

14-08

EFFETS DES TENDANCES À LONG TERME DE L'OBÉSITÉ SUR L'UTILISATION DE SOINS DE SANTÉ AU QUÉBEC

CAHIER DE RECHERCHE
WORKING PAPER

Aurélie Côté-Sergent

Décembre / December 2014



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté des sciences sociales

ESG UQÀM



La Chaire de recherche Industrielle Alliance sur les enjeux économiques des changements démographiques est une chaire bi-institutionnelle qui s'appuie sur un partenariat avec les organisations suivantes :

- **Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations (CIRANO)**
- **Industrielle Alliance, Assurance et services financiers inc.**
- **Régie des rentes du Québec**

Les opinions et analyses contenues dans les cahiers de recherche de la Chaire ne peuvent en aucun cas être attribuées aux partenaires ni à la Chaire elle-même et elles n'engagent que leurs auteurs.

Opinions and analyses contained in the Chair's working papers cannot be attributed to the Chair or its partners and are the sole responsibility of the authors.

© 2014 Aurélie Côté-Sergent. Tous droits réservés. All rights reserved. Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©. Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source.

Dépôt légal : 4^e trimestre 2014
ISSN 2368-7207



Effets des tendances à long-terme de l'obésité sur l'utilisation de soins de santé au Québec

Aurélie Côté-Sergent *

Décembre 2014

Résumé

Les personnes obèses sont plus à risque de souffrir de problèmes de santé tels que le diabète, l'hypertension et les maladies cardiaques. Elles sont également susceptibles d'utiliser davantage de ressources médicales que les personnes de poids santé et, ce faisant, d'augmenter les coûts du système de santé. La prévalence de l'obésité étant en hausse depuis le milieu des années 80 au Québec, il y a lieu de croire que l'utilisation de ressources médicales, et donc les dépenses en santé liées à l'obésité, ne feront qu'augmenter dans les prochaines années. Ce mémoire utilise un modèle de microsimulation dynamique pour projeter la santé et la prévalence de l'obésité de la population québécoise entre 2010 et 2050, afin d'identifier l'utilisation future des ressources médicales attribuables à l'obésité. L'approche longitudinale du modèle permet de prendre en considération des différences d'espérance de vie entre les individus qui souffrent d'obésité et ceux de poids santé. Ceci permet de prendre en considération l'arbitrage entre la durée de vie et les années où les individus souffrent de maladies, ce qui a un effet important sur l'utilisation de ressources. Sur une période de 40 ans, l'élimination de l'obésité permettrait de réduire, annuellement, de 864 055 le nombre de nuits d'hospitalisation de courte durée et de 665 000 le nombre de consultations auprès d'omnipraticiens et de médecins spécialistes. Inversement, il y aurait une augmentation significative du nombre de personnes en institution. En utilisant des coûts moyens pour les consultations auprès de médecins, pour les nuits d'hospitalisation et pour l'institutionnalisation, il ressort des analyses que l'obésité est responsable de 2,6 % des dépenses de santé au Québec. Similairement, une personne souffrant d'obésité coûte, au cours de sa vie, environ 14 % de plus que si elle n'en souffrait pas.

Mots clés : Utilisation de soins de santé, dépenses de santé, obésité, microsimulation

Codes JEL : C53, H75, I10, J11,

*ESG UQAM. Correspondance: Département des sciences économiques, ESG-UQAM, C.P. 8888, Succ. Centre-ville, Montréal, QC, Canada H3C 3P8.

Table des matières

1	Introduction	1
2	Revue de la littérature	4
2.1	Tendances en santé	4
2.2	Conditions de santé et utilisation de ressources	6
2.3	Effets des tendances en santé sur les ressources utilisées	11
3	Description des données	16
3.1	Pondération	16
3.2	Description de l'échantillon	17
3.2.1	Variables sociodémographiques	18
3.2.2	Facteurs de risque	19
3.2.3	Conditions de santé auto-déclarées	20
3.2.4	Invalidité	23
3.2.5	Utilisation de soins de santé	24
4	Méthodologie	30
4.1	Initialisation	31
4.2	Module de transition	33
4.3	Module d'utilisation de soins de santé	36
4.3.1	Régression de type Poisson	37
4.3.2	Régression de type binomiale négative	39
4.3.3	Modèle en deux étapes	40
4.3.4	Régression de type logistique	42

4.4	Module de rajeunissement de la population	43
4.5	Modes du modèle de microsimulation	44
4.6	Scénarios	44
4.6.1	Scénarios en mode cohorte	44
4.6.2	Scénarios en mode population	46
5	Résultats	51
5.1	Effet de maladies chroniques sur l'utilisation de ressources	51
5.1.1	Régression de type Poisson	52
5.1.2	Régression de type binomiale négative	54
5.1.3	Modèle en deux étapes	58
5.1.4	Régression de type logistique	59
5.2	Scénarios en mode cohorte	61
5.2.1	Scénario de référence	61
5.2.2	Scénarios alternatifs	69
5.3	Scénarios en mode population	74
5.3.1	Scénario de référence	75
5.3.2	Scénario alternatif	80
6	Discussion	87
7	Limites de l'étude	91
7.1	Limite de l'Enquête nationale sur la santé de la population	91
7.2	Limites des variables choisies	92
7.3	Limites des modèles économétriques	92
7.3.1	Transitions d'états d'obésité	92

7.3.2	Modèle en deux étapes	93
7.3.3	Modèle de microsimulation	93
8	Conclusion	95
	Bibliographie	102
A	Annexe : Tableaux et résultats supplémentaires	103

Liste des figures

3.1	Distribution du nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens ou spécialistes	26
3.2	Distribution du nombre de nuits d'hospitalisation	27
5.1	Prévalence simulée de maladies par âge	63
5.2	Prévalence simulée d'obésité par âge	63
5.3	Pourcentage de la cohorte qui consulte un médecin	64
5.4	Pourcentage de la cohorte qui consomme un médicament et reçoit des services à domicile	65
5.5	Prévalence relative par âge	67
5.6	Prévalence d'obésité par âge dans chaque scénario	69
5.7	Augmentation de l'espérance de vie, par année et pour différents groupes d'âges .	76
5.8	Évolution de la prévalence simulée de l'obésité (après lissage)	77
5.9	Prévalence de maladies par année	78
5.10	Nombre de consultations et de nuits d'hospitalisation par année	80
5.11	Nombre d'individus utilisant des services à domicile et étant institutionnalisés par année	80
5.12	Espérance de vie en santé par année dans chaque scénario	82
5.13	Différence entre le scénario alternatif et le scénario de référence : prévalence relative de maladies	84
5.14	Utilisation de ressources médicales par année dans chaque scénario	85
A.1	Espérance de vie à 30 et 50 ans par année dans chaque scénario	112
A.2	Espérance de vie à 65 et 80 ans par année dans chaque scénario	113

Liste des tableaux

3.1	Variables sociodémographiques par groupe d'âges	19
3.2	Facteur de risque : prévalence d'obésité	20
3.3	Prévalence de maladies chroniques par groupe d'âge	22
3.4	Utilisation de ressources par groupe d'âges	25
3.5	Utilisation de ressources par IMC parmi les répondants âgés de 65 ans et plus	28
4.1	Effets des maladies chroniques les unes sur les autres	35
4.2	Caractéristiques des individus entrants	43
4.3	TCAM entre 2000 et 2012, population âgées de 25 à 34 ans	48
5.1	Régression de type Poisson : effets marginaux	53
5.2	Régression de type binomiale négative : effets marginaux	56
5.3	Test du rapport de vraisemblance	57
5.4	Critères de sélection d'Akaike et de Bayes	58
5.5	Régression de type logistique : effets marginaux	60
5.6	Utilisation de ressources par catégorie d'IMC	68
5.7	Différence entre scénarios alternatifs et le scénario de référence : nombre d'années de maladies	71
5.8	Différence entre scénarios alternatifs et le scénario de référence : utilisation relative de ressources	72
5.9	Durée de vie en santé moyenne par scénario	74
6.1	Utilisation de ressources sur le cycle de vie des individus	90
A.1	Facteur de risque : prévalence du tabagisme	103
A.2	Prévalence d'invalidité par âge	104
A.3	Utilisation de ressources par maladie chronique	105

A.4	Effets marginaux moyens des variables sur les probabilités d'incidence des maladies	106
A.5	Effets marginaux moyens des variables sur les probabilités d'incidence des maladies (suite)	107
A.6	Effets marginaux moyens sur les probabilités de décès	108
A.7	Effets marginaux moyens sur les probabilités de transition entre les états de taba- gisme	109
A.8	Effets marginaux moyens sur les probabilités de transition vers les états d'invalidité	110
A.9	Effets marginaux moyens sur les probabilités de transition vers les états d'obésité	111

1 Introduction

En 2010, 50 % de la population québécoise souffre d'un certain surplus de poids et 16,4 % de la population est obèse. Cette proportion ne cesse d'augmenter depuis le milieu des années 80. En fait, elle a doublé au cours des 2 dernières décennies ([Institut national de santé publique du Québec, 2012](#)). Une telle statistique est préoccupante étant donné le lien entre l'obésité et le diabète, les maladies cardiovasculaires et l'hypertension ([Foster *et al.*, 1993](#)), maladies qui coûtent cher au système de santé ([Fondation des maladies du coeur et de l'AVC, sd](#)). Il y a très peu de statistiques récentes concernant les coûts de l'obésité au Québec, mais au Canada, les coûts directs liés à l'obésité en 2008 s'élevaient à 1,99 milliard de dollars, soit une augmentation de près de 30 % par rapport à 2000 ([Institut national de santé publique du Québec, 2014](#)). Les coûts directs utilisés dans cette étude incluent les coûts liés à huit des maladies les plus souvent associées à l'obésité. Puisque la croissance de l'obésité entre 2003 et 2007 est semblable au Québec et au Canada, il y a lieu de croire que les dépenses liées à l'obésité ont augmenté au Québec depuis les années 2000, moment où l'obésité était responsable d'environ 5 % des dépenses en santé ([Colman et Dodds, 2000](#)). Si les tendances actuelles concernant la prévalence de l'obésité se maintiennent, une augmentation des coûts liés à l'obésité est à prévoir.

Dans un contexte où la santé accapare déjà près de 50 % du budget de l'état québécois (en excluant le service de la dette) en 2012-2013 ([Ministère de la santé et des services sociaux, 2012](#)), une augmentation supplémentaire des coûts liés au système de santé serait pour le moins préoccupante. Ainsi est-il opportun de quantifier les coûts liés à l'obésité auxquels pourrait faire face le Québec au cours des prochaines années. Si ces coûts s'avèrent élevés, leur caractère préventif constituerait une bonne amorce pour essayer de diminuer les pressions financières sur le système de santé.

À cet effet, le présent article propose de projeter, entre 2010 et 2050, l'utilisation de ressources médicales liées à l'obésité au Québec. Bien que cette projection ne permette pas directement

un calcul des coûts liés à l'obésité, une augmentation de l'utilisation des ressources se traduit généralement par une hausse des coûts. Plus précisément, l'objectif de ce travail est de créer différents scénarios qui affectent l'évolution de l'obésité au Québec et d'en estimer l'effet non seulement sur les ressources médicales utilisées, mais également sur les maladies chroniques, sur l'espérance de vie et sur le nombre de Québécois institutionnalisés.

Afin de réaliser une telle analyse, un modèle de microsimulation dynamique, intitulé COMPAS, est utilisé. Il s'agit d'un modèle qui permet de simuler l'évolution de la santé de la population québécoise sur une période donnée, soit, pour les fins de la présente étude, de 2010 à 2050. Il calcule également, pour chaque année de simulation, la quantité de ressources utilisées en fonction de l'indice de masse corporelle des personnes simulées. Les ressources en santé sont le nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens ou spécialistes, la consommation de médicaments, le nombre de nuits d'hospitalisation et les soins à domicile.

COMPAS utilise une approche qui permet de prendre en considération des différences d'espérance de vie entre les individus qui souffrent d'obésité et ceux de poids santé. Par exemple, un individu obèse pourrait coûter plus cher qu'un individu de poids santé en une année donnée, mais pourrait vivre moins longtemps, ce qui pourrait faire diminuer ses coûts en comparaison à une personne de poids santé. L'arbitrage entre la durée de vie et les années où les individus souffrent de maladies qui les mènent à utiliser des ressources est très important. Néanmoins, il n'est pas toujours considéré dans les travaux qui étudient l'effet de certains états de santé sur l'utilisation de ressources ou sur les dépenses de santé (Finkelstein *et al.*, 2003; Wolf et Colditz, 1998).

Les résultats montrent que l'obésité est responsable, annuellement, de 864 055 nuits d'hospitalisation de courte durée et de 514 000 consultations auprès de médecins omnipraticiens (entre 2010 et 2050). Inversement, l'obésité permet de diminuer de 1775 le nombre d'individus en institution, annuellement, entre 2010 et 2050. L'utilisation de coûts moyens pour les hospitalisations, l'institutionnalisation et les consultations auprès de médecins spécialistes et de médecins omnipraticiens montre que 775,3 millions de dollars de 2012 par année sont attribuables à l'obésité. Pour l'année 2012, ceci correspond à environ 2,6 % des dépenses de santé au Québec. De plus,

une personne qui souffre d'obésité coûte environ 300 000 \$ de plus, au cours de sa vie, qu'un individu de poids santé.

Ce travail est divisé en 8 sections. La deuxième consiste en une revue de la littérature et la suivante décrit les données utilisées. Les quatrième et cinquième sections décrivent le modèle de microsimulation et présentent les résultats de l'analyse. Ils sont suivis d'une discussion des résultats. La septième section soulève les limites du travail effectué. La section 8 conclut.

2 Revue de la littérature

Cette revue de la littérature comprend trois parties. La première recense les principales tendances en santé de la population québécoise telles qu'établies par les organismes concernés. La deuxième constitue un survol des articles où est analysée la relation entre les états de santé et l'utilisation de ressources sur un horizon temporel relativement restreint. La troisième et dernière partie porte sur les auteurs ayant utilisé un modèle de simulation pour étudier l'évolution de la santé de la population. Une attention particulière est accordée aux articles ayant simulé les effets de changements de tendances en santé sur l'utilisation de ressources médicales ou sur les coûts en santé.

2.1 Tendances en santé

Au cours de la dernière décennie, la prévalence de l'obésité a augmenté au sein de la population âgée de plus de 25 ans, avec une augmentation plus marquée pour les personnes de 50 à 64 ans ([Institut national de santé publique du Québec, 2012](#)). En 2009-2010, 16,4 % de la population québécoise est obèse ([Institut national de santé publique du Québec, 2012](#)), avec une prévalence particulièrement élevée pour les personnes âgées de 50 à 79 ans. Selon l'[Institut national de santé publique du Québec \(2012\)](#), une personne souffre d'obésité lorsque son indice de masse corporelle (IMC) est supérieur à 30. L'IMC est obtenu en divisant le poids en kilogrammes (kg) pas la taille en mètres (m) au carré ($\frac{kg}{m^2}$). Cette définition est en accord avec celle de l'[Organisation mondiale de la santé \(2006\)](#), qui précise qu'il existe trois types d'obésité. Ces classes regroupent les individus dont les IMC se situent entre 30,0 et 34,9, entre 35,0 et 39,9 et à plus de 40.

Un article de [Ruhm \(2007\)](#) donne un aperçu des tendances passées et futures de la prévalence de l'obésité aux États-Unis. Ses résultats peuvent donner une indication de ce qui pourrait également se produire au Québec. L'auteur utilise les données du National Health Examination Survey (NHES) de 1960-1962 et du National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES) de 1971-1974, de 1976-1980, de 1988-1994 et de 1999-2004. Ces enquêtes sont effectuées en coupes transversales. L'auteur projette la prévalence de l'obésité jusqu'en 2020. Pour ce faire, il utilise

une régression par quantiles, permettant ainsi aux tendances concernant la prévalence de l'obésité de varier à travers la distribution. La variable dépendante utilisée est l'IMC et des variables de contrôles pour l'âge, l'ethnie et le nombre d'années écoulées depuis 1975 (variable de tendance) sont incluses dans les régressions. L'auteur sépare son échantillon par centiles d'IMC et effectue une régression pour chaque centile qui se situe entre le premier et le 99^e, pour un total de 99 estimations. Afin d'avoir une projection de l'IMC, [Ruhm](#) effectue les régressions pour chaque centile en mettant la valeur de la variable de tendance à sa valeur en 2000, 2010 et 2020. Les projections dépendent donc de l'âge et de l'ethnie de la population. Il y a également des estimations distinctes pour les hommes et les femmes. Les résultats de cet article montrent une forte augmentation de l'IMC au cours des deux prochaines décennies. L'auteur estime en effet qu'en 2010, l'IMC médian des hommes aura augmenté de 5,1 % par rapport à la période 1999-2004 et celui des femmes de 6,3 %. L'obésité devrait toucher 40,2 % des hommes aux États-Unis par rapport à 28,7 % pour la période 1999-2004. Pour les femmes, la prévalence augmente de 34,1 à 43,3 %.

Du côté des maladies chroniques, il est à noter qu'entre 2000 et 2005, au Québec, il y a eu une augmentation de la proportion de gens aux prises avec le diabète ou l'hypertension ([Cazale et al., 2009](#)). Compte tenu de l'augmentation de l'obésité au Québec, ceci n'est pas surprenant. Selon [Foster et al. \(1993\)](#), l'IMC est significativement et positivement corrélé avec ces deux maladies chroniques. Cela étant, il y a eu une diminution de la prévalence de certains cancers et de maladies cardiaques, alors que l'obésité peut également augmenter le risque de développer ces deux conditions ([Center for Disease Control and Prevention, 2011](#)).

Malgré la hausse de certaines maladies chroniques et de l'obésité, le taux de mortalité n'a pas augmenté au Québec ([Institut de la Statistique du Québec, 2012](#)). Depuis 2008, pour l'ensemble de la population québécoise, le taux de mortalité est stable, soit 7,4 ou 7,5 décès par 1000 personnes. Toutefois, entre 1950 et 2011, le Québec a enregistré une diminution de son taux de mortalité d'environ 12 %. Certains chercheurs ont essayé d'expliquer cette diminution. Selon [Cutler et al. \(2006\)](#), la baisse de la mortalité aux États-Unis serait en grande partie due aux progrès de la médecine en ce qui concerne les maladies cardiovasculaires. Les auteurs af-

firmement qu'aux États-Unis, pour les 40 années précédant les années 2000, 70 % de la baisse de la mortalité est attribuable aux progrès concernant ce type de maladies. Pour [Lichtenberg \(2009\)](#), l'utilisation de nouveaux médicaments comme les bêtabloquants et les statines aurait permis la diminution de la mortalité associée aux maladies cardiovasculaires. Bien que ces études portent sur la situation qui prévaut aux États-Unis, des effets semblables sont probablement responsables de la diminution de la mortalité au Québec.

Selon [Santé Canada \(2011\)](#), il y a eu une diminution de la prévalence du tabagisme au Québec entre 1985 et 2005. La tendance est moins marquée entre 2005 et 2011, quoique globalement à la baisse. En 2011, 19 % de la population québécoise fume soit de façon régulière ou occasionnelle ([Dubé *et al.*, 2012](#)). Seulement 10 % des personnes âgées de plus de 65 ans fument, ce qui correspond au taux de prévalence par groupe d'âge le plus bas au Québec. Cependant, c'est également parmi les personnes âgées de 65 ans et plus que la proportion d'anciens fumeurs est la plus élevée ([Statistique Canada, 2014](#)), indiquant que la proportion de fumeurs dans cette tranche de la population n'a pas toujours été aussi faible. En contrepartie, la proportion la plus élevée de fumeurs, estimée à 23 %, se situe chez les personnes âgées de 25 à 44 ans.

La population québécoise est donc aux prises avec différents problèmes qui ont sans doute différents impacts sur l'utilisation de ressources de santé. La prochaine sous-section traite des travaux consacrés à cette question.

2.2 Conditions de santé et utilisation de ressources

L'étude de l'effet de conditions de santé sur l'utilisation de ressources médicales ou sur les dépenses en santé a été une préoccupation importante des économistes au cours des dernières années. La part du produit intérieur brut (PIB) consacrée à la santé parmi les pays de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE) n'est probablement pas étrangère à ce constat. En 2001, ces pays y consacraient, en moyenne, 8,4 % de leur PIB ([Organisation de coopération et de développement économique, 2003](#)). Au Canada, cette part se chiffre à 9,5 % en 2010 ([Organisation de coopération et de développement économique, 2012](#)).

Les chercheurs qui s'intéressent à cette question commencent par regarder la distribution des données d'utilisation de soins de santé afin de modéliser de façon appropriée la relation entre états de santé et utilisation de ressources. Les données de santé, telles que le nombre de visites chez un médecin ou la consommation de médicaments, sont généralement caractérisées par plusieurs zéros et une distribution asymétrique. Autrement dit, ceci implique que plusieurs individus, au cours de la période de référence, n'ont pas eu recours à des ressources médicales tandis qu'une autre partie de la population y a eu recours beaucoup plus que la moyenne (Frees *et al.*, 2011). Afin de pouvoir représenter une telle distribution de données, plusieurs types de modèles sont suggérés (voir Deb et Trivedi, 2002, et la vaste littérature américaine (Handbook of Health Economics)).

Les modèles paramétriques utilisés pour modéliser l'effet de conditions de santé sur l'utilisation de ressources se divisent en deux catégories (Jiménez-Martin *et al.*, 2002). La première suppose que la demande de soins de santé est déterminée uniquement par le patient. La demande de soins de santé n'est donc pas différente de la demande pour des biens de consommation. C'est la théorie du consommateur classique. Des modèles économétriques en une étape de type Poisson ou binomial négatif sont estimés. La seconde catégorie repose sur la théorie du principal-agent. Dans le contexte de la santé, le médecin est l'agent et le patient le principal. Dans ce type de modèle, le médecin détermine la fréquence du traitement une fois que le patient a établi un contact. Les modèles empiriques utilisés pour faire suite à cette théorie sont des modèles en deux étapes. Par exemple, la décision d'aller rencontrer un médecin est représentée par un modèle de type logit ou probit, soit un modèle qui estime la probabilité d'aller consulter un médecin. La décision subséquente de l'intensité du traitement peut quant à elle être modélisée par une régression de type log-normale, Poisson ou binomiale négative.

Jiménez-Martin *et al.* (2002) s'intéressent au nombre de visites auprès de médecins omnipraticiens ou spécialistes dans 12 pays européens. Les données utilisées proviennent des trois premiers cycles du European Community Household Panel, soit des années 1994-1995, 1995-1996 et 1996-1997. Par contre, étant donné le petit horizon du panel, ils n'utilisent l'aspect longitudinal des données que dans la construction de leurs variables et groupent les données. Ils utilisent dans

leur article des modèles de classes latentes et des modèles en deux étapes. La santé est captée par quatre variables dichotomiques, soit des variables qui ne peuvent prendre que deux valeurs. Une première variable capte l'état de santé, une seconde la présence de maladies chroniques, une troisième l'admission à l'hôpital et une dernière les limitations d'activités. Des variables de contrôles sont également incluses, telles que l'éducation, le statut marital, le statut d'emploi et l'âge. Quel que soit le modèle utilisé, la présence d'une maladie chronique a, pour la majorité des pays étudiés, un effet positif et significatif sur le nombre de visites chez un médecin omnipraticien ou spécialiste. Les chercheurs, en appliquant différents critères de sélection des modèles, concluent que le modèle de classes latentes (MCL) est supérieur au modèle en deux étapes (MDE) pour ce qui est du nombre de visites chez un médecin omnipraticien. Le portrait est toutefois moins clair pour les visites chez un médecin spécialiste. Pour six des 12 pays étudiés, il n'est pas possible de rejeter le MDE.

En 2011, une étude canadienne qui utilise les données de l'enquête nationale sur la santé de la population (ENSP) modélise l'effet du nombre de maladies chroniques et de la santé auto-déclarée sur le nombre de visites chez un médecin omnipraticien (McLeod). McLeod utilise les six premiers cycles de l'ENSP. La variable dépendante est le nombre de visites chez un médecin omnipraticien au cours de la dernière année. Les variables indépendantes sont l'âge, le statut d'immigrant, le statut marital, le statut d'emploi, le sexe, le revenu, l'éducation, la province de résidence, le nombre de maladies chroniques, le poids et la santé auto-déclarée. Quel que soit le modèle utilisé, plus les répondants souffrent de maladies chroniques, plus ils effectuent de visites chez un médecin. La régression sur le panel complet est effectuée en « pooling », c'est-à-dire en regroupant tous les cycles d'enquête.

Une autre publication canadienne s'intéresse aux maladies chroniques, mais plutôt à l'impact de ces dernières sur la consommation de médicaments. Rotermann (2006) étudie l'impact du nombre de maladies chroniques et de l'auto-évaluation de la santé des personnes âgées sur la consommation de médicaments. Les effets trouvés pour une année grâce aux données de 2003 de l'enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC) montrent que plus les individus souffrent de maladies chroniques, plus ils consomment de médicaments. L'auteure observe

également que plus le niveau de santé auto-reporté est mauvais, plus le nombre de médicaments consommés est élevé. Par ailleurs, elle corrige pour la non normalité de la distribution des variables d'usage de soins de santé en transformant la variable de nombre de médicaments à l'aide d'un logarithme naturel.

Le lien entre la présence d'obésité et les coûts ou l'utilisation de ressources en santé s'explique par la relation entre l'obésité et la présence de maladies. Ainsi, il est important de mentionner quelques études qui ont démontré l'existence d'un lien causal entre l'obésité et la présence de maladies. [Anderson *et al.* \(2007\)](#) effectuent une expérience avec 118 personnes qui souffrent d'obésité. Entre le début et la fin de l'expérience (9 ans), ces individus ont perdu plus de 100 livres. Le résultat est une diminution du nombre d'individus qui consomment des médicaments pour le diabète et l'hypertension, démontrant la causalité entre l'obésité et le diabète et l'hypertension. Une seconde étude démontre le lien causal entre l'obésité et les maladies cardiaques ([Nordestgaard *et al.*, 2012](#)). Les auteurs effectuent une analyse par variables instrumentales de l'effet de l'obésité sur la probabilité d'avoir une cardiopathie ischémique. L'instrument utilisé est une combinaison de génotypes associés à l'obésité. L'étude montre qu'une hausse de 4 points d'IMC cause une augmentation de 52 % de la probabilité d'avoir une cardiopathie ischémique.

La causalité entre l'obésité et la présence de maladie étant établie, il est maintenant possible de regarder le lien entre la présence d'obésité et les dépenses (ou l'utilisation de ressources) de santé.

[Sturm \(2002\)](#) étudie les effets de l'obésité, de la cigarette et de la consommation d'alcool sur les dépenses en santé des patients hospitalisés ou des patients externes en 1998 aux États-Unis. Son analyse est effectuée sur une seule année de données de l'enquête Healthcare for Communities. Il conclut que l'obésité est associée à une augmentation moyenne de 395 % US des dépenses des patients hospitalisés ou externes. Pour ce qui est d'avoir fumé ou d'être un fumeur, l'augmentation est plutôt de l'ordre de 230 % US. Ce travail se limite toutefois aux individus âgés de moins de 65 ans.

En 2003, [Finkelstein *et al.*](#) s'intéressent de plus près aux dépenses de santé attribuables à

l'obésité, mais pour l'ensemble de la population des États-Unis. Leur étude utilise les données de 1998 du Medical Expenditure Panel Survey (MEPS) et celles de 1996 et 1997 du National Health Interview Surveys (NHIS). Les auteurs étant intéressés par l'obésité, quatre mesures de poids sont incluses dans leurs régressions, soit poids insuffisant, poids santé, surpoids et obésité. Les répondants sont classés dans ces catégories selon leur IMC. Les variables de contrôles sont le sexe, l'âge, l'ethnie, la région, le revenu et le statut marital. Les auteurs estiment que l'augmentation des dépenses liées au surplus de poids se situe entre 11,4 % et 15,1 % selon le type d'assurance des personnes. Pour l'obésité, cette augmentation se situe plutôt entre 26,1 % et 39,1 %. Les effets sont toujours significatifs dans le cas de l'obésité, mais pas dans le cas du surplus de poids. [Finkelstein *et al.* \(2003\)](#) concluent que 5,3 % des dépenses totales de santé de 1998 aux États-Unis sont attribuables à l'obésité.

Les résultats de l'étude de [Finkelstein *et al.* \(2003\)](#) sont semblables aux résultats d'une étude effectuée aux États-Unis par [Wolf et Colditz](#) en 1998. Ces derniers calculent que l'obésité est responsable de 5,7 % des dépenses nationales de santé en 1995. La méthode proposée par les auteurs est d'estimer la proportion de certaines conditions de santé attribuables à l'obésité, soit le diabète de type 2, les maladies coronariennes, l'hypertension, le cancer, les maladies de la vésicule biliaire et les maladies musculo-squelettiques. Les proportions sont ensuite appliquées au total des coûts directs et indirects reliés à chacune des maladies énoncées ci-dessus. Ceci permet de récupérer la proportion des coûts attribuables à chacune des maladies. À titre d'exemple, l'obésité a coûté 32,4 milliards de dollars US en coûts directs et 30,74 milliards en coûts indirects pour l'année 1995. Par la suite, [Wolf et Colditz \(1998\)](#) estiment le nombre de visites chez un médecin, le nombre de jours d'hospitalisation, la baisse de productivité et les limitations d'activités découlant de l'obésité. Ce travail est fait de manière indépendante du calcul des coûts directs et indirects qui incorporaient déjà certaines de ces variables. Les auteurs concluent que 81,2 millions de visites chez un médecin et 91,8 millions de journées d'hospitalisation sont attribuables à l'obésité en 1994. Ces chiffres représentent une augmentation importante par rapport à 1988. Pour les visites, cette hausse semble être causée en partie par la prévalence croissante de l'obésité et en partie par l'augmentation du nombre de visites moyen par personne. En ce qui concerne l'hospitalisation,

il semblerait que l'augmentation de l'obésité en soit la cause principale.

[Thorpe *et al.* \(2004\)](#) s'intéressent aux impacts de l'obésité sur les dépenses de santé per capita. Ils utilisent les données de 1987 du National Medical Expenditure Survey (NMES) et celles de 2001 de la composante des ménages du MEPS. Leur objectif est de calculer la part de la croissance des dépenses qui est attribuable à l'obésité entre 1987 et 2001. Pour ce faire, ils commencent par calculer l'augmentation des dépenses per capita qui aurait été observée si la prévalence de l'obésité et les dépenses par catégorie de poids étaient restées constantes entre 1987 et 2001. Ils comparent ensuite cette augmentation avec celle observée dans les données. Ils concluent que la croissance de la prévalence de l'obésité est responsable de 12 % de la hausse des dépenses de santé per capita observée entre 1987 et 2001.

Les études mentionnées précédemment sont effectuées soit pour une seule année soit sur un horizon temporel relativement court. Elles démontrent néanmoins que l'obésité et les maladies chroniques sont des facteurs importants à considérer lorsqu'il s'agit d'expliquer les dépenses de santé ou l'utilisation de ressources. La prochaine sous-section se penche plus spécifiquement sur les travaux d'auteurs qui projettent la santé de la population dans le temps afin d'estimer les effets à long-terme de l'obésité sur l'utilisation de ressources ou sur les dépenses en santé.

2.3 Effets des tendances en santé sur les ressources utilisées

La projection de la santé des individus sur plusieurs années afin d'en estimer l'impact sur l'utilisation de ressources ou sur les dépenses en santé est effectuée de différentes manières. Cela étant, tous les modèles utilisés font état de l'interaction entre la mortalité, la morbidité et la présence de handicaps ([Hayward et Warner, 2005](#)). À titre d'exemple, une personne obèse coûte plus cher qu'une personne ayant un poids santé, mais elle vit moins longtemps, ce qui peut faire diminuer ses coûts en comparaison à une personne ayant un poids santé ([Goldman *et al.*, 2010](#)). C'est donc une question d'arbitrage entre la durée de vie et le temps passé dans un état de morbidité ou de handicap. Une personne est dans un état de morbidité si elle a une ou plusieurs conditions de santé (cancer, obésité, hypertension). Un handicap peut prendre différentes formes,

que ce soit un problème physique, une difficulté à accomplir certaines tâches ou une restriction quant à la participation à certaines activités ([Organisation mondiale de la santé, sd](#)). Afin de prendre en considération tous ces effets, il est important de pouvoir simuler la santé des individus sur un long horizon temporel, puisque la durée de chacun des états n'est pas forcément connue.

C'est exactement ce type de travail qui est effectué par des chercheurs de la RAND corporation ([Goldman *et al.*, 2005](#)) lesquels créent le modèle de microsimulation appelé le Future Elderly Model (FEM). Le FEM est un modèle qui permet de projeter la santé des individus âgés de 50 ans ou plus et les coûts qui y sont associés jusqu'en 2050. Le modèle fait vieillir les individus tout en modifiant leur état de santé au cours de la simulation. Ainsi, à chaque année, les auteurs calculent la probabilité qu'ont les individus de changer d'état de santé. Une personne peut donc développer de l'hypertension, un cancer, une maladie cardiaque ou respiratoire, la maladie d'Alzheimer, devenir invalide ou, éventuellement, mourir ([Goldman *et al.*, 2010](#)). La probabilité de changer d'état de santé dépend de certains facteurs de risque (sexe, éducation, ethnie, obésité, tabagisme), du statut fonctionnel (la capacité des gens à effectuer les activités de la vie quotidienne –AVQ–, telles que se nourrir ou se vêtir), de l'âge et de différents problèmes de santé existants. Une fois les probabilités estimées, un chiffre aléatoire, entre 0 et 1, est tiré d'une distribution uniforme. Ceci permet de simuler un choc à la santé. Par exemple, si la probabilité de contracter une maladie est plus élevée que la valeur aléatoire tirée, les auteurs supposent que la transition a lieu ([Goldman *et al.*, 2005](#)). La simulation se fait pour chaque individu jusqu'à la mort. Il est ainsi possible de simuler l'évolution de la santé d'une population dans le temps. Puisque le modèle fait vieillir les individus, après un an de simulation, la population simulée n'est plus représentative des individus âgés de 50 ans ou plus. Il faut donc « rajeunir » l'échantillon en ajoutant des individus ayant 50 ans. Le FEM permet également de prédire les dépenses de programmes de transferts du gouvernement des États-Unis pour chaque année de simulation. Les programmes sont Medicaid et Medicare, le Old Age and Survivors Insurance benefits (OASI), le Disability Insurance benefits (DI) et le Supplementary Security Income (SSI).

Le FEM est employé afin d'estimer, entre autres, l'impact de l'obésité sur les finances publiques des États-Unis. L'article de [Goldman *et al.* \(2010\)](#) présente deux scénarios d'intérêts.

Dans un premier temps, les tendances actuelles concernant la prévalence de l'obésité, du nombre de fumeurs et de différentes conditions de santé restent les mêmes pour la durée de la simulation, soit jusqu'en 2050. Ceci est un scénario de référence. Un scénario alternatif fait reculer l'obésité, l'hypertension et le diabète jusqu'à leurs niveaux de 1978. Cet objectif est atteint dès 2030. De 2030 à 2050, ces trois conditions sont fixées à leur niveau de 1978. Dans le scénario de référence, les dépenses totales du gouvernement des États-Unis (en dollars US de 2004) augmentent de 902,24 milliards de dollars en 2004 à 2079,79 milliards en 2050. Les revenus (impôts individuels, impôts sur les salaires et charges sociales sur les salaires), quant à eux, augmentent de 304,7 à 412,19 milliards \$ US. Les résultats du second scénario sont ensuite comparés à ces chiffres. Dans le scénario alternatif, la population est en meilleure santé. L'espérance de vie à 50 ans augmente de 1,16 année et le nombre d'années vécues avec un handicap diminue de 0,57 année. Ceci implique une réduction des dépenses de Medicare, Medicaid et du programme d'assurance invalidité (DI). En contrepartie, puisque les individus vivent plus longtemps, les dépenses reliées aux prestations de retraite (OASI) augmentent. Au total, les coûts du gouvernement fédéral diminuent de 4,26 % par rapport au scénario de référence alors que les revenus augmentent de 1,83 %. En valeur présente, ceci représente un surplus de 350,7 milliards.

Un article de [Lakdawalla et al. \(2005\)](#) utilise également le FEM afin de modéliser les impacts de l'obésité sur les coûts de santé, l'espérance de vie, les maladies et la présence de handicaps pour les individus âgés de 70 ans (dans l'article de [Goldman et al. \(2010\)](#), c'est toute la population âgée de 50 ans et plus qui est considérée). La simulation se fait de 1988 jusqu'à ce que tous les individus de la cohorte soient décédés. Une des composante du FEM, celle qui rajeunit l'échantillon initial, n'est donc pas nécessaire. Les résultats sont les suivants. Les personnes obèses vivent, en moyenne, environ aussi longtemps que les individus de poids santé, mais avec davantage de handicaps. Les personnes obèses jouissent de 2,8 années de vie en l'absence de handicaps de moins que les individus de poids santé. Cette différence se reflète dans les dépenses de Medicare, ces dernières étant 20 % plus élevées pour les individus obèses que pour ceux dont le poids est légèrement trop élevé. Les personnes obèses souffrent également de diabète, d'hypertension et de maladies cardiaques davantage que le reste de la population.

Le modèle de microsimulation dynamique australien APPSIM (Australian Population and Policy Simulation Model) modélise plusieurs aspects de la vie des individus tels que la santé, la mortalité, la fertilité, l'éducation et le revenu (Lymer *et al.*, 2011). Dans le module santé, les individus peuvent transiter vers un de cinq états de santé (excellent, très bon, bon, faible ou mauvais) ou vers l'obésité. La probabilité de changer d'état de santé dépend de quatre facteurs de risque (le statut de fumeur, l'IMC, la consommation d'alcool et le manque d'activité physique), de l'âge, du revenu, de l'éducation et de l'état de santé pendant la période précédente. La probabilité de devenir obèse dépend de l'âge, de l'éducation, du poids à la période précédente et des facteurs de risque autres que l'IMC. Tout comme pour le FEM, afin de déterminer si la transition a lieu, un nombre aléatoire entre 0 et 1 est pigé d'une distribution uniforme. Si ce nombre est supérieur à la probabilité estimée, la transition n'a pas lieu (Lymer *et al.*, 2011). Le module de santé prédit également l'utilisation de services médicaux et le nombre de prescriptions, ces deux éléments dépendant, entre autres, de l'état de santé, de l'âge, du sexe et du statut sur le marché du travail. Le scénario modélisé par les auteurs concerne le niveau d'éducation universitaire. Les chercheurs augmentent la proportion d'individus âgés de 19 à 34 ans qui commencent un diplôme universitaire. Entre 2015 et 2020, le nombre d'individus acceptés dans un des programmes augmente du double, de manière à ce que, en 2020, 100 individus sur 1000 commencent un baccalauréat. Pour les années suivantes, ce taux demeure le même. Entre 2011 et 2041, la proportion d'individus avec au moins un diplôme universitaire augmente de 13 % à plus de 50 %. Ce scénario est comparé à un scénario de référence, où l'augmentation est plutôt de l'ordre de 13 % à 18 %. Les résultats principaux sur la santé sont les suivants : la prévalence de l'obésité augmente de 67 % alors qu'elle n'augmente que de 48 % dans le scénario de référence, moins d'individus fument dans le scénario alternatif que dans le scénario de référence et l'état de santé général se détériore dans le scénario alternatif. Il n'y a toutefois pas de différences importantes entre les scénarios en ce qui concerne les dépenses des hôpitaux ou les dépenses pharmaceutiques.

Au Canada, un modèle de microsimulation dynamique est développé par Statistique Canada. Le Population Health Model (POHEM) fait vieillir un échantillon d'individus jusqu'à leur décès. Leur profil de vie dépend de leur statut de fumeur, d'un changement de poids et de l'incidence et

de la progression de maladies (cancer, ostéoporose, diabète et maladies cardiaques). Contrairement au modèle australien APPSIM ou au FEM américain, POHEM ne calcule pas la probabilité de transition vers un nouvel état, mais plutôt le temps avant qu'une transition se produise ([Will et al., 2001](#)). L'événement dont la durée avant la transition est la plus courte est celui qui a lieu. POHEM simule donc la progression du cancer du poumon, du cancer du sein, des maladies coronariennes, de l'ostéoporose, de l'arthrite et des fractures. Le modèle simule également les coûts reliés aux différents traitements et le moment du décès. Un module permettant de suivre l'évolution du cancer colorectal est pratiquement terminé. POHEM est utilisé pour évaluer, entre autres, les coûts par année de vie sauvée de l'utilisation de la chimiothérapie pour le cancer du poumon et l'impact d'une diminution de la durée de séjour à l'hôpital suite à une chirurgie reliée au cancer du sein ([Will et al., 2001](#)).

Certains modèles de projection accordent peu de place à la santé. Par exemple, le modèle développé par [French \(2005\)](#) utilise une mesure de santé auto-déclarée qui ne peut prendre que deux valeurs. Les répondants peuvent donc être en bonne ou en mauvaise santé. Enfin, certains modèles de projection n'incorporent pas du tout la santé. C'est le cas du modèle canadien LifePaths, qui simule l'emploi, la mortalité, la fertilité, l'éducation, les revenus, les congés de maternité, le nombre de personnes âgées en institutions, l'état matrimonial, la taille de la population et la migration ([Statistique Canada, 2012c](#)). Le modèle de microsimulation développé par le bureau du Budget du Congrès des États-Unis fait également partie de cette catégorie, bien que l'objectif soit de rajouter un module de santé ([Congressional Budget Office, 2009](#)). Pour l'instant, leur modèle permet de simuler, entre autres, la naissance, la mort, l'immigration et l'émigration, les transitions à travers différents états maritaux, la fertilité, l'emploi et les dépenses de Medicare et de Medicaid.

3 Description des données

Les données utilisées dans le cadre de ce travail proviennent de l'Enquête nationale sur la santé de la population (ENSP). L'ENSP est une enquête de type longitudinale qui a été effectuée auprès d'un échantillon de la population canadienne. Un questionnaire a été soumis au même échantillon de répondants à chaque deux ans, à partir de 1994-1995, de sorte qu'il existe neuf cycles à cette enquête, le dernier datant de 2010-2011. Bien qu'il y ait trois volets à l'ENSP (le volet ménage, le volet établissements de soins santé et le volet Nord), seul le volet ménage est pris en compte dans le cadre de ce travail.

Une particularité du volet ménage est que tous les répondants interrogés vivent en ménages privés lors du premier cycle de l'enquête. L'enquête exclut donc les résidents des réserves indiennes, des terres de la Couronne et des régions éloignées du Québec et de l'Ontario en plus des membres à temps plein des forces canadiennes et des personnes vivant en institutions ([Statistique Canada, sd](#)). Il est à noter que s'il s'avère qu'un des répondants du volet ménage transite vers une institution au cours d'un cycle subséquent de l'enquête, il demeure tout de même suivi dans le volet ménage. Ceci permet de capter l'évolution de la population en institution et donc de calculer les effets de l'obésité sur le nombre d'individus en institution.

3.1 Pondération

Afin de procéder à des estimations à partir des données de l'ENSP, il faut utiliser des poids d'échantillonnage qui permettent à l'échantillon sélectionné de représenter l'ensemble de la population canadienne. Chaque personne de l'échantillon représente ainsi un certain nombre d'individus de la population totale. La première variable de pondération dépend de la probabilité d'être sélectionné dans l'échantillon : plus un individu a de chances d'être sélectionné dans l'échantillon, plus son poids est faible. Ce poids est calculé au premier cycle de l'enquête (1994-1995) et ne varie pas dans le temps. Puisqu'il n'y a pas de ré-échantillonnage au sein de l'ENSP, ce poids permet de représenter la population d'intérêt telle qu'elle était en 1994 ([Statistique Canada, sd](#)). Ce poids est utilisé pour l'ensemble des estimations qui impliquent les données de l'ENSP.

Statistique Canada (sd) calcule par ailleurs d'autres poids qui permettent de rendre un sous-ensemble de l'échantillon représentatif de la population canadienne. Le deuxième poids s'applique seulement aux individus ayant répondu à l'enquête pour les neuf cycles (ou qui sont décédés ou en établissement pour certains cycles). Le troisième poids concerne seulement ceux qui acceptent de partager leurs données et le quatrième combine les contraintes des deux poids précédents.

3.2 Description de l'échantillon

Cette section décrit les données utilisées pour estimer les transitions entre différents états santé et pour trouver une relation entre états de santé et utilisation de ressources. Cette source de données est la seule à être présentée en détails puisque c'est la principale source de cet article, bien que d'autres sources de données soient également utilisées dans le modèle de microsimulation. Cette sous-section détaille également les variables retenues.

Seules les réponses du chef de famille âgé de plus de 30 ans ayant directement répondu aux questions sont considérées. Ceci s'explique par le peu d'informations disponibles sur les autres membres de la famille. De plus, seuls les répondants se trouvant en ménage privé, donc qui ne sont pas institutionnalisés, sont considérés dans les analyses par régression. Les répondants qui ont indiqué ne pas connaître la réponse à certaines questions, qui ont refusé de répondre ou qui n'ont pas donné de réponse sont exclus de l'analyse. Le même sort est attribué aux répondants pour qui certaines questions ne s'appliquent pas (« sans objet (SO) »). Cette décision ne crée pas de changements importants puisque les personnes concernées sont majoritairement les répondants en institution et les jeunes âgés de moins de 12 ou 18 ans. Pour certaines variables, les réponses reçues lors d'entrevues semblaient erronées et les intervieweurs ont classé leurs réponses comme étant SO. Il est donc préférable de ne pas inclure ces individus dans l'analyse.

Étant donné le faible nombre de répondants au Québec (environ $3000 = N_{QC}$), l'ensemble du Canada est utilisé dans les analyses et les différences québécoises sont prises en considération à l'aide d'ajustement aux différents modèles économétriques utilisés. Ceci laisse donc 105 907 (N_C) observations dans l'échantillon. Pour ne pas encombrer le texte, certains tableaux de cette

section sont présentés en annexe.

3.2.1 Variables sociodémographiques

Afin de conserver une certaine simplicité dans le modèle de microsimulation, les variables sociodémographiques utilisées (voir tableau 3.1) sont celles qu'il est raisonnable de supposer constantes à partir de la fin des cycles d'enquête de l'ENSP jusqu'en 2050, année qui marque la fin de la simulation. Bien entendu, seul l'âge fait exception à cette règle, augmentant de un à chaque année. Les autres variables sont le sexe, le niveau d'éducation, le statut d'immigration et une variable dichotomique pour les individus qui résident au Québec (elle prend la valeur de 1 si les individus résident au Québec et de zéro dans le cas inverse). L'échantillon comprend environ 50 % d'hommes et de femmes jusqu'à l'âge de 65 ans. À des âges plus avancés, la proportion de femmes augmente, atteignant 66,84 % des individus âgés de 90 à 94 ans. Le niveau d'éducation est divisé en quatre catégories. La première regroupe les répondants qui n'ont aucun diplôme, incluant ceux qui ont effectué des études primaires et des études secondaires partielles. La seconde regroupe les gens ayant un diplôme du secondaire, ainsi que ceux ayant des études partielles dans un collège, à l'université ou dans une école de métier. Les deux dernières catégories sont, d'une part, pour les répondants ayant un diplôme ou un certificat d'une école de métier, d'un CÉGEP (Collège d'enseignement général et professionnel) ou d'un collège et, d'autre part, pour ceux ayant un diplôme universitaire, que ce diplôme soit un certificat, un baccalauréat, une maîtrise ou un doctorat. Les individus âgés de 30 à 54 ans ont la plus grande proportion de diplômes universitaires, environ 20 % d'entre eux ayant complété de telles études.

La variable d'immigration ne peut prendre que deux valeurs, soit un si le répondant a immigré au Canada ou zéro dans le cas inverse. Pour des variables telles que le revenu ou le statut marital, qui sont considérées comme des déterminants possibles de la demande de soins de santé (McLeod, 2011), il aurait fallu simuler leur évolution au cours des années puisque supposer leur constance aurait été irréaliste. Ceci aurait été trop complexe étant donné l'état d'avancement du modèle de microsimulation et n'est donc pas effectué. Une discussion de ces limitations et des extensions possibles se trouve à la fin de ce travail.

Tableau 3.1: Variables sociodémographiques par groupe d'âges

Âge	Femmes	Immigrants	Diplôme secondaire	Diplôme collégial	Diplôme universitaire
30-34	50,31%	14,91%	42,61%	24,45%	21,81%
35-39	50,14%	17,47%	44,20%	24,52%	19,87%
40-44	50,44%	19,04%	43,38%	24,19%	19,66%
45-49	49,63%	20,62%	42,17%	23,30%	20,33%
50-54	48,74%	22,13%	40,96%	21,05%	19,97%
55-59	49,38%	23,56%	39,02%	18,58%	19,22%
60-64	50,45%	24,60%	37,12%	16,03%	16,93%
65-69	53,18%	24,89%	34,86%	14,69%	12,66%
70-74	56,07%	25,51%	31,89%	13,74%	10,69%
75-79	59,74%	25,63%	30,93%	11,58%	8,69%
80-84	61,75%	27,23%	30,33%	9,79%	8,73%
85-89	66,69%	26,90%	30,52%	8,23%	9,11%
90-94	66,84%	28,86%	31,26%	8,73%	9,28%
95-99	66,14%	25,07%	38,43%	8,08%	6,93%
Total	51,52%	21,22%	39,72%	20,15%	17,86%

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

3.2.2 Facteurs de risque

La population canadienne est aux prises avec certains comportements qui mettent ses citoyens à risque de développer des maladies. Ainsi, deux variables de facteurs de risque ont été créées à partir des données de l'ENSP. La première concerne le tabagisme (voir tableau A.1 en annexe). Les répondants ont été divisés en trois catégories selon qu'ils n'ont jamais fumé, qu'ils sont des fumeurs réguliers ou qu'ils sont d'anciens fumeurs. Afin d'être caractérisés fumeurs, les répondants doivent fumer à tous les jours. Similairement, ils sont d'anciens fumeurs s'ils ont déjà fumé à tous les jours. La prévalence de fumeurs est la plus élevée parmi les individus âgés de 35 à 39 ans, se situant à 28,08 %. Les anciens fumeurs se trouvent en plus grande proportion au sein de la population âgée de 75 à 79 ans.

Un second facteur de risque concerne le poids des individus (tableau 3.2). Ces derniers sont séparés en trois groupes distincts selon leur IMC, soit inférieur à 30, entre 30 et 35 et supérieur à 35. Le premier groupe comprend les individus dont le poids est trop faible, normal ou légèrement trop élevé. Les deux autres groupes sont constitués respectivement de répondants souffrant

d'obésité de type I et d'obésité de type II-III. La décision de regrouper les types d'obésité II et III de l'OMS (OMS, 2006a) au sein de cette dernière catégorie a été rendue nécessaire du fait qu'il n'y a pas suffisamment d'individus avec des IMC supérieurs à 35 pour bien distinguer ces deux types d'obésité. C'est parmi les individus âgés de 50 à 64 ans que la prévalence de l'obésité de type II-III est la plus élevée, soit autour de 5,5 %, tandis que 16,17 % des individus âgés de 65 à 69 ans souffrent d'obésité de type I.

Tableau 3.2: Facteur de risque : prévalence d'obésité

âge	IMC inférieur à 30	IMC entre 30 et 35	IMC supérieur à 35
30-34	85,29%	10,37%	3,22%
35-39	83,31%	11,66%	3,82%
40-44	81,61%	12,68%	4,48%
45-49	80,78%	13,31%	4,77%
50-54	78,64%	14,59%	5,60%
55-59	78,63%	14,75%	5,48%
60-64	77,73%	15,90%	5,46%
65-69	78,29%	16,17%	4,58%
70-74	80,86%	14,76%	3,61%
75-79	83,60%	13,22%	2,53%
80-84	88,73%	9,21%	1,59%
85-89	91,87%	6,64%	1,32%
90-94	93,74%	4,88%	1,15%
95-99	95,88%	4,12%	,
Total	81,46%	13,17%	4,32%

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

3.2.3 Conditions de santé auto-déclarées

Plusieurs conditions de santé auto-déclarées se retrouvent dans les données de l'ENSP. Celles qui sont utilisées dans le cadre de ce travail sont le diabète, l'hypertension, le cancer, les maladies cardiaques, les accidents vasculaires cérébraux (AVC), les maladies pulmonaires (asthme, bronchite et emphysème) et les démences, catégorie qui inclut l'Alzheimer ou toute autre forme de démence cérébrale. Parmi ces maladies, celles qui sont d'un intérêt particulier sont le diabète, l'hypertension, les maladies cardiaques et le cancer, puisque le risque de développer une de ces

conditions est accentué par la présence d'obésité ([Center for Disease Control and Prevention, 2011](#)). Dans le questionnaire de l'ENSP, les questions sont posées de manière à ce que les gens répondent oui seulement si une condition a été diagnostiquée par un professionnel de la santé. Ceci donne directement une mesure de la prévalence des maladies chroniques. Les maladies utilisées dans ce travail sont les mêmes que celles utilisées dans le FEM ([Goldman *et al.*, 2005](#)), puisqu'elles ont été identifiées par un panel d'experts comme étant celles qui ont les effets les plus importants sur la santé et sur les coûts du système de santé. Ce choix est également le résultat de contraintes dans les données.

Bien entendu, en règle générale, plus les individus vieillissent, plus la prévalence des maladies chroniques augmente. L'hypertension est la condition la plus fréquente pour l'ensemble des groupes d'âges, touchant 6,68 % des individus âgés de 40 à 44 ans et 40,75 % des personnes âgées de 65 à 69 ans (tableau [3.3](#)). Les maladies cardiaques sont également très perceptibles au sein la population âgée, affectant environ 26 % des individus de 80 à 94 ans. Environ 16 % des personnes âgées de 70 à 94 ans souffrent du diabète. La prévalence de démences est très faible, soit moins de 1 %, jusqu'à ce que les individus atteignent 70 ans.

Tableau 3.3: Prévalence de maladies chroniques par groupe d'âge

Âge	Diabète	Hypertension	Cancer	Cardiaque	AVC	Pulmonaire	Démence
30-34	1,06%	2,79%	0,48%	0,77%	0,25%	2,41%	0,09%
35-39	1,31%	4,67%	0,51%	1,28%	0,23%	2,83%	0,09%
40-44	2,61%	6,68%	0,74%	1,93%	0,30%	2,58%	0,10%
45-49	3,82%	10,52%	1,07%	2,68%	0,50%	2,51%	0,11%
50-54	5,66%	18,45%	1,98%	4,71%	0,80%	3,02%	0,05%
55-59	8,71%	27,88%	2,68%	7,12%	1,51%	4,19%	0,18%
60-64	10,99%	35,83%	3,59%	10,48%	2,49%	4,55%	0,33%
65-69	13,44%	40,75%	4,20%	13,82%	3,05%	5,44%	0,53%
70-74	15,68%	45,89%	5,21%	17,87%	4,82%	6,39%	1,11%
75-79	16,88%	47,70%	4,82%	21,54%	5,03%	7,81%	2,29%
80-84	17,13%	48,37%	6,69%	26,78%	7,20%	7,35%	3,41%
85-89	16,67%	47,04%	7,69%	26,25%	7,41%	7,93%	5,94%
90-94	17,67%	47,38%	6,33%	25,99%	7,84%	7,70%	5,54%
95-99	12,14%	45,52%	5,82%	16,55%	16,22%	10,15%	3,20%
Total	6,94%	21,14%	2,28%	7,25%	1,70%	3,86%	0,52%

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tel que mentionné précédemment, les personnes obèses souffrent davantage de certaines maladies ([Center for Disease Control and Prevention, 2011](#)). Seules 18,36 % des personnes ayant un IMC inférieur à 30 font de l'hypertension, alors que près de 30 % des personnes obèses de type I et 42 % des personnes obèses de type II-III en font. Ces moyennes sont significativement différentes les unes des autres. La prévalence du diabète est deux fois plus élevée parmi les obèses de type I que parmi les individus de poids santé et près de quatre fois plus élevée parmi la population dont l'IMC est supérieur à 35. Les personnes obèses sont légèrement plus affectées par les maladies cardiaques et pulmonaires que celles de poids santé.

3.2.4 Invalidité

L'ENSP révèle également les problèmes d'invalidité dont souffre la population canadienne. La variable prend une valeur de zéro si les répondants n'ont aucune invalidité et de un s'ils ont des problèmes de mémoire (s'ils sont très portés à oublier ou incapables de se rappeler certaines choses) et/ou une seule limitation dans les activités de la vie quotidienne (AVQ). Ces activités comprennent la préparation des repas, les emplettes, le ménage, les soins personnels et les déplacements dans la maison. Ainsi, la valeur de un est attribuée aux individus qui ont soit un problème de mémoire, soit une limitation, soit les deux. La variable d'invalidité est égale à deux si un répondant a plus de deux limitations dans les AVQ, peu importe qu'il ait un problème de mémoire ou non. À partir de 70 ans, plus de 7 % de la population souffre d'au moins deux limitations dans les AVQ (voir tableau A.2 en annexe). À 90 ans, cette réalité touche 45 % des gens.

L'enquête permet par ailleurs de savoir si les répondants sont en institution lors d'un certain cycle d'enquête. Il y a trois catégories d'institutions. La première regroupe les établissements pour personnes âgées y compris les établissements de soins accueillant les personnes âgées et les hôpitaux de soins prolongés. La seconde regroupe les établissements de soins cognitifs, y compris les établissements de soins accueillant des enfants présentant des troubles affectifs, des personnes présentant des troubles mentaux ou des troubles de retard du développement et les hôpitaux psychiatriques. La dernière rassemble tout autre établissement de réadaptation. Ceci comprend les centres de réadaptation, les hôpitaux pédiatriques et autres hôpitaux spécialisés, les hôpitaux généraux comprenant des unités de soins de longue durée, ainsi que les établissements de soins accueillant des personnes physiquement handicapées.

Toutefois, l'ENSP recense très peu d'individus institutionnalisés et ne fournit que très peu d'information sur ceux-ci. L'institutionnalisation ne fait donc pas partie de la variable d'invalidité créée. Elle est néanmoins utilisée dans le cadre de ce travail comme une transition possible dans la simulation. Ainsi, il est possible pour les personnes simulées de se retrouver en institution à un certain moment de leur vie. Au sein de l'ENSP, la proportion d'individus institutionnalisés

augmente avec l'âge. Entre 95 et 99 ans, c'est près de 32 % des répondants qui sont en institution. La part de la population qui se retrouve en institution varie également selon l'IMC des personnes interrogées. Parmi la population âgée de plus de 65 ans, la proportion d'individus de poids santé qui se trouve en institution est de 3,16 %. Pour les personnes qui souffrent d'obésité de type I, cette proportion est de 2,05 %, alors que pour celles atteintes d'obésité de type II-III, elle est de 1,05 %. Ainsi, il semblerait que les personnes dont l'IMC est supérieur à 30 soient moins susceptibles d'être institutionnalisées.

3.2.5 Utilisation de soins de santé

Pour les fins de ce travail, cinq variables d'utilisation de soins de santé ont été créées. Les deux premières correspondent au nombre de visites ou de consultations par téléphone au cours des 12 derniers mois auprès, d'une part, d'un médecin de famille, d'un pédiatre ou d'un généraliste et, d'autre part, d'un autre médecin ou spécialiste (comme un chirurgien, un allergologue, un orthopédiste, un gynécologue ou un psychiatre). Ces deux variables ont été censurées au 99^e centile. Cette décision a été prise puisque certains individus avaient un nombre de consultations très élevé qui pouvait fausser les résultats à la moyenne. Le nombre de consultations auprès d'un médecin omnipraticien augmente de manière relativement constante avec l'âge. En moyenne, les individus consultent un omnipraticien à trois reprises sur une période de 12 mois (tableau 3.4). Le nombre de consultations moyen est environ deux fois plus élevé pour les individus qui souffrent d'une des maladies décrites précédemment que pour ceux qui ne les ont pas (voir tableau A.3 en annexe). La différence est statistiquement significative dans chacun des cas.

Tableau 3.4: Utilisation de ressources par groupe d'âges

Âge	Nb. consult. omnipraticien	Nb. consult. spécialiste	Nb. nuits d'hospitalisation	Consommation médicament	Reçoit services à domicile
30-34	2,74	0,73	0,49	80,18%	1,29%
35-39	2,66	0,68	0,42	80,43%	1,42%
40-44	2,53	0,65	0,40	81,85%	0,89%
45-49	2,61	0,67	0,51	82,46%	1,23%
50-54	2,92	0,78	0,67	83,42%	1,40%
55-59	3,11	0,78	0,74	85,41%	1,69%
60-64	3,25	0,80	0,79	87,52%	2,52%
65-69	3,67	0,86	1,16	89,61%	3,84%
70-74	4,13	0,89	1,54	90,67%	6,87%
75-79	4,42	0,87	2,34	91,58%	11,15%
80-84	4,91	0,84	2,61	93,52%	17,44%
85-89	4,78	0,73	4,06	91,52%	25,12%
90-94	5,11	0,60	3,79	91,44%	37,57%
95-99	4,43	0,50	4,51	93,11%	33,53%
Total	3,11	0,75	0,86	84,58%	3,40%

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Lorsqu'il s'agit de consulter un spécialiste, le nombre de visites moyen est 0,75 au cours de 12 mois (tableau 3.4). À l'exception des individus qui souffrent d'hypertension, le fait d'être atteint d'une maladie chronique augmente le nombre de consultations auprès de médecins spécialistes à plus de une au cours de 12 mois. Les individus qui souffrent d'un cancer consultent près de 3 fois pour la même période (voir tableau A.3). Cette différence est statistiquement significative. La figure 3.1 illustre la distribution du nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens et spécialistes. Tel qu'attendu, une part importante de la population ne consulte jamais et quelques individus consultent beaucoup plus que la moyenne.

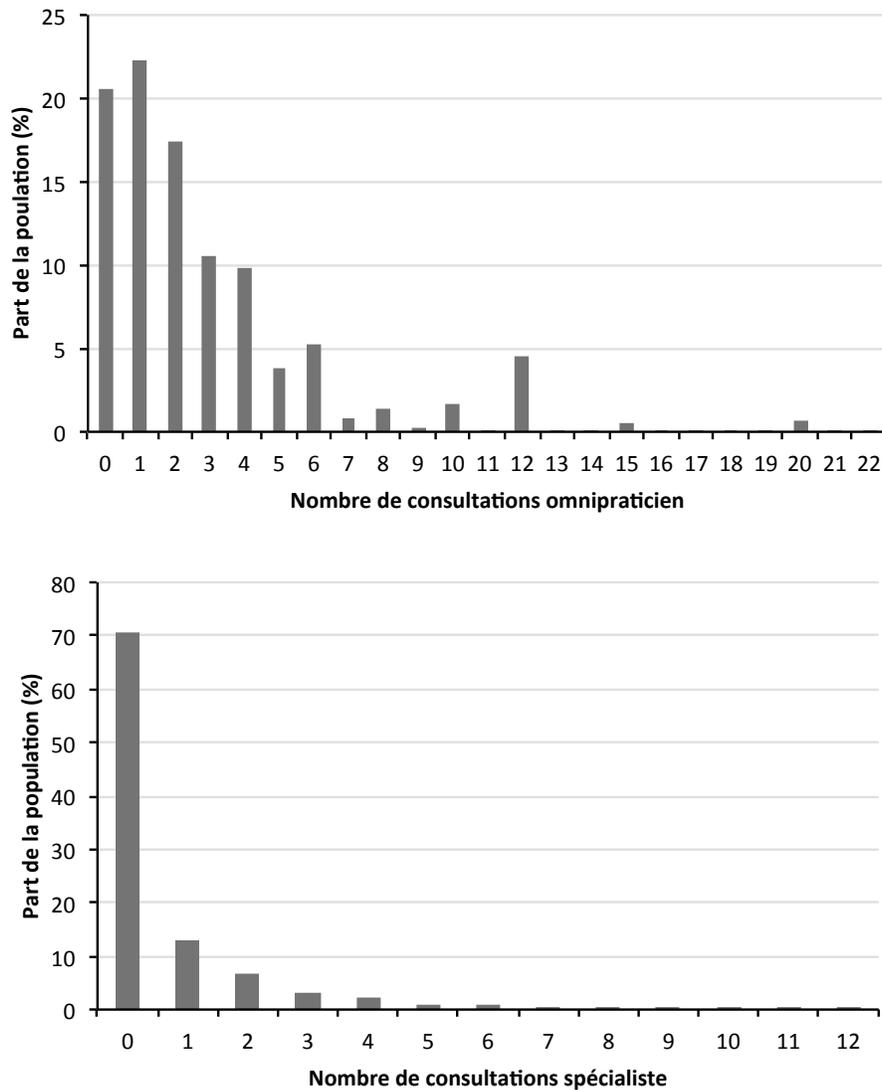


Figure 3.1: Distribution du nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens ou spécialistes

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérée, cycles 1 à 9

Les consultations auprès de médecins ne comprenant pas les séjours dans un établissement de santé, une troisième variable a été créée pour en tenir compte. Celle-ci est le nombre de nuits passées à l'hôpital, dans un foyer de soins infirmiers ou dans une maison de convalescence. Le nombre de nuits passées dans un de ces établissements augmente de manière plus importante à partir de 65 ans (tableau 3.4). Les individus âgés de 85 ans passent, en moyenne, 4,06 nuits dans

un établissement au cours de 12 mois. Les personnes souffrant de démences ont près de 7 nuits d'hospitalisation en 12 mois, alors que celles n'en souffrant pas en ont moins de une. La prévalence d'un AVC est associée à près de 6 nuits d'hospitalisation en 12 mois et la prévalence de maladies cardiaques et de cancers à un peu plus de 3. Tout comme pour les variables de visites, cette variable a été censurée au 99^e centile. La figure 3.2 illustre la distribution du nombre de nuits d'hospitalisation. Les individus qui n'ont jamais passé de nuits en hospitalisation sont exclus de la figure afin que la distribution soit apparente, mais comme pour les consultations, la proportion est très élevée (près de 90 %).

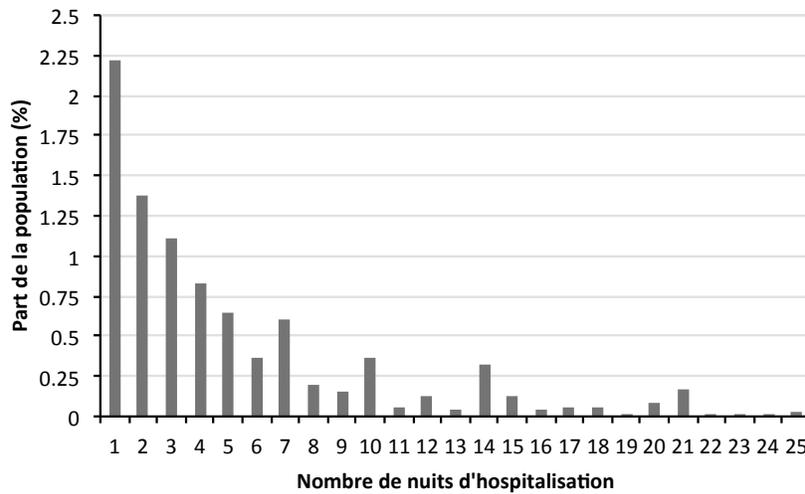


Figure 3.2: Distribution du nombre de nuits d'hospitalisation

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

La quatrième variable est un indicateur de la consommation d'un médicament au cours des 12 derniers mois. Plus de 80 % de l'échantillon a répondu avoir consommé un médicament pendant cette période (voir tableau 3.4). Ceci s'explique par la définition de la variable : une personne a consommé au moins un médicament au cours des 12 derniers mois dès qu'elle a consommé un médicament de prescription pendant cette période, et ce peu importe le médicament. La proportion d'individus (près de 1,0 %) ayant consommé un médicament est particulièrement élevée parmi les répondants aux prises avec le diabète, l'hypertension, une maladie cardiaque ou

un AVC (voir tableau A.3). Par rapport aux individus n’ayant pas de maladies, la différence est significative, environ 80 % de ceux-ci ayant consommé un médicament dans les 12 derniers mois.

La dernière variable concerne les services à domicile. Puisque l’objectif de ce travail est d’évaluer la consommation de ressources du point de vue du gouvernement, la variable créée est un indicateur de services à domicile reçus au cours des 12 derniers mois, mais dont le coût est au moins partiellement couvert par le gouvernement. À partir de 85 ans, c’est plus de 20 % de la population qui reçoit de tels services (voir tableau 3.4). 23,37 % des gens ayant eu un AVC reçoivent des services à domicile, alors que seuls 3,09 % de ceux qui n’en ont jamais eu ont répondu en recevoir (voir tableau A.3). La différence est significative. 32,41 % des personnes souffrant d’une certaine forme de démence ont reçu des services à domicile. L’ENSP donne des exemples de ces services, qui peuvent être aussi divers que des soins infirmiers, de l’aide pour prendre un bain ou la livraison de repas.

Tableau 3.5: Utilisation de ressources par IMC parmi les répondants âgés de 65 ans et plus

Âge	Nb. consult. omnipraticien	Nb. consult. spécialiste	Nb. nuits d’hospitalisation	Consommation médicament	Reçoit services à domicile
IMC<30	4,15	0,83	2,00	90,26%	10,47%
30<IMC<35	4,44*	0,90*	1,78	94,04%*	9,63%
IMC>35	4,94*	1,06*	1,68	97,07%*	9,55%

Indique que la moyenne est significativement différente de celle pour IMC < 30

Note : Calculs de l’auteur effectués à partir de l’ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Les individus âgés de 65 ans et plus qui souffrent d’obésité utilisent davantage de ressources médicales que ceux qui ont un poids santé (voir tableau 3.5), sauf en ce qui concerne le nombre de nuits d’hospitalisation et les soins à domicile. Les personnes obèses de type II-III consultent, en moyenne, un omnipraticien 4,94 fois en 12 mois, alors que pour celles qui souffrent d’obésité de type I, ce nombre chute à 4,44. En comparaison, les personnes dont l’IMC est inférieur à 30 consultent 4,15 fois pendant la même période. Les différences sont statistiquement significatives. L’obésité implique également une plus grande consommation de médicaments. 97,07 % des individus obèses de classe II-III consomment un médicament alors que cette proportion n’est que de 90,26 % pour ceux qui sont de poids santé. Le nombre de nuits d’hospitalisation est plus élevé parmi les personnes de poids santé que parmi celles qui souffrent d’obésité, mais la différence n’est

pas statistiquement significative. Parmi les personnes de moins de 65 ans, les personnes souffrant d'obésité de types I et II-III ont davantage de nuits d'hospitalisation que celles de poids santé.

4 Méthodologie

L'élaboration du modèle de microsimulation se fait en plusieurs étapes. COMPAS permet de simuler la santé de la population québécoise entre 2010 et 2050, mais également de distinguer, à chaque année de simulation, l'utilisation de ressources selon les caractéristiques de la population. Avant d'approfondir les différents modules, il importe de décrire brièvement le procédé de simulation de COMPAS.

1. En premier lieu, le *module d'initialisation* constitue la population initiale du modèle. Cette population est représentative des Québécois âgés de 30 ans et plus en 2010, et dont les caractéristiques établies sont les suivantes :
 - Caractéristiques sociodémographiques : âge, année de naissance, sexe, statut d'immigration, niveau de scolarité
 - Maladies : diabète, hypertension, maladies cardiaques, accidents vasculaires cérébraux (AVC), cancer, maladies pulmonaires, démences
 - Facteurs de risque : tabagisme, obésité
 - Invalidité : limitations d'activités, problèmes de mémoire, institutionnalisation
2. Le *module de transition* fait ensuite vieillir les individus d'une année, en les faisant changer d'états : chaque individu peut développer une maladie ou une invalidité, perdre ou gagner du poids, commencer ou cesser de fumer, entrer en institution ou mourir. Un individu change d'état seulement si sa probabilité prédite de changer d'état est supérieure à un chiffre aléatoire (entre 0 et 1) tiré d'une distribution uniforme. Les probabilités prédites sont estimées à l'aide de modèles de régressions en panel qui calculent la probabilité d'incidence de chaque état.
3. Le *module d'utilisation de ressources* permet de calculer, pour chaque année de la simulation, l'utilisation de ressources de l'ensemble de la population, que ce soit le nombre de consultations auprès d'un médecin ou la consommation de médicaments. Si le mode dans lequel le modèle est utilisé est le mode cohorte, l'étape suivante n'est pas effectuée.

4. Finalement, le *module de renouvellement* ajoute une cohorte¹ d'individus âgés de 30 ans à la population afin que celle-ci demeure représentative de la population québécoise de 30 ans et plus. Les individus de la nouvelle cohorte possèdent, tout comme les individus de la population initiale, différentes caractéristiques établies.

Suite à l'ajout de la cohorte, les étapes 2 et 3 sont répétées jusqu'en 2050. Pour les années suivant 2050, seule la deuxième étape est répétée chaque année, puisque qu'il n'y a pas d'ajout de nouvelles cohortes à partir de 2050. Toutefois, les individus simulés peuvent continuer de vieillir et de changer d'états de santé jusqu'en 2130, l'âge maximal permis dans le modèle étant de 110 ans. Après chaque année de simulation, différentes statistiques sont calculées. Parmi celles-ci, il y a la prévalence, dans la population, de chaque maladie et des différents facteurs de risque, l'utilisation de ressources par IMC ainsi que le taux de mortalité et l'espérance de vie. Il est également possible d'obtenir les statistiques portant sur chaque individu simulé.

4.1 Initialisation

L'ENSP ne peut pas être utilisée pour créer la population initiale du modèle puisqu'elle est conçue pour être représentative de la population de 1994. Ainsi, il est préférable d'utiliser l'enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC) de 2010. Non seulement l'ESCC est-elle représentative de la population en 2010, mais elle compte plus de 11000 observations pour le Québec seulement ([Statistique Canada, 2010b](#)), ce qui permet de cibler uniquement les observations québécoises de l'enquête et de dresser un portrait plus précis de la santé de la population. Le désavantage de l'ESCC par rapport à l'ENSP est qu'elle ne contient pas de dimension longitudinale, mais cela n'est pas nécessaire pour la création d'une population initiale.

Pour plusieurs variables, l'information contenue dans l'ESCC et dans l'ENSP est la même. Ces variables sont le sexe, le statut d'immigration, les maladies (à l'exception de l'Alzheimer et des autres démences), le tabagisme et l'obésité. De ce fait, il n'y a pas de modifications à effectuer et les observations de l'ESCC sont directement utilisées afin de créer la population initiale du

1. Le terme cohorte désigne ici un groupe d'agents nés la même année, qui entre dans le modèle au même moment.

modèle de microsimulation.

Pour les autres variables, des modifications doivent être apportées. Tout d’abord, l’âge, dans le fichier de microdonnées à grande diffusion (FMGD), est groupé par intervalles de 3 à 4 ans. Ce problème est surmonté en calibrant les poids de l’enquête de façon à reproduire la distribution de l’âge, par sexe, de la population québécoise ([Institut de la Statistique du Québec, 2009](#)). De cette manière, les poids utilisés dans la simulation permettent de représenter la distribution entière de l’âge et non seulement des catégories.

La variable d’éducation doit également être modifiée. En effet, le plus haut niveau d’éducation trouvé dans l’ESCC est celui des études post-secondaires, catégorie qui inclut autant les diplômes d’études collégiales qu’universitaires. Afin d’avoir les mêmes variables que dans l’ENSP, il faut imputer des diplômes d’études universitaires à certaines observations de l’ESCC qui ont au moins un diplôme d’études post-secondaires. Pour ce faire, un modèle de type logit est estimé à partir des données de l’enquête sur la population active ([Statistique Canada, 2010a](#)) afin de trouver la probabilité d’avoir un diplôme d’études universitaires conditionnel au fait d’avoir au moins un diplôme d’études collégiales. Les variables explicatives sont l’âge², le sexe et des variables croisées entre le sexe et les effets d’âge. Ces effets d’interactions permettent que l’effet d’être une femme sur la probabilité d’avoir un diplôme universitaire s’ajuste selon l’âge. Cela est requis étant donné les changements importants observés entre les générations concernant l’écart dans le niveau d’éducation entre les hommes et les femmes. Les coefficients du modèle sont utilisés afin de calculer, pour chaque observation de l’ESCC qui a un diplôme d’études post-secondaires, la probabilité d’avoir un diplôme universitaire. Ensuite, un chiffre aléatoire est tiré d’une distribution uniforme $[0,1]$. Si la probabilité calculée est plus élevée que ce chiffre aléatoire, la personne se voit attribuer un diplôme universitaire.

L’ESCC permettant de capter la quasi totalité des variables de limitations dans les activités de la vie quotidienne, aucune modification n’est apportée aux variables de l’ESCC en ce qui a trait aux limitations. Toutefois, tous les individus interrogés au sein de l’ESCC sont en ménages privés. Il est donc nécessaire d’imputer le statut d’institutionnalisation à certains répondants.

2. Il s’agit en fait d’un noeud à chaque groupe d’âge. Ainsi, l’effet de l’âge peut changer à chaque 5 ans.

L'imputation se fait encore une fois à l'aide d'un modèle logit, cette fois-ci estimé sur les données de 2010 de l'ENSP. Les variables explicatives sont le sexe, le statut d'immigration, un noeud à 75 ans et deux variables binaires pour les premières formes d'invalidité (une seule limitation et/ou problème cognitif, deux limitations ou plus avec ou sans problème cognitif). Comme pour l'éducation, les coefficients estimés du modèle de type logit sont utilisés afin de calculer la probabilité d'être institutionnalisé pour chaque observation de l'ESCC. Un individu se voit attribuer le statut d'institutionnalisation selon la même technique que pour l'éducation.

La prévalence d'une démence est la seule condition chronique qui n'est pas mesurée dans l'ESCC à grande diffusion et qui est utilisée dans COMPAS. Afin de l'imputer à certains individus, un modèle logit est estimé à l'aide des données de l'ENSP de 2010. Le modèle est semblable à celui utilisé pour l'institutionnalisation, sauf qu'il comprend en plus une variable binaire pour le statut d'institutionnalisation comme variable explicative. Ensuite, les coefficients estimés sont utilisés pour déterminer la probabilité qu'a un individu de l'ESCC de souffrir d'une démence. Si la probabilité calculée est plus élevée que le chiffre aléatoire, l'individu se voit imputer une démence.

Ces hypothèses et imputations³ permettent d'avoir toutes les variables nécessaires aux modules de transition et d'utilisation de ressources. De surcroît, elles créent une population initiale qui est représentative de la population québécoise de 2010. Le module de transition s'assure de faire évoluer la santé de la population dans le temps.

4.2 Module de transition

Le module de transition a été créé en majeure partie par une équipe de chercheurs de l'Université du Québec à Montréal et de l'Université Laval. Tel que mentionné, il a pour but de faire changer l'état de santé des individus simulés. Au cours de la simulation, les individus peuvent développer des maladies et/ou une invalidité, commencer ou cesser de fumer, perdre ou gagner du poids ou mourir. Bien entendu, à chaque année de la simulation, les individus vieillissent

3. Les écarts-types ne prennent pas en considération le nombre d'imputations.

d'une année. Les probabilités de transitions sont estimées à l'aide de l'ENSP qui permet ce type de travail grâce à sa forme longitudinale.

Une première transition évalue, pour chaque individu, s'il survit à la période suivante. Ceci est déterminé en calculant la probabilité d'incidence de décès des individus en fonction des facteurs de risque, des variables démographiques, des conditions chroniques existantes et du statut d'invalidité. Un modèle complémentaire log-log en panel est utilisé. Une fois le modèle estimé, la probabilité prédite de mourir est calculée pour chaque individu et un chiffre aléatoire entre zéro et un est tiré d'une distribution uniforme. Ceci permet de simuler un choc à la santé. Si la probabilité de mourir est plus élevée que la valeur aléatoire tirée, la transition vers le décès a lieu lors de la période suivante.

Si la transition vers le décès n'a pas lieu, des transitions subséquentes sont estimées vers les facteurs de risques, l'invalidité et les conditions chroniques. Tout comme pour la transition vers la mort, il s'agit de calculer, pour chaque individu, la probabilité de changer d'état. Encore une fois, si le chiffre aléatoire est inférieur à la probabilité, la transition a lieu.

La probabilité de développer une maladie dépend des variables sociodémographiques, des facteurs de risques et, pour certaines maladies, de maladies existantes. Un modèle complémentaire log-log en panel est utilisé pour calculer la probabilité d'incidence d'une maladie. Ensuite, la probabilité prédite est calculée pour chaque individu. Si le chiffre aléatoire tiré est inférieur à la probabilité prédite d'incidence, l'individu développe une maladie lors de la période suivante. Il est toutefois nécessaire d'apporter certaines précisions. Tout d'abord, une fois qu'un individu souffre d'une condition chronique, il en est atteint jusqu'à son décès. Ensuite, il faut restreindre les liens de causalité possibles. Le tableau 4.1 illustre ces restrictions. Celles-ci ont été évaluées par un panel d'experts dans le cadre du Future Elderly Model (FEM) et sont basées sur de l'évidence médicale quant à la relation entre les différentes conditions chroniques ([Goldman et al., 2005](#)). Par exemple, il est possible que le cancer ait un effet sur la probabilité d'avoir un AVC. Par contre, il serait invraisemblable de penser qu'une maladie pulmonaire puisse avoir un effet sur la probabilité de contracter le diabète. Les X dans le tableau 4.1 indiquent si la causalité est possible. Ainsi, la probabilité de développer un AVC dépend du cancer mais aussi

des caractéristiques sociodémographiques et des facteurs de risques. Inversement, la probabilité de devenir diabétique ne dépend que des caractéristiques sociodémographiques et des facteurs de risques.

Tableau 4.1: Effets des maladies chroniques les unes sur les autres

		Effet						
	Cause	Diabète	Hypertension	Cancer	Pulmonaire	Cardiaque	AVC	Démence
	Diabète			x			x	x
	Hypertension						x	x
	Cancer							x
	Pulmonaire							
	Cardiaque							x
	AVC							
	Démence							

Parmi ces maladies, certaines sont plus susceptibles d’être affectées par l’obésité. Tel que mentionné dans l’introduction, l’obésité a un effet sur la probabilité de développer le diabète, de l’hypertension, certaines formes de cancer ainsi que des maladies cardiovasculaires ([Center for Disease Control and Prevention, 2011](#)). À leur tour, ces maladies ont un effet sur la probabilité de développer d’autres maladies chroniques. Ainsi, un individu obèse a non seulement plus de risques de développer une maladie cardiaque, mais en raison des liens de causalité existant entre les différentes maladies, il est à risque d’en développer davantage. Les maladies pulmonaires et l’Alzheimer n’ont pas de liens de causalité vers d’autres maladies et ne dépendent pas non plus de l’obésité. Néanmoins, ces conditions chroniques limitent les gains en santé dont peuvent bénéficier les individus si les conditions de santé liées à l’obésité sont éliminées. À cet égard, il est important de les garder dans le modèle.

La probabilité de développer une invalidité (la probabilité d’incidence) dépend quant à elle des caractéristiques démographiques, des maladies chroniques, des facteurs de risque ainsi que de l’invalidité courante, alors que la probabilité de devenir obèse dépend seulement des variables démographiques, du statut de fumeur et du poids au moment présent. La probabilité d’incidence d’une invalidité ou de l’obésité est estimée à l’aide d’un modèle logistique multinomial en panel. Une fois l’estimation terminée, la probabilité prédite d’incidence d’une incapacité ou de l’obésité est calculée. Si les probabilités prédites sont supérieures à un chiffre aléatoire qui se situe entre

0 et 1, la transition vers l'obésité ou vers l'incapacité a lieu à la période suivante. L'incidence de l'obésité ne dépend pas de la prévalence de maladies et des états d'invalidité, car elle est considérée comme un facteur de risque qui affecte ces variables et non comme une conséquence de celles-ci. Pour le tabagisme, trois transitions sont estimées. La première est la probabilité de commencer à fumer. Celle-ci s'estime seulement pour les individus qui n'ont jamais fumé et dépend des variables démographiques et de l'obésité. Ensuite, pour les individus qui fument, la probabilité de cesser est estimée, toujours en fonction des mêmes variables. Une dernière transition estime la probabilité de recommencer à fumer parmi les anciens fumeurs, selon les caractéristiques démographiques ainsi que l'obésité. Les probabilités prédites de changer d'état de tabagisme sont estimées à l'aide d'un modèle complémentaire log-log en panel. Afin de déterminer si un individu change d'état, les probabilités prédites sont comparées à un chiffre aléatoire qui se situe entre 0 et 1.

Les résultats concernant les probabilités d'incidence sont présentés en annexe.

La population initiale peut maintenant vieillir, changer d'états de santé et, éventuellement, mourir. Le prochain module permet de calculer l'utilisation de ressources en santé pour chaque année de la simulation.

4.3 Module d'utilisation de soins de santé

Afin d'estimer l'utilisation de ressources pour chaque année de la simulation, il est nécessaire de trouver une relation entre les variables du modèle et les variables d'utilisation de ressources. Ainsi que mentionné dans la revue de la littérature, plusieurs types de modèles ont été proposés pour modéliser la demande de soins de santé. Des modèles de régressions de type Poisson et binomial négatif ainsi que des modèles en deux étapes sont estimés pour les variables d'utilisation de soins de santé qui ne peuvent prendre comme valeurs que des nombres entiers supérieurs ou égaux à zéro. Cette méthode s'applique au nombre de consultations auprès d'un omnipraticien ou d'un spécialiste ainsi qu'au nombre de nuits passées en hospitalisation. Pour les variables d'utilisation de soins de santé qui ne peuvent prendre que deux valeurs, des modèles de type logit sont estimés. Ceci s'applique aux variables de consommation d'un médicament et d'aide à

domicile. Les mesures d'utilisation sont dictées par la disponibilité des données.

Bien qu'il eut été possible d'effectuer l'estimation à l'aide de l'ESCC, qui a un nombre d'observations plus important, l'ENSP est utilisée par souci de cohérence avec le module de transition, qui requiert des données de panel. De cette manière, les variables sont exactement les mêmes. Les régressions sont effectuées en prenant en considération la possible autocorrélation des erreurs. En effet, les réponses d'une personne lors du premier cycle de l'enquête sont corrélées avec ses réponses des cycles suivants. Il est donc nécessaire d'utiliser une matrice de variance-covariance robuste à l'autocorrélation des erreurs. Les régressions sont effectuées en « pooling », bien qu'il eut été possible de considérer des effets aléatoires ou des effets fixes. Ces deux types d'effets ne sont pas utilisés pour les raisons suivantes.

D'abord, le mode populationnel de COMPAS prend les coefficients des modèles de régression afin de calculer l'utilisation pour une seule année, selon les caractéristiques individuelles, sans égard à la persistance de l'utilisation pour chaque individu. Dans ces circonstances, l'inclusion d'effets aléatoires n'aurait pas modifié les effets marginaux.

Ensuite, les modèles à effets fixes supposent que les variables explicatives sont corrélées avec un effet individuel non observable qui ne varie pas dans le temps, par exemple l'aversion au risque. Une implication de ce type de modèles est qu'il n'est pas possible d'inclure des variables explicatives qui sont, elles, constantes dans le temps. Cependant, l'éducation à partir de 30 ans, le sexe et le statut d'immigration demeurent, la plupart du temps, fixes. Ces variables sont importantes dans le cadre de la simulation. De plus, les modèles à effets fixes ont pour but de trouver un lien de causalité entre les variables explicatives et la variable dépendante. Ceci n'est pas spécifiquement le but du module d'utilisation, qui cherche à trouver l'utilisation selon les caractéristiques observables des individus.

4.3.1 Régression de type Poisson

Le premier type de régression utilisé est la régression de type Poisson. Celle-ci est généralement utilisée afin d'expliquer des données discrètes à support dénombrable. Les données de

ce type ne peuvent prendre que des valeurs entières et non négatives, ce qui représente bien les données d'utilisation de soins de santé. Ce type de régression suppose que les observations sont générées à partir d'une distribution de Poisson. Une variable aléatoire Y suit donc une telle distribution si :

$$Pr(y_i = y | x_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^y}{y!} \quad (1)$$

$$\text{où } \mu_i = \exp(x_i' \beta) = E(y_i | x_i) = V(y_i | x_i) \quad (2)$$

$$\text{et } y! = y \times (y - 1) \times \dots \times 2 \times 1 \quad (3)$$

Dans les équations précédentes, x_i est un vecteur de k variables explicatives pour l'individu i et β un vecteur de coefficients. L'équation 2 illustre la propriété d'équidispersion de la distribution de Poisson, soit l'égalité entre la moyenne et la variance.

Puisque le modèle de Poisson n'est pas linéaire, ce ne sont pas les paramètres eux-mêmes qui sont intéressants pour analyser l'impact des variables explicatives, mais bien les effets marginaux, soit le changement de l'espérance conditionnelle de y_i quand la valeur d'une variable x_{ik} change d'une unité. Dans le cadre de ce travail, la moyenne des effets marginaux (MEM) est utilisée. La MEM est une moyenne sur l'ensemble des individus de l'effet du changement d'une unité de la variable x_{ik} sur l'espérance de y_i lorsque les autres variables indépendantes sont fixes ([Williams, 2013](#)).

Il est important de noter que la notion d'équidispersion n'est pas forcément respectée dans les données d'utilisation de soins de santé. Si la moyenne n'est pas égale à la variance, les données ne suivent pas une distribution de Poisson et il serait mal avisé d'effectuer la régression en maintenant cette hypothèse. En général, avec les données d'utilisation de soins de santé, la surdispersion des données est observée.

La surdispersion peut survenir pour différentes raisons. Il est d'abord plausible qu'elle soit le

résultat d'hétérogénéité non observable dans les données. Cameron et Trivedi (2005) définissent l'hétérogénéité non observée comme étant toute différence entre les individus qui n'est pas captée par les variables explicatives. Dans ce cas, il est néanmoins présumé que les observations sont générées par un processus de type Poisson, mais pour lequel il est impossible de correctement identifier le paramètre μ_i de la distribution. Le paramètre est lui-même une variable aléatoire qui suit une distribution gamma. Dans ce cas de surdispersion, une régression de type binomiale négative peut être utilisée en lieu et place de la régression de type Poisson. Deuxièmement, le non respect de la condition d'équidispersion peut être expliqué par les processus qui génèrent les événements en question. Par exemple, la décision d'aller consulter un médecin la première fois est entièrement effectuée par le patient alors que la décision d'y retourner une ou plusieurs fois est en partie prescrite par le médecin traitant. Dans ce cas, des modèles de régressions en deux étapes peuvent être utilisés. Les parties 4.3.2 et 4.3.3 détaillent ces types de modèles.

4.3.2 Régression de type binomiale négative

Tout comme la régression de type Poisson, la régression binomiale négative s'applique à des données discrètes à support dénombrable. Plutôt que de supposer que la variable y_i suit une distribution de Poisson, la régression de type binomiale négative suppose qu'elle suit, conditionnellement à un certain paramètre λ_i , une distribution de Poisson. λ_i est un paramètre aléatoire égal à $\mu_i\nu_i$, où ν_i est une variable aléatoire. Tout comme pour la distribution de Poisson, $\mu_i = \exp(x_i'\beta)$. Il faut ajouter deux hypothèses. La première est que $\nu_i > 0$ est indépendamment et identiquement distribué (iid) et la seconde est que sa densité est gamma, soit $g(\nu_i|\alpha)$. α est le paramètre qui capte la surdispersion des données : s'il est égal à 0, la variance du modèle binomial négatif devient égale à celle du modèle de type Poisson (et égale à l'espérance). L'hétérogénéité non observée est donc présente parce que chacune des observations peut avoir un λ_i différent, bien qu'une certaine partie de cette différence soit due à ν_i , qui est aléatoire et non observable. Il est important de noter que $E[\lambda_i|\mu_i]=\mu_i$, ce qui implique que $E(\nu_i) = 1$. L'interprétation des coefficients obtenus par la régression de type binomiale négative est donc identique à celle qui s'applique aux coefficients trouvés par la régression de type Poisson.

L'espérance et la variance conditionnelles de la distribution binomiale négative sont les suivantes :

$$E(y_i|x_i) = \mu_i = \exp(x_i'\beta) \tag{4}$$

$$Var(y_i|x_i) = \mu(1 + \alpha\mu_i) \tag{5}$$

Il découle automatiquement de la définition de la variance (équation 5) qu'il y a surdispersion, puisque celle-ci est plus importante que la moyenne (α et μ_i sont positifs). Cette définition de la variance est celle qui est utilisée par la commande `nbreg` de STATA qui effectue la régression de type binomiale négative. De manière analogue au modèle de type Poisson, la MEM est utilisée afin d'évaluer l'impact des variables explicatives sur la variable dépendante.

4.3.3 Modèle en deux étapes

Les modèles en deux étapes sont fréquemment utilisés afin de modéliser des variables telles que le nombre de consultations auprès d'un médecin (Jiménez-Martin *et al.*, 2002). Ces types de modèles reposent sur l'idée qu'il faut distinguer, pour un même individu, le processus qui génère le premier évènement de celui qui génère les évènements subséquents. Autrement dit, les zéros et les positifs proviennent de densités différentes. Ceci est la première hypothèse fondamentale de ces types de modèles (Jiménez-Martin *et al.*, 2002). Par exemple, la décision d'aller consulter un médecin la première fois est prise par l'individu alors que la décision du nombre de visites nécessaires au traitement est convenue par le médecin. La seconde hypothèse est qu'il ne doit pas y avoir plus d'un épisode de maladie au cours de la période couverte par la question d'enquête, soit 12 mois dans le cas de l'ENSP. Les modèles en deux étapes permettent également de résoudre un problème qui survient souvent avec les modèles de type Poisson ou binomial négatif lorsqu'il y a beaucoup de zéros dans les données, soit la sous prédiction du nombre de zéros.

La première étape des modèles en deux étapes (MDE) consiste en l'estimation de la probabilité

d'utiliser ou non des ressources de santé à l'aide d'un modèle binaire. Dans le cadre de cet article, c'est un modèle de type logit. Lors de la seconde étape, il s'agit d'estimer la quantité utilisée parmi les individus dont l'utilisation est supérieure à zéro. À cet effet, une régression de type binomiale négative tronquée à zéro est utilisée. Une régression tronquée à zéro s'applique aux variables qui sont observées uniquement quand elles sont supérieures à zéro. L'espérance de la variable dépendante se calcule ainsi :

$$E(y_i|x_i) = Pr(y_i > 0|x_i) \times E(y_i|y_i > 0, x_i) \tag{6}$$

Ceci implique que les individus qui ont des valeurs à zéro ne sont pas considérés dans la seconde étape du modèle. Les variables explicatives des deux parties sont les mêmes, mais leur effet sur la variable dépendante peut changer selon qu'il s'agit d'estimer la probabilité d'avoir un nombre positif d'évènements ou le nombre d'évènements.

L'estimation des coefficients peut s'effectuer par maximum de vraisemblance. Chaque partie de l'équation 6 peut s'estimer de manière individuelle puisque les paramètres ne sont pas les mêmes. Une hypothèse supplémentaire est que le terme d'erreur qui détermine la participation, soit la probabilité d'avoir au moins un, doit être indépendant de celui qui détermine le nombre ou l'ampleur de l'utilisation. Toutefois, les coefficients interprétés séparément ne donnent pas l'effet total des variables explicatives sur la variable dépendante. En effet, il est possible de démontrer que l'effet total des x_i sur la variable y_i est la dérivée de l'équation 6 :

$$\frac{\delta E(y_i|x_i)}{\delta x_{ik}} = \frac{\delta Pr(y_i > 0|\bar{x})}{\delta x_{ik}} \times E(y_i|y_i > 0, \bar{x}) + Pr(y_i > 0|\bar{x}) \times \frac{\delta E(y_i|y_i > 0, \bar{x})}{\delta x_{ik}} \tag{7}$$

Les premiers et derniers termes de la partie de droite de l'équation 7 sont respectivement les effets marginaux de la première étape et de la seconde étape. Pour des fins de simplification, cette équation est évaluée aux valeurs moyennes des variables explicatives x . Le premier terme représente donc les effets marginaux moyens (EMM) de la régression logistique alors que pour

le dernier terme, ce sont les EMM de la régression binomiale négative tronquée à 0.⁴ Le second terme de cette équation est l'espérance de la variable dépendante y étant donnée qu'elle est supérieure à zéro et le troisième terme est la probabilité d'observer la variable dépendante à zéro.

4.3.4 Régression de type logistique

La régression logistique s'applique à des variables qui ne peuvent prendre que deux valeurs, par exemple la consommation d'un médicament ou non. La variable dépendante y peut donc prendre une valeur de un avec probabilité p et une valeur de zéro avec probabilité $1-p$. Cette probabilité est modélisée de la façon suivante :

$$p \equiv Pr[y_i = 1|x_i] = \frac{\exp(x_i'\beta)}{1+\exp(x_i'\beta)} \quad (8)$$

où x_i est un vecteur de variables explicatives et β est un vecteur de coefficients.

L'estimation des paramètres s'effectue encore une fois par maximum de vraisemblance. Tout comme pour les régressions de type Poisson ou binomiale négative, les paramètres estimés n'ont pas une interprétation directe. C'est la MEM qui est utilisée pour représenter l'impact des variables explicatives sur la probabilité que y_i prenne une valeur de un.

Les quatre types de modélisation décrits dans cette sous-section permettent de trouver une relation entre les conditions de santé et l'utilisation de ressources. Ainsi, à chaque année de simulation, il est possible d'estimer la quantité de ressources utilisées en fonction de la santé de la population.

4. Les EMM calculent l'effet d'une variable x_{ik} sur la probabilité que y_i prenne une certaine valeur lorsque toutes les variables explicatives sauf x_{ik} sont fixées à leur valeur moyenne observée

4.4 Module de rajeunissement de la population

Les modules décrits dans les sous-sections 4.1 et 4.2 permettent de faire vieillir la population initiale et de calculer, pour chaque année de simulation, la prévalence de conditions chroniques et de facteurs de risques, l'utilisation de ressources médicales, la taille de la population et le nombre d'individus en institution. Toutefois, pour pouvoir simuler une population totale, il est nécessaire d'ajouter, à chaque année de simulation, une nouvelle cohorte d'individus âgés de 30 ans.

Chaque individu qui entre dans le modèle possède plusieurs caractéristiques, qui peuvent être dénotées par le vecteur $y = (y_1, \dots, y_M)$. Le tableau suivant indique la liste des caractéristiques d'un individu entrant.

Tableau 4.2: Caractéristiques des individus entrants

Âge
Année de naissance
Sexe
Immigrant
Niveau de scolarité
Diabète
Hypertension
Maladies cardiaques
AVC
Cancer
Maladies pulmonaires
Démences
Tabagisme
Obésité
Invalidité

Chaque année, les caractéristiques moyennes de la cohorte entrante changent, ce qui permet d'inclure certaines tendances dans le modèle. Par exemple, la prévalence de l'obésité à 30 ans est plus élevée dans la cohorte de 2016 que dans celle de 2014. L'espérance du vecteur $y = (y_1, \dots, y_M)$ change donc, d'une année à l'autre, en fonction d'une série $\tau_{m,t}$ tel que

$$E_{m,t}[y_m] = \tau_{m,t} E_m[y_m] \quad (9)$$

où t indique l'année et m une caractéristique des individus.

Ainsi, l'espérance de y_m pour chaque nouvelle cohorte dépend de l'espérance de y_m au sein de la population initiale ainsi que du facteur de changement de l'année t .

4.5 Modes du modèle de microsimulation

Maintenant qu'ont toutes été décrites les différentes sections du modèle, il convient de mentionner les deux modes selon lesquels les simulations peuvent être réalisées. Le premier mode, le mode cohorte, utilise seulement les modules de transition et d'utilisation de ressources. Il ne simule que les individus âgés de 30-31 ans en 2010, soit une fraction de la population initiale créée à l'aide de l'ESCC.

Le second mode est le mode population. Dans ce cas, les quatre modules du modèle sont utilisés et, à chaque année de simulation, une nouvelle cohorte d'individus âgés de 30 ans ainsi qu'une vague d'immigration entrent dans le modèle. Puisqu'il s'agit de simuler le vieillissement de toute une population d'individus, la population initiale créée à partir de l'ESCC est utilisée en entier.

La section 4.6 détaille les scénarios simulés à l'aide de COMPAS.

4.6 Scénarios

Les scénarios construits dans le cadre de cet article ont pour objet de modifier l'évolution de l'obésité au sein de la population québécoise.

4.6.1 Scénarios en mode cohorte

Les premiers scénarios sont des scénarios en mode cohorte. Ils permettent de se familiariser avec les effets de l'obésité au niveau individuel.

Il est préférable de commencer avec un scénario de référence, scénario qui sert de base comparative à des scénarios subséquents. Il permet aux individus d'une cohorte de vieillir et de changer d'états de santé en l'absence de restrictions sur les transitions. Ainsi, seules les caractéristiques individuelles déterminent l'état de santé des membres de la cohorte, en opposition aux scénarios alternatifs, où certaines restrictions sont imposées sur la prévalence de l'obésité.

Le second scénario impose une première restriction. Il force les individus simulés à demeurer dans une certaine catégorie d'IMC tout au long de leur vie. Ainsi, si une personne souffre d'obésité de type I en 2010, elle reste ainsi jusqu'à sa mort. Le principe est le même pour les individus de poids santé et pour les personnes souffrant d'obésité de type II-III. Les caractéristiques initiales des individus âgés de 30 ans sont aléatoires, mais les transitions ne sont pas permises : les individus conservent leur état de départ en ce qui a trait à l'IMC. Les autres caractéristiques des individus ne font pas l'objet d'hypothèses différentes de celles contenues dans le scénario de référence. Comme dans le scénario de référence, il est possible de calculer, entre autres, l'utilisation de ressources sur le cycle de vie des individus. Un calcul plus intéressant permet de montrer l'utilisation de ressources et la prévalence de maladies en fonction de l'IMC des personnes simulées.

À l'aide de ces deux scénarios, il est possible de calculer l'effet du traitement (l'imposition d'un certain IMC) pour chaque individu. À titre d'exemple, le modèle permet de récupérer la différence entre le nombre de consultations auprès d'un spécialiste pour l'individu i dans le scénario de référence et le nombre de consultations auprès d'un spécialiste pour ce même individu i lorsque son IMC est demeuré constant au cours de la simulation (scénario alternatif). L'intérêt particulier de la microsimulation est ici apparent : les individus observés dans le premier et le second scénario sont les mêmes individus. Autrement dit, le groupe contrôle et le groupe traité sont identiques en tous points sauf en ce qui a trait au traitement.

Le troisième scénario alternatif élimine l'obésité à 30 ans, mais n'impose pas de restrictions quant aux transitions. Ainsi, une personne peut changer de catégorie d'IMC au cours de la simulation. Par exemple, un tel scénario pourrait être le résultat de politiques publiques (efficaces) encourageant la prévention de l'obésité chez les jeunes. Dans ce cas-ci, il y a deux groupes

d'individus traités : les personnes dont l'IMC est entre 30 et 35 et celles dont l'IMC est supérieur à 35 voient leur obésité disparaître au début de la simulation.

Le quatrième scénario débute comme le scénario précédent, mais impose une restriction sur les transitions à travers différentes catégories d'IMC. Les individus simulés ne peuvent pas devenir obèses au cours de la simulation. Autrement dit, ce scénario est un scénario sans obésité. Les individus ne sont pas obèses à 30 ans et demeurent ainsi jusqu'à leur décès. Tel que précédemment, il y a deux groupes traités. Le traitement, soit l'élimination totale de l'obésité, est toutefois plus contraignant.

4.6.2 Scénarios en mode population

Les scénarios précédents, bien qu'ils permettent une compréhension approfondie des effets de l'obésité au niveau individuel, ne permettent pas d'expliquer ce qu'il advient au niveau de la population. Le mode population permet de calculer les effets cumulatifs d'un changement dans le taux de croissance de l'obésité sur la taille de la population, le nombre d'individus en institution et la proportion de la population qui reçoit des soins à domicile. Un des avantages de ce mode est qu'il permet de calculer l'espérance de vie et le taux de mortalité dans chaque scénario.

Comme pour les simulations en mode cohorte, il faut commencer par créer un scénario de référence. L'objectif de ce scénario est de représenter la situation telle qu'elle serait entre 2010 et 2050 en l'absence de changements dans les tendances observées au cours des dernières années. Il sert également de base comparative à des scénarios subséquents. La spécificité du mode population est l'ajout d'une nouvelle cohorte d'individus âgés de 30 ans à chaque année de la simulation. Ainsi, il est possible de faire en sorte que les cohortes entrantes ne soient pas identiques à celles qui les précèdent. Chaque nouvelle cohorte peut être un peu plus éduquée et avoir un poids moyen un peu plus élevé que la cohorte qui la précède, ce qui ajoute une tendance à la simulation. Toutefois, il est également possible de faire l'inverse. Il faut donc identifier quelles sont les tendances à appliquer aux cohortes entrantes afin que le scénario de référence se rapproche de la situation du statu quo. Ces tendances sont par la suite projetées, avec certaines modifications,

jusqu'en 2050.

Puisque les scénarios reposent sur des changements dans le taux de croissance de l'obésité, les déterminants de l'obésité font l'objet de tendances. Bien que les déterminants soient multiples, les seuls qui sont accessibles dans COMPAS sont l'immigration, l'éducation et la prévalence du tabagisme ([Agence de la santé publique du Canada, sd](#)). Bien entendu, l'obésité varie également dans le temps. Une dernière tendance concerne la mortalité.

Obésité, éducation et tabagisme

Afin d'identifier les tendances historiques concernant l'obésité, l'éducation et le tabagisme, les FMGD de l'ESCC et de l'enquête sur la population active (EPA) de 2000 et 2012 sont utilisés. L'échantillon est restreint à l'ensemble de la population canadienne âgée de 25 à 34 ans. Une hypothèse implicite est donc que l'évolution des caractéristiques est la même au Québec que dans le reste du Canada, même si le niveau ne l'est pas forcément. L'échantillon est restreint aux individus âgés de 25 à 34 ans afin d'avoir suffisamment d'observations tout en restant le plus proche possible de l'âge des cohortes entrantes, soit 30 ans. À ce stade-ci de la conceptualisation du modèle, les tendances sont les mêmes pour les hommes et les femmes.

Selon l'ESCC ([2000b](#), [2012b](#)), le taux d'obésité a augmenté au sein de la population âgée de 25 à 34 ans entre 2000 et 2012. Le taux de croissance annuel moyen (TCAM) a été de 1,09 %⁵. Il s'avère que la croissance de l'obésité est principalement le résultat d'une hausse importante de l'obésité de type II-III d'un peu plus de 2 %, puisque l'obésité de type I n'a augmenté que de 0,12 % par année.

Selon l'EPA ([2000a](#), [2012a](#)), il y a eu une diminution importante de la proportion de Canadiens âgés de 25 à 34 ans qui ne possèdent pas de diplôme. La diminution annuelle moyenne a été de 3,41 %. Inversement, il n'est pas surprenant de constater que la proportion d'individus qui possèdent un diplôme universitaire est en hausse depuis 2000. L'augmentation est de l'ordre de 2,10 % par année.

5. $TCAM = \left(\left(\frac{\text{valeur_finale}}{\text{valeur_initiale}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \times 100 = \left(\left(\frac{0,10}{0,09} \right)^{\frac{1}{12}} - 1 \right) \times 100 \simeq 1,09 \%$

Alors que la tendance est à la hausse pour l'obésité, l'inverse est observé pour le tabagisme (Statistique Canada, 2000b, 2012b). La proportion de fumeurs a diminué d'environ 2,6 % annuellement. Bien que la proportion d'anciens fumeurs soit relativement stable, la proportion de Canadiens qui n'ont jamais fumé a augmenté au cours de la période étudiée. Le TCAM a été de 0,93 %.

Un résumé des TCAM calculés est présenté dans le tableau 4.3 ci-dessous.

Tableau 4.3: TCAM entre 2000 et 2012, population âgées de 25 à 34 ans

Source de Données	Variable	TCAM
ESCC	Obésité type I	0,12%
	Obésité type II-III	2,11%
	Obésité totale	1,09%
EPA	Aucun diplôme	-3,41%
	Diplôme secondaire	-1,46%
	Diplôme collégiale	0,38%
	Diplôme universitaire	2,10%
ESCC	Fumeur actuel	-2,57%
	Ancien fumeur	0,10%
	Jamais fumé	0,93%

Note : calculs de l'auteur effectués à partir de l'ESCC (cycles 1,1 et 5,5) et de l'EPA (2000 et 2012), données pondérées

Projection : immigration

Contrairement à l'éducation, l'obésité et le tabagisme, le traitement de l'immigration dans le modèle ne se base pas sur des tendances historiques. Ce sont plutôt les prévisions de la Régie des rentes du Québec (RRQ) qui sont utilisées. La RRQ prévoit que le solde migratoire total, qui inclut autant les migrations entre les provinces que l'immigration et l'émigration internationales, diminuera légèrement entre 2010 et 2015 (Régie des rentes du Québec, 2013). Alors qu'il était de 38 600 en 2012, il passe à 34 800 en 2015. Il demeure à son niveau de 2015 jusqu'en 2062. Dans le cadre de ce travail, ce sont exactement ces hypothèses qui sont utilisées.

Projection : mortalité

Une autre hypothèse pour le scénario de référence consiste en une amélioration exogène de la mortalité au cours de la simulation. Une telle hypothèse prend en considération les progrès technologiques en matière de santé. Tout comme pour l'immigration, les tendances concernant la mortalité se basent sur des prévisions. Afin d'avoir un scénario de référence qui se rapproche d'une situation de statu quo, les prévisions utilisées sont celles de la Régie des rentes du Québec plutôt que de l'ISQ, leurs estimations concernant l'amélioration de la mortalité étant plus conservatrices. L'hypothèse du scénario de référence est donc que le taux de mortalité diminue entre 2010 et 2050. Les réductions de la mortalité se traduisent en une augmentation de l'espérance de vie d'environ 1,14 ans par décennie pour les hommes et de 0,9 année par décennie pour les femmes ([Régie des rentes du Québec, 2013](#)). Tel que pour l'immigration, les hypothèses de la RRQ concernant l'amélioration de la mortalité sont les mêmes que celles de COMPAS.

Projections : obésité, éducation et tabagisme

Les TCAM calculés pour l'obésité, l'éducation et le tabagisme ne sont pas maintenus tels quels pour chaque année de la simulation. À titre d'exemple, la prévalence de l'obésité de type II-III à 30 ans n'augmente pas de 2,11 % pour chaque cohorte. Les taux sont modifiés afin de refléter, d'une part, une certaine incertitude quant à ce qui se passera dans le futur et, d'autre part, pour prendre en considération certaines particularités québécoises.

Selon l'INSPQ ([2012](#)), entre 1987 et 2010, au Québec, le TCAM de l'obésité a été de 3,34 %. Ce taux est plus élevé que le TCAM trouvé entre 2000 et 2012 en prenant seulement les Québécois âgés de 25 à 34 ans ([Statistique Canada, 2000b, 2012b](#)). Il semble donc y avoir eu un ralentissement de la croissance de l'obésité au cours des dernières années ([Institut national de santé publique du Québec, 2012](#)).

Un effet semblable a lieu pour l'éducation. Les observations québécoises de l'EPA de 1990 à 2000 illustrent que les TCAM étaient plus élevés, en valeur absolue, que pendant la période 2000-2012. Ceci est vrai pour l'ensemble des catégories d'éducation. Il y a donc un signe de ralentissement dans la variation de la proportion d'individus ayant certains diplômes.

Conséquemment, autant pour les variables d'obésité que d'éducation, le TCAM présent dans

le tableau 4.3 est maintenu tel quel seulement entre 2010 et 2020. Il est par la suite coupé de moitié à chaque 10 ans entre 2020 et 2040. Le taux de 2040 est maintenu constant entre 2040 et 2050.

Les tendances concernant le tabagisme au Québec sont relativement stables depuis 2009. Selon Santé Canada (sd), la prévalence de fumeurs est stable, soit autour de 17-20 %. Ceci semble indiquer que la baisse de la prévalence enregistrée entre 2000 et 2012 est principalement la conséquence d'une diminution importante du nombre de fumeurs au début des années 2000. Il n'y a donc pas de raison de croire que la proportion de fumeurs diminuera au sein de chaque cohorte entre 2010 et 2050. De ce fait, chaque nouvelle cohorte comporte a, à 30 ans, la même proportion de fumeurs en ses rangs que les cohortes précédentes. Autrement dit, il n'y a pas de tendances pour le tabagisme dans le modèle.

Le scénario de référence étant construit, il est possible de créer des scénarios alternatifs. Pour des fins de concision, un seul autre scénario est simulé en mode population. Ce scénario est le penchant populationnel du dernier scénario du mode cohorte. Ainsi, en 2010, la population ne souffre pas d'obésité. Les individus qui font leur entrée dans le modèle sont également de poids santé, et il n'est pas possible pour les individus simulés de devenir obèses pendant la simulation.

Les résultats de ces simulations se trouvent dans la section 5.

5 Résultats

Cette section présente les résultats de l'analyse des caractéristiques des individus sur l'utilisation de ressources en santé ainsi que les résultats des différents scénarios simulés.

5.1 Effet de maladies chroniques sur l'utilisation de ressources

Tel qu'expliqué dans la section 4, afin de trouver une relation entre les maladies chroniques et l'utilisation de ressources, une analyse par régression est effectuée. En guise de rappel, des régressions de type Poisson et binomiale négative sont utilisées pour les variables de nombre de visites médicales ou de nuits d'hospitalisation. Des modèles en deux étapes sont également considérés. La régression logistique est utilisée pour les variables qui ne peuvent prendre que deux valeurs. Bien que le type de régression change selon les variables d'utilisation de soins de santé, les variables de contrôles et les variables explicatives demeurent les mêmes.

D'abord, les variables d'obésité sont incluses dans toutes les régressions au moyen de deux variables dichotomiques : la première capte l'obésité de type I et la seconde l'obésité de type II-III. Les variables d'invalidité et de présence des sept maladies sont présentes dans les régressions. Le tabagisme est représenté par deux variables dichotomiques, soit une pour les anciens fumeurs et une pour les fumeurs.

Les variables sociodémographiques utilisées sont le sexe, l'âge, le statut d'immigration, l'éducation et un indicateur pour les répondants vivant au Québec. Cette dernière variable permet de capter une différence possible entre les répondants québécois et ceux du reste du Canada. Le lien entre l'âge et l'utilisation de ressources ne semble pas être linéaire. Plus précisément, il semble y avoir un changement à partir de 50 ans. Afin de capter ce lien, un noeud y a été créé (Goldman *et al.*, 2005). Il y a donc deux variables d'âge, une pour les individus âgés de moins de 50 ans et une pour ceux qui ont plus de 50 ans. Cette seconde variable capte en fait le nombre d'années écoulées depuis que l'individu a atteint 50 ans (elle prend une valeur de cinq pour quelqu'un qui a 55 ans). Ceci implique que le coefficient estimé pour la première variable d'âge capte l'effet

de l'âge jusqu'à 50 ans sur la variable dépendante. Similairement, le coefficient de la seconde variable est l'effet de l'âge après 50 ans sur l'utilisation de ressources en santé.

Tous les résultats sont pondérés afin de représenter la population canadienne totale.

5.1.1 Régression de type Poisson

Les effets marginaux des caractéristiques individuelles sur l'utilisation de ressources sont présentés dans le tableau 5.1 ci-dessous. Les maladies, à l'exception des démences, sont liées à davantage de consultations auprès d'un médecin omnipraticien. Le lien est particulièrement important pour les patients souffrant d'une certaine forme de cancer, d'hypertension ou de maladies cardiaques ou pulmonaires, ceux-ci ayant effectué, en moyenne, au cours d'une période de 12 mois, un peu plus d'une consultation de plus que ceux qui n'en souffrent pas.

Tel qu'attendu, les fumeurs et les anciens fumeurs consultent davantage que ceux qui n'ont jamais fumé, et la relation est plus importante pour les anciens fumeurs. Ceci peut s'expliquer par le délai important entre le moment où les individus commencent à fumer et l'apparition de maladies. Il est donc possible que les anciens fumeurs aient fumé pendant une plus longue période de temps que les fumeurs. Les individus obèses de type I ont, en moyenne, 0,35 consultation de plus que les individus de poids santé, légèrement trop élevé ou trop faible⁶. Pour l'obésité de type II-III, l'augmentation est plutôt de l'ordre de 0,57 visite. Tous les types d'invalidité ont une relation positive avec le nombre de consultations. Les individus qui ont 2 incapacités ou plus ont près de 2,3 consultations de plus, en moyenne, que ceux qui n'en ont pas. Comparativement aux individus n'ayant pas de diplôme, ceux qui en ont un consultent moins souvent. La variable dichotomique pour les résidents du Québec est hautement significative et négative : il apparaît que les Québécois ont, en moyenne, une consultation de moins que les résidents du reste du Canada. Les immigrants au Canada sont plus susceptibles de consulter, mais ce lien est relativement faible, soit autour de 0,29 visite supplémentaire en moyenne.

6. Au long de ce travail, toute mention d'individus de poids santé ou d'individus ayant un IMC inférieur à 30 fait référence à cette catégorie d'individus

Tableau 5.1: Régression de type Poisson : effets marginaux

Variable	Effets marginaux (Écart-types)		
	Nb. consult. omnipraticien	Nb. consult. spécialiste	Nb. nuits d'hospitalisation
Sexe	0,754*** (0,05)	0,234*** (0,02)	-0,013 (0,06)
Âge : moins de 50 ans	-0,009* (0,00)	0,000 (0,00)	0,003 (0,01)
Âge : plus de 50 ans	0,006* (0,00)	-0,008*** (0,00)	0,010*** (0,00)
Immigrant	0,294*** (0,07)	0,015 (0,03)	-0,187** (0,07)
Diplôme d'études secondaires	-0,235*** (0,06)	0,205*** (0,03)	-0,113 (0,06)
Diplôme d'études collégiales	-0,250*** (0,07)	0,201*** (0,04)	-0,145* (0,07)
Diplôme d'études universitaires	-0,401*** (0,07)	0,370*** (0,05)	-0,162 (0,12)
Réside au Québec	-0,950*** (0,05)	0,091** (0,03)	0,340*** (0,09)
Prévalence du diabète	0,955*** (0,10)	0,102** (0,04)	0,269** (0,10)
Présence de l'hypertension	1,096*** (0,06)	0,138*** (0,03)	0,218** (0,07)
Présence du cancer	1,107*** (0,14)	1,563*** (0,10)	0,918*** (0,17)
Présence de maladies cardiaques	1,075*** (0,09)	0,501*** (0,05)	0,725*** (0,11)
Présence d'un AVC	0,390* (0,15)	-0,122** (0,04)	0,479* (0,19)
Présence de maladies pulmonaires	1,042*** (0,13)	0,207*** (0,05)	0,000 (0,10)
Présence de démences	0,041 (0,19)	0,063 (0,10)	0,190 (0,20)
Obésité de type I	0,345*** (0,06)	0,066* (0,03)	-0,141* (0,06)
Obésité de type II-III	0,572*** (0,11)	0,101* (0,04)	0,067 (0,12)
Fumeur	0,169* (0,07)	-0,000 (0,03)	0,233* (0,12)
Ancien fumeur	0,187*** (0,05)	0,090*** (0,02)	0,191** (0,06)
Invalidité : 1 AVQ et/ou cognitif	1,665*** (0,11)	0,677*** (0,06)	2,021*** (0,28)
Invalidité : 2+ AVQ avec/sans cognitif	2,278*** (0,14)	0,872*** (0,08)	3,633*** (0,37)
Nombre d'observations	82,715	82,924	76,628
Moyenne de la variable dépendante	3,11	0,75	0,86
Légende	* p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001		

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Les résultats concernant le nombre de consultations auprès d'un médecin spécialiste sont semblables pour plusieurs variables de maladies, mais l'ampleur des effets marginaux varie. Le résultat le plus marqué concerne la présence du cancer. Les individus qui en souffrent effectuent, en moyenne, 1,56 consultation de plus que les individus qui n'en souffrent pas. La présence de maladies cardiaques est associée à une hausse de 0,5 consultation en moyenne. Les maladies pulmonaires, le diabète et l'hypertension sont associées à davantage de consultations auprès d'un médecin spécialiste, mais l'ampleur de la relation est plutôt faible, de l'ordre de 0,1 ou 0,2 consultation supplémentaire. Les AVC sont négativement liés aux consultations. La présence de démence n'a toujours pas de relation significative avec les consultations. Les deux variables

d'invalidité considérées augmentent le nombre de consultations auprès d'un spécialiste de 0,68 et 0,87 respectivement. La présence d'obésité est plus faiblement liée aux consultations auprès d'un spécialiste qu'auprès d'un omnipraticien. L'obésité de type II-III augmente, en moyenne, le nombre de consultations auprès d'un spécialiste de 0,1 consultation. La variable pour le Québec est toujours significative, bien que cette fois la relation soit positive, les Québécois ayant effectué, en moyenne, 0,09 consultation de plus que les individus du reste du Canada. Les individus ayant un diplôme d'études secondaires, collégiales ou universitaires ont fait appel aux services de médecins spécialistes plus fréquemment que ceux n'ayant pas de diplôme.

Les maladies pulmonaires et les démences n'ont pas de pouvoir prédictif sur le nombre de nuits passées dans un établissement de soins. Par contre, les autres maladies considérées sont associées à un nombre de nuits plus élevé. La présence d'un cancer augmente le nombre de nuits d'hospitalisation de 0,92 nuit en moyenne alors que pour les maladies cardiaques, l'augmentation est de 0,73 nuit. L'obésité de type I diminue, en moyenne, le nombre de nuits d'hospitalisation de 0,14 nuit. Les répondants souffrant de deux incapacités ou plus ont 3,63 nuits d'hospitalisation de plus que ceux qui n'ont pas de limitations. L'effet marginal du tabagisme est positif et légèrement plus important pour les fumeurs que pour les anciens fumeurs.

Les coefficients de régression trouvés pour l'âge sont, dans certaines spécifications, négatifs. Étant donné que l'âge est déjà capté par la présence de maladies (la prévalence de maladies augmente avec l'âge), les coefficients de l'âge captent des effets résiduels, ce qui peut expliquer que parfois leur signe est négatif.

5.1.2 Régression de type binomiale négative

En ce qui concerne le nombre de consultations auprès d'un médecin spécialiste et d'un médecin omnipraticien, les effets marginaux trouvés à l'aide de la régression binomiale négative sont de mêmes signes et d'ampleur semblable à ceux trouvés à l'aide de la régression de type Poisson (voir tableau 5.2).

La présence du diabète, de l'hypertension, d'un cancer, de maladies cardiaques ou de ma-

maladies pulmonaires augmente le nombre de consultations auprès d'un omnipraticien de plus de 1,2 consultations, en moyenne. L'obésité de types I et II-III augmente également le nombre de consultations, de 0,36 et 0,7 respectivement. Les individus souffrant de plus de deux limitations dans les AVQ avec ou sans problèmes cognitifs, ont, en moyenne, 2,5 consultations de plus. Les Québécois ont consulté, en moyenne, moins souvent que les résidents de l'extérieur de la province, soit une consultation de moins.

Cinq des maladies considérées sont positivement et significativement liées au nombre de consultations auprès d'un médecin spécialiste. Ainsi, la présence du diabète, de l'hypertension, d'un cancer, de maladies cardiaques ou de maladies pulmonaires est associée à une hausse des consultations. La présence d'un cancer est liée à une hausse de près de 2 consultations auprès de spécialistes en 12 mois alors que la présence de maladies pulmonaires augmente le nombre de consultations de 0,25. L'obésité de type II-III augmente de 0,11 le nombre de consultations auprès d'un spécialiste.

La présence de démences n'est pas significativement liée au nombre de nuits d'hospitalisation de courte durée, mais toutes les autres maladies le sont. La présence d'un cancer ou d'un AVC est associée à une augmentation moyenne de plus de 2 nuits d'hospitalisation. Les personnes souffrant de plus de 2 limitations dans les AVQ ont, en moyenne, 4,17 nuits de plus que celles n'ayant pas de limitations ni de problèmes cognitifs. L'obésité de type II-III augmente le nombre de nuits d'hospitalisation de 0,41 nuit en moyenne. Le coefficient de l'obésité de type I n'est pas significatif et est très près de zéro.

Tableau 5.2: Régression de type binomiale négative : effets marginaux

Variable	Effets marginaux (Écart-types)		
	Nb. consult. omnipraticien	Nb. consult. spécialiste	Nb. nuits d'hospitalisation
Sexe	0,861*** (0,05)	0,272*** (0,02)	0,211* (0,10)
Âge : moins de 50 ans	-0,015*** (0,00)	-0,000 (0,00)	-0,008 (0,01)
Âge : plus de 50 ans	0,013*** (0,00)	-0,005*** (0,00)	0,027*** (0,01)
Immigrant	0,320*** (0,07)	0,010 (0,03)	-0,216 (0,12)
Diplôme d'études secondaires	-0,256*** (0,07)	0,216*** (0,03)	-0,133 (0,11)
Diplôme d'études collégiales	-0,255** (0,08)	0,205*** (0,04)	-0,206 (0,11)
Diplôme d'études universitaires	-0,380*** (0,08)	0,395*** (0,05)	-0,242 (0,16)
Réside au Québec	-0,931*** (0,05)	0,092** (0,03)	0,636*** (0,18)
Présence du diabète	1,216*** (0,11)	0,179*** (0,04)	0,533*** (0,15)
Présence de l'hypertension	1,228*** (0,06)	0,167*** (0,03)	0,297** (0,10)
Présence du cancer	1,353*** (0,15)	1,929*** (0,12)	2,851*** (0,44)
Présence de maladies cardiaques	1,306*** (0,10)	0,636*** (0,05)	1,639*** (0,19)
Présence d'un AVC	0,667*** (0,19)	-0,079 (0,06)	2,059** (0,75)
Présence de maladies pulmonaires	1,307*** (0,14)	0,253*** (0,06)	0,370* (0,19)
Présence de démences	0,057 (0,21)	0,118 (0,12)	0,163 (0,27)
Obésité de type I	0,364*** (0,07)	0,056 (0,03)	-0,037 (0,11)
Obésité de type II-III	0,698*** (0,12)	0,112* (0,05)	0,405* (0,19)
Fumeur	0,176* (0,07)	0,001 (0,03)	0,294 (0,18)
Ancien fumeur	0,194*** (0,06)	0,090*** (0,02)	0,127 (0,11)
Invalidité : 1 AVQ et/ou cognitif	1,847*** (0,12)	0,713*** (0,07)	2,682*** (0,41)
Invalidité : 2+ AVQ avec/sans cognitif	2,541*** (0,14)	0,941*** (0,08)	4,166*** (0,38)
Nombre d'observations	82,715	82,924	76,628
Moyenne de la variable dépendante	3,11	0,75	0,86
Légende	* p<0,05; **p<0,01; *** p<0,001		

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Le tableau 5.3 présente les statistiques des tests du rapport de vraisemblance (LR). Ces tests permettent d'évaluer la pertinence de l'hypothèse d'équidispersion du modèle de Poisson. Il est possible d'utiliser un test de type LR puisque la distribution de Poisson est un cas spécifique de la distribution binomiale négative. En effet, lorsque le coefficient de surdispersion du modèle binomial négatif converge vers 0, la distribution binomiale négative converge vers une distribution de Poisson (Cameron et Trivedi, 2005). Le test du rapport de vraisemblance (LR) se définit comme :

$LR = -2 \times (\text{le logarithme de la vraisemblance du modèle de Poisson} - \text{le logarithme de la vraisemblance du modèle binomial négatif}) \sim \chi^2(1)$.

Il teste l'hypothèse nulle que le coefficient de surdispersion est égal à 0.

Tableau 5.3: Test du rapport de vraisemblance

	Nb. consult. omnipraticien	Nb. consult. spécialiste	Nb. nuits d'hospitalisation
Statistique du Test	1,45E+08	9,40E+07	3,81E+08
p-value	0,0000	0,0000	0,0000

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Pour l'ensemble des variables, l'hypothèse d'équidispersion des données est rejetée. Ceci implique que le modèle binomial négatif permet de représenter les données avec davantage de précision que le modèle de Poisson. Ce sont donc les résultats du modèle binomial négatif qui sont utilisés afin de calculer l'utilisation de ressources au sein de COMPAS.

5.1.3 Modèle en deux étapes

Les résultats d'estimation du modèle en deux étapes ne sont pas présentés puisque les résultats sont semblables à ceux du modèle binomial négatif. De plus, les critères de sélection d'Akaike (AIC) et de Bayes (BIC) montrent, dans le tableau 5.4, que les deux modèles performant de manière semblable.

Tableau 5.4: Critères de sélection d'Akaike et de Bayes

	AIC	BIC
<i>Négatif binomial</i>	5,52E+08	5,52E+08
Nb. consult. omnipraticien	2,70E+08	2,70E+08
Nb. consult. spécialiste	1,35E+08	1,35E+08
Nb. nuits hospitalisation		
<i>MDE</i>		
Nb. consult. omnipraticien	5,48E+08	5,48E+08
Nb. consult. spécialiste	2,67E+08	2,67E+08
Nb. nuits hospitalisation	1,31E+08	1,31E+08

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9. Les résultats sont arrondis.

En outre, l'utilisation des résultats du modèle en deux étapes complexifie énormément la microsimulation dynamique et le faible gain en termes de qualité du modèle du MDE ne semble pas suffisant pour justifier son utilisation.

5.1.4 Régression de type logistique

Le tableau 5.5 montre les effets marginaux de chacune des variables explicatives sur les variables binaires d'utilisation de ressources, soit la consommation d'au moins un médicament et l'utilisation (ou non) de services à domicile.

Toutes les maladies, à l'exception des démences, sont associée à une augmentation de la probabilité de consommer au moins au médicament. Cette relation est particulièrement importante pour l'hypertension. Ceux qui en souffrent ont une probabilité 14,2 % plus élevée de consommer au moins un médicament que ceux qui n'en souffrent pas. Les personnes qui ont une maladie cardiaque ont 13,0 % plus de chances de consommer un médicament. L'obésité de type II-III augmente la probabilité de consommer au moins un médicament de 4,3 % alors que pour celle de type I, l'augmentation est de 2,7 %. Tous les types d'invalidité augmentent la probabilité de consommer minimalement un médicament d'au moins 6,4 %. Résider au Québec diminue la probabilité de consommer au moins un médicament de 2,3 %. Les anciens fumeurs ont une probabilité de 3,6 % plus élevée de consommer au moins un médicament, mais il ne semble pas y avoir de liens entre le fait de fumer et de consommer au moins un médicament.

La dernière variable d'utilisation de soins de santé étudiée est celle concernant les services à domicile. Les effets marginaux trouvés sont généralement assez faibles, soit de moins de 1 %. Toutefois, la probabilité de recevoir des soins à domicile augmente de manière très importante pour les individus qui ont au moins deux limitations dans les AVQ. L'effet marginal pour ces derniers est de 17,8 %. Les seules maladies fortement liées à la probabilité de recevoir des soins à domicile sont les cancers, les AVC et les maladies cardiaques. Ces maladies augmentent de 3,3 %, 1,5 % et 1,2 % respectivement la probabilité de recevoir des services à domicile. Il est important de noter que les individus qui souffrent d'obésité de type II-III ont 1% plus de chances de recevoir des soins à domicile que les individus de poids santé.

Tableau 5.5: Régression de type logistique : effets marginaux

Variable	Effets marginaux (Écart-types)	
	Consommation médicament	Reçoit services à domicile
Sexe	0,099*** (0,00)	0,007*** (0,00)
Âge : moins de 50 ans	-0,000 (0,00)	-0,000 (0,00)
Âge : plus de 50 ans	0,001** (0,00)	0,002*** (0,00)
Immigrant	-0,046*** (0,01)	-0,007** (0,00)
Diplôme d'études secondaires	0,029*** (0,00)	-0,002 (0,00)
Diplôme d'études collégiales	0,037*** (0,01)	-0,002 (0,00)
Diplôme d'études universitaires	0,048*** (0,01)	-0,004 (0,00)
Réside au Québec	-0,023*** (0,00)	0,002 (0,00)
Présence du diabète	0,117*** (0,00)	0,009** (0,00)
Présence de l'hypertension	0,142*** (0,00)	-0,001 (0,00)
Présence du cancer	0,062*** (0,01)	0,033*** (0,00)
Présence de maladies cardiaques	0,130*** (0,00)	0,012*** (0,00)
Présence d'un AVC	0,095*** (0,01)	0,015*** (0,00)
Présence de maladies pulmonaires	0,081*** (0,01)	0,009** (0,00)
Présence de démences	-0,044 (0,03)	0,002 (0,00)
Obésité de type I	0,027*** (0,00)	-0,001 (0,00)
Obésité de type II-III	0,043*** (0,01)	0,010* (0,00)
Fumeur	0,007 (0,00)	0,001 (0,00)
Ancien fumeur	0,036*** (0,00)	0,001 (0,00)
Invalidité : 1 AVQ et/ou cognitif	0,064*** (0,01)	0,079*** (0,00)
Invalidité : 2+ AVQ avec/sans cognitif	0,083*** (0,01)	0,178*** (0,01)
Nombre d'observations	82,199	83, 524
Moyenne de la variable dépendante	84,58%	3,40%

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Ce qui ressort des analyses de cette section est que les maladies et la présence de limitations dans les AVQ sont des facteurs importants lorsqu'il s'agit d'expliquer l'utilisation de ressources médicales. La relation entre l'obésité et l'utilisation est généralement significative, mais a une importance un peu plus faible que celle entre les maladies et l'utilisation. Toutefois, tel qu'expliqué dans la section 3, la prévalence de maladies est plus élevée parmi les individus obèses et ce sont ces maladies qui sont associées à une utilisation beaucoup plus importante. De surcroît, il résulte des analyses que l'obésité de type II-III est plus fortement liée à l'utilisation que celle de type I.

5.2 Scénarios en mode cohorte

Les résultats de la sous-section 5.1 illustrent l'utilisation de ressources selon différentes caractéristiques individuelles, dont l'IMC, mais sur un horizon temporel statique. La présente section détaille l'utilisation et la prévalence d'états de santé entre 2010 et 2050.

5.2.1 Scénario de référence

Ce premier scénario permet de représenter l'évolution de la santé d'une cohorte : les caractéristiques initiales des membres de la cohorte et les possibilités de transition à travers différents états ne sont pas restreintes. Il illustre également ce qu'il advient de la taille de la cohorte ainsi que de l'utilisation de ressources sur l'ensemble du cycle de vie des individus⁷.

Le vieillissement de la cohorte s'accompagne d'une augmentation continue de la prévalence de maladies. La figure 5.1 illustre la croissance de la prévalence de maladies à chaque âge. Lorsque la cohorte a 30 ans, la prévalence de maladies est faible, soit de moins de 10 % pour chaque maladie considérée. La prévalence augmente rapidement lorsque la cohorte atteint 50 ans, du moins pour l'hypertension, les maladies cardiaques et pulmonaires, le diabète et le cancer. Pour les AVC et les démences, l'accélération s'effectue plutôt entre 50 et 60 ans, mais demeure tout de même relativement faible. Les maladies qui augmentent le plus avec l'âge sont l'hypertension, le diabète et les maladies cardiaques. Entre 30 et 70 ans, la prévalence de l'hypertension augmente de 50,6 points de pourcentage, atteignant 56 % des individus âgés de 70 ans. La croissance de la prévalence du diabète et des maladies cardiaques est plus faible, soit de 19,1 points de pourcentage pour la première condition et de 25,8 pour la seconde.

Outre les maladies, la prévalence de l'obésité varie également avec l'âge. La figure 5.2 présente la croissance de la prévalence d'obésité au sein de la cohorte entre 30 et 70 ans. Jusqu'à l'âge de 56 ans, la prévalence de l'obésité de type I augmente de manière continue. À 56 ans, 15 % de la cohorte souffre d'obésité de type I. De manière similaire, la prévalence de l'obésité de type II-III

7. Dans le cadre de ce modèle, l'ensemble du cycle de vie des individus commence à 30 ans et se termine lors du décès de la personne

augmente jusqu'à ce que la cohorte ait 54 ans. 5,4 % des Québécois de 54 ans sont obèses de type II-III, ce qui représente une hausse de 2,6 points de pourcentage par rapport à la prévalence à 30 ans. À partir de 60 ans, la prévalence de l'obésité décline constamment. Une explication provient du fait qu'à partir de 50 ans, la relation entre l'âge et la probabilité de devenir obèse est négative, ce qui peut créer la diminution de la prévalence d'obésité.

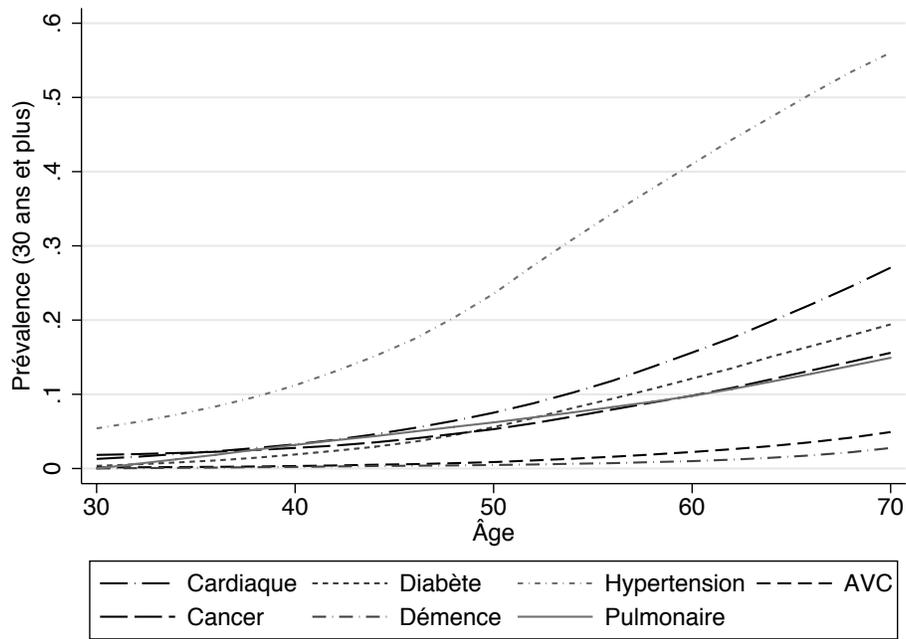


Figure 5.1: Prévalence simulée de maladies par âge

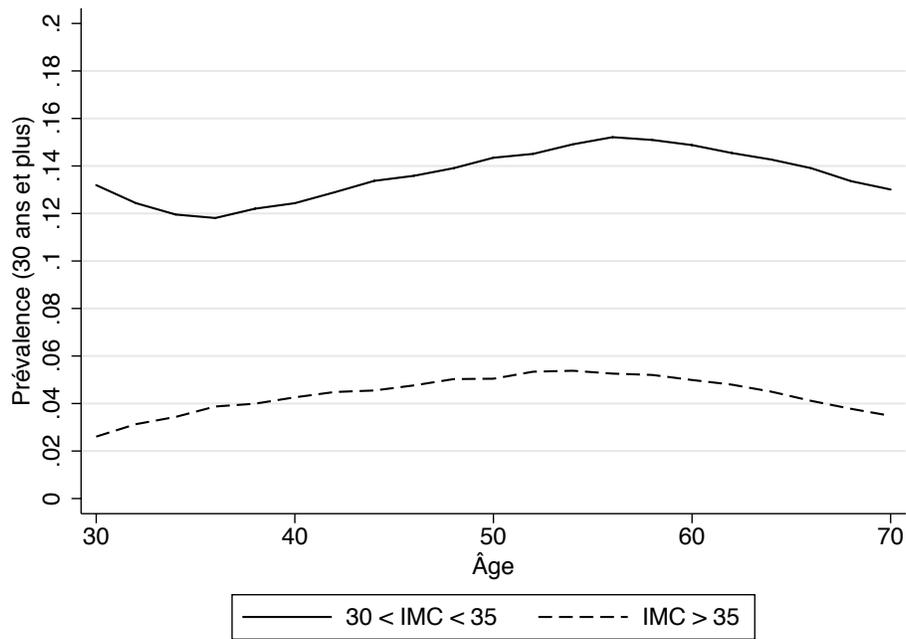


Figure 5.2: Prévalence simulée d'obésité par âge

Les Québécois souffrent donc de différents problèmes de santé qui, dans la plupart des cas,

nécessitent des soins. Ainsi, au cours de leur vie⁸, les Québécois consultent, en moyenne, un médecin omnipraticien 192 fois et un médecin spécialiste 81 fois. La figure 5.3 illustre la distribution du nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens et spécialistes. Tel qu'illustré dans la figure, il y a un faible pourcentage de la population qui utilise beaucoup plus de ressources que la moyenne (représentée par la ligne verticale noire) et très peu d'individus qui ne consultent jamais de médecins. Étant donné que la figure montre l'utilisation au cours de la vie d'un individu, un tel résultat est attendu. Très rares sont les personnes qui n'ont jamais fait appel à un médecin au cours de leur vie.

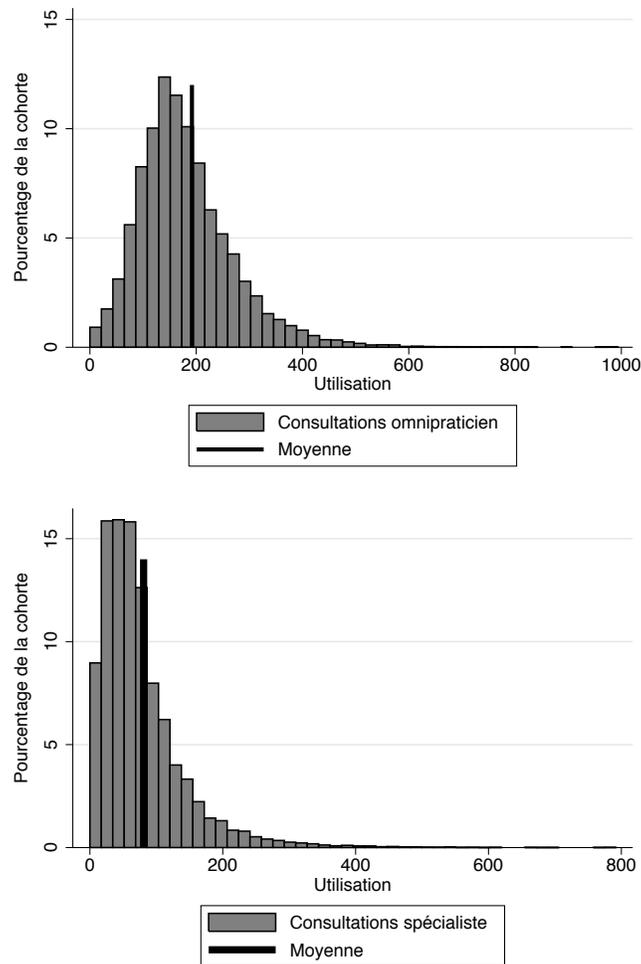


Figure 5.3: Pourcentage de la cohorte qui consulte un médecin

8. Entre 30 ans et leur décès

Au cours de leur vie, les Québécois passent, en moyenne, 11 mois en hospitalisation de courte durée et consomment au moins un médicament pendant 52 années. Ils reçoivent des soins à domicile relativement peu longtemps, soit 4,71 ans en moyenne. À noter que les soins à domicile s'appliquent uniquement aux individus qui demeurent en ménage privé, dont la santé ne se détériore pas au point de devoir entrer en institution. La figure 5.4 illustre la distribution du nombre d'années pendant lesquelles les individus consomment au moins un médicament et reçoivent des services à domicile.

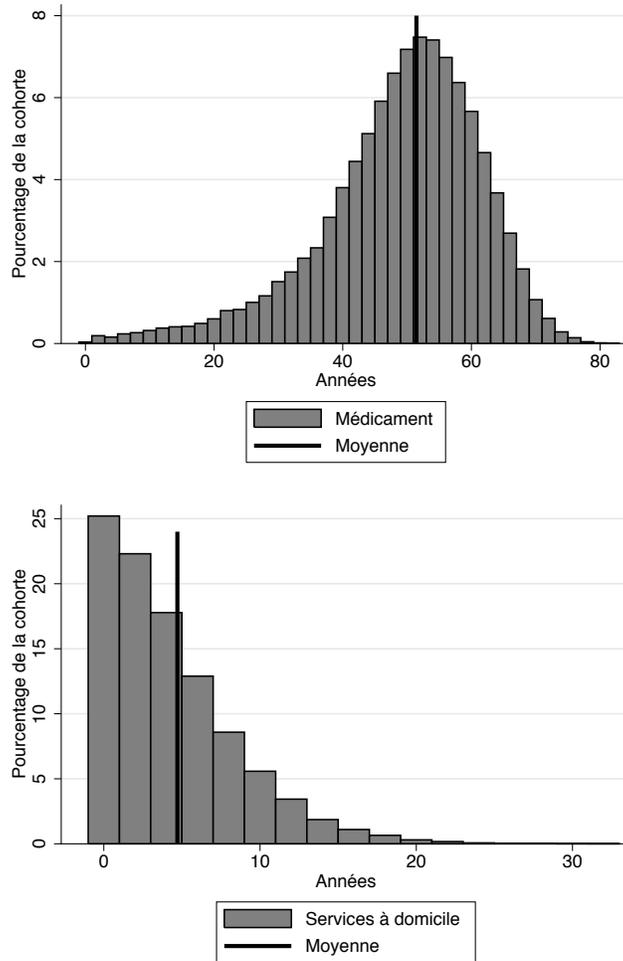


Figure 5.4: Pourcentage de la cohorte qui consomme un médicament et reçoit des services à domicile

Parmi les membres de la cohorte qui souffrent d'obésité, la prévalence de maladies est plus éle-

vée. Ceci est particulièrement important pour le diabète, l'hypertension, les maladies cardiaques et le cancer. Dans des travaux basés sur des données provenant des États-Unis, [Lakdawalla et al. \(2005\)](#) trouvent également que la prévalence de diabète, d'hypertension et de maladies cardiaques est plus élevée pour les individus obèses que pour les individus de poids santé. La figure 5.5 illustre la prévalence relative de maladies par âge. C'est donc le ratio de la prévalence simulée de maladies parmi les individus obèses sur la prévalence parmi les individus de poids santé. Un chiffre supérieur à 1 indique que la prévalence simulée de maladies est plus élevée parmi les personnes obèses. La prévalence du diabète est deux fois plus élevée, à 42 ans, pour les individus dont l'IMC se situe entre 30 et 35 que pour les individus de poids santé. Cette différence est encore plus marquée pour les individus qui souffrent d'obésité de type II-III, ces derniers ayant 3 fois plus de diabète en leurs rangs, à 44 ans, que les individus de poids santé. À 70 ans, la prévalence du diabète est de 28 % pour les obèses de type I et de 40 % pour les obèses de type II-III, alors qu'elle n'est que de 17 % au sein de la population de poids santé. L'hypertension atteint également davantage les individus obèses. À 48 ans, la prévalence est 22 % plus élevée pour les Québécois obèses de type I et 48 % plus élevée pour les obèses de type II-III. C'est à 40 ans que l'écart de prévalence de maladies cardiaques est le plus élevé entre les individus de poids santé et ceux qui sont obèses de type I. Ces derniers ont 28 % plus de problèmes cardiaques en leurs rangs que les Québécois de poids santé. Cet écart passe à 30 % pour l'obésité de type II-III. Il ressort également que la prévalence d'une certaine forme de cancer est 36 % plus importante pour les individus dont l'IMC est supérieur à 35, à 50 ans.

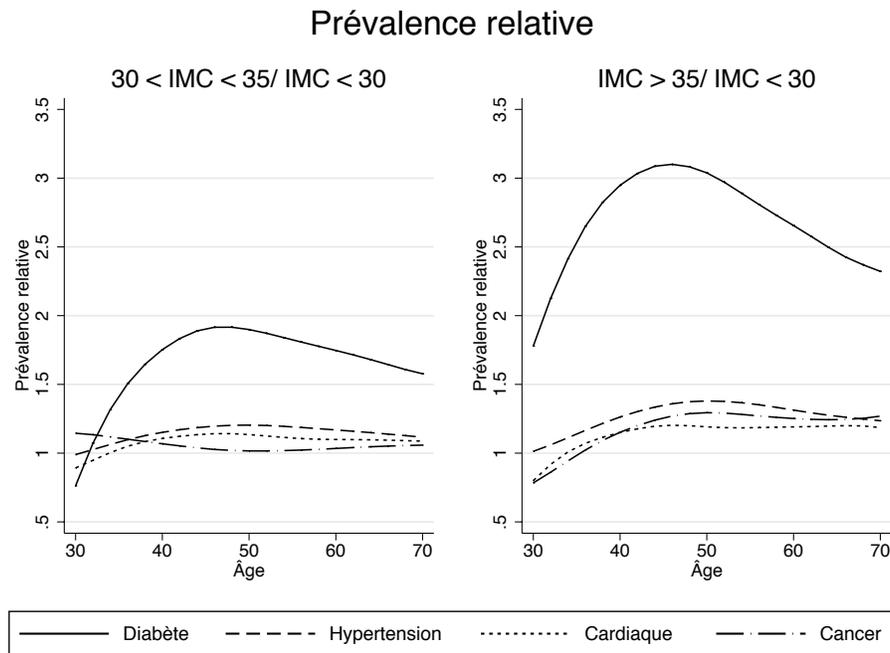


Figure 5.5: Prévalence relative par âge

La prévalence de démences est généralement plus faible au sein de la population obèse qu’au sein de la population de poids santé. À 70 ans, les personnes obèses de type I ont 13 % moins de démences que les personnes de poids santé. Cette différence s’accroît pour l’obésité de type II-III. Elle est de 33 % à 70 ans. Un tel résultat s’applique également aux AVC. En moyenne, il y a 15 % moins d’AVC au sein de la population obèse qu’au sein de la population de poids santé.

La majorité des maladies étant plus présentes parmi les individus obèses, il n’est pas surprenant de constater que l’utilisation de ressources augmente, de manière générale, selon l’IMC des individus. Le tableau 5.6 montre la moyenne d’utilisation selon l’IMC des individus à 30 ans. Au cours de leur vie, les individus de poids santé à 30 ans consultent un omnipraticien 179 fois en moyenne. En comparaison, un individu dont l’IMC se situe entre 30 et 35 consultera 188 fois, alors qu’un individu dont l’IMC est supérieur à 35 consultera 196 fois. La moyenne d’utilisation pour les individus obèses est statistiquement différente de la moyenne des individus de poids santé (représentée par une étoile dans le tableau). Un schéma semblable émerge pour les consultations auprès de médecins spécialistes. Les Québécois obèses de type I ont 3,5 consultations de

plus que les Québécois de poids santé. Pour les obèses de type II-III, cette différence est de 5,4 consultations.

Tableau 5.6: Utilisation de ressources par catégorie d'IMC

	IMC	Référence
Nb. consult. omnipraticien	IMC inférieur à 30	179,3
	IMC entre 30 et 35	188,0 *
	IMC supérieur à 35	196,1 *
Nb. consult. spécialiste	IMC inférieur à 30	75,9
	IMC entre 30 et 35	79,5 *
	IMC supérieur à 35	81,3 *
Nb. nuits hospitalisation	IMC inférieur à 30	298,4
	IMC entre 30 et 35	310,7
	IMC supérieur à 35	320,8
Consommation médicament	IMC inférieur à 30	48,83
	IMC entre 30 et 35	49,60 *
	IMC supérieur à 35	49,76 *
Reçoit services à domicile	IMC inférieur à 30	4,25
	IMC entre 30 et 35	4,39 *
	IMC supérieur à 35	4,32
* Indique que la moyenne est significativement différente de celle pour les individus avec IMC inférieur à 30		

Bien qu'il semble également y avoir une différence en ce qui concerne le nombre de nuits d'hospitalisation, ces différences ne sont pas significatives. Les individus obèses consomment au moins un médicament pendant davantage d'années que les individus de poids santé. L'écart est faible, soit de 0,77 année pour les individus dont l'IMC se situe entre 30 et 35 et de 0,93 pour ceux dont l'IMC est supérieur à 35.

Ainsi, il semblerait que l'obésité soit, du moins partiellement, responsable d'une utilisation accrue de services médicaux. Malgré une plus grande prévalence de la majorité des maladies, les individus obèses ne vivent pas moins longtemps que les individus de poids santé. Ceci peut s'expliquer par leur utilisation plus importante de services médicaux, qui augmente leur durée de vie, ou par la prévalence moins élevée de démences et d'AVC en leurs rangs à des âges avancés. Une dernière explication est tout simplement que le nombre de personnes qui ont plus d'une limitation dans les AVQ est essentiellement identique par IMC.

5.2.2 Scénarios alternatifs

Les scénarios alternatifs reposent tous sur des changements quant à l'évolution de l'obésité au sein de la cohorte. Bien qu'ils aient été décrits dans la partie 4.6.1, la figure 5.6 illustre ce qu'il advient de la prévalence de l'obésité, par âge, dans chaque scénario. Les lignes pleines réfèrent au scénario de référence, les tirets au scénario où l'IMC demeure constant et les tirets-points au scénario de prévention de l'obésité. Le dernier scénario, qui suppose l'absence d'obésité, n'est pas illustré sur le graphique, puisque la prévalence d'obésité est de 0 à chaque âge. Les lignes noires illustrent l'évolution de l'obésité de type I et les lignes grises celle de l'obésité de type II-III.

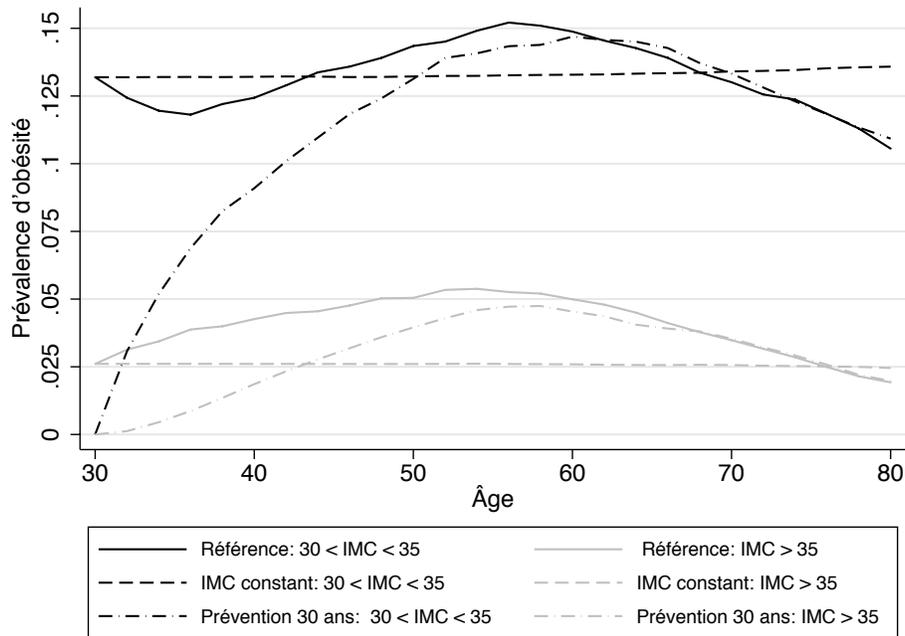


Figure 5.6: Prévalence d'obésité par âge dans chaque scénario

Le scénario où l'IMC demeure constant implique que la prévalence de l'obésité de type I demeure plutôt stable, soit autour de 13,2 %, alors que celle de type II-III est d'environ 2,5 %. Dans le second scénario, malgré l'imposition du poids santé à 30 ans, la prévalence de l'obésité rattrape celle du scénario de référence au fur et à mesure que la cohorte vieillit. À 60 ans, la prévalence de l'obésité de type I est identique dans le scénario de référence et dans le scénario de prévention, soit à 14,8 %. Ce n'est qu'à partir de 68 ans que la prévalence d'obésité de type

II-III est identique dans ces deux scénarios.

Les variations dans la prévalence de l'obésité se répercutent sur le nombre d'années pendant lesquelles les individus souffrent des maladies les plus typiquement liées à l'obésité, soit le diabète, l'hypertension et les maladies cardiaques.

Le tableau 5.7 illustre la différence entre le nombre d'années où les individus souffrent d'une certaine maladie dans les scénarios alternatifs et le nombre d'années pendant lesquelles les individus souffrent de ces mêmes maladies dans le scénario de référence. Un chiffre positif indique que les personnes souffrent de maladies plus longtemps dans le scénario alternatif. Afin de pouvoir comparer les mêmes individus dans chaque scénario, un individu est obèse de type I ou II-III s'il est obèse de type I ou II-III à 30 ans dans le scénario de référence.

La différence n'est pas présentée pour les individus dont l'IMC est inférieur à 30 puisque les scénarios alternatifs ont peu ou pas d'effets sur ces derniers. Une première constatation est qu'il y a une augmentation du nombre d'années passées à souffrir de maladies lorsque l'IMC demeure constant. Ceci s'explique par la prévalence de l'obésité parmi les individus âgés de 30 à 40 ans et par la définition de maladies au sein de ce travail. D'abord, la prévalence de l'obésité à ces âges est plus élevée dans le scénario où l'IMC est constant que dans le scénario de référence, ce qui est associé à une plus grande prévalence de maladies. Ensuite, puisque les individus qui développent une maladie l'ont pour toujours, l'apparition de maladies à des âges plus jeunes implique une augmentation du nombre d'années passées à souffrir de maladies par rapport au scénario de référence. Les individus atteints d'obésité de type I souffrent du diabète pendant près de 5,5 ans de plus que dans le scénario de référence. Pour les obèses de type II-III, c'est 11 ans de plus. De même, ce premier scénario alternatif implique que les individus souffrent d'hypertension et de maladies cardiaques pendant davantage d'années que dans le scénario de référence : la différence est d'environ 5 ans pour l'hypertension et de 2 ans pour les maladies cardiaques, sans égard au type d'obésité.

Tableau 5.7: Différence entre scénarios alternatifs et le scénario de référence : nombre d'années de maladies

		IMC constant	Prévention à 30 ans	Sans obésité
Diabète	30 < IMC < 35	5,42*	-1,35*	-3,07*
	IMC > 35	11,06*	-3,28*	-5,76*
Hypertension	30 < IMC < 35	5,71*	-1,28*	-2,64*
	IMC > 35	4,45*	-2,17*	-4,07*
Cardiaque	30 < IMC < 35	2,55*	-0,22	-0,94*
	IMC > 35	2,36*	-1,18+	-1,74*

* Différence statistiquement significative (5 %)
+ Différence statistiquement significative (10 %)

Inversement, les scénarios de prévention de l'obésité à 30 ans et d'élimination de l'obésité impliquent une réduction du nombre d'années où les individus souffrent d'un de ces trois problèmes de santé. Le second de ces deux scénarios a des effets plus importants que le premier, puisque les personnes simulées sont obèses moins longtemps dans ce scénario (elles ne sont, dans les faits, jamais obèses) que dans le scénario de prévention. Ainsi, dans un monde sans obésité, les individus qui auraient autrement été obèses de type I sont exempts du diabète pendant 3,07 années supplémentaires. Ceux qui auraient été obèses de type II-III en sont exempts pendant 5,76 années de plus.

Les résultats concernant l'hypertension sont également significatifs : en enlevant l'obésité à des individus qui, dans un monde réel, sont obèses, il y a réduction du nombre d'années où ils souffrent de la maladie de 2,64 années s'ils étaient obèses de type I et de 4,07 années s'ils étaient obèses de type II-III. Pour les autres maladies considérées, il n'y a pas de différence importante, sauf en ce qui concerne les démences. Le scénario de prévention de l'obésité augmente de près de 9 mois le temps passé à souffrir de démences pour les personnes obèses de type II-III.

Les différences de prévalence d'obésité affectent donc le nombre d'années où les individus souffrent de maladies. Plus les individus sont obèses longtemps, plus le nombre d'années pendant lesquelles ils sont atteints de maladies est élevé. En toute logique, ceci devrait avoir un impact sur l'utilisation de ressources par catégorie d'IMC. Le tableau 5.8 présente l'utilisation relative de ressources entre les scénarios alternatifs et le scénario de référence. Si le ratio est supérieur à 1, l'utilisation de ressources est plus importante dans le scénario alternatif que dans le scénario

de référence⁹.

Tableau 5.8: Différence entre scénarios alternatifs et le scénario de référence : utilisation relative de ressources

		IMC constant	Prévention à 30 ans	Sans obésité
Nb. consult. omnipraticien	30 < IMC < 35	1,22*	0,95*	0,91*
	IMC > 35	1,47*	0,94*	0,87*
Nb. consult. spécialiste	30 < IMC < 35	1,15*	0,95*	0,91*
	IMC > 35	1,54*	0,95	0,92*
Nb. nuits d'hospitalisation	30 < IMC < 35	1,34*	0,9*	0,85*
	IMC > 35	2,36*	0,99	0,86+
Consommation médicament	30 < IMC < 35	1,04*	0,98*	0,98*
	IMC > 35	1,02+	1,00	0,98*
Reçoit services à domicile	30 < IMC < 35	1,12*	0,96*	0,94*
	IMC > 35	1,52*	1,05	0,93+

Les différences d'utilisation relative de ressources sont intuitives entre chaque scénario. Les individus obèses, dans le scénario où l'IMC est constant, utilisent systématiquement plus de ressources que lorsqu'ils sont dans le scénario de référence. En effet, ils sont obèses toute leur vie et souffrent de problèmes de santé plus longtemps, ce qui les amène à augmenter leur utilisation de ressources médicales. À l'inverse, dans le scénario de prévention, les individus utilisent moins de ressources que dans le scénario de référence, ce qui s'explique par la diminution du nombre d'années où ils souffrent de maladies telles que le diabète ou l'hypertension. Le dernier scénario, celui où il n'y a pas d'obésité, crée une diminution encore plus importante de l'utilisation de ressources. Étant donné que les individus sont obèses pendant une plus courte période de temps que dans le scénario de prévention (ils ne sont, dans les faits, jamais obèses), il est normal qu'ils utilisent encore moins de ressources médicales. Les résultats les plus marquants concernent les consultations auprès de médecins omnipraticiens ainsi que les nuits d'hospitalisation de courte durée. En éliminant complètement l'obésité, les individus qui auraient autrement été obèses de type I diminuent de 9 % leur nombre de consultations auprès d'un omnipraticien au cours de leur vie. Similairement, s'ils sont obèses de type II-III dans le scénario de référence, ils consultent 13 % moins souvent en l'absence d'obésité. Les nuits d'hospitalisation chutent de 15 % pour les individus qui sont obèses de type I lorsque l'obésité est éliminée et de 14 % pour ceux qui sont obèses de type II-III.

9. De nouveau, afin de pouvoir comparer les mêmes individus dans chaque scénario, un individu est obèse de type I ou II-III s'il est obèse de type I ou II-III à 30 ans dans le scénario de référence.

À l'autre extrémité, lorsque les individus gardent leur IMC de départ tout au long de la simulation, il y a des hausses drastiques de l'utilisation des services de santé. Le nombre de nuits d'hospitalisation augmente de 34 % pour les individus obèses de type I et de 136 % pour les obèses de type II-III. Les consultations auprès de médecins spécialistes et omnipraticiens augmentent de 54 % et 47 % respectivement pour les personnes dont l'IMC est supérieur à 35.

La consommation d'au moins un médicament varie très peu selon les scénarios, ce qui s'explique par la définition de la variable dans l'ENSP. Tout individu qui a consommé au moins un médicament de prescription dans les 12 derniers mois est considéré comme ayant répondu « oui » à la question concernant la consommation d'un médicament. Toutefois, le nombre d'années pendant lesquelles les individus reçoivent des services à domicile change selon les scénarios considérés. L'élimination totale de l'obésité diminue le nombre d'années où les Québécois reçoivent des services à domicile de 6 % pour les individus dont l'IMC est entre 30 et 35 dans le scénario de référence et de 7 % pour ceux dont l'IMC est de plus de 35. Le scénario où l'IMC est constant augmente plutôt l'utilisation de services à domicile de 12 % pour l'obésité de type I et de 52 % pour celle de type II-III.

Malgré les différences d'utilisation de ressources médicales et d'importance de maladies au long du cycle de vie des individus, les différents scénarios ont peu d'effets sur l'âge du décès. Ceci reflète la conclusion de [Lakdawalla *et al.* \(2005\)](#), qui ont constaté, à l'aide de données provenant des États-Unis, que les individus obèses vivent, en moyenne, aussi longtemps que les individus de poids santé. Il n'est donc pas surprenant de constater que des variations de l'obésité n'aient pas d'effets importants sur l'âge du décès.

Toutefois, les scénarios ont un effet sur la durée de vie en santé des individus qui souffrent d'obésité de type II-III. Afin de pouvoir comparer les mêmes individus dans chaque scénario, la durée de vie est calculée, dans chaque scénario, pour les individus qui sont obèses de type II-III dans le scénario de référence. Un individu est considéré en santé s'il a une limitation ou moins dans les activités de la vie quotidienne et s'il demeure en ménage privé. Ainsi, quelqu'un qui demeure obèse de type II-III toute sa vie a 2,7 années de vie en bonne santé de moins que s'il était de poids santé. En guise de comparaison, [Lakdawalla *et al.* \(2005\)](#) estiment que les

individus obèses ont 2,8 années en l’absence de handicaps de moins que ceux de poids santé. Les effets des deux autres scénarios sont toutefois plus faibles. Dans le scénario de prévention de l’obésité à 30 ans, un individu obèse de type II-III vit, en moyenne, 1,08 année de plus en santé que s’il était dans le scénario de référence. Bien que l’effet ne soit pas statistiquement significatif, la durée de vie moyenne en santé dans le scénario où il n’y a pas d’obésité est plus élevée de 0,72 année par rapport au scénario de référence pour les individus dont l’IMC est supérieur à 35. Le scénario sans obésité a des effets plus faibles sur l’augmentation de l’espérance de vie en santé que le scénario de prévention à 30 ans. Une explication à ceci est que les personnes obèses ont moins de risques de se retrouver en institution que les personnes de poids santé (voir tableau A.8 en annexe). Ainsi, le scénario sans obésité augmente les probabilités qu’ont les individus d’aller en institution par rapport au scénario de prévention. Toutefois, dans ces deux scénarios alternatifs, le fait de souffrir d’obésité pendant une plus courte période implique une plus faible probabilité de souffrir d’au moins deux limitations dans les AVQ, ce qui explique l’augmentation de l’espérance de vie en santé.

Tableau 5.9: Durée de vie en santé moyenne par scénario

	IMC >35
Référence	80,84
IMC constant	78,14*
Prévention à 30 ans	81,92*
Sans obésité	81,56

* Moyenne significativement différente de celle du scénario de référence

5.3 Scénarios en mode population

Les résultats de la sous-section 5.2 permettent de se familiariser avec les effets de l’obésité au niveau individuel et au niveau d’une seule cohorte. Cette sous-section présente les résultats issus du mode population du modèle de microsimulation, mode permettant l’ajout de nouvelles cohortes à chaque année de simulation.

5.3.1 Scénario de référence

Le scénario de référence permet d'illustrer l'évolution de différentes caractéristiques de la population québécoise entre 2010 et 2050 en l'absence de contraintes sur les transitions et sur l'obésité.

COMPAS prédit une augmentation de la taille de la population québécoise entre 2010 et 2050, celle-ci passant de 7,88 millions à 9,02 millions. Ce résultat est semblable à ce qui est simulé par l'ISQ et par la RRQ, leurs projections respectives impliquant une augmentation de la taille de la population québécoise qui se situe entre 9 et 9,5 millions d'ici 2050 ([Institut de la Statistique du Québec, 2009](#); [Régie des rentes du Québec, 2013](#)). COMPAS illustre également le vieillissement de la population. Alors qu'il y avait 3,20 individus de moins de 65 ans par personne de plus de 65 ans en 2010, ce chiffre chute à 1,18 en 2050.

Un second résultat concerne l'augmentation de l'espérance de vie entre 2010 et 2050. La figure 5.7 montre l'espérance de vie et l'espérance de vie en santé, par groupe d'âges, entre 2010 et 2050. L'espérance de vie à 30 ans augmente de 51,72 années à 56,93 années entre 2010 et 2050, soit une hausse de l'espérance de vie à 30 ans de 5,2 années. Toutefois, l'espérance de vie sans invalidité augmente beaucoup moins au cours de la période¹⁰. Pour les individus âgés de 30 ans, l'espérance de vie sans invalidité augmente de 3,12 années. Des résultats semblables sont observables pour différents groupes d'âges. Ainsi, l'espérance de vie à 50 ans augmente de 4,98 années pendant la période de simulation, alors qu'à 65 ans, elle augmente de 3,57 années. Les gains d'espérance de vie à 80 ans sont plus faibles, soit d'environ 9 mois. L'espérance de vie en santé augmente moins, soit de 2,79 et 1,82 années pour les Québécois âgés de 50 et 65 ans respectivement. Il semblerait donc que bien que les Québécois vivront plus longtemps en 2050 qu'en 2010, une bonne partie de ces années supplémentaires seront vécues en présence de problèmes de santé majeurs.

La prévalence de l'obésité augmente de 17,2 % en 2010 à 17,9 % en 2030 (voir figure 5.8). Elle amorce par la suite une diminution continue jusqu'à la fin de la période de simulation. En

10. Les individus demeurent en santé, soit sans invalidité, tant et aussi longtemps qu'ils ont moins de 2 limitations dans les AVQ et qu'ils ne sont pas institutionnalisés.

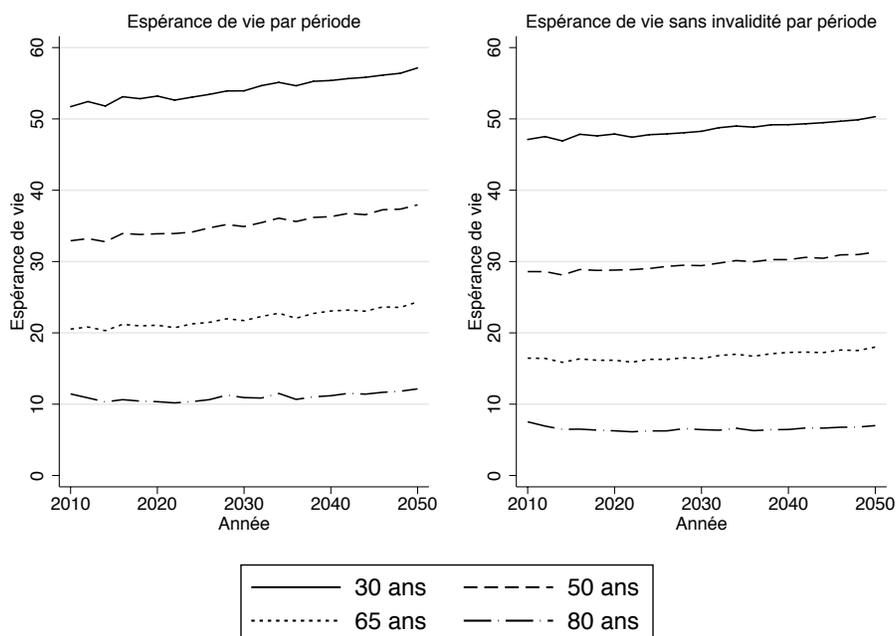


Figure 5.7: Augmentation de l'espérance de vie, par année et pour différents groupes d'âges

2050, elle est de 16,6 %. La faible augmentation peut s'expliquer par le fait que la prévalence de l'obésité de type I à 30 ans est d'environ 14 % et que celle de type II-III est d'un peu plus de 2 %. Ainsi, les taux d'augmentation de la prévalence de l'obésité au sein des différentes cohortes affectent un faible pourcentage de la population. De plus, les taux calculés dans la section 4 sont très faibles pour l'obésité de type I, ce qui implique que la croissance de la prévalence de l'obésité à 30 ans dépend essentiellement des personnes qui souffrent d'obésité de type II-III, soit environ 2 % de la population. Il est également probable que les personnes obèses dans les cohortes entrantes ne demeurent obèses que pendant quelques périodes, puisqu'elles sont plus éduquées qu'au sein des cohortes précédentes. En effet, le modèle inclut une tendance à la hausse concernant le niveau d'éducation et plus les individus sont éduqués, moins ils ont de chances de devenir ou de rester obèses. Ainsi, la tendance concernant l'augmentation de la prévalence de l'obésité est mitigée par l'augmentation du niveau d'éducation au sein des cohortes.

La diminution de la prévalence de l'obésité à partir de 2030 provient de deux sources. D'abord, à partir de 2030, la prévalence de l'obésité à 30 ans est constante au sein des cohortes entrantes. Il n'y a donc aucune pression à la hausse sur la prévalence de l'obésité au sein des nouvelles cohortes.

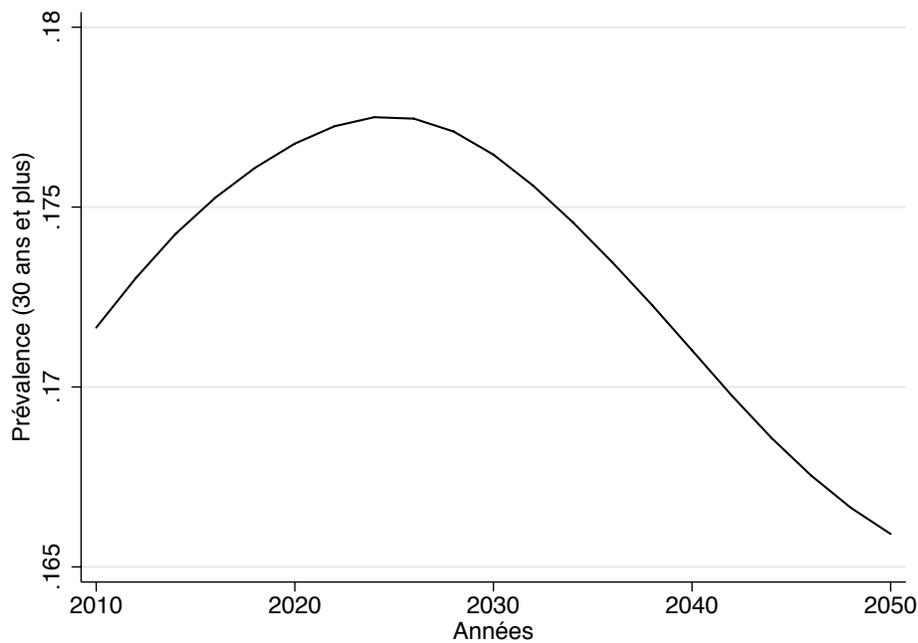


Figure 5.8: Évolution de la prévalence simulée de l'obésité (après lissage)

Ensuite, le vieillissement de la population joue un rôle dans la diminution de la prévalence de l'obésité. À partir de 50 ans, la probabilité de devenir obèse diminue avec l'âge. Puisque la population vieillit, il est normal de constater une diminution de la prévalence d'obésité.

La prévalence de la majorité des conditions de santé se situe à moins de 10 % en 2010. Une exception notable est l'hypertension, qui touche déjà près de 30 % de la population. Bien que la prévalence de chaque condition augmente entre 2010 et 2050, la progression de maladies typiquement liées à l'obésité (Foster *et al.*, 1993), soit l'hypertension, le diabète et les maladies cardiaques, est particulièrement importante. Il est important de noter que la prévalence de ces maladies augmente rapidement entre 2010 et 2035, puis semble se stabiliser. Ceci coïncide avec l'augmentation de la prévalence de l'obésité entre 2010 et 2030. Après 2030, la prévalence de l'obésité diminue, mais les individus sont déjà atteints des maladies, ce qui explique que la prévalence de maladies ne diminue pas. La prévalence de l'hypertension et des maladies cardiaques augmente d'un peu plus de 13 points de pourcentage entre 2010 et 2050. Selon COMPAS, en 2050, 41 % des Québécois âgés d'au moins 30 ans souffriront d'hypertension et 21 % d'entre eux auront une maladie cardiaque. Le diabète, tout comme les maladies pulmonaires, touchera une

proportion plus importante de Québécois en 2050. La croissance de la prévalence de ces deux conditions est d'environ 7 points de pourcentage. 14,1 % des individus simulés sont diabétiques à la fin de la période de simulation.

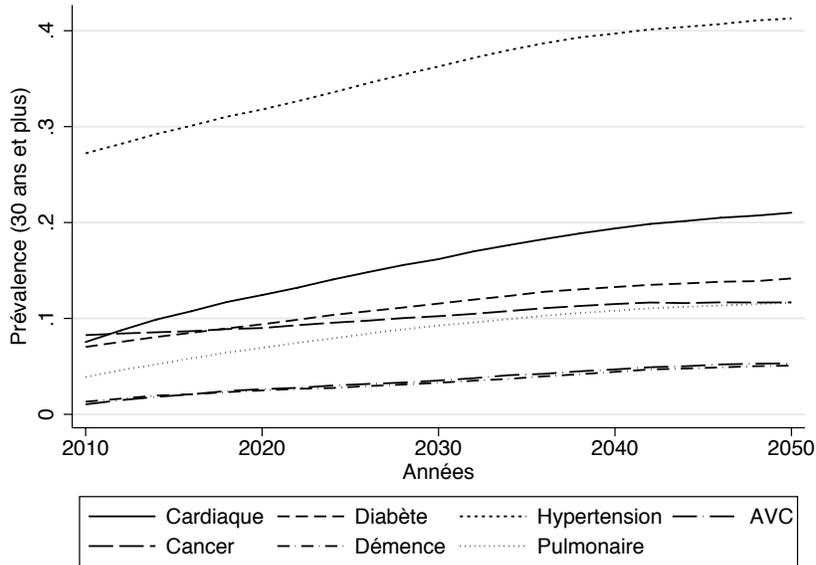


Figure 5.9: Prévalence de maladies par année

Cette hausse continue de la prévalence de maladies entre 2010 et 2050 se répercute sur l'utilisation de ressources au sein de la population. Tout au long de la période de simulation, l'utilisation de ressources augmente. L'augmentation la plus importante est celle des nuits d'hospitalisation de courte durée. Avec le vieillissement de la population québécoise, le nombre de nuits augmente de 10,85 millions en 2010 à 32,52 millions en 2050, ce qui représente une hausse d'environ 200 %. Les consultations auprès d'omnipraticiens et de spécialistes sont également sujettes à une augmentation. Tel qu'indiqué dans la figure 5.10, les consultations auprès d'omnipraticiens augmentent de 13,54 millions à 20,24 millions en 40 ans, ce qui représente une hausse de 50 %. Les consultations auprès de spécialistes augmentent davantage que celles auprès d'omnipraticiens, soit d'environ 66 %, pour s'établir à 8,45 millions en 2050. Ces augmentations ne sont pas simplement le résultat d'une augmentation de la taille de la population, puisque entre 2010 et 2050, celle-ci n'augmente que de 22 %. La croissance de l'utilisation est donc significativement plus importante.

En plus de l'augmentation de consultations et de nuits d'hospitalisation, les Québécois sont de plus en plus nombreux à recevoir des services à domicile et à se trouver en institution au fil du temps. La croissance du nombre de Québécois qui se retrouvent en institution est particulièrement forte : de 37 872 personnes en institution en 2010, le Québec se retrouve avec 245 750 personnes dans la même situation en 2050. Ceci représente une augmentation non négligeable de 550 % en 40 ans. À noter également qu'il y a une augmentation du nombre d'individus qui reçoivent des services à domicile entre 2010 et 2050. Alors que 207 000 Québécois reçoivent des services de ce type en 2010, ils sont un peu plus de 492 000 à en avoir besoin en 2050. La proportion d'individus qui consomment au moins un médicament augmente d'environ 84 % à 85,7 % à la fin de la simulation.

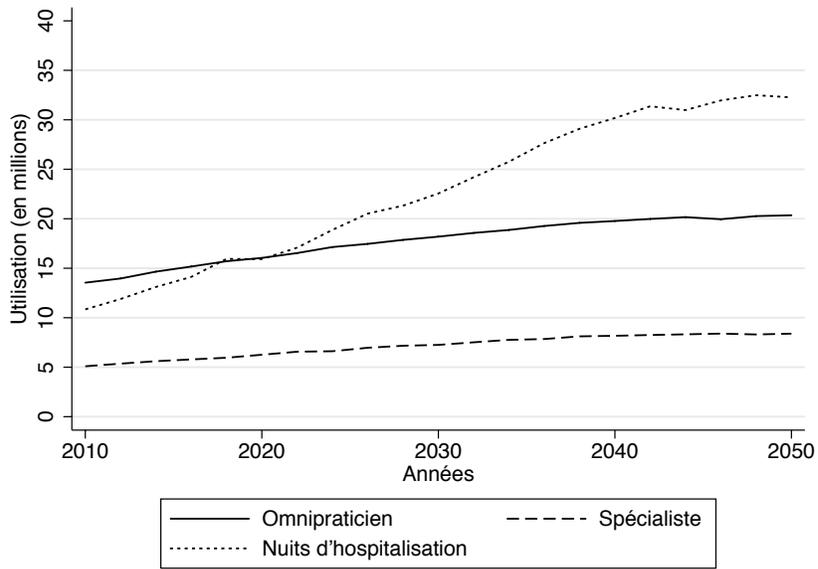


Figure 5.10: Nombre de consultations et de nuits d'hospitalisation par année

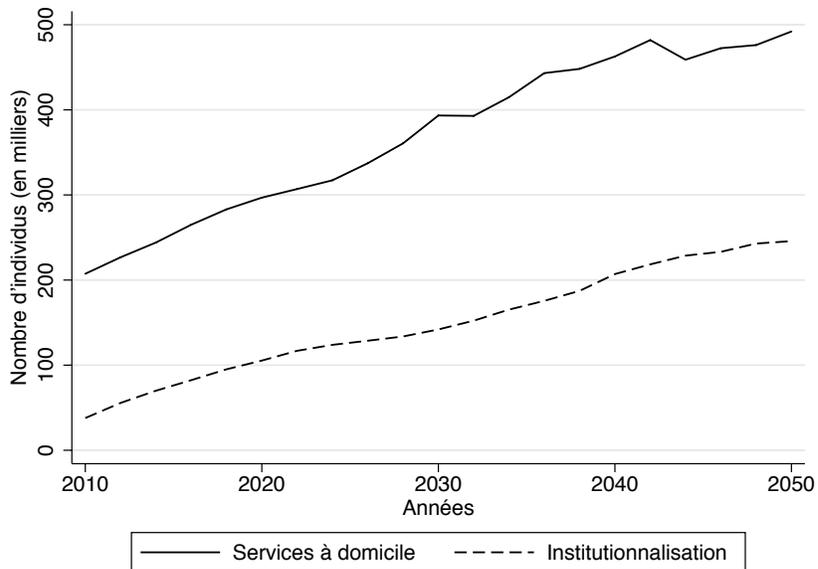


Figure 5.11: Nombre d'individus utilisant des services à domicile et étant institutionnalisés par année

5.3.2 Scénario alternatif

Le scénario de référence présenté dans la partie 5.3.1 illustre l'évolution de la population, et de ses caractéristiques, en l'absence de changements majeurs dans la croissance de la prévalence

de l'obésité. En guise de comparaison, ce scénario alternatif suppose une élimination totale de l'obésité, que ce soit dans la population initiale ou au sein de chaque cohorte. Ceci implique que les transitions vers l'obésité ne sont pas permises.

En éliminant l'obésité, la taille de la population en 2050 est pratiquement identique à celle de la population du scénario de référence. Une première piste de réponse à ceci se trouve dans la comparaison de l'espérance de vie entre les deux scénarios : il n'y a pas de différence notable, au long de la période de simulation, entre l'espérance de vie de ces deux scénarios. À 30 et à 50 ans, l'espérance de vie avec ou sans obésité est pratiquement identique (voir figure A.1 de l'annexe). Ce n'est que pour les individus âgés de 65 et 80 ans qu'il commence à y avoir des différences, bien qu'elles n'apparaissent qu'après 2050. L'espérance de vie à 65 ans est plus élevée d'environ 1 mois et demi dans le scénario alternatif. Pour les individus âgés de 80 ans, cet écart est de l'ordre d'une semaine et demi (voir figure A.2 de l'annexe). Les effets de l'élimination de l'obésité sur l'espérance de vie prennent plusieurs décennies avant de se faire sentir et affectent les individus à des âges plus avancés.

Le portrait est toutefois différent dans le cas de l'espérance de vie en santé. Cette dernière est plus élevée dans un monde sans obésité dès 2025 pour les personnes âgées de 30 et 50 ans. La figure 5.12 présente l'espérance de vie en santé de chaque scénario par groupe d'âges. En moyenne, entre 2025 et 2050, l'espérance de vie en santé à 30 ans est plus élevée d'environ 1,7 mois lorsqu'il n'y a pas d'obésité. Après 2050, l'écart entre les deux scénarios diminue, simplement parce que la proportion d'individus âgés de 30 ans est 0 à partir de 2054. Pour les Québécois de 50 ans, cet écart est de 3 mois entre 2025 et 2070. Après 2070, la proportion de personnes de 50 ans dans le modèle diminue et en 2074, il n'en reste plus du tout. Le calcul de l'espérance de vie ne peut donc plus se faire.

Les résultats concernant l'espérance de vie en santé à 65 ans sont semblables aux résultats précédents : entre 2025 et 2050, l'espérance de vie en santé dans un monde sans obésité est, en moyenne, plus élevée de 1,73 mois. Après 2050, l'écart est de 2,2 mois. L'élimination de l'obésité a également un effet sur l'espérance de vie en santé à 80 ans, mais seulement à partir de 2050. À partir de 2050, l'espérance de vie en santé est plus élevée de 1,61 mois, en moyenne, dans le

scénario alternatif.

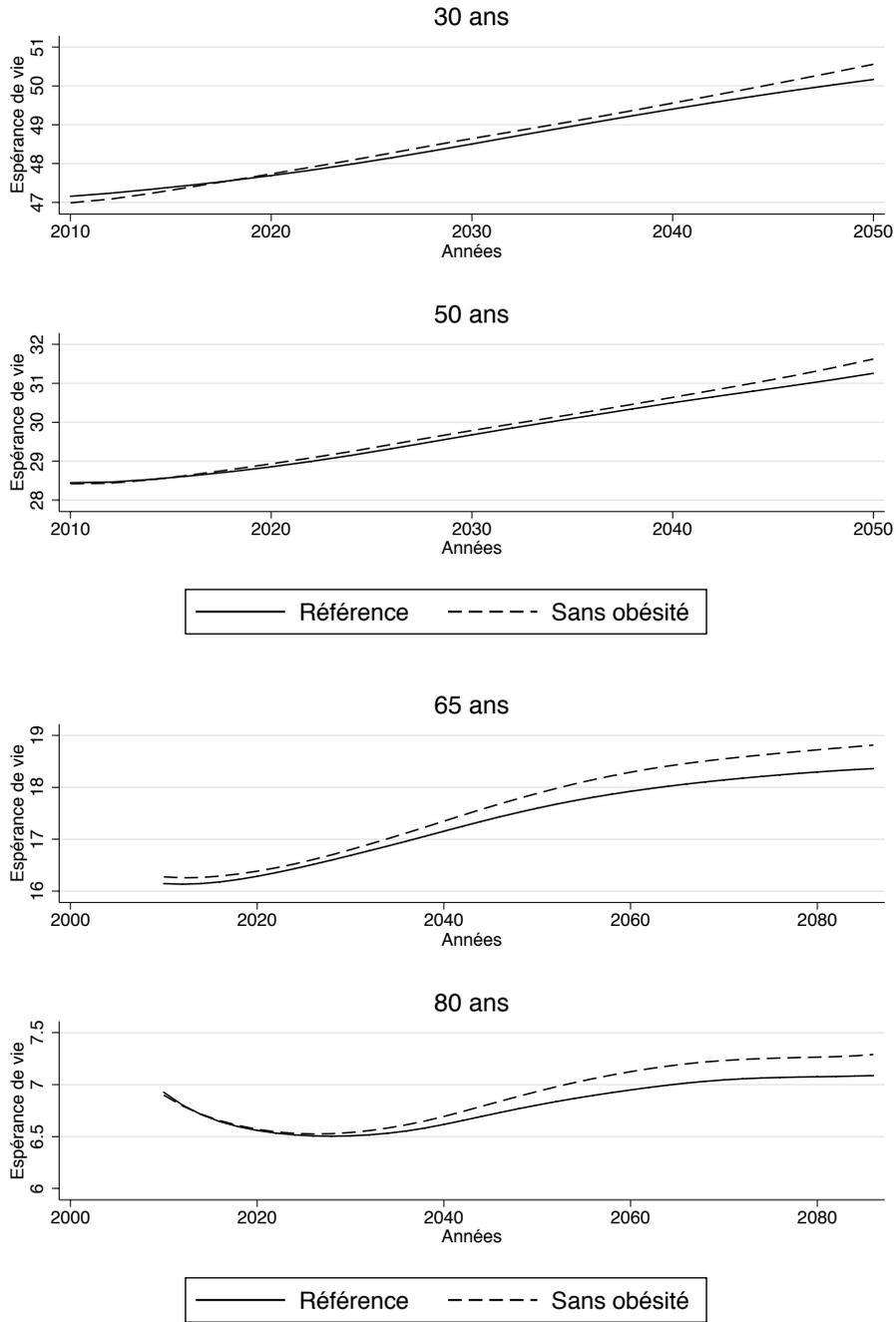


Figure 5.12: Espérance de vie en santé par année dans chaque scénario

L'élimination de l'obésité a donc un effet sur l'espérance de vie en santé, mais un effet négligeable sur l'espérance de vie. Qu'en est-il de l'impact sur la prévalence de diverses maladies ?

La figure 5.13 présente la prévalence relative de maladies entre 2010 et 2050, soit le ratio de la prévalence de maladies dans le scénario alternatif sur la prévalence de maladies dans le scénario de référence. Un ratio inférieur à 1 indique que la prévalence dans le scénario alternatif est plus faible que celle du scénario de référence. En 2050, la prévalence relative du diabète est 26 % plus faible dans le scénario alternatif que dans le scénario de référence. Pour l'hypertension, cette différence est d'environ 7 %. La prévalence de maladies cardiaques et de maladies pulmonaires en 2050 est plus faible de 5 % dans le scénario alternatif, alors que la prévalence de cancers est relativement semblable.

Inversement, la prévalence de démences et d'AVC est plus élevée dans le scénario alternatif. Ceci pourrait s'expliquer par la théorie des risques concurrents : l'élimination de l'obésité réduit la chance que les individus développent des maladies liées au surpoids. Toutefois, ils ne vivent pas plus longtemps que dans le scénario de référence, impliquant qu'ils décèdent des suites d'une autre maladie. Il semblerait que dans ce cas-ci, ce soit des suites d'une démence ou d'un AVC. Vers 2030, la prévalence de démences et d'AVC est 7 % plus élevée dans le scénario alternatif que dans le scénario de référence. Toutefois, ces différences s'amointrissent avec le temps. En 2050, la prévalence de ces deux maladies est pratiquement identique dans les deux scénarios.

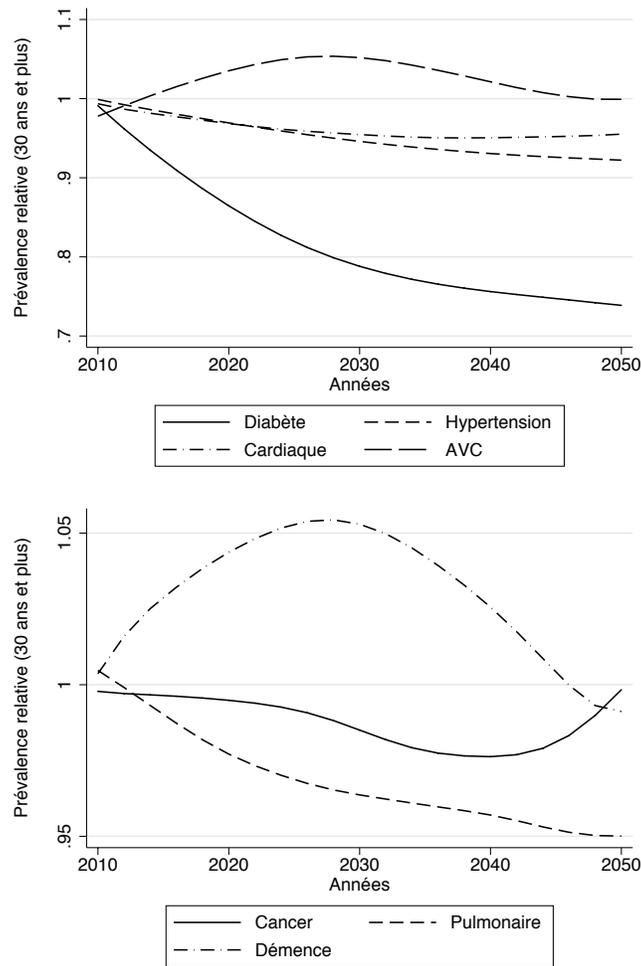


Figure 5.13: Différence entre le scénario alternatif et le scénario de référence : prévalence relative de maladies

Un des résultats de l'élimination de l'obésité est donc une réduction de la prévalence de la majorité des maladies. Ceci est particulièrement intéressant si cette différence se répercute sur l'utilisation de ressources médicales. La figure 5.14 illustre l'utilisation relative de ressources entre 2010 et 2050, soit le ratio de l'utilisation dans le scénario alternatif sur l'utilisation dans le scénario de référence. Comme précédemment, un ratio inférieur à un indique une utilisation plus faible dans le scénario sans obésité.

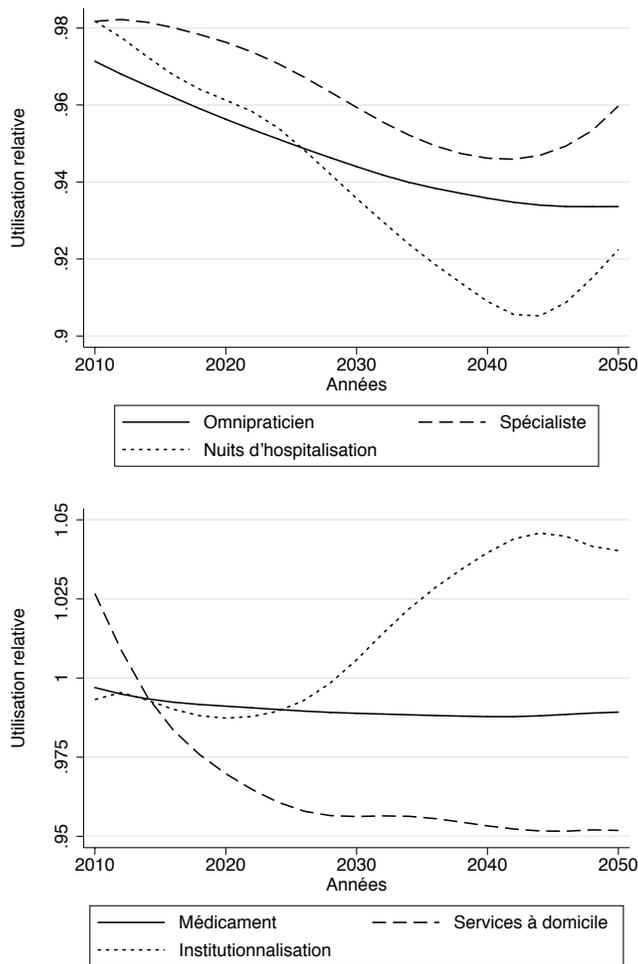


Figure 5.14: Utilisation de ressources médicales par année dans chaque scénario

Tel qu'attendu, l'utilisation de la majorité des ressources est plus faible dans le scénario alternatif que dans le scénario de référence. Le nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens ainsi que le nombre de nuits d'hospitalisation de courte durée sont plus faibles de 7 %, en 2050, dans le scénario alternatif. Vers 2040, le nombre de nuits d'hospitalisation chute de près de 9 % par rapport au scénario de référence. En 2050, le nombre de consultations auprès de spécialistes diminue de 3 % lorsque l'obésité est éliminée, quoique vers 2040, l'écart est de 5,5 %. Le nombre de Québécois en institution est plus élevé d'environ 5 % dans le scénario alternatif en 2050.

Le nombre de Québécois qui utilisent des services à domicile diminue légèrement dans le scénario alternatif relativement au scénario de référence, soit d'un peu plus de 4 % en 2050. Il n'y a, à toute fin pratique, pas de différences en ce qui concerne le nombre de personnes qui consomment au moins un médicament.

L'utilisation relative permet de comparer les deux scénarios, mais qu'en est-il en termes absolus? Entre 2010 et 2050, l'élimination de l'obésité permettrait de réduire le nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens de 20,6 millions de consultations, soit un peu moins de 514 000 consultations par année. Similairement, l'élimination de l'obésité permettrait de diminuer le nombre de consultations auprès de médecins spécialistes de 150 874 consultations par année, pour un total de 6,01 millions de consultations en 40 ans. Il y aurait 34,56 millions de nuits d'hospitalisation en moins, entre 2010 et 2050, si l'obésité n'existait plus, ce qui correspond à 864 055 nuits par année. Inversement, il faudrait réussir à trouver 1775 places en institution de plus par année, pour un total de près de 71 000 de places entre 2010 et 2050.

L'obésité a donc un impact important sur l'utilisation de ressources médicales, sur la prévalence de maladies ainsi que sur l'espérance de vie en santé.

6 Discussion

L'élimination de l'obésité au sein de la population québécoise permettrait une diminution conséquente des ressources utilisées dans la province. À ce stade-ci du développement de COM-PAS, il n'est pas possible de calculer les coûts individuels. À titre d'exemple, le coût d'une consultation auprès d'un spécialiste pour une femme âgée de 40 ans n'est, pour le moment, pas accessible. Toutefois, il est possible de trouver une estimation du coût moyen d'une consultation auprès d'un spécialiste ou d'un omnipraticien. Similairement, le coût moyen d'une hospitalisation de courte durée et d'une année en institution peut se trouver. Cette section explique la provenance des coûts moyens utilisés et présente la fraction des coûts attribuable à l'obésité. Le coût moyen des soins à domicile est difficilement accessible. De plus, l'ENSP n'indique pas le nombre d'heures pendant lesquelles les personnes ont reçu de tels services, alors le coût moyen des services à domicile n'est pas calculé pour le moment.

Omnipraticiens et médecins spécialistes

Les modes de rémunération des médecins au Québec sont nombreux. Or, la grande majorité d'entre eux (73 %) sont rémunérés à l'acte en 2009. Ce type de rémunération implique que chaque « médecin facture à la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ) le nombre et le type d'actes posés et [qu'il] se fait rémunérer selon le tarif par acte prévu » (Boulenger et Castonguay, 2012, p.9). Ainsi, puisque la rémunération à l'acte est le mode de paiement le plus fréquemment utilisé, c'est à partir de ce type de rémunération que les coûts moyens sont dérivés.

Une précision s'impose d'abord. Dans le cadre de cet article, une consultation auprès d'un médecin a été utilisée comme un synonyme d'examen et incluait toute rencontre et contact entre un patient et un médecin. Toutefois, dans le calcul des remboursements auxquels les médecins ont droit par la RAMQ, les consultations et les examens ont des définitions distinctes. À ce titre, un médecin qui voit un patient à la demande du médecin traitant de ce patient effectue une consultation. Son avis est sollicité par un collègue. En comparaison, un examen est effectué par le médecin traitant. Un examen ordinaire, qui est le type d'examen le moins invasif, implique un contact avec le patient ainsi que la prise de notes dans le dossier de ce patient (Santé inc., 2010).

De plus, un examen doit inclure au moins un de quatre services : «

- le questionnaire et l'examen nécessaires au diagnostic et au traitement d'une affection mineure
- l'initiation au traitement
- l'appréciation du traitement en cours
- l'observation de l'évolution d'une maladie

» ([Santé inc., 2010](#), p.32). Les examens complets et complets majeurs sont des versions plus élaborées de l'examen ordinaire. Typiquement, un médecin spécialiste au Québec effectue une consultation et un examen : un omnipraticien réfère son propre patient à un spécialiste afin d'avoir son avis et ce dernier examine le patient. Un omnipraticien, quant à lui, effectue généralement seulement un examen : il a une liste de patients qu'il voit à intervalles plus ou moins réguliers.

En 2012, le coût moyen d'un examen auprès d'un omnipraticien est de 42,02 \$. C'est la moyenne des coûts des examens ordinaires, complets et complets majeurs pour l'ensemble des patients, sans distinction du type de patient ([Régie de l'assurance maladie du Québec, 2012](#)). Le coût moyen d'une consultation auprès d'un spécialiste est de 43,63 \$ et le coût d'une consultation de 101,63 \$. En supposant que les spécialistes effectuent généralement une consultation et un examen, le coût moyen est de 145,26 \$.

Les résultats de simulation en mode population indiquent qu'annuellement, l'élimination de l'obésité permet de réduire le nombre de consultations auprès d'omnipraticiens de 514 000 consultations. Ceci implique une réduction des coûts de 21,6 millions de dollars de 2012 par année. De manière analogue, en absence d'obésité, les consultations auprès de spécialistes sont réduites de 150 874 consultations par année, ce qui équivaut à environ 21,9 millions de dollars de 2012.

Hospitalisation

Une étude sur les hospitalisations de courte durée au Québec réalisée par le Groupe d'analyse a permis de montrer, à l'aide de différentes sources de données, que le coût moyen d'une hospi-

talisation de courte durée au Québec qui inclut une nuit est de 839,17 \$ en 2007-2008 ([Groupe d'analyse, sd](#)). En dollars de 2012, le coût d'une nuit d'hospitalisation est de 1001 \$¹¹. L'élimination de l'obésité permettant de réduire de 864 055 le nombre de nuits d'hospitalisation de courte durée au Québec (annuellement), la réduction des coûts est d'environ 865,03 millions de dollars de 2012 par année.

Institutionnalisation

Selon la [Commission de la santé et des services sociaux \(2013\)](#), en 2012, le coût moyen d'une place en CHSLD était de 74 973 \$ canadiens. Dans le scénario alternatif en mode population, le nombre de personnes ayant besoin d'être institutionnalisées est plus élevé que dans le scénario alternatif. Cet écart est de 1775 individus par année. Ainsi, l'élimination de l'obésité augmente les dépenses liées à l'institutionnalisation de 133 millions de dollars de 2012 par année.

En somme, l'élimination instantannée de l'obésité permettrait au Québec d'économiser environ 775,5 millions de dollars de 2012 par année¹². En soi, ce montant n'indique pas l'importance relative de l'obésité dans les dépenses de santé. Ainsi, l'obésité est responsable d'environ 2,6 % des dépenses en santé au Québec, ces dernières étant d'environ 30 milliards de dollars en 2012-2013 ([Ministère de la santé et des services sociaux, 2012](#)). Ce chiffre est inférieur aux 5 % trouvés par l'[Institut national de santé publique du Québec \(2014\)](#) au Canada, ainsi qu'aux résultats de [Wolf et Colditz \(1998\)](#) et [Finkelstein et al. \(2003\)](#) aux États-Unis. Toutefois, ce travail utilise une approche différentes des articles mentionnés précédemment. COMPAS permet de prendre en considération des différences d'espérance de vie entre les individus atteints d'obésité et ceux qui n'en souffrent pas, grâce à son aspect longitudinal. Ces écarts ont des effets considérables sur l'utilisation de ressources, et donc sur les coûts en santé, ce qui explique les différences entre ce travail et les autres articles.

Le tableau 6.1 montre des résultats de simulation en mode cohorte. Ces chiffres représentent la moyenne d'utilisation au cours du cycle de vie des individus selon le scénario de référence et le

11. Montant trouvé en utilisant l'indice des prix à la consommation pour les soins de santé entre 2007 et 2012 ([Statistique Canada, 2007](#))

12. 21,6 M+21,9 M+865,03 M-133 M=775,5 M

scénario sans obésité. L'application des coûts moyens trouvés ci-dessus implique qu'une personne obèse de type I coûte 330 496 \$ de 2012 au gouvernement québécois alors qu'une personne obèse de type II-III coûte 341 212 \$ de 2012. En l'absence d'obésité, les coûts pour ces individus diminuent. Ainsi, une personne qui était obèse de type I coûte, si elle n'est pas obèse, 282 425 \$ de 2012. Similairement, une personne obèse qui souffrait d'obésité de type II-III coûte, lorsque l'obésité est éliminée, 295 092 \$ de 2012.

Tableau 6.1: Utilisation de ressources sur le cycle de vie des individus

		Référence	Sans obésité
Nb. consult. omnipraticien	IMC entre 30 et 35	188,04 *	170,54
	IMC supérieur à 35	196,1 *	171,34
Nb. consult. spécialiste	IMC entre 30 et 35	79,48 *	72,42
	IMC supérieur à 35	81,33 *	74,76
Nb. nuits hospitalisation	IMC entre 30 et 35	310,7	264,44
	IMC supérieur à 35	320,79	276,73

Ceci implique qu'une personne obèse de type I coûte 14,55 % de plus à l'état québécois qu'une personne dont l'IMC est inférieur à 30. Une personne obèse de type II-III coûte, quant à elle, 13,51 % de plus qu'une personne qui ne souffre pas d'obésité. Ainsi, la prévention de l'obésité permettrait de réduire les coûts du système de santé pour 16 % de la population québécoise¹³.

13. Selon l'Institut national de santé publique du Québec (2012), 16 % de la population québécoise est obèse en 2009-2010

7 Limites de l'étude

Les résultats ayant été présentés, il convient maintenant de présenter quelques limites et extensions de ce travail. En premier lieu, il importe de s'intéresser de plus près aux données de l'ENSP et de l'ESCC qui ont été prises en compte, pour ensuite se pencher sur les limites des modèles utilisés.

7.1 Limite de l'Enquête nationale sur la santé de la population

Bien que les données de l'ENSP soient disponibles pour plusieurs années et couvrent plusieurs aspects de la santé des individus, il n'en demeure pas moins qu'elles ne sont pas parfaites.

La lacune principale de ces données est qu'il n'y a pas suffisamment de répondants au Québec pour faire les estimations avec leurs réponses seulement. Une solution possible est celle proposée dans cet article, solution qui consiste à mettre une variable dichotomique pour le Québec afin d'en capturer les différences. Toutefois, pour faire une analyse longitudinale concernant les conditions de santé au Québec, c'est la seule enquête qu'il était possible d'utiliser, l'ESCC étant une enquête en coupes transversales.

Un second problème lié à l'ENSP est que l'ensemble des questions font référence aux 12 derniers mois, malgré le fait que l'enquête soit biannuelle. Ainsi, les résultats qui font référence à l'utilisation sur l'ensemble du cycle de vie des individus ou à un nombre d'années pendant lesquelles les individus souffrent de maladies ont été multipliés par 2 afin de couvrir les 24 mois séparant deux cycles de l'ENSP. Cependant, ceci inclut une corrélation trop forte entre deux années. En effet, rien ne garantit qu'un individu qui a consulté un médecin 15 fois en 2012 le consultera 15 fois en 2013. Un tel procédé permet tout de même une estimation sommaire de l'utilisation et de la présence de maladies.

7.2 Limites des variables choisies

La variable de consommation d'un médicament est trop vague pour les fins de ce travail. Environ 80 % des répondants indiquent en avoir consommé au moins un au cours des 12 derniers mois. Il aurait été préférable de restreindre la consommation de médicaments à des médicaments associés à des maladies. En vertu de la définition de cette variable, un répondant qui est globalement en santé mais qui consomme un médicament de prescription ne peut être distingué d'un répondant qui souffre de plusieurs maladies chroniques.

La variable d'IMC a été créée sans distinction entre les individus qui ont un poids santé et ceux qui ont un poids insuffisant. Or, les personnes avec un poids insuffisant consomment davantage de ressources que celles de poids santé (Lakdawalla *et al.*, 2005), voire parfois autant que les personnes atteintes d'obésité. Il est donc possible que l'utilisation de ressources médicales des personnes de poids santé soit légèrement trop élevée puisqu'elle inclut l'utilisation de ressources des personnes de poids insuffisant.

7.3 Limites des modèles économétriques

Au cours de ce travail, plusieurs hypothèses ont été posées et différents modèles ont été utilisés. Les différentes parties suivantes soulignent les limites des modèles économétriques. Il est à noter que plusieurs décisions ont été prises afin de garder le travail d'une relative simplicité. Il est également fait mention des extensions possible de ce travail.

7.3.1 Transitions d'états d'obésité

La lacune principale de ce travail est probablement l'estimation de la dynamique de l'obésité. En effet, il n'y a pas assez de persistance à travers les différents types d'IMC. À titre d'exemple, seules 19 % des personnes qui souffrent d'obésité de type I à 30 ans souffrent toujours de ce même type d'obésité à 50 ans. Les résultats sont semblables pour les personnes atteintes d'obésité de type II-III à 30 ans : à 50 ans, seules 18,34 % d'entre elles en souffrent toujours. Ceci indique

qu'il est relativement facile pour les individus simulés de changer de catégorie d'IMC. Or, une étude de [Daouli *et al.* \(2014\)](#) indique plutôt qu'il est très difficile de changer de catégorie d'IMC, et ce peu importe le nombre d'années où les individus souffrent d'obésité. L'estimation de la dynamique de l'obésité au sein de ce modèle devra donc être revue dans un futur rapproché.

7.3.2 Modèle en deux étapes

Tel que mentionné dans la partie [4.3.3](#), il y a deux hypothèses cruciales à l'utilisation des modèles en deux étapes. D'abord, il est nécessaire que le processus qui génère le premier événement soit différent de celui qui génère les événements subséquents. Ensuite, il ne doit pas y avoir plus d'un épisode de maladie au cours de la période couverte par la question d'enquête. Selon [Jiménez-Martin *et al.* \(2002\)](#), cette seconde hypothèse est cruciale dans la capacité qu'ont les MDE à représenter adéquatement les données. Les auteurs trouvent que pour les consultations auprès de médecins spécialistes, les MDE représentent bien les données, puisqu'il est plus probable que l'ensemble des consultations effectuées auprès de ce type de médecin au cours de 12 mois soit en lien avec le même épisode de maladie. Pour les consultations auprès d'un médecin omnipraticien, ceci est moins probable, les individus pouvant consulter des médecins omnipraticiens pour des problèmes de santé divers. Dans la partie [5.1.3](#), les AIC et BIC démontraient que le MDE et le modèle binomial négatif performaient de manière semblable. Une explication à ceci est peut-être le non respect de l'hypothèse d'un seul épisode de maladie qui crée des problèmes lors de l'estimation du MDE.

7.3.3 Modèle de microsimulation

Le modèle de microsimulation a quelques lacunes en termes de variables utilisables. En effet, les seules variables démographiques utilisées sont celles qu'il n'est pas impossible de supposer constantes entre 2010 et 2050. En d'autres mots, le choix de la province de résidence et de poursuivre des études n'est pas modélisé. Si, en 2010, un individu habite au Québec et a comme plus haut niveau d'éducation un diplôme d'études secondaires, il conserve ces deux caractéristiques

jusqu'en 2050. Cette hypothèse est moins contraignante pour le sexe, l'âge (qui augmente de 1 à chaque année) et le statut d'immigration. Toutefois, il est bien connu dans la littérature sur la demande de soins de santé que plusieurs autres variables ont des impacts sur la demande de soins de santé, telles que le statut marital et le lieu de résidence (Feldstein, 1966), pour n'en nommer que quelques-unes. Il aurait été intéressant d'inclure ces variables dans le modèle, mais la simulation de l'évolution de ces dernières aurait considérablement complexifié le projet. Il est ainsi probable qu'il y ait un biais de variables omises dans la modélisation de la demande de soins de santé.

La création de la base de données initiales (la population en 2010) a nécessité l'imputation de certaines caractéristiques individuelles. Cependant, les coefficients et les écarts-types n'ont pas été corrigés pour en tenir compte, puisque ceci aurait trop complexifié le travail. De plus, le bruit dû à l'imputation aurait été négligeable. Il importe tout de même de noter que l'estimation des coûts est sujette à une marge d'erreur.

En raison de contraintes d'espace, le nombre de scénarios présentés est restreint. Bien entendu, il y a plusieurs extensions possibles à ce travail. Tout d'abord, en mode population, un scénario envisageable est de simuler un retour à la prévalence de l'obésité de 1987 en 2030. Suite à 2030, la prévalence d'obésité pourrait demeurer stable.

8 Conclusion

L'objectif de cet article était de quantifier l'effet de l'obésité sur l'utilisation de ressources médicales au Québec entre 2010 et 2050 à l'aide de différents scénarios affectant la prévalence et l'incidence de l'obésité.

Pour faire un tel travail, un modèle de microsimulation dynamique nommé COMPAS a été créé. COMPAS permet de projeter la santé des individus entre 2010 et 2050. La santé est multidimensionnelle et dépend de maladies telles que l'hypertension et le diabète, de l'obésité, de l'usage du tabac et de l'invalidité. De plus, à chaque année de simulation, le modèle indique la quantité de ressources médicales utilisées.

L'obésité a un effet particulièrement marqué sur le nombre de nuits d'hospitalisation de courte durée. En moyenne, sur la période commençant en 2010 et se terminant en 2050, l'élimination totale de l'obésité permettrait de réduire de 7,7 % le nombre de nuits d'hospitalisation. L'effet de l'obésité sur le nombre de consultations auprès de médecins omnipraticiens et de médecins spécialistes n'est pas non plus négligeable. L'obésité est responsable d'environ 5 % de l'ensemble des consultations effectuées entre 2010 et 2050. Toutefois, l'élimination de l'obésité créerait une hausse du nombre de personnes en institution d'environ 2 %.

Une imputation très sommaire des coûts a été effectuée pour les consultations, l'institutionnalisation et les nuits d'hospitalisation. Entre 2010 et 2050, l'obésité est responsable de 2,6 % des coûts annuels du système de santé au Québec. Une personne obèse coûte environ 14 % de plus, au cours de sa vie, qu'une personne dont l'IMC est inférieur à 30. Une extension future de ce travail sera l'inclusion des coûts en santé selon l'âge et le sexe des individus. Par exemple, il serait pertinent de pouvoir déterminer le coût d'une consultation auprès d'un spécialiste par âge et par sexe pour l'ensemble de la population.

Une conclusion importante de ce travail est que la mise en place de politiques publiques visant à diminuer la prévalence de l'obésité pourrait s'avérer rentable rapidement pour le gouvernement québécois, d'autant plus que les coûts indirects liés à l'obésité n'ont pas été considérés dans

cette analyse. Selon l'[Institut national de santé publique du Québec \(2014\)](#), ceux-là sont encore plus importants que les coûts directs. En 2009, ils représentaient 2,63 milliards de dollars et avaient augmenté de manière continue depuis le début des années 2000. Les gains résultant d'une diminution des cas d'obésité seraient donc encore plus importants que ceux illustrés au cours de ce travail.

Références

- AGENCE DE LA SANTÉ PUBLIQUE DU CANADA (s.d.). Obesity in canada :determinants and contributing factors. Rapport technique, Ottawa : l'auteur. Récupéré le 24 mars 2014 de <http://www.phac-aspc.gc.ca/hp-ps/hl-mvs/oic-oac/determ-eng.php>.
- ANDERSON, J. W., CONLEY, S. B. et NICHOLAS, A. S. (2007). One hundred–pound weight losses with an intensive behavioral program : changes in risk factors in 118 patients with long-term follow-up. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 86:301–307.
- BOULENGER, S. et CASTONGUAY, J. (2012). Portrait de la rémunération des médecins de 2000 à 2009. *Série scientifique*, pages 1–31. Récupéré le 28 juin 2014 de <http://www.cirano.qc.ca/pdf/publication/2012s-13.pdf>.
- CAMERON, A. et TRIVEDI, P. (2005). *Microeconometrics : Methods and Application*. New York : Cambridge University Press.
- CAZALE, L., LAPRISE, P. et NANHOUE, V. (2009). Maladies chroniques au québec et au canada : évolution récente et comparaisons régionales. *Zoom Santé*, 17:1–8.
- CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (2011). Obesity : Halting the epidemic by making health easier- at a glance 2011. Rapport technique, États-Unis : l'auteur. Récupéré le 12 mars 2014 de <http://www.cdc.gov/chronicdisease/resources/publications/aag/obesity.htm>.
- COLMAN, R. et DODDS, C. (2000). Cost of obesity in quebec. Récupéré le 17 juin 2014 de <http://www.gpiatlantic.org/pdf/health/obesity/que-obesity.pdf>.
- COMMISSION DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (2013). Les conditions de vie des adultes hébergés en centre d'hébergement et de soins de longue durée mandat d'initiative. Rapport technique, La Direction des travaux parlementaires de l'Assemblée nationale du Québec.
- CONGRESSIONAL BUDGET OFFICE (2009). Cbo's long-term model : An overview. Rapport technique, Washington : l'auteur. Récupéré le 12 juin 2013 de <http://www.cbo.gov/sites/default/files/cbofiles/ftpdocs/103xx/doc10328/06-26-cbolt.pdf>.
- CUTLER, D., DEATON, A. et LLERAS-MUNEY, A. (2006). The determinants of mortality. *Journal of Economic perspectives*, 20(3):97–120.
- DAOULI, J., DAVILLAS, A., DERMOUSSIS, M. et GIANNAKOPOULOS, N. (2014). Obesity persistence and duration dependence : Evidence from a cohort of US adults. *Economics & Human Biology*, 12:pp.30–44.
- DEB, P. et TRIVEDI, P.-K. (2002). The structure of demand for health care : Latend class versus two-part models. *Journal of Health Economics*, 21(4):p.601–625.

- DUBÉ, G., LAVOIE, A. et LAPRISE, P. (2012). Enquête sur les habitudes tabagiques des québécois : une étude portant sur des comportements méconnus face à un phénomène connu. *Zoom Santé*, 38:1–8.
- FELDSTEIN, P. (1966). Research on the demand for health services. *The Milbank Memorial Fund Quarterly*, 44(3):128–165.
- FINKELSTEIN, E., FIEBELKORN, I. et WANG, G. (2003). National medical spending attributable to overweight and obesity : How much, and who’s paying? *Health Affairs, Web exclusives*, pages W3 219–226.
- FONDATION DES MALADIES DU COEUR ET DE L’AVC (s.d.). Statistiques. Données et graphiques, Québec : l’auteur. Récupéré le 29 juin 2014 de <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=CqygUZP3K9w=>.
- FOSTER, C., ROTIMI, C., FRASER, H., SUNDARUM, C., LIAO, Y., GIBSON, E., HOLDER, Y., HOYOS, M. et MELLANSON-KING, R. (1993). Hypertension, diabetes, and obesity in barbados : findings from a recent population-based survey. *Ethnicity & Disease*, 3(4):404–412.
- FREES, E., GAO, J. et ROSENBERG, M. (2011). Predicting the frequency and amount of health care expenditures. *North American Actuarial Journal*, 15(3):377–382.
- FRENCH, E. (2005). The effects of health, wealth, and wages on labour supply and retirement behaviour. *Review of Economic Studies*, 72(2):395–427.
- GOLDMAN, D., SHEKELLE, P., BHATTACHARYA, J., HURD, M., JOYCE, G., LAKDWALLA, D., MATSUI, D., NEWBERRY, S., PANIS, C. et SHANG, B. (2005). Health status and medical treatment of the future elderly. Rapport technique, RAND. Récupéré le 12 janvier 2014 de http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2005/RAND_TR169.pdf.
- GOLDMAN, D., SHEKELLE, P., BHATTACHARYA, J., HURD, M., JOYCE, G., LAKDWALLA, D., MATSUI, D., NEWBERRY, S., PANIS, C. et SHANG, B. (2010). The fiscal consequences of trends in population health. *National Tax Journal*, 63(2):307–330.
- GROUPE D’ANALYSE (s.d.). Fiche d’information : Utilisation excédentaire des ressources médicales due au tabagisme : soins hospitaliers. Rapport technique, Canada : l’auteur. Récupéré le 28 juin 2014 de http://cqct.qc.ca/Documents_docs/DOCU_2010/DOCU_10_08_10_GroupeDAnalyse_Fiche_Hosp.pdf.
- HAYWARD, M. et WARNER, D. (2005). Demography of population health. In POSTON, D. et MICKLIN, M., éditeurs : *The Handbook of Demography*. New York : Springer.

- INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2009). Perspectives démographiques du québec et des régions, 2006-2056. Rapport technique, Québec : l'auteur. Récupéré le 22 septembre 2013 de http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/demograp/pdf2009/perspectives2006_2056.pdf.
- INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2012). Le bilan démographique du québec. Rapport technique, Québec : l'auteur. Récupéré le 21 janvier 2014 de <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/bilan2012.pdf>.
- INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (2012). Surveillance du statut pondéral chez les adultes québécois : portrait et évolution de 1987 à 2010. Rapport technique, Québec : l'auteur. Récupéré le 21 mai 2013 de http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1618_SurvStatutPonderalAdultesQc_PortraitEvol1987A2010.pdf.
- INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (2014). The economic impact of obesity and overweight. Document en ligne, Québec : l'auteur. Récupéré le 17 juin 2014 de http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1799_Topo_9_VA.pdf.
- JIMÉNEZ-MARTIN, S., LABEAGA, J. et MARTINEZ-GRANADO, M. (2002). Latent class versus two-part models in the demand for physician services across the european. *Health Economics*, 4(11):301–321.
- LAKDAWALLA, D., GOLDMAN, D. et SHANG, B. (2005). The health and cost consequences of obesity among the future elderly. *Health Affairs*, 24(supplément 2):W5 R30–41.
- LICHTENBERG, F. (2009). Have newer cardiovascular drugs reduced hospitalization? evidence from longitudinal country-level data on 20 oecd countries, 1995-2003. *Health Economics*, 18(5): 519–534.
- LYMER, S., BROWN, L. et DUNCAN, A. (2011). Modelling the health system in an ageing australia, using a dynamic microsimulation model. *ATSEM Working Paper series*, wp119:1–19.
- MCLEOD, L. (2011). A nonparametric vs. latent class model of general practitioner utilization : Evidence from canada. *Journal of Health Economics*, 30(6):1261–1279.
- MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (2012). Québec - répartition en pourcentage du budget de dépenses par mission du gouvernement québécois, 2012-2013. Données et graphiques, Québec : l'auteur. Récupéré le 9 mai 2013 de <http://www.informa.msss.gouv.qc.ca/Details.aspx?Id=CqygUZP3K9w=>.
- NORDESTGAARD, B. G., PALMER, T. M., BENN, M., ZACHO, J., TYBJÆRG-HANSEN, A., SMITH, G. D. et TIMPSON, N. J. (2012). The effect of elevated body mass index on ischemic heart disease risk : Causal estimates from a mendelian randomisation approach. *PLOS Medicine*.

- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (2003). Health at a glance 2003 - oecd countries struggle with rising demand for health spending. Rapport technique, France : l'auteur. Récupéré le 3 juin 2013 de <http://www.oecd.org/health/health-systems/healthataglance2003-oecdcountriesstrugglewithrisingdemandforhealthspending.htm>.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (2012). Oecd health data 2012 : How does canada compare. Rapport technique, France : l'auteur. Récupéré le 23 mai 2013 de <http://www.oecd.org/canada/BriefingNoteCANADA2012.pdf>.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2006). Bmi classification. Rapport technique, Nations Unies : l'auteur. Récupéré le 11 juin 2013 de http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (s.d.). Disabilities. Rapport technique, Nations Unies : l'auteur. Récupéré le 5 juin 2013 de <http://www.who.int/topics/disabilities/en/index.html>.
- RÉGIE DE L'ASSURANCE MALADIE DU QUÉBEC (2012). Nombre de médecins, nombre de services médicaux, nombre par médecin, coût des services médicaux et coût moyen par médecin selon la catégorie de médecins, le groupe de spécialités, la spécialité, le mode de rémunération et le type de service. Données et graphiques, Québec : l'auteur. Récupéré le 28 juin 2014 de https://www.prod.ramq.gouv.qc.ca/IST/CD/CDF_DifsnInfoStats/CDF1_CnsulInfoStatsCNC_iut/DifsnInfoStats.aspx?ETAPE_COUR=3&IdPatronRapp=34&Annee=2012&Per=0&LANGUE=fr-CA.
- RÉGIE DES RENTES DU QUÉBEC (2013). Évaluation actuarielle du régime de rentes du québec au 31 décembre 2012. Rapport technique, Québec : l'auteur. Récupéré le 25 avril 2014 de http://www.rrq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/www.rrq.gouv.qc/Francais/publications/regime_rentes/EA2012.pdf.
- ROTERMANN, M. (2006). Utilisation des services de santé par les personnes âgées. *Supplément aux rapports sur la santé*, 16(82-003):35–50.
- RUHM, C. (2007). Current and future prevalence of obesity and severe obesity in the united states. *NBER Working Paper series*, 13181:1–32.
- SANTÉ CANADA (2011). Enquête de surveillance de l'usage du tabac au canada, 2011, annuel, fichier des personnes. Fichier de données, Canada : l'auteur. Récupéré le 20 novembre 2013 de http://www.hc-sc.gc.ca/hc-ps/tobac-tabac/research-recherche/stat/ctums-esutc_2011-fra.php#tabb.

- SANTÉ CANADA (s.d.). La prévalence du tabagisme 1999 - 2012. Rapport technique, Ottawa : l'auteur. Récupéré le 24 mars 2014 de http://www.hc-sc.gc.ca/hc-ps/tobac-tabac/research-recherche/stat/_ctums-esutc_prevalence/prevalence-fra.php#annuel_99p.
- SANTÉ INC. (2010). Le guide de facturation des omnipraticiens en cabinet privé. Rapport technique, Québec : l'auteur. Récupéré le 28 juin 2014 de <http://www.santeinc.com/file/sept10-09.pdf>.
- STATISTIQUE CANADA (2000a). Enquête sur la population active, 2000. Fichier de données, Canada : l'auteur. Récupéré le 25 février 2014 de http://equinox2.uwo.ca.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?TN=Equinox&AC=QBE_QUERY&RF=UserSelectVarsFR&DF=UserSelectVarsFR&QB0=and&QF0=Recordtype&QI0=Variable&QB1=and&QF1=filelink&QI1=LFS_2000_REBASED_2001&QI2=LFS_2000_REBASED_2001.
- STATISTIQUE CANADA (2000b). Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2010, cycle 1.1, composante annuelle. Fichier de données, Canada : l'auteur. Récupéré le 25 février 2014 de http://equinox2.uwo.ca.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?TN=Equinox&AC=QBE_QUERY&RF=UserSelectVarsFR&DF=UserSelectVarsFR&QB0=and&QF0=Recordtype&QI0=Variable&QB1=and&QF1=filelink&QI1=CCHS_2000_2001_CYCLE1_1&QI2=CCHS_2000_2001_CYCLE1_1.
- STATISTIQUE CANADA (2007). Tableau 326-0020 : Indice des prix à la consommation (ipc), panier 2011. Données et graphiques, Canada : l'auteur. Récupéré le 25 juillet 2014 de <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a47>.
- STATISTIQUE CANADA (2010a). Enquête sur la population active, 2010. Fichier de données, Canada : l'auteur. Récupéré le 29 juillet 2014 de http://equinox2.uwo.ca/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?TN=Equinox&AC=QBE_QUERY&RF=UserSelectVarsFR&DF=UserSelectVarsFR&QB0=and&QF0=Recordtype&QI0=Variable&QB1=and&QF1=filelink&QI1=LFS2010&QI2=LFS2010.
- STATISTIQUE CANADA (2010b). Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2010, cycle 5.1, composante annuelle. Fichier de données, Canada : l'auteur. Récupéré le 22 octobre 2013 de http://equinox2.uwo.ca.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?TN=Equinox&AC=QBE_QUERY&RF=UserSelectVarsFR&DF=UserSelectVarsFR&QB0=and&QF0=Recordtype&QI0=Variable&QB1=and&QF1=filelink&QI1=CCHS200910&QI2=CCHS200910.
- STATISTIQUE CANADA (2012a). Enquête sur la population active, 2012. Fichier de données, Canada : l'auteur. Récupéré le 25 février 2014 de <http://equinox2.uwo.ca.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?TN=Equinox&AC=>

QBE_QUERY&RF=UserSelectVarsFR&DF=UserSelectVarsFR&QB0=and&QF0=Recordtype&QI0=Variable&QB1=and&QF1=filelink&QI1=LFS2012&QI2=LFS2012.

STATISTIQUE CANADA (2012b). Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2012, composante annuelle. Fichier de données, Canada : l'auteur. Récupéré le 25 février 2014 de http://equinox2.uwo.ca.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/dbtw-wpd/exec/dbtwpub.dll?TN=Equinox&AC=QBE_QUERY&RF=UserSelectVarsFR&DF=UserSelectVarsFR&QB0=and&QF0=Recordtype&QI0=Variable&QB1=and&QF1=filelink&QI1=CCHS2012&QI2=CCHS2012.

STATISTIQUE CANADA (2012c). The lifepaths microsimulation model : An overview. Rapport technique, Canada : l'auteur. Récupéré le 12 juin 2013 de <http://www.statcan.gc.ca/microsimulation/pdf/lifepaths-overview-vuedensemble-eng.pdf>.

STATISTIQUE CANADA (2014). Non-fumeurs, 2012. Rapport technique, Canada : l'auteur. Récupéré le 28 octobre 2014 de <http://www.statcan.gc.ca/pub/82-625-x/2014001/article/11893-fra.htm>.

STATISTIQUE CANADA (s.d.). Enquête nationale sur la santé de la population - volet ménages - longitudinal (ensp). Rapport technique, Canada : l'auteur. Récupéré le 22 janvier de http://www23.statcan.gc.ca:81/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=3225&lang=fr&db=imdb&adm=8&dis=2.

STURM, R. (2002). The effects of obesity, smoking, and drinking on medical problems and costs. *Health Affairs*, 21(2):245–253.

THORPE, K., FLORENCE, C., HOWARD, D. et JOSKI, P. (2004). Trends : The impact of obesity on rising medical spending. *Health Affairs. Health Affairs, Web exclusives*, W4 480-486.

WILL, B., BERTHELOT, J.-M., NOBREGA, K., FLANAGAN, W. et EVANS, W. (2001). Canada's population health model (pohem) : a tool for performing economic evaluations of cancer control interventions. *European Journal of Cancer*, 37(14):1797–1804.

WILLIAMS, R. (2013). *Marginal Effects : Discrete and Continuous Change : lecture notes, Statistics III*. University of Notre Dame, département de sociologie.

WOLF, A. et COLDITZ, G. (1998). Current estimates of the economic cost of obesity in the united states. *Obesity Research*, 6(2):97–106.

A Annexe : Tableaux et résultats supplémentaires

Tableau A.1: Facteur de risque : prévalence du tabagisme

Âge	Fumeurs	Anciens fumeurs	Total
30-34	28,00%	22,61%	50,61%
35-39	28,08%	25,54%	53,62%
40-44	26,59%	29,27%	55,86%
45-49	25,62%	31,54%	57,16%
50-54	23,61%	35,19%	58,80%
55-59	21,15%	37,71%	58,86%
60-64	18,83%	39,99%	58,82%
65-69	15,23%	43,63%	58,86%
70-74	12,82%	43,91%	56,73%
75-79	10,49%	44,33%	54,82%
80-84	7,22%	41,23%	48,45%
85-89	4,90%	35,76%	40,66%
90-94	3,77%	31,87%	35,64%
95-99	5,16%	38,04%	43,20%
Total	22,16%	33,50%	55,66%

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tableau A.2: Prévalence d'invalidité par âge

Âge	Aucun problème	AVQ	
		Une AVQ et/ou cognitif	2+ AVQ avec/sans cognitif
30-34	95,59 %	2,50 %	1,10 %
35-39	94,63 %	2,62 %	1,60 %
40-44	93,98 %	2,74 %	2,16 %
45-49	92,98 %	3,07 %	2,59 %
50-54	91,91 %	3,55 %	3,31 %
55-59	91,31 %	4,03 %	3,51 %
60-64	89,90 %	4,79 %	4,29 %
65-69	88,57 %	5,37 %	5,02 %
70-74	83,59 %	7,73 %	7,56 %
75-79	75,88 %	11,37 %	11,95 %
80-84	67,59 %	13,31 %	18,46 %
85-89	55,88 %	15,30 %	28,58 %
90-94	41,17 %	13,49 %	45,24 %
95-99	24,66 %	15,00 %	60,34 %
Total	89,98 %	4,48 %	4,47 %

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tableau A.3: Utilisation de ressources par maladie chronique

	Nb. consult. omnipraticien	Nb. consult. spécialiste	Nombre nuits d'hospitalisation	Consommation médicament	Reçoit services à domicile
Diabète					
Non	2,96	0,73	0,75	83,68 %	2,94 %
Oui	5,52	1,07	2,62	98,43 %	10,32 %
Hypertension					
Non	2,72	0,69	0,66	81,48 %	2,59 %
Oui	4,81	0,98	1,77	97,96 %	6,89 %
Cancer					
Non	3,06	0,71	0,80	84,38 %	3,13 %
Oui	5,54	2,73	3,59	94,00 %	15,67 %
Cardiaque					
Non	2,93	0,70	0,67	83,61 %	2,72 %
Oui	5,79	1,46	3,64	98,91 %	13,52 %
AVC					
Non	3,06	0,74	0,78	84,37 %	3,09 %
Oui	6,35	1,12	5,82	98,69 %	23,37 %
Pulmonaire					
Non	3,03	0,73	0,81	84,23 %	3,14 %
Oui	5,54	1,26	2,33	95,35 %	11,65 %
Démence					
Non	3,10	0,75	0,83	84,54 %	3,26 %
Oui	6,10	1,39	6,51	93,44 %	32,41 %

Les différences de moyenne sont statistiquement significatives par condition chronique

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tableau A.4: Effets marginaux moyens des variables sur les probabilités d'incidence des maladies

	Diabète	Hypertension	Cancer	Cardiaque
Âge : moins de 50 ans	0,0008 ***	0,0024 ***	0,0007 ***	0,0010 ***
Âge : plus de 50 ans	0,0002 ***	0,0003 ***	0,0003 ***	0,0006 ***
Fumeur	-0,0002	0,0046 **	0,0004	0,0046 ***
Ancien fumeur	0,0010	0,0037 **	0,0005	0,0019 *
Obésité de type I	0,0101 ***	0,0158 ***	-0,0006	0,0025 *
Obésité de type II-III	0,0169 ***	0,0208 ***	0,0041 ***	0,0060 ***
Femme	-0,0022 ***	-0,0022	0,0002	-0,0033 ***
Immigrant	0,0002	-0,0002	-0,0019 **	-0,0021 *
Diplôme d'études secondaires	0,0003	-0,0029 *	0,0009	-0,0017
Diplôme d'études collégiales	-0,0003	-0,0012	0,0020 **	-0,0008
Diplôme universitaires	-0,0037 ***	-0,0036	-0,0001	-0,0031 *
Réside au Québec	0,0010	0,0015	-0,0005	0,0006
Présence de diabète	-	0,0074 ***	-	0,0050 ***
Présence d'hypertension	-	-	-	0,0075 ***
Présence de maladies cardiaques	-	-	-	-
Présence de cancer	-	-	-	-
Nombre d'observations	105 502	98 313	106 099	103 918
Légende	* p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001			

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tableau A.5: Effets marginaux moyens des variables sur les probabilités d'incidence des maladies (suite)

	AVC	Pulmonaire	Démence
Âge : moins de 50 ans	0,0004 ***	0,0001	0,0001
Âge : plus de 50 ans	0,0003 ***	0,0003 ***	0,0005 ***
Fumeur	0,0026 ***	0,0069 ***	0,0008
Ancien fumeur	0,0008	0,0031 ***	0,0011 *
Obésité de type I	-0,0003	0,0003	-0,0019 **
Obésité de type II-III	-0,0029 **	0,0037 **	-0,0014
Femme	-0,0004	0,0024 ***	-0,0002
Immigrant	0,0009 **	-0,0029 ***	0,0010 ***
Diplôme d'études secondaires	-0,0005	-0,0026 ***	-0,0008
Diplôme d'études collégiales	-0,0016 *	-0,0032 ***	-0,0014 *
Diplôme d'études universitaires	-0,0037 ***	-0,0040 ***	-0,0027 ***
Réside au Québec	-0,0005	0,0008	0,0003
Présence de diabète	0,0030 ***	-	-
Présence d'hypertension	0,0004	-	-
Présence de maladies cardiaques	0,0017 ***	-	-
Présence de cancer	-0,0009	-	-
Nombre d'observations	107 222	104 807	107 709
Légende	* p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001		

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tableau A.6: Effets marginaux moyens sur les probabilités de décès

	Effet marginal
Âge : moins de 50 ans	0,0013 ***
Âge : plus de 50 ans	0,0009 ***
Présence du diabète	0,0039 ***
Présence d'hypertension	0,0000
Présence du cancer	0,0078 ***
Présence de maladies cardiaques	0,0039 ***
Présence d'AVC	0,0015
Présence de maladies pulmonaires	0,0009
Présence de démences	0,0027 *
Fumeur	0,0101 ***
Ancien fumeur	0,0047 ***
Obésité de classe I	-0,0035 ***
Obésité de classes II-III	-0,0005
Femme	-0,0069 ***
Immigrant	-0,0005
Diplôme d'études secondaires	-0,0034 ***
Diplôme d'études collégiales	-0,0048 ***
Diplôme d'études universitaires	-0,0061 ***
Réside au Québec	-0,0005
Invalidité : 1 AVQ et/ou cognitif	0,0089 ***
Invalidité : 2+ AVQ	0,0152 ***
Invalidité : en institution	0,0178 ***
Nombre d'observations	124 958
Légende	* p <0,05 ; **p <0,01 ; ***p <0,001

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tableau A.7: Effets marginaux moyens sur les probabilités de transition entre les états de tabagisme

	Initiation	Cessation	Recommencement
Âge : moins de 50 ans	-0,0005 ***	-0,0029 ***	-0,0033 ***
Âge : plus de 50 ans	-0,0001	0,0044 ***	-0,0024 ***
Obésité de type I	-0,0042	0,0146	0,0066
Obésité de type II-III	-0,0014	0,0307 **	0,0067
Femme	-0,0198 ***	-0,0133 **	-0,0010
Immigrant	0,0013	0,0289 ***	-0,0144 **
Diplôme d'études secondaires	-0,0045 *	0,0451 ***	-0,0109 *
Diplôme d'études collégiales	-0,0129 ***	0,0756 ***	-0,0181 ***
Diplôme d'études universitaires	-0,0213 ***	0,1217 ***	-0,0342 ***
Réside au Québec	0,0035	0,0021	-0,0053
Nombre d'observations	52 555	32 168	40 235
Légende	* p < 0,05 ; ** p < 0,01 ; *** p < 0,001		

Note : Calculs de l'auteur effectués à partir de l'ENSP, données pondérées, cycles 1 à 9

Tableau A.8: Effets marginaux moyens sur les probabilités de transition vers les états d'invalidité

Âge	Aucun problème	Une limitation AVQ et/ou cognitif	2+ limitations AVQ avec/sans cognitif	En institution
Âge : moins de 50 ans	-0,0003	-0,0001	0,0003 ***	0,0000
Âge : plus de 50 ans	-0,0022 ***	0,0008 ***	0,0010 ***	0,0004 ***
Diabète	-0,0155 ***	0,0050 ***	0,0096 ***	0,0009 ***
Hypertension	-0,0092 ***	0,0070***	0,0028 **	-0,0005
Cancer	-0,0102 ***	0,0073 **	0,0032 *	-0,0003
Maladies cardiaques	-0,0190 ***	0,0116 ***	0,0078 ***	-0,0005
AVC	-0,0283***	0,0120 ***	0,0149 ***	0,0013***
Maladies pulmonaires	-0,0213 ***	0,0116 ***	0,0104 ***	-0,0008
Démences	-0,0381 ***	0,0160 ***	0,0170 ***	0,0051 ***
Fumeur	-0,0177 ***	0,0117 ***	0,0046 ***	0,0014 ***
Ancien fumeur	-0,0047 **	0,0044 **	0,0000	0,0004
Obésité de type I	-0,0034	0,0024	0,0011	-0,0001
Obésité de type II-III	-0,0071*	0,0048	0,0043	-0,0020
Femme	-0,0192 ***	0,0134 ***	0,0052 ***	0,0005 **
Immigrant	-0,0013	-0,0018	0,0044 ***	-0,0013 **
Diplôme d'études secondaires	0,0096 ***	-0,0046 ***	-0,0042 ***	-0,0008 **
Diplôme d'études collégiales	0,0118 ***	-0,0048 **	-0,0061 ***	-0,0008**
Diplôme d'études universitaires	0,0241 ***	-0,0098 ***	-0,0119 ***	-0,0023 ***
Invalidité : 1 AVQ et/ou cognitif	-0,1412 ***	0,0975 ***	0,0417 ***	0,0019 ***
Invalidité : 2+ AVQ	-0,1698 ***	0,0663 ***	0,0987 ***	0,0047 ***
Invalidité : en institution	-0,2250 ***	0,0688 **	0,1270 ***	0,0289 ***
Réside au Québec	0,0057 **	-0,0052 ***	-0,0005	0,0000
Nombre d'observations	108 355	108 355	108 355	108 355
Légende	* p < 0,05 ; **p < 0,01 ; ***p < 0,001			

Tableau A.9: Effets marginaux moyens sur les probabilités de transition vers les états d'obésité

	IMC < 30	30 ≥ IMC ≤ 35	IMC > 35
Âge (si 50 ans ou moins)	-0,0006 ***	0,0006 ***	0,0000
Âge (si plus de 50 ans)	0,0009 ***	-0,0005 ***	-0,0005 ***
Fumeur	-0,0001	-0,0005	0,0005 ***
Ancien fumeur	-0,0078 ***	0,0047 *	0,0032 ***
Obésité de type I	-0,2324 ***	0,2012 ***	0,0311 ***
Obésité de type II-III	-0,2715 ***	0,1779 ***	0,0936
Femme	0,0045 **	-0,0108 ***	0,0063
Immigrant	0,0058 **	-0,0061 **	0,0003
Diplôme d'études secondaires	0,0040 *	-0,0031	-0,0009 **
Diplôme d'études collégiales	0,0068 **	-0,0060 *	-0,0008 ***
Diplôme d'études universitaires	0,0134 ***	-0,0097 ***	-0,0037
Réside au Québec	0,0086 ***	-0,0053 **	-0,0033
Nombre d'observations	107 566	107 566	107 566
Légende	* p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001		

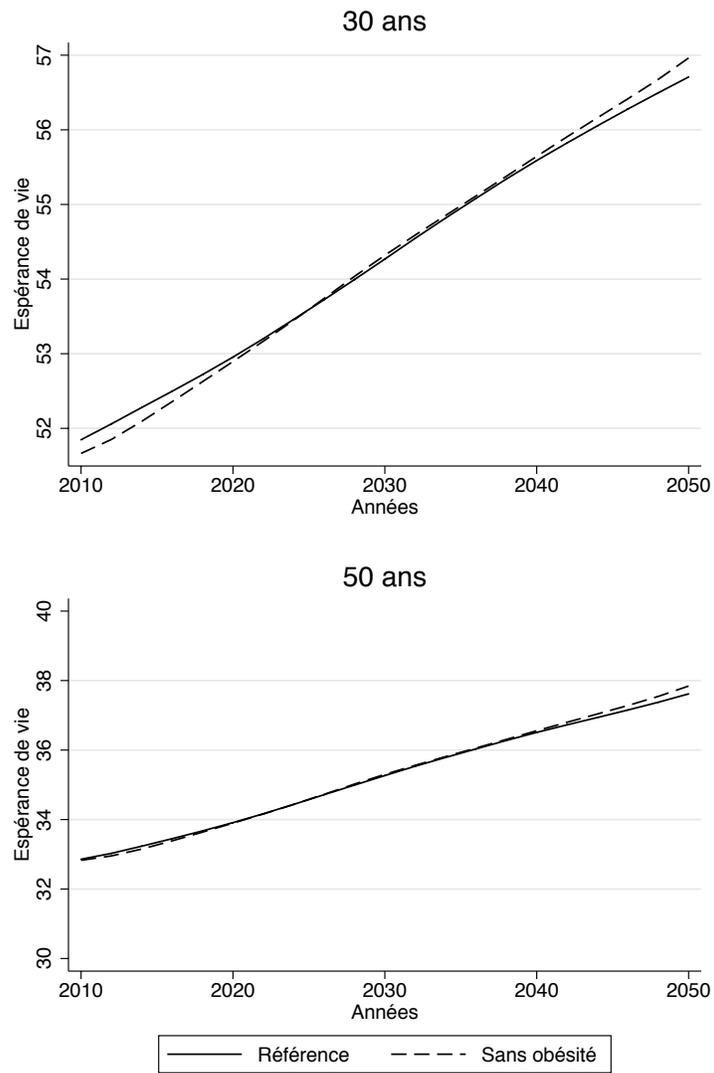


Figure A.1: Espérance de vie à 30 et 50 ans par année dans chaque scénario

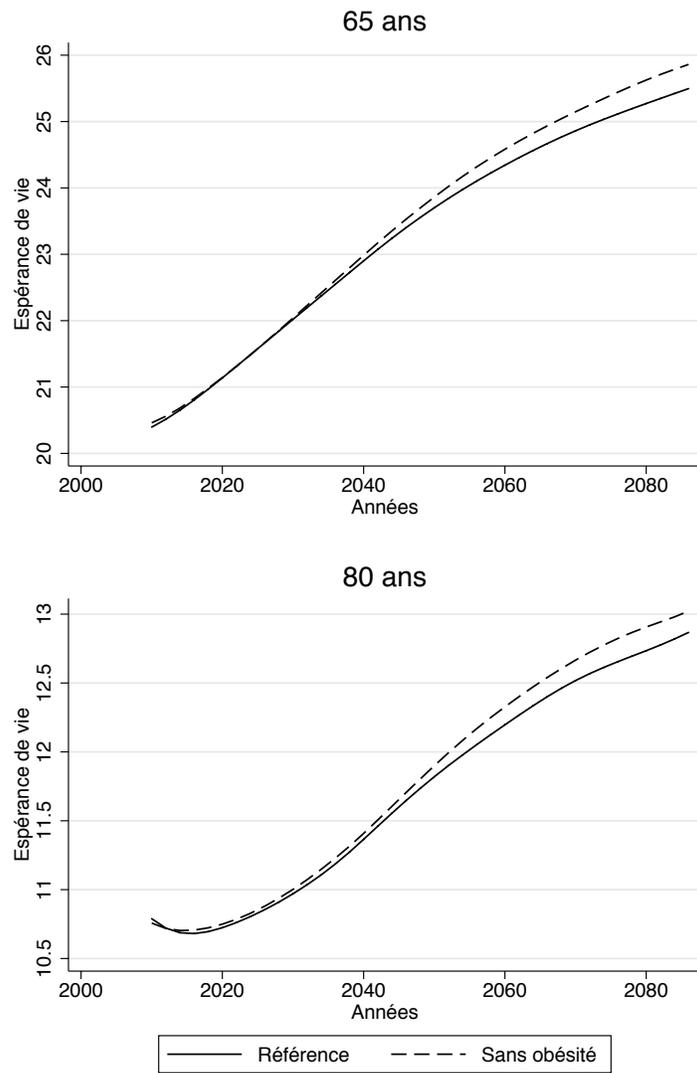


Figure A.2: Espérance de vie à 65 et 80 ans par année dans chaque scénario