de Nouvelle-Zélande¹⁶. De la sorte, en 2000, 30 \$ de Nouvelle-Zélande valait 20,352 \$ canadiens. En utilisant la feuille de calcul de l'inflation de la Banque du Canada¹⁷, permettant de transformer la valeur de 2000 en valeur de 2014 en tenant compte de l'inflation, nous trouvons une valeur de 26,64 \$ comme coût social pour tenir compte de la réduction de l'exercice et de l'augmentation de l'utilisation de véhicules à moteur, ce qui correspond au coût total d'abandonner le vélo.

Ajoutons que, puisqu'une partie des cyclistes découragés ne fera plus du tout de vélo et qu'une autre partie en fera moins, nous allons attribuer une pondération pour en tenir compte, considérant qu'il est plus grave de ne plus faire du tout de vélo que de seulement en faire moins. Il faudra aussi considérer ce phénomène pour les utilisateurs de BIXI et appliquer cette même pondération. Notons que la proportion de l'utilisation du vélo personnel et du BIXI est prise en considération dans le calcul du coût quant à la diminution du nombre de cyclistes. Pour simplifier les calculs à ce sujet, un individu vouant une plus grande proportion à l'utilisation du vélo personnel sera reconnu comme un cycliste utilisateur de vélo personnel et le même raisonnement s'applique pour le BIXI.¹⁸ Ainsi, il sera plus facile de monétiser le découragement chez les cyclistes.

Mentionnons que la loi produira l'effet contraire du découragement chez certains cyclistes. En effet, une portion de ceux-ci sera prête à faire encore plus de vélo suite

¹⁵ En dollars de 2000.

¹⁶ Se référer au document suivant : <http://www.banqueducanada.ca/stats/assets/pdf/nraa-2000.pdf>

¹⁷ Se référer à la page suivante : <http://www.banqueducanada.ca/taux/renseignements-complementaires/feuille-de-calcul-de-linflation/>

¹⁸ Par exemple, un cycliste utilisant davantage le BIXI (plus de 50% du temps) est reconnu comme un utilisateur de BIXI. De la sorte, si la loi ne le décourage pas de faire moins de vélo personnel mais le décourage de faire du BIXI, nous allons seulement considérer le fait qu'il est découragé de faire du BIXI. Dans ce cas, cela va éviter d'attribuer un coût au découragement des cyclistes de vélo personnel qui ne font pas ou pratiquement pas de BIXI. La pondération est la même pour le découragement face au vélo personnel et au BIXI : un poids plus important est attribué à un cycliste délaissant complètement la pratique du vélo qu'à la diminution de son utilisation.

à l'introduction du règlement. Ce phénomène aura un effet négatif sur le coût d'abandonner le vélo.

Le calcul pour le coût du découragement du cyclisme est donc le suivant :

Coût de la diminution du nombre de cyclistes sur les routes = proportion de cyclistes découragés selon le degré de découragement x fraction associé au degré de découragement x coût d'abandonner le vélo x nombre de cyclistes total dans la population

Les différents degrés de découragement sont les suivants : cyclistes qui vont faire «plus du tout de vélo», «un peu moins souvent», «beaucoup moins souvent» et «encore plus souvent». Voici la fraction de l'impact subi par rapport au coût d'abandonner le vélo que nous attribuons aux quatre degrés :

«Plus du tout» = 1 ;

«Un peu moins souvent de vélo» = 1/3 ;

«Beaucoup moins souvent» = 2/3 ;

«Encore plus souvent» = - 1/3.

Nous accordons un poids de 1 à un cycliste qui cesserait complètement de faire du vélo, car cela correspond à la perte de l'intégralité de son utilisation. De même, un cycliste qui ne modifierait pas du tout son comportement se voit attribuer un poids de zéro. Entre les deux, nous faisons le choix d'accorder des poids de 1/3 et 2/3 pour les cyclistes qui feraient «un peu moins souvent» et «beaucoup moins souvent» de vélo, respectivement. De manière analogue, nous faisons le choix d'accorder un poids de -1/3 (une perte négative, donc un gain) aux cyclistes qui feraient «encore plus souvent» de vélo.

Le tableau suivant considère l'hypothèse selon laquelle un cycliste est soit un utilisateur de vélo personnel, soit un utilisateur de BIXI. Il est ici impossible de compter deux fois un cycliste, contrairement au tableau précédent. Advenant qu'un cycliste utilise autant le vélo personnel que le BIXI, il sera compté comme une moitié pour les deux types de vélo.

Tableau 18 : Proportion de cyclistes découragés selon le degré de découragement

	Un peu moins souvent	Beaucoup moins souvent	Plus du tout	Encore plus souvent	Total
Vélo personnel	6,67%	5,71%	1,90%	1,90%	16,18%
BIXI	0,95%	-	0,95%	-	1,90%
Total	7,62%	5,71%	2,85%	1,90%	16,18%

Nous pouvons donc constater que 16,18% des cyclistes seront découragés par l'implantation d'une loi sur le port du casque à vélo à différents degrés. De cette donnée, la plus grande proportion provient du vélo personnel, ce qui a du sens, car il y a beaucoup plus d'utilisateurs de vélo personnel que d'utilisateurs de BIXI. De ce fait, 14,28% des cyclistes seront découragés de faire du vélo personnel, tandis que 1,90% du total des cyclistes sera incité à faire encore plus de vélo et que 1,90% sera découragé de faire du BIXI. Ajoutons que 7,62% des cyclistes, incluant les utilisateurs de vélo personnel et de BIXI, feront un peu moins souvent de vélo, 5,71%, beaucoup moins souvent, 2,85%, plus du tout, alors que 1,90%, encore plus souvent. Voici le calcul, avec les données, du coût de la diminution du nombre de cyclistes sur les routes pour la première année d'analyse :

$$\begin{aligned}
 &\text{Coût de la diminution du nombre de cyclistes sur les routes pour la première année} \\
 &= (6,67\% + 0,95\%) \times 1 / 3 \times 26,64\$ \times 4\ 113\ 978 + 5,71\% \times 2 / 3 \times 26,64\$ \times 4\ 113\ 978 \\
 &+ (1,90\% + 0,95\%) \times 1 \times 26,64\$ \times 4\ 113\ 978 + 1,90\% \times -1/3 \times 26,64\$ \times 4\ 113\ 978 \\
 &= 9\ 385\ 102,82 \$
 \end{aligned}$$

En somme, le coût associé au découragement de certains cyclistes suite à la mise en place d'une loi obligeant de porter le casque à vélo est de 9 385 102,82 \$ pour la première année. Le tableau ci-dessous présente ce coût pour toutes les années de la période analysée.

Tableau 19 : Coût lié à la diminution du nombre de cyclistes sur les routes selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Coût de la diminution du nombre de cyclistes (\$)	9 385 102,82	9 451 257,43	9 517 877,41	9 584 965,06	9 652 527,21

5.6 Coûts totaux

Somme toute, les coûts totaux de l'introduction d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo sont estimés à 79 683 752,38 \$ pour la première année de la législation. Le coût le plus important est, sans contredit, celui associé au coût de l'achat du casque, alors que le coût en campagnes de publicité est celui ayant le moins d'effet dans l'analyse. Le tableau suivant présente le total des coûts par année en résumant les différents coûts et leur valeur monétaire respective dans cette analyse coûts-bénéfices. Nous remarquons que les coûts sont beaucoup plus élevés en première période, alors qu'ils diminuent en deuxième période et tendent à remonter peu à peu jusqu'à la dernière période d'analyse. Cela est dû au fait que le coût du casque est très élevé en première période et diminue beaucoup par la suite. Il est normal que ce coût soit plus élevé au début de la mise en place du nouveau règlement, car beaucoup de cyclistes doivent se procurer un casque, alors qu'ils n'en possédaient pas, tandis que pour les périodes subséquentes, ce n'est qu'une portion des nouveaux cyclistes qui doivent s'en acheter un. Les autres coûts demeurent assez constants dans le temps.

Tableau 20 : Coûts de l'introduction d'une loi sur le port obligatoire du casque selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Achat du casque	37 025 802,00	260 991,00	262 827,00	264 672,00	266 544,00
Désagrément	32 911 824,00	33 143 816,00	33 377 440,00	33 612 704,00	33 849 632,00
Campagnes de publicité	361 023,56	215 829,30	62 786,71	54 938,37	43 165,86
Diminution du nombre de cyclistes	9 385 102,82	9 451 257,43	9 517 877,41	9 584 965,06	9 652 527,21
Coût annuel (\$)	79 683 752,38	43 071 893,73	43 220 931,12	43 517 279,43	43 811 869,07

6. Estimation des bénéfices

Baliser la pratique du cyclisme en y ajoutant un règlement concernant le port du casque vise à entraîner deux principales répercussions au niveau sociétal : diminuer le nombre d'accidents graves ou fatals à vélo, ce qui permettra potentiellement de réduire les coûts de santé, et propager un sentiment de sécurité chez les cyclistes en vue de favoriser la pratique de ce sport. L'estimation de ces deux bénéfices fait donc l'objet de ce présent chapitre.

6.1 Réduction des coûts de santé

Pour évaluer ce bénéfice, nous avons émis plusieurs hypothèses dans la section Hypothèses de travail et méthodologie. Rappelons-nous particulièrement que les blessures évitées que nous allons considérer sont les blessures à la tête et que nous avons décidé de retenir un taux d'efficacité du casque de 60%. Dans le cas d'un accident impliquant un cycliste portant le casque, nous retenons le scénario suivant : dans le cas d'un décès évité grâce au port du casque, une ambulance est appelée et il y a tout de même hospitalisation de la victime. Les coûts de santé évités sont donc la valeur statistique d'une vie humaine, puisque la victime n'est pas décédée à l'hôpital des suites de ses blessures à la tête. Dans le cas d'une hospitalisation évitée, une ambulance est aussi appelée, mais la victime se limite à une consultation à l'urgence. Ici, seul le coût de l'hospitalisation est évité. Finalement, dans le cas d'une consultation à l'urgence évitée, aucune ambulance n'est appelée lors de l'accident et la victime ne se présente pas à l'hôpital.

Voici la première formule pour déterminer le nombre annuel de victimes évitables :

Nombre annuel de victimes évitables = taux d'efficacité du casque x augmentation du taux du port du casque x nombre projeté pour les cinq prochaines années de décès/hospitalisations/consultations à l'urgence suite à une blessure à la tête subie à vélo.

Les données que nous utilisons pour le calcul de la projection du nombre de décès/hospitalisations/consultations à l'urgence suite à une blessure à la tête subie à vélo sont présentées à l'annexe 4, tout comme le calcul lui-même.

Voici un exemple de calcul du nombre annuel de victimes évitables avec les données retenues.

Nombre annuel de décès évitables en 2014 = 60% x 36% x 12 = 3

Le tableau ci-dessous présente le nombre annuel de victimes évitables en considérant le taux d'efficacité de 60% du casque de vélo et une augmentation du taux du port du casque de 36%.

Tableau 21 : Nombre annuel de victimes évitables selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Nombre de décès	3	3	3	3	4
Nombre de blessures graves nécessitant une hospitalisation	7	7	7	7	7
Nombre de blessures légères nécessitant une consultation à l'urgence	112	110	108	105	103

La seconde formule vise à calculer la réduction des coûts de santé liée aux victimes évitées :

Réduction des coûts de santé = décès évités x valeur d'une vie humaine + hospitalisations évitées x coût moyen x nombre de jours moyen hospitalisé + consultations évitées x coût moyen

Le calcul pour déterminer la valeur statistique d'une vie humaine, réalisé grâce à la méthode indirecte liée aux marchés de consommation, est présenté à l'annexe 5.

Le coût moyen que nous retenons pour une journée d'hospitalisation est de 3 360 \$ (HSCM, 2014). Nous avons considéré le coût encouru pour une journée d'hospitalisation par un non-résident, ce qui correspond plus précisément au coût réel du service. En ce qui concerne le nombre moyen de jours qu'un cycliste

hospitalisé passe à l'hôpital, l'Institut national de santé publique le chiffre à 4,8, en moyenne (INSPQ, 2009).

Pour ce qui est du coût moyen d'une consultation, nous le fixons à 162,59 \$, qui constitue une moyenne du coût d'une visite à l'urgence des centres hospitaliers universitaires (AQESSS, 2011).

Voici le calcul des frais de santé évités à la première période d'analyse :

$$\text{Réduction des coûts de santé à la période 1} = (3 \times 6\,570\,937\$) + (7 \times 3\,360\$ \times 4,8) + (112 \times 162,59\$) = 17\,168\,575,06 \$$$

Ainsi, à la première période d'analyse, la loi sur le port du casque obligatoire à vélo fera en sorte d'épargner 17 168 575,06 \$ de coûts de santé.

Le tableau qui suit illustre la réduction des coûts de santé suite à l'implantation de loi pour la période d'analyse. Rappelons que le casque a une efficacité de 60% et ne protège que la tête. Ainsi, les victimes évitées sont celles qui se seraient blessées à la tête si elles n'avaient pas commencé à porter le casque. Voilà pourquoi nous considérons aussi seulement les cyclistes qui ont décidé de porter le casque suite à l'introduction de la loi, soit le 36% d'augmentation du taux du port du casque.

Tableau 22 : Bénéfice lié à la réduction des coûts de santé selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Bénéfice lié à la réduction des coûts de santé (\$)	17 168 575,06	17 288 244,61	17 405 275,07	17 526 672,99	17 648 932,04

Bref, la valeur monétaire que nous attribuons au bénéfice lié à la réduction des coûts de santé s'établit à 17 168 575,06 \$ en 2014, soit la première période d'analyse. Pour évaluer la robustesse des résultats trouvés quant à réduction des coûts de santé, nous effectuerons une analyse de sensibilité dans le prochain chapitre sur différentes variables impliquées dans le calcul de ce bénéfice.

6.2 Sentiment de sécurité

Un autre bénéfice d'ériger une loi sur le port du casque à vélo est de provoquer un sentiment de sécurité chez les cyclistes qui porteraient le casque à cause de la loi. Ce bénéfice n'a jamais été évalué auparavant dans une analyse coûts-bénéfices de la sorte. Bien que de faire un tel exercice dépasse le cadre de ce mémoire, nous pouvons tout de même émettre une hypothèse pour le monétiser.

Pour évaluer le bénéfice à sa borne inférieure, nous pouvons dire que le sentiment de sécurité ressenti par les cyclistes qui accepteraient de porter le casque avec la législation représente au moins la valeur du coût de l'achat du casque. Ainsi, ceux qui étaient gênés ou trop coquets pour porter le casque avant la loi, mais qui auraient souhaité le faire, pourront dorénavant le porter sans honte, puisque tous devront le porter aussi. En le rendant obligatoire, il n'y a plus à se poser la question de savoir si cela est ridicule ou non. Selon cette logique, tous les répondants du sondage ayant révélé avoir une disposition à payer de 0\$ pour l'achat d'un permis permettant de contourner la loi du port obligatoire du casque seront retenus, les autres possédant aussi un sentiment de sécurité étant toutefois d'une valeur inconnue. Le raisonnement tient au fait que si un cycliste est prêt à payer 0 \$ pour se procurer un tel permis, cela signifie que son sentiment de sécurité engendré par la loi est d'au moins la valeur d'achat du casque, la peur du ridicule et l'inconfort de porter le casque n'étant plus à considérer. Autrement, ils auraient été prêts à payer un montant forfaitaire annuel quelconque, aussi minime soit-il. Ce groupe de cyclistes montre donc, par sa disposition à payer, qu'il accepterait de porter le casque avec la loi. Dans ce cas, nous pouvons dire que la borne inférieure de la valeur du bénéfice est d'au moins la valeur d'un casque de vélo, soit de 25 \$.

En fait, tous les cyclistes bénéficient d'un sentiment de sécurité plus ou moins grand en portant un casque. Toutefois, certains sont gênés ou trop coquets pour le porter, d'autres ressentent un inconfort en le portant ou le voient comme n'étant pas pratique à transporter. Nous pouvons donc considérer trois classes de cyclistes. La première regroupe les cyclistes portant déjà le casque, ces derniers étant reconnus comme étant «très peu coquets». La seconde est constituée des individus qui adopteraient le casque avec la mise en place de la loi, ceux-ci étant donc «modérément coquets». La troisième catégorie rassemble les cyclistes étant soit

«très coquets», soit accordant un faible sentiment de sécurité au port du casque. L'introduction de la loi ne confère pas un sentiment de sécurité accru aux cyclistes portant déjà le casque (première classe) et aux éventuels transgresseurs du règlement (troisième classe), mais bien à ceux qui vont choisir de porter le casque à cause de la loi. C'est eux qui bénéficieront réellement de la loi, car elle leur permettra d'adopter le casque, alors qu'ils souhaitaient le faire auparavant mais qu'une raison quelconque les en empêchait.

La formule pour monétiser le bénéfice lié au sentiment de sécurité ressenti se résume comme suit :

(Proportion des répondants à l'évaluation contingente ayant une disposition à payer de 0\$) x taux d'augmentation du port du casque x valeur du casque x nombre de cyclistes total dans la population.

Voici donc le calcul pour monétiser ce bénéfice pour la première année d'analyse du projet, considérant que 74 sondés ont une disposition de payer de 0 \$:

$$74 / 105 \times 25 \$ \times 36 \% \times 4\,113\,978 = 26\,094\,374,74 \$$$

Nous estimons donc que la valeur monétaire du bénéfice lié au sentiment de sécurité qu'engendre l'introduction d'un règlement quant au port obligatoire du casque de vélo s'élève à environ 26 094 374,74 \$. Pour la période qui nous intéresse, le montant du bénéfice augmente proportionnellement à la hausse du nombre de cyclistes. Le tableau suivant illustre le bénéfice pour les cinq années d'analyse.

Tableau 23 : Bénéfice lié au sentiment de sécurité quant à l'introduction d'une loi sur le port obligatoire du casque selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Bénéfice lié au sentiment de sécurité (\$)	26 094 374,74	26 278 311,26	26 463 541,71	26 650 072,46	26 837 922,51

6.3 Bénéfices totaux

En ce qui concerne les bénéfices engendrés par l'introduction d'une législation sur le port du casque à vélo, nous estimons qu'ils seront d'environ 43 262 949,80 \$ pour la première période d'analyse. La réduction des coûts de santé occupe une place des plus importantes dans les bénéfices de la mise en place d'une telle loi, son mandat consistant essentiellement à veiller à diminuer les blessures graves et les fatalités à vélo. Le bénéfice associé au sentiment de sécurité engendré par le règlement joue un rôle prépondérant dans les bénéfices totaux. D'ailleurs, il ne faut pas sous-estimer son importance; même si une évaluation encore plus poussée de ce bénéfice dépasse le cadre de ce mémoire, nous pouvons imaginer sans difficulté que sa portée est encore plus grande sur la pratique du cyclisme. Cela pourrait très bien faire l'objet de recherches dans le futur.

Le tableau récapitulatif ci-dessous nous résume l'apport des deux bénéfices traités dans ce chapitre à la valeur totale calculée. Nous remarquons que les bénéfices demeurent relativement constants lors de la période d'analyse, augmentant graduellement avec la hausse du nombre de cyclistes sur les routes.

Tableau 24 : Bénéfices de l'introduction d'une loi sur le port obligatoire du casque selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Réduction des coûts de santé	17 168 575,06	17 288 244,61	17 405 275,07	17 526 672,99	17 648 932,04
Sentiment de sécurité	26 094 374,74	26 278 311,26	26 463 541,71	26 650 072,46	26 837 922,51
Bénéfice annuel (\$)	43 262 949,80	43 566 555,86	43 868 816,78	44 176 745,45	44 486 854,55

7. Valeur actualisée nette

Puisque nous possédons tous les estimés des coûts et des bénéfices, nous pouvons maintenant calculer la valeur actualisée nette du projet de loi pour l'année 2014. Nous allons, par la suite, tester des scénarios alternatifs en effectuant des analyses de sensibilité sur le taux d'actualisation, l'horizon temporel retenu, le taux d'efficacité du casque, la valeur d'une vie humaine, le coût d'abandonner le vélo et la valeur d'achat du casque. L'objectif est de valider la robustesse de la VAN obtenue à des changements dans les différentes valeurs utilisées pour l'étude. Cela permettra, du coup, de déterminer quels sont les facteurs influençant le plus la rentabilité économique du projet de loi sur le port obligatoire du casque à vélo.

7.1 Scénario de base

Commençons par analyser le scénario de base avec un taux d'actualisation de 1,75% de Boardman et al. (2010), un horizon temporel de cinq ans, un taux d'efficacité de 60 % établi par Attewell et al. (2001), une valeur statistique d'une vie humaine de 6 570 937 \$, déterminée par la méthode indirecte des marchés de consommation, un coût d'abandonner le vélo de 26,64 \$, une fraction affectant ce coût pour la catégorie des répondants ayant révélé vouloir faire «plus souvent de vélo» avec l'introduction de la loi de $-1/3$ et une valeur d'achat du casque protecteur évaluée à 25 \$. Avec ces différentes valeurs et celles trouvées précédemment dans les chapitres traitant de l'estimation des coûts et des bénéfices, nous parvenons à une valeur actualisée nette de $-34\,053\,101,99$ \$. Cela signifie que la loi sur le port obligatoire du casque à vélo s'avère un projet économiquement non rentable pour la société québécoise. Le tableau ci-dessous nous montre la situation de ce scénario de base.

Tableau 25 : Coûts, bénéfices et valeur actualisée nette sous le scénario de base

Coûts	2014	2015	2016	2017	2018	Valeur actualisée
Achat du casque	37 025 802,00	260 991,00	262 827,00	264 672,00	266 544,00	38 036 091,95 \$
Désagrément	32 911 824,00	33 143 816,00	33 377 440,00	33 612 704,00	33 849 632,00	161 213 141,06 \$
Campagnes de publicité	361 023,56	215 829,30	62 786,71	54 938,37	43 165,86	726 210,48 \$
Diminution du nombre de cyclistes	9 385 102,82	9 451 257,43	9 517 877,41	9 584 965,06	9 652 527,21	45 971 378,09 \$
Total	79 683 752,38	43 071 893,73	43 220 931,12	43 517 279,43	43 811 869,07	245 946 821,58 \$
Bénéfices						
Réduction des coûts de santé	17 168 575,06	17 288 244,61	17 405 275,07	17 526 672,99	17 648 932,04	84 074 729,18 \$
Sentiment de sécurité	26 094 374,74	26 278 311,26	26 463 541,71	26 650 072,46	26 837 922,51	127 818 990,41 \$
Total	43 262 949,80	43 566 555,86	43 868 816,78	44 176 745,45	44 486 854,55	211 893 719,59 \$
VAN	(36 420 802,57) \$	486 154,44 \$	625 791,32 \$	626 021,39 \$	629 733,44 \$	(34 053 101,99) \$

Nous remarquons qu'il n'y a qu'à la première année que les coûts soient plus élevés que les bénéfices, essentiellement à cause du coût de l'achat du casque pour les cyclistes qui n'en possédaient pas avant l'introduction de la loi. Pour les quatre autres années, les bénéfices sont plus importants que les coûts, ce qui n'est toutefois pas assez pour rendre la VAN positive pour la période d'analyse.

Bien que la VAN du projet de la mise en place d'une loi sur le port du casque à vélo soit nettement négative, nous pouvons nous demander si un changement dans certaines variables plus sensibles pourrait modifier son signe. C'est ce que nous allons vérifier en effectuant une analyse de sensibilité présentant des scénarios alternatifs possibles aux hypothèses préalablement admises.

7.2 Scénarios alternatifs

À présent, testons divers scénarios alternatifs afin de vérifier comment réagit la VAN suite à un changement dans les valeurs que prennent les différentes variables retenues.¹⁹

7.2.1 Taux d'actualisation

Nous avons tout d'abord voulu tester l'hypothèse utilisée quand au taux d'actualisation choisi pour cette analyse coûts-bénéfices. Le tableau suivant présente les résultats de la valeur actualisée nette suite à un changement dans le taux d'actualisation utilisé aux fins de l'analyse.

Tableau 26 : VAN du projet de loi en fonction du taux d'actualisation considéré

Taux d'actualisation	VAN
1,50%	(34 037 953,65) \$
1,75%	(34 053 101,99) \$
2,00%	(34 068 100,41) \$
3,00%	(34 126 633,01) \$

Nous pouvons constater que si nous avons choisi le taux d'actualisation du Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (2007), suggérant de prendre un taux annuel de 3%, estimé en se fondant sur le taux auquel la société actualise la consommation future et sur le taux de croissance projeté de la consommation, la VAN aurait été plus négative. D'ailleurs, plus le taux d'actualisation est élevé, plus la VAN tend à être négative, quoi qu'elle demeure négative selon tous les scénarios.

¹⁹ Dans les tableaux, le scénario de base a été mis en caractères gras pour faciliter la comparaison et la distinction avec les scénarios alternatifs.

7.2.2 Horizon temporel

L'horizon temporel est aussi une hypothèse importante à vérifier, car la valeur actualisée nette peut fortement être affectée par le choix retenu. Rappelons que nous avons décidé de prendre un horizon de 5 ans, car cette période de temps couvrirait tous les coûts et les bénéfices considérés dans l'étude. Toutefois, il s'avère aussi légitime de dire que si une loi sur le port obligatoire du casque à vélo est mise en place, ce règlement aura probablement une durée de vie plus grande que 5 ans. Nous avons donc testé trois autres scénarios d'horizon temporel, soit de 3 ans, de 10 ans et de 15 ans. Le tableau qui suit montre comment un changement dans le cadre temporel a affecté la VAN.

Tableau 27 : VAN du projet de loi en fonction de l'horizon temporel considéré

Horizon temporel	VAN
3 ans	(35 308 856,82) \$
5 ans	(34 053 101,99) \$
10 ans	(31 022 563,40) \$
15 ans	(28 178 793,73) \$

Nous constatons que le choix de l'horizon temporel affecte la valeur actualisée nette du projet de loi. Ainsi, si l'analyse s'étendait sur une période de 3 ans, la VAN serait de - 35 308 857 \$, tandis que si nous avons plutôt opté pour une période de 15 ans, la VAN engendrée par la loi aurait été de – 28 178 794 \$. Cela est, en grande partie, dû au coût de l'achat du casque la première année, de même qu'au coût du désagrément du port du casque, ainsi qu'à celui de la diminution du nombre de cyclistes, ces deux derniers étant récurrents et croissants durant la période d'analyse.

7.2.3 Nombre de cyclistes

La population du Québec étant de 8,18 millions d'habitants, un nombre de cyclistes de 4 113 978 correspond approximativement à 50 % de la population totale. Comme cette donnée est primordiale dans notre analyse, nous avons soumis ce paramètre à une analyse de sensibilité. Le tableau 28 nous présente la variation de la VAN suite

à un changement dans ce paramètre. Spécifions que le nombre de cyclistes présenté dans le tableau représente la valeur pour la première année d'analyse. Pour les valeurs alternatives du paramètre, nous avons appliqué le même taux de croissance que celui utilisé dans notre scénario de base pour déterminer l'évolution du nombre de cyclistes.

Tableau 28 : VAN du projet de loi en fonction du nombre de cyclistes considéré

Nombre de cyclistes	VAN
1 000 000	(7 787 737,37) \$
2 000 000	(16 222 403,41) \$
3 000 000	(24 657 069,46) \$
4 113 978	(34 053 101,99) \$
5 000 000	(41 526 401,56) \$

Nous observons qu'une diminution du nombre de cyclistes engendre une VAN moins négative, bien que celle-ci demeure négative dans tous les scénarios, même lorsque le nombre de cyclistes pour la première année d'analyse est de 1 000 000 de personnes.

7.2.4 Valeur d'achat du casque

Le choix de la valeur d'achat du casque est une hypothèse qui pourrait être critiquée. Nous avons donc vérifié la variation de la VAN en utilisant une valeur d'achat du casque de 20 \$, de 30 \$ et de 35 \$. Nous avons constaté qu'une petite hausse dans la valeur d'achat du casque engendre une grande variation de la VAN. Cela est dû, en partie, au fait que le bénéfice lié à la réduction des coûts de santé augmente considérablement lorsque le prix moyen d'achat du casque est plus élevé, puisque la valeur d'une vie humaine devient plus grande. Aussi, l'augmentation du coût du casque influence positivement la valeur du sentiment de sécurité, ce qui contribue à l'augmentation de la VAN. Le tableau suivant illustre le montant de celle-ci selon la valeur d'achat du casque.

Tableau 29 : VAN du projet de loi en fonction de la valeur d'achat du casque considérée

Valeur d'achat du casque	VAN
20 \$	(68 695 241,78) \$
25 \$	(34 053 101,99) \$
30 \$	589 037,80 \$
35 \$	35 231 177,59 \$

Notons que la valeur du coût du casque engendre une grande volatilité de la VAN et qu'à partir d'un montant de 29,92 \$, celle-ci devient positive. C'est donc en franchissant ce point mort que les bénéfices engendrés par la réduction des coûts de santé et le sentiment de sécurité surpassent monétairement les différents coûts associés à l'introduction de la loi.

7.2.5 Taux d'efficacité du casque

Nous avons calculé la VAN selon trois autres taux d'efficacité du casque, dont celui de 85% retenu par Thompson et al. (2009), associés au groupe Cochrane, dans leurs recherches. Voici les résultats suite à un changement dans le taux d'efficacité du casque.

Tableau 30 : VAN du projet de loi en fonction du taux d'efficacité du casque considéré

Taux d'efficacité du casque	VAN
50%	(34 160 923,44) \$
60%	(34 053 101,99) \$
85%	(33 783 548,37) \$
100%	(33 621 816,20) \$

Nous remarquons que la VAN est peu sensible à la variation du taux d'efficacité du casque. En effet, bien que le taux d'efficacité du casque augmente et que le nombre de décès, d'hospitalisations et de consultations à l'urgence diminue, la valeur de la vie humaine diminue aussi (revoir le calcul de la valeur d'une vie humaine en annexe). Cela réduit donc l'impact de l'augmentation du taux d'efficacité du casque protecteur. De la sorte, si le casque réduisait de moitié les blessures graves à la

tête, la valeur actualisée nette serait de – 34 160 923 \$. À l’opposé, une efficacité parfaite du casque engendrerait une VAN de – 33 621 816 \$. Dans les deux cas, le projet de loi n’est pas économiquement rentable pour la société québécoise.

7.2.6 Valeur statistique d’une vie humaine

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons décidé d’utiliser une valeur statistique de la vie humaine variable, déterminée par la méthode indirecte liée aux marchés de consommation, tenant en considération le nombre de cyclistes par période, le taux du port du casque, son efficacité, les vies sauvées et le prix moyen d’un casque. Nous pouvons vérifier d’autres scénarios selon lesquels la valeur statistique d’une vie humaine est fixe dans le temps. Nous avons donc choisi d’utiliser des valeurs de 5 000 000 \$, 6 000 000 \$ et 7 000 000 \$ afin de tester la robustesse de notre hypothèse. Le tableau ci-dessous nous montre comment cela a affecté la VAN.

Tableau 31 : VAN du projet de loi en fonction de la valeur d’une vie humaine considérée

Valeur d’une vie humaine	VAN
5 000 000 \$	(43 610 462,69) \$
Variable²⁰	(34 053 101,99) \$
6 000 000 \$	(28 836 374,73) \$
7 000 000 \$	(14 062 286,77) \$

Ces derniers résultats nous démontrent que, même si nous avons utilisé une valeur fixe pour monétiser une vie humaine, le projet de loi serait demeuré non rentable. En retenant une valeur plus élevée, le bénéfice associé à la réduction des coûts de santé augmente. Toutefois, cette augmentation n’est pas assez forte pour contrer les coûts engendrés par la mise en place d’une loi sur le port du casque de vélo.

²⁰ Selon la méthode indirecte des marchés de consommation.

7.2.7 Coût d'abandonner le vélo

Nous avons aussi calculé la VAN en utilisant un coût d'abandon du vélo de 10,00 \$, 20,00\$ et 30,00 \$, reflétant la diminution d'exercice pratiquée par l'individu découragé et l'augmentation de l'utilisation de véhicules à moteur. Le tableau qui suit présente les résultats quant aux changements dans la VAN, ceux-ci étant logiques, alors qu'une diminution du coût d'abandonner le vélo affecte négativement le coût lié à la diminution du nombre de cyclistes, rendant ainsi moins négative la VAN. La valeur actualisée nette demeure néanmoins toujours négative.

Tableau 32 : VAN du projet de loi en fonction du coût d'abandonner le vélo considéré

Coût d'abandonner le vélo	VAN
10,00 \$	(5 338 247,21) \$
20,00 \$	(22 594 770,51) \$
26,64 \$	(34 053 101,99) \$
30,00 \$	(39 851 293,82) \$

7.2.8 Intensité d'abandonner le vélo

Dans la section abordant le coût lié à la diminution de nombre de cyclistes, nous avons émis l'hypothèse que la fraction du coût d'abandonner le vélo associé aux répondants du sondage ayant révélé être prêt à faire «encore plus souvent» de vélo si une loi était mise en place sur le port obligatoire du casque à vélo était de -1/3. Nous avons d'ailleurs évoqué que ce choix était logique, mais arbitraire. Pour s'assurer que ce choix est justifiable, nous allons observer comment varie la VAN en changeant la valeur de cette fraction, c'est-à-dire l'intensité d'abandonner le vélo.

Tableau 33 : VAN du projet de loi en fonction de l'intensité d'abandonner le vélo considéré

Intensité d'abandonner le vélo	VAN
-1/4	(34 903 098,28) \$
-1/3	(34 053 101,99) \$
-1/2	(32 353 109,42) \$
-1	(27 253 131,70) \$

Ces résultats nous montrent que, quelle que soit la valeur de la fraction associée à la catégorie des cyclistes ayant répondu être prêts à faire «encore plus souvent» de vélo, la VAN serait demeurée négative, bien que celle-ci tend à devenir moins négative lorsque l'intensité d'abandonner le vélo se rapproche de -1.

7.2.9 Scénario optimiste et scénario pessimiste

La dernière vérification que nous avons faite pour observer comment réagit la VAN à des changements de valeurs dans les paramètres clés a été d'utiliser les valeurs extrêmes des derniers scénarios testés pour produire un scénario optimiste et un scénario pessimiste. Le tableau 34 nous montre les résultats que nous avons obtenus pour la VAN.

Tableau 34 : VAN du projet de loi selon un scénario pessimiste, réaliste et optimiste

	Scénario pessimiste	Scénario réaliste	Scénario optimiste
Taux d'actualisation	3,00 %	1,75 %	1,50 %
Horizon temporel	3 ans	5 ans	15 ans
Nombre de cyclistes	5 000 000	4 113 978	1 000 000
Valeur d'achat du casque	20 \$	25 \$	35 \$
Efficacité du casque	50 %	60 %	100 %
Valeur statistique d'une vie	5 000 000 \$	Variable	7 000 000 \$
Coût d'abandonner le vélo	30 \$	26,64 \$	10 \$
Intensité d'abandonner le vélo	-1/4	-1/3	-1
VAN	(84 182 969,17) \$	(34 053 101,99) \$	678 825 009,32 \$

Comme nous pouvons l'observer, le pire contexte possible entourant la mise en place d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo engendrerait une VAN négative de 84 millions de dollars, tandis que le meilleur contexte produirait une VAN de 679 millions de dollars. Le scénario réaliste, étant notre scénario de base, génère une VAN plus près du scénario pessimiste, ce qui est logique considérant que nous sommes restés conservateurs dans l'estimation des coûts et des bénéfices ainsi que pour le choix de la valeur des différents paramètres. Nous avons toujours utilisé,

lorsque possible, des bornes inférieures en vue de ne pas surestimer les bénéfices et ne pas gonfler les coûts.

Bref, tester les différentes hypothèses retenues dans le cadre de ce mémoire nous a permis de constater que la VAN demeure presque toujours négative, quel que soit le paramètre que nous avons décidé de faire varier, excepté en ce qui concerne la valeur d'achat du casque. Dans ce cas, la valeur actualisée nette devient positive lorsque le montant d'achat du casque atteint 29,92 \$. Outre ce paramètre, qui crée de la volatilité dans la VAN, l'analyse de sensibilité nous a révélé que la valeur statistique d'une vie et le coût d'abandonner le vélo sont les paramètres ayant le plus d'impact dans la variation de la VAN. Néanmoins, dans l'ensemble, nous pouvons valider la robustesse de nos hypothèses émises au cours de cette étude.

8. Conclusion

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons procédé à l'étude des coûts et bénéfices liés à la mise en place d'une loi sur le port obligatoire du casque à vélo au Québec. Pour mener à bien ce projet, nous avons d'abord examiné la littérature associée à l'implantation d'une telle loi dans d'autres pays et d'autres provinces canadiennes. Nous avons constaté qu'aucune analyse coûts-bénéfices complète n'avait été réalisée au Québec, alors que deux projets de loi du gouvernement avaient été élaborés dans les années 1996 et 2000 sur le sujet. Cette analyse s'inscrit dans un contexte actuel, puisqu'aucune législation n'a encore vu le jour au niveau provincial, alors que sept provinces canadiennes ont déjà légiféré. Notre étude se distingue de celles réalisées dans d'autres pays ou provinces, puisqu'elle est la première analyse coûts-bénéfices ex ante effectuée sur le sujet combinant une évaluation contingente avec une observation directe et monétisant le désagrément associé au port du casque à vélo. Après avoir recensé ce qui avait été fait dans la littérature, nous avons posé des hypothèses et développé une méthodologie pour évaluer et monétiser les coûts et bénéfices liés au projet de loi. Nous avons par la suite actualisé les résultats obtenus et effectué une analyse de sensibilité sur les principales hypothèses retenues.

En guise de conclusion, notre analyse coûts-bénéfices suggère que d'instaurer une législation quant au port obligatoire du casque à vélo serait un projet économiquement non rentable pour la société québécoise. En effet, l'évaluation des différents coûts et bénéfices associés à l'implantation d'une telle loi au Québec nous a permis de calculer la valeur actualisée nette du projet, qui s'est avérée négative, ce qui laisse sous-entendre qu'il serait non bénéfique pour la province de l'introduire dans le Code routier.

Plus spécifiquement, dans notre scénario de base, composé essentiellement d'un taux d'actualisation de 1,75%, d'un horizon temporel de cinq ans, d'un taux d'efficacité du casque de 60 %, d'une valeur statistique de la vie humaine estimée entre 4,7 et 6,6 millions de dollars, d'un coût d'abandonner le vélo de 26,64 \$, d'une fraction affectant ce coût pour la catégorie des répondants ayant révélé vouloir faire «plus souvent de vélo» avec l'introduction de la loi de $-1/3$ et d'une valeur d'achat

du casque évaluée à 25 \$, nous trouvons une valeur actualisée nette de -34 053 101,99 \$.

L'analyse de sensibilité nous a démontré que les hypothèses que nous avons dû poser dans ce mémoire sont robustes et que la VAN que nous avons obtenue est vraisemblable. Pour cet exercice, nous avons vérifié comment réagissait la valeur actualisée nette suite à un changement que prennent les différentes variables retenues pour l'étude. De la sorte, nous avons pu constater qu'un changement dans la valeur d'achat du casque considérée affectait particulièrement le résultat de la VAN, la rendant même positive en franchissant le point mort de 29,92 \$. Tous les autres scénarios alternatifs que nous avons testés ont toutefois validé que la VAN était négative, variant entre une perte de 5 338 247,21 \$ et de 43 610 462,69 \$, ce qui prouve la robustesse et la fiabilité des résultats que nous avons obtenus. Ajoutons aussi que nous avons construit un scénario optimiste et un scénario pessimiste avec les valeurs extrêmes des différents paramètres testés dans les analyses de sensibilité partielles. Ainsi, selon le pire scénario possible, la loi engendrerait une VAN négative d'environ 84 millions de dollars et selon le meilleur scénario possible, la VAN serait plutôt de 679 millions de dollars pour le projet.

Dans une optique comparable à la mise en place d'une loi sur le port du casque à vélo, visant à réduire les décès et blessures graves et d'ainsi sauver des coûts de santé, il serait pertinent de s'intéresser à l'impact qu'engendrerait l'éducation des citoyens quant aux règles de la route à vélo. En effet, un élément qui est ressorti de notre observation directe et de notre sondage est que les cyclistes respectent peu ou pas les règlements à vélo, soit par un manque d'éducation à cet égard, soit par choix ou soit à cause d'un manque d'incitatifs (amendes pas assez coûteuses ou manque de surveillance pour remettre les amendes suite à des infractions). Il pourrait donc être intéressant d'effectuer une analyse coûts-bénéfices évaluant les impacts d'une meilleure éducation des jeunes quant aux règlements à vélo sur les blessures et accidents évités. Une comparaison pourrait, par la suite, être effectuée avec notre étude en vue de déterminer quel projet serait le plus efficace au niveau de la société québécoise.

Bibliographie

ADAMS, J et M Hillman (2001). «The risk compensation theory and bicycle helmets», *Injury Prevention*, vol. 7, no. 2, p. 89-91.

AERTSENS, Joris, Bas de GEUS, Grégory VANDENBULCKE, Bart DEGRAEUWE, Steven BROEKX, Leo De NOCKER, Inge LIEKENS, Inge MAYERES, Romain MEEUSEN, Isabelle THOMAS, Rudi TORFS, Hanny WILLEMS, Luc Int PANIS (2010). « Commuting by bike in Belgium, the costs of minor accidents », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 42, p. 2149-2157.

Agence de la santé publique du Canada, *Activité physique*. <http://www.phac-aspc.gc.ca/hp-ps/hl-mvs/pa-ap/index-fra.php>, page consultée le 6 janvier 2014.

ANDERSSON, Henrik et Nicolas TREICH (2011). « The value of a statistical life », *Handbook of Transport Economics*, p. 396-424.

ARROW, Kenneth, Robert SOLOW, Paul R. PORTNEY, Edward E. LEAMER, Roy RADNER, Howard SCHUMAN (1993). « Report of the NOAA panel on contingent valuation », National Oceanic and Atmospheric Administration Washington, DC., pp. 66.

Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux (AQESSS), <http://www.aqesss.qc.ca/fr/accueil.aspx?sortcode=1>

Association québécoise d'établissements de santé et de services sociaux (AQESSS) (2011). *Coût par visite à l'urgence ajusté par le NIRRU*, <http://fr.leschudubec.com/indicateurs-PDF/cout-visite-urgence-%20NIRRU.pdf>, page consultée le 22 septembre 2014.

ATTEWELL, R G, K Glase et M McFadden (2001). « Bicycle helmet efficacy: a meta-analysis », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 33, no. 3, p. 345-352.

Banque du Canada (2014-A). *Moyennes annuelles des taux de change (pour 2000)*, <http://www.banqueducanada.ca/stats/assets/pdf/nraa-2000.pdf>, page consultée le 22 septembre 2014.

Banque du Canada (2014-B). *Feuille de calcul de l'inflation*, <http://www.banqueducanada.ca/taux/renseignements-complementaires/feuille-de-calcul-de-linflation/>, page consultée le 22 septembre 2014.

BECK, Laurie F., Ann M. Dellinger, Mary E. O'Neil (2007). « Motor vehicle crash injury rates by mode of travel, United States : using exposure-based methods to quantify differences », *American Journal of Epidemiology*, vol. 166, no. 2, p. 212-218.

BERGSTROM, John C. et Paul De CIVITA (1999). « Status of benefits transfer in the United States and Canada : a review », *Canadian Journal of Agricultural Economics*, vol. 47, p. 79-87.

BLAIS, Étienne, Michel Lavoie et Pierre Maurice (2010). *Mémoire déposé à la Commission des transports et de l'environnement dans le cadre des consultations sur le projet de loi n°71, loi modifiant le Code de la sécurité routière et d'autres dispositions législatives*, Institut National de Santé Publique du Québec, Gouvernement du Québec, 33 p.

BOARDMAN, Anthony E., Mark A. MOORE et Aidan R. VINING (2010). « The social discount rate for Canada based on future growth in consumption », *Canadian Public Policy – Analyse de Politiques*, vol. 36, no. 3, p. 323-341.

BONYUN, Marissa, Andi CAMDEN, Colin MACARTHUR, Andrew HOWARD (2012). « Helmet use in BIXI cyclists in Toronto, Canada : an observational study », *BMJ Open* 2012;2:e001049.doi:10.1136/bmjopen-2012-001049.

BROUWER, Roy. (2000). « Environmental value transfer: state of the art and future prospects », *Ecological Economics*, vol. 32, p. 137-152.

Canadian Tire, <http://www.canadiantire.ca/fr.html>

CARSON, Richard T. (2000). « Contingent valuation: a user's guide », *Environmental Science & Technology*, vol. 34, no. 8, p. 1413-1418.

CARSON, Richard T. (2012). « Contingent valuation: a practical alternative when prices aren't available », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 26, no. 4, p. 27-42.

CARSON, Richard T., Nicholas E. FLORES, Norman F. MEADE (2001). « Contingent valuation : controverses and evidence », *Environmental and Resource Economics*, vol. 19, p. 173-210.

Communication par courriel avec la direction des communications de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ), 5 novembre 2014.

CURNOW, B. (1993). « Submission to select committee on road safety », Parliament of Western Australia.

CURNOW, W J (2008). « Bicycle helmets and public health in Australia », *Health Promotion Journal of Australia*, vol. 19, no. 1, p. 10-15.

DENNIS, Jessica, Beth Potter, Tim Ramsay et Ryan Zarychanski (2010). « The effects of provincial bicycle helmet legislation on helmet use and bicycle ridership in Canada », *Injury Prevention*, vol. 16, p. 219-224.

DENNIS, Jessica, Tim Ramsay, Alexis F Turgeon et Ryan Zarychanski (2013). « Helmet legislation and admissions to hospital for cycling related head injuries in Canadian provinces and territories: interrupted time series analysis », *BMJ*, vol. 346:f2674.

DIAMOND, Peter A. et Jerry A. HAUSMAN (1994). « Contingent valuation: is some number better than no number? », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no. 4, p. 45-64.

DIONNE, Georges et Paul LANOIE (2004). « Public choice about the value of a statistical life for cost-benefit analyses: the case of road safety », *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 38, p. 247-274.

ELVIK, Rune (2011). « Publication bias and time-trend bias in meta-analysis of bicycle helmet efficacy: a re-analysis of Attewell, Glase and McFadden, 2001 », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 43, no. 3, p. 1245-1251.

FINCH, C F, L Heiman et D Neiger (1993). « Bicycle use and helmet wearing rates in Melbourne, 1987-1992: The influence of the helmet wearing law », *Monash University Accident Research Center*, Report no. 45.

Fondation Snell (2013). « Helmet questions in general », <http://www.smf.org/helmetfaq#aWhyReplace>, page consultée le 20 mars 2014.

FORTIN, René (2009). *Cyclisme sur route – les champs de la pratique*, Club Cycliste Lévis, <http://www.clubcyclistelevis.ca/resources/Documents/CCL-200910-27%20-%20Quisuisje.pdf>, page consultée le 2 mai 2014.

FYHRI, Aslak, Torkel BJORNSKAU, Agathe BACKER-GRONDAHL (2012). « Bicycle helmets – a case of risk compensation? », *Transportation Research Part F* 15, p. 612-624.

GARBACZ, Christopher (1991). « More evidence on smoke detector effectiveness and the value of saving a life », *Population Research and Policy Review*, vol. 10, p. 273-287.

GINSBERG, Gary M. et Don S. SILVERBERG (1994). « A cost-benefit analysis of legislation for bicycle safety helmets in Israel », *American Journal of Public Health*, vol. 84, no. 4, p. 653-656.

Gouvernement du Manitoba (2013). *Sécurité à bicyclette*, <http://www.gov.mb.ca/healthyliving/hlp/bikesafety/index.fr.html>, page consultée le 20 mars 2014.

GRIMM, Michael et TREIBICH, Carole (2013). « Why do some bikers wear a helmet and others don't? Evidence from Delhi, India », *HAL*, https://halshs.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/871749/filename/WP_2013_-_Nr_48.pdf, page consultée le 15 juin 2014.

Gouvernement du Québec, <http://www.gouv.qc.ca/portail/quebec/pgs/commun/>

Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal (HSCM) (2014). *Frais d'hospitalisation*, <http://www.hscm.ca/usagers-et-proches/sante-physique-pavillon-principal/votre-arrivee/frais-dhospitalisation/>, page consultée le 20 mars 2014.

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), <http://www.inspq.qc.ca/>

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (2009). *Les aménagements cyclables : un cadre pour l'analyse intégrée des facteurs de sécurité*, http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/925_AmePisteCyclablecorr.pdf, page consultée le 22 septembre 2014.

JACOBSEN, P L (2003). « Safety in numbers: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling », *Injury Prevention*, vol. 9, p. 205-209.

JENKINS, Glenn P. et Chun-Yan KUO (2007). « The economic opportunity cost of capital for Canada – An empirical update », document de travail n°1133, Department of Economics, Queen's University, pp.25.

JENKINS, Robin R., Nicole OWENS, Lanelle Bembenek WIGGINS (2001). « Valuing reduced risks to children: the case of bicycle safety helmets », *Contemporary Economic Policy*, vol. 19, no. 4, p. 397-408.

JOHNSTON, Robert J. et Randall S. ROSENBERGER (2010). « Methods, trends and controversies in contemporary benefit transfer », *Journal of Economic Surveys*, vol. 24, no. 3, p. 479-510.

JONG, Piet de (2012). « The health impact of mandatory bicycle helmet laws », *Risk Analysis*, vol. 32, no. 5, p. 782-790.

KARKHANEH, Mohammad, Brian H. ROWE, L. Duncan SAUNDERS, Don VOAKLANDER, Brent HAGEL (2011). « Bicycle helmet use after the introduction of all ages helmet legislation in an urban community in Alberta, Canada », *Canadian Public Health Association*, vol. 102, no. 2, p. 134-138.

La Cordée, <http://www.lacordee.com/>

Le Devoir (22 juin 2013). *Vélo – Le casque devrait être obligatoire pour les moins de 18 ans*, Lettre aux ministres du gouvernement québécois Réjean Hébert (Santé), Stéphane Bergeron (Sécurité publique) et Sylvain Gaudreault (Transports), <http://www.ledevoir.com/societe/sante/381425/le-casque-devrait-etre-obligatoire-pour-les-moins-de-18-ans>, page consultée le 18 décembre 2013.

MACPHERSON, A K, P C Parkin et T M To (2001). « Mandatory helmet legislation and children's exposure to cycling », *Injury Prevention*, vol. 7, p. 228-230.

Ministère des Transports du Québec (2008-A). *Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport*, http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/centre_affaire/analyse_avantages_couts_projets_publics/guide_analyse_projets_1_prcis.pdf, page consultée le 10 janvier 2014.

Ministère des Transports du Québec (2008-B). *Politique sur le vélo*, http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/v%20lo/velo_politique2008.pdf, page consultée le 7 janvier 2014.

Mountain Equipment Co-operative (MEC), http://www.mec.ca/Main/home.jsp?bmLocale=fr_CA

PORTNEY, Paul R. (1994). « The contingent valuation debate: why economists should care », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 8, no. 4, p. 3-17.

RISSEL, Chris et Li Ming WEN (2011). « The possible effect on frequency of cycling if mandatory bicycle helmet legislation was repealed in Sydney, Australia : a cross sectional survey », *Health Promotion Journal of Australia*, vol. 22, no. 3, p. 178-183.

ROBINSON, DL (1996). « Head injuries and bicycle helmet laws », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 28, no. 4, p. 463-475.

ROBINSON, DL (2005). « Safety in numbers in Australia: more walkers and bicyclists, safer walking and bicycling », *Health Promotion Journal of Australia*, vol. 16, no. 1, p. 47-51.

ROBINSON, DL (2006). « No clear evidence from countries that have enforced the wearing of helmets », *BMJ*, vol. 332, p. 722-725.

ROBINSON, DL (2007). « Bicycle helmet legislation: Can we reach a consensus? », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 39, p. 86-93.

ROZAN, Anne et Anne STENGER (2000). *Intérêts et limites de la méthode du transfert de bénéfices*, Économie et Statistique, vol. 6, no. 336, p. 69-78.

Santé Canada (2012). *Sécurité des produits de consommation*, http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/cons/info_secondhand-produits-fra.php, page consultée le 20 mars 2014.

Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada (2007). *Guide d'analyse coûts-avantages pour le Canada : Propositions de réglementation*, pp.56. <http://www.tbs-sct.gc.ca/rtrap-parfa/analys/analys-fra.pdf>, page consultée le 20 mars 2014.

Société de l'assurance automobile au Québec (SAAQ), <http://www.saaq.gouv.qc.ca/>

Société de l'assurance automobile au Québec (SAAQ) (2013-A), *Sécurité routière – Cyclistes*, http://www.saaq.gouv.qc.ca/securite_routiere/comportements/cyclistes/index.php, page consultée le 16 décembre 2013.

Société de l'assurance automobile au Québec (SAAQ) (2013-B), *Guide de sécurité à vélo 7^e édition*, http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/prevention/guide_velo.pdf, page consultée le 16 décembre 2013.

Société de l'assurance automobile au Québec (SAAQ) (2014), *Bilan routier 2013*, http://www.saaq.gouv.qc.ca/publications/prevention/bilan_routier_2013/bilan_routier.pdf, page consultée le 16 décembre 2013.

SPASH, Clive L. Et Arild VATN (2006). « Transferring environmental value estimates: issues and alternatives », *Ecological Economic*, p. 379-388.

Statistique Canada (2010). *Les estimations du capital humain au Canada : approche fondée sur le revenu de la vie entière*, <http://www.statcan.gc.ca/pub/11f0027m/11f0027m2010062-fra.pdf>, page consultée le 13 janvier 2014.

Statistique Canada (2013-A). *Québec (Code 24) (tableau). Profil de l'enquête nationale auprès des ménages (ENM), Enquête nationale auprès des*

ménages de 2011, produit n° 99-004-XWF au catalogue de Statistique Canada. Ottawa. Diffusé le 11 septembre 2013. <http://www12.statcan.gc.ca/nhs-enm/2011/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F>, page consultée le 5 septembre 2014.

Statistique Canada (2013-B). Tableau D.6.3, Niveau de scolarité de la population âgée de 25 à 64 ans, population autochtone hors réserve, population non-autochtone, et population totale, Canada, provinces et territoires, 2009, 2010, 2011 et 2012, <http://www.statcan.gc.ca/pub/81-582-x/2013001/tbl/tblid6.3-fra.htm>, page consultée le 5 septembre 2014.

TAYLOR, M. et P. SCUFFHAM (2002). « New Zealand bicycle helmet law – do the cost outweigh the benefits? », *Injury Prevention*, vol. 8, p. 317-320.

THOMPSON, Diane C., Frederick P. Rivara et Robert S. Thompson (1996). « Effectiveness of bicycle safety helmets in preventing head injuries A case-control study », *The Journal of the American Medical Association*, vol. 276, no. 24, p. 1968-1973.

THOMPSON, Diane C., Frederick P. Rivara et Robert S. Thompson (2009). « Helmets for preventing head and facial injuries in bicyclists (review) », *The Cochrane Collaboration*, Issue 1.

Vélo Québec, <http://www.velo.qc.ca/fr/accueil>

Vélo Québec (1997). *État de la pratique du vélo au Québec en 1995*, <http://www.velo.qc.ca/documents/bicycling-quebec-95-96.pdf>, page consultée le 20 septembre 2014.

Vélo Québec (2000). *La sécurité des cyclistes : dépasser les apparences*, Mémoire présenté par Vélo Québec à la Commission des transports et de l'environnement http://www.velo.qc.ca/files/file/edvaq2010/EV2010_SondageResultats.pdf, page consultée le 20 mars 2014.

Vélo Québec (2001). *État de la pratique du vélo au Québec en 2000*, <http://www.velo.qc.ca/documents/etateduvelo2001-c.pdf>, page consultée le 20 septembre 2014.

Vélo Québec (2006). *État de la pratique du vélo au Québec en 2005*, <http://www.velo.qc.ca/documents/etatduvelo2005-complet.pdf>, page consultée le 20 septembre 2014.

Vélo Québec (2011). *État de la pratique du vélo au Québec en 2010*, http://www.velo.qc.ca/files/file/edvaq2010/EV2010_SondageResultats.pdf, page consultée le 15 mars 2014.

Vélo Québec (2013). *Le transport actif, une solution sous-estimée*, Politique québécoise de mobilité durable - Le commentaire de Vélo Québec, http://www.mobilitedurable.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/transport_collectif/PQMD/M%E9moires%20des%20citoyens/PQMD_MemoireVeloQuebec.pdf, page consultée le 6 janvier 2014.

Ville de Sherbrooke (2014). *Casque protecteur*, <http://portetoncasque.ca/>, page consultée le 6 janvier 2014.

VISCUSI, W. K. « The value of risks to life and health », *Journal of Economic Literature*, vol. XXXI, p. 1912-1946.

VISCUSI, W. K. et J.E. ALDY (2003). « The value of a statistical life : a critical review of market estimates throughout the world », *Journal of Risk Uncertainty*, vol. 27, no. 1, p. 5-76.

Wal-Mart, <http://www.walmart.ca/fr>

WHITTINGTON, Dale, John BRISCOE, Xinming MU et William BARRON. « Estimating the willingness to pay for water services in developing countries: a case study of the use of contingent valuation surveys in Southern Haiti », *Economic Development and Cultural Change*, vol. 38, no. 2, p. 293-311.

Annexe 1

DIRECTIVES ACCOMPAGNANT UN QUESTIONNAIRE ANONYME

Loi sur le port obligatoire du casque à vélo au Québec : une analyse coûts-bénéfices

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire anonyme auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre d'un mémoire à HEC Montréal.

Répondez sans hésitation aux questions incluses dans ce questionnaire, car ce sont vos premières impressions qui reflètent généralement le mieux votre pensée. Il n'y a pas de limite de temps pour répondre au questionnaire, bien que nous ayons estimé que cela devrait vous prendre environ 5 minutes.

Les renseignements recueillis sont anonymes et resteront strictement confidentiels; ils ne seront utilisés que pour l'avancement des connaissances et la diffusion des résultats globaux dans des forums savants ou professionnels.

Le fournisseur de collecte de données en ligne s'engage à ne révéler aucune information personnelle (ou toute autre information relative aux participants de cette étude) à d'autres utilisateurs ou à tout autre tiers, à moins que le répondant consente expressément à une telle divulgation ou que celle-ci soit exigée par la loi.

Vous êtes complètement libre de refuser de participer à ce projet et vous pouvez décider en tout temps d'arrêter de répondre aux questions. Le fait de remplir ce questionnaire sera considéré comme votre consentement à participer à notre recherche et à l'utilisation des données recueillies dans ce questionnaire pour d'éventuelles recherches. Puisque le questionnaire est anonyme, une fois votre participation complétée, il vous sera impossible de vous retirer du projet de recherche, car il sera impossible de déterminer quelles réponses sont les vôtres.

Si vous avez des questions concernant cette recherche, vous pouvez contacter le chercheur principal, Olivier Aubry, au numéro de téléphone ou à l'adresse de courriel indiqués ci-dessous.

Le comité d'éthique de la recherche de HEC Montréal a statué que la collecte de données liée à la présente étude satisfait aux normes éthiques en recherche auprès des êtres humains. Pour toute question en matière d'éthique, vous pouvez communiquer avec le secrétariat de ce comité au (514) 340-7182 ou par courriel à cer@hec.ca.

Merci de votre précieuse collaboration!

Olivier Aubry

Étudiant à la maîtrise

HEC Montréal

olivier.aubry@hec.ca

Marie Allard et Justin Leroux

Professeurs agrégés

HEC Montréal

514-340-6446 / 514-340-6864

marie.allard@hec.ca justin.leroux@hec.ca

Annexe 2

Questionnaire

Introduction

Bonjour, je m'appelle Olivier Aubry et je suis étudiant à la maîtrise en économie appliquée à HEC Montréal. Dans le cadre de mon mémoire, j'effectue une recherche sur le comportement et les habitudes des cyclistes au Québec. Les résultats recueillis seront utilisés à des fins d'étude et seuls les résultats globaux seront publiés. De la sorte, vos réponses demeureront confidentielles et ne seront jamais associées à votre nom.

Caractéristiques du sujet quant à ses habitudes à vélo

1. En général, durant quelle(s) saison(s) de l'année faites-vous du vélo?

Printemps : ____ Été : ____ Automne : ____ Hiver : ____

2. Lors de la période estivale 2013, à quelle fréquence avez-vous fait du vélo?

Moins d'une fois par semaine : ____ 1 fois par semaine : ____
2 à 4 fois par semaine : ____ 5 à 7 fois par semaine : ____

3. Lors d'une semaine typique, combien d'heures de vélo faites-vous?

4. Quel pourcentage de ces heures est effectué après le coucher du soleil (soir/nuit)?

5. Dans ce cas, utilisez-vous un système d'éclairage allumé à l'avant et/ou à l'arrière?

Toujours : ____ Souvent : ____ À l'occasion : ____ Jamais : ____

6. Utilisez-vous les BIXI pour vous déplacer ou pour loisir?

Oui : ____ Non : ____

- **Dans quelle proportion (en pourcentage, de 0 à 100) utilisez-vous votre vélo personnel et le BIXI?**

Vélo personnel : ____ BIXI : ____

7. Dans quelle proportion (en pourcentage, de 0 à 100) utilisez-vous le vélo pour le transport et à des fins de loisir?

Transport : ____ Loisir : ____

8. Dans quelle mesure faites-vous du vélo...

	Très souvent	Régulièrement	Parfois	Jamais
a) Sur des pistes cyclables (incluant les bandes cyclables)?				
b) Sur des rues à faible circulation (en milieu urbain)?				
c) Sur des rues à forte circulation (en milieu urbain)?				
d) Sur des routes rurales à faible circulation?				

e) Sur des routes rurales à forte circulation?				
f) Sur des sentiers de vélo de montagne ou des chemins forestiers?				

* Dans les questions qui suivent, nous allons traiter du vélo comme moyen de transport.

9. S'agissait-il de votre principal moyen de transport ou d'un moyen de transport que vous utilisiez à l'occasion?

Principal moyen de transport : ____ Moyen de transport occasionnel : ____

10. Dans quelle mesure les facteurs suivants pourraient vous encourager à utiliser (à utiliser encore plus souvent) le vélo comme moyen de transport?

	Beaucoup	Assez	Peu	Pas du tout
a) Plus de pistes cyclables				
b) Des rues plus sécuritaires				
c) Des vélos en libre service comme le BIXI/Un réseau de BIXI plus étendu (pour les répondants de Montréal)				

11. Dans quelle mesure les facteurs suivants vous découragent à utiliser (à utiliser encore plus souvent) le vélo comme moyen de transport?

	Beaucoup	Assez	Peu	Pas du tout
a) Le risque d'accident				

b) La distance ou le manque de temps				
c) La pollution, le bruit ou le stress liés à la circulation				
d) Le froid, la pluie ou la chaleur				
e) Les obligations liées au travail, aux enfants ou aux courses à faire				
f) Le risque de vols				
g) Le port du casque				

* Dans les questions qui suivent, nous allons traiter du vélo en tant que loisir.

12. Dans quelle mesure les facteurs suivants pourraient vous encourager à utiliser (à utiliser encore plus souvent) le vélo à des fins de loisir?

	Beaucoup	Assez	Peu	Pas du tout
a) Plus de pistes cyclables				
b) Des rues plus sécuritaires				
c) Des vélos en libre service comme le BIXI/Un réseau de BIXI plus étendu (pour les répondants de Montréal)				

13. Dans quelle mesure chacun des facteurs suivants vous décourage à utiliser (à utiliser encore plus souvent) le vélo à des fins de loisir?

	Beaucoup	Assez	Peu	Pas du tout
a) Le risque d'accident				
b) Le manque de temps				
c) La pollution, le bruit ou le stress liés à la circulation				
d) Le port du casque				

Caractéristiques du sujet quant à ses perceptions sur la pratique du vélo

14. Pour chacun des moyens suivants, s'agit-il d'un moyen très, assez, peu ou pas du tout efficace pour assurer la sécurité des cyclistes?

	Très efficace	Assez efficace	Peu efficace	Pas efficace
a) Le développement de réseaux de pistes cyclables				
b) Réduire la vitesse des automobiles				
c) L'éducation et la sensibilisation des cyclistes				
d) L'éducation et la sensibilisation des automobilistes				
e) Le port du casque				

Caractéristiques du sujet quant au port du casque et à la sécurité routière

15. Sur 10 occasions où vous faites du vélo (hors BIXI), combien de fois portez-vous un casque?

1 : ___ 2 : ___ 3 : ___ 4 : ___ 5 : ___ 6 : ___
 7 : ___ 8 : ___ 9 : ___ 10 : ___ Jamais : ___

16. Si vous utilisez les BIXI, sur 10 occasions, combien de fois portez-vous un casque?

1 : ___ 2 : ___ 3 : ___ 4 : ___ 5 : ___ 6 : ___

7 : ___ 8 : ___ 9 : ___ 10 : ___ Jamais : ___

17. Si vous avez un (des) enfant(s) âgé(s) de moins de 10 ans, sur 10 occasions où il (ils) fait (font) du vélo, combien de fois porte(nt)-t-il(s) un casque?

1 : ___ 2 : ___ 3 : ___ 4 : ___ 5 : ___ 6 : ___

7 : ___ 8 : ___ 9 : ___ 10 : ___ Jamais : ___

18. Vous êtes un cycliste préférant pédaler principalement :

À grande vitesse (25 km/h et plus) : ___

À vitesse moyenne (entre 16 et 24 km/h) : ___

À faible vitesse (15 km/h et moins) : ___

19. À vélo, vous signalez vos intentions lors d'un virage, d'un ralentissement ou d'un arrêt... :

Jamais : ___ Rarement : ___ Parfois : ___ Souvent : ___

Toujours : ___

20. Généralement, en vélo, à un feu rouge, ...

Vous attendez la lumière verte : ___ Vous faites un arrêt et vous traversez : ___

Vous ralentissez seulement : ___ Autre, spécifiez : ___

21. Vous roulez dans le sens de la circulation... :

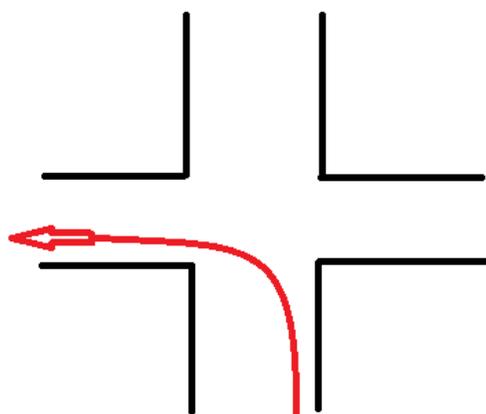
Jamais : ___ Rarement : ___ Parfois : ___ Souvent : ___
Toujours : ___

22. Vous cédez le passage aux usagers qui ont priorité à l'intersection... :

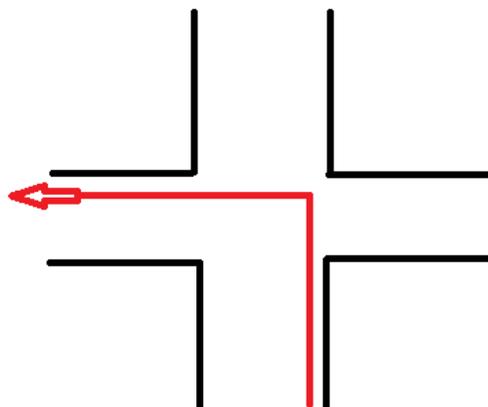
Jamais : ___ Rarement : ___ Parfois : ___ Souvent : ___
Toujours : ___

23. De quelle manière prenez-vous un virage à gauche à une intersection (encerclez la lettre correspondante)?

a)



b)



24. Avez-vous déjà eu un ou plusieurs accident(s) à vélo?

Oui : ___ Non : ___

➤ **Si oui, quelle était la gravité de vos blessures?**

Faible : ___ Moyenne : ___ Grave : ___

Le gouvernement du Québec pense instaurer une loi sur le port obligatoire du casque à vélo pour les cyclistes de tous âges en vue de diminuer le nombre de blessures graves à la tête lors d'accidents.

25. Seriez-vous très, assez, peu ou pas du tout favorable au port obligatoire du casque?

Très favorable : ____ Assez favorable : ____
 Peu favorable : ____ Pas du tout favorable : ____

➤ **Pourquoi?** : ____

26. Si le port du casque à vélo devenait obligatoire, feriez-vous du vélo...

Plus souvent : ____ Aussi souvent : ____ Un peu moins souvent : ____
 Beaucoup moins souvent : ____ Plus du tout : ____

27. Si le port du casque devenait obligatoire, sur 10 occasions, combien de fois porteriez-vous un casque?

1 : ____ 2 : ____ 3 : ____ 4 : ____ 5 : ____ 6 : ____
 7 : ____ 8 : ____ 9 : ____ 10 : ____ Jamais : ____

28. Si le port du casque à vélo devenait obligatoire, loueriez-vous un BIXI (région de Montréal)...

Aussi souvent : ____ Un peu moins souvent : ____ Beaucoup moins souvent : ____
 Plus du tout : ____

29. Si le port du casque devenait obligatoire, sur 10 occasions, combien de fois porteriez-vous un casque lors de la location d'un BIXI?

1 : ____ 2 : ____ 3 : ____ 4 : ____ 5 : ____ 6 : ____
 7 : ____ 8 : ____ 9 : ____ 10 : ____ Jamais : ____

30. Si la loi était appliquée et qu'il était possible d'acheter un permis permettant de circuler à vélo sans casque, combien seriez-vous prêts à payer par année pour l'achat d'un tel permis? Précisons ici que vous devez tenir compte de votre budget dans votre réponse, sachant que ce montant versé ne pourra être utilisé à d'autres fins.

Montant annuel : ____

Caractéristiques sociodémographiques

* Les questions suivantes ont pour seul objectif d'établir votre profil sociodémographique à des fins de classification dans notre banque de données. Votre anonymat sera préservé.

Quel est votre sexe?

F : ____ M : ____

Dans quel groupe d'âge vous situez-vous?

Âge	
18-25	
26-35	
36-45	
46-55	
56-65	
66 et plus	

Détenez-vous un permis de conduire?

Oui : ____ Non : ____

Possédez-vous ou avez-vous accès à une automobile?

Oui : ____ Non : ____

Quel est le dernier niveau de scolarité que vous avez complété?Primaire : ____ 1^{er} cycle universitaire : ____Secondaire : ____ 2^{ième} cycle universitaire : ____Collégial : ____ 3^{ième} cycle universitaire : ____**Quelle est votre occupation?**

Travailleur à temps plein : ____ À temps partiel : ____ Étudiant : ____

À la retraite : ____ Sans emploi : ____

Quelle est votre situation familiale?

Célibataire : ____

En couple : ____

Enfant(s) (spécifiez combien) : ____

Où résidez-vous? :

En ville : ____ En banlieue : ____ À la campagne : ____

Êtes-vous fumeur?

Oui : ____ Non : ____

Diriez-vous que votre santé actuelle est...

Excellente : ____ Très bonne : ____ Bonne : ____ Passable : ____

Mauvaise : ____ Très mauvaise : ____

Quel est votre revenu familial?

30 000\$ et moins	
30 001\$ à 45 000\$	
45 001 à 60 000\$	
60 001\$ à 75 000\$	
75 001\$ à 90 000\$	
90 001\$ à 105 000\$	
105 001\$ à 120 000\$	
120 001\$ et plus	

Annexe 3

Grille d'observation directe

Conditions de l'observation

Jour/Soir... heure du début de l'observation :

Date :

Température :

Conditions météorologiques :

Lieu de l'observation :

Description du lieu de l'observation :

Légende

Sexe = Homme (H) / Femme (F)

Âge = âge approximatif

Port du casque = oui / non

Type vélo = vélo personnel (P) ou vélo BIXI (B)

Présence d'enfant = oui / non

Port du casque chez l'enfant = oui / non

Vêtements = vêtements normaux (N) / vêtements de vélo (V) / vêtements voyants (VO)

Accessoires sur vélo = oui / non

- Si oui : quel(s) = lumière (L) / drapeau (D) / réflecteurs (RF) / rétroviseur (RV)

Vitesse vélo = faible (F) / moyenne (M) / élevée (E)

En groupe = oui / non

- Si oui, circule à la file = oui / non

Présence véhicule(s) intersection quand traverse/tourne = oui / non

Immobilise arrêt = oui / non

Immobilise lumière = oui / non

Si lumière : respecte priorités (céder le passage aux usagers qui ont priorité à l'intersection) = oui / non

Virage à droite au feu rouge = oui / non

Signale intentions = oui / non

Roule extrême droite chaussée = oui / non

- Si non, où = trottoir / milieu de la route

Roule sens circulation = oui / non

Tenir guidon constamment = oui / non

Annexe 4

Projection du nombre de décès/hospitalisations/consultations à l'urgence suite à une blessure à la tête subie à vélo

Nous retenons les données provenant du Bilan routier 2013 de la SAAQ (2014) pour déterminer le nombre de décès, d'hospitalisations et de consultations à l'urgence suite à une blessure à la tête subie à vélo. Le tableau suivant montre l'historique des données de 2008 à 2013.

Tableau 35 : Historique du nombre de victimes cyclistes selon l'année

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nombre de décès	13	16	21	17	14	19
Nombre de blessures graves nécessitant une hospitalisation	118	112	111	106	88	114
Nombre de blessures légères nécessitant une consultation à l'urgence	1 961	1 985	1 925	1 794	1 909	1 768

Tout comme pour la projection du nombre de cyclistes, nous allons calculer le taux de croissance annuel moyen pour déterminer le nombre de victimes qu'il y aura pour nos années d'analyse. Voici les calculs des taux de croissance annuel moyen :

$$\text{Taux de croissance annuel moyen pour les décès} = [(19 / 13)^{1/5}] - 1$$

$$\text{Taux de croissance annuel moyen pour les décès} = 7,89\%$$

$$\text{Taux de croissance annuel moyen pour les blessures graves} = [(114 / 118)^{1/5}] - 1$$

$$\text{Taux de croissance annuel moyen pour les blessures graves} = - 0,69\%$$

$$\text{Taux de croissance annuel moyen pour les blessures légères} = [(1 768 / 1 961)^{1/5}] - 1$$

$$\text{Taux de croissance annuel moyen pour les blessures légères} = - 2,05\%$$

Le tableau suivant montre les projections des victimes pour notre période d'analyse.

Tableau 36 : Nombre de victimes cyclistes projeté selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Nombre de décès	20	22	24	26	28
Nombre de blessures graves nécessitant une hospitalisation	113	112	112	111	110
Nombre de blessures légères nécessitant une consultation à l'urgence	1732	1696	1661	1627	1594

Les résultats obtenus semblent valides, car nous avons utilisé le taux de croissance annuel moyen pour faire la projection, ce dernier reflétant bien les tendances observées dans le tableau de l'historique des victimes. Quant à savoir s'il est juste de dire que le nombre de décès va augmenter et le nombre de blessures, diminuer, deux théories s'opposent. D'une part, tel que traité dans la revue de littérature, il devrait y avoir moins de décès et blessures, puisque le nombre de cyclistes sur les routes augmente, ce qui augmente leur visibilité et fait en sorte que les véhicules sont davantage habitués de les considérer. D'autre part, à l'opposé, puisqu'il y a plus d'usagers sur les routes au fil du temps, il peut sembler normal que le nombre d'accidents soit plus élevé. Tel que les résultats de ce dernier tableau le montrent, ces deux théories sont prises en compte, alors que le nombre de décès semble croître et le nombre de blessures, diminuer.

Nous ne pouvons toutefois utiliser ces dernières données, puisqu'elles regroupent autant des victimes ayant subi des blessures à la tête qu'au reste du corps. Puisque le casque de vélo ne protège que des blessures à la tête, nous devons trouver le nombre de victimes ayant, entre autres, subi des blessures à tête. Pour savoir quelle portion de ces victimes cela représente, la SAAQ (2013-A) nous précise que 60% des décès et 30% des blessures sont liés à la tête. Nous allons donc considérer ces statistiques pour déterminer le nombre de victimes évitées. Le tableau suivant présente seulement les victimes projetées qui subiront des blessures à la tête.

Tableau 37 : Nombre de victimes cyclistes projeté qui subiront des blessures à la tête selon l'année d'analyse

Année	2014	2015	2016	2017	2018
Nombre de décès	12	13	14	15	17
Nombre de blessures graves nécessitant une hospitalisation	34	34	33	33	33
Nombre de blessures légères nécessitant une consultation à l'urgence	520	509	498	488	478

C'est avec ces dernières données que nous pouvons calculer le nombre de victimes évitées.

Annexe 5

Calcul de la valeur statistique d'une vie humaine

Tableau 38 : Valeur statistique d'une vie humaine selon l'année d'analyse et les valeurs utiles pour effectuer le calcul

	2014	2015	2016	2017	2018
Nombre de cyclistes projeté	4 113 978	4 142 977	4 172 180	4 201 588	4 231 204
Cyclistes adoptant le casque suite à la loi	681 275	686 077	690 913	695 783	700 687
Décès évités parmi les nouveaux adoptants	3	3	3	3	4
Coût du casque	25	25	25	25	25
Valeur d'une vie humaine	6 570 937	6 108 235	5 711 913	5 368 696	4 770 475

Pour calculer la valeur d'une vie humaine, nous avons utilisé les valeurs calculées précédemment, soit le nombre de cyclistes projeté, le nombre de décès évités parmi les nouveaux adoptants du casque protecteur ainsi que le coût de ce casque. À partir du nombre de cyclistes projeté, nous avons déterminé le nombre de cyclistes adoptant le port du casque suite à l'implantation de la loi. Ce nombre a été calculé comme suit pour l'année 2014 :

4 113 978 cyclistes projeté x (100% - 54%) de ces cyclistes qui ne portent pas de casques avant la loi x 36% d'augmentation du port du casque = 681 275 cyclistes adoptant le casque avec la loi

Par la suite, pour calculer la valeur d'une vie humaine, nous nous sommes inspirés du calcul de Jenkins, Owens et Wiggins (2001), qui ont estimé la valeur statistique d'une vie pour les enfants et les adultes à l'aide du marché des casques protecteurs pour le vélo en estimant la valeur de la réduction des risques de mortalité encourus par ceux-ci. Le calcul se détaille comme suit pour l'année 2014 :

25 \$ coût du casque / (3 décès évités / 681 275 nouveaux adoptants) = 6 570 937 \$
représentant la valeur statistique d'une vie humaine

Annexe 6

Résultats de l'observation directe

Nous avons observé 300 cyclistes sur une période de trois jours, soit mercredi le 7 mai 2014, mardi le 13 mai 2014 et dimanche le 18 mai 2014.

En ce qui a trait au 7 mai, nous avons commencé l'observation à 10h30, alors que la température était de 11°C et qu'il faisait soleil. Nous sommes allés à quatre lieux différents à Montréal : aux intersections Édouard-Montpetit / Louis-Colin, Côte-St-Catherine / Hudson, Decelles / Jean Brillant et Jean Brillant / MacKenna. 110 cyclistes ont été observés.

En ce qui concerne la journée du 13 mai, nous sommes allés à trois lieux différents à Montréal : aux intersections Sherbrooke / Calixa-Lavallée et Rachel / Calixa-Lavallée et au Parc Maisonneuve. 140 cyclistes ont été observés, alors que la température était de 26°C et qu'il faisait soleil. Nous avons débuté l'observation à 15h30.

Pour ce qui est du 18 mai, le travail d'observation a eu lieu en banlieue, à Repentigny, plus spécifiquement à l'intersection Philippe Goulet / Iberville et celle Beauchesne / Noiseux. Nous avons commencé l'observation à 11h30, alors qu'il faisait nuageux et que la température était de 15°C. 50 cyclistes ont été observés pour cette journée.

Voici les résultats obtenus pour cette observation de cyclistes, recueillis à l'aide de la grille d'observation de l'annexe 3.

- Sexe : 225 hommes et 75 femmes observés.
- Catégories d'âge : 103 cyclistes dans la catégorie 18 à 25 ans, 111 dans la catégorie 26 à 35 ans, 32 dans la catégorie 36 à 45 ans, 14 dans la catégorie 46 à 55 ans, 38 dans la catégorie 56 à 65 ans et 2 dans la catégorie 66 ans et plus.²¹
- Port du casque : 153 cyclistes portaient le casque et 147 non.

²¹ Nous avons estimé l'âge des cyclistes lors de l'observation. Comme nous avons regroupé l'âge approximé en intervalles assez larges et que nous étions assez près des cyclistes, notre estimation devrait bien refléter la réalité et être assez fiable.

- Type de vélo : 282 vélos personnels et 18 BIXI.
- Présence d'enfant(s) : 2 oui et 298 non.
- Port du casque de/des enfant(s) : 2 oui.
- Vêtements : 239 normaux, 48 de vélo et 13 voyants.
- Accessoires : 189 oui et 111 non.
- Si oui, quels? : 171 réflecteurs, 12 lumières, 4 lumières et rétroviseur et 2 lumières, drapeau, réflecteurs et rétroviseur.
- Vitesse : 45 roulaient à vitesse élevée, 205 à vitesse moyenne et 50 à faible vitesse.²²
- En groupe : 24 oui et 276 non.
- Si oui, circule à la file? : 14 oui et 10 non.
- Présence de véhicules à l'intersection : 178 cyclistes oui et 51 non.
- Immobilisation à un arrêt : 24 oui et 56 non.
- Immobilisation à une lumière : 80 oui et 46 non.
- Si lumière, respecte priorités? : 85 oui et 54 non.
- Virage à droite au feu rouge? : 12 oui et 137 non.
- Signale intentions : 9 oui et 136 non.
- Roule à l'extrême droite de la chaussée? : 209 oui et 20 non.
- Si non, où? : 10 sur le trottoir, 7 du sens inverse et 3 au milieu de la rue.
- Roule dans le sens de la circulation? : 287 oui et 13 non.
- Tenir le guidon? : 299 oui et 1 non.
- 38 cyclistes observés à l'intersection Philippe Goulet / Iberville, 12 à l'intersection Beauchesne / Noiseux, 50 à l'intersection Édouard-Montpetit / Louis-Colin, 20 à l'intersection Côte-St-Catherine / Hudson, 10 à l'intersection Decelles / Jean Brillant, 30 à l'intersection Jean Brillant / MacKenna, 20 à l'intersection Sherbrooke / Calixa-Lavallée, 71 au Parc Maisonneuve et 49 à l'intersection Rachel / Calixa-Lavallée.
- 50 observations en banlieue et 250 en ville.
- 160 observations près d'une école, 99 sur une piste cyclable et 50 sur une bande cyclable.

²² Jugement subjectif, mais constant et d'après la vitesse jugée moyenne des cyclistes observés.

Annexe 7

Résultats de l'estimation de l'équation 1 selon différents modèles

Tableau 39 : Résultats de l'estimation avec un modèle de Tobit simple et un modèle de régression binomiale négative

Variables	Coefficient (écart-type) Tobit simple	Coefficient (écart-type) Binomiale négative
Habitudes à vélo		
HEURES	1,33 (1,69)	0,16 (0,15)
PERSONNEL	-0,46 (0,30)	-0,03 (0,03)
TRANSPORT	-0,23 (0,23)	-0,02 (0,02)
MTRANSPORT _o	17,88 (27,51)	1,11 (2,71)
MTRANSPORT _{na}	-17,99 (30,19)	-1,84 (2,94)
Perceptions sur la pratique du vélo		
PORT	-1,93 (1,25)	-0,27 (0,13) **
VITESSE	8,46 (9,74)	-0,35 (0,91)
INTENTION	-4,03 (4,17)	-0,80 (0,43) *
FEU _a	-14,69 (13,24)	-2,47 (1,34) *
FEU _r	-3,01 (20,69)	-1,35 (2,25)
SENS	16,72 (7,66) **	1,78 (0,72) **
PRIORITE	-17,24 (8,05) **	-1,54 (0,90) *
VIRAGE	0,19 (12,32)	0,04 (1,18)
ACCIDENT	6,54 (7,92)	0,31 (0,67)
Sociodémographiques		

FEMME	-4,01 (11,41)	0,03 (1,04)
AGE	0,79 (0,61)	-0,018 (0,06)
SCOLARITE	-2,75 (7,66)	-0,80 (0,75)
TPARTIEL	7,26 (20,41)	0,31 (2,21)
ETUDIANT	-2,06 (22,92)	-0,28 (2,46)
RETRAITE	-26,93 (27,09)	-0,33 (1,87)
SANSEMPLE	61,84 (31,29) *	6,41 (3,08) **
COUPLE	-18,65 (13,69)	-0,38 (0,98)
BANLIEUE	19,46 (12,48)	0,64 (0,98)
CAMPAGNE	41,51 (27,58)	-0,88 (2,25)
FUMEUR	-22,05 (23,44)	-1,25 (2,74)
SANTE	0,78 (6,73)	0,52 (0,61)
REVENU	0,0001 (0,0002)	0,00003 (0,00002) *
CONSTANTE	4,65 (72,87)	8,77 (6,89)
PSEUDO-R ²	0,0922	0,0606
FONCTION DE VRAISEMBLANCE	-180,80	-197,05

* Significatif à 10%

** Significatif à 5%

*** Significatif à 1%