





**HEC MONTRÉAL**

**Monétarisation de la perte de bien-être résultant des proliférations nuisibles de  
cyanobactéries : une évaluation contingente avec choix dichotomique à double  
proposition**

par

Marie-Pier Schinck

Sciences de la gestion  
(Option Économie appliquée)

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

Juin 2018  
© Marie-Pier Schinck, 2018



# Avis de conformité



Comité d'éthique de la recherche

Le 12 juillet 2017

À l'attention de :  
Marie-Pier Schinck

**Objet : Approbation éthique de votre projet de recherche**

**# Projet :** 2018-2851

**Titre du projet de recherche :** Évaluation contingente: Avis de non-consommation d'eau résultants des épisodes de floraison de cyanobactéries

---

Votre projet de recherche a fait l'objet d'une évaluation en matière d'éthique de la recherche avec des êtres humains par le CER de HEC Montréal.

Un certificat d'approbation éthique qui atteste de la conformité de votre projet de recherche à la *Politique relative à l'éthique de la recherche avec des êtres humains* de HEC Montréal est émis en date du 12 juillet 2017. Prenez note que ce certificat est **valide jusqu'au 1er juillet 2018**.

Vous devrez obtenir le renouvellement de votre approbation éthique avant l'expiration de ce certificat à l'aide du formulaire *F7 - Renouvellement annuel*. Un rappel automatique vous sera envoyé par courriel quelques semaines avant l'échéance de votre certificat.

Si des modifications sont apportées à votre projet avant l'échéance du certificat, vous devrez remplir le formulaire *F8 - Modification de projet* et obtenir l'approbation du CER avant de mettre en oeuvre ces modifications. Si votre projet est terminé avant l'échéance du certificat, vous devrez remplir le formulaire *F9 - Fin de projet ou F9a - Fin de projet étudiant*, selon le cas.

Notez qu'en vertu de la *Politique relative à l'éthique de la recherche avec des êtres humains de HEC Montréal*, il est de la responsabilité des chercheurs d'assurer que leurs projets de recherche conservent une approbation éthique pour toute la durée des travaux de recherche et d'informer le CER de la fin de ceux-ci. De plus, toutes modifications significatives du projet doivent être transmises au CER avant leurs applications.

Vous pouvez dès maintenant procéder à la collecte de données pour laquelle vous avez obtenu ce certificat.

Nous vous souhaitons bon succès dans la réalisation de votre recherche.

**Le CER de HEC Montréal**

## CERTIFICAT D'APPROBATION ÉTHIQUE

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.

---

**Projet # :** 2018-2851

**Titre du projet de recherche :** Évaluation contingente: Avis de non-consommation d'eau résultants des épisodes de floraison de cyanobactéries

**Chercheur principal :**  
Marie-Pier Schinck,

**Cochercheurs :**  
Chloé L'Ecuyer-Sauvageau

**Directeur/codirecteurs :**  
Justin Leroux  
Professeur - HEC Montréal

**Date d'approbation du projet :** 12 juillet 2017

**Date d'entrée en vigueur du certificat :** 12 juillet 2017

**Date d'échéance du certificat :** 1er juillet 2018

---



Maurice Lemelin  
Président du CER de HEC Montréal

# HEC MONTRÉAL

Comité d'éthique de la recherche

Le 31 août 2017

À l'attention de :  
Marie-Pier Schinck

Directeur:  
Justin Leroux

Cochercheurs :  
Chloé L'Ecuyer-Sauvageau

**Projet # : 2018-2851**

**Titre du projet :**

Évaluation contingente: Avis de non-consommation d'eau résultants des épisodes de floraison de cyanobactéries

---

Pour donner suite à l'évaluation de votre formulaire F8 - Modification de projet, le CER de HEC Montréal vous informe de sa décision :

Les modifications ont été approuvées et notées au dossier. Le certificat actuel demeure valide jusqu'au prochain renouvellement.

En vous remerciant cordialement,

**Le CER de HEC Montréal**



Maurice Lemelin  
Président du CER de HEC Montréal

# Résumé

Les proliférations nuisibles de cyanobactéries engendrent d'importants coûts pour la société, notamment à travers les impacts négatifs sur les écosystèmes, le tourisme et les conditions de vie des résidents de zones touchées. Parmi ces effets, les avis de non-consommation d'eau peuvent altérer grandement la qualité de vie des résidents des zones à risque en les contraignant à modifier considérablement leurs comportements quotidiens.

Ce mémoire estime le consentement à payer moyen des résidents des zones à risque pour l'implantation d'outils de traitements et de diagnostic dans leur municipalité. Lesdits outils sont présentement l'objet d'importants efforts de recherche et permettront, entre autres, de réduire la durée moyenne ainsi que l'imprévisibilité des avis de non-consommation d'eau dus à des floraisons nocives de cyanobactéries. Ainsi, le présent projet de recherche réalise une étude reposant sur la méthode d'évaluation contingente comportant des questions avec choix dichotomique à double proposition. Le questionnaire conçu dans le cadre de la présente étude a été administré à 255 répondants provenant de 24 municipalités québécoises considérées à risque. Les données recueillies permettent d'estimer un CAP moyen de 135,45 \$ et indiquent que, par exemple, le fait d'avoir un puits, d'avoir confiance envers les entités gouvernementale, d'accorder de l'importance à l'environnement, d'avoir l'intention de respecter un potentiel avis ainsi que le revenu ont un effet significatif sur l'estimation du CAP moyen. Ces éléments nous permettent de conclure sur la faisabilité du projet en analysant les données portant sur le consentement à payer des individus parallèlement à l'estimation des coûts d'implantations par ménage du projet. Enfin, nous effectuons également une analyse des réponses qualitatives afin de compléter l'information obtenue dans le cadre de l'analyse économétrique.

# Table des matières

Résumé.....	vi
Table des matières.....	vii
Liste des tableaux.....	xi
Liste des figures.....	xii
Remerciements.....	xiii
1. Introduction.....	1
1.1 Contexte.....	1
1.2 Projet ATRAPP.....	2
1.3 Avis de non-consommation d'eau.....	3
1.4 Notre projet de recherche.....	4
2. Revue de littérature.....	7
2.1 Méthodes des préférences révélées.....	7
2.1.1 La méthode des prix hédonistes.....	7
2.1.2 La méthode des comportements de prévention et des dépenses de protection.....	8
2.1.3 Valeur d'usage et valeur de non-usage.....	10
2.1.4 Conclusion de la discussion sur les méthodes de préférences révélées.....	10
2.2 Méthodes des préférences déclarées.....	11
2.2.1 Modélisation de choix.....	11
2.2.2 Présentation de la méthode d'évaluation contingente.....	12
2.2.3 La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).....	13
2.2.4 Critiques de la méthode.....	15
2.2.5 Réponses aux critiques.....	18
3. Méthodologie.....	23
3.1 Modes d'obtention de valeurs monétaires.....	23
3.1.1 Question ouverte.....	23
3.1.2 Choix dichotomique à simple proposition.....	24
3.1.3 Choix dichotomique à double proposition.....	24
3.2 Conception du questionnaire.....	27

3.2.1	Introduction .....	27
3.2.2	Habitudes de consommation et connaissance de la problématique .....	28
3.2.3	Évaluation contingente .....	28
3.2.4	Caractéristiques sociodémographiques.....	35
3.3	Collecte de données.....	35
3.3.1	Entrevue en personnes.....	36
3.3.2	Population cible .....	40
3.3.3	Échantillonnage et déroulement de la collecte .....	41
3.3.4	Représentativité de l'échantillon .....	43
4.	Modèles.....	49
4.1	<i>Probit</i> standard et <i>probit</i> bivarié .....	50
4.1.1	Choix dichotomique à simple proposition.....	50
4.1.2	Choix dichotomique à double proposition .....	51
4.2	<i>Interval data model</i> .....	54
4.3	Modèles avec variables de contrôle .....	56
4.3.1	Variables considérées .....	56
4.3.2	Corrélations .....	59
4.3.3	Variables sélectionnées .....	61
4.4	Résultats préliminaires et validité théorique .....	63
5.	Résultats.....	67
5.1	Analyse sans variables de contrôle.....	67
5.1.1	<i>Probit</i> standard et <i>probit</i> bivariés .....	68
5.1.2	<i>Interval data model</i> .....	72
5.2	Analyse avec variables de contrôle .....	74
5.2.1	Variables d'intérêt .....	74
5.2.2	Consentement à payer.....	79
5.3	Analyse qualitative.....	81
5.3.1	Justifications aux questions d'EC.....	81
5.3.2	Commentaires généraux .....	83
5.4	Limites.....	84
6.	Conclusion .....	87

Bibliographie.....	89
Annexe A .....	93
Questionnaire.....	93
Annexe B.....	114
Statistiques descriptives par régions administratives .....	114
Annexe C.....	117
Équations : <i>interval data model</i> .....	117
Annexe D .....	120
Questions qualitatives : Liste exhaustive des justifications données .....	120



# Liste des tableaux

<b>Chapitre 3</b> .....	<b>23</b>
Tableau 3.1 : Description du changement envisagé.....	31
Tableau 3.2 : Montants utilisés .....	34
Tableau 3.3 : Représentativité du genre .....	44
Tableau 3.4 : Représentativité de la langue maternelle .....	44
Tableau 3.5 : Représentativité de l'âge .....	45
Tableau 3.6 : Représentativité de la scolarité .....	46
Tableau 3.7 : Représentativité du revenu brut du ménage .....	47
Tableau 3.8 : Représentativité de la taille du ménage .....	47
Tableau 3.9 : Représentativité du mode d'occupation .....	48
<b>Chapitre 4</b> .....	<b>49</b>
Tableau 4.1 : Description des variables considérées.....	56
Tableau 4.2 : Taux de corrélation supérieurs à 30% .....	61
Tableau 4.3 : Répartition des versions du questionnaire .....	63
Tableau 4.4 : Répartition des réponses selon le montant proposé .....	64
<b>Chapitre 5</b> .....	<b>67</b>
Tableau 5.1 : <i>Probit</i> standard et <i>probit</i> bivariés.....	69
Tableau 5.2 : <i>Interval data model</i> .....	73
Tableau 5.3 : <i>Interval data model</i> avec variables de contrôle.....	74
Tableau 5.4 : CAP – Sommaire des résultats principaux.....	79
Tableau 5.5 : Justifications principales mentionnées pour la question d'EC.....	81
<b>Annexe B</b> .....	<b>114</b>
Tableau B.1 : Représentativité du genre selon la région administrative.....	114
Tableau B.2 : Représentativité de la langue maternelle selon la région administrative	114
Tableau B.3 : Représentativité de l'âge selon la région administrative.....	114
Tableau B.4 : Représentativité de la scolarité selon la région administrative .....	115
Tableau B.5 : Représentativité du revenu brut du ménage selon la région administrative .....	115
Tableau B.6 : Représentativité de la taille du ménage selon la région administrative...	115
Tableau B.7 : Représentativité du mode d'occupation selon la région administrative..	116
<b>Annexe D</b> .....	<b>120</b>
Tableau D.1 : Ensemble des justifications mentionnées pour la question d'EC.....	120

# Liste des figures

<b>Chapitre 3</b> .....	<b>23</b>
Figure 3.1 : Municipalités incluses dans la collecte de données.....	36
<b>Chapitre 4</b> .....	<b>49</b>
Figure 4.1 : Proportion de réponses affirmatives selon le montant proposé.....	65

# Remerciements

En premier lieu, je tiens à remercier mon directeur de mémoire, M. Justin Leroux, pour son support, ses précieux conseils et sa gentillesse à chaque étape de l'exigeant processus qu'a été la réalisation de ce mémoire. Je remercie aussi Chloé L'Ecuyer-Sauvageau pour sa collaboration lors de la conception du questionnaire et son importante contribution à la réalisation de la collecte de données. J'aimerais ensuite remercier mes parents, Yves Schinck et Lise Primeau, pour leur support et leur inébranlable confiance en mes capacités tout au long de mes études.

Je remercie également les autres chercheur·e·s du projet ATRAPP pour leur collaboration et leur partage d'information ainsi que les participant·e·s de la présente étude pour leur généreuse contribution sans laquelle la concrétisation du présent mémoire aurait été impossible. Enfin, je remercie mes ami·e·s, ma famille et mes collègues de la M. Sc pour leur inestimable présence et leur contribution à la réalisation de ce mémoire.



# 1. Introduction

## 1.1 Contexte

Les cyanobactéries, communément appelées algues bleu vert, sont des microorganismes présents naturellement en faibles concentrations dans les plans d'eau. Bien que leur présence en faibles concentrations ne s'avère pas problématique, une prolifération excessive de cyanobactéries peut engendrer des effets néfastes considérables. Ces dernières peuvent être amenées à proliférer dans les écosystèmes aquatiques sous l'effet de la chaleur (exacerbée par les changements climatiques), de la lumière ou d'une présence accrue de nutriments due par exemple aux rejets agricoles et municipaux (Génome Québec, 2018). Lorsqu'elles prolifèrent, les cyanobactéries produisent et libèrent des cyanotoxines qui s'avèrent entre autres nocives pour la santé des animaux et des humains. Les contacts cutanés avec l'eau contaminée peuvent engendrer l'irritation de la peau, l'irritation des yeux et des maux de gorge. Les symptômes principaux engendrés par l'ingestion d'eau contaminée par des cyanotoxines sont l'apparition de fièvre, vomissements, maux de ventre, maux de tête et diarrhée (CQIASA, 2008). L'ingestion d'une quantité suffisante d'eau contaminée peut même causer la mort chez les êtres humains et chez les animaux (Génome Québec, 2018).

Ainsi, bien que l'existence de ces microorganismes soit un phénomène naturel reconnu comme ayant été présent aussi loin que nous puissions remonter dans l'histoire, les trois dernières décennies ont vu les proliférations nocives de cyanobactéries (PNC) ainsi que leurs impacts négatifs sur l'économie et la santé publique augmenter en fréquence, en intensité ainsi qu'en distribution géographique (Rossini, 2016). Par conséquent, l'ampleur de ces impacts négatifs fait en sorte que les coûts associés aux épisodes de PNC s'avèrent excessivement élevés (Génome Québec, 2018).

## 1.2 Projet ATRAPP

Le présent projet de recherche est réalisé dans le cadre du projet de recherche ATRAPP (*Algal Blooms, Treatment, Risk Assessment, Prediction and Prevention Through Genomics*). Le projet ATRAPP représente l'initiative la plus importante de recherche portant sur les algues bleu vert à l'échelle mondiale. Le financement substantiel obtenu par le projet, soit 12,3 millions \$CAD sur quatre ans, témoigne d'ailleurs de la reconnaissance de l'importance de la problématique des PNC (Institut EDDEC, 2018).

Ainsi, ATRAPP est un projet multidisciplinaire divisé selon trois angles de recherche principaux. Le premier volet de recherche, soit l'activité 1, a pour objectif de développer des outils de prévention et de diagnostic plus efficaces. En effet, les outils présentement utilisés pour évaluer le niveau de toxicité dans les lacs et les usines de traitement d'eau touchés par des épisodes de PNC sont moins précis et sensibles que ceux développés par les chercheurs du projet ATRAPP. Ces derniers utilisent des biomarqueurs de toxicité identifiés à l'aide d'outils chimiques et génomiques et permettent donc de réduire le taux d'erreur associé aux outils présentement utilisés au Québec (Institut EDDEC, 2018). Les erreurs présentement observées peuvent être de type faux positif ou faux négatif. Il va sans dire que chacun des types d'erreurs est associé à des coûts substantiels pour la société québécoise. Notamment, les faux positifs engendrent la mise en place d'avis de non-baignade ou de non-consommation d'eau inutile, représentant des coûts pour tous les citoyens devant conséquemment altérer leur comportement. De leur côté, les faux négatifs font en sorte que des individus entrent en contact ou pire consomment de l'eau contaminée, ce qui peut entre autres engendrer de sérieux problèmes de santé (Institut EDDEC, 2018).

Le second volet de recherche, l'activité 2, vise à développer de meilleurs outils et pratiques de traitement pour réduire la présence de cyanotoxines dans les usines de traitement d'eau. Entre autres, les chercheurs utilisent les outils diagnostic développés dans le cadre de l'activité 1 afin d'identifier les meilleures stratégies de traitement permettant à la fois de prévenir l'entrée de cyanotoxines dans les usines de traitement d'eau, de traiter les floraisons nocives de cyanobactéries dans le réservoir ainsi que

d'éliminer plus efficacement la présence de cyanobactéries et cyanotoxines (Institut EDDEC, 2018). Ultiment, ces outils permettront de réduire la durée des avis de non-consommation d'eau dus à la présence de cyanotoxines dans le réservoir des usines de traitement d'eau et potentiellement d'aussi réduire la probabilité d'occurrence de ceux-ci. Ce faisant, le développement de ces outils de traitement contribuera à réduire les coûts associés à ces avis de non-consommation d'eau.

L'activité 3 du projet ATRAPP, dans laquelle la présente recherche s'inscrit, procède à « l'évaluation socio-économique des solutions proposées à court et à long terme, afin d'obtenir un coût optimal de partage des stratégies au sein des communautés affectées par les épisodes de fleurs d'eau » (Institut EDDEC, 2018). Elle comporte notamment une analyse coût-bénéfice ainsi qu'une analyse coût-efficacité portant sur les divers outils développés pour l'activité 1 et l'activité 2 du projet. À court terme, l'objectif est d'identifier les meilleures pratiques à mettre en place pour être en mesure de détecter et de prédire de façon plus adéquate les épisodes de PNC afin de pouvoir recommander les investissements les plus prometteurs dans les divers outils de traitement et de diagnostic. À long terme, ce volet de recherche souhaite fournir l'information pertinente aux municipalités et aux résidents des zones à risque afin qu'ils puissent sélectionner les pratiques les plus adaptées à leur situation permettant une réduction des nuisances et des coûts liés aux proliférations nuisibles de cyanobactéries (Institut EDDEC, 2018).

### **1.3 Avis de non-consommation d'eau**

Tel que mentionné précédemment, les épisodes de PNC représentent une nuisance considérable pour les résidents et les visiteurs des zones à risque. Les avis de non-consommation d'eau sont l'un des impacts négatifs associés à ces épisodes de PNC et peuvent altérer considérablement le bien-être des populations touchées.

D'abord, les avis de non-consommation correspondent à des avis émis lorsque l'eau du réservoir d'une usine de traitement d'eau est aux prises avec une présence de toxines supérieure au taux prescrit par les autorités en charge de la qualité de l'eau potable (Santé Canada, 2016). Lorsqu'un avis de non-consommation est en vigueur, il est demandé aux

citoyens de ne pas utiliser l'eau du robinet pour boire, se brosser les dents et préparer les aliments (CQIASA, 2008). De plus, il est demandé aux citoyens d'éviter de se doucher avec l'eau contaminée par les cyanotoxines puisque le contact cutané peut être toxique (Génome Québec, 2018).

D'autre part, il n'est pas possible pour les résidents d'éliminer eux-mêmes la présence de cyanotoxines, en faisant par exemple bouillir l'eau ou en utilisant des procédés habituels de traitement (CQIASA, 2008). Il est donc impératif de ne pas consommer l'eau de l'aqueduc et de la remplacer par de l'eau embouteillée pour tous les usages mentionnés au paragraphe précédent. Ainsi, les avis de non-consommation d'eau engendrent des coûts substantiels pour les résidents des zones à risque. En effet, ceux qui choisissent de respecter l'avis dans son entièreté, ou même partiellement, subissent les coûts reliés à l'achat d'eau embouteillé ainsi qu'au temps et à l'effort associé à la modification de leurs comportements réguliers. Tous les résidents, qu'ils choisissent ou non de respecter l'avis, supportent les coûts associés à la connaissance du fait que l'eau de l'aqueduc comporte un risque pour la santé. Pour finir, ceux qui choisissent de ne pas respecter l'avis s'exposent à des coûts en temps et ressources requises pour compenser les éventuels problèmes de santé engendrés par l'eau contaminée, par exemple une perte de revenu dû au fait de ne pas être en mesure de travailler suite à un souci de santé.

Ce faisant, il est aujourd'hui crucial de s'intéresser à la problématique des avis de non-consommation d'eau dus à des épisodes PNC. À titre d'exemple, le nombre croissant de Canadiens dont l'usine de traitement d'eau potable est considérée à risque s'élève maintenant à plus de 8,5 millions d'individus (Génome Québec, 2018).

## **1.4 Notre projet de recherche**

Ainsi, le présent mémoire est réalisé explicitement dans le cadre du troisième volet de recherche du projet ATRAPP, pour lequel nous nous intéresserons plus précisément aux impacts et à la perte de bien-être associés aux avis de non-consommation d'eau. Par ailleurs, notre projet de recherche s'effectue également en collaboration avec les deux premières activités du projet ATRAPP, puisque les outils développés dans le cadre de l'activité 1 (diagnostic) et de l'activité 2 (traitement) permettront de réduire

respectivement l'imprévisibilité et la durée des potentiels avis de non-consommation d'eau. Ainsi, les termes « outils de traitement et de diagnostic » utilisés pour la suite de ce mémoire feront référence aux outils développés dans le cadre des deux premières activités du projet ATRAPP.

À cet égard, l'objectif du présent mémoire est de tenter de répondre à la question de recherche suivante : **Quel est l'estimation du consentement à payer moyen, par ménage, afin de financer l'implantation des outils de traitement et de diagnostic dans les usines de traitement d'eau des municipalités à risque?**

À cette fin, nous nous tournons vers la méthode d'évaluation contingente afin de tenter d'attribuer une valeur monétaire au bien à l'étude et d'en apprendre davantage sur les variables d'intérêts affectant les préférences des agents. Plus précisément, nous utilisons une question correspondant au format du choix dichotomique à double proposition. Afin de construire notre base de données, nous avons réalisé des entrevues en personnes dans les municipalités considérées à risque pour de potentiels avis de non-consommation d'eau. La collecte de données a été effectuée conjointement avec Chloé L'Ecuyer-Sauvageau, étudiante au doctorat sur mesure en développement durable et conservation des ressources naturelles renouvelables à l'Université du Québec en Outaouais. Au total, 255 individus ont été interrogés pour un échantillon final de 240 observations provenant de 24 municipalités réparties dans les régions administratives de la Montérégie, l'Estrie, Lanaudière et l'Outaouais.

L'analyse quantitative permet d'estimer un CAP moyen de 135,45 \$ par ménage, en augmentation de taxes municipales annuelles. Les données révèlent que les habitudes de consommation d'eau ne semblent pas avoir d'effet sur le CAP moyen estimé alors que des variables liées, entre autres, à la connaissance de la problématique, la confiance accordée aux entités gouvernementales, le fait d'avoir un puits, la valorisation de l'environnement ainsi que le revenu des répondants est lié de façon significative à l'estimation du CAP moyen. Le montant estimé par le présent mémoire sera d'ailleurs éventuellement incorporé dans une analyse coûts-bénéfices portant sur l'ensemble des

impacts de la problématique des PNC au Québec. Cette analyse sera réalisée dans le cadre du projet de recherche ATRAPP.

L'analyse qualitative des justifications et commentaires émis par les répondants révèle que l'importance de la qualité de l'eau et de la santé sont des facteurs déterminants pour les gens ayant répondu par l'affirmative aux deux questions d'évaluation contingente. La contrainte budgétaire et le fait que les taxes soient déjà élevées sont évoqués fréquemment par les individus ayant répondu par la négative à au moins l'une des deux questions d'évaluation contingente. Enfin, l'importance de tenter de régler le problème en amont plutôt que de s'intéresser seulement aux conséquences de ce dernier en aval a été fréquemment évoquée par les répondants, indépendamment de leur réponse aux questions d'EC.

Le présent rapport est divisé en 4 chapitres principaux, excluant la présente introduction. En premier lieu, le chapitre 2. Revue de littérature s'intéresse aux articles scientifiques et donc à l'évolution de la théorie qui encadre les méthodes considérées et utilisées dans le présent mémoire. Le chapitre 3. Méthodologie élabore sur la conception du questionnaire, sur la réalisation collective de données ainsi que sur la composition de l'échantillon final. Cette section vise principalement à justifier les décisions prises aux diverses étapes de la réalisation de la présente étude. La section 4. Modèles présente formellement la modélisation associée au modèle *probit*, au *probit* bivarié ainsi qu'au *interval data model*. Cette section présente également les résultats préliminaires et élabore sur les variables d'intérêt considérées et sélectionnées pour le modèle final. Le chapitre 5. Résultats présente les résultats des analyses économétriques avec et sans variables de contrôle, les résultats de l'analyse qualitative ainsi que les limites générales de la présente étude. Pour finir, la section 6. Conclusion revient sur les principaux apprentissages résultant de la présente étude, les principales contributions de celle-ci et discute des perspectives de recherche future.

## 2. Revue de littérature

Les biens intangibles ou non marchands sont des biens dont la valeur économique n'est pas établie directement par des échanges sur les marchés. Il existe différentes méthodes permettant d'obtenir une valeur économique de biens intangibles, ces dernières étant regroupées en deux grandes catégories. La première catégorie comporte les méthodes se basant sur des préférences « révélées » (*revealed preferences*), alors que la seconde comporte celles se basant sur des préférences « déclarées » (*stated preferences*) (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

### 2.1 Méthodes des préférences révélées

Les méthodes des préférences révélées permettent d'obtenir une valeur économique d'un bien intangible en s'intéressant à des comportements qui sont observables sur les marchés existants. Ces dernières se fient à des comportements adoptés sur les marchés afin d'établir le consentement à payer (CAP) ou consentement à recevoir (CAR)<sup>1</sup> des individus pour un bien ou pour un service<sup>2</sup> de nature non marchande (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Pour mettre en application ce type de méthode, il est nécessaire d'utiliser un marché qui permette de révéler la valeur accordée à un bien non marchand et, donc, d'en déduire les préférences des individus.

#### 2.1.1 La méthode des prix hédonistes

Parmi les méthodes de préférences révélées, la méthode des prix hédonistes pourrait en théorie être utilisée pour mesurer la valeur du bien à l'étude pour le présent mémoire. Cette méthode consiste à estimer la valeur d'un bien non marchand en se basant sur le comportement observé sur le marché d'un bien connexe au bien d'intérêt. Plus

---

<sup>1</sup> Afin d'alléger le texte, nous parlerons uniquement de consentement à payer dans cette revue de littérature, il est cependant à noter que la discussion s'applique également aux méthodes cherchant à obtenir un consentement à recevoir (CAR).

<sup>2</sup> Nous utiliserons l'exemple d'un bien afin d'alléger le texte, il est cependant à noter que la discussion s'applique également aux cas des services.

précisément, l'objectif de la méthode est de parvenir à isoler le prix implicite associé à chacune des caractéristiques non marchandes d'un bien marchand (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Dans le cas présent, nous pouvons par exemple nous intéresser à l'évolution des prix sur les marchés immobiliers dans les zones touchées ou à risque d'être touchées par des avis de non-consommation d'eau dus à des proliférations nocives de cyanobactéries (PNC). En effet, il est raisonnable de penser que si il y avait une perte de valeur des propriétés dans ces zones, cette dernière pourrait être en partie attribuée aux risques d'avis de non-consommation d'eau liés à la problématique des PNC. D'ailleurs, maintes études de prix hédonistes sont réalisées pour déterminer la valeur associée à diverses nuisances non marchandes sur des marchés immobiliers, tels que le bruit, la pollution de l'air ou la qualité de l'eau (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

L'une des limites associées à cette méthode provient du fait que les résidents disposent d'information imparfaite quant aux risques d'occurrence des avis de non-consommation, signifiant que les comportements observés sont biaisés par la quantité et la justesse de l'information dont ils disposent. Le second problème réside dans le fait que la problématique des PNC affecte plusieurs caractéristiques non marchandes influençant la valeur des propriétés (aspect visuel du plan d'eau, odeur dégagée par le plan d'eau, accès à des activités récréatives à proximité, qualité de l'eau potable et de l'eau à des fins de baignade, etc.). Par conséquent, il existe un problème de multicolinéarité entre les caractéristiques non marchandes, signifiant qu'isoler l'effet des avis de non-consommation d'eau sur cette valeur représente un exercice ardu (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

### **2.1.2 La méthode des comportements de prévention et des dépenses de protection**

Il existe également les méthodes des comportements de prévention et des dépenses de protection (*averting behaviours and defensive expenditures*). Ces méthodes consistent à mesurer les coûts des gestes posés ou les dépenses effectuées afin d'éviter les effets indésirables (non marchands) liés à une situation donnée (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Dans le cas des avis de non-consommation d'eau, nous cherchons

d'abord à évaluer les coûts des comportements préventifs adoptés par un résident afin de ne pas faire face à la nuisance que sont les avis de non-consommation d'eau, il s'agit généralement de coûts en temps. Nous cherchons aussi à évaluer les dépenses effectuées par l'agent pour réduire les effets négatifs des avis de non-consommation d'eau (par exemple, les dépenses engagées par un ménage qui stockerait une certaine quantité d'eau potable afin qu'elle soit disponible en cas d'avis de non-consommation). Le prix implicite associé à la nuisance non marchande correspond donc à la somme des deux types de coûts énoncés.

La principale difficulté rencontrée par cette méthode est que toutes dépenses effectuées sont nécessairement une borne inférieure du CAP des individus. En effet, tel qu'explicité par Dupuit (1844), l'information obtenue par la prise en considération des dépenses d'un individu pour un bien donné correspond, par construction, à une sous-estimation de la valorisation que l'individu porte à ce bien puisqu'elle ne prend pas en considération le surplus du consommateur, soit la différence entre le prix maximal qu'il était disposé à payer et le prix réellement payé. En d'autres termes, les dépenses défensives représentent nécessairement une borne inférieure de la valeur totale qui serait accordée à la perte de bien-être liée aux avis de non-consommation d'eau. Notamment, la valeur de non-usage ne peut être reflétée dans une dépense défensive (par exemple, la valeur altruiste: les résidents ayant un puits artésien qui sont tout de même prêts à supporter une certaine augmentation de taxes municipales pour contribuer à réduire la fréquence et la durée des avis de non-consommation d'eau). Le second problème lié à cette méthode est que les comportements d'évitement et les dépenses défensives génèrent des coproduits, signifiant que le comportement ou la dépense remplit vraisemblablement d'autres fonctions que de réduire les effets néfastes potentiels de l'avis de non-consommation d'eau (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Par exemple, le fait de garder des réserves d'eau potable peut être utile dans d'autres situations qu'en présence d'avis de non-consommation d'eau<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Nous pouvons penser, par exemple, à une situation d'avis d'ébullition où le fait d'avoir des réserves réduirait la quantité d'eau qu'il est nécessaire de faire bouillir. Aussi, il existe des raisons incitant les individus à acheter de l'eau embouteillée en petit format (par exemple 500 ml), comme le fait de pouvoir l'apporter afin de s'hydrater lorsqu'ils sont en déplacement ou pour une activité spécifique comme faire du sport, faire un pique-nique, etc.

Ainsi, cette méthode nécessite d'isoler la portion de la dépense qui se rattache uniquement à la réduction de la perte de bien-être en cas d'avis de non-consommation d'eau, ce qui représente un exercice très complexe.

### **2.1.3 Valeur d'usage et valeur de non-usage**

Puisque les méthodes présentées ci-haut se basent sur des comportements observés, elles permettent d'estimer la valeur d'usage accordée au bien, sans toutefois informer sur la valeur de non-usage de celui-ci. Notamment, la valeur d'usage correspond à la satisfaction liée à l'utilisation effective du bien, ou à l'utilisation effective que l'agent prévoit en faire dans le futur. Pour sa part, la valeur de non-usage correspond à la satisfaction liée à la préservation d'un bien sans toutefois que l'agent l'utilise de façon effective ou qu'il prévoit l'utiliser dans le futur. Des exemples de valeurs de non-usage sont les valeurs d'existence, les valeurs altruistes ou les valeurs de legs (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

### **2.1.4 Conclusion de la discussion sur les méthodes de préférences révélées**

En somme, nous concluons d'abord que la méthode des prix hédonistes ainsi que la méthode des comportements de prévention ou des dépenses de protection engendrent une sous-estimation du CAP pour éviter les avis de non-consommation d'eau puisqu'elles ne tiennent pas compte des valeurs de non-usage. En second lieu, nous concluons que l'identification de l'effet isolé des avis de non-consommation d'eau avec ces méthodes relève d'une complexité et d'une mobilisation de ressources qui dépassent la portée de ce mémoire. Pour ces raisons, nous croyons que l'utilisation de l'une ou l'autre de ces méthodes pour répondre à la question de recherche de ce mémoire s'avérerait un choix sous-optimal et nous choisissons donc de nous tourner vers une méthode de préférences déclarées, soit la méthode d'évaluation contingente.

## 2.2 Méthodes des préférences déclarées

Pour ce qui est des méthodes de préférences déclarées, elles impliquent généralement un questionnaire où l'on demande aux répondants de se prononcer sur leur CAP concernant un bien sur un marché hypothétique ou de se prononcer sur des lots de biens hypothétiques ayant différentes caractéristiques. Ces deux méthodes sont l'évaluation contingente (EC) et la modélisation de choix (MC). Elles comportent un avantage considérable par rapport aux méthodes de préférences révélées puisqu'elles permettent d'obtenir une valeur économique qui comprend également la valeur de non-usage.

### 2.2.1 Modélisation de choix

La méthode de MC consiste à proposer aux répondants plusieurs scénarios, dont l'un correspond nécessairement au *statu quo*, pour ensuite leur demander d'identifier l'option qu'ils préfèrent. L'obtention de valeur par le biais de cette méthode repose sur le postulat proposé par Lancaster (1966) selon lequel l'utilité associée à un bien par un individu correspond à la somme des utilités tirées par chacune des caractéristiques distinctes de ce bien. D'une part, le principal avantage associé à la méthode de MC réside donc dans sa capacité à identifier séparément la valeur des différentes caractéristiques d'un bien, de telle sorte qu'elle est surtout prise en compte lorsque l'objectif est d'évaluer la valeur associée à des changements de nature multidimensionnelle. La méthode permet également en théorie de recueillir une quantité substantielle d'information sur les préférences des répondants (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

D'autre part, la complexité de la méthode, engendrée par le grand nombre de séries de choix qui doit être évalué par le répondant, correspond au principal inconvénient associé à celle-ci. En effet, la méthode de MC nécessite un effort intellectuel très important de la part du répondant, ce qui soulève beaucoup de questions quant à la validité des données recueillies. Entre autres, la méthode laisse simultanément place à la présence d'effets de fatigue et d'effets d'apprentissage, qui influencent de façon opposée la qualité des réponses recueillies. De plus, le fait que l'agent se prononce de façon consécutive sur des questions hautement similaires soulève inévitablement la question de l'ampleur de la

corrélation entre les réponses données, ce qui complexifie davantage l'interprétation et la portée des résultats obtenus à l'aide de la méthode de MC.

En ce qui concerne la présente étude, l'objectif principal est d'estimer la valeur d'un CAP pour un changement donné qui serait apporté par l'implantation de nouveaux outils de traitement et de diagnostic dans les usines de traitement d'eau des zones touchées. D'une part, le bien à l'étude engendre un changement pour seulement deux caractéristiques de l'avis de non-consommation, soit la durée de l'avis et la présence (ou non) d'un préavis obtenu une journée d'avance. Ceci réduit par conséquent l'intérêt d'utilisation de la méthode de MC, qui gagne surtout en efficacité relative sur la méthode d'EC lorsque le nombre de dimensions changeantes augmente. D'autre part, nous avons des estimations fiables de l'amplitude du changement engendré [Voir : 3.2.3 Évaluation contingente], ce qui réduit l'intérêt de tenter d'estimer les CAP pour des changements de diverses intensités en présentant des scénarios pour lesquels l'ampleur des changements engendrés varie. Bref, ces éléments font donc en sorte que la possibilité d'être en mesure de quantifier la valeur unitaire associée à chacune des caractéristiques du changement proposé apporte ici peu de valeur ajoutée.

En effet, étant donné que la particularité de cette méthode ne correspond pas à un avantage dans le cas qui nous intéresse, cette particularité ne saurait justifier les contraintes supplémentaires que la méthode impose, notamment au niveau des tests de cohérence qui doivent être effectués étant donné la complexité de la tâche cognitive demandée au répondant. Par conséquent, nous concluons que la méthode d'EC est plus appropriée afin de répondre à la question de recherche posée dans le cadre de ce mémoire. Les particularités de la méthode d'EC sont d'ailleurs discutées en détail dans les sous-sections suivantes.

## **2.2.2 Présentation de la méthode d'évaluation contingente**

La méthode d'EC permet d'obtenir une estimation de la valeur économique qu'un agent porte à un bien ou service lorsque l'information sur cette valeur est absente ou incomplète dans les transactions sur le marché (Mitchell et Carson, 1989). Il s'agit de

la méthode la plus utilisée parmi les méthodes de préférences déclarées, cette dernière étant d'ailleurs considérée par les experts comme la méthode la plus puissante et la plus versatile permettant d'obtenir des estimations de valeur monétaire pour biens non marchands (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Elle est en général réalisée à l'aide d'un questionnaire qui décrit un bien sur un marché hypothétique pour ensuite demander aux répondants de se prononcer sur leur consentement à payer ou à accepter (Mitchell et Carson, 1989).

Suivant l'introduction du terme par Ciriacy-Wantrup (1947) et sa première utilisation par Davis (1963), la méthode d'EC devient très courante, surtout en économie de l'environnement et des ressources naturelles. Elle est utilisée pour l'estimation du CAP pour le droit de chasser, par exemple, ou pour une amélioration de la visibilité, ou encore pour la réduction de la congestion (Portney, 1994). Elle est également utilisée pour estimer des CAP dans des contextes de biens non environnementaux, comme pour la réduction du risque d'être atteint de certaines maladies ou l'accès accru à de l'information sur certains biens de consommation (Portney, 1994). C'est lorsque la méthode commence à être utilisée dans des contextes de procédures légales aux enjeux très élevés que l'on constate l'émergence d'un intérêt prononcé concernant la validité de cette dernière. Cet intérêt croissant engendre l'intensification du débat portant sur la méthode d'EC et plus spécifiquement sur les pratiques d'enquêtes nécessaires à l'obtention de résultats crédibles. Ainsi, la publication d'un rapport par la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) proposant des lignes directrices concernant les meilleures pratiques à adopter représente une étape charnière pour la reconnaissance de la validité de la méthode d'EC.

### **2.2.3 La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)**

Plus particulièrement, c'est le cas de la marée noire causée par le pétrolier Exxon Valdez sur les côtes de l'Alaska en 1989 qui aura un impact important sur la discussion concernant la validité de la méthode d'évaluation contingente et la légitimité de la valeur d'existence. En effet, suite à des changements apportés à la législation sur le transport maritime aux États-Unis, on se tourne vers la NOAA pour établir les nouvelles normes

quant à l'évaluation de dommages environnementaux (Portney, 1994). Ainsi, la NOAA forme un panel d'experts, dont le mandat est de répondre à la question suivante (Arrow *et al.*, 1993; Portney, 1994 : 8):

*«Is the contingent valuation method capable of providing estimates of lost nonuse or existence value that are reliable enough to be used in natural resource damages assessments? »*

Le panel constitué par la NOAA conclut que la méthode d'EC peut être utilisée afin d'obtenir des estimations fiables des pertes engendrées par un évènement, incluant les valeurs de non-usage, pouvant être utilisées dans le cadre de procédures judiciaires visant à évaluer les dommages causés à un groupe. Par ailleurs, la conclusion du panel tient seulement pour des études futures qui utiliseraient la méthode d'EC prudemment, en adhérant aux recommandations émises par le panel afin d'éviter les biais et les erreurs de mesure qui peuvent survenir avec l'utilisation de ce type de méthode (Arrow *et al.*, 1993).

L'un des membres du panel, Paul R. Portney, inclut dans une publication de 1994 un sommaire des 7 recommandations les plus importantes ayant été émises dans le rapport final du panel. En voici une traduction libre (Portney, 1994):

1. L'application de la méthode d'EC devrait se faire en priorisant les entrevues en personne aux entrevues téléphoniques et en priorisant les entrevues téléphoniques aux questionnaires envoyés par la poste.
2. L'application de la méthode d'EC devrait chercher à obtenir un CAP pour éviter un incident futur plutôt que de chercher à obtenir le CAR minimal requis pour un incident ayant déjà eu lieu.
3. L'application de la méthode d'EC devrait utiliser un format de référendum pour la question principale. C'est-à-dire que les agents devraient se faire demander quel serait leur vote pour un programme qui procurerait un bénéfice environnemental, mais engendrerait l'augmentation des taxes du répondant ou des prix d'un produit. Le panel considère que ce type de raisonnement est plus près des décisions auxquelles les agents sont habitués, comparativement à des questions ouvertes (ex. consentement maximal à payer).
4. L'application de la méthode d'EC devrait débiter avec un scénario qui décrit de façon précise et compréhensible les divers effets du programme dont il est question.

5. L'application de la méthode d'EC devrait contenir un rappel pour les répondants que le montant associé à leur CAP réduirait le montant qui leur est disponible pour l'achat d'autres biens et services.

6. L'application de la méthode d'EC devrait contenir un rappel de l'existence de biens substitués au bien considéré.

7. L'application de la méthode d'évaluation contingente devrait inclure au moins une question de suivi destinée à évaluer la compréhension du répondant quant à ce qui lui est demandé.

L'étude réalisée dans le cadre de ce mémoire incorpore la majorité des recommandations du panel. En effet, l'étude a été réalisée en portant une attention particulière aux recommandations 1 à 6, soit la priorisation d'entrevues en personne, l'utilisation d'un CAP pour un incident futur, l'utilisation d'une question de type référendum, l'inclusion d'une description précise et compréhensible du bien, l'inclusion d'un rappel de la contrainte budgétaire ainsi que l'inclusion d'un rappel de l'existence de biens substitués. Ces éléments sont abordés en plus amples détails dans la section méthodologie.

Pour finir, la recommandation 7 n'a pour sa part pas été introduite explicitement dans le questionnaire. D'abord, étant donné qu'un effort particulier a été placé dans l'introduction graduelle d'information pour accompagner le répondant dans la réflexion sur ses préférences, la longueur du questionnaire est substantielle. Ce faisant, l'information y est très compréhensible et nous considérons donc que, vraisemblablement, seule une minorité de répondants auront une compréhension limitée de la tâche qui leur est demandée. De plus, puisque toutes les entrevues sont réalisées en personne et que l'interviewer peut réitérer certaines consignes et même les reformuler à la demande d'un répondant qui serait confus, l'ajout de question de suivi semblait être une lourdeur supplémentaire apportant peu de valeur ajoutée à la qualité de l'étude. Pour ces raisons, nous avons choisi de ne pas inclure ce type de question et donc de faire abstraction la 7<sup>ième</sup> recommandation du panel.

#### **2.2.4 Critiques de la méthode**

Tel que mentionné précédemment, les enjeux entourant la crédibilité de la méthode d'EC peuvent s'avérer de taille. De ce fait, le débat portant sur cette dernière est

toujours d'actualité. Nous discutons ici des critiques de la méthode d'EC, auxquelles nous répondrons par la suite.

Hausman, qui s'est prononcé en défaveur de la méthode d'EC suite aux conclusions du panel formé par la NOAA (Diamond et Hausman, 1994) réitère ses positions dans un article qui se veut une revue sélective de la littérature (Hausman, 2012) pour mettre de l'avant les lacunes demeurant présentes dans l'utilisation de la méthode d'EC. La position de l'auteur se résume au fait que les valeurs de non-usage doivent être prises en considération de façon à améliorer l'allocation des ressources, mais que l'interprétation actuelle des résultats d'EC est erronée. En effet, Hausman (2012) juge que la méthode d'EC devrait être interprétée davantage comme un sondage d'opinion plutôt que comme une mesure reflétant les préférences pour un projet donné. Il avance finalement qu'il croit que les résultats obtenus par la méthode d'EC sont des opinions inventées sur le coup et ne reflètent pas des préférences stables et bien définies du participant.

Bref, nous résumons ci-dessous les principaux biais évoqués dans le débat portant sur la validité des résultats d'étude utilisant la méthode d'EC (Hausman, 2012; Kling, Phaneuf et Zhao, 2012).

#### **A) Biais hypothétique:**

Le biais hypothétique résulte de la nature même de la méthode d'évaluation contingente. Il s'agit du biais qui survient lorsque les agents doivent se prononcer quant à une situation hypothétique pour laquelle ils n'ont que peu ou pas d'expérience sur le marché. Il s'agit donc de la disparité potentielle entre ce que les individus disent qu'ils feraient dans une situation donnée, par rapport à ce qu'ils feraient réellement s'ils étaient dans cette situation (Hausman, 2012). Hausman (2012) discute du fait que les CAP obtenus dans des contextes hypothétiques tendent à être biaisés vers le haut, signifiant que les valeurs obtenues à l'aide de la méthode d'EC ne pourraient être interprétées comme de réelles préférences.

Il cite Hsiao, Sun et Morwitz (2002) ainsi que Morwitz, Steckel et Gupta (2007), comme étant deux études illustrant cette affirmation. Hausman (2012) s'intéresse plus particulièrement à l'une des conclusions de la seconde étude, soit qu'une familiarité accrue avec le bien en question, déduite de la comparaison des résultats pour des biens existants (familiers) avec ceux des biens non-existants (non-familiers) permet aux intentions d'achats de mieux prédire les décisions réelles d'achats (Morwitz, Steckel et Gupta, 2007). Ainsi, il avance que le fait que la familiarité avec le bien soit requise pour l'obtention de prédictions justes des décisions réelles d'achats, combiné au fait que dans la majorité des EC le répondant n'est pas familier avec le bien dont il est question, implique nécessairement que la méthode d'EC ne fournira pas d'estimations fiables dans la majorité des cas (Hausman, 2012). Cette dernière affirmation relève d'un raisonnement discutable par lequel Hausman (2012) suppose qu'un marché hypothétique implique nécessairement une faible connaissance du bien en question et signifie donc que les intentions d'achats exprimées par les répondants sont de mauvais prédicteurs des réelles décisions d'achats.

## **B) Biais d'inclusion :**

Hausman (2012) avance que le biais d'inclusion (*embedding effect*) correspond sans doute à la preuve la plus robuste du fait que l'EC n'engendre pas des préférences stables et bien définies, mais plutôt des réponses inventées sur le moment. Il attribue d'abord à l'étude de Kahneman et Knetsch (1992) le mérite d'avoir jeté la lumière sur le biais d'inclusion. Ce biais fait référence à la notion selon laquelle la valeur accordée à un bien par un individu serait insensible aux variations dudit bien (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). En effet, selon Kahneman et Knetsch (1992), le CAP pour un bien sera plus élevé si le bien est présenté seul que si ce dernier est présenté comme faisant partie d'un lot plus large l'incluant. Illustrant cette idée, Diamond et Hausman (1994) réalisent une étude où le CAP exprimé d'un répondant pour la restauration d'un lac est approximativement égal au CAP exprimé pour la restauration d'un groupe de cinq lacs (qui inclut le lac précédemment mentionné seul). Ici, Diamond et Hausman (1994) concluent que le biais d'inclusion serait le résultat de la présence d'un « *warm glow* », c'est-à-dire que les répondants offrent un CAP comme expression de soutien général à

l'environnement, sans que ce CAP ne varie selon les changements d'ampleur dans le bien évalué (Diamond et Hausman, 1994). Cette notion se rapporte à l'hypothèse soulevée par Kahneman et Knetsch (1992), qui stipulent que la valeur des CAP pour des biens publics peut être largement attribuée à une satisfaction morale engendrée par le fait de participer à une bonne cause, donc un montant forfaitaire qui varie peu avec la taille du bien.

Parallèlement, Desvousges *et al.* (1993) obtiennent des résultats réaffirmant l'hypothèse selon laquelle la méthode d'EC engendre nécessairement un biais d'inclusion. Les résultats obtenus par l'étude suggèrent des CAP qui sont presque invariables pour éviter trois problèmes à envergure très distincte (Desvousges *et al.*, 1993). Enfin, Diamond et Hausman (1994) avancent que cette étude supporte également l'hypothèse de la présence d'un « *warm glow* ». Ils concluent en suggérant que les incohérences observées dans les CAP obtenus par la méthode d'EC par rapport à ce qui est prescrit par la théorie néoclassique démontrent qu'il n'y a pas de préférences sous-jacentes qui guident les réponses des participants et que ces dernières ne peuvent donc pas être prise en considération dans la mise en place de politiques (Diamond et Hausman, 1994).

Pour leurs parts, Kahneman et Knetsch (1992) concluent finalement que les résultats obtenus par la méthode d'EC sont hautement dépendants de la présentation du bien et donc complètement arbitraires en termes de valeur, invalidant du fait même la méthode puisqu'elle permettrait, selon l'application, d'obtenir des mesures de valeurs drastiquement différentes pour un même bien.

## **2.2.5 Réponses aux critiques**

### **A) Biais hypothétique :**

Afin d'établir si l'aspect hypothétique de la méthode d'EC occasionne des CAP qui sont irréalistes et ne reflètent pas les préférences intériorisées des agents pour le bien, il est utile de comparer les CAP obtenus à l'aide de la méthode d'EC aux valeurs obtenues pour les mêmes biens en utilisant des méthodes de préférences révélées (Pearce *et al.*, 2007). Dans cet ordre d'idée, Carson *et al.* (1996) réalisent une méta-analyse qui regroupe les résultats de 83 études utilisant plusieurs méthodes d'évaluation pour un même bien.

Les auteurs concluent que les estimations obtenues par la méthode d'EC sont très proches de celles obtenues par les méthodes des préférences révélées, les résultats étant fortement corrélés entre les deux types de méthodes (Carson *et al.*, 1996). Ces observations réfutent l'hypothèse selon laquelle le caractère hypothétique de la méthode d'EC rend les estimations qui en résultent invalides. En effet, il semble que malgré le fait que la méthode d'EC utilise un marché hypothétique pour estimer le CAP des agents, les estimations obtenues sont adéquates et même très similaires à celles établies selon les comportements observés sur les marchés existants (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

D'autre part, l'étude de Hsiao, Sun et Morwitz (2002) développe quatre modèles économétriques afin de déterminer la puissance des intentions formulées comme prédicteurs des comportements réels d'achats (Hsiao, Sun et Morwitz, 2002). Bien qu'ils soient cités par Hausman (2012), les auteurs concluent qu'il existe une relation stable entre les intentions et les décisions d'achats à travers le temps, signifiant que les préférences des répondants sont en général bien internalisées. Par conséquent, Hsiao, Sun et Morwitz (2002) concluent que la moyenne pondérée des intentions exprimées est un prédicteur puissant des comportements futurs d'achats.

En somme, les résultats qui précèdent montrent que les préférences exprimées concernant un marché hypothétique peuvent être utilisées afin d'établir de réels CAP. En effet, les problèmes soulignés dans les critiques de la méthode d'EC semblent en général résulter de lacunes présentes au stade de la conception et de la mise en œuvre de l'étude, plutôt qu'à un problème inhérent à la méthode d'EC (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Dans un rapport de l'OCDE publié en 2006, Pearce, Atkinson et Mourato réalisent entre autres une revue des critiques et des réponses aux critiques concernant le biais hypothétique potentiel lié à la méthode d'EC. Enfin, les auteurs concluent que « *Taken as a whole, the empirical findings largely support the validity and reliability of CV estimates* » (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006 : 124). Dans la section méthodologie, nous abordons en détail comment la conception de notre questionnaire vise à éviter la présence d'un biais hypothétique.

## **B) Biais d'inclusion :**

Malgré ce qu'avance Hausman (2012), les études mettant en application la méthode d'EC réussissent généralement les tests de sensibilité visant à évaluer la présence de biais d'inclusion (Haab *et al.*, 2013). Aussi, il existe peu de preuves supportant l'affirmation de ce dernier selon laquelle la méthode qu'il propose, soit le *adding-up test* (Diamond et Hausman, 1994), correspond au seul test valide permettant d'écarter la présence d'un biais d'inclusion (Haab *et al.*, 2013).

De ce point de vue, Carson et Mitchell (1995) remettent en question la présence systématique d'un biais d'inclusion en décortiquant les études effectuées par Kahneman et Knetsch (1992) et Desvousges *et al.* (1993) pour démontrer plusieurs lacunes substantielles dans la réalisation de ces dernières. Somme toute, chacune de ces études conclut que l'apparente insensibilité aux variations du bien évalué est due à une faiblesse fondamentale de la méthode d'EC, sans toutefois respecter les recommandations de base qui visent à assurer l'implantation d'une EC comportant le moins de biais possible.

Notamment, l'étude de Kahneman et Knetsch (1992) repose sur une définition très vague de la quantité de bien fourni et ne précise pas la probabilité d'approvisionnement du bien, de sorte que pour répondre à la question posée les individus se doivent de compléter l'information manquante en se basant sur leur propre hypothèse (Carson et Mitchell, 1995). Pour sa part, l'étude de Desvousges *et al.* (1993) comporte également plusieurs faiblesses. Tout d'abord, elle utilise un scénario très improbable, ce qui réduit vraisemblablement la prise au sérieux de l'exercice par les répondants. Parallèlement, elle utilise des mesures d'ampleur en pourcentage qui sont imprécises, voire trompeuses<sup>4</sup>, pouvant ainsi facilement amener le répondant à avoir une conception erronée de l'envergure du bien qu'il tente d'évaluer (Carson et Mitchell, 1995). Cette étude est d'ailleurs reproduite par Hanemann (2008) (cité dans Carson (2012)), qui prend cependant soin de corriger les formulations imprécises de l'étude originale afin de pouvoir mesurer

---

<sup>4</sup> Voici une traduction libre de l'information fournie aux agents dans le texte du scénario de l'étude de Desvousges *et al.* (1993): On indique aux répondants que la population totale d'oiseaux correspond à 8,5 millions d'individus. On leur indique ensuite que l'on peut éviter la mort de "largement moins qu'un pourcent", "moins d'un pourcent" et "environ 2 pourcent" de la population d'oiseaux. Ces indications font respectivement référence à 2000, 20 000 et 200 000 oiseaux.

adéquatement la présence d'un biais d'inclusion. Les résultats obtenus par ce dernier montrent une importante différence statistiquement significative entre les CAP lorsque les répondants se prononcent sur deux traitements affectant respectivement 1% et 10% de la population d'oiseaux, rejetant donc l'hypothèse d'insensibilité aux variations du bien. En définitive, des scénarios impliquant une description abstraite ou vague des changements résultant de la politique étudiée réduisent de façon significative la crédibilité de la démarche. De ce fait, ce type d'étude ne permet pas d'identifier l'insensibilité aux variations du bien puisqu'il est impossible de supposer que les répondants ont bien saisi les disparités réelles entre les impacts de grandeurs variées (Carson et Mitchell, 1995).

D'autre part, Carson (1997) procède à une revue des études publiées depuis 1984 afin d'évaluer empiriquement la fréquence et l'importance du biais d'inclusion associé à la méthode d'EC. Les études évaluées comportent entre autres des tests de sensibilité réalisés sur la base d'échantillons fractionnés (Carson, 1997). Dès lors, les conclusions de Carson (1997) permettent de démentir l'hypothèse selon laquelle la méthode d'EC comporte généralement la présence d'une insensibilité aux variations (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). En effet, l'auteur montre que l'hypothèse de la présence d'un biais d'inclusion est infirmée par 31 études, alors que seulement 4 études confirment cette dernière (Carson, 1997).

Parallèlement, il est possible de tester la présence d'un biais d'inclusion en s'intéressant à divers travaux portant sur des biens similaires. À cette fin, Smith et Osborne (1996) réalisent une méta-analyse de la valeur associée à diverses améliorations de la qualité de l'air. Au terme de leur analyse, ces derniers démontrent que les estimations obtenues à l'aide de la méthode d'EC exposent des variations de valeur qui sont systématiques et prévisibles selon les changements de caractéristiques du bien à l'étude (Smith et Osborne, 1996). Par conséquent, Smith et Osborne (1996) rejettent eux aussi l'hypothèse de la présence d'un biais d'inclusion dans les études utilisant la méthode d'EC.

Pour conclure, de nombreux experts de la méthode d'EC s'entendent pour avancer que s'il y a présence d'insensibilité aux variations quantitatives ou qualitatives du bien considéré,

elle est vraisemblablement due à une lacune dans la conception du questionnaire, par exemple au niveau de la précision de l'ordre de grandeur associé aux changements décrits. Par conséquent, un scénario réaliste, simple à comprendre et comportant une description claire, précise et pertinente des changements proposés permet en général de rejeter l'hypothèse de la présence d'un biais d'inclusion (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Dans la section 3. Méthodologie, nous abordons en détail comment la conception de notre questionnaire vise à éviter la présence d'un biais d'inclusion. De plus, nous nous pencherons sur les biais potentiels plus spécifiques à l'étude réalisée dans le présent mémoire, soit le biais d'entrevue, les comportements stratégiques ainsi que l'effet d'ancrage.

# 3. Méthodologie

Ce chapitre vise d'abord à présenter les divers modes d'obtention de valeurs monétaires pouvant être utilisés lors de la réalisation d'une EC et à présenter les arguments ayant mené à notre décision en faveur d'une question comportant un choix dichotomique à double proposition. Ensuite, nous aborderons en détail la conception du questionnaire et discuterons du rôle occupé par chacune des parties qui le compose. Enfin, nous présenterons un compte-rendu de la collecte de données réalisée dans le cadre de l'étude et discuterons de la représentativité de l'échantillon recueilli.

## 3.1 Modes d'obtention de valeurs monétaires

### 3.1.1 Question ouverte

La méthode d'EC admet plusieurs modes d'obtention de valeurs monétaires ou formats pour la question principale. Le format impliquant une question ouverte comporte l'avantage d'être simple à concevoir et de faciliter l'analyse des résultats. La question ouverte consiste à demander directement au répondant quel est le montant maximal qu'il serait prêt à payer pour obtenir le bien à l'étude. La réponse donnée par le répondant est traitée comme étant le CAP maximal de ce dernier.

Ce format de question a été progressivement abandonné par les chercheurs réalisant des EC puisque l'utilisation de la question ouverte comporte plusieurs inconvénients (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). D'une part, cette méthode tend à engendrer un grand nombre de réponses de protestation ou de réponses rapportant un CAP égal à zéro. Elle engendre également une faible proportion de réponses positives de montant faible (Carson, Flores et Meade, 2001). L'hypothèse largement acceptée pour justifier ces problèmes est qu'il est difficile pour un individu de déterminer le montant maximal qu'il serait prêt à payer pour un bien donné. En effet, Pearce, Atkinson et Mourato (2006) expliquent que ce type de raisonnement est très éloigné des décisions prises au quotidien par les agents, ce qui réduit considérablement la qualité des réponses obtenues.

### 3.1.2 Choix dichotomique à simple proposition

Il est possible d'utiliser une question fermée, soit une question pour laquelle le répondant limite sa réponse à « Oui » ou « Non » afin d'obtenir de l'information sur le CAP des agents. Ce mode d'obtention correspond au choix dichotomique à simple proposition (CDSP). L'utilisation de cette méthode implique de demander au répondant s'il est prêt à payer un montant  $M_i$  pour le bien considéré. S'il répond « Oui », il en est déduit que  $M_i \leq CAP_i < \infty$ . Inversement, s'il répond « Non », il en est déduit que  $0 \leq CAP_i < M_i$ . Ce mode d'obtention requiert un raisonnement de la part du répondant qui est très similaire au processus de prise de décision requis lors de l'achat d'un bien ou service au quotidien (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). C'est d'ailleurs pour cette raison que la troisième recommandation du panel formé par la NOAA est d'utiliser un format de référendum pour la question principale (Arrow *et al.*, 1993). Parmi les modes d'obtention disponibles, seuls les choix dichotomiques (à simple ou double proposition) sont compatibles avec cette recommandation. Ainsi, les modes d'obtention comportant des choix dichotomiques sont largement utilisés dans la littérature et les experts recommandent généralement leurs utilisations (Bateman *et al.*, 2002; Champ, Brown et Boyle, 2003; Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

Nous avons choisi d'utiliser la méthode de choix dichotomique à double proposition, présentée dans la prochaine sous-section. Néanmoins, le questionnaire a été construit de façon à pouvoir également utiliser la méthode de CDSP. En effet, puisque les répondants n'étaient pas au courant qu'il y aurait plus d'une question visant à obtenir de l'information sur leur CAP, le fait d'utiliser uniquement l'information recueillie par la première question permet d'analyser les données selon la méthode de CDSP. À cette fin, les résultats de la méthode à simple et à double proposition seront présentés et comparés au chapitre 5.

### 3.1.3 Choix dichotomique à double proposition

Étant donné l'information limitée recueillie sur le CAP de chaque répondant par la méthode de CDSP, son utilisation requiert un échantillon de taille substantielle et peut

donc s'avérer très coûteuse (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Dans le cadre de la présente étude, nous avons donc choisi d'utiliser la méthode des **choix dichotomiques à double proposition (CDDP)**, qui est également très utilisée dans la littérature et s'avère généralement plus efficace que la méthode de CDSP en présence d'un échantillon de moins grande taille.

Proposée pour la première fois par Hanemann, Loomis et Kanninen (1991), cette méthode consiste à bonifier le CDSP d'une seconde question fermée proposant un montant au répondant selon sa réponse à la première question. Par exemple, si l'agent répond « Non » à la première question, la seconde question lui proposera un montant inférieur à celui originalement proposé. Inversement, si l'agent répond « Oui » à la première question, la seconde question lui proposera un montant supérieur à celui originalement proposé. Cette méthode permet donc de recueillir davantage d'information sur le CAP de chaque agent, d'où son efficacité accrue relativement au CDSP (Hanemann, Loomis et Kanninen, 1991). De ce fait, cette méthode est très utilisée dans la littérature, notamment puisqu'elle permet d'obtenir des intervalles de confiance de taille substantiellement inférieure pour la valeur estimée du CAP moyen (Carson, Groves et Machina, 1999).

L'information obtenue sur le CAP des agents à l'aide de la méthode de CDDP se résume aux quatre cas suivants (Lopez-Feldman, 2012 : 9-10):

La variable  $M_i^1$  et  $M_i^2$  font référence, respectivement, au montant proposé à l'individu  $i$  à la première et à la seconde question.

1. Le répondant répond « Oui » à la première question et « Non » à la seconde, signifiant que  $M_i^2 > M_i^1$ . Ce cas permet de déduire que  $M_i^1 \leq CAP_i < M_i^2$ .
2. Le répondant répond « Oui » à la première question et « Oui » à la seconde, signifiant que  $M_i^2 \leq CAP_i$ .
3. Le répondant répond « Non » à la première question et « Oui » à la seconde, signifiant que  $M_i^2 < M_i^1$ . Ce cas permet de déduire que  $M_i^2 \leq CAP_i < M_i^1$ .

4. Le répondant répond « Non » à la première question et « Non » à la seconde, signifiant que  $CAP_i < M_i^2$ .

Ainsi, on constate que les cas 1 et 3 fournissent à la fois la borne supérieure et inférieure de l'intervalle où se situe le CAP réel du répondant, ce qu'il n'était pas possible d'obtenir avec la méthode de CDSP. Les cas 2 et 4 correspondent à des intervalles similaires à ceux qui seraient obtenus à l'aide de la méthode de CDSP, mais les montants représentant respectivement les bornes inférieures et supérieures de l'intervalle sont plus près du CAP réel du répondant. La modélisation présentée ci-haut, proposée par Hanemann, Loomis et Kanninen (1991), implique l'hypothèse selon laquelle une seule et même valorisation du bien par l'agent, soit  $CAP_i$ , guide la décision de ce dernier à la fois pour la première et la seconde question.

Parallèlement, cette hypothèse est très forte et certains avancent plutôt que l'utilisation des CDDP introduit une difficulté supplémentaire, engendrée par le fait que la seconde question est endogène à la première question (Cameron et Quiggin, 1994). Par exemple, le fait de poser une seconde question au répondant peut être interprété par celui-ci comme signifiant que le prix du bien soit incertain, que la qualité du bien a été modifiée ou que l'institution fournissant le bien est prête à négocier (Carson, Groves et Machina, 1999). La présence potentielle de ces effets suggère que la distribution du CAP sous-jacent dictant la réponse de l'agent serait différente d'une question à l'autre et donc que la corrélation entre ces deux distributions serait différente de 1 (Carson, Flores et Meade, 2001). Par conséquent, le fait que la seconde question ne soit pas exogène à la première sera pris en considération dans certains des modèles utilisés lors de l'analyse de données [Voir : 4. Modèles et 5. Résultats].

Les méthodes de choix dichotomique sont aussi sujettes à un risque de distorsion résultant d'un **effet d'ancrage**. Cet effet fait référence au cas où la valeur estimée du CAP dépendrait du premier montant proposé (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). En effet, l'effet d'ancrage est présent lorsque le répondant perçoit le premier montant proposé comme reflétant le prix ou la valeur réelle du bien à l'étude et utilise par la suite cette information pour guider sa prise de décision. Cet effet ne peut être complètement retiré puisqu'il est présent par construction avec l'utilisation de méthodes de choix

dichotomiques. Néanmoins, nous avons minimisé l'impact de ce biais en proposant 4 versions du questionnaire présentées de façon aléatoire, comportant un montant initial dont les valeurs varient de 50\$ à 140\$. La sélection des montants proposés sera abordée de façon plus approfondie dans la sous-section 3.2.3.

## 3.2 Conception du questionnaire

Tel qu'illustré dans le précédent chapitre, la présence de lacunes dans la conception du questionnaire peut grandement compromettre la validité et la fiabilité des estimations obtenues à l'aide de la méthode d'EC. La présente sous-section vise à aborder en détail les considérations retenues dans la conception du questionnaire de la présente étude et à justifier les décisions prises tout au long du processus. Les éléments seront abordés selon l'ordre chronologique de leur apparition dans le questionnaire. Ce dernier comprend d'abord une brève **introduction** et s'intéresse ensuite aux **habitudes de consommation et connaissances de la problématique**. Il comprend par la suite une section portant sur la question d'**évaluation contingente** et se termine avec une section sur les **caractéristiques sociodémographiques** des répondants. Le questionnaire complet est présenté en annexe [Voir : Annexe A].

### 3.2.1 Introduction

Cette partie du questionnaire est utilisée pour expliquer au répondant le fonctionnement de l'entrevue et aborder brièvement le sujet de l'étude. Les répondants étaient d'abord informés que l'étude était réalisée dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de maîtrise et qu'elle portait sur les épisodes d'ENC au Québec. Ils étaient ensuite avisés que l'information recueillie demeurerait confidentielle et qu'ils ne pourraient être identifiés en aucune façon. Ils étaient informés qu'ils pouvaient choisir de s'abstenir de répondre à tout moment ou encore choisir de mettre fin à l'entrevue en tout temps. Enfin, les répondants étaient avisés qu'il n'y avait pas de bonne ou de mauvaise réponse et que nous cherchions simplement à connaître l'avis de la population concernant la problématique.

### **3.2.2 Habitudes de consommation et connaissance de la problématique**

Cette partie du questionnaire remplit deux rôles principaux. Elle permet d'abord d'obtenir des données sur de potentielles variables explicatives pour les CAP estimés. Ensuite, elle permet d'introduire graduellement le bien à l'étude aux répondants. En effet, cette section permet aux répondants de réfléchir à leurs habitudes de consommation d'eau, mais également à leur connaissance de la problématique des PNC.

#### **Habitudes de consommation d'eau**

La première partie du questionnaire [Voir : Annexe A; Section 1] porte sur les habitudes de consommation d'eau des répondants, particulièrement lorsque ceux-ci se trouvent à leur domicile. Puisque l'étude s'intéresse au CAP pour l'implantation d'outils qui viendraient réduire la durée moyenne ainsi que l'imprévisibilité des avis de non-consommation d'eau, nous supposons que les habitudes de consommation d'eau pourraient être corrélées avec les estimations des CAP exprimés par les répondants. Cette section comporte notamment des questions sur l'utilisation de l'eau du robinet pour boire, pour cuisiner et pour se laver, sur les efforts que les répondants jugent faire pour réduire leur consommation d'eau ainsi que sur le fait qu'un répondant ait expérimenté un avis d'ébullition d'eau dans le passé.

#### **Connaissance de la problématique**

La seconde partie du questionnaire [Voir : Annexe A; Section 2] porte sur les épisodes de PNC. Cette section vise d'une part à établir si le répondant est familiarisé avec la problématique des PNC au Québec et s'il se sent préoccupé par cette dernière. D'autre part, cette partie introduit de l'information sur la problématique par le biais d'une mise en contexte, l'information porte notamment sur les causes des épisodes et sur les divers problèmes de santé pouvant résulter du contact avec l'eau contaminée par les PNC.

### **3.2.3 Évaluation contingente**

La partie du questionnaire portant sur l'évaluation contingente comprend d'abord une section composée de questions sur les **avis de non-consommation d'eau** ainsi qu'une section composée du **scénario contingent**.

## **Avis de non-consommation d'eau**

Cette section vise à aider le répondant à entamer une réflexion portant sur ses préférences quant au bien qui sera explicitement introduit à la section suivante du questionnaire. Ainsi, le répondant apprend ce qu'est un avis de non-consommation d'eau et qu'elles sont les règles en place pour encadrer ces avis. Le répondant est amené à réfléchir à un avis de non-consommation hypothétique et à indiquer dans quelle mesure (à la lettre, partiellement ou pas du tout) il respecterait un tel avis. Il se prononce également sur la confiance qu'il porte aux divers paliers de gouvernement étant impliqués dans la gestion de ces avis. Enfin, le répondant indique l'importance qu'il accorde à la cause de l'avis de non-consommation ainsi qu'à la connaissance des divers problèmes de santé pouvant résulter du non-respect de l'avis.

Bref, outre le recueil d'information sur certaines variables pouvant influencer la valeur estimée du CAP exprimé, cette section permet au répondant d'acquérir une bonne compréhension de ses préférences quant aux avis de non-consommation. Aussi, le répondant est informé des différentes alternatives existantes en cas d'avis de non-consommation d'eau (par exemple: usage d'eau en bouteille, respect partiel de l'avis ou non-respect de l'avis). Ces alternatives correspondent aux « biens substitués » vers lesquels le participant peut se tourner lorsqu'il répondra à la question portant sur son CAP. Notamment, la question d'évaluation contingente fait référence à des outils de traitement et de diagnostic qui permettent de réduire la durée moyenne et l'imprévisibilité des avis de non-consommation. Ceci implique que dans un contexte d'avis de non-consommation, un individu pourrait choisir par exemple de consommer uniquement de l'eau en bouteille ou alors de ne pas respecter l'avis à la lettre et de supporter les risques pour sa santé plutôt que de payer  $x\$$  pour réduire la durée moyenne et l'imprévisibilité de l'avis. Dans une telle situation, ces autres comportements correspondent aux comportements alternatifs et donc aux « biens substitués » à la mise en place des outils de traitement et de diagnostic. L'introduction de cette information respecte donc la sixième recommandation du panel formé par la NOAA.

## Scénario contingent

Cette section du questionnaire est cruciale à l'obtention de données fiables et valides. Elle comprend 3 éléments principaux : **A) l'identification du bien à évaluer, B) l'élaboration du scénario hypothétique et C) l'obtention des valeurs monétaires** (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006) [Voir : Annexe A; Section 4].

### **A) Identification du bien à évaluer :**

La présente étude s'intéresse aux impacts des avis de non-consommation d'eau dus aux épisodes de PNC sur le bien-être des individus dans les municipalités à risque. Tel que mentionné dans l'introduction, le bien à évaluer correspond à une combinaison d'outils de traitement et de diagnostic qui seraient implantés dans les usines de traitement d'eau des municipalités. Ces outils auraient pour effet de réduire la durée moyenne ainsi que l'imprévisibilité des avis de non-consommations d'eau résultants d'épisodes de PNC.

### **B) Élaboration du scénario hypothétique:**

L'élaboration du scénario hypothétique comprend la description de trois éléments essentiels: le **changement envisagé**, le **marché fictif** et le **mode de paiement** (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

La quatrième recommandation du panel formé par la NOAA concerne la description du premier élément et stipule qu'il est primordial d'avoir une description précise et compréhensible du **changement envisagé** (Arrow *et al.*, 1993; Portney, 1994). En effet, tout aspect qui serait vague ou difficile à comprendre risquerait d'être interprété et compris différemment par les divers répondants, ce qui compromettrait la fiabilité et la validité des résultats obtenus. Afin de respecter cette recommandation, il est essentiel d'avoir des informations précises sur le statu quo, mais également sur la situation une fois que les outils seront implantés. Outre l'information sur le protocole en place afin d'établir la nécessité d'un avis de non-consommation d'eau dans les usines de traitements d'eau concernées, il est nécessaire d'inclure l'information précise sur la durée moyenne, la probabilité d'occurrence ainsi que l'imprévisibilité des avis de non-consommation d'eau dus aux épisodes de PNC.

Afin d'obtenir ces informations, nous avons consulté divers experts<sup>5</sup> et pu établir le scénario suivant concernant le *statu quo* et les effets de la mise en place du bien considéré, soit les outils de traitement et de diagnostic.

Tableau 3.1 : Description du changement envisagé

Situation actuelle :	Situation suivant la mise en place des outils de traitement et de diagnostic
<p><u>Diagnostic :</u> Capacité de détecter les toxines seulement lorsqu'elles sont <u>déjà présentes</u> dans l'eau du réservoir.</p>	<p><u>Diagnostic :</u> Capacité de prédire le potentiel de toxicité <u>avant</u> que les toxines ne soient présentes dans l'eau du réservoir.</p>
<p><u>Probabilité d'occurrence :</u> Une année sur cinq, durant la période à risque.</p>	<p><u>Probabilité d'occurrence :</u> Une année sur cinq, durant la période à risque. <i>(Élément non affecté par la mise en place du bien à l'étude)</i></p>
<p><u>Durée moyenne d'un avis :</u> 10 jours</p>	<p><u>Durée moyenne d'un avis :</u> 2 jours</p>
<p><u>Imprévisibilité :</u> Les résidents ne reçoivent aucun préavis. Lorsqu'ils reçoivent l'information, ils doivent immédiatement cesser de consommer l'eau du robinet.</p>	<p><u>Imprévisibilité :</u> Les résidents reçoivent 1 jour de préavis. Ils sont avertis un jour avant l'entrée en vigueur de l'avis de non-consommation.</p>

La description du **marché fictif** concerne l'institution responsable de fournir le bien ou de mettre en place le changement dont il est question (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Dans le cas présent, il s'agit de la municipalité qui, dans la mise en situation, choisirait d'implanter les nouveaux outils de traitement et de diagnostic dans l'usine de traitement

<sup>5</sup> Réunion ayant eu lieu le 6 juin 2017 : M. Sébastien Sauvé, Professeur agrégé au Département de chimie de l'Université de Montréal et chercheur principal du projet ATRAPP. Information concernant la probabilité d'occurrence des avis ainsi que l'imprévisibilité de ces derniers.

Réunion ayant eu lieu le 5 juillet 2017 : 1. Mme. Sarah Dorner, Professeure agrégée au Département des génies civil, géologique et des mines de Polytechnique Montréal 2. M. Benoit Barbeau, Professeur titulaire au Département des génies civil, géologique et des mines de Polytechnique Montréal. Information sur la durée des avis suivant la mise en place des outils.

d'eau. Il est important que l'institution responsable de distribuer le bien soit mentionnée explicitement puisque la perception que les répondants ont de cette institution peut avoir un impact sur le CAP exprimé. Par exemple, le niveau de confiance que les répondants accordent à cette institution ou le niveau de compétence qui y est associé peut influencer la faisabilité du projet qui est perçue par les répondants (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006).

Le **mode de paiement** correspond pour sa part à la façon dont l'approvisionnement du bien sera financé (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Ici, le choix entre un mode de paiement volontaire ou un mode de paiement coercitif est considéré comme ayant un impact sur le CAP exprimé par les répondants. Les modes de paiement à caractère volontaire correspondent généralement à des dons ou donations et ont tendance à encourager l'émergence de comportement de resquillage. En effet, l'individu a intérêt à surévaluer son CAP pour influencer positivement la mise en place du projet et il pourra par la suite se désister étant donné qu'il s'agit de contributions volontaires (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Pour ce qui est des modes de paiement à caractère contraignant, il s'agit généralement de taxes, d'impôts ou de droits quelconques. Le problème potentiel avec ce type de mode de paiement relève de la confiance que les répondants portent à l'entité responsable de la gestion des fonds publics amassés. Enfin, la règle générale mise de l'avant dans la littérature est d'utiliser le mode de paiement qui serait vraisemblablement retenu pour réunir les fonds nécessaires à la mise en place du projet, si ce dernier devait se réaliser (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Pour cette raison, le mode de paiement utilisé dans la présente étude correspond à une augmentation de taxe municipale puisqu'il s'agit de l'option la plus plausible et réaliste si les outils étaient mis en place dans le futur.

À cet effet, nous avons choisi d'ajouter la précision suivante à la mise en situation : « *Veillez noter qu'il est certain que les fonds récupérés seront utilisés pour l'implantation des nouveaux outils décrits précédemment* » [Voir : Annexe A; Section 4]. Cette précision a été mise en place afin d'éviter que les divergences de perception et de confiance envers la municipalité ne biaisent les résultats de l'étude. En effet, un individu qui suppose que les fonds recueillis par le biais des taxes municipales sont utilisés à mauvais escient

pourrait par exemple avoir un CAP élevé pour le bien évalué, mais exprimer un CAP beaucoup plus faible puisqu'il ne croit pas que cette augmentation de taxes municipale serait bel et bien allouée à implanter les outils. Ainsi, l'ajout de cette condition au scénario se veut un élément qui vient réduire l'incertitude et contribue à stabiliser la faisabilité politique du projet perçue par les répondants.

### **C) Obtention des valeurs monétaires**

L'obtention des valeurs monétaires fait référence au format de la question ou des questions visant à obtenir le CAP ou le CAR pour le bien à l'étude, soit la question suivant la présentation du scénario hypothétique. La question retenue dans le cadre de la présente étude est la suivante :

*« En gardant en tête qu'il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse et que ce montant ne serait plus disponible pour l'achat d'autres biens et services :*

*Seriez-vous prêt(e) à payer x\$ de plus chaque année sur votre compte de taxes municipales (ou en augmentation de loyer) pour financer l'implantation des nouveaux outils de traitement et de diagnostic dans l'usine de traitement d'eau de votre municipalité? » [Voir : Annexe A; Section 4]*

Quatre éléments ont été pris en considération lors de l'élaboration de cette question, soit le **choix entre CAP et CAR**, le **rappel de la contrainte budgétaire**, le **mode d'obtention de la valeur monétaire** et le **choix du montant présenté**.

Concernant le **choix entre CAP et CAR**, nous avons choisi de respecter la seconde recommandation du panel formé par la NOAA (Arrow *et al.*, 1993; Portney, 1994). Ainsi, nous avons opté pour l'estimation d'un CAP, qui correspond au fait d'éviter la réalisation d'un avis de non-consommation d'une durée moyenne de 10 jours et ne comportant aucun préavis.

La seconde importante considération concerne le **rappel de la contrainte budgétaire**. La cinquième recommandation du panel formé par la NOAA stipule qu'il est utile de rappeler aux répondants l'existence de la contrainte budgétaire (Arrow *et al.*, 1993). À cet effet, nous avons choisi d'intégrer un rappel de cette contrainte avant la question cherchant à estimer le CAP des individus. Le rappel de cette contrainte vise à éviter que le répondant

surestime le CAP réel qu'il associe au bien et permet d'obtenir des résultats plus près du CAP réel en réduisant la présence du biais hypothétique.

La troisième importante considération concerne le **mode d'obtention de la valeur monétaire**. Tel qu'abordé en détail dans la première sous-section de ce chapitre [Voir : 3.1 Modes d'obtention de valeurs monétaires], nous avons choisi d'utiliser une question comportant un choix dichotomique à double proposition.

Enfin, la quatrième considération concerne le **choix du montant** qui sera présenté aux répondants. Dans le cas de la présente étude, nous avons été en mesure d'obtenir une estimation des coûts annuels par ménage pour l'implantation des outils à l'étude. En effet, l'estimation des coûts pour l'implantation des outils, selon l'expert travaillant sur cette portion du projet, est d'environ 110\$<sup>6</sup> par année pour un ménage. Nous avons donc utilisé cette estimation, combinée aux CAP exprimés lors du prétest du questionnaire, afin de choisir les montants suivants :

Tableau 3.2 : Montants utilisés

Version	Montant 1 <sup>ère</sup> question	Montant 2 si « Oui » à la 1 <sup>ère</sup> question	Montant 2 si « Non » à la 1 <sup>ère</sup> question
1	50\$	75\$	25\$
2	80\$	120\$	40\$
3	110\$	165\$	55\$
4	140\$	210\$	70\$

Le questionnaire a été construit sur le logiciel *Qualtrics* et administré aux répondants par l'interviewer à l'aide du logiciel. L'interviewer questionnait les répondants à l'oral et entraînait directement les réponses obtenues sur une tablette électronique. Les différentes versions du questionnaire étaient directement générées de façon aléatoire par le logiciel.

---

<sup>6</sup> Information obtenue le 22 août 2017 de M. Benoit Barbeau, professeur titulaire au Département de génies civil, géologique et des mines de Polytechnique Montréal. Cette estimation a été utilisée à des fins indicatives pour orienter le choix des montants proposés aux répondants.

### 3.2.4 Caractéristiques sociodémographiques

La dernière section du questionnaire comporte des questions sur les caractéristiques sociodémographiques du répondant, ainsi que quelques questions sur les préférences de ce dernier concernant par exemple la protection de l'environnement ou le mode de transport qu'il privilégie dans ses déplacements [Voir : Annexe A; Section 6]. Cette section est conçue afin d'atteindre deux objectifs principaux. Le premier objectif consiste à fournir les données nécessaires afin d'évaluer la mesure dans laquelle l'échantillon est une représentation fidèle de la population concernée. Le second objectif consiste à être en mesure d'évaluer l'effet de ces caractéristiques sur le CAP estimé pour la mise en place des outils de traitement et de diagnostic.

## 3.3 Collecte de données

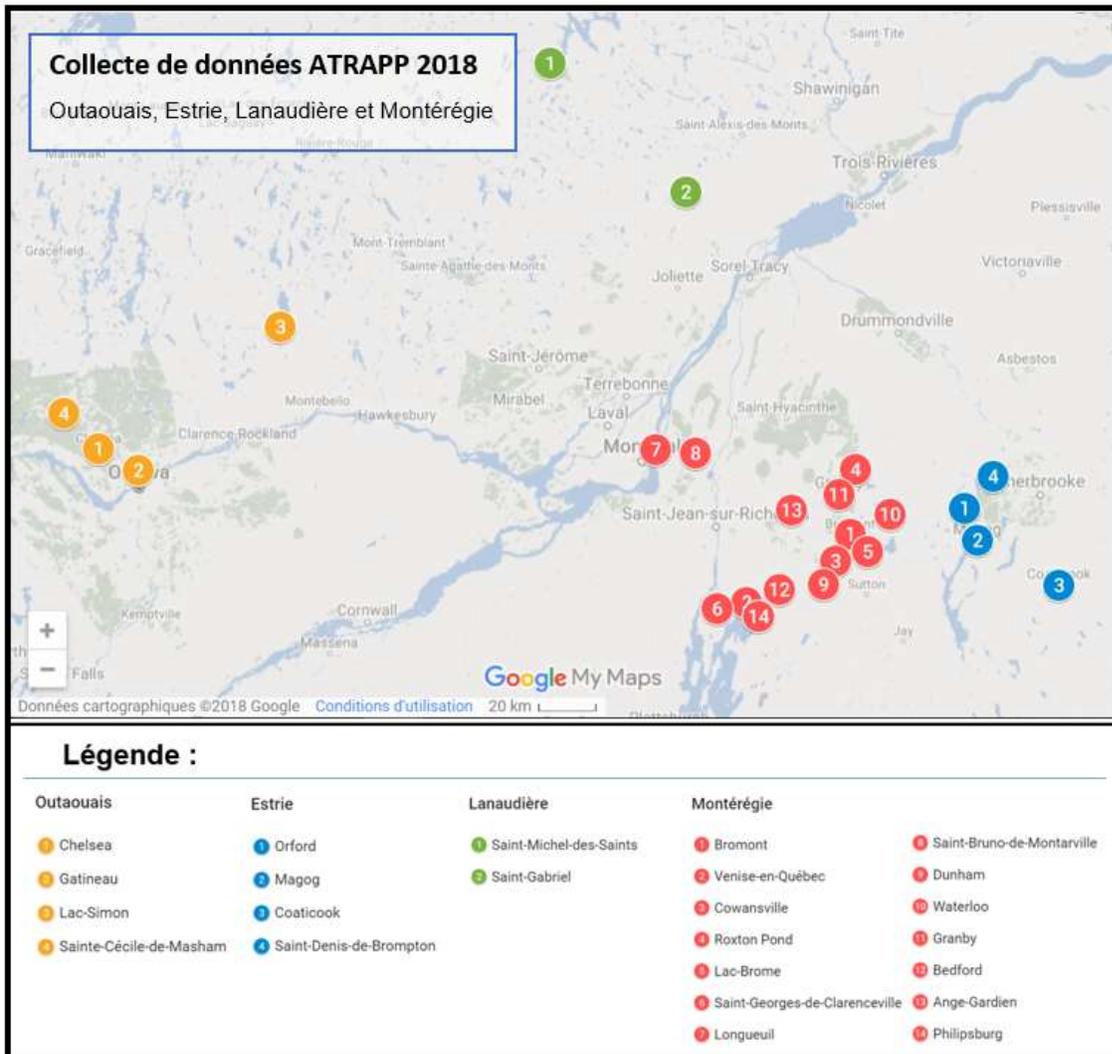
Tel que mentionné précédemment, la collecte de données a été réalisée en collaboration avec un autre projet de recherche, ce dernier portant sur les impacts des PNC sur les activités récréotouristiques dans les zones touchées. La collecte de données a été réalisée entre le 24 août 2017 et le 5 novembre 2017. Au total, 240 entrevues en personne<sup>7</sup> ont été réalisées, réparties sur 24 municipalités du Québec. Le taux de réponse était de 43,37%, signifiant que sur les 588 individus approchés, 255 personnes ont accepté de faire l'entrevue et 333 personnes ont refusé de participer à l'étude. Ce taux nous semble satisfaisant considérant la durée du questionnaire (environ 20 minutes) qui demande un effort considérable aux répondants potentiels.<sup>8</sup> La figure 3.1 montre les municipalités dans lesquelles les individus ont été sondés dans le cadre de la collecte de données.

---

<sup>7</sup> Originellement, 255 entrevues ont été réalisées, mais 15 d'entre elles ont dû être retirées puisqu'elles comportaient des sections ou des réponses incomplètes.

<sup>8</sup> À plusieurs reprises les répondants potentiels ont acceptés de faire l'entrevue pour ensuite se désister lorsqu'ils étaient informés du temps requis pour effectuer l'entrevue, indiquant que cet aspect a contribué à diminuer le taux de réponse obtenu.

Figure 3.1 : Municipalités incluses dans la collecte de données



### 3.3.1 Entrevue en personnes

Lors de la planification de l'étude, plusieurs méthodes de collecte de données ont été considérées, notamment les entrevues en personnes, les entrevues téléphoniques, les questionnaires envoyés par la poste et les questionnaires envoyés en ligne.

L'entrevue en personne a été retenue afin de collecter les données de la présente étude puisqu'elle représente la méthode la plus sûre pour assurer la qualité des données recueillies. Le fait de recueillir les données par le biais d'entrevues en personne correspond d'ailleurs à la première recommandation du panel formé par le NOAA (Arrow *et al.*, 1993), qui juge que cette méthode est la plus fiable et s'avère notamment être

nettement supérieure aux envois postaux. En effet, puisque les chercheurs n'ont aucun contrôle sur la façon dont le questionnaire est rempli s'ils procèdent par envois postaux, ceci engendre l'émergence de divers effets et biais potentiels qui réduisent la comparabilité des données d'un questionnaire à un autre. Par exemple, les chercheurs n'ont pas de contrôle sur des répondants qui prendraient plus (ou moins) de temps pour répondre au questionnaire, qui consulteraient d'autres membres du ménage, qui modifieraient leurs réponses avant de renvoyer le questionnaire ou qui auraient des incompréhensions quant à la tâche qui leur est demandée. Pour ces raisons, le panel considère les entrevues en personne ou téléphoniques comme étant nettement supérieures aux envois postaux (Arrow *et al.*, 1993).

Pour leur part, les questionnaires distribués en ligne ne sont pas une option considérée lorsque le panel publie ses recommandations en 1993. Par ailleurs, les inconvénients des questionnaires par envois postaux sont tous applicables aux questionnaires en ligne, à l'exception de l'incertitude quant au temps requis pour compléter la tâche, qui peut généralement être mesuré par les logiciels de sondage. D'un autre côté, les questionnaires en ligne ajoutent un inconvénient substantiel puisqu'il existe un risque élevé de biais lié à la sélection de l'échantillon. En effet, d'une part, l'accès à internet et la facilité d'utilisation des technologies qui y sont reliées ne sont évidemment pas répartis de façon homogène selon les caractéristiques démographiques des répondants potentiels (âge, éducation, revenu, etc.). D'autre part, pour les études réalisées auprès des résidents d'une zone géographique, il n'existe habituellement pas de base de données contenant les informations pour contacter en ligne les individus composant la population d'intérêt, signifiant qu'il est peu probable que les chercheurs soient en mesure d'utiliser avec succès une méthode d'échantillonnage probabiliste.

Dans un autre ordre d'idées, les entrevues en personnes sont considérées supérieures aux entrevues téléphoniques pour plusieurs raisons. D'abord, elles engendrent en général un taux de réponse plus élevé que celui obtenu par entrevues téléphoniques. Aussi, le fait d'avoir un interviewer présent en personne facilite grandement la rétention de l'attention et de l'intérêt du répondant, ce qui contribue à assurer la compréhension du répondant quant à la tâche à effectuer et donc la qualité des réponses obtenues (Arrow *et al.*, 1993).

Enfin, les entrevues en personnes permettent également de rejoindre une plus grande variété de répondants, comme les personnes analphabètes ou aveugles.

Tout bien considéré, nous avons donc choisi d'opter pour les entrevues en personnes afin de recueillir les données nécessaires à notre analyse. Le principal inconvénient est que cette méthode s'avère être plus coûteuse en temps ainsi qu'en ressources humaines et financières que toute autre méthode de collecte de données. Néanmoins, puisqu'il s'agit de la méthode permettant de minimiser les effets pouvant affecter la qualité des données recueillies, nous considérons que les avantages liés à son utilisation surpassent les inconvénients.

Dans le cadre de la présente étude, la grande majorité des entrevues ont été réalisées par les deux chercheuses en charge de la conception de l'enquête et du design du questionnaire, alors qu'une faible quantité d'entrevues ont été réalisées par des aides de terrain ayant été recrutées et formées à cette fin.

### **Biais d'entrevue et assentiment systématique**

Toutes les précautions ont été prises afin de minimiser l'impact d'un potentiel biais lié à l'interviewer. Il est en effet crucial d'assurer la comparabilité des résultats en instituant une structure favorisant des entrevues uniformes entre les participants (Mitchell et Carson, 1989). À cette fin, les personnes en charge de la réalisation des entrevues se sont assurées d'être impartiales et de fournir exactement la même information à tous les répondants en se limitant à la formulation écrite des questions.

### **Assentiment systématique**

Les méthodes de choix dichotomiques sont également sujettes à un risque de distorsion résultant de l'**assentiment systématique** (*yea-saying bias*) de certains répondants. L'assentiment systématique fait référence à la tendance qu'ont certains individus à répondre par l'affirmative à une question, peu importe leur préférence ou opinion réelle, afin de donner la réponse qui leur semble la plus socialement acceptable (Mitchell et Carson, 1989). Nous avons minimisé la présence de ce biais en indiquant aux répondants

à multiples reprises, dont une fois intégrée à même la question d'évaluation contingente, qu'il n'y avait pas de bonne ou de mauvaise réponse aux questions qui leur étaient posées. Les répondants sont également avisés, au commencement de l'entrevue, que l'objectif de l'étude est d'établir un portrait de l'opinion de la population envers la problématique des PNC. Conséquemment, le répondant est conscient qu'il n'y a pas d'attentes ou de préférences concernant sa réponse à la question d'évaluation contingente et n'aurait donc pas d'incitatif à répondre « Oui » pour satisfaire l'interviewer. De ce fait, nous considérons que l'impact d'un potentiel assentiment systématique sur les résultats de la présente étude est négligeable.

### **Biais de non-réponse et biais de sélection**

Lors de la réalisation de la collecte de données, l'information recueillie sur le CAP porte uniquement sur les individus ayant accepté de répondre au questionnaire. Si les individus qui acceptent de faire l'entrevue ont des caractéristiques qui diffèrent des individus ayant refusé de participer à l'étude, les résultats obtenus risquent d'être biaisés. Le **biais de non-réponse** est présent lorsque les individus interrogés ont des caractéristiques observables pouvant influencer le CAP qui sont différentes de celles des individus n'ayant pas participé à l'étude (Yoo et Yang, 2001).

Nous considérons le biais de non-réponse de la présente étude comme étant négligeable puisque, tel que démontré à la fin du présent chapitre [Voir : 3.3.4 Représentativité de l'échantillon], l'échantillon utilisé est somme toute très représentatif de la population d'intérêt. Par conséquent, le fait que les caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon soient similaires à celle de la population cible minimise la probabilité d'occurrence d'un biais de non-réponse.

Pour sa part, le **biais de sélection** est présent lorsque les individus interrogés ont des caractéristiques non observables pouvant influencer le CAP qui sont différentes de celles des individus n'ayant pas participé à l'étude (Yoo et Yang, 2001). Nous n'étions pas en mesure de minimiser ce biais et ne pouvons formuler d'hypothèse quant au signe associé à ce biais, s'il existe.

### 3.3.2 Population cible

La population cible de l'étude réalisée est l'ensemble des ménages québécois susceptibles d'être touchés par un avis de non-consommation d'eau résultant d'un épisode de PNC dans le futur. Par ailleurs, il n'existe pas de consensus indiquant quelles zones correspondent à cette définition puisqu'il y a présence d'incertitude concernant plusieurs facteurs déterminants. Tout d'abord, les éléments contribuant aux épisodes de PNC, soit l'effet de la chaleur (hausse des températures due aux changements climatiques), de la lumière ou des nutriments (provenant de rejets agricoles ou municipaux), ne peuvent pas être prédits avec certitude (Génome Québec, 2018). De plus, cette problématique étant relativement récente, les normes en place pour tester la présence de cyanotoxines dans l'eau potable et les protocoles existants pour déterminer la nécessité d'un avis de non-consommation d'eau seront vraisemblablement sujettes à changements dans les prochaines années.

Conséquemment, nous avons choisi de considérer les régions du Québec où des plans d'eau ont été touchés par des épisodes de PNC dans les dix dernières années comme étant les régions susceptibles d'être touchées par un avis de non-consommation d'eau dans le futur. D'une part, bien que l'occurrence d'épisode de PNC ne prédise pas parfaitement quels sont les plans d'eau à risque dans le futur, il s'agit tout de même du meilleur indicateur auquel nous ayons accès. D'autre part, le fait d'interroger les résidents d'endroits où des épisodes de PNC ont eu lieu par le passé augmente les probabilités que les individus soient familiers avec la problématique et contribue donc à améliorer la qualité des réponses qui seront obtenues.

Pour finir, les ressources humaines, financières et temporelles allouées au projet ne permettaient pas d'entreprendre une collecte de données qui couvrirait les zones à risque sur l'ensemble du territoire du Québec. Ainsi, la population ciblée a été réduite aux municipalités à risque situées dans les 4 régions administratives suivantes: la Montérégie, l'Estrie, l'Outaouais et Lanaudière.

### 3.3.3 Échantillonnage et déroulement de la collecte

#### Échantillon 1

Le premier échantillon est composé de 129 questionnaires complétés. Il s'agit des données recueillies par la chercheuse principale pour le projet de recherche sur lequel porte ce mémoire de maîtrise. La technique d'échantillonnage utilisée pour cet échantillon correspond à un échantillonnage par grappes. Cette méthode d'échantillonnage probabiliste consiste à diviser la population ciblée en groupes, pour ensuite sélectionner de façon aléatoire un certain nombre de groupes afin de composer l'échantillon visant à représenter la population (Statistique Canada, 2013b). Dans la présente étude, les grappes correspondent aux municipalités à risque des régions administratives de la Montérégie et de l'Estrie.

Procédure de collecte de données : La Montérégie a été la région administrative principalement visitée pour effectuer la collecte de données de cet échantillon. Cette région était idéale puisque plusieurs de ses municipalités ont été touchées par des PNC par le passé et sont situées à des distances raisonnables de Montréal (lieu de résidence de la chercheuse principale), signifiant donc que s'y rendre mobilisait une quantité suffisamment faible de ressources et permettait ainsi de ne pas compromettre la faisabilité du projet.

Tout d'abord, nous avons choisi de visiter toutes les municipalités riveraines situées en bordure du lac Champlain et du Lac Selby (4 municipalités au total). Ces municipalités<sup>9</sup> étaient de loin celles qui avaient été le plus touchées par des PNC, trois d'entre elles ayant été aux prises avec un épisode chaque année de 2004 à 2016 et la quatrième ayant été touchée pendant 10 années durant la même période (MDDELCC, 2018). À cet égard, ces municipalités étaient donc celles qui avaient la probabilité la plus élevée de faire partie des municipalités à risque, mais également celles où les individus allaient vraisemblablement être les plus familiarisés avec la problématique à l'étude. Ces éléments font en sorte que les données recueillies sont plus pertinentes, puisqu'elles sont recueillies auprès des gens qui ont la probabilité la plus élevée d'être affectés dans le futur, mais

---

<sup>9</sup> Philipsburg, Venise-en-Québec, Dunham, St-George-de-Clarenceville

également plus fiables, puisque les répondants avec une bonne connaissance de la problématique sont sujets à moins d'incertitude quant au bien à l'étude, réduisant ainsi les potentiels impacts négatifs liés au caractère hypothétique de la question d'EC.

Pour le reste des municipalités, nous avons déterminé de façon aléatoire (pige) lesquelles seraient visitées parmi toutes celles situées en Montérégie et ayant eu au moins un épisode de PNC entre 2012 et 2016 ainsi qu'au moins 4 épisodes au total entre 2006 et 2016. Ces critères ont été sélectionnés pour assurer, respectivement, que la problématique soit courante et également récurrente dans les municipalités visitées. Nous avons été en mesure de visiter la majorité des municipalités respectant ces critères. Nous avons par la suite visité quelques municipalités en Estrie, déterminées de façon aléatoire (pige), qui correspondaient à ces mêmes critères, mais qui devaient également se situer à une distance raisonnable de Montréal<sup>10</sup>.

Pour chacune des municipalités visitées, une liste de 10 rues était préalablement construite de façon aléatoire (pige). Le jour de la collecte, nous nous rendions à la première rue sur la liste et entamions le porte-à-porte. Nous avons cogné à la porte de toutes les maisons rencontrées lors de la collecte à pied, sans exception. Si toutes les résidences de la première rue désignée avaient été visitées et qu'il restait du temps à la journée de collecte, nous nous déplaçons vers la seconde rue sur la liste et ainsi de suite. Nous nous sommes assuré d'alterner les jours de semaine et de fin de semaine ainsi que de faire varier les moments de la journée, entre 8h00 et 20h00, afin d'interroger des individus comportant divers profils de participation à la force de travail et d'éviter un potentiel biais à cet égard.

## **Échantillon 2**

Le second échantillon est composé de 111 questionnaires complétés. Il s'agit des données recueillies par la chercheuse avec qui nous avons collaboré pour réaliser la collecte de données. La technique d'échantillonnage utilisée pour cet échantillon correspond à un échantillonnage de commodité, cette technique consiste à choisir les unités d'échantillonnage auxquelles on a commodément accès (Statistique Canada,

---

<sup>10</sup> Les municipalités situées à plus d'une heure et 45 minutes de voiture, selon *Google Maps*, ont été exclues de la pige.

2013a). Il s'agit d'une méthode d'échantillonnage non probabiliste, signifiant que la probabilité qu'un individu quelconque soit inclus dans l'échantillon est inconnue (Statistique Canada, 2013a). La représentativité de l'échantillon peut tout de même être évaluée en comparant les caractéristiques sociodémographiques de l'échantillon à celle de la population observée. Cette comparaison est d'ailleurs présentée dans la dernière sous-section du présent chapitre.

Procédure de collecte de données : Pour composer cet échantillon, des endroits situés dans les régions administratives de la Montérégie, l'Estrie, l'Outaouais et Lanaudière ont été visités. Les endroits étaient limités à ces régions puisqu'elles étaient accessibles à la chercheuse et ne requéraient donc pas une quantité de ressources trop importante. Les critères retenus pour visiter les endroits étaient les suivants : il devait s'agir d'un endroit avec accès à l'eau (plage, quai, marina, etc.) et il devait y avoir eu au moins un épisode de PNC dans les 10 dernières années. Les endroits avec des plages ont été priorisés puisque le type d'activités qui y sont pratiquées fait en sorte que les gens sont plus susceptibles d'accepter de répondre à un questionnaire.

La chercheuse interrogeait les gens présents de façon aléatoire tout en essayant de maximiser le nombre de réponses recueillies. Si le site était peu occupé lorsqu'elle se rendait sur place, elle procédait à une collecte de données à pied en faisant du porte-à-porte aux domiciles des résidents après avoir sélectionné les rues de façon aléatoire. Pour cet échantillon, la chercheuse s'est elle aussi assurée de réaliser la collecte durant des jours de semaine et de fin de semaine ainsi que de faire varier les moments de la journée.

### **3.3.4 Représentativité de l'échantillon**

Afin de s'assurer de la représentativité de l'échantillon utilisé, la présente sous-section compare la distribution des principales caractéristiques sociodémographiques des répondants avec celle de la population ciblée. Les caractéristiques d'intérêt sont le genre, la langue maternelle, l'âge, la scolarité, le revenu brut du ménage, la taille du ménage et le mode d'occupation. Les données utilisées pour la population ciblée proviennent du *Programme du recensement de la population de 2016* (Statistique Canada, 2017) (pour

toutes les caractéristiques sauf l'âge) et du *Programme du recensement de la population de 2011* (Statistique Canada, 2012) (pour la variable *âge*). Les différences les plus marquées relèvent du fait que l'échantillon est modérément plus âgé et plus éduqué que la population à l'étude. On constate également une surreprésentation non négligeable des ménages comportant deux individus. Le constat général est que l'échantillon est somme toute représentatif de la population ciblée, signifiant que les résultats obtenus pourront être utilisés afin de tirer des conclusions plus générales sur la population à l'étude.

Ici l'échantillon correspond à l'échantillon complet, soit 240 questionnaires. La population ciblée correspond à une moyenne pondérée des données concernant les 4 régions administratives où la collecte de données a été effectuée, soit la Montérégie, l'Estrie, l'Outaouais et Lanaudière. Les catégories suivies d'un « \* » sont celles pour lesquelles la différence entre la proportion observée dans la population et celle de l'échantillon est supérieure à 10 points de pourcentage (pp). Les données pour chacune des régions distinctes sont présentées en annexe [Voir : Annexe B].

Tableau 3.3 : Représentativité du genre

Genre	Échantillon N = 240	Population N = 2 703 470
Femme	53,75%	50,69%
Homme	46,25%	49,31%

On constate ici que la répartition des genres parmi les répondants est très similaire à celle observée dans la population à l'étude. Les femmes sont légèrement surreprésentées alors que les hommes sont légèrement sous-représentés.

Tableau 3.4 : Représentativité de la langue maternelle

Langue maternelle	Échantillon N = 240	Population N = 2 676 305
Français	92,08%	85,37%
Anglais	6,25%	7,52%
Autre	1,67%	7,11%

Les individus ayant répondu « Français » sont modérément surreprésentés (6,71 pp) alors que ceux ayant répondu « Autre » sont modérément sous-représentés (5,44 pp) dans l'échantillon. Pour leur part, les individus ayant l'anglais comme langue maternelle représentent une proportion de l'échantillon très similaire à celle de la population, bien qu'ils soient légèrement sous-représentés. Bref, il semble justifié de conclure que les individus ayant le français comme langue maternelle sont surreprésentés dans l'échantillon aux dépens des individus ayant une langue autre que le français ou l'anglais comme langue maternelle.

Tableau 3.5 : Représentativité de l'âge

Âge	Échantillon N = 240	Population N = 2 055 940
De 18 à 24 ans	2,08%	10,90%
De 25 à 39 ans	20,83%	23,13%
De 40 à 54 ans	19,58%	29,52%
De 55 à 64 ans*	31,67%	17,65%
65 ans et plus	25,83%	18,80%

La catégorie 18 à 24 ans est modérément sous-représentée (8,82 pp) dans l'échantillon. La catégorie 25 à 39 ans est très similaire dans l'échantillon à celle observée dans la population, bien qu'elle soit légèrement sous-représentée. De son côté, la catégorie 40 à 54 ans est elle aussi modérément sous-représentée (9,94 pp) dans l'échantillon. La catégorie 55 à 64 ans est considérablement surreprésentée (14,02 pp) par rapport à la proportion observée dans la population. Enfin, la catégorie 65 ans et plus est modérément surreprésentée (7,03 pp) dans l'échantillon.

Bref, les trois catégories touchant les individus plus jeunes sont sous-représentées alors que les catégories d'individus de 55 ans et plus sont surreprésentées. Nous croyons que ceci est potentiellement dû au fait que les individus plus âgés ont en général plus de temps libre ce qui, combiné au temps substantiel requis pour répondre au questionnaire (environ 20 minutes), a pu faire en sorte que l'échantillon soit modérément plus âgé que la population cible.

Tableau 3.6 : Représentativité de la scolarité

Scolarité	Échantillon N = 240	Population N = 2 184 200
Primaire ou aucun*	3,75%	20,74%
Secondaire ou DEP	31,25%	40,81%
Collégial	27,50%	17,61%
Universitaire 1 <sup>er</sup> cycle	25,00%	15,45%
Universitaire 2 <sup>e</sup> cycle	10,42%	4,85%
Universitaire 3 <sup>e</sup> cycle	2,08%	0,54%

Les données pour la population correspondent au « Plus haut certificat, diplôme ou grade pour la population âgée de 15 ans et plus » (Statistique Canada, 2017).

Le premier constat est que les individus ayant seulement complété leur primaire sont largement sous-représentés dans l'échantillon, avec une proportion inférieure à celle observée dans la population par 16,99 points de pourcentage. Il est important de noter que puisque les données du recensement incluent les individus de 15 ans et plus, alors que notre échantillon inclut seulement des individus de 18 ans et plus, il n'est pas surprenant que la proportion de la population soit supérieure à celle de l'échantillon. En effet, puisque la presque totalité des individus de 15 ans et une partie des individus de 16 ans au Québec n'ont pas complété leur diplôme d'étude secondaire (dû à leur âge), le fait que ces individus soient comptabilisés dans la proportion de la population pour la catégorie « Primaire ou aucun », mais pas dans celle de l'échantillon fait en sorte qu'il existe nécessairement une différence entre les deux proportions par construction.

Les individus ayant un diplôme du secondaire ou un DEP sont modérément sous-représentés (9,56 pp) dans l'échantillon alors que les catégories collégial, universitaire 1<sup>er</sup> cycle et universitaire 2<sup>e</sup> cycle sont pour leur part toutes modérément surreprésentées (respectivement 9,89 pp, 9,55 pp et 5,57 pp). De son côté, la catégorie universitaire 3<sup>e</sup> cycle de l'échantillon est légèrement surreprésentée par rapport à ce qui est observé chez la population cible.

Bref, le constat général est que l'échantillon est composé d'individus modérément plus éduqués que la population cible. En effet, les deux catégories représentant le moins

d'années de scolarité ont des proportions nettement inférieures à celle de la population alors que celles des catégories représentant le plus d'années de scolarité ont des proportions modérément supérieures à celles de la population.

Tableau 3.7 : Représentativité du revenu brut du ménage

Revenu brut	Échantillon N = 206	Population N = 1 134 230
24 999\$ et moins	14,08%	13,97%
Entre 25 000\$ et 49 999\$	21,84%	23,24%
Entre 50 000\$ et 69 999\$	16,99%	16,65%
Entre 70 000\$ et 99 999\$	21,36%	18,93%
100 000\$ et plus	25,72%	27,20%

Pour la représentativité en termes de revenu, l'échantillon est réduit à 206 répondants puisque 34 répondants (13,81% de l'échantillon complet) ont préféré ne pas répondre à la question sur le revenu. Les catégories de revenus inférieurs à 24 999\$ ainsi que celles de revenus entre 50 000\$ et 99 999\$ sont légèrement surreprésentées (moins de 3 pp). La catégorie de revenus entre 25 000\$ et 49 999\$ ainsi que celle de 100 000\$ et plus sont pour leurs parts légèrement sous-représentées (moins de 1,5 pp).

Bref, malgré un taux de refus de 13,81%, la variable mesurant les intervalles de revenu brut par ménage dans l'échantillon est très représentative de ce qui est observé dans la population.

Tableau 3.8 : Représentativité de la taille du ménage

Taille du ménage	Échantillon N = 240	Population N = 1 134 230
1 personne	21,25%	29,72%
2 personnes*	52,08%	36,03%
3 personnes	11,25%	14,64%
4 personnes	10%	13,12%
5 personnes et plus	5,42%	6,49%

Ici, les ménages comprenant 2 individus sont largement surreprésentés (16,05 pp) dans l'échantillon par rapport à la proportion observée dans la population. Cette surreprésentation est contrebalancée par une sous-représentation de toutes les autres

catégories, mais principalement des ménages comprenant une seule personne, qui sont modérément sous-représentés (8,47 pp).

Pour leur part, les ménages de 3 personnes, 4 personnes ainsi que 5 personnes et plus sont légèrement sous-représentés (moins de 5 pp) dans l'échantillon.

Tableau 3.9 : Représentativité du mode d'occupation

Mode d'occupation	Échantillon N = 240	Population N= 2 676 305
Propriétaire	77,5%	69,57%
Locataire	22,5%	30,43%

Pour ce qui est du mode d'occupation, les individus étant propriétaires sont modérément surreprésentés (7,93 pp) alors que les individus qui sont locataires sont modérément sous-représentés (7,93 pp). Nous croyons que cette sous-représentation des locataires peut être expliquée, du moins partiellement, par la difficulté d'accès aux immeubles à logement lors de la collecte de données<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Par exemple, à plusieurs reprises les chercheurs n'étaient pas en mesure de sonder les individus vivant dans des immeubles à plus de 4 logements puisque la porte d'entrée commune est maintenue verrouillée.

## 4. Modèles

Tel qu'abordé dans la sous-section 3.1.3, l'utilisation de la méthode du CDDP permet d'obtenir une meilleure efficacité statistique à travers l'information supplémentaire qu'elle recueille sur le CAP de chaque agent comparativement à la méthode du CDSP. En revanche, la présence d'une seconde question peut introduire la présence de biais supplémentaires et requiert donc une rigueur additionnelle à l'étape de l'analyse de données. De telle sorte que, bien que nous ayons choisi d'utiliser la méthode du CDDP, le questionnaire utilisé a été conçu afin qu'il soit également compatible avec la méthode du CDSP, nous permettant donc d'abord d'explorer les résultats obtenus à l'aide de cette méthode.

Par la suite, nous considérons le modèle proposé par Cameron et Quiggin (1994), qui relâche l'hypothèse proposée par Hanemann, Loomis et Kanninen (1991) selon laquelle la réponse à la première et à la seconde question résultent d'une même valorisation sous-jacente du bien. En d'autres termes, le modèle proposé par Cameron et Quiggin (1994) prend en considération l'endogénéité de la seconde question relativement à la première et admet donc la possibilité qu'il y ait des disparités entre les distributions des CAP latents guidant respectivement la réponse à la première et à la seconde question.

Pour finir, nous considérons le modèle originalement proposé par (Hanemann, Loomis et Kanninen, 1991), soit le *interval data model*, où l'on pose l'hypothèse d'une même distribution de CAP latents associés aux réponses de la première et de la seconde question.

Dans le chapitre suivant, nous discuterons en détail les divergences de résultats selon l'utilisation de chacune des trois méthodes et justifierons notre décision d'utiliser le modèle proposé par Hanemann, Loomis et Kanninen (1991) pour la régression du modèle final avec variables de contrôle.

## 4.1 *Probit* standard et *probit* bivarié

### 4.1.1 Choix dichotomique à simple proposition

Tout d'abord, si nous utilisons uniquement l'information obtenue à l'aide de la première question, soit la méthode du CDSP, l'estimation du CAP moyen peut être obtenue à l'aide d'un *probit* standard.

Pour débiter, le modèle assume que  $CAP_{1i}$ , soit la valeur du CAP sous-jacent non observé de l'individu  $i$  à la première question, est normalement distribué et défini par l'équation suivante :

$$CAP_{1i}(x_{1i}, \varepsilon_{1i}) = x'_{1i}\beta_1 + \varepsilon_{1i} \quad (1)$$

Ici,  $x_{1i}$  représente un vecteur de variables explicatives observables pour l'individu  $i$ ,  $\beta_1$  est un vecteur de paramètres à estimer et  $\varepsilon_{1i}$  est un terme d'erreur. On suppose également que  $\varepsilon_{1i} \sim N(0, \sigma_1^2)$ . Tel que présenté dans la sous-section 3.1.2, ce modèle suppose que l'individu  $i$  répondra « Oui » à la question si  $M_i^1 \leq CAP_{1i}$  et répondra « Non » autrement. C'est de ces réalisations que le modèle permet d'obtenir de l'information sur le CAP non observé de l'agent. La variable  $M_i^1$  fait référence au montant proposé à la première question, soit ici la seule question prise en considération. Posons enfin  $y_i^1$  comme correspondant à la réponse donnée par l'individu  $i$  à la première question, soit  $y_i^1 = 1$  si l'individu  $i$  a répondu « Oui » à la question et  $y_i^1 = 0$  s'il répond « Non ». La variable  $y_i^1$  correspond à la variable dépendante et n'est pas corrélée avec  $\varepsilon_{1i}$  étant donné que les montants  $M_i^1$  présentés aux répondants sont déterminés de façon aléatoire.

Il est donc possible d'exprimer la probabilité d'obtenir la réponse « Oui » comme étant :

$$\begin{aligned} \Pr(y_i^1 = 1) &= \Pr(M_i^1 \leq CAP_{1i}) \\ &= \Pr(M_i^1 \leq x'_{1i}\beta_1 + \varepsilon_{1i}) \\ &= \Pr\left(\frac{M_i^1 - x'_{1i}\beta_1}{\sigma_1} \leq \frac{\varepsilon_{1i}}{\sigma_1}\right) \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{M_i^1 - x'_{1i}\beta_1}{\sigma_1}\right) \end{aligned}$$

Ici,  $\Phi(\cdot)$  correspond à la cumulative d'une distribution normale standard<sup>12</sup> (Wooldridge, 2010). Donc, par symétrie de la distribution normale, nous obtenons :

$$\Pr(y_i^1 = 1) = \Phi\left(\frac{x'_{1i}\beta_1 - M_i^1}{\sigma_1}\right) \quad (2)$$

Inversement, il est possible d'exprimer la probabilité d'obtenir la réponse « Non » comme étant :

$$\Pr(y_i^1 = 0) = 1 - \Phi\left(\frac{x'_{1i}\beta_1 - M_i^1}{\sigma_1}\right) \quad (3)$$

Enfin, la fonction de log vraisemblance suivante doit être maximisée afin d'estimer les paramètres  $\beta_1$  et  $\sigma_1$ :

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left[ y_i^1 \ln \left( \Phi \left( \frac{x'_{1i}\beta_1 - M_i^1}{\sigma_1} \right) \right) + (1 - y_i^1) \ln \left( 1 - \Phi \left( \frac{x'_{1i}\beta_1 - M_i^1}{\sigma_1} \right) \right) \right] \quad (4)$$

Ce modèle peut être facilement estimé à l'aide de la commande *probit* du logiciel Stata.

#### 4.1.2 Choix dichotomique à double proposition

Le modèle proposé par Cameron et Quiggin (1994) consiste à utiliser un *probit* bivarié afin d'estimer le CAP moyen des répondants pour chacune des deux questions. Le présent modèle reprend la modélisation propre à la première question présentée dans la précédente sous-section et la complète avec la modélisation requise pour la seconde question. Cameron et Quiggin (1994) avancent que le montant proposé à la seconde question est un résultat direct de la réponse donnée à la première et donc que la probabilité de se voir offrir un montant plus élevé (plus faible) correspond à la probabilité de répondre « Oui » (« Non ») à la première question. Enfin, tel que décrit ci-dessous, les auteurs tiennent compte de la possibilité de l'émergence de comportements stratégiques ou de biais chez le répondant lorsqu'il se prononce à l'étape de la seconde question.

D'abord, la notation adoptée pour la seconde question est similaire à celle présentée pour la question 1. Ainsi, nous supposons que  $CAP_{2i}$ , soit la valeur du CAP sous-jacent non

---

<sup>12</sup> Formellement,  $\Phi(Z) = \int_{-\infty}^Z 2\pi^{-1/2} \exp\left(\frac{-v^2}{2}\right) dv$ .

observé de l'individu  $i$  à la seconde question, est normalement distribué et défini par l'équation suivante :

$$CAP_{2i}(x_{2i}, \varepsilon_{2i}) = x'_{2i}\beta_2 + \varepsilon_{2i} \quad (5)$$

Comme pour le modèle de CDSP,  $x'_{2i}$  représente un vecteur de variables explicatives observables pour l'individu  $i$ ,  $\beta_2$  est un vecteur de paramètres à estimer et  $\varepsilon_{2i}$  est un terme d'erreur. On suppose aussi que  $\varepsilon_{2i} \sim N(0, \sigma_2^2)$ . Ce modèle considère également que l'individu  $i$  répondra « Oui » ( $y_i^2 = 1$ ) à la seconde question si  $M_i^2 \leq CAP_{2i}$  et répondra « Non » ( $y_i^2 = 0$ ) si  $M_i^2 > CAP_{2i}$ .

L'élément clé de ce modèle réside dans la possibilité que  $CAP_i^1 \neq CAP_i^2$ . Étant donné que le montant proposé à la question 2 n'est pas indépendant de la question 1, Cameron et Quiggin (1994) considèrent que  $\varepsilon_{2i}$  est nécessairement corrélé avec  $\varepsilon_{1i}$  (et donc avec  $M_i^2$ ). Ce faisant, le modèle qu'ils développent prend en considération le potentiel problème d'endogénéité en proposant l'utilisation d'un *probit* bivarié. En effet, ce modèle considère la possibilité qu'il existe deux CAP latents distincts associés respectivement à la réponse à la première et à la seconde question. L'intérêt d'utiliser un *probit* bivarié résulte du fait que s'il y a effectivement corrélation entre  $\varepsilon_{1i}$  et  $\varepsilon_{2i}$ , l'utilisation conjointe d'un seul maximum de vraisemblance comportant les deux équations est plus efficace que l'estimation de deux *probit* standard séparés (Wooldridge, 2010).

Ainsi, le modèle de Cameron et Quiggin (1994) admet d'abord les probabilités suivantes :

1. Probabilité d'une réponse positive à la question  $t$ , où  $t \in \{1,2\}$ :

$$\Pr(y_i^t = 1) = \Pr\left(\frac{M_i^t - x'_{ti}\beta_t}{\sigma_t} \leq \frac{\varepsilon_{ti}}{\sigma_t}\right) \quad (6)$$

2. Probabilité d'une réponse négative à la question  $t$ , où  $t \in \{1,2\}$ :

$$\Pr(y_i^t = 0) = \Pr\left(\frac{M_i^t - x'_{ti}\beta_t}{\sigma_t} > \frac{\varepsilon_{ti}}{\sigma_t}\right) \quad (7)$$

Ensuite, le modèle repose sur le fait que les deux termes d'erreur,  $\varepsilon_{1i}$  et  $\varepsilon_{2i}$  suivent une loi normale bivariée, donc que  $(\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i}) \sim N(0, 0, \sigma_1, \sigma_2, \rho)$ , où  $-1 < \rho < 1$  et  $\rho = Corr(\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i})$ .

Ici, posons  $g(z_{1i}, z_{2i})$  comme étant la fonction de densité de la distribution normale bivariée, soit

$$g(z_{1i}, z_{2i}) = \left[ \frac{1}{(2\pi\sigma_1\sigma_2(1-\rho^2)^{1/2})} \right] \exp\left(\frac{z_{1i}^2 - 2\rho z_{1i}z_{2i} + z_{2i}^2}{-(2-2\rho^2)}\right) \quad (8)$$

où  $z_{1i} = (M_i^1 - x'_{1i}\beta_1)/\sigma_1$  et  $z_{2i} = (M_i^2 - x'_{2i}\beta_2)/\sigma_2$ .

Enfin, la fonction de log vraisemblance suivante doit être maximisée afin d'estimer les paramètres compris dans  $\beta_1, \beta_2$  ainsi que  $\rho$  (qui est inclut dans  $g(z_{1i}, z_{2i})$ ) (Cameron et Quiggin, 1994):

$$\begin{aligned} \ln L = \sum_{i=1}^N & \left[ (y_i^1)(1-y_i^2) \ln \left( \int_{(M_i^1 - x'_{1i}\beta_1)/\sigma_1}^{\infty} \int_{-\infty}^{(M_i^2 - x'_{2i}\beta_2)/\sigma_2} g(z_{1i}, z_{2i}) dz_{2i} dz_{1i} \right) \right. \\ & + (y_i^1 y_i^2) \ln \left( \int_{(M_i^1 - x'_{1i}\beta_1)/\sigma_1}^{\infty} \int_{(M_i^2 - x'_{2i}\beta_2)/\sigma_2}^{\infty} g(z_{1i}, z_{2i}) dz_{2i} dz_{1i} \right) \\ & + (1-y_i^1)(y_i^2) \ln \left( \int_{-\infty}^{(M_i^1 - x'_{1i}\beta_1)/\sigma_1} \int_{(M_i^2 - x'_{2i}\beta_2)/\sigma_2}^{\infty} g(z_{1i}, z_{2i}) dz_{2i} dz_{1i} \right) \\ & + (1-y_i^1)(1-y_i^2) \ln \left( \int_{-\infty}^{(M_i^1 - x'_{1i}\beta_1)/\sigma_1} \int_{-\infty}^{(M_i^2 - x'_{2i}\beta_2)/\sigma_2} g(z_{1i}, z_{2i}) dz_{2i} dz_{1i} \right) \left. \right] \quad (9) \end{aligned}$$

La commande *biprobit*<sup>13</sup> du logiciel Stata a été utilisée pour estimer le modèle présenté ci-haut.

Le prochain chapitre présente et compare les résultats des régressions utilisant le modèle *probit* standard, le *probit* bivarié ainsi que des versions restreintes du *probit* bivarié. Les comparaisons sont effectuées pour les régressions ne comportant pas de variables de contrôle [Voir : 5.1 *Probit* standard et *probit* bivarié]. La discussion sur le choix des

<sup>13</sup> Avec la spécification pour le *seemingly unrelated bivariate probit model*.

variables explicatives incluses dans les modèles finaux sélectionnés est présentée dans la sous-section 4.3.

## 4.2 *Interval data model*

Nous avons par la suite choisi de suivre la procédure proposée par Lopez-Feldman (2012), qui elle-même repose sur la modélisation originalement proposée par Hanemann, Loomis et Kanninen (1991) lorsqu'ils ont présenté pour la première fois la méthode de CDDP. Tel qu'indiqué précédemment, ce modèle repose sur l'hypothèse que les réponses données respectivement à la première et à la seconde question résultent d'une même valeur sous-jacente correspondant au CAP réel du répondant. Ainsi, cette modélisation est similaire à celle du *probit* bivarié, avec pour exception le fait qu'il n'existe qu'une distribution du CAP sous-jacent et donc un seul terme d'erreur  $\varepsilon_i$ .

Pour débiter, le CAP des répondants est non observé et sera donc représenté par une variable latente  $CAP_i^*$  variant selon les caractéristiques individuelles des répondants (Lopez-Feldman, 2012; Verbeek, 2008). Ainsi, supposons d'abord que le CAP de l'individu  $i$  est normalement distribué et peut être exprimé par la fonction linéaire suivante :

$$CAP_i^*(x_i, u_i) = x_i' \beta + \varepsilon_i \quad (10)$$

Ici,  $x_i$  représente un vecteur de variables explicatives pour l'individu  $i$ ,  $\beta$  est un vecteur de paramètres à estimer et  $\varepsilon_i$  est un terme d'erreur. On suppose également que  $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ . Tel que présenté dans la sous-section 3.1.3, ce modèle suppose que l'individu  $i$  répondra « Oui » à une question si  $M_i \leq CAP_i$  et répondra « Non » autrement. C'est de ces réalisations que le modèle permet d'obtenir de l'information sur le CAP non observé. Rappelons également que les variables  $M_i^1$  et  $M_i^2$  font référence, respectivement, au montant proposé à la première et à la seconde question.

Posons  $y_i^1$  et  $y_i^2$  comme correspondant respectivement à la réponse donnée par l'individu  $i$  à la première et à la seconde question. Soit  $y_i^1 = 1$  si l'individu  $i$  a répondu « Oui » à la première question,  $y_i^1 = 0$  sinon, idem pour  $y_i^2$ . Tel qu'illustré précédemment, les

données recueillies pour chaque individu peuvent correspondre à l'un des 4 cas suivants :  
1. « Oui », « Non »; 2. « Oui », « Oui »; 3. « Non », « Oui »; 4. « Non », « Non ».

Les probabilités d'occurrence de chacun des cas correspondent donc à :

$$\Pr(Oui, Non) = \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^1}{\sigma}\right) - \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \quad (11)$$

$$\Pr(Oui, Oui) = \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \quad (12)$$

$$\Pr(Non, Oui) = \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) - \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^1}{\sigma}\right) \quad (13)$$

$$\Pr(Non, Non) = 1 - \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \quad (14)$$

Les étapes détaillées de l'obtention des équations 11 à 14 sont présentées en annexe [Voir : Annexe C ; Équations *interval data model*]

Enfin, la fonction de log vraisemblance suivante doit être maximisée afin d'estimer les paramètres  $\beta$  et  $\sigma$  du modèle:

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \left[ d_i^{ON} \ln \left( \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^1}{\sigma}\right) - \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \right) + d_i^{OO} \ln \left( \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \right) + d_i^{NO} \ln \left( \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) - \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^1}{\sigma}\right) \right) + d_i^{NN} \ln \left( 1 - \Phi\left(x'_i \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \right) \right] \quad (15)$$

Les variables  $d_i^{ON}$ ,  $d_i^{OO}$ ,  $d_i^{NO}$  et  $d_i^{NN}$  sont des indicateurs prenant la valeur de 1 pour indiquer le cas s'étant réalisé pour l'individu  $i$  et zéro sinon, signifiant que chaque individu contribue au logarithme de la fonction de vraisemblance dans seulement l'une de ses 4 parties. La commande Stata *doubleb* a été utilisée afin d'estimer les paramètres du modèle. Développée par Lopez-Feldman (2012), cette commande permet d'estimer directement  $\hat{\beta}$  et  $\hat{\sigma}$  en utilisant le maximum de vraisemblance. Cette commande permet, lors de l'inclusion de variables explicatives, d'obtenir directement les effets marginaux de chacune d'entre elles sur l'estimation du CAP moyen.

Le modèle présenté ci-haut correspond donc à une version légèrement modifiée du *probit* ordonné standard. En effet, la disparité entre le présent modèle et un *probit* ordonné

ordinaire réside dans l'estimation de la variance du terme d'erreur. Un *probit* ordonné standard impose  $\sigma^2 = 1$  puisque les seuils utilisés pour guider la prise de décision selon la valeur de la variable latente ne sont pas observés. Dans le cas de la méthode du CDDP, les valeurs des seuils sont connues puisqu'elles correspondent aux divers montants  $M_i^1$  et  $M_i^2$  proposés aux répondants. Ainsi, le fait que les seuils soient des paramètres observés rend l'imposition d'une valeur à la variance du terme d'erreur non nécessaire puisque le modèle permet maintenant d'estimer cette dernière (Verbeek, 2008).

### 4.3 Modèles avec variables de contrôle

Le *interval data model* sera présenté dans la sous-section 5.2 comme étant le modèle final utilisé afin de procéder à l'analyse avec variables explicatives. En effet, ce modèle final vise à répondre au second objectif de la présente étude qui est d'acquérir une compréhension des éléments étant liés à des changements dans la valeur du CAP moyen estimé et donc de parvenir à identifier les variables d'intérêt ayant potentiellement un impact sur les préférences des individus quant au bien à l'étude.

#### 4.3.1 Variables considérées

La collecte de données réalisée pour le présent mémoire a permis de recueillir une grande quantité d'information sur chacun des répondants. Les variables considérées pour les modèles finaux sont présentées dans le tableau 4.1 ci-dessous. Nous avons d'emblée exclu l'information obtenue à l'aide de questions ouvertes, nous présenterons un portrait de ces questions dans la sous-section 5.3. Nous avons également exclu les questions qui étaient conditionnelles à une précédente question puisqu'elles fournissaient de l'information sur une portion de l'échantillon seulement.

Tableau 4.1 : Description des variables considérées

Variables	Réponse	Définition
<b>Habitudes de consommation d'eau</b>		
<i>verres</i>		Le nombre de verres d'eau du robinet consommés quotidiennement.
<i>robinet</i>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 100%</li> <li>▪ 75%</li> <li>▪ 50%</li> </ul> =0 si :	Importance de l'eau du robinet dans la consommation quotidienne totale de liquide (pourcentage).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 25%</li> <li>▪ 0%</li> </ul>	
<b>repas</b>		Nombre de repas consommés (sur 21) par semaine n'ayant pas été préparés à son domicile.
<b>fruits</b>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oui</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Non</li> </ul>	Le fait de consommer des fruits et/ou des légumes.
<b>préparation<sup>14</sup></b> <i>*conditionnel à fruits=1</i>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Toujours</li> <li>▪ Souvent</li> <li>▪ Parfois</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rarement</li> <li>▪ Jamais</li> </ul>	La fréquence à laquelle on utilise de l'eau du robinet dans la préparation des fruits et légumes (nettoyage, cuisson, etc.)
<b>douche</b>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plus de 2 fois/jour</li> <li>▪ 2 fois/jour</li> <li>▪ 1 à 2 fois/jour</li> <li>▪ 1 fois/jour</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Moins d'une fois/jour</li> </ul>	La fréquence à laquelle le répondant prend un bain ou une douche.
<b>effort</b>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Toujours</li> <li>▪ Souvent</li> <li>▪ Parfois</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rarement</li> <li>▪ Jamais</li> </ul>	La fréquence à laquelle le répondant fait un effort conscient pour réduire sa consommation d'eau.
<b>ébullition</b>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oui</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Non</li> <li>▪ Je ne sais pas</li> </ul>	Si le répondant a déjà reçu un avis d'ébullition d'eau.
<b>Cyanobactéries</b>		
<b>connaissance</b>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oui</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Non</li> </ul>	Le répondant est au courant qu'il existe un phénomène d'efflorescence de cyanobactéries au Québec chaque année.
<b>témoin</b>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oui</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Non</li> </ul>	Le répondant a déjà été témoin du phénomène dans un plan d'eau.
<b>information</b>	=1 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Très informé(e)</li> <li>• Modérément informé(e)</li> </ul> =0 si : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu informé(e)</li> </ul>	Niveau auquel le répondant se sent informé par rapport au phénomène.

<sup>14</sup> L'objectif de cette question était d'obtenir de l'information sur la consommation d'eau des répondants. Deux répondants n'ont pas répondu à cette question puisqu'ils ont indiqué ne pas consommer de fruits et/ou de légumes à la question précédente. La valeur 0 a néanmoins été assignée à la variable *préoccupation* pour ces répondants puisque ceci reflète le fait que l'utilisation d'eau du robinet pour la préparation de ce type d'aliment n'influence pas leur CAP.

	• N'a jamais entendu parler du phénomène.	
<i>préoccupation</i>	=1 si : • Très préoccupé(e) • Modérément préoccupé(e) =0 si : • Peu préoccupé(e) • Pas du tout	Niveau auquel le répondant se sent préoccupé par rapport au phénomène.
<b>Avis de non-consommation</b>		
<i>puits</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Le domicile du répondant est approvisionné en eau potable par un puits de surface ou un puits artésien.
<i>nonconsommation</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Le répondant a déjà reçu un avis de non-consommation d'eau.
<i>confiance_municipalité</i>	=1 si : Oui  =0 si : ▪ Non ▪ Je ne sais pas	Le répondant a tendance à faire confiance à l'information transmise par sa municipalité concernant la qualité de l'eau potable.
<i>confiance_ministère</i>	=1 si : Oui  =0 si : Non	Le répondant a tendance à faire confiance à l'information transmise par le Ministère de l'Environnement concernant la qualité de l'eau potable.
<i>respect</i>	=1 si : • Respecte à la lettre =0 si : • Respecte partiellement • Ne respecte pas l'avis	Niveau auquel le répondant croit qu'il respecterait un avis de non-consommation d'eau s'il y en avait un en vigueur.
<i>cause</i>	=1 si : ▪ Très important ▪ Important =0 si : ▪ Peu important ▪ Indifférent	L'importance que le répondant accorde au fait d'être informé de la cause d'un avis de non-consommation hypothétique.
<i>santé</i>	=1 si : • Très important • Important =0 si : • Peu important • Indifférent	L'importance que le répondant accorde au fait d'être informé de la cause d'un avis de non-consommation hypothétique.
<b>Caractéristiques sociodémographiques</b>		
<i>femme</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	La répondante est une femme.
<i>âge</i>	=0 si : 18 à 24 ans =1 si : 25 à 39 ans =2 si : 40 à 54 ans =3 si : 55 à 64 ans =4 si : 65 ans et plus	Tranche d'âge du répondant.
<i>français</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	La langue maternelle du répondant est le français.
<i>propriétaire</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Le répondant est propriétaire de son lieu de résidence.
<i>scola</i>	=0 si : Primaire =1 si : Secondaire ou DEP =2 si : Collégial	Le plus haut niveau de scolarité atteint par le répondant (diplôme obtenu).

	=3 si : Universitaire 1 <sup>e</sup> cycle =4 si : Universitaire 2 <sup>e</sup> cycle =5 si : Universitaire 3 <sup>e</sup> cycle	
<i>foyer</i>	=1 si : >1 =0 sinon	Le répondant vit dans un ménage comportant plusieurs individus.
<i>enfants</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Le répondant vit dans un ménage comportant des enfants
<i>petits_enfants</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Le répondant a des petits-enfants.
<i>transport</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Le répondant se déplace principalement en voiture pour faire ses achats et/ou a accès à une voiture.
<i>revenu</i>	=0 si : Moins de 24 999\$ =1 si : 25 000\$ à 49 999\$ =2 si : 50 000\$ à 69 999\$ =3 si : 70 000\$ à 99 999\$ =4 si : 100 000\$ et plus =5 si : sans réponse	Revenu annuel total (avant impôt) du ménage pour l'année 2016.
<i>enviro</i>	=1 si : 1 <sup>ère</sup> , 2 <sup>ème</sup> ou 3 <sup>ème</sup> position. =0 sinon.	Position donnée à la protection de l'environnement parmi les éléments présentés.
<i>diff</i>	=1 si : • Très difficile • Assez difficile =0 si : • Ni facile ni difficile • Assez facile • Très facile	Difficulté que le répondant associe au fait de transporter de l'eau embouteillée.
<i>lac</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Avoir une maison située près d'un lac.
<i>domicile</i>	=1 si : Oui =0 si : Non	Le répondant a été questionné à son domicile.
<b>Autre</b>		
<i>E1</i>	=1 si échantillon 1 =0 si échantillon 2	Faire partie de l'échantillon 1

### 4.3.2 Corrélations

Cette sous-section présente l'analyse des corrélations entre les variables explicatives considérées pour les modèles avec variables de contrôle. Bien qu'il soit évidemment tout à fait normal d'observer une certaine corrélation entre divers couples de variables explicatives, les taux de corrélation peuvent être utilisés afin de déceler des problèmes sous-jacents qui pourraient avoir une incidence sur l'interprétation des coefficients et même sur la décision d'inclusion de certaines variables.

D'une part, nous vérifions la présence de corrélations pour que l'existence des corrélations moyennes à élevées entre les variables d'intérêt soit prise en considération lors de

l'interprétation des estimations du modèle final dans la sous-section 5.2. En effet, une corrélation substantielle entre deux variables explicatives peut altérer le pouvoir explicatif de ces dernières. D'autre part, certains cas de taux de corrélation moyens à élevés entre deux variables peuvent mener à l'exclusion de l'une d'entre elles s'il semble que la corrélation résulte du fait qu'elles mesurent le même élément ou partiellement le même élément.

La question de l'exclusion de variables explicatives dans le cas où elles présentent une corrélation très élevée avec une ou plusieurs autres variables explicatives demeure ambiguë. D'un côté, Wooldridge (2015) avance qu'il demeure clair que, toutes choses étant égales par ailleurs, il est préférable d'avoir moins de corrélation entre une variable explicative donnée  $x_j$  et les autres variables explicatives si l'on souhaite estimer son coefficient  $\beta_j$ . D'un autre côté, puisqu'il n'existe pas de valeur numérique ou de seuil reconnu dans la littérature comme étant la limite de l'acceptabilité, il n'est pas possible de spécifier quel niveau de corrélation entre deux variables explicatives est considéré trop élevé (Wooldridge, 2015).

De ce fait, nous avons choisi arbitrairement de présenter les taux de corrélation supérieurs à 30% dans le tableau 4.2 ci-dessous. Ainsi, nous considérons que les taux de corrélation inférieurs à 30% sont suffisamment faibles pour ne pas être investigués davantage et mentionnés explicitement dans le cadre de la présente étude.

Tableau 4.2 : Taux de corrélation supérieurs à 30%

Couple de variables	Taux de corrélation
<i>santé &amp; respect</i>	30,85 %
<i>lac &amp; EI</i>	32,12 %
<i>foyer &amp; enfants</i>	32,17 %
<i>i.âge &amp; propriétaire</i>	33,85 %
<i>témoin &amp; information</i>	34,10 %
<i>domicile &amp; propriétaire</i>	36,46 %
<i>information &amp; préoccupation</i>	38,37 %
<i>i.âge &amp; enfants</i>	41,31 %
<i>enfants &amp; petits-enfants</i>	45,90 %
<i>santé &amp; cause</i>	46,82 %
<i>puits &amp; ébullition</i>	46,91 %
<i>verres &amp; robinet</i>	49,70 %
<i>i.âge &amp; petits-enfants</i>	63,73 %
<i>domicile &amp; EI</i>	79,44 %

### 4.3.3 Variables sélectionnées

Les variables présentées dans le tableau 4.1 représentent l'ensemble de l'information à notre disposition afin d'explorer les éléments étant liés à des variations de CAP moyen (modèle *doubleb*). Avant de tester les modèles, nous avons choisi de retirer certaines des variables présentées précédemment. Les variables exclues sont listées ci-dessous, ainsi que les justifications associées à chacune des exclusions.

- *verres* : Cette variable est considérablement corrélée avec la variable *robinet*. Ces deux variables mesurent partiellement la même information et nous avons donc choisi d'exclure la variable *verres* puisque nous considérons que la proportion d'eau du robinet dans la consommation de liquide des individus est plus pertinente.
- *fruits* : Cette question était en place pour introduire la question suivante concernant l'utilisation d'eau du robinet dans la préparation des fruits et légumes. 238 des 240 répondants ont répondu par l'affirmative à cette question faisant en sorte que la variable *fruits* apporte très peu d'information et a donc été retirée.

- *domicile* : Cette variable est hautement corrélée (79,55 %) avec la variable *EI* par construction puisque l'échantillon 1 est composé uniquement d'individus questionnés à leur domicile alors que l'échantillon 2 est composé en majorité d'individus questionnés à l'extérieur de leur domicile. Nous avons choisi de retirer la variable *domicile* puisque nous nous intéressons davantage à l'effet résultant des différentes méthodes d'échantillonnage et que l'endroit où le répondant a été questionné est implicitement inclus dans la variable *EI*.
- *petits-enfants* : Cette variable est sans surprise considérablement corrélée avec les variables *enfants* et *i.âge*. Puisque les variables *enfants* et *petits-enfants* sont corrélées par construction et mesurent donc partiellement le même élément, nous supposons que l'impact d'avoir des enfants vivant dans son foyer sur le CAP moyen est plus important que celui d'avoir de petits-enfants et avons donc choisi de retirer la variable *petits-enfants*.

Enfin, puisque le modèle comprend maintenant 30 variables explicatives, dont 3 polytomiques, pour un total de 44 paramètres à estimer (incluant la constante et les variables pour le montant proposé à chacune des questions), nous procédons au retrait de plusieurs autres variables afin d'éviter tout problème d'identification qui pourrait résulter de la petite taille de l'échantillon. Pour ce faire, nous testons plusieurs combinaisons de variables d'intérêt incluses dans le *interval data model*. Nous procédons également à des tests de Wald conjoints pour s'assurer que nous ne sommes pas dans une situation où au moins une des variables considérées pour l'exclusion serait liée de façon significative à la variable latente du CAP moyen des individus.

À la suite de cet exercice, toutes les variables relatives aux habitudes de consommation d'eau, soit *robinet*, *repas*, *préparation*, *douche*, *effort*, *ébullition*, ont été exclues du modèle final. En effet, pour toutes les spécifications de modèle testées, les variables relatives aux habitudes de consommation étaient celles ayant les effets marginaux les moins significatifs sur l'estimation du CAP moyen. Les variables *témoin*, *cause*, *femme* et *propriétaire* ont aussi été exclues du modèle final puisque les données que nous

utilisons suggèrent, dans toutes les spécifications de modèle testées, qu'elles n'ont pas de pouvoir significatif sur l'estimation du CAP moyen.

## 4.4 Résultats préliminaires et validité théorique

Tel qu'abordé au précédent chapitre, il existe 4 versions du questionnaire utilisées dans le cadre de cette étude. Chacune des versions était générée de façon aléatoire et présentait un montant différent au répondant [Voir : 3.2.3 Évaluation contingente]. La répartition des versions des 240 questionnaires complétés est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4.3 : Répartition des versions du questionnaire

Version	Nombre de questionnaires	Pourcentage
1 : Proposition de 50\$	54	22,50
2 : Proposition de 80\$	56	23,33
3 : Proposition de 110\$	60	25,00
4 : Proposition de 140\$	70	29,17

Nous constatons que les versions du questionnaire sont bien réparties.

### **Validité théorique :**

Un test de validité théorique fréquemment utilisé pour les études utilisant un CDDP consiste à vérifier que la proportion d'individus acceptant de payer le montant proposé diminue lorsque le montant proposé augmente. Ce test vise à vérifier qu'il y a présence d'une élasticité négative de la demande par rapport au prix du bien (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Le tableau 4.4 présente la proportion d'individus ayant répondu « Oui » à la première question d'EC pour chacun des montants proposés, cette information est également représentée visuellement dans la figure 4.1.

Tableau 4.4 : Répartition des réponses selon le montant proposé

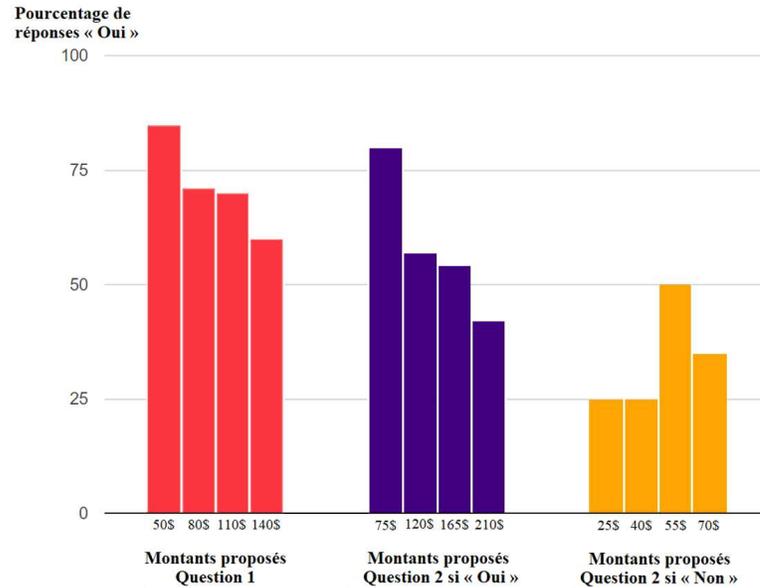
Question 1				Question 2			
Montant	Réponse	Quantité	%	Montant	Réponse	Quantité	%
50\$	Oui	46	85,19	75\$	Oui	37	80,43
					Non	9	19,57
	Non	8	14,81	25\$	Oui	2	25,00
					Non	6	75,00
80\$	Oui	40	71,43	120\$	Oui	23	57,50
					Non	17	42,50
	Non	16	28,57	40\$	Oui	4	25,00
					Non	12	75,00
110\$	Oui	42	70,00	165\$	Oui	23	54,76
					Non	19	45,24
	Non	18	30,00	55\$	Oui	9	50,00
					Non	9	50,00
140\$	Oui	42	60,00	210\$	Oui	18	42,86
					Non	24	57,14
	Non	28	40,00	70\$	Oui	10	35,71
					Non	18	64,29

Les données obtenues par la question 1 respectent les attentes basées sur la théorie économique. On constate effectivement que le pourcentage d'individus qui répondent « Oui », pour un montant donné, diminue lorsque la valeur du montant proposé augmente. Le montant le plus faible (50\$) engendre une proportion de réponses positives supérieure de 25,19 points de pourcentage à celle obtenue par le montant le plus élevé (140\$). Ainsi, les résultats obtenus corroborent l'hypothèse de présence d'une élasticité négative de la demande par rapport au prix du bien.

Pour leur part, les données obtenues par la question 2 affichent des effets différents selon la trajectoire ascendante ou descendante des montants proposés. En effet, chez les individus ayant répondu « Oui » à la première question, soit les individus à qui on a proposé un montant plus élevé pour la seconde question, le pourcentage de réponses affirmatives diminue lorsque le montant proposé augmente. En effet, le montant le plus faible (75\$) engendre une proportion de réponses positives supérieure de 37,57 points de pourcentage à celle obtenue par le montant le plus élevé (210\$). Ces résultats corroborent

aussi l'hypothèse de présence d'une élasticité négative de la demande par rapport au prix du bien.

Figure 4.1 : Proportion de réponses affirmatives selon le montant proposé



Comme le montre la figure 4.1, l'effet observé pour la question 2 chez les individus ayant répondu « Non » à la première question est très différent des deux cas discutés ci-dessus. Par ailleurs, le fait que l'individu ait répondu « Non » à la première question signifie que l'on compare les proportions de gens ayant un CAP situé entre deux valeurs, plutôt qu'un CAP supérieur à une valeur comme dans les deux cas précédents. Ainsi, la théorie ne prescrit pas que ces proportions doivent nécessairement être décroissantes.

Enfin, ces résultats préliminaires suggèrent que l'effet du montant proposé sur la proportion de réponses positives obtenues est cohérent avec les attentes basées sur la théorie économique néo-classique pour la première question ainsi que la seconde question avec trajectoire de prix ascendante. Un second test de validité théorique fréquemment utilisé pour les études utilisant un CDDP consiste à vérifier que le signe des effets des variables explicatives sur l'estimation du CAP moyen correspond aux attentes basées sur la théorie économique (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Ce second test de validité théorique sera abordé dans la sous-section 5.2 où les résultats du modèle final avec variables explicatives seront discutés.



# 5. Résultats

## 5.1 Analyse sans variables de contrôle

Alberini (1995) réalise une analyse afin de comparer la méthode du *probit* bivarié à celle du *interval data model*. Il utilise des simulations de Monte Carlo afin d'évaluer comment chacun des modèles performe lorsque la distribution sous-jacente du CAP correspond à l'autre modèle et en faisant varier la valeur du paramètre  $\rho$ .

L'auteur conclut que l'*interval data model* s'avère étonnamment robuste dans les situations où le modèle est techniquement incorrect, soit dans les modèles avec des distributions comportant des valeurs faibles du paramètre  $\rho$  (Alberini, 1995). Ainsi, il suggère que la méthode du *interval data model* semble être fréquemment supérieure à la méthode du *probit* bivarié. Il serait donc sans doute avisé pour les praticiens de la méthode d'EC avec CDDP, dans les cas où le niveau de corrélation est inférieur à 1, mais demeure élevé, de prioriser l'usage du *interval data model* (Alberini, 1995).

Malgré tout, Alberini (1995) recommande pour finir de d'abord obtenir les résultats pour les deux modèles afin d'avoir un portrait clair des différences entre les estimations obtenues par chacun des modèles et, le cas échéant, de pouvoir investiguer davantage en testant certaines hypothèses. En effet, le fait de choisir nécessairement le *interval data model* peut dans certains cas s'avérer tout à fait erroné et résulter au rejet délibéré d'une grande partie de l'incertitude entourant le CAP sous-jacent des individus ou alors à l'attribution d'un pouvoir explicatif à des variables de contrôle qui n'en ont en réalité aucun (Alberini, 1995). Nous avons donc choisi de suivre cette recommandation, de sorte que la présente sous-section permet d'effectuer une comparaison des modèles considérés pour l'analyse des résultats obtenus dans le cadre de la méthode avec CDDP et ultimement de justifier le choix du modèle final utilisé pour l'analyse avec variable de contrôle présentée dans la prochaine sous-section, soit le *interval data model*.

### 5.1.1 *Probit* standard et *probit* bivariés

L'objectif premier de la présente étude est d'obtenir une estimation du CAP moyen pour l'implantation des outils de traitement et de diagnostic dans les usines de traitement d'eau des municipalités touchées. À cet effet, nous comparons d'abord les divers modèles sans incorporer les variables explicatives et en nous intéressant plus particulièrement à la valeur du CAP estimé, à l'intervalle de confiance qui y est associé ainsi qu'à la corrélation entre les deux distributions de CAP sous-jacent. Tous les modèles utilisent donc seulement l'information contenue dans les variables *réponse\_1* et *réponse\_2*, ces variables prennent la valeur 1 si le répondant répond « Oui » et 0 sinon, ainsi que dans les variables *montant\_1* et *montant\_2*, indiquant le montant proposé au répondant à chacune des questions.

Le premier modèle (*probit\_1*) considéré dans cette sous-section correspond à un *probit* de base, utilisé afin d'estimer le CAP moyen avec la méthode du CDSP en utilisant seulement la réponse à la première question. Le second modèle présenté (*biprobit*) correspond au modèle général de Cameron et Quiggin (1994), soit un *probit* bivarié non restreint. Le troisième et quatrième modèle, *biprobit\_1* et *biprobit\_2*, correspondent à des *probit* bivariés restreints imposant respectivement que  $\beta_1 = \beta_2$  (*biprobit\_1* : égalité entre les coefficients des variables *montant\_1* et *montant\_2*) et *constante\_1*=*constante\_2* (*biprobit\_2*). Le cinquième modèle (*biprobit\_3*) correspond à un *probit* bivarié restreint imposant simultanément les contraintes  $\beta_1 = \beta_2$  et *constante\_1*=*constante\_2*. Le tableau 5.1 présente les résultats obtenus à l'aide de ces cinq modèles, soit les estimations des paramètres de la distribution sous-jacente du CAP ainsi que les estimations des CAP moyens<sup>15</sup> pour chacun des modèles.

---

<sup>15</sup> L'estimation des CAP moyens est obtenue à l'aide de la commande *nlcom* (*Nonlinear combination of estimators*) dans Stata. Cette commande se base sur la méthode delta et est utilisée pour calculer, entre autres, les estimations ponctuelles, les erreurs type, les niveaux de significativité ainsi que des intervalles de confiance pour des combinaisons potentiellement non-linéaire de paramètres préalablement estimés (StataCorp, 2013). Dans les cas des modèles *probit*, *biprobit*, *biprobit\_1*, la commande a été appliquée au ratio  $-cons\_t/\beta\_t$ .

Tableau 5.1: *Probit* standard et *probit* bivariés

Contrainte :	Modèle <i>probit</i>	Modèle <i>biprobit</i>	Modèle <i>biprobit_1</i> $\beta_1 = \beta_2$	Modèle <i>biprobit_2</i> $const\_1 = const\_2$	Modèle <i>biprobit_3</i> $\beta_1 = \beta_2$ $const\_1 = const\_2$
<i>1<sup>ère</sup> réponse</i>					
$\beta_1$	-0,008 *** (0,003)	-0,008 *** (0,002)	-0,008 *** (0,002)	-0,006 *** (0,002)	-0,009 *** (0,002)
<i>constante_1</i>	1,329 *** (0,281)	1,403 *** (0,268)	1,367 *** (0,190)	1,131 *** (0,199)	1,231 *** (0,190)
<i>2<sup>ème</sup> réponse</i>					
$\beta_2$	-	-0,008 *** (0,002)	-0,008 *** (0,002)	-0,009 *** (0,002)	-0,009 *** (0,002)
<i>constante_2</i>	-	1,024 *** (0,233)	1,035 *** (0,222)	1,131 *** (0,199)	1,231 *** (0,190)
<i>N</i>	240	240	240	240	240
<i>CAP<sub>1</sub> moyen</i>	171,57 *** (26,07)	165,57 *** (21,24)	168,30 *** (17,45)	188,31 *** (32,19)	141,82 *** (10,38)
<i>CAP<sub>2</sub> moyen</i>	-	127,53 *** (9,78)	127,47 *** (9,66)	128,51 *** (8,90)	141,82 *** (10,38)
<i>Log-vraisemblance</i>	-140,403	-294,251	-294,269	-295,374	-303,178
<i>athrho</i>	-	1,054 ***	1,065 ***	1,142 ***	1,007 ***
$\rho$	-	0,783 (0,124)	0,788 (0,120)	0,815 (0,111)	0,764 (0,128)

\*  $p < 0,10$  ; \*\*  $p < 0,05$  ; \*\*\*  $p < 0,01$  ; Les valeurs entre parenthèses représentent les erreurs types associées aux diverses estimations pour des intervalles de confiance de 95%.

Pour ce qui est des modèles présentés dans le tableau 5.1, nous nous intéressons seulement aux signes des coefficients estimés des variables *montant\_1* et *montant\_2*. En effet, la direction de l'effet d'une variable explicative  $x_j$  sur l'espérance conditionnelle de la variable latente  $CAP_{it}^*$  sachant  $x$  est le même que son effet sur la variable dépendante du modèle d'un *probit* ou d'un *probit* bivarié (Wooldridge, 2010). Ainsi, le coefficient de la variable *montant\_1* du modèle *probit*, par exemple, indique que la valeur du montant proposé a un effet négatif sur la probabilité d'obtention d'une réponse positive. En fait, tous les modèles présentés estiment un coefficient négatif et hautement significatif ( $p$ -value  $< 1\%$ ) pour les variables *montant\_1* et *montant\_2*, confirmant l'hypothèse selon laquelle lorsque la valeur du montant proposé augmente, toute chose étant égale par ailleurs, la probabilité d'obtention d'une réponse positive (modèle *probit*) ou la probabilité que le répondant se situe dans le cas d'intérêt (modèles *probit* bivariés)

diminue. Enfin, puisque tous les modèles montrent des résultats similaires à cet égard, nous nous intéresserons davantage aux autres éléments pour différencier ces derniers, soit les estimations des CAP moyens, leur intervalle de confiance ainsi que la corrélation entre les deux distributions du CAP sous-jacent associé à chacune des questions.

D'abord, on constate que le CAP moyen obtenu lorsque seule l'information recueillie avec la première question est prise en considération (*probit\_1*) s'avère à la fois plus élevé ( $171,57\$ > 165,57\$$ ), mais également moins précis, selon son intervalle de confiance ( $26,07\$ > 21,24\$$ ), que les CAP moyens sous-jacents pour la première question dans le modèle prenant également en considération l'information obtenue à la seconde question (*biprobit*). Par ailleurs le modèle le plus restreint, *biprobit\_3* présente cet effet de façon encore plus prononcée. En effet, ce modèle est celui, parmi les *probit* bivariés présentés dans le tableau 5.1, permettant le gain de précision le plus substantiel dû à la prise en considération de l'information recueillie à la seconde question, mais également aux deux contraintes d'égalité comprise dans son estimation. Ainsi, ce modèle génère un CAP moyen estimé qui est considérablement inférieur à celui obtenu avec le *probit* simple ( $141,82\$ < 171,57\$$ ), mais également plus précis ( $10,38\$ < 26,07\$$ ).

Ces résultats sont d'ailleurs cohérents avec ce qui est prédit par la littérature. En effet, l'approche avec CDDP tend à être l'approche la plus conservatrice puisqu'elle engendre généralement des estimations du CAP moyen inférieures à celles obtenues avec la méthode du CDSP. La présence de la seconde question semble généralement engendrer un potentiel déplacement vers la gauche de la distribution du CAP sous-jacent (Alberini, Kanninen et Carson, 1997; Cameron et Quiggin, 1994; Carson, Flores et Meade, 2001). Nos résultats suggèrent donc que l'effet de la présence d'une seconde question tend à influencer négativement la probabilité d'offrir une réponse positive chez le répondant. Ainsi, le gain en précision obtenu à l'aide de la seconde question est potentiellement contrebalancé par certains biais dus à cette seconde question.

Pour ce qui est du modèle de *probit* bivarié non restreint, le test de ratio de vraisemblance<sup>16</sup> pour l'hypothèse nulle  $\rho = 0$  permet de rejeter clairement l'hypothèse nulle ( $\chi^2=24,3887$ , Prob  $> \chi^2=0,0000$ ) et donc de conclure que les deux distributions sous-jacentes de CAP ne sont pas complètement indépendantes, soit que le niveau de corrélation entre leur terme d'erreur respectif est non-nulle. Le modèle estime d'ailleurs un taux de corrélation de 78,33% entre les termes d'erreur des deux distributions sous-jacentes du CAP, avec un intervalle de confiance significatif de 65,94% à 90,71%. La présence d'une corrélation non nulle et relativement élevée implique donc que l'utilisation d'un *probit* bivarié est justifiée et également plus efficace que l'estimation d'un *probit* simple pour chacune des questions séparément (Wooldridge, 2010). Par ailleurs, il n'est pas possible d'utiliser un test similaire pour l'hypothèse selon laquelle les termes d'erreur des deux distributions sous-jacentes du CAP sont parfaitement corrélés ( $\rho = 1$ ) (Alberini, 1995). En effet, bien que ce test serait utile pour parvenir à sélectionner le modèle le plus approprié entre le *probit* bivarié et le *interval data model*, le test de ratio de vraisemblance ou le test de Wald ne peuvent être utilisés puisque la distribution de convergence des tests sous l'hypothèse nulle assume que les vrais paramètres du modèle se trouvent à l'intérieur de l'intervalle posé pour ces paramètres. Ici, la valeur de 1 pour le paramètre  $\rho$  se trouve à la frontière de l'intervalle indiqué pour ce paramètre, violant l'hypothèse sur laquelle les tests classiques se basent (Alberini, 1995; Amemiya, 1985).

Ensuite, le test de ratio de vraisemblance pour l'hypothèse nulle selon laquelle  $\beta_1 = \beta_2$  ne permet pas de rejeter l'hypothèse nulle ( $\chi^2=0,04$ , Prob  $> \chi^2=0,8481$ ). Le modèle *biprobit\_1* estime donc un *probit* bivarié en imposant une contrainte d'égalité entre les coefficients de chacun des montants proposés. On constate que les CAP moyens estimés, soit CAP<sub>1</sub> moyen = 168,30 \$ et CAP<sub>2</sub> moyen = 127,47 \$ sont très près de ceux obtenus pour le *probit* bivarié non-restreint, tant au niveau de leur valeur que de leur intervalle de confiance. L'estimation du paramètre  $\rho$  est également très similaire entre ces deux régressions, tant au niveau de la valeur que de l'erreur type.

---

<sup>16</sup> Un test de Wald aurait également pu être utilisé, ce test est asymptotiquement équivalent au test de ratio de vraisemblance sous l'hypothèse nulle. (Alberini, 1995)

Le test de ratio de vraisemblance pour l'hypothèse nulle selon laquelle  $constante\_1=constante\_2$  ne permet pas de rejeter l'hypothèse nulle ( $\chi^2=2,25$ , Prob  $> \chi^2=0,1339$ ). Le modèle *biprobit\_2* estime donc un *probit* bivarié en imposant une contrainte d'égalité entre les constantes estimées de la distribution sous-jacente du CAP pour chacune des deux questions. Le CAP moyen estimé pour la première question est plus élevé et moins précis que celui obtenu pour le *probit* bivarié non restreint. Par ailleurs, on constate que le CAP moyen estimé pour la seconde question, soit CAP<sub>2</sub> moyen = 128,51 \$ est très près de celui obtenu pour le *probit* bivarié non restreint, tant au niveau de sa valeur que de son intervalle de confiance.

Ce faisant, le fait que l'hypothèse nulle associée à chacune de deux contraintes mentionnées ci-haut ne puisse être rejetée avec un niveau de significativité satisfaisant semble suggérer qu'il soit possible que la distribution du CAP sous-jacent guidant la réponse à chacune des questions soit la même pour la première et la seconde question, tel que proposé par le *interval data model* de Hanemann, Loomis et Kanninen (1991). Toutefois, le test du ratio de vraisemblance pour ces des deux contraintes de façon conjointe, soit que simultanément  $\beta_1 = \beta_2$  et  $constante\_1=constante\_2$  (utilisées pour le modèle *biprobit\_3*), permet de rejeter facilement l'hypothèse nulle avec un niveau de confiance de 99% ( $\chi^2=17,85$ , Prob  $> \chi^2=0,0001$ ), suggérant donc que bien que l'estimation de la corrélation entre les termes d'erreur montrent que ces derniers sont corrélés, il demeure des raisons de croire qu'il existe des effets affectant la première et la seconde question différemment et donc qu'il existe potentiellement une distribution sous-jacente du CAP propre à chacune des questions.

### **5.1.2 Interval data model**

L'ajout progressif de contraintes au modèle du *probit* bivarié standard permet d'obtenir des modèles se rapprochant progressivement du *interval data model* (par exemple l'ajout d'une contrainte prescrivant  $\rho = 1$  au modèle *biprobit\_3* mènerait à l'obtention du *interval data model*), soit le modèle permettant le gain d'efficacité le plus substantiel dans son utilisation de l'information obtenue par la seconde question. En effet, le modèle proposé par Hanemann, Loomis et Kanninen (1991) considère qu'il existe une

seule valeur latente du CAP, l'ensemble de l'information recueillie précise donc l'estimation de cette même distribution et engendre un gain d'efficacité pour la méthode de CDDP plus substantiel que si le *probit* bivarié est utilisé.

Les résultats obtenus pour l'estimation du *interval data model*, sans variables de contrôle, sont présentés dans le tableau 5.2 ci-dessous. La commande *doubleb*, utilisée dans le logiciel Stata, permet d'estimer directement les paramètres  $\beta$  et  $\sigma$  (Lopez-Feldman, 2012), faisant en sorte que l'expression pour l'estimation du CAP moyen est simplement  $\bar{x}_i' \hat{\beta}$ .

Tableau 5.2 : *Interval data model*

Paramètre	Estimation
<i>CAP moyen</i>	134,96 \$ *** (7,07 \$)
$\hat{\sigma}$	93,72 \$ *** (7,63 \$)
<u>N</u>	240
<i>Log-vraisemblance</i>	-305, 14535

\*  $p < 0,10$  ; \*\*  $p < 0,05$  ; \*\*\*  $p < 0,01$  ; Les valeurs entre parenthèses représentent les erreurs types associées aux diverses estimations pour des intervalles de confiance de 95%.

Le *interval data model* estime un CAP de 134,96\$, soit une valeur plus faible que toutes celles estimées à l'aide des modèles de *probit* bivariés présenté précédemment. Ceci est cohérent avec la littérature où l'on observe généralement des CAP estimés moyens qui sont inférieurs à ceux obtenus à l'aide de la méthode de CDDP lorsque l'on emploie la méthode de CDDP (Carson, Flores et Meade, 2001). Ainsi, puisque le *interval data model* prend toute l'information en considération et la traite comme un élément précisant une seule et même distribution, le gain d'efficacité semble se traduire également par une diminution plus prononcée du CAP moyen relativement au CAP moyen obtenu à l'aide de l'information de la première question uniquement (modèle *probit*). Enfin, le présent modèle correspond aussi, sans surprise, au modèle le plus précis avec une erreur type de seulement 7,07 \$, ce qui illustre explicitement les gains en efficacité obtenus à l'aide de la pleine utilisation de l'information obtenue à la seconde question.

Bref, la distribution du ou des CAP sous-jacent(s) des répondants demeure non-observée et, il n'est pas possible, tel que discuté plus tôt, d'utiliser les tests conventionnels comme le test de Wald ou le test de ratio de vraisemblance pour tester l'hypothèse  $\rho = 1$ . Ainsi,

Alberini (1995) avance que « les croyances du chercheur sur la façon dont les répondants forment leurs réponses aux questions d'EC vont, ultimement, guider le choix entre les deux modèles rivaux » (Alberini, 1995 : 172). À cet égard, nous avons choisi de prioriser l'utilisation du *interval data model*, pour le modèle final avec variables de contrôle. Tel que discuté précédemment par Alberini (1995), le modèle proposé par Hanemann, Loomis et Kanninen (1991) s'avère très robuste pour estimer le CAP moyen, même dans les situations où le paramètre  $\rho$  prend des valeurs faibles et il est donc généralement supérieur à la méthode du *probit* bivarié. Ainsi, Alberini (1995) indique finalement que le fait de prioriser l'utilisation du *interval data model* correspond au choix le plus sûr, surtout lorsque le paramètre  $\rho$  estimé avec la méthode du *probit* bivarié est élevé, ce qui est le cas de nos données avec un taux de corrélation estimé de 78,33%. Enfin, ce modèle permet aussi le gain d'efficacité le plus substantiel dans l'estimation du CAP moyen en utilisant pleinement l'information recueillie à la seconde question ce qui, dans le cas de la présente recherche, correspond à un avantage considérable puisque la taille de notre échantillon est limitée. Pour ces raisons, le choix du *interval data model* semble être le plus avisé pour analyser les données recueillies dans le cadre de la présente étude.

## 5.2 Analyse avec variables de contrôle

### 5.2.1 Variables d'intérêt

La présente sous-section aborde les variables explicatives ayant un effet sur la probabilité que le répondant se situe dans un cas donné et donc sur la valeur de l'estimation du CAP moyen des répondants. La commande *doubleb* (Stata), développée par Lopez-Feldman (2012) utilise le *interval data model* introduit dans la sous-section 4.3.3 et génère directement les effets marginaux estimés de chacune des variables explicative sur le CAP moyen. Les résultats sont présentés dans le tableau 5.3 ci-dessous.

Tableau 5.3 : *Interval data model* avec variables de contrôle

Variables	Effet marginal	p-value
<b>Paramètres du vecteur beta</b>		
Cyanobactéries		
<i>connaissance</i>	-64,89 <sup>+</sup>	0,120
<i>information</i>	10,05	0,457
<i>préoccupation</i>	7,44	0,644
Avis de non-consommation		
<i>puits</i>	-46,15 ***	0,002
<i>non-consommation</i>	-21,32 <sup>+</sup>	0,149
<i>confiance_municipalité</i>	54,88 **	0,036
<i>confiance_ministère</i>	26,69 <sup>+</sup>	0,122
<i>respect</i>	47,35 **	0,023
<i>santé</i>	89,99 **	0,018
Caractéristiques sociodémographiques		
<i>français</i>	-24,96	0,294
<i>foyer</i>	28,72 *	0,080
<i>enfants</i>	-9,54	0,585
<i>transport</i>	-32,63	0,329
<i>enviro</i>	31,07 **	0,023
<i>diff</i>	-13,51	0,639
<i>lac</i>	-20,39 <sup>+</sup>	0,124
<i>revenu = 25 000\$ à 49 000\$</i>	12,56	0,573
<i>revenu = 50 000\$ à 69 000\$</i>	54,01 **	0,025
<i>revenu = 70 000\$ à 99 000\$</i>	35,73 <sup>+</sup>	0,132
<i>revenu = 100 000\$ et plus</i>	74,07 ***	0,004
<i>revenu = refus de répondre</i>	42,01 *	0,081
<i>âge = 18 à 24 ans</i>	180,50 ***	0,006
<i>âge = 40 à 54 ans</i>	-12,77	0,523
<i>âge = 55 à 64 ans</i>	5,73	0,767
<i>âge = 65 ans et plus</i>	-9,43	0,637
<i>scola = primaire</i>	-43,42	0,189
<i>scola = collégial</i>	-31,91*	0,052
<i>scola = univ 1<sup>er</sup> cycle</i>	-22,49	0,189
<i>scola = univ 2<sup>e</sup> cycle</i>	-58,34**	0,010
<i>scola = univ 3<sup>e</sup> cycle</i>	-20,78	0,677
Autre		
<i>E1</i>	13,95	0,293
<i>constante</i>	-4,85	0,946
<b>Paramètre sigma</b>		
<i>constante</i>	75,38***	0,000
<b>Modèle</b>		
Log-vraisemblance	-262,07877	
Wald $\chi^2(26)$	69,07	
Prob > $\chi^2$	0,0001	

+p < 0,15; \*p < 0,10 ;\*\* p < 0,05 ;\*\*\* p < 0,01

Toutes les interprétations des effets marginaux présentés dans le tableau s'intéressent à la différence entre le CAP moyen estimé si la variable explicative dichotomique prend la

valeur de 1 comparativement au CAP moyen estimé si la variable explicative dichotomique prend la valeur de zéro, toutes choses étant égales par ailleurs.

### **Cyanobactérie**

*connaissance* : La variable *connaissance* a un effet négatif considérable (-64,89 \$) sur l'estimation du CAP moyen, l'effet marginal étant significatif à un niveau de confiance de 85%. Ce résultat suggère que les individus ayant indiqué être au courant de l'existence de la problématique de PNC auraient un CAP moyen nettement inférieur à celui des individus ayant indiqué n'avoir jamais entendu parler du phénomène. Il nous faut par ailleurs spécifier que seulement 8 individus sur les 240 inclus dans l'échantillon final ont indiqué n'avoir jamais entendu parler du phénomène, ce qui limite considérablement l'importance et la portée de l'effet marginal de la variable *connaissance*.

### **Avis de non-consommation**

*puits* : Sans surprise, les individus ayant des puits artésiens ou de surface et qui ne sont donc pas touchés directement par le bien à l'étude ont un CAP moyen nettement inférieur à celui des individus desservis par le système d'aqueduc municipal, toutes choses étant égales par ailleurs. L'effet marginal est de -46,15 \$ et est significatif à un niveau de confiance de 99%. Cet effet est cohérent avec les attentes que nous avons envers cette variable.

*non-consommation* : Les individus ayant déjà reçu ou expérimenté un avis de non-consommation d'eau ont un CAP moyen inférieur à ceux n'en ayant jamais expérimenté, toutes choses étant égales par ailleurs. L'effet marginal de -21,32 \$ qui est significatif à un niveau de confiance de 85% nous amène à émettre l'hypothèse selon laquelle les individus ayant de l'expérience avec les avis de non-consommation sont potentiellement mieux outillés pour y faire face à l'avenir et ont donc un CAP moyen qui serait inférieur à celui des individus n'en ayant jamais expérimenté un.

*confiance municipalité & confiance ministère* : Ces deux variables ont des effets marginaux positifs sur l'estimation du CAP moyen, respectivement 54,88 \$ (significatif à un niveau de confiance de 95%) et 26,69 \$ (significatif à un niveau de confiance de

85%). Ces résultats sont cohérents avec nos attentes, soit que les individus ayant confiance envers ces entités seront généralement plus enclins à laisser ces dernières recueillir davantage de fonds publics pour tenter de s'attaquer à une problématique.

*respect* : L'effet marginal de cette variable sur l'estimation du CAP moyen est de 47,35 \$ et est significatif à un niveau de confiance de 95%. Cet effet correspond lui aussi à nos attentes puisque les individus ayant l'intention de respecter un potentiel avis de non-consommation à la lettre bénéficient davantage du bien à l'étude comparativement à ceux qui prévoient le respecter partiellement ou pas du tout.

*santé* : Les individus pour qui il est important ou très important d'être informé des divers problèmes de santé pouvant résulter du non-respect d'un avis de non-consommation dû à une PNC ont un CAP moyen estimé supérieur par 89,99\$ (significatif à un niveau de confiance de 95%) à celui de ceux pour qui cette information est peu ou pas importante. Ceci est cohérent avec les attentes basées sur le sens commun.

### **Caractéristiques sociodémographiques**

*foyer* : L'effet marginal de cette variable sur le CAP moyen estimé est de 28,72\$ et est significatif avec un niveau de confiance de 90%. Cette variable fait référence au fait de vivre dans un foyer composé d'au moins deux individus. Ainsi, cet effet confirme nos attentes selon lesquelles les ménages composés de plusieurs membres auront un CAP moyen estimé supérieur aux individus vivants seuls puisque la présence d'un avis de non-consommation d'eau est plus facile à gérer pour un individu vivant seul.

*enviro* : Cette variable fait référence au fait qu'un individu ait classifié la protection de l'environnement dans l'une des trois première position (sur 6) en tant que priorité pour le gouvernement. Ainsi, un effet marginal positif sur le CAP moyen correspond à nos attentes puisque ces individus valorisent davantage la protection de l'environnement et sont donc potentiellement plus enclins à consentir à payer pour améliorer une problématique environnementale. Cet effet marginal s'élève à 31,07 \$ est significatif avec un niveau de confiance de 95%.

*lac* : Le fait que le répondant considère sa résidence comme étant près d'un lac a un effet marginal de -20,39 \$ étant significatif à un niveau de confiance de 85%. Ce résultat va à l'encontre de nos attentes puisque nous supposions, à l'étape de la conception, que les individus vivant près d'un lac sont davantage sensibilisés à la problématique et auraient donc un CAP moyen estimé plus élevé.

*revenu= 50 000\$ à 69 999\$, revenu= 70 000\$ à 99 000\$ et revenu= 100 000\$ et plus*: La catégorie de base étant le revenu le plus faible, il n'est pas surprenant de constater que le fait d'appartenir à une catégorie de revenu plus élevé ait un effet positif de, respectivement, 54,01\$ (significatif à un niveau de confiance de 95%), 35,73\$ (significatif à un niveau de confiance de 85%) et 74,07\$ (significatif à un niveau de confiance de 99%). Ces effets marginaux sont tout à fait cohérents avec les attentes basées sur la théorie économique, soit que les individus ayant un revenu plus élevé seront prêts à payer davantage pour le bien à l'étude puisqu'ils sont limités par leur contrainte budgétaire dans une moindre mesure.

*revenu= refus de répondre* : Cette catégorie fait référence aux individus ayant refusé de divulguer leur revenu. Nous n'avions pas d'attente pour cette catégorie et pouvons difficilement décortiquer la signification de cet effet marginal de 38,64 \$, significatif à un niveau de confiance de 85%.

*âge=18 à 24 ans* : La catégorie de référence utilisée pour la variable *âge* correspond aux individus situés entre 25 et 39 ans. Ainsi, l'effet marginal d'avoir entre 18 et 24 ans sur le CAP moyen est de 180,50 \$, ce qui est très élevé et significatif avec un niveau de confiance de 99%. Ce résultat suggère que les individus moins âgés auraient en moyenne un CAP nettement supérieur aux individus de groupe d'âge de référence, toutes choses étant égales par ailleurs. Toutefois, l'interprétation de cet effet a une pertinence limitée due au fait que seulement 5 individus sur 240 sont compris dans ce groupe d'âge.

*scola=collégial et scola=universitaire 2<sup>e</sup> cycle* : La catégorie de référence utilisée pour la variable *scola* correspond aux individus dont le niveau de diplomation le plus élevé correspond à un diplôme d'études secondaires ou un diplôme d'études professionnelles. Ici, les résultats indiquent que le fait d'avoir un niveau de diplomation plus élevé a un

effet négatif de, respectivement, 31,91 \$ (significatif à un niveau de confiance de 90%) et 58,34 \$ (significatif à un niveau de confiance de 95%) sur le CAP moyen estimé. Ces effets marginaux négatifs vont à l'encontre de nos attentes puisque nous supposions, à l'étape de la conception, que les individus plus éduqués seraient davantage enclins à contribuer financièrement pour la mise en place de solutions à la problématique et auraient donc un CAP moyen estimé plus élevé.

### **Échantillon**

Il ne semble pas y avoir d'effet significatif associé à la technique d'échantillonnage utilisée puisque l'effet marginal de la variable E1 est non-significatif avec une p-value de 0,293.

### **Validité théorique**

Tel qu'énoncé à la sous-section 4.4.4, un second test de validité théorique fréquemment utilisé pour les études utilisant un CDDP consiste à vérifier que le signe des effets des variables explicatives sur l'estimation du CAP moyen correspond aux attentes basées sur la théorie économique (Pearce, Atkinson et Mourato, 2006). Toutes les variables pour lesquelles nous avons des attentes, soit *puits*, *confiance municipalité*, *confiance ministère*, *respect*, *santé*, *lac*, *enviro*, *foyer* et *revenu*, que ces attentes soient basées sur la théorie économique néo-classique ou sur le sens commun, ont des effets marginaux sur la valeur estimée du CAP moyen qui sont cohérents avec lesdites attentes, à l'exception des variables *lac* et *scola*. Ceci contribue donc à compléter les conclusions établies en 4.4.4 et à renforcer la croyance selon laquelle nos résultats sont valides.

### **5.2.2 Consentement à payer**

Cette sous-section vise à présenter les estimations des CAP moyens principaux, soit ceux obtenus pour la méthode de CDSP (*probit* simple) et pour la méthode de CDDP (*interval data model*) et à discuter les implications de ces derniers. Le tableau 5.4 présente un sommaire des estimations des CAP moyens obtenues.

Tableau 5.4 : CAP – Sommaire des résultats principaux

Modèle	Sans variable de contrôle	Avec variable de contrôle <sup>17</sup>
<i>Probit simple</i>	171,57 \$ *** [145,55 \$; 197,64 \$]	162,81 \$ *** [144,21 \$; 181,41\$]
<i>Interval data model</i>	134,96 \$ *** [121,11 \$; 148,80 \$]	135,45 \$ *** [129,36 \$; 141,55 \$]

\*  $p < 0,10$  ; \*\*  $p < 0,05$  ; \*\*\*  $p < 0,01$  ; Les intervalles de confiance de 95% sont présentés entre crochets;

Dans le cas de la méthode du CDSP (*probit simple*) et de la méthode du CDDP (*interval data model*) le fait d'intégrer les variables de contrôle affecte peu la valeur du CAP moyen, quoique dans les deux cas l'intervalle de confiance est réduit, signifiant que l'estimation est plus précise lorsque l'on intègre les variables de contrôle au modèle.

Enfin, bien que nous considérons le *interval data model* avec variables de contrôle comme étant la meilleure approximation du CAP annuel moyen par ménage, la conclusion quant à la faisabilité politique du projet reste la même pour les quatre CAP moyen présentés dans le tableau 5.4. En effet, les coûts estimés par les experts en charge du développement des outils de traitement et de diagnostic s'élèvent à environ 110\$ par année pour chaque ménage concerné. Cette valeur est inférieure aux bornes inférieures des quatre intervalles de confiance compris dans le tableau 5.4, signifiant que dans tous les cas, il semble que le CAP moyen estimé à l'aide de notre échantillon indique que les ménages des zones touchées seraient vraisemblablement prêts à payer, à travers une augmentation de taxes municipales, pour que les outils composant le bien à l'étude du présent mémoire soient implantés dans l'usine de traitement d'eau de leur municipalité. Cette conclusion n'est pas affectée par le retrait de l'information incluse dans la seconde question d'évaluation contingente, qui viendrait réduire la présence de biais potentiels dus à l'introduction d'une seconde question.

---

<sup>17</sup> Les CAP moyen avec variable de contrôle sont obtenus avec la commande *ncom* dans le logiciel Stata, elle est appliquée à  $[constante + \bar{x}_i' \hat{\beta}]$  pour le *interval data model* et à  $[-cons_t + \bar{x}_i' \hat{\beta} / \hat{\beta}_{bid}]$  pour le *probit*.

## 5.3 Analyse qualitative

Cette sous-section s'intéresse aux questions ouvertes auxquelles les répondants ont été invités à répondre. Elle vise à présenter et à explorer certains éléments qui sont peu abordés dans le cadre de l'analyse économétrique et se veut un complément aux résultats présentés antérieurement. Par ailleurs, nous ne pouvons émettre d'hypothèse sur l'importance relative des éléments discutés ci-dessous dans la décision de l'individu ou sur l'effet de ces éléments sur le CAP de l'individu.

### 5.3.1 Justifications aux questions d'EC

Cette sous-section vise à explorer les éléments les plus mentionnés pour la question demandant aux répondants de justifier leurs réponses aux questions d'EC, le tableau comportant la liste exhaustive des éléments mentionnés est présenté en annexe [Voir : Annexe C; Questions qualitatives : Échantillon complet]. Le tableau 5.5 ci-dessous présente les principaux éléments mentionnés<sup>18</sup> par les répondants, selon la catégorie à laquelle ils appartiennent (individus ayant répondu (Oui, Oui), (Oui, Non), etc). Par exemple, la première ligne du tableau 5.5 illustre que 39,60% des individus ayant répondu « Oui » aux deux questions d'EC ont, entre autres, mentionné l'importance de la qualité de l'eau pour justifier leurs réponses. Il est important de noter que certains répondants ont mentionné plus d'un élément de justification et donc que la liste présentée se veut un portait du nombre de répondants ayant évoqué les éléments dans leur justification.

Tableau 5.5 : Justifications principales mentionnées pour la question d'EC

Justification	Nb	%
<i>(Oui, Oui) N=101</i>		
Importance de la qualité de l'eau	40	39,60
Importance de la santé	33	32,67
Le prix demandé est raisonnable	19	18,81
Conditionnel à un bilan spécifiant où vont les fonds et informant sur le développement du projet	8	7,92
Inquiétude pour ses enfants/petits-enfants	7	6,93

<sup>18</sup> Afin d'alléger le tableau, nous avons inclus seulement les éléments mentionnés par un minimum de 5% des répondants dans chacune des catégories données. Le tableau comportant la liste exhaustive des éléments mentionnés est présenté en annexe [Voir : Annexe C; Questions qualitatives : Échantillon complet].

Conditionnel à ce qu'on s'attaque au problème à la source également, pas seulement en aval	6	5,94
La durée des avis potentiels représente une contrainte suffisante pour justifier le prix du bien.	6	5,94
Importance de la prévention	6	5,94
<b>(Oui, Non) N=69</b>		
Le premier prix offert est plus raisonnable/approprié	29	42,03
Contrainte budgétaire	28	40,56
Les taxes sont suffisamment élevées présentement	8	11,59
Il s'agit d'une solution partielle, il est important d'attaquer le problème à la source	6	8,70
Importance de la santé	6	8,70
Manque de confiance envers la municipalité et le gouvernement	4	5,80
Probabilité d'occurrence trop faible pour justifier les seconds prix proposé	4	5,80
Importance de la qualité de l'eau	4	5,80
<b>(Non, Oui) N=25</b>		
Contrainte budgétaire	7	28,00
Le second montant proposé est raisonnable	6	24,00
Les taxes sont présentement déjà trop élevées	5	20,00
Manque de confiance envers la municipalité et le gouvernement	3	12,00
N'est pas desservi par le système d'aqueduc municipal	3	12,00
L'importance de la problématique ne semble pas suffisante pour justifier le premier montant	3	12,00
Conditionnel à ce que d'autres mesures soient également mises en place pour s'attaquer à la problématique à la source	2	8,00
Conditionnel à un bilan spécifiant où vont les fonds et informant sur le développement du projet	2	8,00
<b>(Non, Non) N=45</b>		
Les taxes sont présentement déjà trop élevées	15	33,33
Préférable d'allouer différemment les fonds publics déjà recueillis	8	17,78
Les outils ne sont pas la meilleure solution à la problématique	7	15,56
Le prix demandé est trop élevé	7	15,56
Manque de confiance envers la municipalité et le gouvernement	7	15,56
N'est pas desservi par le système d'aqueduc municipal	6	13,33
Il existe trop d'incertitude quant à l'efficacité des outils	5	11,11
Préférable d'investir pour régler le problème à la source	4	8,89
Présentement la problématique n'est pas assez importante pour que les outils soient nécessaires	3	6,67

### 5.3.2 Commentaires généraux

À la toute fin du questionnaire, les répondants ont l'opportunité d'émettre des commentaires généraux, 64 d'entre eux ont choisi de le faire. Par conséquent, nous jugeons qu'il est pertinent de partager certains d'entre eux afin d'approfondir notre compréhension des éléments ayant une importance notable pour les répondants. Bref, cette sous-section a donc pour but de brièvement faire état des commentaires les plus fréquemment émis par les répondants.

Dans un premier temps, 15 répondants expriment être hautement favorables à la recherche sur la problématique des épisodes de PNC au Québec, soulignant par ailleurs l'importance que la recherche ne soit pas biaisée par du financement partisan. Pour ce qui est de l'enquête réalisée dans le cadre de ce mémoire, les répondants avancent que la pertinence de la démarche, outre les questions de recherche auxquelles elle tente de répondre, réside dans l'information intéressante apportée aux citoyens qui contribue à faire de la prévention en sensibilisant les individus concernés.

En second lieu, 9 répondants discutent de l'inefficacité des moyens de communication utilisés afin de prévenir les résidents lorsqu'il y a un problème quelconque avec l'eau potable de leur municipalité. Ils relatent divers moments où des avis d'ébullition ou de non-consommation étaient en vigueur depuis plusieurs heures à plusieurs jours avant qu'ils soient avisés. Ces derniers considèrent l'utilisation de haut-parleurs passants dans les rues ainsi que l'affichage dans les endroits stratégiques de la municipalité comme étant plutôt inefficaces afin d'assurer que tous les citoyens soient avisés. Ces commentaires en particulier sont très pertinents pour le présent bien à l'étude, soit les outils de traitement et de diagnostic. En effet, le fait de pouvoir prédire l'apparition d'un épisode, et donc de pouvoir offrir un jour de préavis aux résidents, a de la valeur seulement si l'on peut communiquer à temps avec les citoyens afin de leur transmettre l'information. Ainsi, dans l'éventualité où les outils seraient implantés dans certaines municipalités du Québec, il serait souhaitable de coordonner l'implantation avec des efforts visant à optimiser les modes de communication utilisés pour aviser les citoyens de problèmes touchant l'eau potable.

Dans un troisième temps, 17 répondants abordent la nécessité de faciliter l'accès à l'information concernant les épisodes de proliférations nuisibles de cyanobactéries pour les résidents des zones à risque. En effet, ils avancent que le manque d'information fait en sorte qu'ils ignorent quels comportements peuvent être adoptés à leur domicile afin de réduire leur impact sur la problématique<sup>19</sup>. Ainsi, ils croient que le simple fait de sensibiliser la population et de lui donner un accès facile à l'information la plus récente contribuerait à ralentir la progression du problème.

Pour finir, certains des éléments ayant été mentionnés à maintes reprises dans les justifications des questions d'EC ont été réitérés par un nombre important de répondants dans les commentaires finaux. D'abord, un manque de confiance envers la municipalité ou divers paliers de gouvernement ainsi que la perception d'une incapacité de ces entités à mettre en place des solutions adaptées et efficaces ont été soulevés par 8 répondants. Aussi, l'importance des impacts négatifs de la problématique sur les résidents ainsi que le sentiment qu'il y a urgence d'agir afin que la situation s'améliore a été manifestés par 10 répondants. Enfin, la nécessité que des mesures incitatives soient mises en place afin que les individus et entités responsables du problème adaptent leurs comportements et pratiques afin de réduire leur contribution aux épisodes de PNC a été soulevée par 18 répondants.

## 5.4 Limites

Tout d'abord, la principale limite associée à notre étude concerne la petite taille de l'échantillon de données recueillies. En effet, bien que nous ayons mis toutes les mesures en place pour favoriser la qualité des données recueillies, il demeure risqué d'extrapoler l'information obtenue auprès de 240 individus à une population large comme la population cible de la présente étude. De plus, la petite taille de l'échantillon limite sans doute notre capacité à identifier de façon significative certains des éléments ayant potentiellement un impact sur le CAP moyen des individus. Ce faisant, nous nous devons de demeurer conservateurs dans les conclusions que nous tirons de nos résultats, surtout

---

<sup>19</sup> Une liste des comportements pouvant être adoptés par les individus est présentée en annexe à la question 5.10.2 du questionnaire [Voir : Annexe A; Questionnaire; Section 5]. Ces derniers comportent, par exemple, le fait de s'abstenir d'utiliser des engrais chimiques, des pesticides, des produits à base de phosphate, etc.

quant à la généralisation des observations à la population générale. Néanmoins, la représentativité de l'échantillon, les tests de validité théorique, ainsi que les nombreux effets marginaux significatifs dans le modèle final semblent soutenir l'hypothèse selon laquelle nous avons réussi, malgré la petite taille de l'échantillon, à obtenir de l'information significative et intéressante afin d'aborder et de tenter de répondre aux questions de recherche émise dans le cadre de ce mémoire.

En second lieu, l'incertitude quant aux outils de traitement et de diagnostic qui pourraient être implantés dans les municipalités touchées limite potentiellement la portée de la présente étude. L'information utilisée pour la description du bien et du changement engendré par le bien, tout comme l'information sur les coûts d'implantation, correspondent aux meilleures estimations des experts développant lesdits outils. De telle sorte que, si l'un de ces éléments différait de ce qui avait été préalablement prédit par les experts et si cette divergence s'avérait substantielle, la portée des résultats obtenus par notre enquête serait réduite.

Enfin, tel que discuté antérieurement, il existe des biais pour lesquels la rigueur et l'adoption de bonnes pratiques d'enquête s'avèrent insuffisantes afin de minimiser leur présence ou de les juger comme étant négligeables. Dans la présente étude, le biais d'ancrage est présent par construction et ne peut donc pas être complètement retiré. Il existe aussi la possibilité qu'un biais de sélection soit présent au niveau des caractéristiques non observables de répondants relativement à celles des non-répondants.



## 6. Conclusion

La réalisation de ce mémoire de maîtrise nous a permis d'établir le CAP moyen annuel pour les ménages situés dans les zones à risque. La réalisation de notre étude a également permis de recueillir une grande quantité d'information sur les préférences des individus et le design du questionnaire nous a permis de comparer les résultats obtenus selon diverses méthodes d'obtention de valeurs monétaires. Les principales observations relevant de la présente étude sont présentées ci-dessous.

D'abord, le CAP moyen le plus conservateur, soit celui obtenu par la méthode de choix dichotomique à double proposition s'élève à 135,45 \$, alors que celui obtenu par la méthode de choix dichotomique à simple proposition, qui s'avère moins précis, mais potentiellement moins biaisé, s'élève à 162,81 \$. Les habitudes de consommation d'eau ainsi que le rapport qu'ont les individus avec la problématique des proliférations nocives de cyanobactéries ont très peu d'effet sur la CAP moyen des ménages.

Pour leur part, les variables ayant attiré aux avis de non-consommation d'eau, notamment la confiance envers les divers paliers de gouvernement responsables de la gestion des épisodes, l'intention de respecter un potentiel avis, l'importance d'être informé des divers problèmes de santé liés aux cyanotoxines en cas d'avis et le fait d'avoir expérimenté un avis dans le passé ont des effets marginaux significatifs sur le CAP moyen estimé. Enfin, le revenu, le fait d'avoir un puits artésien ou de surface, le fait de vivre près d'un lac et l'importance que l'on accorde à l'environnement ont également un impact significatif sur le CAP moyen estimé.

D'autre part, l'analyse qualitative montre également l'importance de la qualité de l'eau et de la santé chez les individus ayant répondu par l'affirmative aux deux questions d'EC. Les individus ayant répondu par la négative à au moins l'une des deux questions d'EC ont pour leur part évoqué la contrainte budgétaire et le fait que les taxes soient déjà suffisamment élevées pour justifier leurs réponses. L'importance de la prévention et de mettre en place des mesures pour s'attaquer au problème à la source a été soulevée à

maintes reprises par les répondants, indépendamment de leurs réponses aux questions d'EC. Enfin, la présente étude révèle la nécessité d'une amélioration des méthodes de communication utilisées pour aviser les résidents, cet élément devra par conséquent être pris en considération si les outils étaient implantés dans le futur.

La principale contribution de notre recherche résulte d'abord des réponses apportées aux principales questions de recherche, soit l'obtention de l'estimation d'un CAP moyen pour l'implantation des outils de traitements et diagnostic ainsi que les conclusions tirées sur les éléments expliquant les préférences des résidents. Ensuite, nous produisons une étude qui, à notre connaissance, est la première tentative de monétarisation des effets néfastes associés aux avis de non-consommation d'eau résultant d'épisodes de proliférations nocives de cyanobactéries. Ainsi, le présent travail de recherche permet à de nouvelles connaissances de faire surface, surtout au niveau des éléments étant liés à des variations de CAP moyen estimé chez les résidents des zones à risque.

Outre les recherches futures liées au présent mémoire à travers le projet ATRAPP, il existe définitivement un intérêt pour une étude qui pourrait faire varier les caractéristiques des avis de non-consommation, par exemple au niveau de la durée, de la présence d'un préavis et de la probabilité d'occurrence. Une telle étude requerrait entre autres des ressources substantielles pour la composition d'un échantillon de taille suffisante afin de pouvoir obtenir de l'information qui soit utile. Néanmoins, les résultats seraient intéressants puisqu'ils auraient le potentiel d'être applicables et utiles dans diverses zones géographiques où l'intensité de la problématique de PNC diffère de celle où l'étude est réalisée, plutôt que de fournir de l'information utile sur une seule situation spécifique.

Il serait enfin possible et intéressant, dans l'éventualité où l'obtention d'une base de données de plus grande taille serait réalisable, d'intégrer des modèles corrigeant explicitement pour les divers biais pouvant être associés aux méthodes utilisées. Par exemple, il existe des techniques permettant de contrôler le biais d'ancrage et la présence de comportements stratégiques dus à la seconde question (Whitehead, 2002). Ceci contribuerait à améliorer la robustesse des résultats et par le fait même la portée de ces derniers.

# Bibliographie

- Alberini, Anna (1995). « Efficiency vs bias of willingness-to-pay estimates: Bivariate and interval-data models », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 29, no 2, p. 169-180.
- Alberini, Anna, Barbara Kanninen et Richard T Carson (1997). « Modeling response incentive effects in dichotomous choice contingent valuation data », *Land Economics*, p. 309-324.
- Amemiya, Takeshi (1985). *Advanced Econometrics*, Harvard university press.
- Arrow, Kenneth, Robert Solow, Paul R Portney, Edward E Leamer, Roy Radner et Howard Schuman (1993). « Report of the noaa panel on contingent valuation », *Federal register*, vol. 58, no 10, p. 4601-4614.
- Bateman, Ian J, Richard T Carson, Brett Day, Michael Hanemann, Nick Hanley, Tannis Hett, *et al.* (2002). « Economic valuation with stated preference techniques: A manual », *Economic valuation with stated preference techniques: a manual*.
- Cameron, Trudy Ann et John Quiggin (1994). « Estimation using contingent valuation data from a "dichotomous choice with follow-up" questionnaire », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 27, no 3, p. 218-234.
- Carson, Richard T (1997). « Contingent valuation surveys and tests of insensitivity to scope », dans R. J. Kopp, W. W. Pommerehne et N. Schwarz (dir.), *Determining the value of non-marketed goods: Economic, psychological, and policy relevant aspects of contingent valuation methods*, Dordrecht, Springer Netherlands, p. 127-163.
- 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, Kerry M Martin et Jennifer L Wright (1996). « Contingent valuation and revealed preference methodologies: Comparing the estimates for quasi-public goods », *Land economics*, p. 80-99.
- Carson, Richard T, Nicholas E Flores et Norman F Meade (2001). « Contingent valuation: Controversies and evidence », *Environmental and resource economics*, vol. 19, no 2, p. 173-210.
- Carson, Richard T, T. Groves et M.J. Machina (1999). « Incentive and informational properties or preferences questions », communication présentée au *European Association of Environmental and Resource Economists*, Oslo, Norway.
- Carson, Richard T et Robert Cameron Mitchell (1995). « Sequencing and nesting in contingent valuation surveys », *Journal of environmental economics and Management*, vol. 28, no 2, p. 155-173.
- Champ, Patricia A, Thomas Brown et Kevin Boyle (2003). *A primer on nonmarket valuation*.

- Ciriacy-Wantrup, Siegfried V (1947). « Capital returns from soil-conservation practices », *Journal of farm economics*, vol. 29, no 4, p. 1181-1196.
- CQIASA (2008). *Les algues bleu-vert et l'eau de consommation: Guide destiné aux agriculteurs, aux pisciculteurs et aux établissements alimentaires* Québec. Récupéré de <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Guidecyanobacteries.pdf>
- Davis, Robert Kenneth (1963). *The value of outdoor recreation: An economic study of the maine woods*.
- Desvousges, William H, F Reed Johnson, Richard W Dunford, K NICOLE WILSON et Kevin J Boyle (1993). « Measuring natural resource damages with contingent valuation », dans *Contingent valuation: A critical assessment*, Emerald Group Publishing Limited, p. 91-164.
- 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.
- Dupuit, Jules (1995). « De la mesure de l'utilité des travaux publics (1844) », *Revue française d'économie* vol. 10, no 2, p. 55-94.
- Génome Québec (2018). *Atrapp- prévision, prévention et traitement des proliférations d'algues et évaluation des risques y afférents grâce à la génomique*. Récupéré le 1er avril 2018 de <http://www.genomequebec.com/193-projet/atrap-prevision-prevention-et-traitement-des-proliférations-d-algues-et-evaluation-des-risques-y-afférents-grâce-a-la-génomique.html>
- Haab, T. C., M. G. Interis, D. R. Petrolia et J. C. Whitehead (2013). « From hopeless to curious? Thoughts on hausman's "dubious to hopeless" critique of contingent valuation », *Applied Economic Perspectives and Policy*, vol. 35, no 4, p. 593-612.
- Hanemann, Michael, John Loomis et Barbara Kanninen (1991). « Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation », *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 73, no 4, p. 1255-1263.
- Hausman, Jerry (2012). « Contingent valuation: From dubious to hopeless », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 26, no 4, p. 43-56.
- Hsiao, Cheng, Baohong Sun et Vicki G. Morwitz (2002). « The role of stated intentions in new product purchase forecasting », dans, coll. *Advances in econometrics*, p. 11-28.
- Institut EDDEC (2018). *Atrapp-algal blooms, treatment, risk assesment, prediction and prevention through genomics*. Récupéré le 6 juin 2018 de <http://instituteddec.org/projets-majeurs/atrap/le-projet/>
- Kahneman, Daniel et Jack L Knetsch (1992). « Valuing public goods: The purchase of moral satisfaction », *Journal of environmental economics and management*, vol. 22, no 1, p. 57-70.

- Kling, Catherine L., Daniel J. Phaneuf et Jinhua Zhao (2012). « From exxon to bp: Has some number become better than no number? », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 26, no 4, p. 3-26.
- Lancaster, Kelvin J (1966). « A new approach to consumer theory », *Journal of Political Economy*, vol. 74, no 2, p. 132-157.
- Lopez-Feldman, Alejandro (2012). « Introduction to contingent valuation using stata ».
- MDELCC (2018). *Liste des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert de 2004 à 2017 et des plans d'eau récurrents signalés de 2013 à 2015*, Québec, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 31 p. Récupéré de <http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/eau/algues-bv/bilan/Liste-plans-eau-touche-abv.pdf>
- Mitchell, R.C. et R.T. Carson (1989). *Using surveys to value public goods: The contingent valuation method*, Resources for the Future.
- Morwitz, Vicki G., Joel H. Steckel et Alok Gupta (2007). « When do purchase intentions predict sales? », *International Journal of Forecasting*, vol. 23, no 3, p. 347-364.
- Pearce, David, Giles Atkinson et Susana Mourato (2006). *Cost-benefit analysis and the environment: Recent developments*, OECD Editions, 314 p.
- Portney, Paul R (1994). « The contingent valuation debate: Why economists should care », *Journal of Economic perspectives*, vol. 8, no 4, p. 3-17.
- Rossini, G.P. (2016). *Toxins and biologically active compounds from microalgae*, CRC Press.
- Santé Canada (2016). *Cyanobacterial toxins in drinking water* Ottawa. Récupéré de <file:///C:/Users/BerryPear/Desktop/Mémoire%20MPS/cyanobacteria-cyanobacterie-eng%20Gouvernement%20Canada.pdf>
- Smith, V. Kerry et Laura L. Osborne (1996). « Do contingent valuation estimates pass a “scope” test? A meta-analysis », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 31, no 3, p. 287-301.
- StataCorp (2013). *Nlcom — nonlinear combinations of estimators*, Stata 13 Base Reference Manual. Récupéré le 6 juin 2018 de <https://www.stata.com/manuals13/rnlcom.pdf>
- Statistique Canada (2012). *Profil du recensement, recensement de 2011*. Récupéré le 15 avril 2018 de <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F>
- Statistique Canada (2013). *Échantillonnage non-probabiliste*. Récupéré le 27 avril 2018 de <https://www.statcan.gc.ca/edu/power-pouvoir/ch13/nonprob/5214898-fra.htm>
- Statistique Canada (2013). *Échantillonnage probabiliste*. Récupéré le 27 avril 2018 de <https://www.statcan.gc.ca/edu/power-pouvoir/ch13/prob/5214899-fra.htm#a5>

- Statistique Canada (2017). *Profil du recensement, recensement de 2016*. Récupéré le 15 avril 2018 de <http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/index.cfm?Lang=F>
- Verbeek, Marno (2008). *A Guide to Modern Econometrics*, John Wiley & Sons.
- Whitehead, John C. (2002). « Incentive incompatibility and starting-point bias in iterative valuation questions », *Land Economics*, vol. 78, no 2, p. 285-297.
- Wooldridge, Jeffrey M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press.
- Wooldridge, Jeffrey M. (2015). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, Nelson Education.
- Yoo, Seung-Hoon et Hee-Jong Yang (2001). « Application of sample selection model to double-bounded dichotomous choice contingent valuation studies », *Environmental and Resource Economics*, vol. 20, no 2, p. 147-163.

# Annexe A

## Questionnaire

### **Questionnaire : Monétarisation de la perte de bien-être engendrée par les avis de non-consommation d'eau**

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire anonyme auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre de l'obtention d'un diplôme de maîtrise 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 15 à 20 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, Marie-Pier Schinck, 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) 340-6051 ou par courriel à [cer@hec.ca](mailto:cer@hec.ca).

Merci de votre précieuse collaboration !

Marie-Pier Schinck  
Étudiante à la maîtrise  
HEC Montréal  
514-701-\*\*\*\*  
[marie-pier.schinck@hec.ca](mailto:marie-pier.schinck@hec.ca)

Justin Leroux  
Professeur agrégé, Département  
d'économie appliquée  
HEC Montréal 514-340-6864  
[justin.leroux@hec.ca](mailto:justin.leroux@hec.ca)

## **Préface :**

## **Introduction :**

Bonjour, mon nom est Marie-Pier Schinck et je suis étudiante à la maîtrise en économie appliquée à HEC Montréal. Je réalise cette étude dans le cadre de l'obtention de mon diplôme de maîtrise, sous la direction de Justin Leroux, professeur agrégé au Département d'économie appliquée de HEC Montréal.

[Bonjour, mon nom est Chloé L'Ecuyer-Sauvageau et je suis étudiante à la maîtrise sur mesure en développement durable des écosystèmes forestiers à l'Université du Québec en Outaouais. Je réalise cette étude dans le cadre de l'obtention de mon diplôme de maîtrise, sous la direction de Jérôme Dupras, professeur agrégé au Département des sciences naturelles de l'UQO. ]

## **Projet ATRAPP :**

Ce questionnaire est également distribué dans le cadre de la participation au projet de recherche ATRAPP (*Algal Blooms, Treatment, Risk Assessments, Prediction and Prevention Through Genomics*) qui s'intéresse à la problématique des algues toxiques appelées cyanobactéries ou encore algues bleu vert proliférant dans certains plans d'eau au Québec et engendrant des problèmes écologiques, sanitaires et économiques. Il s'agit d'un projet de recherche multidisciplinaire regroupant des chercheurs de plusieurs domaines d'étude et universités. Ce projet vise ultimement à permettre une meilleure gestion des épisodes de floraison de ces algues toxiques en développant de meilleurs outils de diagnostic, de prévision et de traitement. Le projet vise également à présenter des pistes de solutions au Gouvernement du Québec pour améliorer la situation.

## **Rappel :**

Rappelez-vous que vous pouvez cesser de participer à l'étude à tout moment et que les informations recueillies seront traitées de façon confidentielle. Enfin, il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse aux questions, nous souhaitons seulement connaître votre opinion.

## **Section 1 :**

---

Les questions qui suivent s'intéressent à vos habitudes de consommation d'eau lorsque vous êtes à votre domicile.

1.1 En moyenne, combien de verre(s) (250 ml) d'eau du robinet buvez-vous par jour ? \*Incluant les boissons préparées à base d'eau du robinet, comme le café par exemple.

- \_\_\_\_\_ verre(s)

1.2 Si vous deviez vous prononcer sur l'importance de l'eau du robinet dans votre consommation quotidienne de liquide, quel énoncé vous décrirait le mieux :

- L'eau du robinet correspond à 100 % de ma consommation quotidienne de liquide.
- L'eau du robinet correspond à 75 % de ma consommation quotidienne de liquide.
- L'eau du robinet correspond à 50 % de ma consommation quotidienne de liquide.
- L'eau du robinet correspond à 25 % de ma consommation quotidienne de liquide.
- L'eau du robinet correspond à 0% de ma consommation quotidienne de liquide.

1.3 En moyenne, dans une semaine, combien de repas (sur 21) n'ayant pas été préparés à votre domicile consommez-vous ?

- \_\_\_\_\_ repas

1.4 Consommez-vous des fruits et/ou des légumes ?

- Oui
- Non

1.4.1 Si la réponse est « Oui », veuillez répondre à la question suivante :

À quelle fréquence utilisez-vous de l'eau du robinet dans la préparation de vos fruits et légumes (nettoyage des aliments, cuisson, etc.) ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Rarement
- Jamais

1.5 En général, à quelle fréquence prenez-vous un bain ou une douche ?

- Moins d'une fois par jour
- Une fois par jour
- Entre une et deux fois par jour
- Deux fois par jour
- Plus de deux fois par jour
- Je ne désire pas répondre à cette question

1.6 Selon vous, à quelle fréquence faites-vous un effort conscient pour réduire votre consommation d'eau ?

- Toujours
- Souvent
- Parfois
- Rarement
- Jamais

1.7 Avez-vous déjà reçu un avis d'ébullition d'eau de la part de votre municipalité ?

- Oui
- Non
- Je ne sais pas

1.8 Si la réponse est « Oui » : Aviez-vous fait un effort pour respecter cet avis ?

- Oui
- Non
- Je ne me souviens pas

## **Section 2 : Cyanobactéries (algues bleu vert)**

---

2.1 Êtes-vous au courant qu'il y a un phénomène de floraison de cyanobactéries (communément appelées algues bleu vert) qui prend place dans plusieurs plans d'eau du Québec chaque année ?

- Oui
- Non

2.2 Avez-vous déjà été témoin de ce phénomène dans un plan d'eau ?

- Oui
- Non

2.3 À quel niveau vous considérez-vous informé(e) quant au phénomène des cyanobactéries (algues bleu vert) ?

- Très informé(e)
- Modérément informé(e)
- Peu informé(e)
- Je n'ai jamais entendu parler de ce phénomène avant aujourd'hui.

**Mise en contexte :**

Les algues bleu-vert, ou cyanobactéries, sont présentes en faibles concentrations à l'état naturel dans les plans d'eau. Bien qu'elles ne constituent généralement pas une source de préoccupation, il en va tout autrement lorsque, sous l'effet de la chaleur (hausse des températures due aux changements climatiques), de la lumière ou des nutriments (provenant de rejets agricoles ou municipaux), ces algues « prolifèrent » dans les écosystèmes aquatiques et produisent et libèrent des cyanotoxines<sup>20</sup>.

Le contact direct avec l'eau contaminée peut avoir des effets néfastes pour la santé. Les effets liés au contact direct avec l'eau contaminée sont : irritation de la peau, irritation des yeux et maux de gorge<sup>21</sup>. Par ailleurs, les risques les plus importants pour la santé sont liés à l'ingestion d'eau contaminée par les cyanotoxines. Les symptômes les plus communs en cas d'ingestion sont : maux de ventre, vomissements, diarrhée, maux de tête et fièvre<sup>22</sup>, l'ingestion d'une quantité suffisante d'eau contaminée pourrait même causer la mort chez l'être humain et chez les animaux<sup>23</sup>.

2.4 À quel niveau vous sentez-vous préoccupé(e) par le phénomène des cyanobactéries (algues bleu vert) ?

- Très préoccupé(e)
- Modérément préoccupé(e)
- Peu préoccupé(e)
- Je ne me sens pas préoccupé(e) du tout par ce phénomène.

---

<sup>20</sup> Génome Canada. «ATRAPP-Résumé du projet», <https://www.genomecanada.ca/fr/atrap-prevision-prevention-et-traitement-des-proliférations-dalgues-et-evaluation-des-risques-y>

<sup>21</sup> Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec. « Les algues bleu vert et l'eau de consommation », 2008, <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Guidecyanobacteries.pdf>

<sup>22</sup> *Idem.*

<sup>23</sup> Génome Canada. «ATRAPP-Résumé du projet», <https://www.genomecanada.ca/fr/atrap-prevision-prevention-et-traitement-des-proliférations-dalgues-et-evaluation-des-risques-y>

### **Section 3 : Avis de non-consommation**

---

#### **Procédure actuelle dans les usines de traitement d'eau :**

Cette étude s'intéresse plus particulièrement à l'effet de cette problématique sur l'accès à l'eau potable pour les résidents des zones touchées. En effet, il peut y avoir des épisodes de floraison d'algues bleu vert à l'intérieur même des réservoirs des usines de traitement d'eau. Selon la procédure actuelle, des tests diagnostiques seront effectués régulièrement et, dans l'éventualité où le niveau de toxine dans l'eau est supérieur à celui jugé acceptable par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (MDDELCC), la municipalité devra transmettre un avis de non-consommation d'eau à la population s'approvisionnant en eau potable à travers le réseau d'aqueduc touché par l'avis.

#### **Description avis de non-consommation :**

Un avis de non-consommation est différent d'un avis d'ébullition. Lorsqu'un avis de non-consommation dû à la présence de cyanotoxines est transmis, les personnes touchées ne doivent pas consommer l'eau du robinet pour boire, se brosser les dents, préparer les aliments ou même se laver le corps. Si l'eau présente un aspect normal et habituel, elle peut être utilisée pour le lavage des mains, de la vaisselle et de diverses surfaces. Veuillez noter que le fait de faire bouillir l'eau ne règle pas le problème de la présence des cyanotoxines dans l'eau qu'il n'existe pas de traitement facile d'accès permettant aux individus de traiter l'eau eux-mêmes à leur domicile.

3.1 Est-ce que votre domicile est approvisionné en eau potable par un puits artésien ou un puits de surface ?

- Non
- Oui\*

\*Si oui, veuillez noter que les gens dont le domicile est approvisionné en eau par un puits artésien ou un puits de surface peuvent eux aussi être touchés par un avis de non-consommation dû à une floraison de cyanobactéries (algues bleu vert).

3.2 Avez-vous déjà reçu un avis de non-consommation d'eau de la part de votre municipalité ?

- Oui
- Non
- Je ne me souviens pas

3.2.1 Si la réponse est « Oui » : Aviez-vous fait un effort pour respecter cet avis ?

- Oui
- Non
- Je ne me souviens pas

3.3 En général, avez-vous tendance à faire confiance à l'information transmise par votre municipalité concernant la qualité de l'eau potable dans le système d'aqueduc ?

- Oui
- Non

3.4 En général, avez-vous tendance à faire confiance à l'information transmise par le Ministère de l'environnement concernant la qualité de l'eau potable ?

- Oui
- Non

3.5 Envisagez la situation hypothétique où vous recevriez un avis de non-consommation d'eau dû à une floraison d'algues bleu vert dans l'usine de traitement d'eau de votre municipalité.

Selon vous, lequel des énoncés suivants décrit le comportement le plus probable de votre part :

- Je respecterais l'avis à la lettre →Allez à la question 3.6
- Je respecterais l'avis partiellement →Allez à la question 3.5.1
- Je ne respecterais pas l'avis (aucun changement de comportement) →Allez à la question 3.5.2

3.5.1 Si la réponse est « Je respecterais l'avis partiellement », veuillez indiquer les usages pour lesquels vous respecteriez l'avis de non-consommation, c'est-à-dire les usages pour lesquels vous utiliseriez strictement de l'eau embouteillée :

- Boire
- Se brosser les dents
- Cuisiner (préparation des aliments, contact entre l'eau et les aliments)
- Se laver (douche, bain, etc.)

3.5.2 Cochez les facteurs qui font en sorte que vous ne pensez pas respecter un éventuel avis de non-consommation ?

- Il n'existe pas de consensus scientifique sur les effets des cyanotoxines
- Manque de confiance envers la municipalité
- Manque de confiance envers le MDDELCC
- Je préfère me fier à mon propre jugement
- Je ne fais pas confiance aux tests diagnostiques utilisés
- Respecter l'avis demande trop d'effort de ma part
- Les risques de problèmes éventuels, si je ne respecte pas l'avis, me semblent très faibles
- Autre, veuillez préciser : \_\_\_\_\_

3.6 Envisagez la situation hypothétique où vous recevriez un avis de non-consommation d'eau dû à une floraison d'algues bleu vert dans l'usine de traitement d'eau de votre municipalité.

3.6.1 Quelle importance accordez-vous au fait d'être informé(e) de la cause de l'avis de non-consommation ?

- Très important
- Important
- Peu important
- Indifférent

3.6.2 Quelle importance accordez-vous au fait d'être informé(e) des divers problèmes de santé pouvant résulter du non-respect de l'avis de non-consommation ?

- Très important
- Important
- Peu important
- Indifférent

**Rappel des objectifs du projet ATRAPP :**

Le MDDELCC recommande présentement l'utilisation d'un test chimique dans les usines de traitement d'eau du Québec pour détecter la présence de toxines durant un épisode de floraison. Cela signifie que l'on peut détecter la présence de toxines seulement lorsqu'elles sont déjà présentes dans l'eau. Les chercheurs du projet ATRAPP travaillent sur des outils qui utilisent des biomarqueurs génomiques et peuvent donc prédire le potentiel de toxicité avant que les toxines soient présentes dans l'eau. Aussi, les chercheurs souhaitent développer des outils permettant une meilleure prédiction ainsi qu'un meilleur traitement des épisodes de floraison d'algue bleu-vert dans les usines de traitement d'eau. Ils travaillent notamment sur le développement et la validation de techniques qui peuvent être utilisées pour détoxifier l'eau.

Veillez lire attentivement ce qui suit :

**La situation actuelle est la suivante :**

Dans les zones les plus touchées, il y a un avis de non-consommation environ 1 année sur 5, durant la période à risque. Il n'y a pas de préavis, c'est-à-dire qu'au moment où le citoyen est informé de l'avis de non-consommation, il doit immédiatement cesser de consommer l'eau courante. De plus, on estime que ces avis durent en moyenne 10 jours.

**Implantation du projet :**

Si les nouveaux outils développés par le projet ATRAPP étaient implantés dans votre municipalité, les améliorations suivantes pourraient être observées :

- Grâce aux meilleurs outils diagnostiques, les résidents auraient maintenant un jour de préavis. C'est-à-dire qu'ils seraient avertis un jour avant l'entrée en vigueur de l'avis de non-consommation.
- Grâce aux meilleurs outils de traitement, la durée moyenne d'un avis passerait de 10 jours (situation actuelle) à 2 jours.

**Mise en situation :**

Supposons que votre municipalité choisisse d'implanter les nouveaux outils du projet ATRAPP et donc de bénéficier des améliorations qui viennent d'être listées. Pour les financer, la décision a été prise d'imposer une augmentation sur le montant des taxes municipales payées par les citoyens chaque année. Veillez noter qu'il est certain que les fonds récupérés seront utilisés pour l'implantation des nouveaux outils décrits précédemment. Si vous êtes locataire, cette augmentation de taxes municipales aurait pour effet d'augmenter les charges associées à votre loyer.

4.1 En gardant en tête qu'il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse et que ce montant ne serait plus disponible pour l'achat d'autres biens et services :

Seriez-vous prêt(e) à payer x\$ de plus chaque année sur votre compte de taxes municipales (ou en augmentation de loyer) pour financer l'implantation des nouveaux outils de traitement et de diagnostic dans l'usine de traitement d'eau de votre municipalité

La variable x peut prendre les valeurs : 50, 80 ,110 ou 140\$.

- Oui → Passez à la question 4.2

- Non → Passez à la question 4.3

4.2 Seriez-vous prêt(e) à payer (1.5\*x) \$ de plus chaque année sur votre compte de taxes municipales (ou en augmentation de loyer) pour financer l'implantation des nouveaux outils de traitement et de diagnostic dans l'usine de traitement d'eau de votre municipalité ?

- Oui
- Non

Passez à la question 4.4

4.3 Seriez-vous prêt(e) à payer (0.5\*x) \$ de plus chaque année sur votre compte de taxes municipales (ou en augmentation de loyer) pour financer l'implantation des nouveaux outils de traitement et de diagnostic dans l'usine de traitement d'eau de votre municipalité ?

- Oui
- Non

4.4 Pouvez expliquer brièvement la raison de votre choix :

Raison : \_\_\_\_\_

## Section 5: Activités récréatives

---

Tel que mentionné plus haut, les épisodes de floraison d'algues bleu vert sont dépendants de plusieurs facteurs, dont la température ambiante. En effet, les épisodes sont favorisés lorsque cette température est au-delà de 20 degrés Celcius. C'est pourquoi les algues bleu vert sont présentes majoritairement dans les plans d'eau de juillet à septembre dans le sud du Québec<sup>24</sup>.

5.1 Quelles activités pratiquez-vous en eau vive ou près de l'eau au cours de l'été ? Sélectionnez toutes celles qui s'appliquent.

- Baignade
- Pêche
- Activités nautiques
- Marche
- Vélo
- Observation de la nature
- Autre : précisez.

5.2. À quelle fréquence pratiquez-vous des activités récréatives en eau vive ?

- Jamais
- Rarement
- Parfois
- Souvent

5.3. La proximité avec un plan d'eau est-elle un critère de choix de vos destinations de vacances ?

- Oui
- Non

### Floraisons d'algues bleu vert (cyanobactéries) : activités récréatives

---

5.4. Avez-vous déjà été affecté par une dégradation de la qualité de l'eau liée à une floraison d'algues toxiques (cyanobactéries) dans un contexte d'activités récréatives ?

- Oui, expliquez : .....
- Non

5.5 Si oui, est-ce que la présence d'algues bleu vert vous a incité à vous rendre à un autre lac que votre lac habituel pour faire des activités récréatives ?

- Oui -> allez à la question 5.6
- Non -> allez à la question 5.5.1

5.5.1 Pourquoi ?

---

<sup>24</sup> MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2016. Bilan de la gestion des épisodes de fleurs d'eau d'algues bleuvert en 20-15 Résultats p-our les plans d'eau et les installations de production d'eau potable, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-76222-5 (PDF), 13 p.

5.6. Quelle distance (approximative) seriez-vous prêt à parcourir pour vous rendre à un lac qui n'est pas votre lac habituel dans le cas où la qualité de ce dernier serait dégradée du fait de la présence d'algues bleu vert ?

- 0 km
- Moins de 15 km
- 16 à 30 km
- 31 à 60 km
- 61 à 100 km
- 100 km et plus

5.7. Selon vous, quelle est l'importance de cette problématique dans votre région pour la pratique des activités récréatives et le tourisme ?

- Très importante
- Importante
- Peu importante
- Pas importante
- Ne sais pas

5.8. Selon vous, qui serai(en)t le(s) mieux placé(s) pour diminuer la problématique des algues bleu vert ?

- Gouvernement
- Entreprises
- ONG
- Individus
- Personne
- Ne sais pas
- Autre

Précisez : .....

5.9. Selon vous, quels types d'actions seraient les plus utiles pour diminuer la problématique des algues bleu vert ?

- Renforcement de la réglementation environnementale
- Outils financiers visant à inciter les agriculteurs à diminuer l'usage de produits contenant du phosphore
- Aménagement des bandes riveraines
- Restauration écologique de lacs
- Actions de sensibilisation des contributeurs au phénomène
- Assurer la conformité des installations septiques
- Pas de solutions
- Autre

Précisez : .....

5.10. Pensez-vous que vos activités quotidiennes et individuelles peuvent contribuer aux épisodes de floraison d'algues bleu vert ?

- Oui
- Non -> allez à la question de modélisation (5.11)

5.10.1 Avez-vous déjà adopté des pratiques personnelles afin de limiter votre contribution à la problématique des algues bleu vert ?

- Oui (aller à 5.10.2)
- Non (aller à 5.10.3)

5.10.2 Si oui, quelles pratiques avez-vous adoptées ? Sélectionnez toutes celles qui s'appliquent.

- M'abstenir d'épandre des engrais chimiques
- M'abstenir d'utiliser des pesticides (herbicides, insecticides, fongicides)
- Utiliser des savons et des détergents sans phosphate ou ayant une faible concentration de phosphate
- Laver ma voiture ou mon bateau à un endroit où les eaux de lavage ne s'écoulent pas directement dans le lac ou la baie
- Établir une bande riveraine végétalisée
- Maintenir ma fosse septique et mon champ d'épuration conformes aux règlements (vidange régulière)
- Ramasser les excréments de mon animal domestique au bord de l'eau
- Ne pas jeter de déchets dans le plan d'eau
- Autre (précisez)

5.10.2.1 Qu'est-ce qui vous a incité à adopter ces mesures ?

5.10.3 Sinon, pourquoi n'avez-vous pas adopté certains comportements ?

---

## 5.11. Question de modélisation de choix

### **Situation actuelle**

Les cyanobactéries (algues bleu vert) sont présentes naturellement dans les lacs et rivières au Canada, toutefois certaines cyanobactéries produisent et sécrètent des toxines. Les floraisons nocives de cyanobactéries sont naturellement causées par l'apport de nutriments par les bassins versants, mais les apports excessifs de ces derniers par les activités agricoles et des rejets municipaux amplifient ces floraisons.

Dans le sud du Québec, la problématique des algues bleu-vert revient année après année dans plusieurs lacs, notamment depuis 2000<sup>25</sup> à la baie Missisquoi, où elle est particulièrement sévère.

### **Mise en situation**

---

Des floraisons d'algues bleu vert sont recensées chaque été dans plusieurs lacs du Sud-Québec, en particulier de juillet à septembre. Comme déjà mentionné, ces floraisons ont des effets néfastes sur l'environnement et certaines activités humaines. Des solutions sont actuellement envisagées pour réduire, voire annuler, ces effets négatifs. Celles-ci viseraient à diminuer la quantité de nutriments qui vont dans les cours d'eau en réduisant les nutriments à la source, en établissant des bandes riveraines, ou encore en utilisant des méthode de traitement direct des plans d'eau.

Ces solutions ont cependant un coût qui devrait être supporté par la population locale à travers la taxe municipale. L'argent accumulé par le biais d'une taxe municipale serait dépensé en fonction

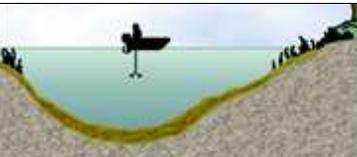
---

<sup>25</sup> Chouinard, F., Bérubé, J. (2015). *Diagnostic 2015 Plan directeur de l'eau Bassin Versant de la Baie Missisquoi*. 213 pages.

des priorités de gestion de l'eau du bassin versant. Parmi les entités consultées pour déterminer les priorités et les solutions d'amélioration de la qualité de l'eau, on compterait les organismes de bassin versant, les MRC, les villes et les autres parties prenantes.

Les éléments qui composent chaque ensemble de choix incluent les caractéristiques suivantes : l'**aspect visuel** du plan d'eau, l'**odeur** dégagée par le plan d'eau, le **type d'activités** qui posent un risque pour la santé, l'**état écologique du milieu aquatique**, et un **coût** (augmentation de la taxe municipale).

**Aspect visuel :**

Plan d'eau où l'eau est opaque	
Plan d'eau où l'eau est trouble	
Plan d'eau où l'eau est claire	
<p>Source des images (3 dessins) : Francine Matte Savard, Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs, 2005 <a href="http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm">http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm</a></p>	

**Odeur :**

1. Absence d'odeur provenant du lac ;
2. Présence d'odeur de gazon coupé provenant du lac;
3. Présence d'odeur d'ordures provenant du lac.

**Activités à risque :**

Aucune activité ne comporte des risques pour la santé	
---	--

La baignade pose un risque pour la santé	
Toutes les activités prenant place sur l'eau posent un risque (baignade, activités nautiques, pêche – incluant la pêche du quai, en raison du contact des pêcheurs avec l'eau sur les poissons et sur l'équipement de pêche)	
Source des images : Charlène Kermagoret, 2017	

### État écologique du milieu

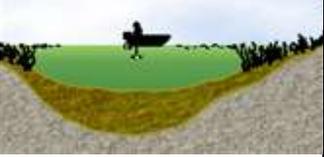
1. Bon : Faune (poissons, animaux aquatiques) et flore (plantes) d'origine préservée ;
2. Douteux : Mortalité d'une partie de la faune et de la flore d'origine ;
3. Mauvais : Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces opportunistes.

**Coût** : La variable coût fait référence à une augmentation de la taxe municipale, dont le montant irait vers des politiques et des actions qui viseraient à améliorer la santé du lac, en particulier au niveau du problème des algues bleu vert.

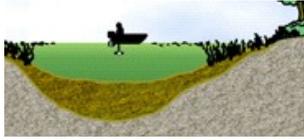
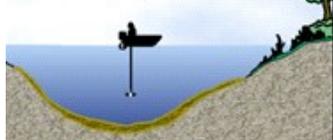
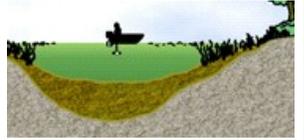
Les cinq ensembles de scénarios qui vont suivre représentent une situation de floraison d'algues bleu vert en période estivale. Les effets négatifs (aspects visuels, odeurs, risques associés aux usages récréatifs, impacts écologiques) sont plus ou moins importants et les coûts plus ou moins élevés selon les solutions déployées. Pour chaque ensemble de choix qui va vous être présenté, choisissez la situation que vous préférez. Il n'y a pas de bonne ou de mauvaise réponse.

Parmi les choix présentés (Block 1), vous avez l'option de choisir l'option de statu quo, qui représente la situation actuelle (et l'état de détérioration prévisible) associé aux phénomènes d'algue bleu-vert.

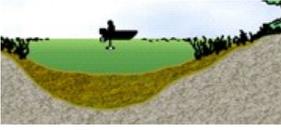
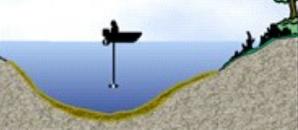
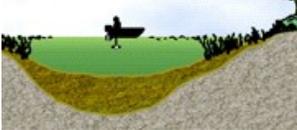
5.11.1

Caractéristiques	Option A	Option B	Statu quo
1 Aspect visuel	 <p>Eau opaque</p>	 <p>Eau claire</p>	 <p>Eau opaque</p>
2 Activités récréatives à <b>risque</b> pour la santé	 <p>Baignade</p>	 <p>Toutes</p>	 <p>Toutes</p>
3 Odeur du plan d'eau	Gazon coupé	Aucune	Ordures
4 État écologique du milieu	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces	Douteux Mortalité d'une partie de la faune et de la flore d'origine	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces
5 Coût de l'augmentation de la taxe municipale	15 \$	100 \$	0 \$
Choix du scénario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

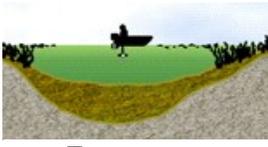
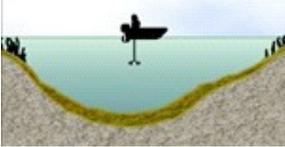
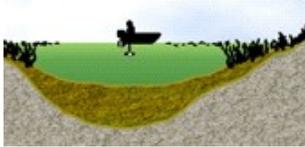
5.11.2

	<b>Caractéristiques</b>	<b>Option A</b>	<b>Option B</b>	<b>Statu quo</b>
1	Aspect visuel (photos)	 Eau opaque	 Eau claire	 Eau opaque
2	Activités récréatives à <b>risque</b> pour la santé	 Aucune	 Toutes	 Toutes
3	Odeur du plan d'eau	Gazon coupé	Ordures	Ordures
4	État du milieu	Bon Faune et flore d'origine préservée	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces
5	Coût de l'augmentation de la taxe municipale	100 \$	50 \$	0 \$
	Choix du scénario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

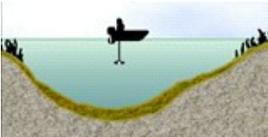
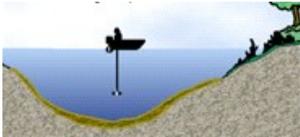
5.11.3

Caractéristiques	Option A	Option B	Statu quo
1 Aspect visuel (photos)	 Eau opaque	 Eau claire	 Eau opaque
2 Activités récréatives à <b>risque</b> pour la santé	 Aucune	 Toutes	 Toutes
3 Odeur du plan d'eau	Aucune	Gazon coupé	Ordures
4 État du milieu	Douteux Mortalité d'une partie de la faune et de la flore d'origine	Bon Faune et flore d'origine préservée	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces
5 Coût de l'augmentation de la taxe municipale	50 \$	15 \$	0 \$
Choix du scénario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.11.4

	Caractéristiques	Option A	Option B	Statu quo
1	Aspect visuel (photos)	 Eau opaque	 Eau trouble	 Eau opaque
2	Activités récréatives à <b>risque</b> pour la santé	 Toutes	 Aucune	 Toutes
3	Odeur du plan d'eau	Aucune	Ordures	Ordures
4	État du milieu	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces	Bon Faune et flore d'origine préservée	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces
5	Coût de l'augmentation de la taxe municipale	75 \$	200 \$	0 \$
	Choix du scénario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.11.5

Caractéristiques	Option A	Option B	Statu quo
1 Aspect visuel (photos)	 Eau trouble	 Eau claire	 Eau opaque
2 Activités récréatives à <b>risque</b> pour la santé	 Toutes	 Baignade	 Toutes
3 Odeur du plan d'eau	Aucune	Gazon coupé	Ordures
4 État du milieu	Bon Faune et flore d'origine préservée	Douteux Mortalité d'une partie de la faune et de la flore d'origine	Mauvais Mortalité massive de la faune et de la flore d'origine et colonisation par de nouvelles espèces
5 Coût de l'augmentation de la taxe municipale	200 \$	30 \$	0 \$
Choix du scénario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.11.7 Si vous avez choisi plus de trois fois l'option du « Statu quo », veuillez indiquer pourquoi.

## Section 6 : Profil du répondant

---

Merci infiniment pour votre patience, vous entamez maintenant la dernière section du questionnaire. Cette section vise à établir le profil socioéconomique des participants. Les données du rapport final seront traitées de façon confidentielle et présentées sous forme agrégée. Ces informations ne permettront donc pas d'identifier un individu en particulier.

1. Vous êtes :

- Une femme
- Un homme
- Autre

2. À quelle tranche d'âge appartenez-vous ?

- Moins de 18 ans
- Entre 18 et 24 ans
- Entre 25 et 39 ans
- Entre 40 et 54 ans
- Entre 55 et 64 ans
- 65 ans et plus

3. Quelle est votre langue maternelle ?

- Français
- Anglais
- Autre, veuillez spécifier : \_\_\_\_\_

4. Êtes-vous locataire ou propriétaire de votre résidence ?

- Locataire
- Propriétaire

5. Quel est votre lieu de résidence (ville ou municipalité) ?

\_\_\_\_\_

6. Quel est votre dernier niveau de scolarité complété :

- Primaire
- Secondaire ou DEP
- Collégial
- Universitaire de 1er cycle
- Universitaire de 2e cycle
- Universitaire de 3e cycle

7. Laquelle de ces situations représente le mieux votre foyer ? Vous vivez :

- Avec vos parents
- Avec 1 ou des colocataires
- Seul(e)
- Seul(e) avec enfant(s)
- En couple avec enfant(s)
- En couple sans enfant(s)
- Autre, veuillez préciser : \_\_\_\_\_

8. En vous incluant, combien de personnes vivent dans votre foyer ?

\_\_\_\_\_ personnes

9. Avez-vous des petits-enfants ?

- Oui
- Non
- Préfère ne pas répondre

10. En général, lorsque vous faites des achats (épicerie, magasinage, etc.), quel moyen de transport utilisez-vous ?

Je me déplace :

- À pied
- À vélo
- En voiture
- En transport en commun
- Autre, veuillez préciser : \_\_\_\_\_

11. Parmi les tranches suivantes, laquelle représente le revenu annuel total (avant impôt) de votre ménage pour l'année 2016 ?

(Pour des fins de classification seulement)

- Moins de 24 999 \$
- Entre 25 000 \$ et 49 999 \$
- Entre 50 000 \$ et 69 999 \$
- Entre 70 000 \$ et 99 999 \$
- Entre 100 000 \$ et 299 999 \$
- Plus de 300 000 \$
- Je ne désire pas répondre

12. Veuillez mettre en ordre les priorités suivantes selon leur importance pour vous.

- Éducation
- Santé
- Protection de l'environnement
- Sécurité nationale
- Économie
- Politique étrangère et aide internationale
- Autre :

13. Quelle est votre perception de la difficulté de la tâche suivante ?

Il y a un avis de non-consommation en vigueur et vous devez transporter l'eau embouteillée dont vous avez besoin pour une journée complète, de l'endroit où est situé le détaillant jusqu'à votre domicile.

- Très facile
- Assez facile
- Ni facile ni difficile
- Assez difficile
- Très difficile

14. Possédez-vous une propriété (principale ou secondaire) située près d'un lac ?

- Oui
- Non

-Remercier les participants pour leur collaboration à cette étude-

Voulez-vous être contacté.e pour vous informer d'une étude portant sur l'impact des cyanobactéries sur les activités récréatives qui aura lieu au cours de l'automne ? Si oui, veuillez nous laisser vos coordonnées à part du questionnaire.

Avez-vous des commentaires à formuler?

\*Pour l'interviewer :

15. Le répondant a-t-il été questionné à son domicile ?

- Oui
- Non

# Annexe B

## Statistiques descriptives par régions administratives

Tableau B.1 : Représentativité du genre selon la région administrative

Genre	Échantillon N = 240	Montérégie N= 1507070	Outaouais N= 382 600	Etrie N= 319 005	Lanaudière N= 494 795
Femme	53,75%	50,80%	50,81%	50,45%	50,42%
Homme	46,25%	49,20%	49,19%	49,55%	49,58%

Tableau B.2 : Représentativité de la langue maternelle selon la région administrative

Langue maternelle	Échantillon N = 240	Montérégie N= 1491970	Outaouais N= 379 035	Etrie N= 315 010	Lanaudière N= 490 290
Français	92,08%	83,83%	77,31%	89,88%	93,36%
Anglais	6,25%	7,88%	14,40%	6,29%	1,88%
Autre	1,67%	8,29%	8,29%	3,83%	4,76%

Tableau B.3 : Représentativité de l'âge selon la région administrative

Âge	Échantillon N = 240	Montérégie N= 1142580	Outaouais N= 291 590	Etrie N= 250 330	Lanaudière N= 494 795
De 18 à 24 ans	2,08%	10,75%	11,46%	11,01%	10,87%
De 25 à 39 ans	20,83%	23,01%	24,74%	21,84%	23,11%
De 40 à 54 ans	19,58%	29,60%	30,63%	26,49%	30,42%
De 55 à 64 ans	31,67%	17,55%	16,99%	18,84%	17,66%
65 ans et plus	25,83%	19,09%	16,18%	21,82%	17,94%

Tableau B.4 : Représentativité de la scolarité selon la région administrative

Scolarité	Échantillon N = 240	Montréal N= 1 216 110	Outaouais N= 309 055	Estrie N= 259 020	Lanaudière N= 400 015
Primaire ou aucun	3,75%	19,78%	21,16%	21,73%	22,70%
Secondaire ou DEP	31,25%	40,25%	36,49%	41,10%	45,67%
Collégial	27,50%	17,99%	17,72%	17,13%	16,69%
Univ 1 <sup>er</sup> cycle	25,00%	16,47%	17,11%	13,82%	12,14%
Univ 2 <sup>e</sup> cycle	10,42%	5,05%	6,68%	5,19%	2,60%
Univ 3 <sup>e</sup> cycle	2,08%	0,46%	0,84%	1,03%	0,20%

Tableau B.5 : Représentativité du revenu brut du ménage selon la région administrative

Revenu brut	Échantillon N = 207	Montréal N= 626 075	Outaouais N= 163 140	Estrie N= 142 875	Lanaudière N= 202 140
Moins de 24 999\$	14,08%	13,02%	14,35%	19,13%	12,98%
Entre 25 000\$ et 49 999\$	21,84%	22,59%	21,54%	27,70%	23,48%
Entre 50 000\$ et 69 999\$	16,99%	16,54%	16,18%	16,99%	17,16%
Entre 70 000\$ et 99 999\$	21,36%	19,15%	18,49%	17,18%	19,84%
100 000\$ et plus	25,72%	28,70%	29,44%	19,00%	26,54%

Tableau B.6 : Représentativité de la taille du ménage selon la région administrative

Taille du ménage	Échantillon N = 240	Montréal N= 626 075	Outaouais N= 163 140	Estrie N= 142 875	Lanaudière N= 202 140
1 personne	21,25%	29,15%	30,88%	34,74%	26,99%
2 personnes	52,08%	35,74%	35,12%	37,61%	36,58%
3 personnes	11,25%	14,85%	15,04%	11,76%	15,70%
4 personnes	10%	13,68%	12,68%	10,32%	13,70%
5 personnes et plus	5,42%	6,58%	6,28%	5,57%	7,03%

Tableau B.7 : Représentativité du mode d'occupation selon la région administrative

Mode d'occupation	Échantillon N = 240	Montérégie N= 626 075	Outaouais N= 163 140	Estrie N= 142 875	Lanaudière N= 202 140
Propriétaire	77,5%	69,91%	67,99%	62,47%	74,81%
Locataire	22,5%	30,09%	32,01%	37,53%	25,19%

# Annexe C

## Équations : *interval data model*

L'obtention des équations 11 à 14, provenant de Lopez-Feldman (2012) va comme suit :

Il est possible d'estimer la probabilité d'obtention du premier cas (Oui, Non) :

$$\begin{aligned} Pr(y_i^1 = 1, y_i^2 = 0 | x_i) &= Pr(M_i^1 \leq CAP_i < M_i^2) \\ &= Pr(M_i^1 \leq x_i' \beta + \varepsilon_i < M_i^2) \\ &= Pr\left(\frac{M_i^1 - x_i' \beta}{\sigma} \leq \frac{\varepsilon_i}{\sigma} < \frac{M_i^2 - x_i' \beta}{\sigma}\right) \\ &= \Phi\left(\frac{M_i^1 - x_i' \beta}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{M_i^2 - x_i' \beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

où la dernière expression est obtenue puisque  $Pr(a \leq X < b) = F(b) - F(a)$  et  $F(\cdot)$  étant la fonction de distribution cumulative. Nous utilisons  $\Phi(z)$ , soit la distribution cumulative d'une loi normale standard.

Enfin, par la symétrie de la distribution normale nous obtenons :

$$Pr(Oui, Non) = \Phi\left(x_i' \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^1}{\sigma}\right) - \Phi\left(x_i' \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \quad (11)$$

Pour le second cas (Oui, Oui) :

$$\begin{aligned} Pr(y_i^1 = 1, y_i^2 = 1 | x_i) &= Pr(CAP_i > M_i^1, CAP_i \geq M_i^2) \\ &= Pr(x_i' \beta + \varepsilon_i > M_i^1, x_i' \beta + \varepsilon_i \geq M_i^2) \end{aligned}$$

En utilisant la loi de Bayes, soit  $Pr(A, B) = Pr(A|B) * Pr(B)$ , nous obtenons :

$$Pr(Oui, Oui) = Pr(x_i' \beta + \varepsilon_i > M_i^1 | x_i' \beta + \varepsilon_i \geq M_i^2) * Pr(x_i' \beta + \varepsilon_i \geq M_i^2)$$

Ici,  $M_i^2 > M_i^1$  par construction puisqu'il y a proposition d'un second montant plus élevé que celui originalement proposé si l'individu répond par l'affirmative à la première question. Ceci signifie que  $\Pr(x_i'\beta + \varepsilon_i > M_i^1 | x_i'\beta + \varepsilon_i \geq M_i^2) = 1$ .

Donc :

$$\begin{aligned}\Pr(Oui, Oui) &= \Pr(u_i \geq M_i^2 - x_i'\beta) \\ &= 1 - \Phi\left(\frac{M_i^2 - x_i'\beta}{\sigma}\right)\end{aligned}$$

Par symétrie nous obtenons :

$$\Pr(Oui, Oui) = \Phi\left(x_i' \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \quad (12)$$

Pour le troisième cas (Non, Oui) :

$$\begin{aligned}\Pr(y_i^1 = 0, y_i^2 = 1 | x_i) &= \Pr(M_i^2 \leq CAP_i < M_i^1) \\ &= \Pr(M_i^2 \leq x_i'\beta + \varepsilon_i < M_i^1) \\ &= \Pr\left(\frac{M_i^2 - x_i'\beta}{\sigma} \leq \frac{\varepsilon_i}{\sigma} < \frac{M_i^1 - x_i'\beta}{\sigma}\right) \\ &= \Phi\left(\frac{M_i^2 - x_i'\beta}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{M_i^1 - x_i'\beta}{\sigma}\right)\end{aligned}$$

Par symétrie nous obtenons :

$$\Pr(Non, Oui) = \Phi\left(x_i' \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) - \Phi\left(x_i' \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^1}{\sigma}\right) \quad (13)$$

Pour le quatrième cas (Non, Non) :

$$\begin{aligned}\Pr(y_i^1 = 0, y_i^2 = 0 | x_i) &= \Pr(CAP_i < M_i^1, CAP_i < M_i^2) \\ &= \Pr(x_i'\beta + \varepsilon_i < M_i^1, x_i'\beta + \varepsilon_i < M_i^2)\end{aligned}$$

$$= \Pr(x_i' \beta + \varepsilon_i < M_i^1 | x_i' \beta + \varepsilon_i < M_i^2) * \Pr(x_i' \beta + \varepsilon_i < M_i^2)$$

Puisque  $M_i^2 < M_i^1$ ,

$$\begin{aligned} \Pr(\text{Non}, \text{Non}) &= \Pr(x_i' \beta + \varepsilon_i < M_i^2) \\ &= \Phi\left(\frac{M_i^2 - x_i' \beta}{\sigma}\right) \end{aligned}$$

Par symétrie nous obtenons :

$$\Pr(\text{Non}, \text{Non}) = 1 - \Phi\left(x_i' \frac{\beta}{\sigma} - \frac{M_i^2}{\sigma}\right) \quad (14)$$

# Annexe D

## Questions qualitatives : Liste exhaustive des justifications données

Tableau D.1 : Ensemble des justifications mentionnées pour la question d'EC

Justification	Nb	%
<i>(Oui, Oui) N=101</i>		
Importance de la qualité de l'eau	40	39,60
Importance de la santé	33	32,67
Le prix demandé est raisonnable	19	18,81
Conditionnel à un bilan spécifiant où vont les fonds et informant sur le développement du projet	8	7,92
Inquiétude pour ses enfants/petits-enfants	7	6,93
Conditionnel à ce qu'on s'attaque au problème à la source également, pas seulement en aval	6	5,94
La durée des avis potentiels représente une contrainte suffisante pour justifier le prix du bien.	6	5,94
Importance de la prévention	6	5,94
Importance de l'environnement	5	4,95
Importance de la qualité de vie pour la communauté	4	3,96
Importance d'investir dans le bien-être collectif	4	3,96
L'achat d'eau en bouteille pour toutes les utilisations en cas d'avis potentiel représente une contrainte suffisante pour justifier le prix du bien	4	3,96
Inquiétude pour les animaux	3	2,97
Importance d'avoir un jour de préavis	3	2,97
Importance de préserver la qualité pour les générations futures	2	1,98
Conditionnel à ce que l'innovation soit basée sur la recherche et la science	2	1,98
Conditionnel à l'implantation de meilleurs outils de communication pour informer les résidents de l'entrée en vigueur de l'avis (Ex. Poignée de porte)	1	0,99
Prêt à investir pour réduire les effets négatifs sur la valeur de sa propriété	1	0,99
<i>(Oui, Non) N=69</i>		
Le premier prix offert est plus raisonnable/approprié	29	42,03

Contrainte budgétaire	28	40,56
Les taxes sont suffisamment élevées présentement	8	11,59
Il s'agit d'une solution partielle, important d'attaquer le problème à la source	6	8,70
Importance de la santé	6	8,70
Manque de confiance envers la municipalité et le gouvernement	4	5,80
Probabilité d'occurrence trop faible pour justifier les second prix proposé	4	5,80
Importance de la qualité de l'eau	4	5,80
Conditionnel à un bilan spécifiant où vont les fonds et informant sur le développement du projet	3	4,35
N'est pas desservi par le système d'aqueduc municipal	2	2,90
Conditionnel à l'implantation de meilleurs outils de communication pour informer les résidents de l'entrée en vigueur de l'avis	1	1,45
Conditionnel à ce que d'autres mesures soient également mises en place pour s'attaquer à la problématique à la source	1	1,45
Importance d'avoir un jour de préavis	1	1,45
Nécessaire d'allouer différemment les fonds publics déjà recueillis	1	1,45
Les risques semblent trop faibles pour justifier le montant	1	1,45
<i>(Non, Oui) N=25</i>		
Contrainte budgétaire	7	28,00
Le second montant proposé est raisonnable	6	24,00
Les taxes sont présentement déjà trop élevées	5	20,00
Manque de confiance envers la municipalité et le gouvernement	3	12,00
N'est pas desservi par le système d'aqueduc municipal	3	12,00
L'importance de la problématique ne semble pas suffisante pour justifier le premier montant	3	12,00
Conditionnel à ce que d'autres mesures soient également mises en place pour s'attaquer à la problématique à la source	2	8,00
Conditionnel à un bilan spécifiant où vont les fonds et informant sur le développement du projet	2	8,00
Conditionnel à l'implantation de meilleurs outils de communication pour informer les résidents de l'entrée en vigueur de l'avis	1	4,00
Importance de la santé	1	4,00
Importance d'avoir un jour de préavis	1	4,00
<i>(Non, Non) N=45</i>		
Les taxes sont présentement déjà trop élevées	15	33,33

Préférable d'allouer différemment les fonds publics déjà recueillis	8	17,78
Les outils ne sont pas la meilleure solution à la problématique	7	15,56
Le prix demandé est trop élevé	7	15,56
Manque de confiance envers la municipalité et le gouvernement	7	15,56
N'est pas desservi par le système d'aqueduc municipal	6	13,33
Il existe trop d'incertitude quant à l'efficacité des outils	5	11,11
Préférable d'investir pour régler le problème à la source	4	8,89
Présentement la problématique n'est pas assez importante pour que les outils soient nécessaires	3	6,67
Préférable d'investir pour faire de la prévention	2	4,44
Les principaux responsables du problème devraient payer, pas les citoyens	1	2,22
Contrainte budgétaire	1	2,22
Ne consomme pas l'eau du robinet	1	2,22