

HEC MONTRÉAL

**L'impact des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin au Québec :
une analyse économique de la variation de bien-être des skieurs**

par

Elisabeth Shinder

**Sciences de la gestion
(Option Économie appliquée)**

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

Avril 2018
© Elisabeth Shinder, 2018

Avis de conformité



Comité d'éthique de la recherche

Le 16 août 2017

À l'attention de :

Elisabeth Shinder et Justin Leroux
Étudiante M. Sc. Professeur agrégé, Département d'économie appliquée
HEC Montréal HEC Montréal

Objet : Approbation éthique de votre projet de recherche

Projet : 2018-2888

Titre du projet de recherche : L'impact des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin au Québec : une analyse économique de la perte de bien-être des skieurs

Source de financement : Mitacs - CCS : à venir

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 16 août 2017. Prenez note que ce certificat est **valide jusqu'au 01 août 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 # : 2018-2888

Titre du projet de recherche : L'impact des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin au Québec : une analyse économique de la perte de bien-être des skieurs

Chercheur principal :
Elisabeth Shinder,
Étudiante M. Sc. - HEC Montréal

Directeur/codirecteurs :
Justin Leroux
Professeur - HEC Montréal

Date d'approbation du projet : 16 août 2017

Date d'entrée en vigueur du certificat : 16 août 2017

Date d'échéance du certificat : 01 août 2018



Maurice Lemelin
Président du CER de HEC Montréal

HEC MONTRÉAL

Comité d'éthique de la recherche

Le 11 décembre 2017

À l'attention de :
Elisabeth Shinder
HEC Montréal

Projet # : 2018-2888

Titre du projet :

L'impact des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin au Québec : une analyse économique de la perte de bien-être des skieurs

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

Sommaire

Ce mémoire est une analyse économique des impacts des changements climatiques sur le bien-être des skieurs¹ dans l'industrie du ski alpin au Québec. Ce mémoire vise en premier lieu à chiffrer en termes monétaires le bien-être des skieurs associé à une journée de ski et en second lieu, à projeter le bien-être des skieurs de 2020 à 2050, selon plusieurs scénarios climatiques. Ce faisant, cette étude analyse les choix et préférences des skieurs par rapport aux autres alternatives à leur disposition, en déterminant la substituabilité géographique, temporelle et d'activité du ski alpin.

En vue de donner une valeur économique au bien-être des skieurs, deux méthodes d'évaluation de biens intangibles sont utilisées, soit celles de l'évaluation contingente et du coût de transport. Ces méthodes sont utilisées conjointement afin d'obtenir une vision plus précise et complète du bien-être des skieurs.

Les données nécessaires à la quantification du bien-être des skieurs ont été collectées par sondage aux stations de ski Bromont, Orford et Sutton, entre les mois de décembre 2017 et février 2018, inclusivement. Au total, 151 questionnaires ont été complétés.

Les données nécessaires à la projection du bien-être des skieurs ont été fournies par le partenaire de recherche, Ouranos. Ces données proviennent de plusieurs scénarios climatiques, d'une modélisation du couvert de neige et d'une modélisation de la demande de billets de ski.

Les résultats obtenus révèlent que le bien-être par skieur associé à une journée de ski varie entre 0\$ et 18,27\$, en fonction des conditions. Les résultats de la projection démontrent que, bien que la longueur des saisons de ski diminuera pour la période sous étude, les skieurs ne subiront aucune perte associée aux changements climatiques en termes de bien-être, mais plutôt un léger gain. Ceci s'explique par le fait que les conditions de ski seront meilleures en termes de bien-être pour les saisons de ski 2020/2021 à 2049/2050, en ce qu'il y aura notamment moins de journées froides (température sous -9°C) ainsi que plus de journées à surface de neige damée.

¹ Afin d'alléger le texte, les termes ski alpin et skieurs seront utilisés pour désigner tous les sports de glisse praticable aux stations de ski (planche à neige, télémark, etc.)

Table des matières

| | |
|---|------|
| Avis de conformité..... | ii |
| Sommaire | v |
| Table des matières..... | vi |
| Liste des tableaux, figures et graphiques | viii |
| Remerciements..... | ix |
| 1. Introduction..... | 1 |
| 1.1 Contexte..... | 1 |
| 1.1.1 Industrie du ski alpin au Québec..... | 1 |
| 1.1.2 Changements climatiques..... | 1 |
| 1.1.3 Changements climatiques et l'industrie du ski alpin au Québec..... | 2 |
| 1.2 Objectifs | 3 |
| 2. Revue de littérature..... | 5 |
| 2.1 Méthodes d'estimation | 5 |
| 2.1.1 Méthodes de préférences déclarées..... | 5 |
| 2.1.2 Méthodes de préférences révélées..... | 9 |
| 2.1.3 Choix des méthodes retenues pour le bien-être des skieurs..... | 15 |
| 2.2 Travaux antérieurs sur les impacts des changements climatiques sur le ski alpin | 16 |
| 2.2.1 Effets des changements climatiques sur l'offre de ski alpin..... | 16 |
| 2.2.2 Effets des changements climatiques sur la demande de ski alpin..... | 19 |
| 2.2.3 Conclusion sur les changements climatiques et l'industrie du ski alpin..... | 24 |
| 3. Méthodologie | 25 |
| 3.1 Collecte de données..... | 25 |
| 3.1.1 Population d'intérêt..... | 25 |
| 3.1.2 Méthode de collecte de données | 25 |
| 3.1.3 Plan d'échantillonnage | 25 |
| 3.1.4 Résultats de la collecte de données | 27 |
| 3.1.5 Représentativité de l'échantillon..... | 27 |
| 3.2 Questionnaire..... | 30 |
| 3.3 Hypothèses de travail | 35 |
| 3.3.1 Méthode du coût de transport..... | 35 |
| 3.3.2 Méthode d'évaluation contingente..... | 39 |
| 3.3.3 Bien-être des skieurs | 40 |
| 4. Données pour la projection du bien-être des skieurs | 42 |
| 4.1 Scénarios climatiques | 42 |
| 4.2 Modélisation du couvert de neige..... | 43 |

| | |
|---|-----|
| 4.3 Mesures d'adaptation..... | 43 |
| 4.4 Achalandage futur aux stations | 44 |
| 4.5 Hypothèses de surfaces de neige | 45 |
| 4.5.1 Poudreuse | 45 |
| 4.5.2 Glacée..... | 45 |
| 4.5.3 Damée | 46 |
| 5. Analyse et résultats | 47 |
| 5.1 Modèle économétrique | 47 |
| 5.2 Bien-être des skieurs..... | 56 |
| 5.2.1 Dépenses encourues par les skieurs | 56 |
| 5.2.2 Surplus du consommateur par type de condition | 59 |
| 5.3 Projection du bien-être sans nouvelles mesures d'adaptation | 62 |
| 5.3.1 Longueur des saisons de ski | 62 |
| 5.3.2 Projection du bien-être des skieurs | 63 |
| 5.4 Projection du bien-être avec nouvelles mesures d'adaptation | 67 |
| 5.4.1 Longueur des saisons | 67 |
| 5.4.2 Projection du bien-être des skieurs | 68 |
| 5.5 Évolution des conditions de ski | 71 |
| 5.6 Substituabilité du ski alpin – adaptation comportementale | 76 |
| 5.7 Analyse de sensibilité | 78 |
| 6. Conclusion | 82 |
| Annexe A | 85 |
| Annexe B | 99 |
| Bibliographie..... | 100 |

Liste des tableaux, figures et graphiques

Tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 – Répartition des skieurs selon leur sexe | 27 |
| Tableau 2 – Répartition des skieurs selon leur groupe d'âge | 28 |
| Tableau 3 – Répartition des skieurs selon le revenu annuel du ménage..... | 28 |
| Tableau 4– Répartition des skieurs selon le type de billet..... | 29 |
| Tableau 5– Répartition des skieurs selon le type d'équipement utilisé | 29 |
| Tableau 6– Répartition des skieurs selon leur niveau d'habileté en ski | 29 |
| Tableau 7– Nombre de questionnaires complétés par type de condition..... | 32 |
| Tableau 8 – Définition des variables explicatives du modèle..... | 48 |
| Tableau 9 – Résultats de la régression..... | 49 |
| Tableau 10 – Comparaison des valeurs des consentements à payer avec et sans contrôle..... | 50 |
| Tableau 11 – Consentements à payer moyens par sous-population (avec contrôle) | 52 |
| Tableau 12 – Répartition des skieurs de l'échantillon selon le type de billet, par type de condition | 53 |
| Tableau 13 – Consentement à payer moyen par type de condition (avec contrôle) | 55 |
| Tableau 14 – Coût moyen d'entrée déboursé par type de condition de ski | 58 |
| Tableau 15 – Calcul du surplus du consommateur | 60 |

Figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 Dépenses encourues par le touriste, en % | 36 |
| Figure 2 Surplus du consommateur par type de condition de ski | 61 |

Graphiques

| | |
|---|----|
| Graphique 1 Longueur des saisons de ski 2021 à 2050 | 63 |
| Graphique 2 Variation du bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton entre les saisons 2021 et 2050 | 65 |
| Graphique 3 Variation du bien-être des skieurs du Québec entre les saisons 2021 et 2050..... | 66 |
| Graphique 4 Longueur des saisons de ski 2021 à 2050, avec nouvelles mesures d'adaptation | 68 |
| Graphique 5 Variation du bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton, avec nouvelles mesures d'adaptation..... | 69 |
| Graphique 6 Variation du bien-être des skieurs du Québec avec nouvelles mesures d'adaptation..... | 69 |
| Graphique 7 Évolution de la condition « Surface poudreuse et température sous -9°C » | 71 |
| Graphique 8 Évolution de la condition « Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C » | 72 |
| Graphique 9 Évolution de la condition « Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C » | 72 |
| Graphique 10 Évolution de la condition « Surface damée et température sous -9°C » | 73 |
| Graphique 11 Évolution de la condition « Surface damée et température entre -2°C et -9°C » | 73 |
| Graphique 12 Évolution de la condition « Surface damée et température au-dessus de -2°C » | 74 |
| Graphique 13 Évolution de la condition « Surface glacée et température sous -9°C » | 74 |
| Graphique 14 Évolution de la condition « Surface glacée et température entre -2°C et -9°C » | 75 |
| Graphique 15 Évolution de la condition « Surface glacée et température au-dessus de -2°C » | 75 |
| Graphique 16 Variation du bien-être des skieurs du Québec : Test 1 | 79 |
| Graphique 17 Variation du bien-être des skieurs du Québec : Test 2 | 81 |

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de mémoire, Justin Leroux, pour ses nombreux conseils ainsi que pour le temps qu'il m'a consacré tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également le Consortium de recherche Ouranos, tout particulièrement Laurent Da Silva et Katherine Pineault, pour leur aide soutenue pendant la rédaction de ce mémoire.

Je tiens également à exprimer ma reconnaissance aux stations de ski Bromont, Orford et Sutton pour avoir rendu possible ma collecte de données à leur station, ainsi qu'à tous les skieurs de ces stations qui ont pris le temps de répondre au questionnaire, sans quoi cette étude n'aurait pas été possible.

Je remercie aussi Gabrielle Larose de l'Association des Stations de ski du Québec pour les relectures du questionnaire ainsi que Daniel Parent pour ses conseils en économétrie.

Je tiens aussi à remercier Mitacs. Cette recherche a reçu le soutien de Mitacs dans le cadre du programme Mitacs Accélération.

Enfin, je remercie ma famille, tout particulièrement ma mère pour ses nombreuses relectures, ainsi que mes collègues de classe et amis pour leur aide et leur soutien.

1. Introduction

1.1 Contexte

1.1.1 Industrie du ski alpin au Québec

Le ski alpin est un sport pratiqué au Québec depuis plus d'un siècle et on y compte actuellement plus de 70 stations de ski (ASSQ, 2017) réparties dans 15 régions touristiques de la province (Archambault, 2017). Les régions de Laurentides-Lanaudière, de Québec-Charlevoix et des Cantons-de-l'Est sont particulièrement importantes pour l'industrie, représentant plus de 75% des jours-ski² au Québec (Archambault, 2015).

L'industrie du ski alpin est un moteur économique pour le Québec, notamment en raison de son attrait pour les touristes. Cette industrie génère de nombreuses retombées économiques annuellement. En effet, elle contribue au PIB à la hauteur de plus de 800 millions de dollars annuellement, représente plus de 12 000 emplois à temps plein et produit des recettes fiscales d'une valeur de 137 millions (Archambault, 2015).

En plus de contribuer à l'économie régionale, le ski alpin contribue au bien-être des Québécois. Le ski alpin est l'activité hivernale et sportive d'une partie importante de la population québécoise. En 2017, le nombre d'adeptes québécois pratiquant cette activité se chiffrait à plus de 1,4 million de personnes (Archambault, 2017). Ce sport est pratiqué par des personnes de tout âge, pour près de la moitié de l'année, mais est tributaire des conditions météorologiques. En effet, l'activité n'est réalisable que si les précipitations et températures extérieures sont raisonnablement adéquates.

1.1.2 Changements climatiques

Les changements climatiques sont un phénomène en croissance qui se manifeste maintenant dans toutes les régions du monde, bien que leurs impacts varient selon les régions. Les principaux effets

² Un jour-ski représente la visite d'un skieur à une station de ski pour une journée.

des changements climatiques consistent en un réchauffement de l'atmosphère et de l'océan, en une diminution de la couverture de neige et de glace, en une augmentation du niveau des mers ainsi qu'en une augmentation des concentrations des gaz à effet de serre (GIEC, 2014).

Les régions montagneuses sont particulièrement vulnérables aux changements climatiques (Beniston, 2005 cité dans Fort, 2015). En effet, celles-ci se trouvent parmi les écosystèmes les plus affectés par la problématique (Zemp et al., 2009 cité dans Fort, 2015). Dans les milieux montagneux, les effets des changements climatiques se font ressentir par un dérèglement des températures et des précipitations, par une variabilité du climat, par une diminution des couvertures de neige et de glace, par une modification des débits des fleuves ainsi que par une variabilité de l'écoulement des rivières (Unesco, 2013).

1.1.3 Changements climatiques et l'industrie du ski alpin au Québec

Les changements climatiques affectent l'ensemble de l'industrie du ski alpin, même si chaque région est affectée différemment par la problématique. Dans l'industrie, les effets directs des changements climatiques se traduisent principalement par une variation de la couverture de neige ainsi qu'une variation des températures (Damm et al., 2014).

Bien que la majorité des stations du Québec aient adopté des mesures d'adaptation pour pallier les changements de conditions, les conditions de ski ne sont plus les mêmes qu'elles étaient auparavant, principalement en raison de variations dans la qualité des surfaces skiabiles, de grandes fluctuations de températures, de surchalandage lorsque les conditions sont bonnes et d'une réduction de la durée de la saison de ski, le tout ayant pour conséquence d'affecter le bien-être des skieurs.

La saison de ski 2015/2016 a été l'une des plus difficiles dans les vingt dernières années pour la majorité des stations de ski du Québec (Archambault et al., 2016). Cette saison a connu des températures douces ainsi que de pluies récurrentes, ce qui a grandement impacté la fréquentation des stations. Ces conditions défavorables ont causé une diminution du nombre de jour-ski de 11,3% par rapport à la saison 2014/2015 et de 16,7% comparativement à la moyenne des vingt

dernières années (Archambault et al., 2016). L'Ontario et le Nord-Est américain ont également subi des conditions défavorables qui ont résulté dans une réduction de l'achalandage pour cette saison (Archambault et al., 2016).

Malheureusement, les effets des changements climatiques ne font que croître et continueront donc d'affecter l'industrie. Selon les prévisions fournies dans le rapport « Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec » d'Ouranos, l'entièreté du territoire du Québec subira une hausse des températures moyennes. Dans la région du sud du Québec, les températures annuelles projetées augmenteront d'environ 2 à 4 degrés pour la période 2041-2070 et d'environ 4 à 7 degrés pour la période 2071-2100, selon un scénario de fortes émissions. De plus, presque l'entièreté du territoire subira une diminution de la neige au sol pour les années 2041-2070. Les changements du couvert de neige seront particulièrement importants dans le sud du Québec. Les changements projetés vers 2050 suggèrent également une réduction de la saison de gel de 2 à 4% par rapport au passé récent.

Puisque la couverture de neige et la température sont des facteurs déterminants des conditions de ski alpin, il est intéressant d'examiner comment les changements climatiques affecteront les skieurs, notamment leur bien-être.

1.2 Objectifs

Ce mémoire cherche à analyser les impacts des changements climatiques sur le bien-être futur des skieurs du Québec afin d'avoir une image plus complète des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin au Québec.

Ce mémoire vise en premier lieu à chiffrer en termes monétaires le bien-être des skieurs en fonction de différentes conditions de ski et en second lieu à projeter les différents niveaux de bien-être de 2020 à 2050, selon plusieurs scénarios climatiques, ce qui permettra d'analyser la variation du bien-être des skieurs. Ce faisant, cette étude analyse les choix et préférences des skieurs par rapport aux autres alternatives à leur disposition, en déterminant la substituabilité géographique, temporelle et d'activité au ski alpin.

Cette étude est réalisée en partenariat avec Ouranos, un consortium de recherche sur la climatologie régionale. Ce mémoire est arrimé à leur étude « Analyse économique des mesures d'adaptation aux changements climatiques appliquée au secteur du ski alpin au Québec », qui évalue entre autres les répercussions des changements climatiques sur la demande de ski ainsi que la rentabilité de nouvelles mesures d'adaptation aux changements climatiques pour les stations Bromont, Orford et Sutton pour les saisons de ski 2020/2021 à 2049/2050. Ce mémoire complète leur étude en apportant une perspective de la problématique du point de vue du bien-être des skieurs.

Ce mémoire est divisé en six sections. Suite à cette introduction, la deuxième section présente la revue de littérature qui comporte deux volets, l'un sur les méthodes d'estimation de biens intangibles, et l'autre sur les travaux antérieurs portant sur les effets des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin. La troisième section décrit la méthodologie utilisée dans le mémoire. Cette section présente les détails sur la collecte de données, décrit le questionnaire et présente les hypothèses qui permettront d'obtenir une estimation du bien-être des skieurs. La quatrième section décrit les données qui sont utilisées pour la projection du bien-être des skieurs, soit six scénarios climatiques, une modélisation du couvert de neige ainsi qu'une modélisation de la demande future de billets de ski. Cette section présente également quelques hypothèses supplémentaires nécessaires à la projection du bien-être des skieurs. La cinquième section contient l'analyse des données ainsi que la présentation des résultats. Cette section décrit le modèle économétrique utilisé pour analyser les consentements à payer des skieurs, présente la longueur des saisons futures ainsi que la variation du bien-être des skieurs pour les deux cas sous étude, soit avec et sans nouvelles mesures d'adaptation et analyse l'évolution des conditions de ski entre les saisons 2020/2021 et 2049/2050. La conclusion se trouve à la section six et rappelle brièvement la méthodologie utilisée ainsi que les résultats obtenus.

2. Revue de littérature

Cette revue de littérature est divisée en deux sections. En premier lieu, les méthodes d'estimations de biens intangibles sont présentées. Une attention particulière est accordée à la méthode d'évaluation contingente et à la méthode du coût de transport, soit les deux méthodes retenues dans ce mémoire pour donner une valeur économique au bien-être des skieurs. En second lieu, un survol des travaux antérieurs sur les effets des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin est présenté, en mettant l'accent sur les travaux axés du côté de la demande.

2.1 Méthodes d'estimation

L'accès à des pistes de ski de qualité est un bien intangible, c'est-à-dire un bien n'ayant pas de valeur marchande, et pour lequel il n'existe pas de prix d'achat ou de vente. C'est la valeur de ce bien que nous chercherons à évaluer grâce aux méthodes d'évaluations de biens intangibles, et qui représentera le bien-être des skieurs dans ce mémoire. Il existe plusieurs méthodes afin d'estimer la valeur économique d'un bien intangible. Ces méthodes se regroupent en deux catégories soit les méthodes de préférences déclarées, dites directes et les méthodes de préférences révélées, dites indirectes.

2.1.1 Méthodes de préférences déclarées

Les méthodes de préférences déclarées cherchent directement à mesurer la valeur d'un bien intangible, en demandant aux individus de dévoiler leurs préférences quant au bien évalué. Les deux méthodes de préférences déclarées les plus utilisées sont la méthode d'évaluation contingente et la méthode de modélisation de choix. Ces méthodes sont décrites ci-dessous.

Méthode d'évaluation contingente

La méthode d'évaluation contingente consiste à effectuer un sondage par lequel la population visée est interrogée quant à leurs préférences et leur volonté à payer pour un bien ou un service. Puisque les biens évalués n'ont pas de marché existant, cette méthode place les consommateurs dans des marchés hypothétiques ou dans des situations fictives, puis leur demande de dévoiler leur consentement à payer (ou à recevoir) pour un bien, ou pour qu'un projet ait lieu (ou n'ait pas lieu). Une fois les consentements à payer obtenus, il est ensuite possible d'inférer certaines statistiques

telles que la moyenne ou la médiane des consentements à payer. Les valeurs obtenues représentent la valeur économique associée au bien ou projet. Il est également possible de corrélérer les consentements à payer avec certaines caractéristiques des répondants telles que l'âge, le sexe, le statut socio-économique, la situation géographique afin d'extrapoler les données obtenues et ainsi, déterminer la valeur économique du bien (ou projet) pour une population plus large.

La méthode d'évaluation contingente offre l'avantage d'obtenir des consentements à payer qui incluent, en plus de la valeur d'usage, la valeur de non-usage du bien évalué. La valeur d'usage correspond à la valorisation du bien provenant du fait d'utiliser le bien, de planifier l'utiliser ou simplement d'avoir la possibilité de l'utiliser. La valeur de non-usage, également nommée valeur passive ou valeur d'existence, représente la valeur accordée au fait qu'un bien ou un service existe, même si ce bien ou service ne sera pas utilisé par l'individu qui le valorise et que celui-ci n'a aucune intention d'utiliser le bien. La méthode d'évaluation contingente offre aussi l'avantage d'une grande souplesse. En effet, cette méthode peut être appliquée à la majorité des biens intangibles (Appéré, 2004) et peut être effectuée *ex ante* ou *ex post* (Pearce et al., 2006).

La méthode d'évaluation contingente est la méthode d'évaluation de bien intangible la plus fréquemment utilisée en économie environnementale (Hanley et al., 2007). En effet, elle est employée depuis plus de 35 ans et on compte plus de 2000 publications abordant ce sujet (Carson, 2000). Cette méthode a notamment été utilisée pour des études portant sur l'amélioration de la qualité de l'eau et de l'air, de la consommation de l'eau dans les pays en développement, des espèces menacées ou encore des sites avec héritage culturel (Carson, 2000).

Critiques à la méthode d'évaluation contingente

Dès le début, la méthode d'évaluation contingente a suscité de nombreux débats. Les principales critiques de la méthode concernent la fiabilité et la validité des réponses obtenues dû à certains biais potentiels. La littérature économique distingue quatre types de biais principaux soit le biais stratégique, le biais hypothétique, le biais d'inclusion (phénomène du *warm glow*) et le biais d'ancrage.

Il y a présence d'un biais stratégique lorsque le répondant exagère ou minimise son consentement à payer s'il croit que le montant qu'il indique influencera le résultat de l'étude d'une façon qui lui sera favorable (Hanley et Spash, 1993; Tietenberg et al., 2012). Par exemple, si le répondant croit qu'un projet sera mis en place seulement si ce projet est hautement valorisé, le répondant peut être tenté d'exagérer son consentement à payer afin que le projet soit mis en place.

Un biais hypothétique survient lorsque le répondant n'a pas une compréhension parfaite de la mise en situation ou du marché hypothétique. Une mauvaise compréhension du marché hypothétique peut résulter en un consentement à payer qui ne représente pas réellement le consentement à payer du répondant et qui est souvent surestimé (Hausman, 2012). La taille du biais dépend principalement de la formulation des questions posées, du réalisme du marché hypothétique et de la méthode utilisée pour quantifier la valorisation, à savoir, consentement à payer ou à recevoir (Hanley et Spash, 1993).

Un biais d'inclusion ou phénomène du *warm glow* a lieu lorsque les répondants déclarent un consentement à payer qui démontre leur support à l'environnement plutôt que leur valorisation précise du bien environnemental évalué. Cela peut être causé par le fait que les répondants ressentent de la satisfaction morale liée au fait d'exprimer du soutien à une bonne cause comme la protection de l'environnement (Pearce et al., 2006). Il y a présence de ce biais lorsque le consentement à payer ne varie pas avec le nombre de biens évalués. Il est possible de détecter la présence du biais à travers le « *adding-up test* ». Ce test consiste à vérifier si le consentement à payer pour deux biens évalués conjointement est le même que l'addition des consentements à payer de chaque bien évalué individuellement (Diamond et Hausman, 1994).

Un biais d'ancrage peut se présenter lorsque des questions de type dichotomique ou référendaire sont utilisées pour obtenir les consentements à payer. Ce type de questions cherche à savoir si le répondant accepterait ou non de payer certains montants pour le bien évalué. Dans cette optique, une série de questions sont posées au sondé, en débutant par un prix faible puis en augmentant le prix du bien évalué. Le biais d'ancrage survient lorsque le premier prix proposé influence le consentement à payer de l'individu (Boyle et al., 1985).

Plusieurs précautions seront prises dans ce mémoire afin de limiter la présence de ces biais. Ces précautions sont détaillées dans la section 3.2.

Recommandations du Panel NOAA

Le déversement pétrolier de l'Exxon Valdez en Alaska en 1989 fut un évènement marquant pour le développement de la méthode d'évaluation contingente. En effet, suite à cette tragédie, le *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) s'est penché sur le sujet de la fiabilité de la méthode. Le NOAA a regroupé un panel d'experts pour analyser la crédibilité de la méthode. En 1993, un rapport a été publié concernant plusieurs recommandations à suivre quant à l'utilisation de cette méthode, plus particulièrement quant à l'élaboration du questionnaire utilisé dans la méthode. Dans son article « The Contigent Evaluation Debate : Why Economists Should Care » publié en 1994, Portney résume les sept recommandations les plus importantes que voici :

1. Privilégier les entrevues en personne plutôt que les entrevues téléphoniques, mais privilégier les entrevues téléphoniques aux sondages électroniques ;
2. Privilégier les consentements à payer pour un projet futur plutôt que les compensations minimales à recevoir pour un projet passé ;
3. Utiliser la forme de référendaire pour formuler les questions posées ;
4. Débuter l'application de la méthode avec un scénario réaliste et compréhensible ;
5. Informer les répondants du fait que le montant de leur consentement à payer réduira leur somme d'argent disponible pour d'autres achats ;
6. Rappeler aux répondants qu'il existe des substituts au bien évalué ;
7. Inclure au moins une question de suivi afin de valider la bonne compréhension de la tâche des répondants et de découvrir les motifs de leurs réponses ;

Le panel d'experts conclut qu'en suivant les recommandations du guide, l'utilisation de la méthode d'évaluation contingente mènera à des résultats fiables. Ainsi, l'évaluation contingente menée dans ce mémoire suivra, dans la mesure du possible, les recommandations suggérées dans le rapport du NOAA.

Modélisations de choix

La modélisation de choix est un terme générique pour désigner plusieurs méthodes de préférences déclarées. Ces méthodes se basent sur des sondages pour modéliser les préférences des individus pour des biens qui sont décrits en fonction de leurs attributs et des niveaux que peuvent prendre ces attributs (Pearce et al., 2006). Les répondants se voient demander de classer différentes descriptions de biens (ou alternatives) en ordre de préférence, de les évaluer ou bien de choisir leur alternative préférée (Pearce et al., 2006). L'inclusion du prix parmi les attributs du bien est essentielle pour pouvoir obtenir, indirectement, le consentement à payer. Les méthodes de modélisation de choix nécessitent de poser certaines hypothèses sur les fonctions d'utilité des répondants. Ces méthodes supposent que l'utilité que procure un bien peut être décomposée en la somme des utilités provenant de chaque attribut du bien. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle ces méthodes n'ont pas été retenues pour l'évaluation du bien-être des skieurs dans ce mémoire. Dans le cadre de ce mémoire, il a été préféré de ne pas mettre de supposition sur la fonction d'utilité des répondants afin d'obtenir les résultats les plus objectifs possible.

2.1.2 Méthodes de préférences révélées

Les méthodes de préférences révélées se basent sur l'observation du comportement réel des agents, notamment sur des achats faits dans des marchés réels connexes au bien intangible, pour estimer la valeur économique du bien intangible. Les deux méthodes d'estimation de préférences révélées les plus utilisées sont la méthode du coût de transport et la méthode des prix hédoniques. Ces deux méthodes sont décrites ci-dessous.

Méthode du coût de transport

La méthode du coût de transport est utilisée pour obtenir des valorisations de l'utilisation récréative de l'environnement. Cette méthode permet de déterminer la valeur d'usage d'un site, par exemple un parc ou une montagne, en se basant sur les coûts encourus par les individus pour utiliser le site. On distingue trois principales variantes à la méthode, soit la méthode du coût de transport individuelle, la méthode de coût de transport zonale et la méthode d'utilité aléatoire du coût de transport (*random utility travel cost method*).

Ces trois méthodes nécessitent d'obtenir des données sur les coûts encourus par les individus pour utiliser le site. Les coûts considérés sont généralement liés aux frais de déplacement, au prix d'entrée sur le site, au coût d'acquisition de l'équipement nécessaire, aux dépenses encourues sur le site ainsi qu'au coût d'opportunité du temps passé à pratiquer l'activité (Hanley and Spash, 1993). Les coûts liés aux déplacements incluent deux types de coûts, soit les coûts liés directement au transport (essence, billet d'autobus, etc.) et le coût d'opportunité du temps passé en transport, habituellement estimé à partir d'une proportion du salaire horaire des individus (Pearce et al., 2006).

Méthodes du coût de transport individuelle et zonale

Dans les méthodes individuelle et zonale, en plus des données sur les coûts, il est essentiel de connaître le nombre de visites qui ont été faites annuellement au site. Toutes ces données sont habituellement collectées par sondage à même le site.

Une fois les données recueillies par rapport aux nombres de visites au site et les coûts encourus par les individus, il est possible d'inférer la courbe de demande pour ce site. "La fonction de demande implicite pour ce site est alors construite à partir de la relation existant entre ce prix implicite et la quantité demandée à savoir la fréquentation de ce site."³. De la courbe de demande, il est possible d'inférer la valeur d'usage du site qui est représentée par le surplus du consommateur. Les méthodes individuelles et zonales diffèrent par les données utilisées pour estimer la fonction de demande. Pour la méthode individuelle, l'estimation de la demande se fait à partir de données individuelles, tandis qu'elle se fait à partir de données agrégées par zone géographique ou par cercles concentriques autour du site pour la méthode zonale. Ainsi, pour la méthode individuelle, les coûts de transports peuvent varier d'un individu à l'autre contrairement à la méthode zonale, où ils sont considérés comme étant homogène pour chaque zone. Les deux méthodes permettent d'inclure des variables socio-démographiques dans le modèle, par zone ou par individu. La méthode individuelle offre l'avantage de résultats plus précis, mais au prix d'une collecte de données plus rigoureuse et d'une analyse plus complexe.

³ Gildas Appéré, « L'évaluation des actifs à usage récréatif : la méthode contingente des coûts de transport », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 2004, p.83

La méthode individuelle a été retenue pour l'analyse du bien-être des skieurs dans ce mémoire en raison de la précision additionnelle qu'offre cette méthode comparativement à la méthode zonale.

Méthode d'utilité aléatoire du coût de transport (Random utility travel cost method)

La troisième méthode, soit celle de l'utilité aléatoire du coût de transport, est fondamentalement différente des deux premières. En effet, cette méthode se base sur le choix d'un site en particulier par rapport à d'autres sites substitués, plutôt que d'analyser le nombre de visites au site comme dans les méthodes individuelle et zonale. La méthode d'utilité aléatoire du coût de transport se base sur l'utilité qu'un site procure à un individu pour en déterminer sa valorisation. Cette utilité dépend des caractéristiques du site, dont le prix, qui est représenté par les coûts encourus pour se rendre au site. La méthode suppose que l'individu choisira de se rendre au site récréatif qui lui procure la plus grande utilité. Le modèle capture donc implicitement l'arbitrage fait entre le prix (coût) et les autres caractéristiques du site. Puisque cette méthode se base sur l'utilité, elle nécessite de supposer une forme pour la fonction d'utilité, habituellement linéaire (Pendleton et Mendelsohn, 2000). La méthode d'utilité aléatoire du coût de transport est conçue pour mesurer la variation de la qualité d'un site plutôt que la valeur du site ou d'un voyage précis comme les méthodes individuelle et zonale (Ward, 2006). Cette méthode s'avère très utile lorsqu'il y a un grand nombre de sites substitués au site évalué. La méthode nécessite une collecte importante de données puisqu'elle nécessite des données sur les caractéristiques et les prix de tous les sites substitués au site évalué.

Cette méthode n'a pas été retenue pour évaluer le bien-être des skieurs dans ce mémoire car elle nécessite de collecter un grand nombre de données, ce qui dépasserait l'étendue d'un mémoire de maîtrise. De plus, la méthode nécessite de supposer une forme à la fonction d'utilité des skieurs, ce qui n'est pas souhaitable vu l'objectif d'obtenir des résultats les plus neutres possibles. Surtout, dans ce mémoire il nous sera intéressant de trouver la valorisation totale du ski alpin et non seulement les variations de valorisation provenant de changements de caractéristiques des sites.

Difficultés liées à la méthode du coût de transport

Bien que la méthode du coût de transport soit la plus vieille méthode d'évaluation de biens intangibles, cette méthode est sujette à quelques contraintes, principalement liées aux nombreuses

hypothèses à poser pour calculer les coûts qui sont représentés par les dépenses encourues par les individus. Les difficultés qui ont suscité le plus d'attention dans la littérature concernent la valeur accordée au temps de transport et à la visite du site (coût d'opportunité) et le traitement de la présence de visites multi-objectifs ou destinations.

Valeur accordée au temps :

Le temps qu'un individu prend pour se rendre au site ainsi que sur le site aurait pu être utilisé à d'autres fins si celui-ci n'avait pas choisi de visiter ce site. Ainsi, l'individu encourt un coût d'opportunité en consacrant ce temps au transport ainsi qu'à la visite du site et il est important d'inclure ce coût dans le calcul du coût de transport. Accorder une valeur monétaire à ce temps représente une tâche assez complexe. En effet, s'il était certain que l'individu aurait travaillé au lieu de visiter le site, le coût d'opportunité représenterait simplement le revenu horaire de l'individu pour le nombre d'heures passées en transport et sur le site. Cependant, étant donné que les sites évalués sont de nature récréatives et que les individus sont généralement contraints à un horaire de travail fixe et ont donc souvent peu de flexibilité quant au choix de leurs heures de travail, il est davantage plausible de croire que le temps passé en transport aurait été utilisé à d'autres fins récréatives. Ainsi, il serait absurde d'accorder la valeur totale du revenu au temps de transport. Pour cette raison, plusieurs auteurs se sont penchés sur le sujet afin de trouver une valeur uniforme de proxy au temps passé en transport et sur le site. Suite à leurs recherches, Beesley (1965) et Cesario (1976) ont conclu que le temps passé en transport équivaut à environ un tiers du salaire horaire des individus (Cesario, 1976). Quarmby (1967) et Stopher (1969) trouvent plutôt que le temps passé en transport se situe entre 20 et 25% du salaire horaire des individus (Cesario, 1976). De son côté, Lisco (1968) conclut que la valeur du coût de transport est entre 40 et 50% du salaire horaire des individus (Cesario, 1976). Fezzi, Bateman et Ferrini (2012) concluent que la valeur du temps est plutôt de 75% du salaire horaire. En somme, les travaux empiriques sur le sujet ont mené à croire que la valeur du temps passée en transport équivaut à une fraction variant entre le tiers et la moitié du salaire horaire des individus, et ce sont ces valeurs qui sont habituellement utilisées pour estimer la valeur du temps dans les travaux récents (Pearce et al., 2006).

Visites multi-objectifs et multi-destinations :

La méthode du coût de transport se base sur l'hypothèse que les coûts de transport représentent une bonne approximation de la valeur économique d'un site, puisqu'ils représentent le coût encouru pour utiliser le site. Dans le cas de visites à destination simple, c'est-à-dire lorsqu'un individu fait un aller-retour direct au site, cette hypothèse est légitime, puisque tous les coûts associés au déplacement sont strictement liés à la visite du site. Cependant, il arrive souvent que les individus visitent plus d'une destination dans leur déplacement au site, ce qui est appelé visite multi-destinations. Il est également possible qu'un individu visite un site, mais que la visite de ce site ne soit pas la raison principale du déplacement, ce qui est appelé visite multi-objectifs. Dans ces cas, associer le coût total du déplacement au coût encouru pour visiter le lieu récréatif étudié peut mener à une surestimation de la valorisation du site (Martínez-Espiñeira et Amoako-Tuffour, 2009).

Afin de remédier au problème, une solution fréquemment utilisée consiste à identifier, par l'entremise d'un questionnaire, les individus à visites multi-objectifs ou destinations puis à les éliminer de l'échantillon (Loomis et al., 2000). L'exclusion de ces individus peut cependant causer une sous-estimation de la valorisation du site récréatif, surtout si l'échantillon est de petite taille ou si la majorité des visiteurs font des visites multi-objectifs (Martínez-Espiñeira et Amoako-Tuffour, 2009). Plusieurs chercheurs se sont donc intéressés à d'autres façons de traiter les coûts de transports liés aux visites multi-objectifs ou destinations afin de minimiser le biais dans les résultats obtenus. Afin de rectifier le problème, Haspel et Johnson (1982) ont alloué des parties du coût de transport total à chaque destination en divisant le coût total par le nombre de destinations. Yeh et al. (2006) ont plutôt assigné une partie des coûts totaux à chaque objectif en utilisant une variable comme proxy à l'importance relative de chaque site tel que le temps passé par objectif. Mendelsohn et al. (1992) proposent plutôt de combiner les sites visités ensemble et de les traiter comme un seul site. Une autre alternative est de demander aux individus d'estimer la proportion du plaisir total du voyage qui provient de chaque site, puis d'utiliser ces proportions pour assigner les coûts de transport à chaque destination (Pearce et al., 2006).

Malgré les nombreuses études sur le sujet, il n'y a toujours pas de consensus quant à la meilleure méthode à utiliser pour tenir compte des visites multi-objectifs ou destinations dans les calculs.

Dans ce mémoire, la présence de visites multi- objectifs ou destinations est peu probable puisque que le ski alpin est une activité qui s'étend généralement sur une journée complète, qui nécessite de l'équipement spécifique et qui est assez coûteuse. Afin de traiter les coûts liés aux visites multi-objectifs ou destinations, les skieurs se verront demander si la pratique de ski a été la raison principale de leur déplacement. Si la pratique du ski n'a pas été la raison principale du déplacement, ils se verront demander d'énumérer les raisons principales qui motivent leur déplacement. Les coûts du trajet seront divisés par le nombre de raisons données.

Méthode des prix hédoniques

La méthode des prix hédoniques consiste à évaluer la valeur d'un bien intangible en observant des comportements dans un marché qui est connexe au bien évalué. Autrement dit, la méthode utilise un marché dans lequel le bien intangible est implicitement échangé pour en déduire sa valeur (Pearce et al., 2006). Cette méthode se base sur l'hypothèse qu'un bien est composé de plusieurs caractéristiques, et que chaque caractéristique peut expliquer une portion du prix total du bien. Ainsi, cette méthode consiste à décomposer le prix d'un bien en assignant une portion du prix à chaque caractéristique, en utilisant des méthodes statistiques. Ce faisant, il est possible d'isoler la portion du prix qui provient du bien intangible, permettant d'y donner une valeur économique. La méthode permet également de mesurer la volonté marginale de payer pour des modifications discrètes d'une caractéristique du bien évalué (Tietenberg et al., 2012). La méthode des prix hédoniques est principalement utilisée dans le marché de l'immobilier et le marché du travail (Pearce et al., 2006).

La méthode des prix hédoniques nécessite de collecter un nombre important de données concernant le marché de référence telles que les prix et caractéristiques des biens qui composent le marché. Pour appliquer cette méthode au contexte de l'étude, il faudrait donc des données historiques de valeur immobilière de résidences près des stations de ski sur une très longue période, de sorte à capter l'effet des changements climatiques sur les prix des résidences. Or, comme les effets des changements climatiques ne se font pas sentir aux stations de ski depuis très longtemps, il serait impossible d'obtenir de telles données. C'est la raison pour laquelle cette méthode n'a pas été retenue pour évaluer le bien-être des skieurs dans ce mémoire.

2.1.3 Choix des méthodes retenues pour le bien-être des skieurs

Deux méthodes ont été retenues afin de mesurer le bien-être des skieurs, soit la méthode d'évaluation contingente et la méthode du coût de transport. Ces deux méthodes seront utilisées conjointement afin d'obtenir une valeur économique du bien-être des skieurs.

Traditionnellement, les méthodes de préférences révélées et déclarées étaient perçues comme étant des méthodes strictement substitués pour l'évaluation de biens intangibles. Cependant, de plus en plus de chercheurs se sont intéressés à la combinaison de ces deux méthodes, et particulièrement, à la combinaison de la méthode d'évaluation contingente et la méthode du coût de transport. La combinaison de ces deux méthodes permet une image plus complète des préférences des consommateurs (Cameron, 1992). Combiner les méthodes de préférences révélées et déclarées, exploiterait les forces des deux méthodes tout en minimisant leurs faiblesses respectives (Whitehead et al., 2008). Entre autres, la combinaison des deux méthodes permet de réduire le biais hypothétique, qui peut être présent dans la méthode d'évaluation contingente (Whitehead et al., 2008). Somme toute, l'utilisation des deux méthodes conjointement permettrait de réduire les biais et d'augmenter la précision des résultats obtenus (Kling, 1997).

Voyons maintenant comment chacune des méthodes retenues trouve ici application.

D'une part, la méthode des coûts de transport s'applique bien à la valorisation du ski alpin puisque la pratique du ski alpin nécessite habituellement des déplacements qui peuvent être de longue durée. De plus, la pratique du ski alpin engendre généralement de nombreuses dépenses telles que la location d'équipement, le billet de remontée, etc. Les coûts encourus pour skier peuvent donc donner une bonne idée de la valorisation minimale du ski alpin par les skieurs.

D'autre part, la méthode d'évaluation contingente s'applique bien à la valorisation du ski alpin puisque la plaisance de l'activité peut grandement varier selon les conditions météorologiques. En effet, la valorisation d'une journée de ski est habituellement plus grande lors d'une journée à température modérée et à neige poudreuse que lors de journées froides avec surface de neige glacée. L'utilisation de la méthode d'évaluation contingente, grâce à des situations hypothétiques, permettra de mesurer la valorisation du ski alpin en fonction de différents scénarios

météorologiques, ce qui permettra d'obtenir des informations sur les préférences des skieurs qui n'auraient pas été captées par d'autres types de méthodes d'évaluation de biens intangibles. Dans le contexte de l'étude, les mises en situation hypothétique porteront sur les conditions de ski de la journée, soit la température et la surface de neige. Dans un premier temps, les skieurs se verront demander s'ils sont prêts à se déplacer pour skier avec les conditions décrites. Dans un deuxième temps, ils se verront demander de dévoiler le montant maximal qu'ils auraient été prêts à payer leur billet de remontée journalier si les conditions de la journée étaient telles que décrites dans la mise en situation (ceci sera plus amplement développé dans la section 3.2). Ainsi, en combinant le coût de déplacement au montant maximal que le skieur est prêt à payer pour son billet de remontée, il sera possible de trouver la valeur économique globale d'une journée de ski pour les skieurs.

Ainsi donc, l'utilisation conjointe des deux méthodes permettra d'obtenir une vision plus globale du bien-être des skieurs. L'utilisation de ces deux méthodes permettra de combiner la valeur liée au déplacement des skieurs et la valeur accordée uniquement au ski. Pour ce qui est de la méthode d'évaluation contingente, il sera précisé aux répondants que le consentement à payer s'ajoute aux coûts liés au déplacement, à la location d'équipement ou à l'hébergement, le cas échéant, afin qu'il n'y ait pas double comptage des coûts de transport. La combinaison des deux méthodes offrira également l'avantage de faciliter la tâche de conceptualisation pour les répondants lors des mises en situation dans le sondage (voir section 3.2 pour plus de détails), ce qui permettra de réduire le risque de biais hypothétique, et ainsi, mènera à l'obtention de résultats plus fiables.

2.2 Travaux antérieurs sur les impacts des changements climatiques sur le ski alpin

Cette section est divisée en deux parties. En premier lieu, un survol des études portant sur l'impact des changements climatiques du côté de l'offre de ski est présenté. Puis, en second lieu est exposée une description détaillée des études portant sur les impacts des changements climatiques du côté de la demande.

2.2.1 Effets des changements climatiques sur l'offre de ski alpin

La majorité des publications qui analysent les répercussions des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin sont axées du côté de l'offre plutôt que de la demande. Ces études

s'intéressent à comprendre les effets des changements climatiques sur les coûts, la rentabilité ainsi que la viabilité des stations de ski. Dans l'ensemble, elles cherchent à comprendre la vulnérabilité de l'industrie face aux changements climatiques.

Mesures d'adaptation

Afin d'atténuer les effets des changements climatiques, les stations de ski peuvent, et ont d'ailleurs, entrepris certaines mesures d'adaptation. Ces mesures d'adaptation se regroupent en deux catégories, soit les adaptations technologiques et les pratiques commerciales (Scott et Mcboyle, 2007). Les adaptations technologiques consistent en la fabrication de neige, en développement des pistes et des pratiques opérationnelles ou encore en la pratique d'ensemencement des nuages. Les pratiques commerciales peuvent prendre la forme d'une diversification de revenu, de stratégies marketing, de création de conglomerats de ski ou même de développement de pistes de ski intérieur (Scott et Mcboyle, 2007).

La mesure d'adaptation la plus utilisée dans l'industrie est la fabrication de neige artificielle. En effet, la fabrication de neige fait maintenant partie intégrante de l'industrie du ski alpin (Scott et al., 2003) et est vue comme étant nécessaire (OCDE, 2007). Au Québec, toutes les stations de ski utilisent des systèmes d'enneigement artificiels, bien que la proportion des stations couvertes par la fabrication de neige varie d'une station à l'autre (Scott et al., 2006). Les systèmes d'enneigements artificiels représentent un coût important pour les stations. En effet, ils représentent des investissements pouvant atteindre plusieurs millions de dollars (Scott et al., 2003).

Vulnérabilité

Les premières études portant sur la vulnérabilité des stations de ski face aux changements climatiques n'incluaient pas, ou du moins pas entièrement, les mesures d'adaptation adoptées par les stations de ski dans leurs analyses. Ces études ont toutes conclu à une forte vulnérabilité de l'industrie, qui se traduisait principalement par une réduction remarquable dans la durée des saisons de ski, voire, dans certains cas, la disparition totale du ski alpin. Par exemple, l'étude de Harrison et al. (1986) réalisée dans la région des Grands Lacs (Ontario) a prédit une réduction de la durée des saisons de ski de 30 à 40% dans la région au nord du lac Supérieur et une réduction entre 40% et 100% dans le centre de l'Ontario (Scott et al., 2007). Au Québec, McBoyle et Wall

(1987) ont prédit une réduction de la longueur de la saison de ski entre 40% et 89% dans la région des Laurentides.

L'étude de Scott et al. (2002) fut la première à complètement intégrer les mesures d'adaptation des stations de ski dans les analyses des impacts des changements climatiques sur l'industrie du ski (Scott et al., 2006). Cette étude a obtenu des résultats remarquablement plus faibles relativement aux impacts des changements climatiques sur l'industrie du ski (Scott et al., 2006). Suite à cette étude, plusieurs chercheurs se sont concentrés sur la rentabilité et la viabilité des mesures d'adaptation ainsi que la vulnérabilité de l'industrie avec mesures d'adaptation. En Autriche, Damm et al. (2014) ont analysé la rentabilité des systèmes d'enneigement des monts de ski selon des scénarios climatiques jusqu'en 2050. Ils ont conclu que les stations autrichiennes verront leurs coûts augmenter significativement et qu'il sera inévitable d'augmenter les prix des billets de ski pour que les systèmes d'enneigement demeurent profitables dans le futur. Dans la même direction, l'étude conduite par Pons et al. (2015) analyse la vulnérabilité des monts de ski dans les Pyrénées et s'attarde notamment à la viabilité des systèmes d'enneigement artificiels. L'étude prédit une réduction de la longueur des saisons de ski, surtout pour les stations de ski situées en basse altitude. De plus, les auteurs concluent que les systèmes d'enneigement ne seront pas suffisants pour assurer la survie de toutes les stations des Pyrénées.

Au Québec, Scott et al. (2007) ont analysé les effets des changements climatiques sur les stations des régions de Québec, de Sherbrooke et de Sainte-Agathe-des-Monts, en intégrant la fabrication de neige artificielle. L'étude conclut à une réduction de la longueur des saisons pour l'horizon 2050 ainsi qu'une augmentation des coûts liés à la fabrication de neige. Les résultats obtenus sont cependant beaucoup plus faibles que les prévisions faites ultérieurement dans les mêmes régions. De plus, l'étude précise qu'avec des systèmes d'enneigement artificiel, les changements climatiques ne constituent pas une menace pour l'industrie du ski québécois en termes de couverture de neige. Cependant, les coûts élevés liés à la fabrication de neige pourraient affecter la pérennité des stations. Toujours au Québec, Singh et al. (2009) ont conclu à une réduction importante de la durée de la saison de ski dans les prochaines années, surtout pour les régions situées au sud de Québec, même avec la fabrication de neige artificielle. En Ontario, Scott et al. (2003) ont prédit une réduction de la saison de ski de 7 à 32% avec les capacités actuelles

d'enneigement artificiel et une réduction de la saison de 1 à 21% avec une amélioration des capacités d'enneigement, pour un horizon jusqu'en 2050, ce qui représente également des effets moins grands que les études faites ultérieurement dans les mêmes régions.

Somme toute, en incluant les mesures d'adaptation dans les analyses, l'industrie du ski alpin demeure vulnérable aux changements climatiques même si la fabrication de neige réduit significativement cette vulnérabilité. Les effets des changements climatiques sur l'offre de ski alpin se traduisent principalement par une réduction de la longueur des saisons de ski ainsi qu'une augmentation des coûts d'opération pour l'ensemble de l'industrie.

2.2.2 Effets des changements climatiques sur la demande de ski alpin

Les études sur l'impact des changements climatiques portant sur le côté de la demande sont beaucoup moins nombreuses que celles axées du côté de l'offre. Ces études portent majoritairement sur l'adaptation comportementale des skieurs liée à la variabilité climatique. Elles cherchent principalement à déterminer les facteurs météorologiques qui influencent la demande de ski et à comprendre comment le skieur réagira aux changements des conditions.

Influence du climat sur la demande de ski

Les skieurs prennent en considération plusieurs aspects dans leur décision d'aller skier. Puisque le ski alpin dépend des conditions météorologiques pour rendre l'activité possible et surtout, agréable, la température, l'ensoleillement, le vent, les précipitations, la couverture de neige, la surface de neige, etc. seront pris en compte dans la décision du skieur. Dans la littérature, les deux variables météorologiques qui semblent le plus influencer la demande de ski sont la température et les conditions de neige.

L'étude de Shish et al. (2009) effectuée aux États-Unis (Michigan) suggère que les variables météorologiques telles que la température minimale et maximale, la profondeur de la neige et le refroidissement éolien ont un impact statistiquement significatif sur les ventes de billets de ski. Les résultats obtenus démontrent une corrélation positive entre la profondeur de la neige et le nombre de billets vendus. Plus précisément, une augmentation de l'épaisseur de la neige d'un

pouce mènerait à une augmentation de ventes de billets de ski journaliers de 7 à 9%. Cette étude suggère également que la relation entre la température et l'achalandage est non linéaire. Autrement dit, les skieurs n'apprécient pas les températures trop froides ni trop chaudes. Dans l'étude effectuée par Malasevska et al. (2017) sur la modélisation et la prédiction de la demande de ski alpin en Norvège, les auteurs ont également détecté une relation non linéaire entre la demande et la température ressentie. En effet, les résultats de l'étude démontrent que si la température ressentie est sous $-9,5^{\circ}\text{C}$, une augmentation de la température augmenterait le nombre de skieurs, tandis que si la température est plus élevée que $-9,5^{\circ}\text{C}$, une augmentation de la température aurait un effet négatif sur le nombre de skieurs. Les températures extrêmes ne sont donc pas appréciées par les skieurs.

Dans leur étude, Gilbert et Hudson (2000) ont plutôt analysé les contraintes auxquelles font face les skieurs anglais et ont constaté que les conditions de neige sont une variable déterminante de la décision des skieurs. L'étude a également conclu qu'une contrainte importante pour les skieurs est le surpeuplement sur les pistes.

En Autriche, Unbehaun et al. (2008) ont interrogé les skieurs par rapport à leurs préférences, motivations, perceptions et attitudes. Ils ont découvert que l'attribut le plus important dans le choix de destination des skieurs est la couverture de neige.

En Suisse, Gonseth (2013) a analysé les effets de la neige et des conditions météorologiques sur les visites des skieurs. L'auteure a constaté que de mauvaises conditions de neige dans les stations en basse altitude augmente le nombre de visites aux stations en haute altitude. Ainsi, la neige aurait une grande influence sur le choix des destinations des skieurs. De plus, l'étude démontre un effet positif et significatif entre l'ensoleillement et le nombre de skieurs : les skieurs préféreraient définitivement les journées ensoleillées à celles nuageuses.

L'étude effectuée par Hamilton et al. (2007) suggère qu'en plus d'être affectés par les conditions de ski de la journée même de ski, les skieurs sont également influencés par les conditions de ski des jours précédents. De plus, l'étude démontre une corrélation positive et significative entre la quantité de neige et les précipitations dans la ville de résidence des individus et le nombre de visites

à la station de ski, ce qui confirmerait le « *backyard hypothesis* » qui veut que la quantité de neige dans les villes puisse grandement influencer la décision des skieurs, même si ces conditions ne sont pas les mêmes que celles aux stations de ski.

Il semblerait donc que les skieurs soient très sensibles à la température ainsi qu'aux conditions de neige. Ces derniers préfèrent les journées à températures modérées et à couverture de neige généreuse. On note également que les skieurs auraient une préférence pour les journées ensoleillées et peu venteuses. Enfin, les skieurs sont également sensibles à l'achalandage sur les pistes.

Adaptation comportementale

Puisque que les décisions des skieurs reposent en partie sur les conditions météorologiques et que celles-ci varient et continueront de varier dû aux changements climatiques, plusieurs chercheurs se sont intéressés à la question de l'adaptation comportementale du skieur en fonction des variations de ces conditions. La majorité des études qui analysent l'adaptation comportementale des skieurs se basent sur la théorie de substituabilité des comportements de loisirs d'Iso-Ahola (1986). Cette théorie stipule qu'un individu souhaitant participer à une activité de loisir initialement prévue ou souhaitée mais qui n'est plus réalisable, entrainera chez l'individu une modification de son comportement afin de préserver son intention de bénéficier du loisir. De plus, si les raisons liées à la substitution sont compréhensibles, justifiables et justes, par exemple en raison de mauvaise température, la tendance à substituer sera beaucoup plus grande que lorsque les raisons sont incompréhensibles, injustifiables ou injustes, par exemple en raison de stationnement du lieu de loisir qui affiche complet, même si la capacité maximal du site n'est pas atteinte. La littérature a donc construit sur cette théorie afin de l'appliquer aux comportements des skieurs relativement à la variabilité climatique. Nous distinguons trois types de substitution pour les skieurs : la substitution géographique, soit changer de destination, la substitution temporelle, soit changer la fréquence ou l'intensité de participation et la substitution d'activité, soit substituer le ski alpin pour une autre activité (Dawson et al. 2013 ; Rutty et al. 2015a et b ; Pickering et al. 2010 ; Behringer et al. (2000) et autres).

Plusieurs auteurs ont analysé ces trois types de substitution en sondant les skieurs. Les résultats obtenus varient selon les études, principalement en fonction des régions étudiées ainsi que selon les types de scénarios ou de questions posées.

En Suisse, Behringer et al. (2000) ont sondé des skieurs et des planchistes par rapport à l'emplacement et la fréquence de leur pratique du ski s'il était connu que les cinq prochaines années seraient déficientes en neige. Près de la moitié (49%) des répondants ont affirmé qu'ils skieraient à une station où les conditions de neige seraient plus fiables (substitution géographique), près du tiers (32%) skieraient moins souvent (substitution temporelle) et seulement 4% arrêteraient complètement de skier (substitution d'activité). Unbehaum et al. (2008) ont mené une étude similaire en Autriche et leurs résultats indiquent que 68% des répondants changeraient de station de ski si les prochaines années auraient consécutivement un manque de neige tandis que le quart des répondants cesseraient de skier. Il est intéressant de constater que dans cette étude plus de 70% des répondants ont affirmé avoir subi des conditions de neiges insuffisantes pendant des vacances hivernales. De plus, la majorité des skieurs autrichiens affirme être prête à passer deux heures additionnelles en transport pour skier à une station où les conditions de neige sont plus fiables. Dans l'étude de Pickering et al. (2010) effectuée en Australie, les résultats démontrent que plus de deux tiers des skieurs skieraient moins souvent en Australie si les prochaines années étaient déficientes en neige, près du quart des répondants skieraient à l'extérieur de l'Australie ou cesseraient complètement de skier, tandis que 69% des skieurs skieraient moins souvent à la station de ski.

Dans le nord-est des États-Unis, Dawson et al. (2013) ont plutôt interrogé les skieurs quant à leur réaction à de piètres conditions de neige dans le passé, pour ensuite leur demander comment ils réagiraient à ces conditions dans le futur. Les résultats de l'étude démontrent que les tendances à prévoir, en termes d'adaptation comportementale des skieurs seront fort probablement similaires à ceux observés dans le passé récent, bien que moins de skieurs exerceraient de la substitution géographique. De plus, les skieurs ont dévoilé qu'ils sont prêts à passer trois à cinq heures en transport pour skier à une station où les conditions sont plus prometteuses. Par ailleurs, il est intéressant de noter que les skieurs experts seraient plus susceptibles d'adopter une des formes de substitution que les skieurs intermédiaires ou débutants.

En interrogeant les skieurs ontariens par rapport à des mises en situation sur la saison de ski en cours, Ruddy et al. (2015a.) ont découvert que la majorité des skieurs (70%) ne skieraient pas du tout lors d'une journée où la station serait fermée pour la journée, tandis que 30% voyageraient à une autre station de ski. Si la station était fermée jusqu'à la mi-janvier, environ la moitié des répondants opteraient pour la substitution géographique et l'autre moitié feraient de la substitution temporelle. Si la station était fermée en permanence, 61% exerceraient de la substitution géographique, 36% des répondants skieraient moins souvent et 3% des skieurs cesseraient de skier. De plus, il est plus probable que les skieurs débutants, les skieurs d'occasion ainsi que les parents d'enfants de l'école de glisse fassent de la substitution temporelle ou d'activité alors que les skieurs experts ou réguliers sont plus susceptibles de faire de la substitution géographique.

Dans une autre étude également effectuée par Ruddy et al. (2015b), les auteurs ont interrogé les skieurs ontariens par rapport au nombre maximal d'heures qu'ils seraient disposés à consacrer en transport pour aller skier. Les résultats obtenus indiquent que la majorité des répondants seraient prêts à voyager deux heures pour une journée de ski (aller seulement), trois à quatre heures pour une fin de semaine de ski, et plus de six heures pour une vacance de ski.

Somme toute, il n'y a pas de conclusion uniforme sur la réaction des skieurs à des variations dans les conditions de ski. Les adaptations comportementales varient selon la région étudiée ainsi que selon les caractéristiques des répondants (niveau d'expérience, fréquence de la pratique du ski, achat de billet journalier ou abonnement de saison, etc.). Cependant, les conclusions claires qui se dégagent de ces études démontrent que les skieurs modifieront leurs comportements, soit en changeant la fréquence de leur pratique, soit en modifiant leur destination ou en changeant d'activité. De plus, dans toutes les études sauf celle effectuée par Pickering et al. (2010), la majorité des skieurs exerceraient de la substitution géographique et dans toutes les études, la proportion des skieurs qui exerceraient la substitution d'activité est assez faible. Les recherches indiquent également que les skieurs sont disposés à se déplacer plusieurs heures pour bénéficier de meilleures conditions de ski, ce qui porte à croire que le ski alpin est grandement valorisé par ses adeptes.

Valorisation du ski alpin

À notre connaissance, il n'existe qu'une étude portant sur la valorisation de l'activité du ski alpin. Il s'agit de l'étude effectuée par Engling et Moeltner (2004). Cette étude développe un modèle de demande pour le ski alpin et la planche à neige et estime le bien-être économique associé aux deux activités en utilisant la méthode du coût de transport. L'étude évalue également la valorisation des précipitations de neige pour les skieurs et les planchistes. Les résultats obtenus démontrent que le surplus du consommateur par voyage est de 77,45\$ pour les skieurs et de 37,19\$ pour les planchistes. De plus, les résultats suggèrent que la valorisation marginale associée à de la neige additionnelle est décroissante pour les skieurs et les planchistes, c'est-à-dire que ces derniers accordent une grande valeur aux premiers pouces de neige, mais que l'accumulation de neige supplémentaire au-delà de trois ou quatre pouces de neige représente de moins en moins de valeur pour ces derniers.

2.2.3 Conclusion sur les changements climatiques et l'industrie du ski alpin

Les changements climatiques qui se ressentent principalement dans l'industrie par une hausse des températures et une réduction des précipitations de neige, affecteront l'offre et la demande de ski. D'une part, les stations de ski verront leurs saisons raccourcir ainsi que leurs coûts d'opération augmenter. D'autre part, les skieurs modifieront leurs comportements pour pallier les changements de conditions en changeant leur fréquence de pratique, leur lieu de pratique ou en changeant complètement d'activité.

Mais qu'en est-il des conséquences pour le skieur du point de vue de son bien-être ?

Ce mémoire examinera un autre volet que celui généralement étudié dans la littérature existante en abordant la problématique du point de vue du bien-être du consommateur. La présente recherche visera à combler ce manque de connaissances sur les impacts des changements climatiques sur le consommateur, en quantifiant le bien-être économique des skieurs du Québec et en projetant ce bien-être de 2020 à 2050, selon plusieurs scénarios climatiques.

3. Méthodologie

3.1 Collecte de données

3.1.1 Population d'intérêt

Puisque le bien-être des skieurs repose sur l'accessibilité et l'utilisation de pistes de ski de qualité, la population d'intérêt est composée des usagers des pistes, c'est-à-dire des skieurs. Tous les skieurs qui fréquentent les stations de ski du Québec pourraient donc constituer la population d'intérêt de notre étude. Cependant, puisque les scénarios climatiques utilisés pour projeter le bien-être des skieurs de 2020 à 2050 ne sont disponibles que pour les stations Bromont, Orford et Sutton, les skieurs de ces trois stations ont été sélectionnés pour définir la population d'intérêt de l'étude.

3.1.2 Méthode de collecte de données

La méthode d'entrevues en personne a été retenue pour collecter les données, tel que fortement recommandé par le panel NOAA. Les entrevues en personne permettent de répondre aux interrogations des répondants ainsi que d'apporter des précisions ou des clarifications tout au long de l'entrevue, si nécessaire. De ce fait, cette méthode permet de s'assurer que le répondant a une bonne compréhension de ce qu'il lui est demandé, ce qui réduit le risque de biais hypothétique et augmente donc la fiabilité des réponses obtenues. De plus, cette méthode permet de mettre l'accent sur le fait que l'étude n'a pas de vocation commerciale, mais plutôt universitaire, ce qui limite le risque de comportements stratégiques. Les entrevues en personne favorisent également un plus grand taux de participation puisque les répondants sont plus susceptibles de compléter un sondage assez long, lorsqu'ils sont en présence du sondeur.

3.1.3 Plan d'échantillonnage

Puisqu'il n'est pas possible de sonder l'entièreté de la population cible, c'est-à-dire tous les skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton, il nous faudra sonder un échantillon représentatif de cette population.

Les méthodes d'échantillonnage se regroupent en deux catégories, soit les méthodes probabilistes et les méthodes non probabilistes. Les méthodes probabilistes impliquent la sélection aléatoire d'un échantillon à partir de la population d'intérêt, tandis que dans les méthodes non probabilistes, la sélection de l'échantillon ne se fait pas de façon aléatoire puisqu'elle suppose que tous les individus de l'échantillon ont les mêmes caractéristiques, et représentent ainsi fidèlement la population d'intérêt (Statistique Canada, 2013).

Bien que suggéré par le NOAA, l'échantillonnage probabiliste aurait été difficile à administrer dans le contexte de l'étude. En effet, une sélection aléatoire des skieurs des différentes stations aurait constitué une tâche complexe qui excéderait le temps et les ressources disponibles à l'étude. Les méthodes d'échantillonnage non probabiliste ont donc été retenues pour sonder les skieurs. Parmi ces méthodes, la méthode d'échantillonnage par quotas a été favorisée. C'est d'ailleurs l'une des méthodes les plus fréquemment utilisées. Cette méthode consiste à s'assurer que l'échantillon représente certaines proportions ou caractéristiques de la population d'intérêt. Pour atteindre cet objectif, la collecte de données se poursuit jusqu'à ce que les quotas établis soient respectés pour toutes les sous-populations déterminées. Cette méthode nous permettra d'assurer que l'échantillon représente la population d'intérêt pour certaines sous populations. Dans ce mémoire, les quotas porteront sur le sexe des skieurs ainsi que sur leur âge. Selon un rapport de Ipsos (2017), la population des skieurs au Québec est constituée de 55 % d'hommes et 45 % de femmes. Parmi la population des skieurs, 5 % des skieurs sont âgés de moins de 17 ans, 11 % sont âgés de 18 à 24 ans, 16 % sont âgés de 25 à 34 ans, 21 % sont âgés de 35 à 44 ans, 20 % sont âgés de 45 à 54 ans et 27 % sont âgés de 55 ans et plus. Notre échantillon visera à satisfaire ces quotas.

Le seul critère d'inclusion à l'échantillon est le fait de défrayer soi-même le coût du billet de ski ou de l'abonnement de saison puisque la population échantillonnée dans une évaluation contingente doit être celle qui est pertinente pour l'évaluation des coûts et des bénéfices du bien évalué (Carson, 2000).

La taille visée de l'échantillon est d'environ 150 répondants. Cet objectif a été déterminé en tenant compte des contraintes de temps requis du sondeur vu les exigences de la méthode de collecte retenue.

La cueillette de données s’est effectuée au moyen d’un questionnaire administré aux stations de ski Bromont, Orford et Sutton entre les mois de décembre 2017 et février 2018, inclusivement. Les données ont été recueillies à divers moments, tels que les jours et les soirs de semaine et de fin de semaine, en incluant la période des fêtes. La collecte a requis 15 jours de présence sur les lieux. L’outil de sondage Qualtrics a été utilisé pour recueillir les données.

3.1.4 Résultats de la collecte de données

Au total, 151 questionnaires ont été complétés. Très peu de personnes sollicitées ont refusé de participer à l’étude. En moyenne, une dizaine de questionnaires ont été complétés par jour de collecte. Il est à noter que deux des quinze jours de collecte ont eu lieu lors de froids extrêmes, soit lorsque la température était sous -20°C . Lors de l’analyse des données, des tests seront effectués pour s’assurer que les données recueillies lors de ces deux journées n’ont pas d’effet majeur sur les résultats.

3.1.5 Représentativité de l’échantillon

S’assurer que l’échantillon est représentatif de la population d’intérêt est essentiel afin d’extrapoler les données recueillies pour une population plus large, et ainsi, quantifier le bien-être des skieurs du Québec. Afin de valider la représentativité de notre l’échantillon, celui-ci a été comparé avec certaines statistiques de la population d’intérêt provenant du rapport global Ipsos 2017 « Sondage satisfaction et expérience client auprès des skieurs et planchistes ». Ce rapport présente des statistiques sur les skieurs du Québec, en se basant sur des données récoltées auprès de 3 899 skieurs lors de la saison de ski 2016/2017.

Caractéristiques socio-démographiques

Tableau 1 – Répartition des skieurs selon leur sexe

| Sexe | Population | Échantillon |
|--------------|-------------------|--------------------|
| Homme | 55 % | 55 % |
| Femme | 45 % | 45 % |

La proportion d'hommes et de femmes de l'échantillon réplique parfaitement celle de la population d'intérêt.

Tableau 2 – Répartition des skieurs selon leur groupe d'âge

| Âge | Population | Échantillon |
|-----------------|------------|-------------|
| 17 ans et moins | 5 % | 2 % |
| 18 à 24 ans | 11 % | 14 % |
| 25 à 34 ans | 16 % | 21 % |
| 35 à 44 ans | 21 % | 16 % |
| 45 à 54 ans | 20 % | 16 % |
| 55 ans et plus | 27 % | 31 % |

La répartition de l'âge des skieurs de l'échantillon représente bien celle de la population d'intérêt.

Les quotas pour les deux caractéristiques sur lesquelles reposait l'échantillonnage par quotas ont été satisfaits. Ainsi, l'âge et le sexe des skieurs de l'échantillon représentent ceux de la population d'intérêt de façon satisfaisante. Vérifions maintenant la représentativité de l'échantillon pour d'autres caractéristiques des skieurs.

Tableau 3 – Répartition des skieurs selon le revenu annuel du ménage

| Revenu annuel | Population | Échantillon |
|----------------------------|------------|-------------|
| Moins de 50 000 \$ | 16 % | 20 % |
| De 50 000 \$ à 99 999 \$ | 23 % | 32 % |
| De 100 000 \$ à 149 999 \$ | 16 % | 17 % |
| 150 000 \$ et plus | 20 % | 23 % |
| Préfère ne pas répondre | 25 % | 7 % |

La répartition du revenu des ménages de l'échantillon est très similaire à celle de la population d'intérêt. La proportion des ménages ayant un revenu annuel entre 50 000 \$ et 99 999 \$ est légèrement surreprésentée dans l'échantillon. Cela pourrait s'expliquer par le faible taux de répondants (7%) qui ont refusé de révéler le revenu de leur ménage dans l'échantillon comparativement à celui de la population (25 %).

Tableau 4– Répartition des skieurs selon le type de billet

| Type de billet | Population | Échantillon |
|----------------------|------------|-------------|
| Billet journalier | 69 % | 47 % |
| Abonnement de saison | 31 % | 53 % |

Les skieurs possédant un billet journalier sont sous-représentés dans l'échantillon et, inversement, les skieurs possédant un abonnement de saison sont surreprésentés dans l'échantillon. Cela peut se justifier par le fait que les skieurs ayant dépensé pour un billet permettant de skier un nombre d'heures limitées ne voulaient pas réduire leur temps de ski pour répondre à un sondage, ou encore, que ces skieurs prenaient moins de pauses de ski dans le chalet pour profiter le plus pleinement possible de leur billet.

Tableau 5– Répartition des skieurs selon le type d'équipement utilisé

| Type d'équipement | Population | Échantillon |
|-------------------|------------|-------------|
| Skis | 84 % | 87 % |
| Planche à neige | 15 % | 13 % |

Les pourcentages de skieurs et de planchistes de l'échantillon correspondent quasi parfaitement à ceux de la population d'intérêt.

Tableau 6– Répartition des skieurs selon leur niveau d'habileté en ski

| Niveau d'habileté | Population | Échantillon |
|-------------------|------------|-------------|
| Débutant | 6 % | 11 % |
| Intermédiaire | 45 % | 35 % |
| Expert | 49 % | 54 % |

Le niveau d'habileté des skieurs de l'échantillon est conforme à celui de la population d'intérêt, bien que l'échantillon sous-représente faiblement le nombre de skieurs ayant un niveau d'habileté intermédiaire en ski.

L'échantillon, malgré sa petite taille (151 répondants), est globalement représentatif de la population d'intérêt. Les caractéristiques susceptibles d'influencer le consentement à payer des skieurs tels l'âge, le revenu du ménage et le niveau d'habileté sont particulièrement représentatives de la population d'intérêt. Il nous paraît donc raisonnable de généraliser les résultats de l'étude pour une population plus large, soit celle des skieurs du Québec.

3.2 Questionnaire

Un seul questionnaire a été construit afin d'obtenir les données nécessaires aux deux méthodes d'évaluation de biens intangibles utilisées, soit la méthode d'évaluation contingente et la méthode du coût de transport.

L'élaboration du questionnaire est une partie cruciale de cette recherche. En effet, la qualité de l'information obtenue repose sur la forme et le type de questions posées. Dans le but d'obtenir les réponses les plus fiables et représentatives possibles, le questionnaire a été construit en suivant le plus possible les recommandations de la littérature, notamment celles du panel NOAA. Afin de s'assurer que le questionnaire soit compréhensible par le public, il a été soumis à des pré-tests dans la phase finale de son élaboration, tel que recommandé par Carson (2000) et plusieurs autres auteurs. Tout d'abord, l'Association des Stations de ski du Québec (ASSQ) a révisé le questionnaire pour s'assurer que la terminologie utilisée était bien celle couramment employée dans l'industrie et celle avec laquelle le skieur est familier. Suite à cette révision, plusieurs modifications ont été apportées, notamment quant au vocabulaire pour décrire les conditions de neige utilisées dans la méthode d'évaluation contingente. Par la suite, pour tester le questionnaire, quelques skieurs l'ont complété afin de s'assurer que celui-ci était compréhensible par le public. Suite à cela, des modifications et précisions additionnelles ont été apportées, le tout ayant mené à la version finale du questionnaire joint en annexe A.

Le questionnaire décrit ci-dessous comporte une introduction ainsi que trois sections et contient une vingtaine de questions au total.

Introduction

L'introduction informe le répondant sur l'étude et le met en contexte. Cette section renseigne également le répondant quant au caractère non commercial de l'étude et du fait que les résultats obtenus n'auront aucun impact sur les tarifs des billets de ski. Cette mention est nécessaire afin de limiter l'effet du biais stratégique dans les réponses obtenues.

Première section

La première section du questionnaire décrit les conditions météorologiques utilisées dans les scénarios hypothétiques de la méthode d'évaluation contingente. Tel que précédemment discuté dans la section 2.2.2, les deux variables météorologiques qui affectent le plus la demande de ski sont la surface de neige et la température. Ces deux variables seront donc celles utilisées pour caractériser les conditions de ski dans les scénarios hypothétiques. Chacune de ces deux variables météorologiques sera décrite avec trois sous-catégories. Pour les conditions de neige, les trois surfaces de neige utilisées seront : poudreuse, damée et glacée. Cette terminologie est celle de l'industrie et celle avec laquelle les skieurs sont familiers (ASSQ, Communication personnelle, novembre 2017). Pour les températures, trois intervalles seront utilisés, soit au-dessus de -2°C , entre -2°C et -9°C (inclusivement) et sous -9°C . Ces températures représentent les terciles de températures des projections climatiques de la région pour la période 2020-2050 qui seront utilisées pour projeter le bien-être des skieurs jusqu'en 2050 (voir section 4.1 pour plus de détails). L'utilisation de ces intervalles de températures permettra d'assurer que les données récoltées seront pertinentes pour l'objectif second du mémoire, soit la projection du bien-être des skieurs.

Deuxième section

La deuxième section du questionnaire porte sur les consentements à payer maximaux du skieur. Les répondants devront exprimer le montant maximal qu'ils sont prêts à payer pour skier selon les combinaisons de températures et de surfaces de neige décrites ci-dessus, en prenant pour référence les conditions de la journée même et en supposant qu'ils n'aient pas d'abonnement de saison. Par exemple, lorsque les skieurs sont interrogés lors d'une journée où la surface de neige est damée et la température est sous -9°C , ils se verront d'abord demander de se prononcer sur le montant maximal qu'ils auraient été prêts à payer pour skier dans ces conditions. Ils se verront ensuite demander de se prononcer sur le montant maximal qu'ils auraient été prêts à payer si la température

avait été un peu plus chaude (entre -2°C et -9°C), si la température avait été bien plus chaude (au-dessus de -2°C), si la surface de neige avait plutôt été poudreuse, et si elle avait plutôt été glacée. Étant donné que les conditions de ski de la journée de la prise de données constituent le scénario de base du questionnaire, il existe neuf versions du questionnaire qui diffèrent simplement par le scénario de base utilisé en fonction de la température et de la surface de neige de la journée de collecte de données. Ces questions permettront d'obtenir, au total, des consentements à payer selon neuf types de conditions. Le tableau ci-dessous présente les neuf types de conditions ainsi que le nombre de questionnaires complétés par type de condition.

Tableau 7– Nombre de questionnaires complétés par type de condition

| | $T < -9^{\circ}\text{C}$ | $-9^{\circ}\text{C} \leq T \leq -2^{\circ}\text{C}$ | $T > -2^{\circ}\text{C}$ |
|------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Poudreuse | 9 | 0 | 0 |
| Damée | 53 | 39 | 33 |
| Glacée | 9 | 8 | 0 |

Le choix de baser le questionnaire sur les conditions de la journée de collecte de données permettra de faciliter la tâche de conceptualisation pour les répondants en rendant celle-ci plus concrète, et de ce fait, de limiter le risque de biais hypothétique.

Par ailleurs, puisque la méthode d'évaluation contingente est combinée à la méthode du coût de transport, il a été important de préciser aux répondants que le consentement à payer s'ajoute aux coûts liés au déplacement, à la location d'équipement ou à l'hébergement, le cas échéant, afin que ces coûts ne soit pas doublement comptés. De ce fait, questionner les répondants quant au montant qu'ils sont prêts à déboursier uniquement pour skier permettra de faciliter leur tâche de conceptualisation, et par le fait même, encore une fois, de limiter le risque de biais hypothétique. En effet, en demandant aux skieurs de se prononcer sur le montant qu'ils sont prêts à déboursier uniquement pour skier selon certaines conditions météorologiques fera en sorte que leur tâche de conceptualisation se rapprochera davantage de l'exercice habituel que les skieurs ont à faire dans leur choix de déboursier ou non pour un billet de ski.

De plus, dans cette section, le skieur s'est vu rappeler que le montant maximal qu'il déclare réduira d'autant son argent disponible pour l'achat d'autres biens, tel que suggéré par le panel NOAA.

Motivation du choix de questions ouvertes

La formulation des questions posées dans la méthode d'évaluation contingente revêt une grande importance puisqu'elle a une incidence directe sur les réponses obtenues (Carson, 2000). Deux formes de questions peuvent être utilisées pour obtenir le consentement à payer des individus, soit les questions ouvertes et les questions dichotomiques ou référendaires. Les questions ouvertes demandent au répondant d'inscrire le montant maximal qu'il est prêt à payer pour un bien, tandis que les questions dichotomiques ou référendaires cherchent à savoir si le répondant accepterait ou non de payer certains montants pour le bien évalué, en posant une série de questions débutant par un prix faible pour l'augmenter progressivement jusqu'à ce que le consentement à payer maximal soit atteint.

Le choix de l'utilisation de questions ouvertes dans ce mémoire est motivé par de nombreuses raisons. Tout d'abord, les questions ouvertes offrent l'avantage de laisser la liberté au répondant d'inscrire le montant de son choix, ne lui donnant ainsi aucune restriction quant à la valeur de son consentement à payer maximal. Dans le contexte de l'étude, cela s'avère particulièrement intéressant puisque le bien à évaluer — une journée de ski — permet fort probablement un large éventail de consentements à payer. Par exemple, un skieur expert serait probablement prêt à payer beaucoup plus qu'un skieur débutant pour une journée où la surface de neige est poudreuse, cette surface étant généralement très appréciée des skieurs experts, alors qu'elle l'est beaucoup moins par les skieurs débutants vu la difficulté accrue à skier sur ce type de surface. Les questions ouvertes permettront donc d'obtenir des réponses plus précises. De plus, les consentements à payer obtenus par questions ouvertes ne sont pas à risque de biais d'ancrage, contrairement aux réponses obtenues par les questions dichotomiques ou référendaires. Un biais d'ancrage est le fait que le montant initial proposé dans le sondage influence le consentement à payer des répondants (Boyle et al., 1985). En outre, les questions ouvertes donnent généralement des consentements à payer plus faibles que les questions dichotomiques ou référendaires (Carson, 2000 et Pearce et al., 2006). Dans le contexte de l'étude, cela nous permettra d'être plus conservateurs dans les résultats obtenus, ce qui nous assurera que la valorisation du ski alpin n'est pas surestimée.

Les réponses obtenues par questions ouvertes ont par contre un plus grand risque de biais hypothétique et de biais stratégique que celles obtenues par questions dichotomiques ou référendaires. L'augmentation du risque de biais hypothétique est liée au fait que la tâche de conceptualisation du répondant est généralement plus complexe lorsque les questions sont de types ouverts plutôt que dichotomiques. Cependant, dans le contexte de l'étude, puisqu'il y a toujours un prix à payer pour aller skier (billet ou abonnement), le skieur a déjà une idée de ce que pourrait valoir une journée de ski. Le fait que le bien à évaluer — une journée de ski — se rapproche d'un bien ou service privé et non public rend la mise en situation plus concrète (Kealy et Turner, 1993). De plus, puisque la décision du skieur d'aller ou non en ski est entre autres basée sur les conditions météorologiques de la journée, ce dernier fait déjà par lui-même un exercice similaire à celui qui lui est demandé dans le questionnaire. De plus, des manipulations supplémentaires seront effectuées lors de l'analyse des données pour limiter la présence du biais hypothétique (voir section 5.1). Ces aspects, combinés aux autres précautions prises afin de limiter le biais hypothétique (voir sections 3.1 et 3.2), nous rendent confiants que ce type de biais n'est pas menaçant pour l'étude. Nous croyons également que le biais stratégique n'affectera pas la fiabilité des réponses obtenues puisque deux précautions ont été prises (voir sections 3.1 et 3.2) afin de le limiter.

Consentement à payer ou à recevoir

Puisque le skieur doit déboursier pour un billet journalier ou un abonnement de saison afin de participer à l'activité, la méthode de paiement du consentement à payer est plus adéquate que le consentement minimal à recevoir. C'est d'ailleurs cette méthode de paiement qui est suggérée par le panel NOAA.

Troisième section

Utilisation

Cette partie du questionnaire comporte les questions relatives à l'obtention des données nécessaires pour la méthode du coût de transport. Ces questions portent notamment sur le moyen de transport utilisé pour se rendre à la station de ski, le temps passé en transport, la location d'équipement, le mode d'accès au site soit par billet journalier ou abonnement de saison ainsi que le nombre de sorties en ski envisagées par le skieur au cours de la saison de ski.

Préférences

Cette partie comporte, entre autres, des questions sur l'adaptation comportementale des skieurs lors de variations des conditions de ski et de variations du nombre de jours skiabiles dans la saison. Ces questions s'appuient sur celles de l'étude de Ruddy et al. (2015a) et demandent ainsi aux skieurs comment ils adaptent leurs comportements s'il n'était pas possible de skier à la station lors de la journée de collecte de données ou si par ailleurs, la saison de ski était écourtée (25 jours skiabiles en moins). Les réponses obtenues permettront de déterminer la substituabilité géographique, temporelle et d'activité du ski alpin, ce qui nous donnera une meilleure idée des comportements des skieurs suite aux changements climatiques.

Caractéristiques socio-démographiques

Cette partie comporte quelques questions sur les caractéristiques socio-démographiques des répondants. L'inclusion de ces questions permet de vérifier si l'échantillon est représentatif de la population d'intérêt et permet d'évaluer comment les consentements à payer des individus varient selon leurs caractéristiques (Pearce et al., 2006). En corrélant les consentements à payer avec certaines caractéristiques des répondants, il sera possible d'extrapoler les données obtenues et d'établir la valeur économique de l'accessibilité à des pistes de ski de qualité et donc du bien-être des skieurs pour une population plus large.

3.3 Hypothèses de travail

Cette section présente les hypothèses qui ont été posées afin de parvenir à une estimation du bien-être des skieurs.

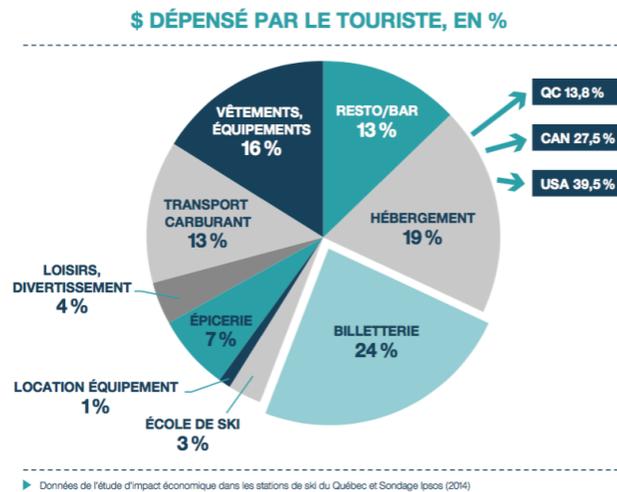
3.3.1 Méthode du coût de transport

Tel que mentionné dans la section 2.1.3, plusieurs coûts peuvent être utilisés pour représenter les dépenses encourues par les individus lors de la visite à un site. Les coûts retenus pour représenter les dépenses encourues par les skieurs dans ce mémoire sont les coûts de transport, le coût d'opportunité du temps passé à pratiquer l'activité, le coût d'hébergement, le coût de la location d'équipement ainsi que le coût lié à l'achat d'un billet journalier ou d'un abonnement de saison.

Dépenses encourues

Dans un rapport publié par Archambault (2015), les dépenses encourues par les touristes, c'est-à-dire les excursionnistes, les villégiateurs et les visiteurs de plus d'une nuit qui fréquentent les stations de ski du Québec se détaillent ainsi :

Figure 1 – Dépenses encourues par le touriste, en %



Cette étude confirme que les coûts considérés dans ce mémoire représentent la majorité des coûts encourus par le skieur. Les dépenses liées à la consommation de nourriture ainsi qu'aux loisirs et divertissements ont été omises, car elles ne sont pas strictement liées à la pratique du ski alpin. De plus, le coût lié à l'école de ski a également été exclu, car il représente une partie minime des dépenses totales et n'est souvent pas défrayé sur une base utilisateur-payeur. En effet, la majorité des utilisateurs des écoles de ski sont des enfants dont les parents défraient le coût des leçons.

Coûts de transport

Les coûts de transport comprennent le coût direct de transport (aller-retour) et le coût d'opportunité du temps passé en transport.

Pour les individus qui se sont déplacés à la station en voiture, le coût direct de transport sera estimé par la dépense en consommation d'essence. Afin de parvenir à cette estimation, nous supposons que tous les individus ont utilisé des véhicules à essence et que tous ces véhicules ont la même

consommation d'essence⁴. Nous utilisons la dernière enquête sur les véhicules au Canada de Ressource naturelle Canada, soit celle de 2008, afin d'obtenir des estimations de la consommation d'essence par véhicule. Selon cette enquête, la majorité des véhicules au Canada sont des véhicules de type légers et consomment approximativement 0,106 litre/km. Selon un rapport publié par la Régie de l'énergie du Québec, la moyenne pondérée du prix à la pompe de l'essence ordinaire en janvier 2018 était de 122,6 ¢/litre pour l'ensemble du Québec. Ainsi, le coût de 0,13\$/km (1,226\$ * 0,106 litre) sera utilisé pour calculer le coût d'essence lié au transport. En multipliant ce coût par le nombre de kilomètres parcourus par chaque individu, nous obtiendrons le coût d'essence associé à chaque déplacement. Afin d'obtenir une estimation du coût aller-retour par personne, ce coût sera multiplié par deux, puis divisé par le nombre de personnes qui étaient présentes dans la voiture lors du déplacement.

Pour les individus qui se sont déplacés à la station en autobus, le coût de transport sera estimé par le prix d'un billet d'autobus aller-retour ville de départ - station de ski. La ville de départ sera déterminée en fonction du type de visiteur, soit résident local, visiteur de jour ou visiteur qui passe la nuit dans un hébergement loué.

Pour les individus qui se sont déplacés à la station par d'autres moyens de transport, le coût direct du déplacement sera le montant que ceux-ci ont affirmé avoir déboursé pour ce transport.

Le coût d'opportunité du temps passé en transport sera uniquement comptabilisé pour les individus qui ont affirmé qu'ils auraient travaillé contre rémunération horaire s'ils n'étaient pas allés en ski. Pour ces individus, le coût d'opportunité du temps passé en transport est estimé par leur salaire horaire multiplié par le nombre d'heures passées en transport (informations obtenues par l'entremise du questionnaire). Pour l'individu qui affirme qu'il n'aurait pas travaillé s'il n'avait pas été en ski, le coût d'opportunité sera considéré nul.

⁴ Il est néanmoins possible que certains skieurs utilisent des véhicules hybrides ou électriques ce qui peut conduire à une surestimation des coûts directs de transport. Toutefois, puisque nous incluons seulement le coût de l'essence (et non le coût d'usure d'un véhicule privé, ou de location d'un véhicule loué), nous sommes confiants que l'approximation utilisée est raisonnable, voire légèrement conservatrice.

Le choix de comptabiliser uniquement le coût d'opportunité pour les travailleurs à salaire horaire plutôt que pour tous les types de travailleurs a été fait en vue de rendre les résultats obtenus les plus réalistes possible. En effet, pour les salariés qui ont un contrat de travail annuel et donc un revenu annuel fixe, il n'y a pas véritablement de coût d'opportunité du temps passé en transport puisque l'individu ne perd pas de revenu en se déplaçant à la station, étant donné que son revenu annuel n'est pas affecté. Pour d'autres types de travailleurs tels que les travailleurs autonomes, il devient difficile de quantifier le revenu perdu lié à un petit nombre d'heures consacré à la pratique ski, malgré le potentiel de gain si ces derniers avaient plutôt choisi de travailler. Toutefois, puisque les emplois rémunérés à l'heure sont des emplois qui payent habituellement moins que la moyenne, il est certain que le coût d'opportunité du temps passé en transport constitue une estimation du coût d'opportunité qui a ses limites, mais qui demeure utile à l'analyse.

Tel que discuté dans la section 2.1.2, afin de traiter les coûts liés aux visites multi-objectifs ou destinations, les skieurs se verront demander si la pratique de ski a été la raison principale de leur déplacement. Si la pratique du ski n'a pas été la raison principale du déplacement, ils se verront demander d'énumérer les raisons principales qui motivent leurs déplacements. Les coûts du trajet seront divisés par le nombre de raisons données. Cette hypothèse sera testée dans l'analyse de sensibilité si la pratique du ski n'a pas été la raison principale du déplacement pour un nombre important de répondants.

Coût d'opportunité du temps passé sur le site

De même que pour le coût d'opportunité du temps passé en transport, le coût d'opportunité du temps passé sur le site sera uniquement comptabilisé pour les individus qui ont affirmé qu'ils auraient travaillé contre rémunération horaire s'ils n'étaient pas allés en ski. Pour ces individus, le coût d'opportunité du temps passé sur le site sera estimé par leur salaire horaire multiplié par une approximation du nombre d'heures passées sur le site. Nous estimons que le temps passé sur le site est d'environ 8 heures, soit une journée complète de ski.

Coût d'hébergement

Le coût d'hébergement sera considéré pour les skieurs qui passent la nuit dans un hébergement loué (hôtel, motel, gîte, etc.) dans la région où se situe la station de ski. Ces coûts seront estimés

par le montant que le répondant a affirmé avoir déboursé par nuit, par personne. Seul le coût des nuitées liées à une sortie de ski sera retenu.

Location d'équipement

Le coût associé à la location d'équipement sera uniquement comptabilisé pour les skieurs qui ont affirmé louer entièrement ou partiellement leur équipement et ne sera donc pas comptabilisé pour les individus qui skient avec leur propre équipement. Afin de parvenir à une estimation du coût lié à la location d'équipement, nous supposons que l'équipement est loué pour une journée complète de ski et que le locataire d'équipement n'a pas accès à certains prix à rabais (étudiant, sénior, etc.). Pour les skieurs qui ont affirmé louer un équipement complet, le coût de cette location est de 46 \$ pour les stations Sutton et Orford et 51.75 \$ pour la station Bromont (taxes incluses)⁵. Pour les skieurs qui ont affirmé louer partiellement leur équipement, il sera supposé que ceux-ci louent la moitié de l'équipement pour la moitié du prix.

3.3.1 Coût d'entrée

Pour les individus qui ont acheté un billet de ski journalier, le coût d'entrée sera le prix payé (après taxes) pour ce billet, suivant l'information obtenue par le questionnaire. Pour les individus qui possèdent un abonnement de saison, le coût d'entrée sera estimé par le prix de l'abonnement (après taxes) divisé par le nombre de jours de ski envisagés par le skieur au cours de la saison de ski suivant, encore une fois, l'information obtenue par le questionnaire.

3.3.2 Méthode d'évaluation contingente

Dans la méthode d'évaluation contingente, l'hypothèse centrale repose sur le postulat que le consentement à payer pour une journée de ski dépend uniquement des conditions de ski de la journée même et plus spécifiquement de deux facteurs, soit la surface de neige et la température extérieure, chacun décrit en trois sous-catégories. La description des conditions en trois sous-catégories suppose que le consentement à payer ne varie pas selon les valeurs contenues dans chaque catégorie. Par exemple, lorsque le skieur se voit demander combien il serait prêt à payer pour skier sur une surface de neige poudreuse et avec une température sous -9°C, il est supposé

⁵ Informations obtenues sur le site internet de chaque station de ski, en date du 1^{er} février 2018

que le consentement à payer est le même sans égard au fait qu'il y ait 10 ou 25 centimètres de poudreuse, ou encore qu'il fasse -10°C ou -20°C . Découlant de l'hypothèse centrale, il est supposé que tout autre facteur tel que l'achalandage ou le nombre de pistes ouvertes à la station n'affecte pas le consentement à payer du skieur. Il est également supposé que les répondants qui ne se seraient pas déplacés à la station pour skier si les conditions étaient telles que décrites dans le questionnaire ont un consentement à payer nul.

3.3.3 Bien-être des skieurs

Représentation du bien-être des skieurs

Afin d'estimer le bien-être des skieurs, nous supposons que les skieurs accordent une valeur globale à une journée de ski, selon chacun des neuf types de conditions de ski. Ces valeurs globales sont représentées par les consentements à payer maximaux des skieurs pour chaque type de condition additionnés aux coûts liés au déplacement, au temps passé sur le site, à la location d'équipement et à l'hébergement, le cas échéant. Le bien-être des skieurs sera représenté par les surplus des skieurs, c'est-à-dire par les surplus du consommateur. Le surplus des skieurs associé à chaque type de condition sera quantifié par la différence entre la valeur globale moyenne pour chaque type de condition et la totalité des dépenses encourues par les skieurs (incluant le coût d'entrée au site) pour skier dans cette condition. Par conséquent, le surplus moyen des skieurs par type de condition correspond à la différence entre le consentement à payer moyen pour ce type de condition et le coût moyen d'entrée au site. Le coût d'entrée considéré pour déterminer le surplus du consommateur associé à un type de condition est le coût d'entrée moyen payé par les skieurs qui ont réellement skié lors d'une journée ayant cette condition, plutôt que le coût d'entrée moyen payé par les skieurs qui se sont prononcés sur la condition (ceci sera plus amplement détaillé dans la section 5.2.1).

Projection du bien-être de 2020-2050

L'hypothèse principale liée à la projection du bien-être des skieurs de 2020 à 2050 est que le bien-être du skieur associé à chacun des neuf scénarios de conditions de ski est constant jusqu'en 2050. Cette hypothèse implique d'une part que les préférences des skieurs, c'est-à-dire leur consentement à payer, resteront constantes dans le temps et, d'autre part, que les coûts d'entrée à la station ne changeront pas. Puisque le coût d'entrée pour les skieurs qui possèdent un abonnement de saison

est estimé par le prix de l'abonnement divisé par le nombre de jours de ski envisagés au cours de la saison de ski, l'hypothèse précédente implique que les skieurs comptent skier le même nombre de jours par saison jusqu'en 2050. La projection du bien-être suppose également que le bien-être du skieur lié à une journée de ski ne fluctue pas en fonction du jour de la semaine ou de la période de l'année. De plus, il est supposé que les skieurs se déplaceront à la station peu importe le nombre de pistes ouvertes. Il est à noter que le bien-être des skieurs sera projeté sur le nombre de jours estimé d'ouverture des stations, information provenant de la modélisation du couvert de neige (voir section 4.2 pour plus de détails.)

4. Données pour la projection du bien-être des skieurs

Puisque nous avons établi que le bien-être des skieurs dépendait uniquement des conditions de ski, il est nécessaire de connaître le nombre de jours d'occurrence de chacune des neuf conditions identifiées pour chaque saison de ski entre les saisons 2020/2021 et 2049/2050 afin de projeter le bien-être des skieurs sur cette période. Il est également essentiel d'avoir une estimation du nombre de skieurs quotidien aux stations. Pour ce faire, plusieurs scénarios climatiques, une modélisation du couvert de neige et une modélisation de la demande future de billets de ski aux stations (tous deux alimentés par les scénarios climatiques) sont utilisés, lesquels sont décrits ci-dessous.

4.1 Scénarios climatiques

Afin d'obtenir les températures et les surfaces de neige journalières de 2020 à 2050 aux stations Bromont, Orford et Sutton, six scénarios climatiques (c'est-à-dire six représentations vraisemblables du climat futur) sont utilisées. L'utilisation de plusieurs scénarios climatiques permet de s'assurer que les estimations de variations du bien-être couvrent bien l'étendue des futurs possibles au niveau climatique. Les modèles qui pilotent les simulations climatiques sont MIROC5, GFDL-ESM2G et CANESM2-Oura. Les noms spécifiques des scénarios utilisés sont les suivants : MIROC5_rcp26, MIROC5_rcp45, MIROC5_rcp60, MIROC5_rcp85, GFDL-ESM2G_rcp85, CanESM2-OURA_rcp85. Tous les scénarios utilisés prévoient une hausse de la variation moyenne des températures et des précipitations entre la période de référence, 1981-2010 et la période sous étude, 2020-2050. Parmi les scénarios utilisés, le scénario MIROC5-rcp85 est celui qui prévoit la plus grande hausse de température et de précipitations alors que le scénario CanESM2-OURA_rcp85 est celui qui prévoit la plus faible hausse de température et de précipitations, toujours relativement à la période 1981-2010.

Les bases de données utilisées ont été fournies par Ouranos et contiennent plusieurs variables météorologiques journalières de 2020 à 2050 telles que la température moyenne, les précipitations de pluie (en millimètres), les précipitations de neige (en équivalent de millimètres d'eau), l'ensoleillement et les vents pour chacune des stations de ski Bromont, Orford et Sutton, et ce, pour chacun des six scénarios climatiques. Il est à noter que les données utilisées pour la projection

du bien-être des skieurs sont uniquement pour les journées prévues d'ouverture de la station (obtenues pas la modélisation du couvert de neige décrite ci-dessous).

4.2 Modélisation du couvert de neige

Afin d'obtenir une estimation du nombre de jours d'ouverture par station de 2020 à 2050, une modélisation du couvert de neige a été utilisée. Cette modélisation a été réalisée par un chercheur du partenaire Ouranos, expert en modélisation du couvert de neige. Cette modélisation permet de déterminer l'évolution du couvert de neige sur les pistes de ski pour chacun des six scénarios climatiques utilisés, pour chacune des trois stations de ski et a été construite à partir du modèle crocus-ski⁶. Ce modèle simule « le couvert des pistes en intégrant les paramètres d'opération des installations de fabrication de neige ainsi que le surfacage mécanique des pistes. »⁷ Ainsi, la simulation prend en compte les spécificités de chaque station telles que leur capacité d'enneigement, leur plan d'enneigement et leurs méthodes de travail. La modélisation du couvert de neige permet d'obtenir une estimation du nombre de jours d'ouverture de la station pour chaque saison de ski entre 2021 et 2050. Ce sont ces données que nous utiliserons pour projeter la variation de bien-être des skieurs.

4.3 Mesures d'adaptation

Puisqu'il est probable que les stations de ski continueront à pallier les changements de conditions en investissant dans de nouvelles mesures d'adaptation dans les 30 prochaines années, il est intéressant d'inclure ces nouvelles mesures d'adaptation potentielles dans la projection du bien-être des skieurs puisque celles-ci pourraient avoir un impact sur leur bien-être. Parmi les nouvelles mesures d'adaptation possibles, seules celles portant sur l'augmentation de la capacité d'enneigement de chaque station seront étudiées. Puisqu'elles représentent les stratégies d'affaires futures potentielles des stations, une description détaillée des mesures ne peut être décrite dans ce mémoire, vu leur caractère confidentiel. Dans notre analyse, ces nouvelles mesures d'adaptation sont intégrées dans la modélisation du couvert de neige. L'inclusion de ces mesures d'adaptation

⁶ Il est possible de lire davantage sur ce modèle dans Desrochers (2017) « Évaluation expérimentale et théorique de l'efficacité des canons à neige et modélisation 1D du couvert de neige d'une piste de ski ».

⁷ Da Silva et al., Analyse économique des mesures d'adaptation aux changements climatiques appliquée au secteur du ski alpin au Québec. Ouranos, 2018, p.18-19

dans cette modélisation impacte la longueur des saisons de ski. La variation du bien-être des skieurs sera analysée pour deux cas, soit avec et sans l'inclusion des nouvelles mesures d'adaptation.

4.4 Achalandage futur aux stations

Une modélisation de la demande de billets de ski journalier de chacune des trois stations est utilisée pour estimer l'achalandage futur quotidien aux stations. Cette modélisation a également été réalisée par les chercheurs d'Ouranos et génère une projection du nombre de billets vendus quotidiennement aux stations, en utilisant les scénarios climatiques et les modélisations futures du couvert de neige⁸. La modélisation n'inclut aucune tendance dans la variation de la demande future. Ainsi, des facteurs tels que le vieillissement de la population ou des modifications dans les préférences des skieurs ne sont pas considérés dans la projection de la vente des billets de ski. Les données utilisées ont été transmises par Ouranos et contiennent le nombre de billets vendus quotidiennement à chacune des stations pour les journées d'ouverture prévue, pour chacun des six scénarios climatiques. Puisque ces données contiennent uniquement une estimation du nombre de billets vendus quotidiennement aux stations et non de l'achalandage total aux stations (les skieurs possédant un abonnement de saison ne sont pas inclus), nous utilisons les données non publiées de Michel Archambault, professeur émérite en tourisme, transmises par Ouranos, pour approximer l'achalandage total quotidien aux stations. Ces données contiennent le nombre total de visites annuelles faites par les skieurs possédant un abonnement de saison et celles faites par les skieurs possédant un billet journalier pour chacune des trois stations, pour les saisons de ski 2013/2014 et 2014/2015. En nous basant sur ces données, nous avons calculé des ratios pour la proportion des visites faites par des skieurs ayant un billet journalier et un abonnement de saison, pour chaque station. Pour la présence d'un skieur avec billet journalier à la station, il y a environ 2,84 skieurs avec abonnement de saison pour la station Bromont, 1,35 pour la station Orford et 0,64 pour la station Sutton. Nous utiliserons ces ratios dans la projection du bien-être des skieurs afin d'obtenir une estimation de l'achalandage total quotidien aux stations pour les saisons 2020/2021 à 2049/2050.

⁸ Il est possible de lire davantage sur cette modélisation dans Da Silva et al. (2018) « Analyse économique des mesures d'adaptation aux changements climatiques appliquée au secteur du ski alpin au Québec ».

4.5 Hypothèses de surfaces de neige

Afin de caractériser les surfaces de neige de poudreuse, damée ou glacée avec les données décrites ci-haut, plusieurs hypothèses sont posées. Puisque ces hypothèses ont une incidence directe sur la projection du bien-être des skieurs, elles seront testées dans l'analyse de sensibilité (voir section 5.7).

4.5.1 Poudreuse

La neige poudreuse se décrit comme étant de la neige naturelle fraîchement tombée (Langevin, 2008). Pour qualifier la surface neige de poudreuse dans la projection des conditions, deux variables provenant des scénarios climatiques sont utilisées, soit la température moyenne et les précipitations de neige. Afin de déterminer la quantité de précipitations de neige qui est raisonnable pour affirmer que la surface de neige sera poudreuse avec certitude, une observation régulière de la page des conditions de neige des stations de ski du Québec sur le site de l'ASSQ a été réalisée tout au long de la saison de ski 2017/2018. Cette page présente les conditions de ski journalières aux stations du Québec, en précisant entre autres la surface de neige, la quantité de neige tombée dans les dernières 24 heures et dans les derniers sept jours pour chaque station. La tendance générale indique que des précipitations de 10 centimètres (cm) ou plus dans les 24 dernières heures permet de qualifier la surface neige de poudreuse. Ainsi, nous utiliserons le seuil de 10 cm de précipitations de neige du jour précédant la journée pour laquelle nous voulons déterminer la surface de neige. Puisque les données utilisées ne contiennent pas la quantité de neige tombée, mais plutôt la quantité de neige équivalente en millimètres d'eau, il est nécessaire de convertir les millimètres d'eau en centimètres de neige. La conversion 1 pour 10, c'est-à-dire que 1 cm d'eau équivaut à 10 cm de neige est souvent utilisée pour approximer la quantité d'eau en neige (Langevin, 2008). C'est ce facteur de conversion que nous utilisons pour approximer la quantité de neige en centimètres dans ce mémoire.

4.5.2 Glacée

Les pistes sont considérées glacées lorsque la neige prend une consistance très dure à un point tel qu'il devient impossible d'y planter un bâton de ski (Langevin, 2008). Ce type de surface est causé par des cycles thermiques et par le gel subséquent (Langevin, 2008). Afin de qualifier la surface de neige comme étant glacée dans ce mémoire, deux variables parmi celles disponibles sont

utilisées, soit la température moyenne journalière et les précipitations de pluie journalières (en millimètres). Quatre critères seront utilisés pour qualifier la surface comment étant glacée. Ainsi, la surface sera considérée comme étant glacée à la station dès qu'un des critères suivants est rencontré :

- 1) la température moyenne la veille a été au-dessus de 1°C et la température de la journée de ski est sous 0°C.
- 2) la température moyenne l'avant-veille a été au-dessus de 1°C et la température de la journée de ski est sous 0°C.
- 3) les précipitations de pluie excèdent 2 mm la veille et la température de la journée de ski est sous 0°C
- 4) les précipitations de pluie excèdent 4 mm l'avant-veille et la température de la journée de ski est sous 0°C

Les choix de 2 et 4 mm de pluie pour la veille et l'avant-veille ont été faits pour donner un peu de flexibilité puisqu'il se pourrait qu'une très faible quantité de pluie, par exemple 0,1mm de pluie, n'altère pas les conditions à la station. Il est à noter que la surface de neige ne peut être glacée que si elle n'est pas poudreuse, c'est-à-dire s'il n'a pas neigé plus de 10 cm de neige dans les dernières 24 heures. Par exemple, si la pluie a excédé 4 mm l'avant-veille de la journée pour laquelle on veut déterminer la surface de neige, mais qu'il est tombé 10 cm de neige la veille, la surface de neige sera qualifiée de poudreuse lors de cette journée.

4.5.3 Damée

La surface de neige est dite damée lorsque la neige a été repassée par une dameuse, c'est-à-dire lorsqu'il y a eu compactage de la neige exercé par de la machinerie (Langevin, 2008). Dans ce mémoire, la surface de neige sera supposée damée lorsqu'elle n'est ni poudreuse ni glacée. Bien qu'il y ait possiblement d'autres types de surfaces de neige qui peuvent être comprises dans cette définition, telles les surfaces granuleuses ou durcies, il n'est pas possible d'être plus précis quant à la définition des surfaces futures avec les données dont nous disposons.

5. Analyse et résultats

5.1 Modèle économétrique

Les données n'ont pas toutes été collectées lors de la même journée ce qui a mené à de la variabilité dans les conditions entre les jours de collecte. En effet, les skieurs ne faisaient pas tous face aux mêmes conditions de ski lorsqu'ils ont été sondés puisque les données ont été récoltées lors de journées où la qualité des conditions de ski était perçue comme étant très bonne et d'autres, très mauvaise. Il se pourrait donc que les consentements à payer exprimés par les skieurs aient été influencés par les conditions de la journée de collecte et qu'ils contiennent ainsi des biais hypothétiques. Afin de tenir compte de ce facteur et d'en extraire les biais hypothétiques, nous utilisons le modèle de régression linéaire estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO), en utilisant des variables dichotomiques comme variables de contrôle.

Afin d'appliquer ce modèle à notre étude, nous régressons la valeur des consentements à payer par condition et individu (variable expliquée) sur des variables dichotomiques pour les conditions de la journée de collecte et sur des variables dichotomiques pour les consentements à payer (variables explicatives). Nous ajoutons également une variable dichotomique afin de tenir en compte le fait de posséder ou non un abonnement de saison pour vérifier s'il y a présence d'un biais dans la déclaration du consentement à payer des skieurs, permettant ainsi de vérifier si les skieurs ont été influencés par leur type de billet lorsqu'ils ont déclaré leurs consentements à payer.

Le modèle estimé ainsi que la définition des variables sont présentés ci-dessous.

Modèle estimé

$$\begin{aligned} CAP_{ic} = & B_1C1_i + B_2C2_i + B_3C3_i + B_4C4_i + B_5C5_i + B_6C6_i + B_7C7_i + B_8C8_i + B_9C9_i + B_{10}CAPC1_c \\ & + B_{11}CAPC2_c + B_{12}CAPC3_c + B_{13}CAPC4_c + B_{14}CAPC5_c + B_{15}CAPC6_c \\ & + B_{16}CAPC7_c + B_{17}CAPC8_c + B_{18}CAPC9_c + B_{19}ABON_i + \varepsilon \end{aligned}$$

Où :

i : individu

c : condition pour laquelle on demande le consentement à payer

Les chiffres 1 à 9 désignent les conditions de ski, où :

- 1 : surface poudreuse et température sous -9°C
- 2 : surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C
- 3 : surface poudreuse et température au-dessus de -2°C
- 4 : surface damée et température sous -9°C
- 5 : surface damée et température entre -2°C et -9°C
- 6 : surface damée et température au-dessus de -2°C
- 7 : surface glacée et température sous -9°C
- 8 : surface glacée et température entre -2°C et -9°C
- 9 : surface glacée et température au-dessus de -2°C

Le tableau ci-dessous présente les variables explicatives du modèle.

Tableau 8 – Définition des variables explicatives du modèle

| Variable | Type de variable | Définition |
|----------------------|------------------|---|
| <i>CI à C9</i> | Dichotomique | = 1 si les conditions de la journée de collecte correspondaient à la condition associée au chiffre indiqué |
| <i>CAPCI à CAPC9</i> | Dichotomique | = 1 Si l'individu a exprimé un consentement à payer pour une journée avec la condition associée au chiffre indiqué = 0 sinon |
| <i>ABON</i> | Dichotomique | = 1 si l'individu possède un abonnement de saison = 0 sinon |

Note : Il n'y a aucune observation pour les variables $C2_i$, $C3_i$ et $C9_i$ puisque la collecte de données n'a pas eu lieu lors de journées caractérisées par ces conditions.

Les coefficients obtenus associés aux variables dichotomiques pour les consentements à payer (*CAPCI à CAPC9*) représentent les consentements à payer pour chaque type de conditions, en maintenant fixes les conditions de la journée de collecte. Le coefficient associé à la variable dichotomique pour le fait de posséder un abonnement de saison (*ABON*) représente la différence entre le consentement à payer des individus possédant un abonnement de saison et des individus possédant un billet journalier, en maintenant fixes les conditions de ski. Le tableau ci-dessous présente les coefficients associés aux variables d'intérêt, soit ceux associés aux variables dichotomiques pour les consentements à payer selon le type de condition ainsi que celui associé à la variable dichotomique pour le fait de posséder ou non un abonnement de saison.

Tableau 9 – Résultats de la régression

| <i>Variable</i> | <i>Coefficient</i> |
|-----------------|--------------------|
| <i>CAPC1</i> | 53,96777** |
| <i>CAPC2</i> | 63,8056** |
| <i>CAPC3</i> | 66,06992** |
| <i>CAPC4</i> | 48,18272** |
| <i>CAPC5</i> | 56,02957** |
| <i>CAPC6</i> | 54,02333** |
| <i>CAPC7</i> | 15,08509** |
| <i>CAPC8</i> | 25,26113** |
| <i>CAPC9</i> | 24,20002** |
| <i>ABON</i> | -7.154509** |

** Significatif à un seuil de 5%

Significativité des variables

À un seuil de significativité de 5%, toutes les variables dichotomiques pour les consentements à payer ainsi que la variable dichotomique relative à la possession d'un abonnement de saison sont significatives.

Différence entre les consentements à payer avec et sans contrôle

Examinons maintenant la différence entre les consentements à payer avec et sans contrôle pour les conditions de la journée de collecte. Le tableau ci-dessous présente les consentements à payer moyens par type de condition en maintenant fixes les conditions de la journée de collecte (avec contrôle) ainsi que les consentements à payer moyens obtenus en ne maintenant pas fixes les conditions de la journée de collecte (sans contrôle). Les valeurs en italique représentent les écarts-types.

Tableau 10 – Comparaison des valeurs des consentements à payer avec et sans contrôle

| Conditions | Consentements à payer avec contrôle | Consentements à payer sans contrôle |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| (1) Surface poudreuse et température sous -9°C | 53,97\$ <i>3,89</i> | 57,54\$ <i>2,50</i> |
| (2) Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C | 63,81\$ <i>4,11</i> | 62,93\$ <i>2,84</i> |
| (3) Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C | 66,07\$ <i>4,33</i> | 60,21\$ <i>3,25</i> |
| (4) Surface damée et température sous -9°C | 48,18\$ <i>3,57</i> | 47,54\$ <i>1,77</i> |
| (5) Surface damée et température entre -2°C et -9°C | 56,03\$ <i>3,79</i> | 55,26\$ <i>1,83</i> |
| (6) Surface damée et température au-dessus de -2°C | 54,02\$ <i>3,82</i> | 52,80\$ <i>1,89</i> |
| (7) Surface glacée et température sous -9°C | 15,09\$ <i>3,82</i> | 18,92\$ <i>2,37</i> |
| (8) Surface glacée et température entre -2°C et -9°C | 25,26\$ <i>4,51</i> | 25,49\$ <i>2,84</i> |
| (9) Surface glacée et température au-dessus de -2°C | 24,20\$ <i>4,59</i> | 21,50\$ <i>2,98</i> |

Nous pouvons constater que les consentements à payer diffèrent légèrement lorsqu'ils sont contrôlés pour les conditions de la journée de collecte comparativement à lorsqu'ils ne le sont pas. Nous remarquons notamment que pour chaque type de surface de neige, les consentements à payer sont plus élevés pour la température « au-dessus de -2°C » lorsqu'ils sont contrôlés pour les conditions de la journée de collecte. Puisque les données ont majoritairement été récoltées lorsque la température était plus froide que -2°C, ces différences mènent à croire que les skieurs ont été négativement influencés par la température de la journée de collecte et ont déclaré un consentement à payer plus faible que leur consentement à payer réel pour les conditions à température « au-dessus de -2°C ». Cela suggère qu'il y avait présence de biais hypothétique dans les consentements à payer.

Coefficient associé à la variable ABON

Le coefficient associé à la variable *ABON* est de -7.15 . Cette valeur nous indique que pour des conditions de ski fixes, un skieur possédant un abonnement de saison est prêt à payer en moyenne $7,15\$$ de moins qu'un skieur possédant un billet journalier pour une journée de ski. Cette différence entre les consentements à payer des deux types de skieurs suggère qu'il y a présence d'un effet de composition dans la population sous étude et que le consentement à payer du skieur est effectivement influencé par le type de billet qu'il possède.

Afin de traiter la présence de cet effet, nous désagrégeons la population en deux sous-populations, soit la sous-population A qui comprend les skieurs possédant un abonnement de saison et la sous-population B qui comprend les skieurs possédant un billet journalier. Nous effectuons ensuite la régression présentée précédemment pour chacune des deux sous-populations, afin d'obtenir le consentement à payer moyen par condition pour chaque sous-population, en maintenant fixes les conditions de la journée de collecte.

Le tableau ci-dessous présente les consentements à payer moyens par type de condition (avec contrôle) pour chacune des deux sous-populations.

Tableau 11 – Consentements à payer moyens par sous-population (avec contrôle)

| Conditions | CAP moyen sous-population B (billet journalier) | CAP moyen sous-population A (abonnement de saison) |
|--|--|---|
| (1) Surface poudreuse et température sous -9°C | 61,85\$ | 40,73\$ |
| (2) Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C | 73,14\$ | 49,68\$ |
| (3) Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C | 76,43\$ | 49,58\$ |
| (4) Surface damée et température sous -9°C | 53,09\$ | 37,73\$ |
| (5) Surface damée et température entre -2°C et -9°C | 62,37\$ | 44,23\$ |
| (6) Surface damée et température au-dessus de -2°C | 59,84\$ | 42,50\$ |
| (7) Surface glacée et température sous -9°C | 11,16\$ | 12,29\$ |
| (8) Surface glacée et température entre -2°C et -9°C | 25,99\$ | 18,03\$ |
| (9) Surface glacée et température au-dessus de -2°C | 28,80\$ | 14,35\$ |

Nous pouvons constater que les consentements à payer moyens par type de condition diffèrent grandement entre les deux sous-populations. Pour chaque type de condition, sauf la condition 7 soit « surface glacée et température sous -9°C », le consentement à payer des skieurs possédants un billet journalier est plus élevé que celui des skieurs possédant un abonnement de saison.

Puisque le type d'abonnement influence le consentement à payer des skieurs, il est probable que le type de billet influence également la présence des skieurs de chaque type aux stations.

Examinons maintenant la répartition des skieurs de l'échantillon selon le type de billet pour chaque type de condition de collecte.

Tableau 12 – Répartition des skieurs de l'échantillon selon le type de billet, par type de condition

| Conditions | Pourcentage des skieurs avec billet journalier | Pourcentage des skieurs avec abonnement de saison |
|--|---|--|
| (1) Surface poudreuse et température sous -9°C | 67% | 33% |
| (2) Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C | Aucune observation | Aucune observation |
| (3) Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C | Aucune observation | Aucune observation |
| (4) Surface damée et température sous -9°C | 51% | 49% |
| (5) Surface damée et température entre -2°C et -9°C | 50% | 50% |
| (6) Surface damée et température au-dessus de -2°C | 48% | 52% |
| (7) Surface glacée et température sous -9°C | 22% | 78% |
| (8) Surface glacée et température entre -2°C et -9°C | 13% | 87% |
| (9) Surface glacée et température au-dessus de -2°C | Aucune observation | Aucune observation |

Nous pouvons constater ce qui suit : lorsque la surface de neige est poudreuse, la majorité des skieurs possède un billet journalier ; lorsque la surface de neige est damée, environ la moitié des skieurs possède un abonnement de saison et l'autre moitié un billet journalier ; lorsque la surface est glacée, la majorité des skieurs possède un abonnement de saison. Ainsi, lors de conditions généralement considérées meilleures, la majorité des skieurs possèdent un billet journalier, et inversement, lors de conditions considérées moins bonnes, la majorité des skieurs possède un abonnement de saison.

Il est important de tenir compte de ce facteur dans la suite de l'analyse afin d'obtenir des surplus du consommateur représentatifs de la réalité, pour chaque type de condition. Pour ce faire, nous réagrégeons les consentements à payer des deux sous-populations pour chaque type de condition en les pondérant par les pourcentages de présence des deux types de skieurs. Cette étape permet d'obtenir des consentements à payer par condition qui reflètent les préférences des skieurs qui skient réellement lors de chaque type de condition. Nous nommons ces nouveaux consentements à payer les « consentements à payer ajustés ».

Puisqu'aucune donnée n'a été collectée lors de journées à conditions (2), (3) et (9), soit respectivement « surface de neige poudreuse et température entre -2°C et -9°C », « surface de neige poudreuse et température au-dessus de -2°C » et « surface de neige glacée et température au-dessus de -2°C », les pourcentages des skieurs de chaque type seront approximés par ceux des conditions les plus similaires. Pour les conditions « surface de neige poudreuse et température entre -2°C et -9°C » et « surface de neige poudreuse et température au-dessus de -2°C », nous supposons que la répartition des skieurs est la même que lorsque la condition est « surface poudreuse et température sous -9°C ». Pour la condition « surface glacée et température au-dessus de -2°C », nous supposons que la répartition des skieurs est la même que lorsque la condition est « surface de neige glacée et température entre -2°C et -9°C ».

Le tableau ci-dessous présente les consentements à payer moyens ajustés par type de condition (avec contrôle) que nous utiliserons pour la suite de l'analyse.

Tableau 13 – Consentement à payer moyen par type de condition (avec contrôle)

| Conditions | CAP moyen (ajusté, avec contrôle) |
|--|--|
| (1) Surface poudreuse et température sous -9°C | 54,88\$ |
| (2) Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C | 65,40\$ |
| (3) Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C | 67,57\$ |
| (4) Surface damée et température sous -9°C | 45,56\$ |
| (5) Surface damée et température entre -2°C et -9°C | 53,30\$ |
| (6) Surface damée et température au-dessus de -2°C | 50,82\$ |
| (7) Surface glacée et température sous -9°C | 12,04\$ |
| (8) Surface glacée et température entre -2°C et -9°C | 19,06\$ |
| (9) Surface glacée et température au-dessus de -2°C | 16,23\$ |

Nous pouvons constater que les consentements à payer diffèrent lorsqu'ils sont ajustés pour tenir compte de l'effet de composition. Nous remarquons notamment que les valeurs des consentements à payer sont plus élevés pour les conditions à surface poudreuse et moins élevés pour les conditions à surface damée et glacée. Ceci peut s'expliquer par le fait que sans ajustement, les consentements à payer moyens pour les conditions à surface poudreuse accordaient trop de poids aux valeurs des consentements à payer des skieurs possédant un abonnement de saison étant donné que ce ne sont pas majoritairement ces skieurs qui skient lors de ce type de condition. Inversement, les consentements à payer moyens pour les conditions à surface de neige glacée accordaient trop de poids aux valeurs des consentements à payer des skieurs possédant un billet journalier étant donné que la majorité de ces skieurs ne ski pas lorsque les conditions sont glacées. Les consentements à payer ajustés représentent ainsi plus justement les consentements à payer des skieurs qui skient réellement lors de chaque type de condition.

La condition pour laquelle le consentement à payer est le plus élevé est « surface de neige poudreuse et température au-dessus de -2°C ». La condition pour laquelle le consentement à payer est le plus faible est « surface de neige glacée et température sous -9°C ». Nous pouvons constater que pour chaque type de surface de neige, les consentements à payer sont plus faibles lorsque la température est sous -9°C que lorsqu'elle est entre -2°C et -9°C ou au-dessus de -2°C. De plus,

nous pouvons constater que les consentements à payer pour skier sur une surface de neige glacée sont nettement plus faibles que ceux pour skier sur une surface poudreuse ou damée, peu importe la température. Somme toute, les résultats obtenus sont conformes à nos attentes, c'est-à-dire que les consentements à payer pour les journées moins froides ou avec surface de neige damée ou poudreuse sont supérieurs aux consentements à payer pour les journées plus froides ou avec une surface de neige glacée.

Mention sur les données récoltées lorsque la température était sous -20°C

Tel que mentionné dans la section 3.1.4, deux jours de collecte ont eu lieu lorsque la température était très froide, soit sous -20°C. Ces deux journées de collecte représentent moins de 10% des données totales récoltées. Afin de s'assurer que les consentements à payer ne soient pas lourdement biaisés par ces données, nous avons comparé les moyennes des consentements à payer pour chaque type de condition avec et sans l'inclusion de ces données. Puisque les moyennes des consentements à payer sont presque identiques pour toutes les neuf conditions, avec et sans ces données, nous avons inclus ces données pour le reste de l'analyse. La comparaison des consentements à payer pour chaque type de condition avec et sans l'inclusion de ces données est présentée en annexe B.

5.2 Bien-être des skieurs

5.2.1 Dépenses encourues par les skieurs

Les dépenses encourues par les skieurs ont été calculées tel que détaillé dans la section 3.3.1. Ces dépenses incluent les coûts de transport (coût d'essence et coût d'opportunité du temps passé en transport), le coût d'opportunité du temps passé à pratiquer l'activité, le coût d'hébergement, le coût de la location d'équipement ainsi que le coût d'entrée au site.

En ce qui concerne les coûts d'opportunité du temps passé en transport et sur le site, parmi tous les répondants, un seul a affirmé qu'il aurait travaillé contre rémunération horaire s'il n'était pas allé en ski. Le coût d'opportunité du temps passé en transport et sur le site est donc uniquement comptabilisé pour cet individu. De plus, tous les répondants ont affirmé que la pratique du ski alpin était la raison principale de leur déplacement, ainsi, il n'y a pas présence de visites multi-objectifs/destinations dans notre échantillon. Aucune manipulation additionnelle n'est donc

requis pour le calcul des coûts de transport : le coût du trajet complet est comptabilisé pour tous les répondants.

Coût d'entrée

Tel qu'expliqué dans la section 3.3.3, le bien-être du skieur est représenté par le surplus du consommateur. Le surplus du consommateur associé à chaque type de condition de ski se résume au consentement à payer maximal moyen pour ce type de condition moins le coût d'entrée moyen déboursé pour skier avec ce type de condition. Le coût d'entrée considéré pour chaque condition est le coût d'entrée payé par les individus qui ont skié lors d'une journée avec ce type de condition, plutôt que le coût d'entrée moyen payé par les individus qui se sont prononcés sur la condition. Par exemple, lorsque nous calculons le surplus du consommateur associé à la condition « surface de neige glacée et température sous -9°C », nous prenons la moyenne des consentements à payer de tous les répondants qui ont exprimé un consentement à payer pour ce type de condition, peu importe les conditions de la journée où ils ont été sondés, et nous soustrayons la moyenne du coût d'entrée déboursé par les skieurs qui ont été sondés lorsque les conditions étaient « surface glacée et température sous -9°C ». Le choix de soustraire le coût d'entrée par condition plutôt que par skieur a été fait parce que les conditions de la journée influencent le type de billet acheté par le skieur. Par exemple, lors d'une journée où la surface de neige est poudreuse, un skieur a peut-être acheté un billet permettant de skier une journée complète au prix de 60\$, tandis qu'il aurait acheté un billet de demi-journée au prix de 50\$ si la surface avait plutôt été glacée. Ainsi, le fait de soustraire le coût réellement payé pour skier avec une certaine condition de la valeur du consentement à payer moyen de cette condition nous permet d'obtenir des surplus du consommateur plus réalistes.

Tel que mentionné dans la section 3.3.1, le coût d'entrée est représenté par le prix payé pour le billet pour les skieurs qui ont acheté un billet de ski journalier, et est représenté par le prix de l'abonnement, divisé par le nombre de jours de ski envisagés au cours de la saison, pour les skieurs possédant un abonnement de saison.

Le tableau ci-dessous présente les coûts d'entrée selon les conditions de la journée de collecte.

Tableau 14 – Coût moyen d'entrée déboursé par type de condition de ski

| Conditions | Coût d'entrée moyen déboursé par skieur |
|--|--|
| (1) Surface poudreuse et température sous -9°C | 53,50\$ |
| (2) Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C | Aucune observation |
| (3) Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C | Aucune observation |
| (4) Surface damée et température sous -9°C | 37,05\$ |
| (5) Surface damée et température entre -2°C et -9°C | 35,03\$ |
| (6) Surface damée et température au-dessus de -2°C | 33,08\$ |
| (7) Surface glacée et température sous -9°C | 12,10\$ |
| (8) Surface glacée et température entre -2°C et -9°C | 21,30\$ |
| (9) Surface glacée et température au-dessus de -2°C | Aucune observation |

Nous pouvons constater que le montant déboursé pour skier (coût d'entrée) varie effectivement grandement selon les conditions. Lorsque la surface de neige est poudreuse et la température sous -9°C, le montant moyen déboursé pour l'accès aux pistes est de 53,50\$, alors que ce montant est de 12,10\$ lorsque la surface de neige est glacée et la température sous -9°C. Cette grande différence peut être justifiée par le fait que lorsque les conditions sont moins bonnes, la majorité des skieurs présents à la station possède un abonnement de saison, et ont donc un coût d'entrée très faible, tel que démontré précédemment. Il est également possible que dans ces conditions, les skieurs soient plus susceptibles d'acheter un billet permettant de skier moins d'heures pour un prix plus faible que lorsque les conditions sont meilleures. Ainsi donc, le fait d'utiliser le coût d'entrée réellement payé par les skieurs lors d'un certain type de condition plutôt que le prix payé par les skieurs qui se sont prononcés sur la condition permet d'obtenir des résultats plus réalistes. Puisqu'aucune donnée n'a été collectée lors de journées à conditions (2), (3) et (9), soit respectivement « surface de neige poudreuse et température entre -2°C et -9°C », « surface de neige poudreuse et température au-dessus de -2°C » et « surface de neige glacée et température au-dessus de -2°C » les coûts d'entrées pour ces conditions seront approximés par les conditions les plus similaires. Pour les conditions « surface de neige poudreuse et température entre -2°C et -9°C » et « surface de neige poudreuse et température au-dessus de -2°C », nous supposons que le coût d'entrée est le même

que lorsque la condition est « surface poudreuse et température sous -9°C », soit de 53,50\$. Pour la condition « surface glacée et température au-dessus de -2°C », nous supposons que le coût d'entrée est le même que celui de la condition « surface de neige glacée et température entre -2°C et -9°C », soit de 21,30\$.

5.2.2 Surplus du consommateur par type de condition

Tel qu'expliqué dans la section 3.3.3, le surplus moyen des skieurs par type de condition de ski est la différence entre la valeur globale moyenne pour une journée de ski et la moyenne de toutes les dépenses encourues par les skieurs. La valeur globale moyenne par condition est représentée par le consentement à payer moyen pour ce type de condition auquel on ajoute le coût des dépenses encourues par les skieurs, autres que le coût d'entrée. Le tableau 15 ci-dessous présente les valeurs globales moyennes, les dépenses encourues par les skieurs ainsi que le surplus du consommateur, par type de condition.

Tableau 15 – Calcul du surplus du consommateur

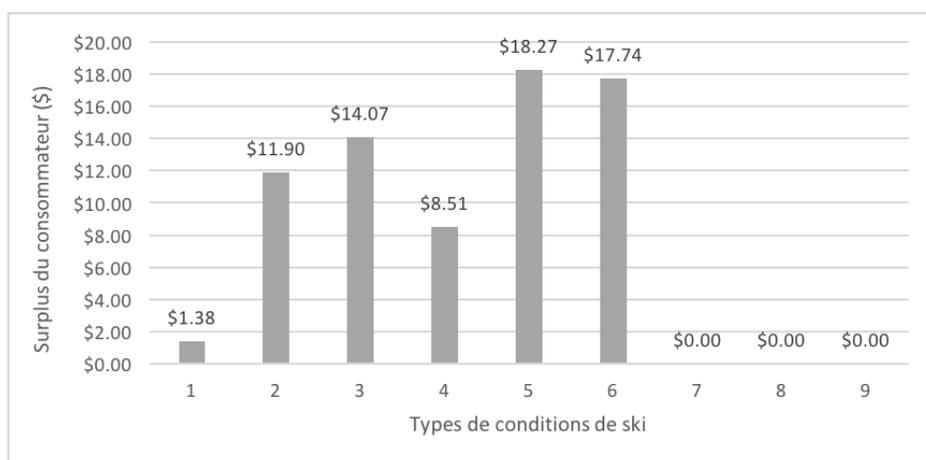
| Condition | Valeur globale | | Dépenses encourues | Surplus du consommateur |
|--|-----------------------|---|---------------------------|--------------------------------|
| (1) Surface poudreuse et température sous -9°C | 69,14\$ | - | 67,76\$ | = 1,38\$ |
| (2) Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C | 79,66\$ | - | 67,76\$ | = 11,90\$ |
| (3) Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C | 81,83\$ | - | 67,76\$ | = 14,07\$ |
| (4) Surface damée et température sous -9°C | 64,01\$ | - | 55,50\$ | = 8,51\$ |
| (5) Surface damée et température entre -2°C et -9°C | 82,80\$ | - | 64,53\$ | = 18,27\$ |
| (6) Surface damée et température au-dessus de -2°C | 71,74\$ | - | 54,00\$ | = 17,74\$ |
| (7) Surface glacée et température sous -9°C | 50,86\$ | - | 50,92\$ | = -0,06\$ |
| (8) Surface glacée et température entre -2°C et -9°C | 40,52\$ | - | 42,76\$ | = -2,24\$ |
| (9) Surface glacée et température au-dessus de -2°C | 37,69\$ | - | 42,76\$ | = -5,07\$ |

Le surplus du consommateur par skieur associé à une journée de ski varie entre -5,07\$ et 18,27\$, selon les conditions. La condition qui génère le plus grand surplus du consommateur est « surface de neige damée et température entre -2°C et -9°C ». La condition qui génère le plus faible surplus du consommateur est « surface de neige glacée et température au-dessus de -2°C ». Contrairement à nos attentes, les conditions à surface de neige poudreuse ne sont pas celles qui génèrent les surplus du consommateur les plus élevés. De plus, il est intéressant de constater que les surplus des consommateurs ne sont pas les plus élevés pour les conditions qui ont les consentements à payer les plus élevés, ce qui peut s'expliquer par le fait que les skieurs ont dépensé plus lors de ces journées. Les surplus du consommateur associés aux conditions « surface glacée et température

sous -9°C », « surface glacée et température entre -2°C et -9°C » et « surface glacée et température au-dessus de -2°C » sont respectivement de $-0,06\$$, $-2,24\$$ et $-5,07\$$. Ces valeurs négatives peuvent s'expliquer par le fait que les skieurs qui ont répondu au sondage n'auraient pas skié s'ils avaient su que les conditions étaient ce qu'elles étaient avant de se rendre à la station. En effet, ces derniers ne connaissaient pas les conditions exactes avant leur première descente. Ainsi, pour la projection du bien-être des skieurs, nous supposons que les surplus associés à ces trois types de conditions sont de zéro.

La figure 2 ci-dessous présente les surplus du consommateur associés à chaque type de condition de ski qui seront utilisés pour la projection du bien-être des skieurs.

Figure 2 – Surplus du consommateur par type de condition de ski



Où :

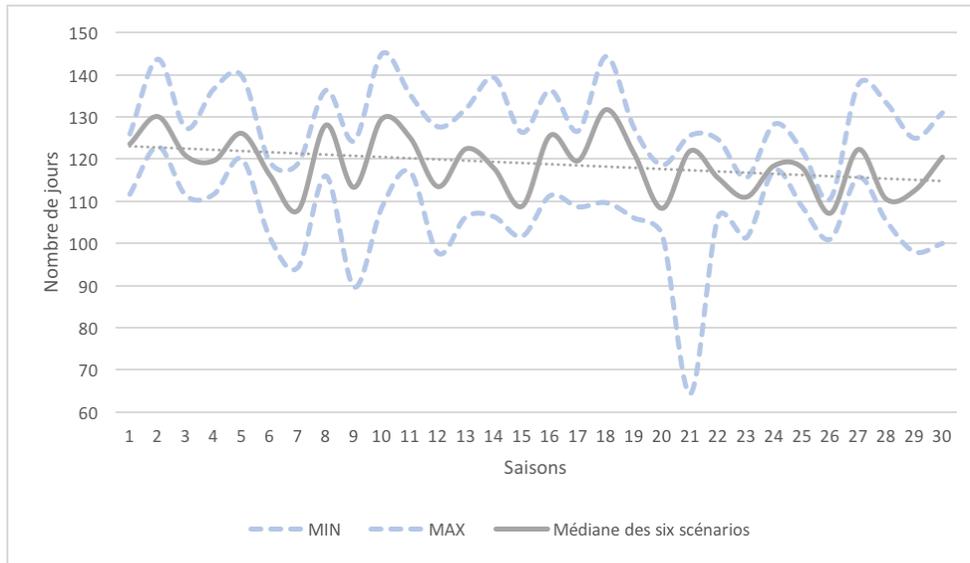
- Condition 1 : surface poudreuse et température sous -9°C
- Condition 2 : surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C
- Condition 3 : surface poudreuse et température au-dessus de -2°C
- Condition 4 : surface damée et température sous -9°C
- Condition 5 : surface damée et température entre -2°C et -9°C
- Condition 6 : surface damée et température au-dessus de -2°C
- Condition 7 : surface glacée et température sous -9°C
- Condition 8 : surface glacée et température entre -2°C et -9°C
- Condition 9 : surface glacée et température au-dessus de -2°C

5.3 Projection du bien-être sans nouvelles mesures d'adaptation

5.3.1 Longueur des saisons de ski

Afin de projeter le bien-être des skieurs, il est essentiel de connaître le nombre de jours skiabiles de chaque saison de ski entre 2020 et 2050. Tel que mentionné dans la section 4.2, l'estimation des longueurs des saisons futures provient de la modélisation du couvert de neige. La première saison projetée est celle s'étendant de novembre 2020 à avril 2021, la deuxième de novembre 2021 à avril 2022, et ainsi de suite. Afin d'alléger le texte, nous nous référerons à la première saison de projection comme étant « saison 2021 », la deuxième « saison 2022 » et ainsi de suite, jusqu'à la dernière saison de projection, soit la saison 2050. Ainsi, trente saisons de ski sont utilisées pour la projection du bien-être des skieurs. Cette projection suppose que les mesures d'adaptation aux changements climatiques présentement adoptées par les stations sont celles qui demeureront jusqu'en 2050. Le graphique 1 ci-dessous présente l'évolution de la longueur des saisons de ski moyenne des trois stations, pour les saisons 2021 à 2050, celles-ci ayant été numérotées de 1 à 30. Afin d'alléger la présentation des résultats, nous présentons la médiane, le maximum et le minimum de la longueur des saisons des six scénarios climatiques utilisés. Cette méthode de présentation est souvent utilisée en climatologie et sera utilisée dans tous les autres graphiques de l'analyse. La ligne pleine représente la médiane de la longueur des saisons des six scénarios climatiques utilisés. Les lignes en tirets représentent le minimum et le maximum de la longueur des saisons de ski des six scénarios climatiques utilisés.

Graphique 1– Longueur des saisons de ski 2021 à 2050



Nous constatons qu'il y a une réduction de la longueur des saisons de ski entre les saisons 2021 et 2050. La tendance démontre que les saisons de ski diminueront d'environ 10 jours sur cette période de 30 ans. Nous pouvons également remarquer une grande variation dans la longueur des saisons d'une saison à l'autre. La médiane varie entre 107 et 132 jours de ski par saison, pour l'ensemble des six scénarios.

5.3.2 Projection du bien-être des skieurs

Le bien-être des skieurs dans cette étude dépend uniquement des conditions de ski et varie selon neuf types de conditions. Afin de projeter le bien-être des skieurs, trois étapes sont répétées pour chacune des 30 saisons de ski, pour chacune des trois stations et pour chacun des six scénarios climatiques utilisés. Ces étapes sont décrites ci-dessous.

Étape 1 : Associer chaque jour de la saison à un des neuf types de conditions, en suivant les critères décrits dans la section 4.5, puis calculer le nombre de jours d'occurrence de chacun des neuf types de conditions.

Étape 2 : Calculer l'achalandage pour chacun des neuf types de conditions (AC_c). Ceci est effectué en additionnant le nombre estimé de billets vendus par jour pour chaque type de condition

(information provenant de la modélisation de la demande future de billets de ski), puis en multipliant ce nombre par les facteurs de conversion pour l'achalandage total (voir section 4.4).

Étape 3 : Multiplier l'achalandage par condition par le surplus du consommateur associé à chaque type de condition (SC_c) (voir figure 2).

Ainsi, le surplus du consommateur moyen pour les trois stations par saison est calculé comme suit pour chacun des six scénarios climatiques :

$$SC_{saison} = \frac{1}{3} \sum_{s=1}^3 \sum_{c=1}^9 SC_c AC_{cs}$$

SC_c = Surplus du consommateur par type de condition

AC_{cs} = Achalandage total pour chaque type de condition, par station

s = Station de ski ; 1 = Bromont, 2 = Orford, 3 = Sutton

c = Type de condition ;

1 : surface poudreuse et température sous -9°C

2 : surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C

3 : surface poudreuse et température au-dessus de -2°C

4 : surface damée et température sous -9°C

5 : surface damée et température entre -2°C et -9°C

6 : surface damée et température au-dessus de -2°C

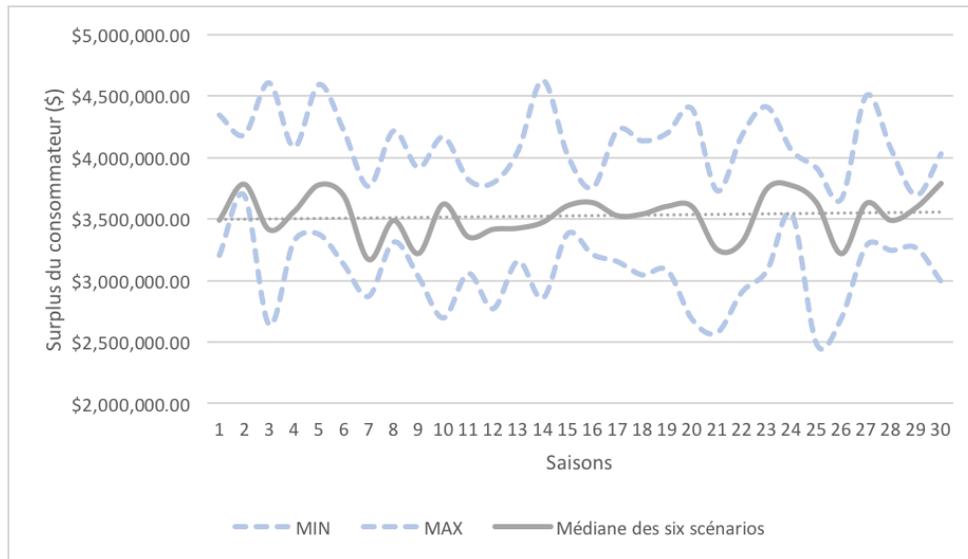
7 : surface glacée et température sous -9°C

8 : surface glacée et température entre -2°C et -9°C

9 : surface glacée et température au-dessus de -2°C

Le graphique ci-dessous présente la variation du bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton, pour les saisons de ski 2021 à 2050.

Graphique 2 – Variation du bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton entre les saisons 2021 et 2050



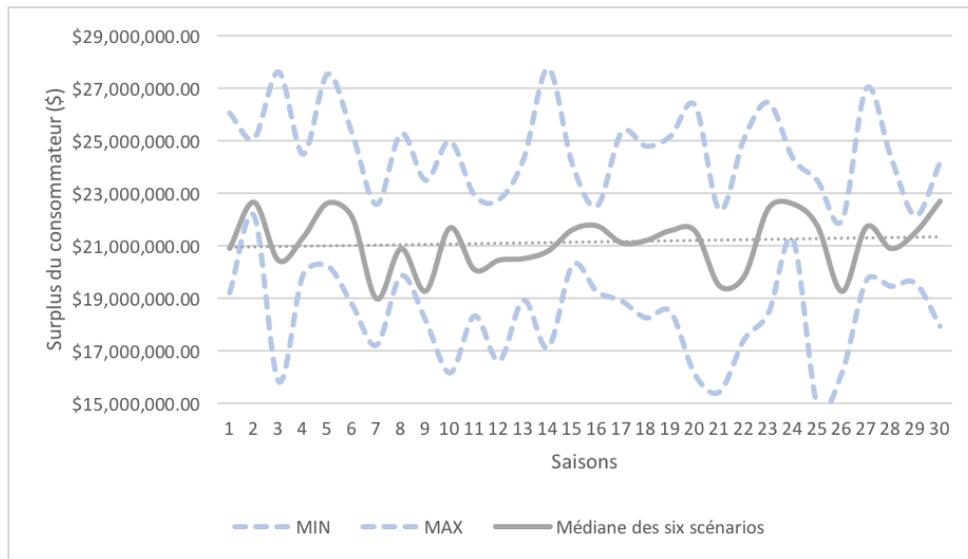
Nous pouvons constater que le bien-être des skieurs subit une très légère tendance à la hausse entre les saisons de ski 2021 et 2050. Nous constatons également une grande fluctuation du bien-être d’une saison à l’autre. La médiane des six scénarios de la valeur du bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton varie entre 3 171 692,00\$ et 3 792 265,50\$ par saison. L’augmentation du bien-être des skieurs est assez surprenante. En effet, les résultats démontrent que, d’une part, la longueur des saisons de ski diminuera entre les saisons 2021 et 2050 et que, d’autre part, le bien-être des skieurs augmentera légèrement durant cette période. Cela suggère qu’il y aura moins de journées skiabiles, mais plus de journées où le surplus du consommateur est élevé. Afin d’expliquer l’augmentation du bien-être des skieurs, nous analyserons l’évolution des conditions de ski pour les saisons 2021 à 2050 dans la section 5.5.

Puisque nous voulons projeter le bien-être des skieurs du Québec et non seulement celui des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton, nous devons utiliser un facteur d’extrapolation. Selon le rapport « Étude économique et financière des stations de ski du Québec » d’Archambault et al. (2016), la région des Cantons-de-l’Est représentait 1 355 000 jours-ski de la saison 2015, soit 23,2% des jours-ski du Québec et 1 334 000 jours-ski pour la saison 2014, soit 22,8% des jours-ski du Québec. Puisque Bromont, Orford et Sutton ne sont pas les seules stations de ski des Cantons-de-l’Est, nous utilisons les données des jours-ski de ces trois stations (voir section 4.4) pour obtenir la proportion des jours-ski du Québec. Selon ces données, les stations Bromont,

Orford et Sutton comptaient 980 503 jours-ski à la saison 2015 et 970 806 jours-ski à la saison 2014. Ainsi, les stations Bromont, Orford et Sutton représentaient 16,8% des jours-ski du Québec pour la saison 2015 et 16,6% pour la saison 2014. La moyenne de ces deux pourcentages soit 16,7% sera utilisée pour représenter la proportion des jours-ski du Québec provenant des stations Bromont, Orford et Sutton. Ainsi, en multipliant le bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton par 5,988 (1/0,167), nous obtenons le bien-être des skieurs pour l'ensemble des skieurs québécois. Cette extrapolation suppose, d'une part, que la demande future de billets de ski suit la même tendance à toutes les stations du Québec qu'aux stations Bromont, Orford et Sutton et, d'autre part, que les conditions de ski seront les mêmes à toutes les stations du Québec qu'aux stations Bromont, Orford et Sutton.

Le graphique ci-dessous présente la variation du bien-être des skieurs du Québec, pour les saisons de ski 2021 à 2050.

Graphique 3 – Variation du bien-être des skieurs du Québec entre les saisons 2021 et 2050



Le bien-être des skieurs du Québec suit une tendance à la hausse entre les saisons 2021 et 2050. Le bien-être total annuel des skieurs varie entre 18 992 091,70\$ et 22 708 085,81\$ par saison de ski.

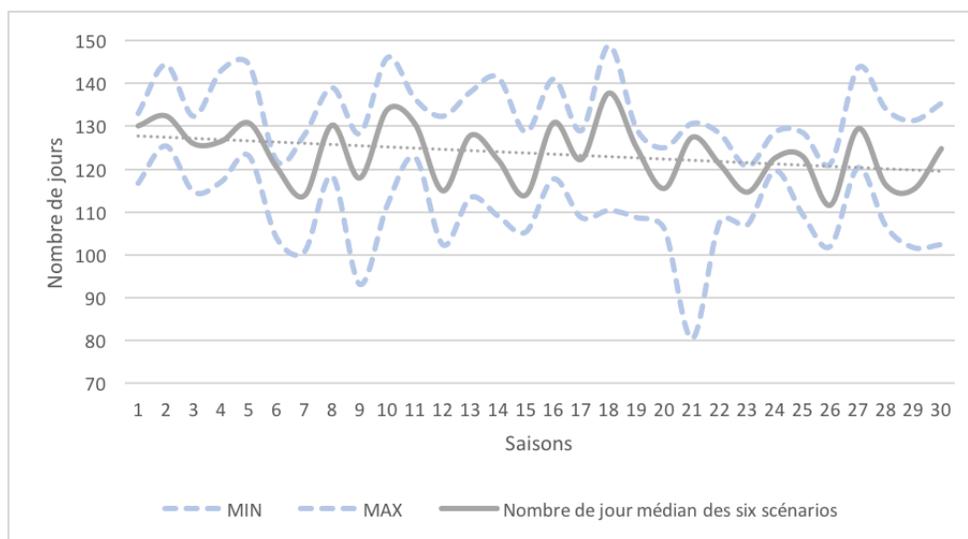
5.4 Projection du bien-être avec nouvelles mesures d'adaptation

Comme nous venons de le voir, le bien-être des skieurs augmentera entre les saisons 2021 et 2050 en l'absence de nouvelles mesures d'adaptation aux changements climatiques. Cependant, les résultats de l'étude réalisée par Ouranos, qui analyse entre autres la rentabilité de nouvelles mesures d'adaptation aux changements climatiques, démontrent que sans l'adoption de nouvelles mesures d'adaptation, les changements climatiques diminueront les revenus des stations de ski d'environ 2,4 à 8,5 %, alors que les coûts réduiront de 0,7 à 4,3 % entre les saisons 2021 et 2050, ce qui mènera à une réduction de la marge bénéficiaire des stations de ski. Ainsi, puisque les stations de ski adopteront possiblement de nouvelles mesures d'adaptation pour pallier les changements climatiques, il est intéressant d'analyser l'impact de ces nouvelles mesures sur le bien-être des skieurs, même si le bien-être des skieurs augmente déjà sans l'intégration de celles-ci. Tel que mentionné dans la section 4.3, les nouvelles mesures prises en compte dans ce mémoire constituent en l'augmentation de la capacité d'enneigement de chaque station, ce qui impacte la longueur des saisons de ski.

5.4.1 Longueur des saisons

Le graphique ci-dessous présente la longueur des saisons de ski 2021 à 2050, avec l'intégration des nouvelles mesures d'adaptations. De même que dans le cas sans nouvelles mesures d'adaptation, la longueur des saisons provient de la modélisation du couvert de neige (voir section 4.2).

Graphique 4 – Longueur des saisons de ski 2021 à 2050, avec nouvelles mesures d’adaptation

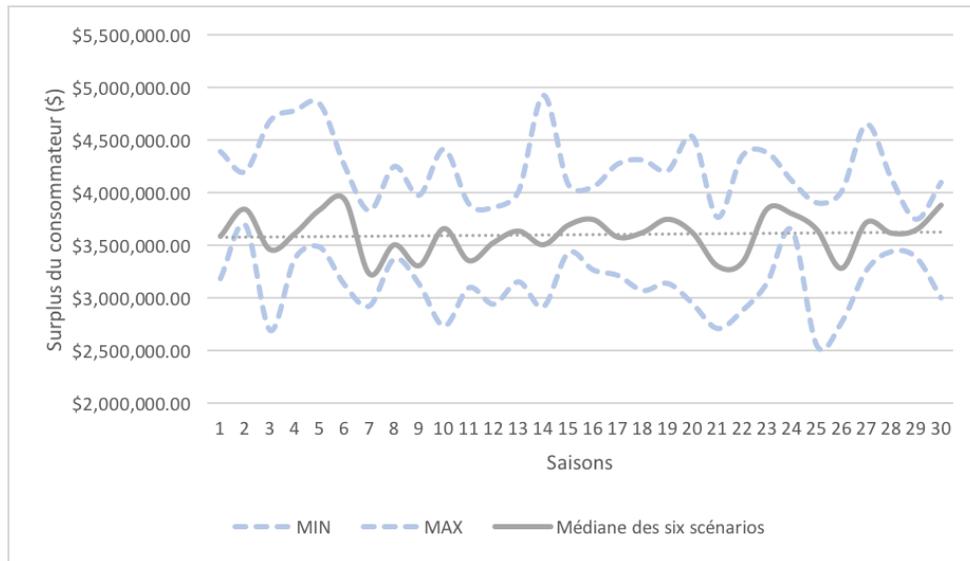


Nous pouvons constater que chaque saison de ski est plus longue de 2 à 7 jours lorsque les nouvelles mesures d’adaptation sont intégrées dans l’analyse. Nous constatons aussi que la longueur des saisons suit la même tendance à la baisse que lorsque les stations n’adoptent pas de nouvelles mesures d’adaptation.

5.4.2 Projection du bien-être des skieurs

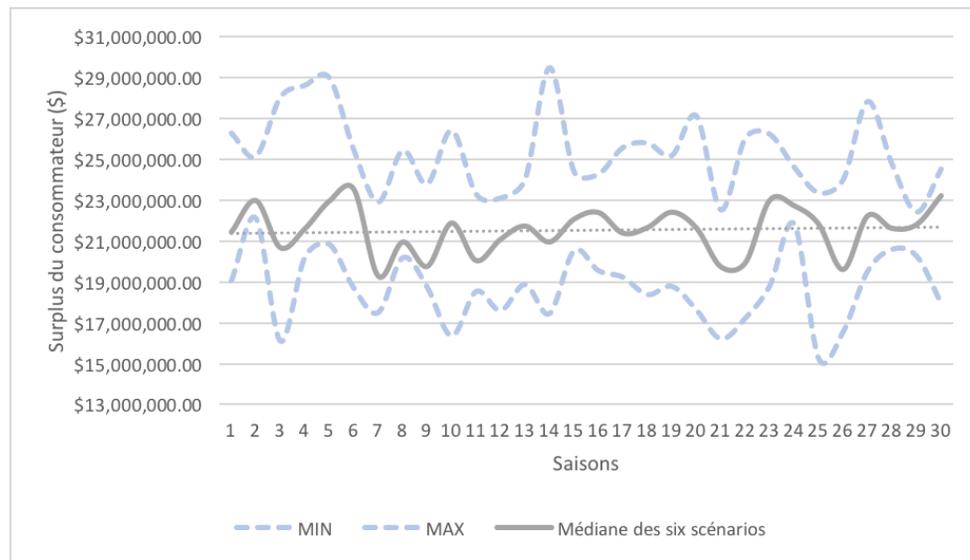
La projection du bien-être des skieurs avec les nouvelles mesures d’adaptation a été effectuée exactement de la même façon que sans nouvelles mesures d’adaptation. Le graphique 5 ci-dessous présente la variation du bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton, avec l’inclusion des nouvelles mesures d’adaptation.

Graphique 5 – Variation du bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton, avec nouvelles mesures d’adaptation



De même que pour la situation sans nouvelles mesures d’adaptation, nous extrapolons le bien-être des skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton pour l’ensemble du Québec. Le graphique 6 ci-dessous présente la variation du bien-être des skieurs du Québec pour les saisons 2021 à 2050.

Graphique 6 – Variation du bien-être des skieurs du Québec avec nouvelles mesures d’adaptation



La variation du bien-être des skieurs augmente légèrement entre les saisons 2021 et 2050 lorsque de nouvelles mesures d’adaptation sont intégrées dans l’analyse. La variation du bien-être suit la

même tendance que sans nouvelles mesures d'adaptation. Par contre, le bien-être des skieurs commence à un niveau plus élevé à la saison 2021 (1). Ces résultats sont cohérents puisque les nouvelles mesures d'adaptation impactent seulement la projection du bien-être des skieurs via une augmentation de la longueur des saisons. Le bien-être annuel des skieurs du Québec varie entre 19 291 285,11\$ et 23 532 741,20\$ lorsque les nouvelles mesures d'adaptation sont intégrées dans l'analyse, comparativement à une variation entre 18 992 091,70\$ et 22 708 085,81\$, sans nouvelles mesures d'adaptation.

Puisque les nouvelles mesures d'adaptation ont un impact sur le bien-être des skieurs, il est intéressant de quantifier l'augmentation du bien-être des skieurs avec ces nouvelles mesures d'adaptation pour l'ensemble de la période sous étude. Pour ce faire, nous actualisons l'augmentation du bien-être générée par les nouvelles mesures d'adaptation. Le taux d'actualisation utilisé est de 4%, soit le même que celui utilisé pour actualiser les coûts et bénéfices des nouvelles mesures d'adaptation dans l'étude d'Ouranos.

Nous effectuons le calcul ci-dessous afin d'obtenir la valeur actualisée nette du bien-être des skieurs généré par les nouvelles mesures d'adaptation pour les stations Bromont, Orford et Sutton:

$$\text{BÊAN} = \sum_{t=0}^{30} \frac{\text{BÊ}}{(1+i)^t}$$

Où :

BÊAN : Bien-être actualisé net

i : taux d'actualisation (4%)

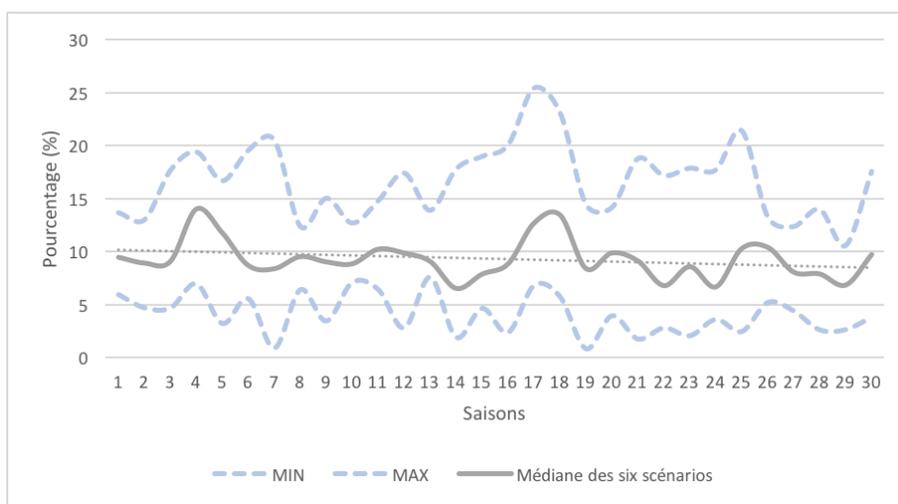
t : saison de ski (1 à 30, soit 2021 à 2050)

La valeur actualisée du bien-être généré par les nouvelles mesures d'adaptation pour les skieurs des stations Bromont, Orford et Sutton est 1 233 112,90\$. Bien que cette valeur soit relativement faible puisqu'elle doit être comparée aux coûts de nouvelles mesures d'adaptation de trois stations de ski, ce gain de bien-être peut tout de même contribuer à la justification de l'adoption de nouvelles mesures d'adaptation aux changements climatiques pour les trois stations sous étude.

5.5 Évolution des conditions de ski

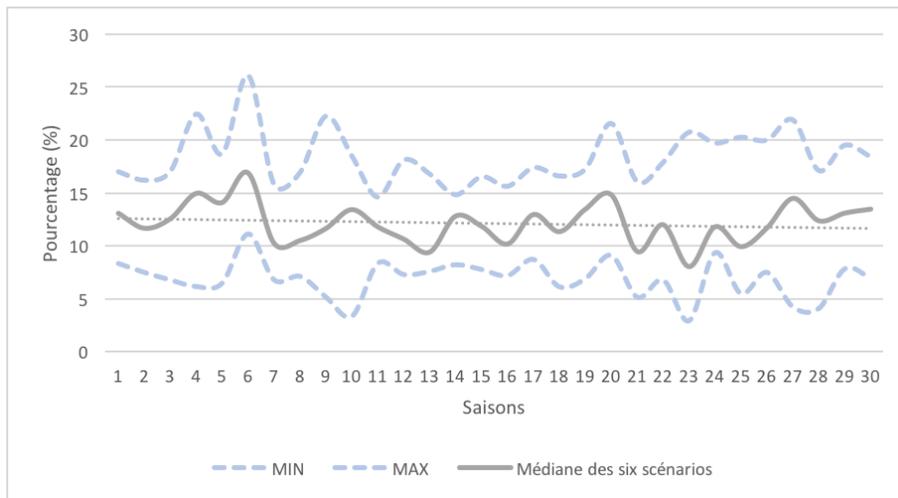
Afin d'analyser le bien-être des skieurs entre les saisons de ski 2021 et 2050, nous devons examiner l'évolution des conditions de ski sur cette période. Nous présentons ici l'évolution des conditions pour le scénario sans nouvelles mesures d'adaptation. Puisque les nouvelles mesures d'adaptation impactent seulement la longueur des saisons par une augmentation de 2 à 7 jours par saison, les tendances dans les conditions seront assez similaires avec ou sans mesures d'adaptation. Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution de la proportion des saisons ayant des journées de chaque type de condition, pour les saisons 2021 à 2050.

Graphique 7 – Évolution de la condition « Surface poudreuse et température sous -9°C »



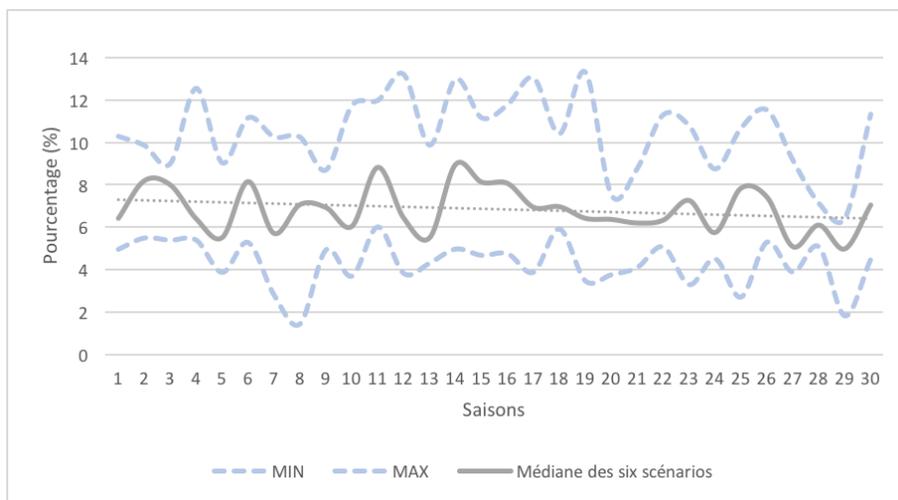
La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige poudreuse et température sous -9°C diminuera légèrement entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, cette catégorie représentera entre 7% et 14% des saisons futures.

Graphique 8 – Évolution de la condition « Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C »



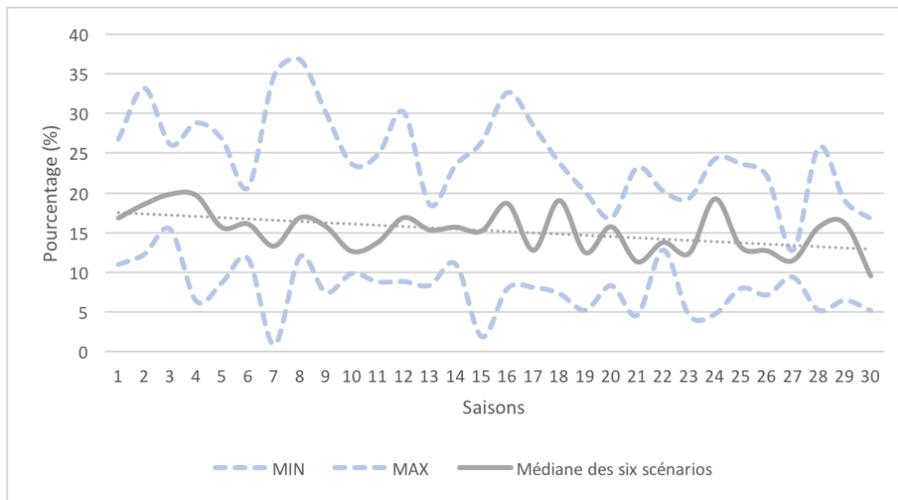
La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige poudreuse et température entre -2°C et -9°C diminuera entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, cette catégorie représentera entre 8% et 17% des saisons futures.

Graphique 9 – Évolution de la condition « Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C »



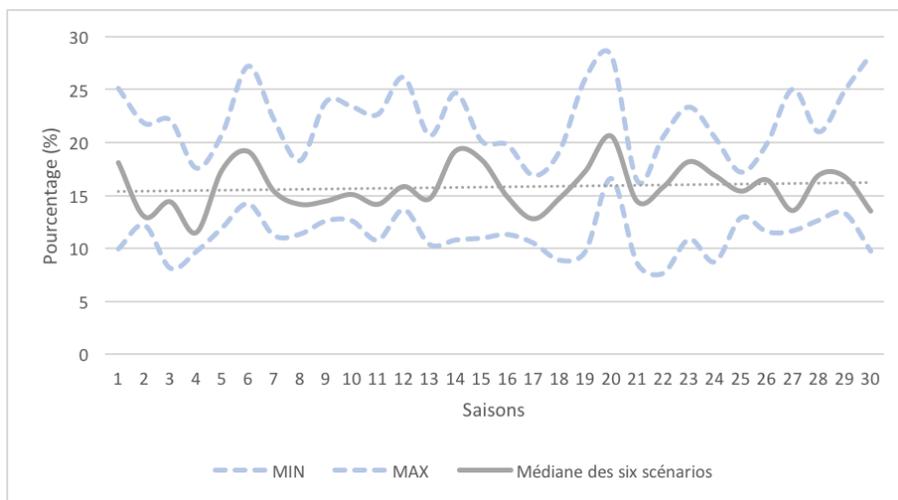
La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige poudreuse et température au-dessus de -2°C diminuera légèrement entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, ce type de condition représentera entre 5% et 9% des saisons futures.

Graphique 10 – Évolution de la condition « Surface damée et température sous -9°C »



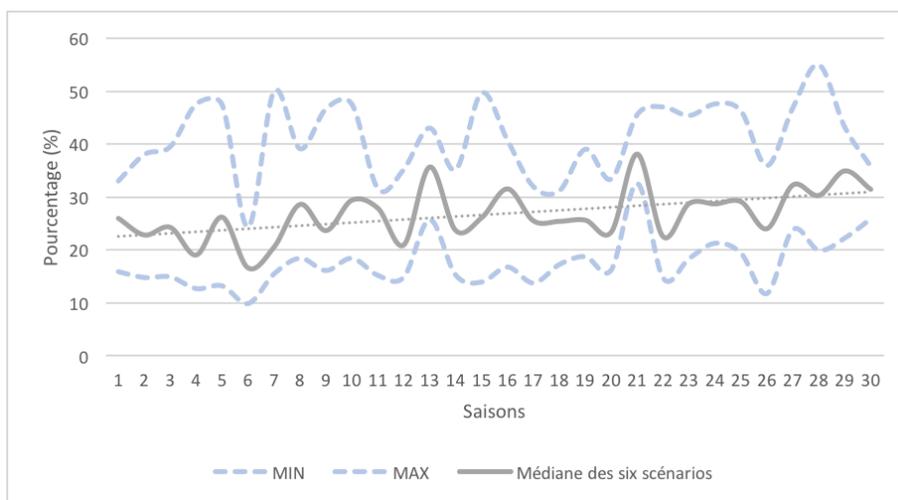
La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige damée et température sous -9°C diminuera entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, ce type de condition représentera entre 10% et 20% des saisons futures.

Graphique 11 – Évolution de la condition « Surface damée et température entre -2°C et -9°C »



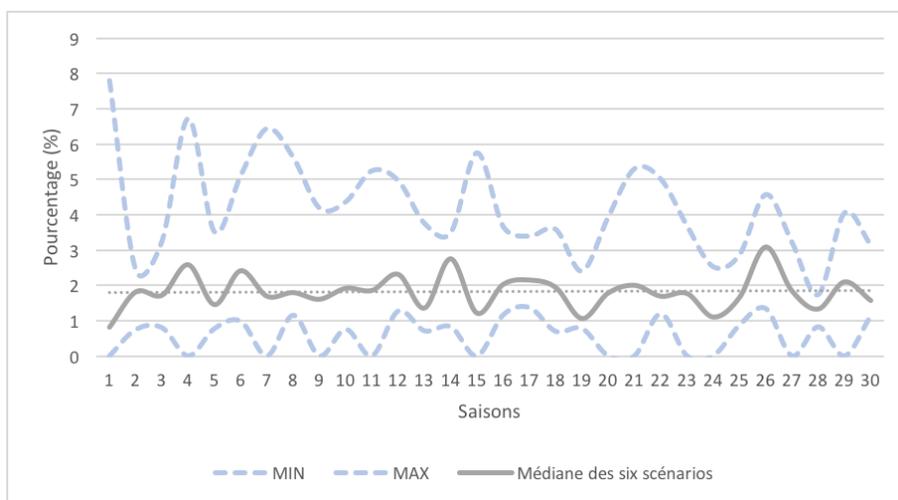
La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface neige damée et température entre -2°C et -9°C augmentera légèrement entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, ce type de condition représentera entre 12% et 21% des saisons futures.

Graphique 12 – Évolution de la condition « Surface damée et température au-dessus de -2°C »



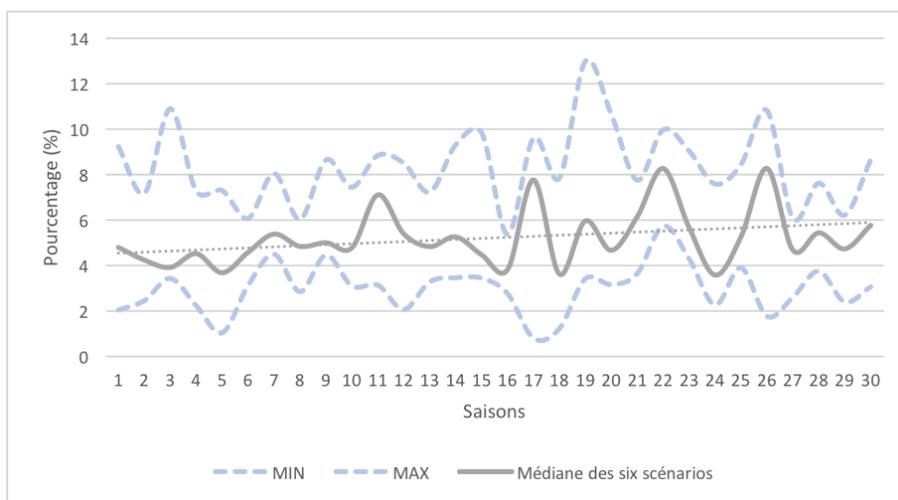
La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige damée et température au-dessus de -2°C augmentera remarquablement entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, ce type de condition représentera entre 17% et 38% des saisons futures.

Graphique 13 – Évolution de la condition « Surface glacée et température sous -9°C »



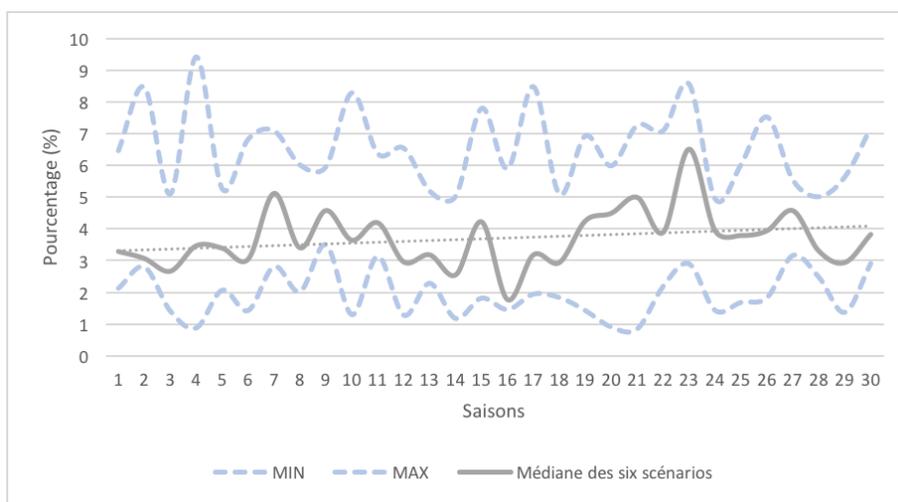
La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige glacée et température sous de -9°C demeurera assez stable entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, ce type de condition représentera entre 1% et 3% des saisons futures.

Graphique 14 – Évolution de la condition « Surface glacée et température entre -2°C et -9°C »



La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige glacée et température entre -2°C et -9°C augmentera entre les saisons de ski 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, ce type de condition représentera entre 4% et 8% des saisons futures.

Graphique 15 – Évolution de la condition « Surface glacée et température au-dessus de -2°C »



La proportion des saisons caractérisées par des journées avec surface de neige glacée et température au-dessus de -2°C augmentera légèrement entre les saisons 2021 et 2050. En se basant sur la médiane des six scénarios, ce type de condition représentera entre 2% et 7% des saisons futures.

Nous pouvons constater que la proportion des saisons ayant des conditions de ski caractérisées par une surface de neige poudreuse diminuera entre 2021 et 2050. Ce résultat est cohérent avec la littérature existante sur les impacts des changements climatiques au Québec qui prédit une réduction des précipitations de neige dans les prochaines années. Tel que mentionné précédemment, les conditions ayant une surface de neige poudreuse ne sont pas celles qui génèrent les surplus du consommateur les plus élevés. Cette variation n'impacte donc pas négativement le bien-être des skieurs. Nous observons également que pour chaque type de surface de neige, la proportion des saisons qui auront des journées avec une température sous -9°C diminuera entre les saisons 2021 et 2050. Ce résultat est également cohérent avec la littérature, qui prédit une hausse des températures moyennes dans les prochaines années. Cette variation dans les conditions a un effet positif sur le bien-être futur des skieurs puisque pour les types de surface qui représentent la majeure partie des saisons, soit les surfaces poudreuse et damée, le surplus du consommateur est plus faible lorsque la température est sous -9°C que lorsqu'elle est au-dessus de -9°C . Les résultats démontrent que la condition de ski qui variera le plus entre les saisons 2021 et 2050 est « surface de neige damée et température au-dessus de -2°C ». Ce type de condition verra sa proportion augmenter considérablement entre les saisons 2021 et 2050. Cette variation a un grand impact positif sur le bien-être futur des skieurs puisque c'est ce type de condition qui génère le deuxième plus grand surplus du consommateur, soit un surplus de 17,74\$ par skieur, par journée.

Ainsi donc, il semblerait que la réduction de la longueur des saisons de ski dans les 30 saisons sous étude sera compensée par une amélioration des conditions de ski, du point de vue du bien-être des skieurs.

5.6 Substituabilité du ski alpin – adaptation comportementale

Comme nous venons de le voir, une des répercussions des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin au Québec est la réduction des longueurs des saisons de ski entre les saisons 2021 et 2050. Afin d'obtenir une vision plus complète des impacts des changements climatiques sur le bien-être des skieurs, il est intéressant d'examiner comment le skieur adaptera son comportement suite à cette conséquence des changements climatiques. Nous nous intéressons notamment à savoir si les skieurs changeront de destination (substitution géographique), modifieront leur fréquence ou intensité de pratique (substitution temporelle) ou s'ils arrêteront complètement le ski alpin

(substitution d'activité) s'il n'est pas possible de skier pour une journée ou pour une partie de la saison à leur station de premier choix. Ces informations ont été obtenues par l'entremise du questionnaire.

Lorsque les répondants se sont vus demander ce qu'ils auraient fait lors de la journée de ski s'il n'avait pas été possible de skier à la station où ils se trouvaient en raison de conditions de neige impraticables, 40% des répondants ont affirmé qu'ils se seraient déplacés à une autre station où les conditions permettent de skier (substitution géographique), 58% ont affirmé qu'ils n'auraient pas skié lors de cette journée (substitution temporelle), et 2% ne savaient pas quel comportement ils auraient adopté. Si la saison de ski était plutôt écourtée (25 jours skiables en moins à la station), 35% des skieurs feraient de la substitution géographique en skiant à une autre station de ski pour une partie ou pour toute la saison, 58% des skieurs feraient de la substitution temporelle, soit 51% qui skieraient à la même fréquence pendant la saison écourtée (changement d'intensité) et 7% qui skieraient plus fréquemment à la station durant la saison écourtée (changement de fréquence), 3% des skieurs feraient de la substitution d'activité en arrêtant complètement de skier pour la saison et 4% ignorent comment ils modifieraient leurs habitudes de ski.

Ces résultats démontrent que les skieurs adopteront des comportements très similaires, que la station soit fermée pour la journée ou pour une partie de la saison. Dans les deux cas, la majorité (58%) ferait de la substitution temporelle en changeant la fréquence ou l'intensité de participation, respectivement 40% et 35% des skieurs feraient de la substitution géographique en skiant à une station différente de celle où ils ont été interrogés et 3% substituerait le ski alpin dans le cas où la station était ouverte moins de jours au cours de la saison.

Ces résultats suggèrent que le ski alpin semble très apprécié par ses adeptes puisqu'il n'y a qu'une très petite proportion des skieurs qui exerceraient de la substitution d'activité si la saison était écourtée. Seulement 3% des skieurs ont affirmé qu'ils cesseraient de skier pour la saison si celle-ci était écourtée de 25 jours. Il semblerait donc que la diminution et les variations des longueurs des saisons futures n'auront pas un grand impact sur le nombre de skieurs au Québec.

De plus, il semblerait que les skieurs québécois soient très fidèles à leur station de premier choix, puisque le pourcentage de skieurs qui exercerait de la substitution géographique est plus petit que celui qui exercerait de la substitution temporelle. Il est toutefois important de souligner que le nombre de skieurs possédant un abonnement de saison est légèrement surestimé dans l'échantillon, ce qui pourrait expliquer le grand nombre de répondants qui exerceraient de la substitution temporelle plutôt que géographique.

5.7 Analyse de sensibilité

Deux tests sont effectués dans l'analyse de sensibilité afin de tester la robustesse des résultats obtenus. Le premier modifie les hypothèses des critères de la détermination de la surface de neige glacée. Le second fait varier les surplus du consommateur associés aux trois types de conditions qui ont une surface de neige poudreuse. Ces tests sont effectués pour le scénario sans nouvelles mesures d'adaptation.

Test 1 : modification des critères pour la détermination de la surface de neige glacée

Une des hypothèses posées pour la projection du bien-être des skieurs est que la surface de neige est qualifiée de glacée aux stations si un des quatre critères ci-dessous est respecté :

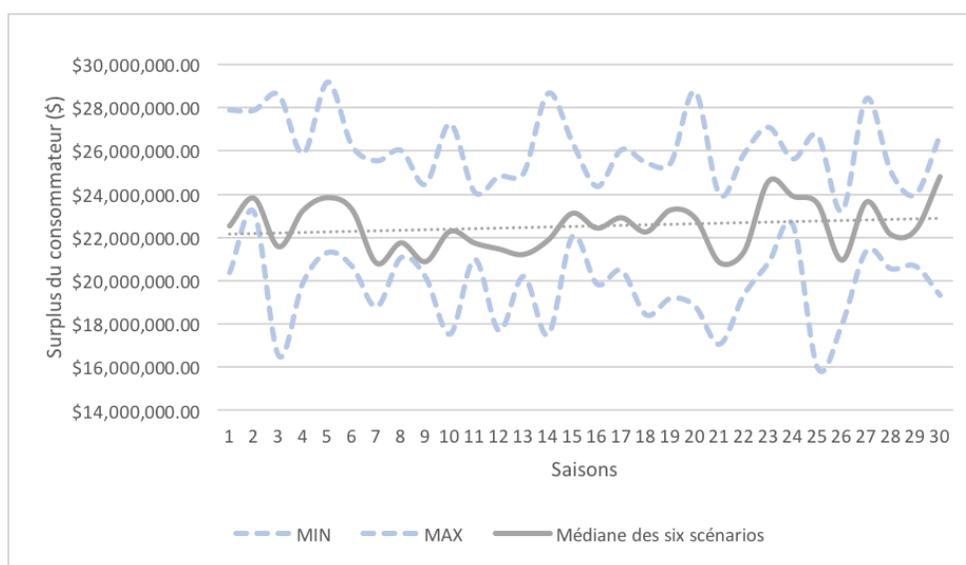
- 1) la température moyenne la veille a été au-dessus de 1°C et la température de la journée de ski est sous 0°C.
- 2) la température moyenne l'avant-veille a été au-dessus de 1°C et la température de la journée de ski est sous 0°C.
- 3) les précipitations de pluie excèdent 2 mm la veille et la température de la journée de ski est sous 0°C
- 4) les précipitations de pluie excèdent 4 mm l'avant-veille et la température de la journée de ski est sous 0°C

Puisque les conditions de glisse ont une incidence directe sur la projection du bien-être des skieurs, nous testons cette hypothèse afin de voir si les résultats différeraient significativement si les critères ci-dessus étaient différents. Ainsi, nous examinons l'impact sur les résultats dans le cas où les critères de la définition de la surface de neige glacée étaient plutôt les suivants :

- 1') la température moyenne la veille a été au-dessus de 3°C et la température de la journée de ski est sous -2°C.
- 2') la température moyenne l'avant-veille a été au-dessus de 3°C et la température de la journée de ski est sous -2°C.
- 3') les précipitations de pluie excèdent 2 mm la veille et la température de la journée de ski est sous -2°C.
- 4') les précipitations de pluie excèdent 4 mm l'avant-veille et la température de la journée de ski est sous -2°C.

Le graphique ci-dessous présente la variation du bien-être des skieurs du Québec avec les nouveaux critères.

Graphique 16 – Variation du bien-être des skieurs du Québec : Test 1



La tendance à la hausse du bien-être des skieurs est maintenue lorsque les nouveaux critères sont appliqués. Par contre, le bien-être des skieurs est à un niveau légèrement plus élevé lorsque ces nouveaux critères sont appliqués.

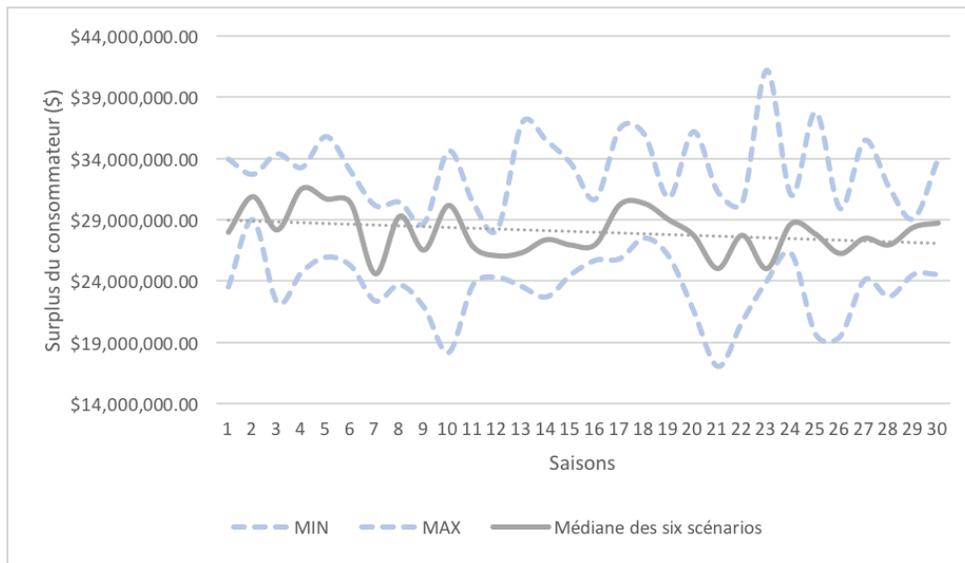
Test 2 : Modification des surplus du consommateur associés aux conditions ayant une surface de neige poudreuse

Puisque très peu de données ont été récoltées lors de journées ayant une surface de neige poudreuse, soit seulement 5,96% des données totales, toutes obtenues lorsque les conditions étaient « surface poudreuse et température sous -9°C », les coûts moyens d'entrée pour les trois types de conditions à surface de neige poudreuse sont basés sur la moyenne des coûts d'entrée de neuf répondants. Ce facteur pourrait expliquer le fait que les surplus du consommateur associés à ces trois types de conditions étaient plus faibles que ce à quoi nous nous attendions. En effet, il se pourrait que les neuf skieurs qui ont été interrogés lors de ces conditions aient dépensé plus que le skieur moyen en coût d'entrée. Ainsi, il sera intéressant de voir si les résultats varient grandement lorsque les surplus des consommateurs associés aux trois types de conditions ayant des surfaces de neige poudreuse sont différents, notamment s'ils sont plus élevés.

Les surplus des consommateurs associés aux conditions « surface poudreuse et température sous -9°C », « surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C », et « surface poudreuse et température au-dessus de -2°C » sont respectivement de 1,38\$, 11,90\$ et 14,07\$ par skieur. Puisque nous nous attendions à ce que ces surplus soient plus élevés que ceux des conditions à surface damée, nous testons l'impact sur les résultats dans le cas où les surplus du consommateur associés aux surfaces poudreuses sont 10\$ de plus qu'elles le sont présentement, ce qui rend les surplus de la surface poudreuse légèrement plus élevés que ceux de la surface damée. Nous regardons donc l'effet sur les résultats du cas où les surplus seraient de 11,38\$ pour la condition « surface poudreuse et température sous -9°C », de 21,90\$ pour la condition « surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C » et de 24,07\$ pour la condition « surface poudreuse et température au-dessus de -2°C ».

Le graphique ci-dessous présente la variation du bien-être des skieurs du Québec avec les nouveaux surplus du consommateur.

Graphique 17 – Variation du bien-être des skieurs du Québec : Test 2



Nous pouvons constater que lorsque les surplus du consommateur associés aux conditions ayant une surface de neige poudreuse sont plus élevés, le bien-être des skieurs diminue entre les saisons 2021 et 2050. Ceci peut être expliqué par le fait que la proportion des saisons ayant une surface de neige poudreuse diminuera entre les saisons 2021 et 2050. Bien évidemment, le surplus total des skieurs est plus élevé puisque nous augmentons la valeur de trois des surplus, sans diminuer les valeurs des autres.

6. Conclusion

Ce mémoire a permis d'analyser et de quantifier les impacts futurs des changements climatiques sur le bien-être des skieurs en projetant le bien-être des skieurs du Québec de 2020 à 2050, selon plusieurs scénarios climatiques. Cette analyse a été effectuée pour deux cas, le premier en maintenant constant les mesures d'adaptation aux changements climatiques présentement utilisées par les stations, et le second, en intégrant de nouvelles mesures d'adaptation aux changements climatiques, soit une augmentation de la capacité d'enneigement de chacune des trois stations sous étude.

Nous avons attribué une valeur monétaire au bien-être des skieurs grâce à la méthode d'évaluation contingente et à la méthode du coût de transport. Nous avons constaté que le bien-être des skieurs associé à une journée de ski varie entre 0\$ et 18,27\$, dépendamment des conditions de ski. Pour les conditions à surface glacée, nous avons obtenu des valeurs négatives de surplus du consommateur qui peuvent s'expliquer par le fait que les skieurs qui ont répondu au sondage n'auraient pas skié s'ils avaient su que les conditions étaient ce qu'elles étaient avant de se rendre à la station. Nous avons donc considéré ces surplus comme étant nuls. Contrairement à nos attentes, nous avons découvert que les conditions de ski qui génèrent les plus grands surplus du consommateur ne sont pas celles d'une surface de neige poudreuse, mais plutôt damée.

Suite à la projection du bien-être des skieurs, nous sommes arrivés à la conclusion que les changements climatiques n'auront pas d'effet négatif sur le bien-être des skieurs entre les saisons de ski 2021 et 2050. Bien que la longueur des saisons de ski diminuera durant cette période, une amélioration des conditions de ski du point de vue du bien-être compensera pour cette réduction du nombre de jours skiabiles et mènera à une légère augmentation du bien-être des skieurs, et ce dans les deux cas. Le bien-être des skieurs du Québec variera entre 18 992 091,70\$ et 22 708 085,81\$, tout dépendamment des saisons, en se basant sur la médiane des six scénarios climatiques utilisés. Les résultats obtenus permettent également de constater qu'il y aura une grande variabilité dans la longueur des saisons ainsi que dans le bien-être des skieurs d'une saison à l'autre.

Lorsque nous avons comparé les résultats obtenus avec et sans nouvelles mesures d'adaptation, nous avons constaté que l'inclusion des nouvelles mesures d'adaptation augmente la longueur des

saisons de ski de 2 à 7 jours et augmente donc très légèrement le bien-être des skieurs en se basant, encore une fois, sur la médiane des six scénarios. Toutefois, les hypothèses posées dans ce mémoire ne permettent aux nouvelles mesures d'adaptation d'impacter le bien-être des skieurs que par une augmentation de la longueur des saisons de ski et non par une variation des conditions de neige. Les tendances à la baisse de la longueur des saisons de ski et à la hausse du bien-être des skieurs sont maintenues lorsque les nouvelles mesures d'adaptation sont intégrées dans l'analyse.

La légère augmentation du bien-être des skieurs futurs entre les saisons de ski 2021 et 2050 est expliquée par une réduction de la proportion des saisons qui connaîtront des températures sous -9°C, une réduction des journées à surface de neige poudreuse ainsi qu'une augmentation des journées ayant une surface de neige damée. Des journées moins froides et à surface de neige damée sont les conditions qui prévaudront dans les prochaines saisons de ski.

Ce mémoire a également permis de découvrir que les skieurs du Québec semblent très fidèles à leur station de ski de premier choix et que ces derniers semblent relativement peu sensibles à la longueur des saisons, puisque seulement 3% des skieurs cesseraient de skier si une saison de ski était écourtée de 25 jours. Ainsi, ces résultats mènent à croire que la variation dans la longueur des saisons futures n'aura pas un grand impact sur le nombre de skieurs au Québec.

Cette étude ajoute à la littérature existante sur les effets des changements climatiques sur l'industrie du ski alpin au Québec puisqu'elle apporte une perspective du point de vue du bien-être des skieurs. L'intérêt des résultats obtenus réside en ce que les skieurs ne subiront pas d'effet négatif causé par les changements climatiques en termes de leur bien-être, malgré le fait que l'ensemble de la littérature conclut en une vulnérabilité de l'industrie en raison des changements climatiques.

Toutefois, plusieurs hypothèses ont dû être posées afin de parvenir à des résultats dans les délais raisonnables de la réalisation d'un mémoire de maîtrise. Nous croyons donc utile la poursuite des recherches dans la même direction. Nous croyons notamment qu'il serait intéressant d'analyser l'impact des changements climatiques sur le bien-être futur des skieurs en augmentant la précision des catégories de classification des surfaces de neige, en permettant que les mesures d'adaptation influencent les surfaces de neige, et en augmentant le nombre d'observations, notamment pour les

conditions à surfaces poudreuse et glacée. Il sera également pertinent de pousser l'analyse du point de vue de la variabilité du bien-être et de la longueur des saisons futures.

Annexe A

Questionnaires (neuf versions)

Les neuf versions du questionnaire diffèrent uniquement par les questions de la deuxième section. Les neuf versions de la deuxième section sont présentées l'une à la suite de l'autre. Le numéro de la version est indiqué en rouge.

Bonjour,

Je me présente, Elisabeth Shinder, étudiante à la maîtrise en économie appliquée à HEC Montréal.

Vous trouverez dans les prochaines pages un questionnaire anonyme auquel nous vous invitons à répondre. Ce questionnaire a été développé dans le cadre de mon mémoire à HEC Montréal. L'étude est réalisée sous la direction de Justin Leroux, professeur agrégé du Département d'économie appliquée de 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 minutes.

Mise en contexte :

Le phénomène des changements climatiques prend de l'ampleur mondialement. Au Québec, nous pouvons constater les répercussions des changements climatiques entre autres par une hausse de la température moyenne ainsi qu'une diminution significative des précipitations de neige. Puisque la couverture de neige et la température sont des facteurs déterminants des conditions de ski alpin, il est intéressant d'examiner comment les changements climatiques affecteront les skieurs, notamment leur satisfaction.

Aperçu du projet :

Ce projet cherche à chiffrer en termes monétaires la variation de satisfaction des skieurs liée aux changements climatiques. Pour ce faire, il est essentiel de comprendre combien vaut une journée de ski aux yeux des skieurs.

Confidentialité :

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 la chercheuse principale, Elisabeth Shinder, 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.

Partage des résultats :

Le projet est réalisé en partenariat avec Ouranos, un pôle d'innovation sur la climatologie régionale. Ouranos travaille en collaboration avec les stations de ski Bromont, Sutton et Orford. Les données agrégées et les résultats finaux seront transmis à ces trois stations de ski. Les résultats finaux seront également transmis à Ouranos et à l'ASSQ. Les données ne seront jamais diffusées individuellement et les données agrégées publiées ne permettront pas de vous identifier. La présente recherche n'a pas pour but la modification des prix des billets ou abonnements de ski. Cette recherche est indépendante des trois stations de ski et n'est pas à but commercial.

Merci de votre précieuse collaboration!

Elisabeth Shinder
Étudiante à la maîtrise
HEC Montréal
elisabeth.shinder@hec.ca

Justin Leroux
Professeur Agrégé
HEC Montréal
514-340-6864
justin.leroux@hec.ca

NOTE : Le terme « ski » est utilisé pour alléger le questionnaire. Toutes les questions s'appliquent également aux planchistes et aux utilisateurs de d'autres équipements de glisse.

PREMIÈRE SECTION : MISES EN SITUATION

Trois types de surfaces de neige seront utilisés dans la section suivante, soit :

- 1) **Poudreuse** : neige naturelle fraîchement tombée dont le taux d'humidité est très bas.
- 2) **Damée** : neige qui a été repassée par une dameuse (compactage de la neige exercé par de la machinerie).
- 3) **Glacée** : neige qui prend une consistance très dure (impossible d'y planter un bâton de ski).

Trois intervalles de températures seront utilisés dans la section suivante, soit :

- 1) **Au-dessus de -2°C**
- 2) **Entre -2°C et -9°C**
- 3) **Sous -9°C**

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 1)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige poudreuse et température sous -9°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus chaude qu'aujourd'hui (température entre -2°C et -9°C)

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été bien plus chaude qu'aujourd'hui (température au-dessus de -2°C)

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été damée aujourd'hui.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été glacée aujourd'hui.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 2)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige poudreuse et température entre -2°C et -9°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus chaude qu'aujourd'hui (température au-dessus de -2°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait un peu plus froide qu'aujourd'hui (température sous -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été damée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été glacée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 3)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige poudreuse et température au-dessus de -2°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus froide qu'aujourd'hui (température entre -2°C et -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été bien plus froide qu'aujourd'hui (température sous -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été damée aujourd'hui.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été glacée aujourd'hui.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 4)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige damée et température sous -9°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus chaude qu'aujourd'hui (température entre -2°C et -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été bien plus chaude qu'aujourd'hui (température au-dessus de -2°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été poudreuse aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été glacée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 5)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige damée et température entre -2°C et -9°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus chaude qu'aujourd'hui (température au-dessus de -2°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus froide qu'aujourd'hui (température sous -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été poudreuse aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été glacée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 6)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige damée et température au-dessus de -2°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus froide qu'aujourd'hui (température entre -2°C et -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été bien plus froide qu'aujourd'hui (température sous -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été poudreuse aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été glacée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 7)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige glacée et température sous -9°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus chaude qu'aujourd'hui (température entre -2°C et -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été bien plus chaude qu'aujourd'hui (température au-dessus de -2°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été damée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été poudreuse aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 8)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige glacée et température entre -2°C et -9°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus chaude qu'aujourd'hui (température au-dessus de -2°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus froide qu'aujourd'hui (température sous -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été damée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été poudreuse aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

DEUXIÈME SECTION : CONSENTEMENT À PAYER (VERSION 9)

Q2.1

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier avec les conditions d'aujourd'hui (neige glacée et température au-dessus de -2°C)? Ce montant exclut les coûts liés au déplacement, à l'hébergement et à la location d'équipement. Il est important de prendre en considération que l'argent dépensé pour skier n'est plus disponible pour d'autres achats.

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.2

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été un peu plus froide qu'aujourd'hui (température entre -2°C et -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.3

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la température avait été bien plus froide qu'aujourd'hui (température sous -9°C) ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.4

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été damée aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

Q2.5

En supposant que vous n'avez pas d'abonnement de saison, quel est le montant maximal que vous auriez été prêt à payer pour skier si la surface de neige avait été poudreuse aujourd'hui ?

Inscrivez le montant ici : _____ \$

TROISIÈME SECTION

Partie 1 : Utilisation

Q3.1

Quel type d'équipement utilisiez-vous à la station ?

- Skis
- Planche à neige
- Autre, précisez : _____

Q3.2

Quel moyen de transport avez-vous utilisé pour vous rendre à la station aujourd'hui :

Voiture

Autobus

Autre, veuillez préciser le moyen de transport _____ et le montant déboursé en transport _____ \$

❖ Si vous avez répondu « voiture » à la question précédente :

Q3.3

Combien de personnes étaient présentes dans la voiture ? _____ personnes

Q3.4

Quelle est la distance que vous avez parcourue pour vous rendre à la station aujourd'hui (aller simple) ? _____ Km

Q3.5

Combien de temps avez-vous passé en transport jusqu'à la station (aller simple) ?

Inscrivez le temps : _____ h. _____ min.

Les questions suivantes portent sur le type de visite que vous avez effectuée à la station.

Q3.6

Est-ce que skier était la raison principale de votre déplacement ?

Oui

Non

❖ Si vous avez répondu « non » à la question précédente :

Q3.7

Quelles sont les raisons qui motivent vos déplacements ? _____

Q3.8

Êtes-vous un...

a. Résident local (résidence principale dans la région)

b. Visiteur de jour (ne couche pas dans la région)

c. Visiteur qui passe la nuit dans la région dans sa résidence secondaire (chalet, condo, etc.)

d. Visiteur qui passe la nuit dans la région dans un hébergement loué (hôtel, motel, gîte, etc.)

e. Visiteur qui passe la nuit dans la région chez des amis ou de la famille

❖ Si vous avez répondu « d » à la question précédente :

Q3.9

Combien de nuits allez-vous demeurer dans la région ? _____ nuits

Q3.10

Combien de jours seront consacrés au ski durant votre séjour ? _____ jours

Q3.11

Quel est le coût encouru par nuit par personne ? _____ \$

Q3.12

Combien de jours comptez-vous skier cette saison ? _____ jours

Q3.13

Quel type de billet ou d'abonnement utilisiez-vous lors de votre présente visite ?

Billet de journée

Veillez inscrire le prix du billet journalier (avec taxes) : _____ \$

Abonnement de saison

Veillez inscrire le prix de l'abonnement par personne (avec taxes) : _____ \$

Q3.14

Possédez-vous l'équipement de ski utilisé à la station ?

Je possède entièrement mon équipement de ski

Je loue entièrement mon équipement de ski

Je possède une partie de mon équipement et loue une partie de mon équipement

Partie 2 : Préférences du répondant

Q3.15

Classez vos motivations à skier dans un ordre de priorité, 1 étant le plus important :

Faire de l'exercice

Avoir du plaisir

Passer du temps avec famille ou amis

Vivre une expérience hivernale

Vivre « l'après-ski »

Autre

Q3.16

Si vous n'aviez pu skier à cette station aujourd'hui en raison de conditions de neige insatisfaisantes, qu'auriez-vous fait?

Je me serais déplacé à une station où les conditions permettent de skier

Je n'aurais pas skié aujourd'hui

Je ne sais pas

❖ Si vous avez répondu « je n'aurais pas skié aujourd'hui » à la question précédente :

Q3.17

Qu'auriez-vous fait à la place de skier aujourd'hui ?

Autre sport

Autre activité (non sportive)

Travailler

Je ne sais pas

Autre, veuillez préciser : _____

❖ Si vous avez répondu « autre sport » ou « autre activité (non sportive) » à la question Q3.17:

Q3.18 Veuillez donner une estimation du coût de l'activité (incluant le déplacement) et une estimation du temps de déplacement :

Inscrivez le coût ici : _____ \$

Inscrivez le temps ici : _____ h. _____ min.

❖ Si vous avez répondu « travailler » à la question Q3.17 :

Q3.19 Êtes-vous rémunéré à l'heure?

Oui

Non

❖ Si vous avez répondu « oui » à la question précédente :

Q3.20

Quel est votre salaire horaire ?

_____ \$/h

Je préfère ne pas répondre

Q3.21

Imaginez que dû à un manque de neige, cette station serait ouverte moins de jours cette année (25 jours skiable en moins), comment réagiriez-vous face à une saison écourtée ? (Si plusieurs réponses s'appliquent, veuillez cocher toutes celles qui s'appliquent)

Je skierais plus fréquemment à cette station durant la période d'ouverture

Je skierais à la même fréquence à cette station durant la période d'ouverture

Je skierais à une autre station où la saison d'exploitation est plus longue

J'arrêteraï complètement de skier pour la saison

Je ne sais pas

Q3.22

Portez-vous attention au nombre de pistes ouvertes à la station avant de vous y rendre ?

Oui

Non

Partie 3 : Caractéristiques du répondant :

Q3.23

Veillez indiquer votre sexe

Homme

Femme

Je préfère ne pas répondre

Q3.24

À quel groupe d'âge appartenez-vous :

Moins de 14 ans

14 à 17 ans

18 à 24 ans

25 à 34 ans

35 à 44 ans

45 à 54 ans

55 à 64 ans

56 ans et plus

Q3.25

Dans laquelle des catégories suivantes se situe le revenu annuel, avant impôt, de votre foyer ?

- Moins de 50 000\$
- De 50 000 à 69 999\$
- De 70 000 à 79 999\$
- De 80 000 à 99 999\$
- De 100 000 à 149 000\$
- 150 000\$ et plus
- Je préfère ne pas répondre

Q3.26

Êtes-vous propriétaire ou locataire d'une résidence secondaire à proximité de la station de ski (moins de 40 km)?

- Propriétaire
- Locataire
- Ni l'un ni l'autre

Q3.27

Votre foyer est composé de combien de personnes incluant vous-même ? _____ personnes

Q3.28

Quel est votre degré d'habileté en ski :

- Première fois
- Débutant (confortable dans les pistes vertes)
- Intermédiaire (confortable dans les pistes bleues)
- Expert (confortable dans les diamants et double diamants noirs)

Pour l'interviewer :

Le répondant a-t-il été interviewé à :

- Bromont
- Orford
- Sutton

Date :

Annexe B

Le tableau ci-dessous présente la comparaison des moyennes des consentements à payer avec et sans l'inclusion des données récoltées lors des jours de grand froid (sous -20°C).

| Conditions | Moyenne des consentements à payer avec jours de grands froids | Moyenne des consentements à payer sans jours de grands froids |
|--|--|--|
| (1) Surface poudreuse et température sous -9°C | 57,54\$ | 59,02\$ |
| (2) Surface poudreuse et température entre -2°C et -9°C | 62,93\$ | 62,37\$ |
| (3) Surface poudreuse et température au-dessus de -2°C | 60,21\$ | 60,97\$ |
| (4) Surface damée et température sous -9°C | 47,54\$ | 47,13\$ |
| (5) Surface damée et température entre -2°C et -9°C | 55,26\$ | 55,31\$ |
| (6) Surface damée et température au-dessus de -2°C | 52,80\$ | 53,28\$ |
| (7) Surface glacée et température sous -9°C | 18,92\$ | 18,75\$ |
| (8) Surface glacée et température entre -2°C et -9°C | 25,49\$ | 25,49\$ |
| (9) Surface glacée et température au-dessus de -2°C | 21,50\$ | 21,50\$ |

Bibliographie

Agrawala, S. (2007). *Climate change in the European Alps: adapting winter tourism and natural hazards management*. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD).

Appéré, G. (2004). L'évaluation des actifs à usage récréatif : la méthode contingente des coûts de transport, *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, p. 81-106.

Archambault, M. (2015). Les retombées économiques de l'industrie du ski alpin au Québec 2013-2014. Montréal.

Archambault, M. (2017). La modernisation des stations de ski du Québec : prendre le virage de 2020. Montréal.

Archambault, M., Nguyen, D., Morin, J. (2016). Étude économique et financière des stations de ski du Québec., 75 pages.

Arrow, K., Solow, R., Portney, P. R., Leamer, E. E., Radner, R., & Schuman, H. (1993). Report of the NOAA panel on contingent valuation. *Federal register*, 58(10), 4601-4614.

ASSQ (2017). Historique de l'industrie. <https://maneige.ski/historique-de-lindustrie/>, page consultée le 4 décembre 2017.

Behringer, J., Buerki, R., & Fuhrer, J. (2000). Participatory integrated assessment of adaptation to climate change in Alpine tourism and mountain agriculture. *Integrated assessment*, 1(4), 331-338.

Boyle, K. J., Bishop, R. C., & Welsh, M. P. (1985). Starting point bias in contingent valuation bidding games. *Land economics*, 61(2), 188-194.

Bromont, <https://skibromont.com/fr>

Cameron, T. A. (1992). Combining contingent valuation and travel cost data for the valuation of nonmarket goods. *Land Economics*, 302-317.

Carson, R. (2000). Contingent Valuation: A user's guide. *Environmental Science & Technology*, volume 34, n°8, 1413-1418

Cesario, F. J. (1976). Value of time in recreation benefit studies. *Land economics*, 52(1), 32-41.

Da Silva, L., Desrochers, F.-A., Pineault, K., Gosselin, C.-A. et Grenier, P. (2018). Analyse économique des mesures d'adaptation aux changements climatiques appliquée au secteur du ski alpin au Québec. Ouranos, Montréal, 95 pages.

Damm, A., Köberl, J., & Prettenthaler, F. (2014). Does artificial snow production pay under future climate conditions?—A case study for a vulnerable ski area in Austria. *Tourism Management*, 43, 8-21.

Dawson, J., Scott, D., & Havitz, M. (2013). Skier demand and behavioural adaptation to climate change in the US Northeast. *Leisure/Loisir*, 37(2), 127-143.

- Desrochers, F.-A. (2017). *Évaluation expérimentale et théorique de l'efficacité des canons à neige et modélisation 1D du couvert de neige d'une piste de ski*, [Mémoire de maîtrise], Sherbrooke, Université de Sherbrooke, 169 p.
- Diamond, P. A., & Hausman, J. A. (1994). Contingent valuation: Is some number better than no number?. *The Journal of economic perspectives*, 8(4), 45-64.
- Englin, J., & Moeltner, K. (2004). The value of snowfall to skiers and boarders. *Environmental and Resource Economics*, 29(1), 123-136.
- Fezzi, C., Bateman, I. J., & Ferrini, S. (2014). Using revealed preferences to estimate the value of travel time to recreation sites. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67(1), 58-70.
- Fort, M. (2015). Impact du changement climatique sur les dynamiques des milieux montagnards. Une introduction. *Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine*, (103-2).
- GIEC (2014). Changements climatiques 2014: Rapport de synthèse. *Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Sous la direction de l'équipe de rédaction principale, R.K. Pachauri et L.A. Meyer]. GIEC, Genève, Suisse, 161 p.
- Gilbert, D., & Hudson, S. (2000). Tourism demand constraints: A skiing participation. *Annals of Tourism Research*, 27(4), 906-925.
- Gonseth, C. (2013). Impact of snow variability on the Swiss winter tourism sector: implications in an era of climate change. *Climatic change*, 119(2), 307-320.
- Hamilton, L. C., Brown, C., & Keim, B. D. (2007). Ski areas, weather and climate: time series models for New England case studies. *International Journal of Climatology*, 27(15), 2113-2124.
- Hanley, N., Shogren, J., White, B. (2007). *Environmental Economics in Theory and Practice*, 2^e édition, Palgrave Macmillan, 459p.
- Hanley, N., Spash, C. (1993). *Cost-Benefit Analysis and the Environment*, Edward Elgar, 278p.
- Haspel, A. E., & Johnson, F. R. (1982). Multiple destination trip bias in recreation benefit estimation. *Land Economics*, 58(3), 364-372.
- Hausman, J. A. (2012). Contingent valuation: from dubious to hopeless. *The Journal of Economic Perspectives*, 26(4), 43-56.
- Ipsos (2017). *Rapport Global 2017 : Sondage satisfaction & expérience client auprès des skieurs et planchistes*.
- Iso-Ahola, S. E. (1986). A theory of substitutability of leisure behavior. *Leisure sciences*, 8(4), 367-389.
- Kealy, M. J., & Turner, R. W. (1993). A test of the equality of closed-ended and open-ended contingent valuations. *American journal of agricultural economics*, 75(2), 321-331.
- Kling, C. L. (1997). The gains from combining travel cost and contingent valuation data to value nonmarket goods. *Land Economics*, 428-439.

Langevin, P., (2008). La neige : ses atours et ses atouts et les conditions d'enneigement, Réseau sport activité (RSA), 70 pages.

Loomis, J., Yorizane, S., & Larson, D. (2000). Testing significance of multi-destination and multi-purpose trip effects in a travel cost method demand model for whale watching trips. *Agricultural and Resource Economics Review*, 29(2), 183-191.

Malasevska, I., Haugom, E., & Lien, G. (2017). Modelling and forecasting alpine skier visits. *Tourism Economics*, 23(3), 669-679.

Martínez-Espiñeira, R., & Amoako-Tuffour, J. (2009). Multi-destination and multi-purpose trip effects in the analysis of the demand for trips to a remote recreational site. *Environmental management*, 43(6), 1146-1161.

McBoyle, G., & Wall, G. (1987). The impact of CO₂-induced warming on downhill skiing in the Laurentians. *Cahiers de géographie du Québec*, 31(82), 39-50.

Mendelsohn, R., Hof, J., Peterson, G., & Johnson, R. (1992). Measuring recreation values with multiple destination trips. *American Journal of Agricultural Economics*, 74(4), 926-933.

Orford, <http://www.orford.com/ski/>

Ouranos (2015). Vers l'adaptation : Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec. Édition 2015. Montréal, Québec : Ouranos. 415 p.

Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S. (2006). Cost-Benefit Analysis and the Environment: Recent Developments, OECD Publishing, 315 pages.

Pendleton, L., & Mendelsohn, R. (2000). Estimating recreation preferences using hedonic travel cost and random utility models. *Environmental and Resource Economics*, 17(1), 89-108.

Pickering, C., Castley, J., & Burt, M. (2010). Skiing less often in a warmer world: Attitudes of tourists to climate change in an Australian ski resort. *Geographical Research*, 48(2), 137-147.

Pons, M., López-Moreno, J. I., Rosas-Casals, M., & Jover, È. (2015). The vulnerability of Pyrenean ski resorts to climate-induced changes in the snowpack. *Climatic change*, 131(4), 591-605.

Portney, P. R. (1994). The contingent valuation debate: why economists should care. *The Journal of Economic Perspectives*, 8(4), 3-17.

Régie de l'énergie du Québec (2018). Semaine du 29 janvier 2018. *Bulletin d'information sur les prix des produits pétroliers au Québec*, volume 21 n°5, [En ligne], <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs3278116>, page consultée le 4 mars 2018.

Ressource naturelle Canada (2010). *Enquête 2008 sur les véhicules au Canada, Rapport d'étape* (no M141-18/2008F-PDF). [En ligne], <http://oeenrncan.gc.ca/publications/statistiques/evc08/pdf/evc08.pdf>, page consultée le 4 mars 2018

Rutty, M., Scott, D., Johnson, P., Jover, E., Pons, M., & Steiger, R. (2015a). Behavioural adaptation of skiers to climatic variability and change in Ontario, Canada. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 11, 13-21.

Rutty, M., Scott, D., Johnson, P., Jover, E., Pons, M., & Steiger, R. (2015b). The geography of skier adaptation to adverse conditions in the Ontario ski market. *The Canadian Geographer/Le Géographe canadien*, 59(4), 391-403.

Scott, D., McBoyle, G., & Mills, B. (2003). Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation. *Climate research*, 23(2), 171-181.

Scott, D., McBoyle, G. (2007). Climate change adaptation in the ski industry. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 12(8), 1411.

Scott, D., McBoyle, G., & Minogue, A. (2007). Climate change and Quebec's ski industry. *Global Environmental Change*, 17(2), 181-190.

Scott, D., McBoyle, G., Minogue, A., & Mills, B. (2006). Climate change and the sustainability of ski-based tourism in eastern North America: A reassessment. *Journal of sustainable tourism*, 14(4), 376-398.

Shih, C., Nicholls, S., & Holecek, D. F. (2009). Impact of weather on downhill ski lift ticket sales. *Journal of Travel Research*, 47(3), 359-372.

Singh, B., Savoie, M., Bryant, C., Granjon, D., & Pécheux, I. (2009). Impacts et adaptations aux changements climatiques pour les activités de ski et le tourisme dans le sud du Québec. *Tourisme et territoires*.

Statistique Canada (2013). Échantillonnage non probabiliste, [En ligne], <https://www.statcan.gc.ca/edu/power-pouvoir/ch13/nonprob/5214898-fra.htm>, page consultée le 1^{er} octobre 2017

Sutton, <http://montsutton.com/>

Unbehaun, W., Pröbstl, U., & Haider, W. (2008). Trends in winter sport tourism: challenges for the future. *Tourism Review*, 63(1), 36-47.

Unesco (2013). Climate change impacts on mountain regions of the world, 100p.

Tierenberg, T., Levis, L. (2012). Environmental & Natural Resource Economics, 9^e édition, Pearson, 666p.

Ward, F. (2006). Environmental and Natural Resource Economics, Pearson, New Jersey, 610p.

Whitehead, J. C., Pattanayak, S. K., Van Houtven, G. L., & Gelso, B. R. (2008). Combining revealed and stated preference data to estimate the nonmarket value of ecological services: an assessment of the state of the science. *Journal of Economic Surveys*, 22(5), 872-908.

Wooldridge, J. M. (2013). Introductory econometrics: A modern approach. 5^e édition, South-Western Cengage Learning, 881p.

Yeh, C. Y., Haab, T. C., & Sohngen, B. L. (2006). Modeling multiple-objective recreation trips with choices over trip duration and alternative sites. *Environmental and resource economics*, 34(2), 189-209.