

Université de Montréal

Association entre l'accessibilité géographique aux commerces d'alimentation et la consommation de fruits et légumes chez les adultes québécois : Analyse de la banque de données de santé CARTaGENE

*Par*

Alex-Ane Mathieu

Département de médecine sociale et préventive, École de santé publique de l'Université de Montréal (ESPUM)

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise en santé publique, option recherche

Décembre 2020

© Alex-Ane Mathieu, 2020



Université de Montréal

Département de médecine sociale et préventive, École de santé publique de l'Université de  
Montréal (ESPUM)

---

*Ce mémoire intitulé*

**Association entre l'accessibilité géographique aux commerces d'alimentation et la  
consommation de fruits et légumes chez les adultes québécois : Analyse de la banque de  
données de santé CARTaGENE**

*Présenté par*

**Alex-Ane Mathieu**

*A été évalué par un jury composé des personnes suivantes*

**Malek Batal**

Président-rapporteur

**Éric Robitaille**

Co-directeur de recherche

**Marie-Claude Paquette**

Co-directrice de recherche

**Marie-Soleil Cloutier**

Membre du jury



## Résumé

Une alimentation malsaine compromet la santé et génère des coûts importants sur les plans individuels et sociaux ainsi qu'en services en santé. L'adoption d'une saine alimentation est tributaire de déterminants individuels et environnementaux liés aux caractéristiques des environnements physique, économique, politique et socioculturel. Cette étude transversale a pour objectif d'évaluer l'effet de l'environnement physique, plus précisément l'effet de l'accessibilité géographique de commerces alimentaires, sur l'alimentation. Pour répondre à cet objectif, un échantillon composé de 7783 adultes âgés de 40 à 70 ans résidant dans quatre villes du Québec (Canada) a été utilisé. Des indicateurs de proximité ainsi que des indicateurs absolus et relatifs de densité de commerces alimentaires, de restaurants-minute et de dépanneurs situés aux alentours du domicile des participants ont été associés à la consommation de fruits et légumes (F&L). Les données des analyses de régressions logistiques univariées suggèrent que la consommation du nombre de portions minimales de F&L (5 portions) était associée de façon significative aux sept mesures de l'environnement alimentaire (RC variant entre 0.76 et 1.27). Cependant, ces relations étaient pour la plupart non significatives lorsque des variables confondantes étaient prises en compte. En multivarié, les variables les plus significativement corrélées à la consommation de F&L étaient des variables individuelles du sexe, du revenu et de l'éducation. Notre modèle de régression n'explique que 12,4 % de la variance de consommation de F&L, même en tenant compte de tous les facteurs confondants significatifs. Ces résultats démontrent que des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux cerner les facteurs d'influence de la consommation de F&L chez cette population.

**Mots-clés :** Environnement alimentaire; mesure relative; mesure absolue; fruits et légumes; alimentation; diète; adultes canadiens.



## Abstract

Unhealthy eating habits can compromise one's health and generate significant individual, social and health services costs. The adoption of healthy eating habits depends on individual and environmental determinants related to the characteristics of the physical, economic, political and socio-cultural environments. The objective of this cross-sectional study was to assess the effect of the physical environment, more precisely the effect of food outlet accessibility, on diet. To meet our objective, a subsample of the CARTaGENE database, composed of 7,783 adults aged 40 to 70 years old residing in four cities in Quebec (Canada) was used. Measures of proximity as well as absolute and relative measures of density of retail food outlets, fast-food outlets and convenience stores near participants' residences were used to analyze fruit and vegetable (F&V) intake. Univariate logistic regression showed that the minimal recommended portions of F&V intake (5 or more portions) was significantly associated with all seven measures of the retail food environment (OR between 0.76 and 1.27). However, these relations were mostly non-significant when confounding variables were considered in the analysis. Variables most significantly correlated to F&V intake were individual-level confounding variables of sex, income and education. Women were 3.13 (CI 2.85 – 3.45) times more likely than men to eat the recommended number of F&V portions. Only 12.4% of the F&V variance was explained by our regression model when considering all significant confounding factors. These results show that more research is needed to understand factors explaining F&V intake in this population.

**Keywords:** Food environment; GIS; Density; Proximity; Fruit and vegetable; Diet; Canadian adults.



# Table des matières

Résumé .....	5
Abstract.....	7
Table des matières.....	9
Liste des tableaux .....	13
Liste des figures .....	15
Liste des sigles et abréviations.....	17
Remerciements.....	21
Chapitre 1 - Introduction .....	23
Chapitre 2 - Recension de la littérature .....	25
Cadre conceptuel .....	25
L'accessibilité géographique aux commerces alimentaires et son influence sur l'alimentation et le poids.....	27
La relation environnement – mesure de santé, selon les différentes mesures environnementales .....	29
Les indicateurs de commerces « malsains » .....	29
Les indicateurs relatifs de l'accessibilité aux commerces « malsains » par rapport aux commerces « sains » .....	31
La relation environnement – mesure de santé, selon les différentes mesures de santé .....	32
Accessibilité géographique aux commerces alimentaires .....	33
La caractérisation et la localisation des commerces alimentaires.....	33
Détermination du territoire d'exposition : Le domicile et les aires d'activité .....	34
Quantifier l'accessibilité géographique: Mesures de distance, densité et densité relative..	36
Mesures de santé et mesures de l'alimentation.....	38

Aperçu des résultats d'études interventionnelles .....	40
Les variables qui influencent le lien entre l'environnement alimentaire et l'alimentation ou le poids .....	41
Limites de la littérature scientifique .....	41
Question de recherche .....	42
Chapitre 3 - Méthodologie.....	45
Variable dépendante : mesure de la consommation alimentaire.....	45
Variable indépendante : mesure de l'accès aux commerces alimentaires .....	46
Variables confondantes : mesures environnementales et individuelles .....	49
Analyse des données .....	49
Chapitre 4 – Résultats .....	51
Is food outlet accessibility a significant factor of fruit and vegetable intake? Evidence from a cross-sectional province-wide study in Quebec, Canada.....	51
1. Introduction .....	51
2. Materials and Methods.....	53
3. Results.....	58
4. Discussion .....	66
4.2 Limits and strengths.....	67
5. Conclusions .....	70
Chapitre 5 - Discussion.....	71
Constats principaux.....	71
Limites et forces.....	74
Limites.....	74
Forces.....	76

Chapitre 6 - Conclusion ..... 79

Références bibliographiques ..... 81

Annexe 1 : Stratégie de recension ..... 91



## Liste des tableaux

Tableau 1. –	Modèles de régression univariés et multivariés construits dans l'étude.....	50
Tableau 2. –	Characteristics and F&V intake of participants who took part in the food frequency questionnaire, by data completeness.....	59
Tableau 3. –	Odds ratios representing chances of eating 5 or more F&V portions per day, by participant characteristics, as calculated with logistic regression (n= 7783).....	61



## Liste des figures

Figure 1. –	Cadre conceptuel de l'environnement alimentaire de Glanz et al. (17, 18), adapté par l'INSPQ (non publié) et par Alex-Ane Mathieu .....	27
Figure 2. –	Questions de fréquence alimentaire concernant la consommation de fruits et légumes.	46
Figure 3. –	Représentation simplifiée du calcul des indicateurs d'accessibilité géographique aux commerces alimentaires. ....	48
Figure 4. –	Sample size, exclusion criteria and moments of data collection (69). ....	58



## Liste des sigles et abréviations

APHEO	Association of public health epidemiologists in Ontario
ASPC	Agence de santé publique du Canada (PHAC)
CDC	Centers for disease control and prevention
DA	Dissemination area (aire de diffusion)
DB	Dissemination block (îlot de diffusion)
DALYs	Disability adjusted life years
FIPA	Fichier d'inscription des personnes assurées
FVI	Fruit and vegetable intake
IMC	Indice de masse corporelle
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
mRFEI	Modified retail food environment index
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
OMS	Organisation mondiale de la santé
RAMQ	Régie de l'assurance maladie du Québec
UK	United Kingdom
WHO	World health organization







## **Remerciements**

Merci à Éric Robitaille, Marie-Claude Paquette et Johanne Laguë pour leur supervision. Merci également à Nathalie Vandal, Marianne Dubé et Gabrielle Durette de l'INSPQ de m'avoir outillé pour certains aspects de ce projet. Merci à l'équipe SAMVA-MES de m'avoir accueilli. Merci à la communauté de l'ESPUM pour ces deux années de maîtrise. Merci aux membres du jury pour leur révision. Merci à mes collègues résidents et merci à mes proches de m'avoir supporté, particulièrement durant ces temps difficiles de pandémie COVID-19.



# Chapitre 1 - Introduction

L'obésité est « l'accumulation excessive de graisse corporelle qui représente un risque pour la santé » (1). Elle est communément mesurée par un indice de masse corporelle (IMC) de 30 ou plus. Cet indice est calculé à partir du poids et de la taille d'un individu (1). Au Canada, il y a 7 625 500 adultes considérés obèses selon le plus récent estimé de 2019 (2) et au Québec, ceci correspond à 1 654 000 adultes (3). En 2018, la prévalence de l'obésité autodéclarée corrigée était un peu plus basse au Québec (25%), par rapport la moyenne canadienne (26,8%) (4). Cependant, même si le Canada a un taux d'obésité moins important qu'aux États-Unis, il est plus élevé que dans plusieurs autres pays de l'OCDE (5). Il est estimé que les coûts directs et indirects associés à l'obésité sont de plus de 4,5 milliards de dollars au Canada (6).

L'augmentation rapide de la prévalence de l'obésité à travers le monde a mené l'Organisation mondiale de la santé (OMS) à la décrire comme une « épidémie mondiale » (1). La prévalence de l'obésité est en constante augmentation au Québec aussi; celle-ci avait atteint 18,2% en 2014 alors qu'elle était de 14,1% en 2003 (7). L'épidémie d'obésité a des impacts significatifs sur la santé de la population, car elle est reliée à plusieurs maladies dont le diabète type 2, les maladies cardiovasculaires ainsi que certains types de cancers et l'arthrite (1). De plus, la stigmatisation à laquelle font face les individus obèses peut affecter leur image de soi et est reliée à des impacts psychologiques, tels que la dépression (8).

L'obésité n'est pas répandue uniformément à travers la société québécoise. Les hommes (19%) sont davantage touchés que les femmes (17%), de même que les personnes vivant en milieu rural (21,2% par rapport à 17,4% en milieu urbain). De plus les personnes plus défavorisées et ayant un faible niveau d'éducation sont généralement plus touchées (9, 10).

Pour prévenir le surpoids et les maladies chroniques, il est nécessaire de réduire les apports énergétiques et d'améliorer la qualité de l'alimentation dans la population. Une alimentation saine inclut la consommation de légumes, fruits, produits céréaliers, poisson, produits laitiers et viandes faibles en gras et minimise la consommation d'aliments à teneur élevée en sucre, sel et gras saturé (11). L'OMS recommande une consommation minimale de 400g de fruits et légumes

par jour, soit environ 5 portions de 80g (12). Le nouveau guide alimentaire canadien recommande quant à lui que la moitié de l'assiette soit composée de légumes ou fruits (13). Une consommation adéquate de fruits et légumes peut prévenir les carences nutritionnelles ainsi que plusieurs maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, le diabète et certains cancers (14). L'OMS estime que la consommation inadéquate de fruits et légumes est responsable du décès de 1,7 million de personnes mondialement et de la perte de 16 millions de DALYs (*Disability adjusted life years* – mesure d'années perdues en raison de décès et d'incapacité) chaque année (15).

Les Canadiens et les Québécois ne consomment pas assez de fruits et légumes. Moins de la moitié des Québécois (46,3%) consomment les cinq portions de fruits et légumes minimales recommandées par jour (16). Les femmes sont plus nombreuses à consommer cinq portions par jour; 55,2% des femmes les consomment par rapport à seulement 37,1% des hommes (16).

Plusieurs facteurs individuels et environnementaux peuvent influencer la capacité à obtenir et à consommer des aliments sains. Au niveau individuel, les caractéristiques sociodémographiques, telles que le revenu et l'éducation, les habiletés culinaires et croyances en matière d'alimentation de même que la perception de l'environnement alimentaire peuvent influencer la qualité de l'alimentation (17, 18). Du côté des facteurs collectifs, l'environnement alimentaire est un déterminant important de l'alimentation. Il inclut tant le nombre, le type, la localisation et l'accessibilité des commerces d'alimentation ainsi que la variété, la disponibilité, la fraîcheur et le prix des aliments (17, 18). D'ailleurs, l'administratrice en chef de la santé publique au Canada recommande de mettre sur pied et de consolider un environnement alimentaire favorable à l'adoption et au maintien d'une saine alimentation (11).

Ce mémoire porte sur une analyse des associations entre les caractéristiques de l'environnement alimentaire et la consommation de fruits et de légumes chez des adultes québécois de la banque de données santé CARTaGENE. La prochaine section constitue une revue de la littérature sur ce sujet qui aboutit sur les objectifs de recherche. Suivra un article scientifique qui décrit la méthode et les données utilisées ainsi que les résultats principaux. Le mémoire est clôturé par une discussion et conclusion complémentaires à l'article.

## **Chapitre 2 - Recension de la littérature**

Cette recension se base sur une recherche non exhaustive et non systématique par mots-clés effectuée sur les moteurs de recherche « Web of science » et « Pub Med » afin d'identifier des publications pertinentes (voir l'annexe 1). La technique « boule de neige » a ensuite permis d'identifier davantage d'articles pertinents. Des recherches sur Google ont quant à elles permis de trouver de la littérature grise et des publications d'agences gouvernementales, plus spécifiquement par rapport à la situation au Québec et au Canada.

Cette revue de la littérature porte sur l'étude de l'environnement alimentaire, des habitudes alimentaires des individus et du lien entre ces deux concepts. Tout d'abord, le cadre conceptuel de l'étude est présenté. Nous regardons ensuite plus précisément l'influence de l'environnement alimentaire communautaire sur les habitudes alimentaires et la santé. Par la suite, les plus récentes études s'étant penchées sur la relation entre l'environnement alimentaire et les habitudes alimentaires ou le poids sont explorées avec plus de détail. Puis, les indicateurs utilisés pour caractériser l'environnement alimentaire sont présentés ainsi que ceux utilisés pour décrire l'alimentation ou la santé des individus. Une courte section est aussi spécifiquement dédiée aux études interventionnelles en raison de leur devis de qualité supérieure. Les covariables pouvant influencer la relation environnement-alimentation sont ensuite décrites. Dernièrement, les lacunes dans l'état actuel des connaissances sont identifiées et les objectifs de notre étude sont présentés.

### **Cadre conceptuel**

Depuis plusieurs années, l'augmentation des maladies chroniques et de l'obésité à travers le monde (1) pousse les professionnels de la santé, les chercheurs et les dirigeants de plusieurs nations vers la recherche de solutions à ces enjeux. L'alimentation étant un facteur de risque connu des maladies chroniques et de l'obésité (14), plusieurs se demandent comment améliorer les habitudes alimentaires d'une population. Le modèle conceptuel de Glanz et collab (2005)

propose des réponses à cette question en identifiant différents éléments de l'environnement alimentaire ayant une influence probable sur les habitudes alimentaires (Figure 1) (17, 18). Certains de ces éléments sont potentiellement modifiables et pourraient mener à des interventions pour améliorer l'alimentation de la population.

Les assises sur lesquelles s'appuie notre mémoire émanent de ce modèle conceptuel. Celui-ci a été adapté par l'INSPQ à partir des travaux de Glanz et al. (17, 18). On note que plusieurs catégories de variables peuvent influencer les habitudes alimentaires, notamment des variables environnementales, individuelles, politiques et socioculturelles. L'environnement alimentaire de la communauté auquel nous nous intéressons plus spécifiquement et l'environnement alimentaire du consommateur font tous deux partie des variables environnementales. Toutefois, le premier réfère aux commerces alimentaires retrouvés dans un quartier (leur nombre, leur type, leur accessibilité, etc.), tandis que le deuxième fait référence aux caractéristiques présentes à l'intérieur d'un commerce donné, en terme par exemple de disponibilité ou de prix des aliments. Les habitudes alimentaires, comme nous l'avons vu, peuvent affecter le poids et différents problèmes de santé. Ce mémoire porte sur le lien entre l'environnement alimentaire de la communauté, plus précisément l'accessibilité aux commerces alimentaires, et les habitudes alimentaires tout en contrôlant pour des variables individuelles sociodémographiques.

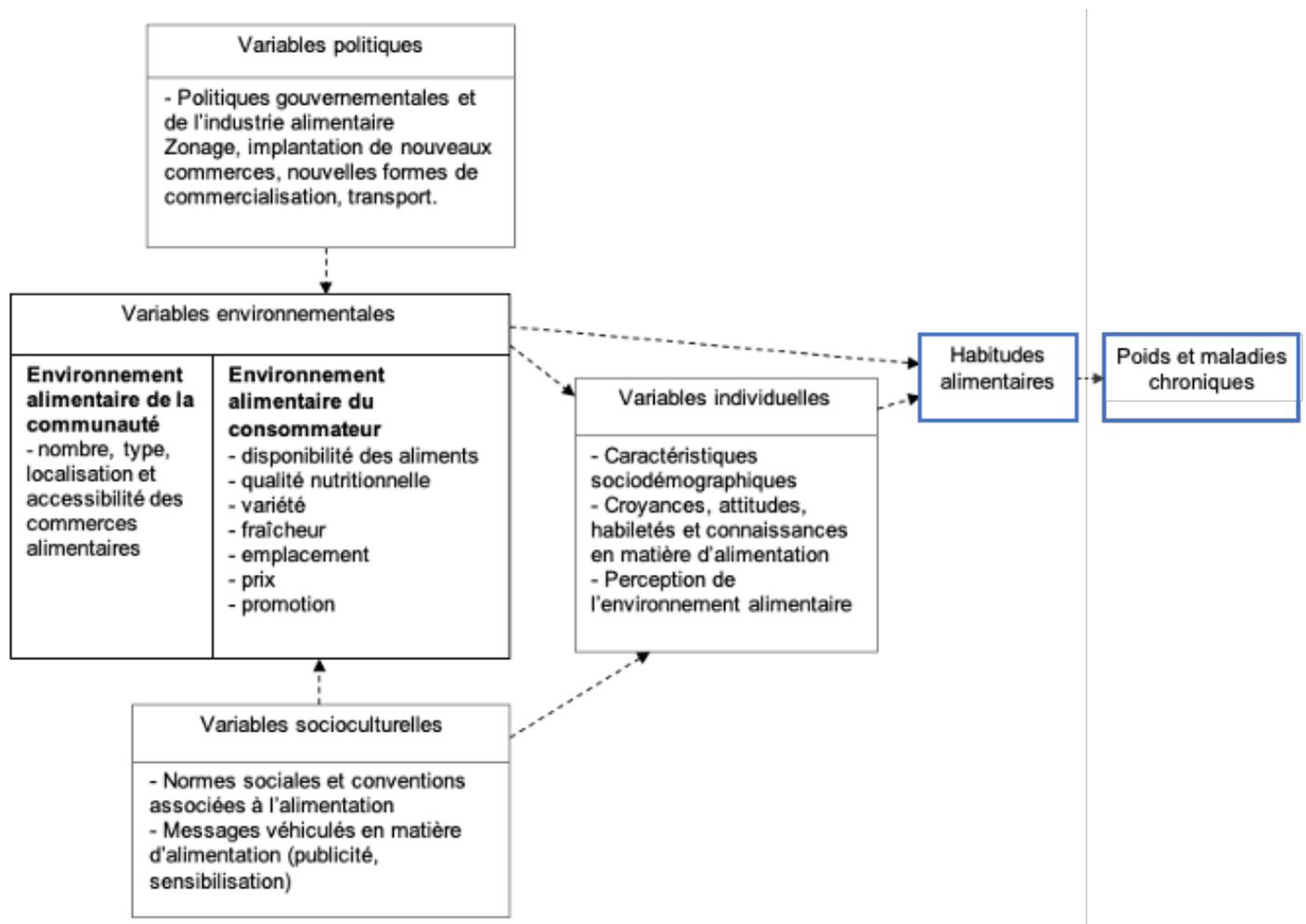


Figure 1. – Cadre conceptuel de l'environnement alimentaire de Glanz et al. (17, 18), adapté par l'INSPQ (non publié) et par Alex-Ane Mathieu

## L'accessibilité géographique aux commerces alimentaires et son influence sur l'alimentation et le poids

Des chercheurs à travers le monde cherchent réponse à la question suivante : comment l'accessibilité à différents types d'aliments affecte l'alimentation et la santé des individus?

Cette question est très importante, car ce ne sont pas tous les quartiers ou secteurs qui offrent la même accessibilité aux différents types de commerces de vente d'aliments tels que les supermarchés ou épiceries. Selon le plus récent état de la situation, 45,5% de la population du

Québec habite dans un secteur offrant un faible accès aux commerces d'alimentation (19). Malheureusement, nous remarquons que cette accessibilité est répartie inégalement selon différents facteurs tels que le statut socio-économique (20). Comprendre l'influence de l'accessibilité géographique aux aliments et aux commerces alimentaires sur les habitudes alimentaires est important non seulement pour proposer des stratégies servant à améliorer la qualité de l'alimentation de la population, mais également pour diminuer les inégalités sociales et de santé.

Un nombre élevé d'études ainsi que plusieurs revues de la littérature (19-29) ont été publiées sur le lien entre l'environnement alimentaire communautaire et différentes mesures de santé (en plus d'une méta-revue (30)). Toutefois, un des enjeux principaux soulevés par la plupart des auteurs de ces revues est la grande diversité d'indicateurs de l'environnement alimentaire de la communauté utilisés dans les études. De plus, il existe une grande diversité de mesures de santé auxquelles ces indicateurs sont comparés, telles que le poids (23), l'obésité (26), la présence de certaines maladies chroniques (20), la qualité de la diète ou certaines habitudes alimentaires spécifiques (21). Cette grande variété de types de mesures et d'indicateurs utilisés rend plus difficile la comparaison des résultats des différentes études.

Malgré cette limite, une appréciation globale de la littérature nous indique qu'il y a généralement présence d'un lien modéré entre l'accessibilité aux commerces alimentaires et les mesures de santé (19, 26, 30). Une plus grande accessibilité aux commerces pourvus de plus d'aliments sains est reliée à une meilleure alimentation et à l'inverse, une plus grande accessibilité aux commerces pourvus de plus d'aliments malsains est reliée à des habitudes alimentaires moins saines (20, 21). Toutefois, il est important de noter que le niveau de preuve disponible pour exprimer cette conclusion n'est que de faible à moyen, car la plupart des associations rapportées sont non-significatives. En effet, une revue systématique a trouvé que sur 1937 associations rapportées dans 113 études portant sur le lien entre l'environnement de vente au détail alimentaire et l'obésité, 76% étaient nulles (23). L'agence de santé publique du Canada (ASPC) résume bien l'état de la littérature actuelle sur le sujet :

Certaines données probantes semblent indiquer que, lorsque les gens ont accès plus facilement à des aliments sains qu'à des aliments malsains, ils sont plus enclins à avoir une alimentation saine, ils risquent moins d'être obèses, et leur risque de décès précoce est réduit. Ce ne sont pas toutes les études, toutefois, qui ont montré l'existence d'un lien entre l'accès et la santé. (p.21) (11).

Par contre, certains types d'indicateurs de l'environnement alimentaire communautaire semblent davantage associés aux issues de santé que d'autres. Il en est de même pour certains types de mesures de la santé, qui semblent plus intimement reliées aux caractéristiques de l'environnement alimentaire. Dans les prochaines sections, nous verrons plus en détail les indicateurs et mesures qui montrent une association plus forte entre eux.

## **La relation environnement – mesure de santé, selon les différentes mesures environnementales**

Le lien entre l'environnement alimentaire communautaire et la santé est difficile à explorer en détail, car les indicateurs de l'environnement alimentaire de la communauté varient énormément d'une étude à l'autre. Ils varient surtout en termes de caractérisation des types de commerces et de quantification de l'accessibilité. La littérature nous indique que certains types d'indicateurs d'accessibilité sont reliés plus fortement à des problèmes de santé tels que l'obésité et les maladies chroniques. C'est le cas des indicateurs mesurant l'accessibilité aux commerces vendant plus d'aliments malsains (qu'on peut parfois qualifier de « commerces malsains ») tel que les restaurants-minute et les dépanneurs. C'est aussi le cas des indicateurs utilisant des mesures relatives de densité de différents types de commerces alimentaires, donc qui comparent, par exemple, la densité de commerces « malsains » par rapport à la densité totale de commerces.

### **Les indicateurs de commerces « malsains »**

Généralement, il est reconnu et attendu qu'une plus grande accessibilité à des commerces « sains » soit reliée à la consommation d'une plus grande quantité de fruits et légumes (21). Inversement, il est reconnu qu'une plus grande l'accessibilité aux commerces moins « sains » est

reliée à une diète moins saine ou un poids plus élevé (20). Toutefois, les études rapportent souvent des associations nulles ou dans le sens contraire aux attentes; dans 76% des cas en fait, comme rapporté précédemment (23).

Il semblerait cependant que les indicateurs représentant l'accessibilité aux commerces moins sains, tels que les restaurants-minute et dépanneurs, montrent plus souvent une association significative dans le sens attendu avec une issue de santé, telle que l'obésité (23, 26). Par exemple, dans une revue systématique de 113 études, les indicateurs relatifs aux restaurants-minute montrent des associations significatives dans le sens attendu entre 18 et 36% du temps, contre 0 à 5% dans le sens inattendu. Comparativement, les associations utilisant des indicateurs d'épiceries et de supermarchés sont significatives dans le sens attendu entre 8 et 17% du temps, contre 8 à 12% du temps dans le sens contraire aux attentes (23). Ainsi, il semble probable que les indicateurs qui permettent de caractériser l'accessibilité aux commerces « malsains » soient mieux adaptés à décrire l'impact de l'environnement alimentaire sur la santé de la population.

L'importance des indicateurs caractérisant l'environnement alimentaire « malsains » pourrait être d'autant plus forte dans le contexte canadien. Effectivement, certaines études ont démontré qu'au Canada, les marais alimentaires, secteurs présentant une abondance de commerces « malsains », sont plus fréquemment retrouvés dans les quartiers défavorisés que les déserts alimentaires (secteurs avec peu de commerces « sains »), qui ont traditionnellement été plus étudiés aux États-Unis (20). Il est donc possible que le contexte culturel, social, économique et politique d'un endroit puisse avoir une influence sur la relation observée entre l'environnement alimentaire et la santé (17, 18).

Dernièrement, peu importe qu'il s'agisse des commerces «sains» ou «malsains», les associations étaient plus souvent dans le sens attendu lorsque des définitions plus strictes ou exigeantes des commerces étaient utilisées (23). Ceci laisse croire en un lien réel entre l'accessibilité aux commerces et l'alimentation ou la santé, mais qui pourrait parfois être plus difficile à mettre en valeur à cause d'enjeux de qualité méthodologique, de définition, ou d'omission d'évaluer les caractéristiques de l'environnement du consommateur à l'intérieur du commerce.

## **Les indicateurs relatifs de l'accessibilité aux commerces « malsains » par rapport aux commerces « sains »**

Il est possible de quantifier l'accessibilité aux commerces alimentaires en utilisant différentes méthodes. On regroupe ces méthodes en trois classes, soit les mesures de proximité, de densité absolue et de densité relative. La littérature est très divergente quant à savoir quelles mesures représentent mieux l'influence de l'environnement alimentaire sur la santé. Toutefois, la plupart s'entendent pour dire que les mesures de densité relative semblent être généralement supérieures.

En effet, plusieurs études ont démontré le potentiel des mesures de densité relative de l'environnement alimentaire comparant l'accessibilité aux commerces « malsains » et à celle des commerces « sains », ou vice-versa (31-34). Une étude transcanadienne chez près de 50 000 individus a montré une association entre la proportion relative de commerces sains à proximité du domicile et la consommation de fruits et légumes (35). De plus, une revue de la littérature a trouvé que les associations entre les mesures relatives et l'obésité étaient dans le sens attendu 21,3% du temps et jamais dans le sens contraire aux attentes (23). Il semble donc que l'utilisation d'indicateurs relatifs de l'environnement alimentaire puisse donner un meilleur portrait de l'impact de cet environnement sur l'alimentation et l'obésité de la population.

Pour ce qui est des indicateurs de proximité et de densité absolue, aucune conclusion ne peut être tirée quant auquel est le plus fortement associé à la santé. Une revue de 53 articles a trouvé que la mesure de présence ou d'absence d'un type de commerce dans une aire déterminée (forme simplifiée d'une mesure de densité absolue) était le plus souvent associée à l'obésité (26), tandis qu'une autre revue de 113 articles a plutôt trouvé que c'était la mesure la moins souvent associée à l'obésité (23). En fait, cette deuxième revue a trouvé que la mesure de proximité était celle qui était le plus souvent associée significativement à l'obésité, surtout lorsque la proximité aux restaurants-minute était mesurée (28,6% des associations étaient dans le sens attendu, 68,8% étaient nulles, 2,6% étaient dans le sens contraire aux attentes)(23). Il semblerait donc qu'au-delà des mesures relatives, il n'y a pas encore de consensus sur quels indicateurs de l'environnement sont le plus fortement reliés aux issues de santé. Ces conclusions pourraient

découler de la grande variété de mesures qui fait que même en sous-divisant par type de mesure, la variété est encore trop grande et les résultats ne sont pas comparables. Il est également possible que les résultats soient affectés par d'autres variables encore peu connues ou peu étudiées qui ne sont pas prises en compte dans les études.

## **La relation environnement – mesure de santé, selon les différentes mesures de santé**

Ce ne sont pas seulement les mesures de l'environnement qui varient beaucoup d'une étude à l'autre, mais aussi les mesures de santé. Les paramètres liés à santé qui sont les plus souvent étudiés sont le poids, suivi de l'alimentation (20). Les mesures de l'alimentation les plus fréquemment utilisées sont la consommation de F&L (21), la consommation de nourriture provenant de restaurants-minute (20) et la qualité de l'alimentation (21).

Selon le cadre conceptuel vu précédemment, l'environnement alimentaire de la communauté influencerait les habitudes alimentaires. Ce serait ensuite celles-ci qui pourraient, au fil du temps, agir sur le poids et sur les maladies chroniques. Il est étonnant de constater que davantage d'études investiguent les effets de l'environnement sur le poids, malgré l'utilisation majoritaire des devis transversaux plutôt que longitudinaux, et connaissant l'effet des habitudes alimentaires sur le poids au long cours. Ceci dit, en raison des mécanismes biologiques impliqués dans le cadre conceptuel, il serait attendu que les liens entre l'environnement et l'alimentation soient plus forts que ceux entre l'environnement et le poids.

Toutefois, à notre connaissance, il n'existe pas de revue de la littérature qui compare si l'environnement alimentaire a plus d'influence sur les habitudes alimentaires ou sur le poids. Les revues mettent l'accent soit sur l'alimentation (21) ou sur le poids (23, 24, 26, 30), sinon rapportent les deux sans faire de distinction (20). Toutefois, selon notre expérience, les associations rapportées sont significatives en proportion comparables pour ces deux types d'issues de santé analysées.

Par contre, pour ce qui est des mesures alimentaires, l'utilisation de mesures plus globales de la qualité de l'alimentation, plutôt que de mesures de certains comportements alimentaires spécifiques tels que la consommation de F&L, est plus fréquente dans les études rapportant des associations significatives (21). Les mesures de la qualité de l'alimentation, souvent des mesures composées prenant en compte multiple comportements alimentaires, seraient donc à privilégier.

Dans les prochaines sections de cette revue de la littérature, nous décrivons plus en détail les caractéristiques des indicateurs de l'environnement alimentaire communautaire, plus précisément les indicateurs d'accessibilité aux commerces alimentaires, qui sont couramment utilisés dans la littérature. Nous présentons ensuite les mesures de santé, plus particulièrement les mesures de l'alimentation utilisées dans la littérature.

## **Accessibilité géographique aux commerces alimentaires**

Comme proposé dans le cadre conceptuel de Glanz et collab., l'accessibilité aux commerces alimentaires n'est qu'une des multiples caractéristiques de l'environnement alimentaire de la communauté (17). Différents éléments peuvent affecter la capacité des individus à accéder aux commerces, tels que les heures d'ouverture par exemple. Toutefois, « l'accessibilité » dans le cadre de cette étude fait référence à une mesure géographique, soit à l'adéquation entre le lieu où se situe un individu, le plus souvent son domicile, et le lieu du ou des commerces d'intérêt (36), dans le cadre conceptuel de l'environnement alimentaire communautaire.

Pour étudier l'accessibilité aux commerces alimentaires, non seulement faut-il identifier et catégoriser les commerces alimentaires, mais il faut également localiser les individus et quantifier « l'accessibilité ». Nous décrivons chacun de ces trois éléments dans cet ordre.

### **La caractérisation et la localisation des commerces alimentaires**

La littérature caractérise les commerces alimentaires selon différents attributs, tels que la qualité nutritionnelle des aliments qui s'y retrouvent, la superficie du commerce, etc. Les commerces alimentaires sont souvent catégorisés en commerces « sains » et « malsains » sur la base de la présence importante d'aliments de haute valeur nutritive ou non. Les commerces « sains »

incluent souvent les supermarchés (24), les épiceries et/ou les magasins de fruits et légumes (19) tandis que les commerces « malsains » comprennent surtout les commerces de restauration rapide et parfois les dépanneurs (31). Même si cette classification dichotomique est contestée par certains chercheurs (20, 37, 38), des études démontrent qu'elle est généralement représentative de la qualité nutritionnelle des aliments qu'on y retrouve. Par exemple, une étude américaine a trouvé que le ratio d'aliments sains par rapport aux aliments malsains est plus élevé dans les supermarchés et les épiceries (39). Inversement, certains chercheurs étudient directement l'impact sur l'alimentation ou la santé de certains types de commerces comme les restaurants-minute ou les dépanneurs, sans les combiner en catégories de type « sains » ou « malsain » (40-43).

Pour évaluer l'accessibilité géographique aux commerces alimentaires, encore faut-il savoir où se trouvent ces commerces. Plusieurs chercheurs utilisent des données commerciales, qui ne représentent pas toujours un portrait fiable des commerces réellement présents sur le territoire (35, 44). D'autres peuvent utiliser des données provenant d'agences gouvernementales (37), qui peuvent être plus fiables. Au Québec, un exemple d'un registre gouvernemental qui a été utilisé dans quelques études (45, 46) est celui du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Ce registre a le potentiel d'être plus fiable, car la loi au Québec oblige tous les commerçants alimentaires à détenir un permis de vente d'aliment du MAPAQ.

### **Détermination du territoire d'exposition : Le domicile et les aires d'activité**

Comme l'accessibilité est une mesure de l'adéquation entre les commerces et les individus, il faut aussi s'attarder à la localisation des individus. Le plus souvent, les chercheurs utilisent l'adresse domiciliaire, qui a l'avantage d'être simple et souvent représentative de l'endroit où une personne passe une grande partie de son temps. Toutefois, pour des raisons de confidentialité, l'adresse de résidence n'est pas toujours disponible. Ainsi, pour plusieurs études, le calcul de l'accessibilité spatiale ne se fait pas exactement au lieu de résidence des participants, mais à partir

du centroïde d'une unité spatiale (p. ex. l'aire de diffusion<sup>1</sup>, le code postal, le segment de rue) (23). L'unité spatiale devient le lieu représentatif du domicile de l'individu (34).

Plutôt que d'étudier l'environnement autour du domicile de l'individu, certains chercheurs étudient plutôt l'environnement alimentaire autour du travail ou de l'école des participants (46). Dans une perspective d'espaces d'activité, certains chercheurs utilisent même des patrons spatiaux de déplacements des individus afin d'identifier l'exposition aux environnements alimentaires qu'ils côtoient. L'identification des lieux côtoyés peut se faire par données GPS ou par questionnaire (48). Par exemple, Scully et al. (49) ont mesuré le temps passé à proximité de restaurants-minute à l'aide de données GPS. Similairement, Kestens et al. (50) ont calculé la moyenne des densités de commerces alimentaires de tous les espaces d'activité fréquentés par un participant dans une journée, en se basant sur un questionnaire des déplacements.

Les mesures d'espace d'activité ont le potentiel de mieux représenter l'exposition réelle des participants à différents environnements alimentaires à travers une journée (48, 51), mais sont encore peu utilisées. Le biais de mobilité sélective est un obstacle réel à ce type d'étude, car en considérant où l'individu se trouve à tout moment de la journée, il est difficile d'étudier l'effet causal que l'environnement peut avoir sur les choix de celui-ci (52). Par exemple, si un individu décide d'aller manger dans un restaurant-minute, il y passera du temps, et ce temps sera comptabilisé comme du temps passé « très proche » d'un restaurant-minute, mais ce serait plutôt une conséquence du choix de l'individu, et non un facteur de risque. De plus, la récolte d'une quantité plus grande de données et la complexité des calculs nécessaires aux études d'espaces d'activité peuvent contribuer à leur utilisation encore limitée. Effectivement, dans la littérature actuelle, les mesures de l'environnement alimentaire autour du domicile sont utilisées la majorité du temps (21, 23).

---

<sup>1</sup> Une aire de diffusion est un secteur défini pour le recensement canadien ayant une population entre 400 et 700 individus. 47. Statistics Canada. Dissemination area (DA); Plain language definition 2018 [Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/92-195-x/2011001/geo/da-ad/da-ad-eng.htm>].

## **Quantifier l'accessibilité géographique: Mesures de distance, densité et densité relative**

Pour évaluer l'accessibilité géographique d'un individu aux commerces alimentaires, une multitude de mesures peuvent être envisagées. Le premier type de mesure sont les mesures de proximité. Utilisées par plusieurs chercheurs, elles calculent la distance entre l'individu (à partir de son domicile, par exemple) et le commerce le plus proche. Cette distance peut se calculer par distance euclidienne (vol d'oiseau) (53) ou par distance sur le réseau routier. La distance sur le réseau routier est plus fréquemment utilisée (31, 54, 55), car elle permet de mieux représenter le parcours et le temps que met un individu pour se rendre au commerce.

Le deuxième type de mesures fréquemment utilisées sont les mesures de densité reflétant la disponibilité des commerces. La densité se mesure en nombre de commerces à l'intérieur d'une aire choisie (35). Il peut s'agir d'une aire déterminée par une distance (euclidienne ou par réseau routier) à partir de l'individu. Dans ce cas, tout commerce à l'intérieur de cette aire serait inclus au compte de densité. Une autre manière de déterminer l'ancrage spatial est d'utiliser une géométrie administrative, par exemple la géométrie du recensement (ex. : aire de diffusion) ou les arrondissements d'une municipalité. Une mesure de densité plus rarement utilisée (dans moins de 5% des études (23)) est l'estimation en noyau de la densité (kernel density estimation) (50). Il s'agit d'un calcul plus complexe permettant d'estimer la densité de commerces à n'importe quel point sans l'utilisation de limites administratives arbitraires (56).

Une recension des études canadiennes a trouvé que sur 33 études, 30 ont utilisé des mesures de densité et 8 ont utilisé aussi des mesures de proximité (20). Les mesures de proximité et de densité peuvent évaluer l'accessibilité ou la disponibilité tant aux commerces « sains » que « malsains ». Elles peuvent également évaluer l'accessibilité ou la disponibilité de types de commerces spécifiques, tels que les restaurants-minute.

Il existe toutefois un troisième type de mesure qui prend en compte plus d'un type de commerce à la fois; il s'agit des mesures de densité relative. Ce type de mesure se calcule en divisant la densité d'un type de commerce par la densité d'un autre type de commerce pour une aire donnée. Une mesure relative utilisée par plusieurs chercheurs et organismes, dont le CDC, est

« l'indice modifié de l'environnement alimentaire de vente au détail » (Modified retail food environment index), ou mRFEI (34, 57, 58). Elle représente le ratio de commerces « sains » par rapport aux commerces totaux. Ce type de mesure peut donner une image plus représentative de l'exposition et des choix alimentaires auxquels font face les individus au quotidien dans leur quartier.

De plus, en ajoutant des valeurs seuils aux indicateurs de densité ou de proximité, on peut dériver des concepts tels que les « déserts alimentaires » et les « marais alimentaires » (20, 37). Un désert alimentaire est défini comme étant « un secteur qui procure un faible accès à des commerces pouvant favoriser une saine alimentation et qui est défavorisé sur le plan socio-économique » (19). Quant aux marais alimentaires, traduction du terme anglais « food swamps », ce sont des secteurs présentant une abondance de choix alimentaires malsains (11), tels que des restaurants-minute et dépanneurs. Au Québec, 5,7% de la population habite dans un désert alimentaire (19). L'utilisation des concepts de désert et marais alimentaire, en raison des termes imagés dont ils sont composés, pourrait faciliter la communication de la recherche auprès de la population et le plaidoyer auprès des dirigeants pour améliorer les environnements alimentaires. Toutefois, ces concepts utilisent des seuils afin de dichotomiser l'environnement alimentaire (p. ex. ce secteur est un désert alimentaire ou il ne l'est pas) au lieu de le caractériser, ce qui peut, dans certaines situations, mener à une perte d'information.

Comme on peut le voir, la recherche sur les environnements alimentaires utilise une variété de mesures d'accessibilité (23). Même en comparant des mesures similaires, les distances ou les tailles des aires choisies peuvent varier énormément d'une étude à l'autre. Ces différences sont encore plus importantes entre les milieux ruraux et les milieux urbains, en raison de la densité et d'un accès différentiel à une voiture ou au transport en commun (19). Il n'est pas inhabituel de voir des études utilisant une combinaison de différentes mesures (49, 55), ce qui a l'avantage de mieux représenter la complexité de l'environnement.

Cette hétérogénéité de mesures rend toutefois difficile la comparaison des différentes études sur l'environnement alimentaire et peut freiner le développement des connaissances. Des initiatives ont tenté de remédier à ce problème en proposant des mesures standardisées de

l'environnement alimentaire. C'est le cas de l'« Association of public health epidemiologists in Ontario » (APHEO), qui propose des méthodes standardisées pour calculer la proximité, la densité et la densité relative (59). Ce groupe propose d'utiliser une distance de 1km autour de l'individu et de calculer les mesures par aire de diffusion. Cette harmonisation des méthodes de mesure pourra nous aider à mieux comprendre l'impact de l'environnement sur l'alimentation.

## **Mesures de santé et mesures de l'alimentation**

Les mesures de la santé, incluant les mesures de l'alimentation, sont, elles aussi, très diverses dans les études analysant la relation entre l'environnement alimentaire communautaire et des issues de santé. Elles incluent le poids, qui est le plus souvent mesuré par l'IMC (26), mais parfois par le poids seul (23) ou par le tour de taille (20). Les mesures de santé incluent également les mesures de l'alimentation. Les plus fréquemment utilisées sont la consommation de F&L (21), la consommation de nourriture provenant de restaurants-minute (20) et la qualité de l'alimentation (21). Certaines études utilisent plutôt des mesures concernant des maladies chroniques, mais ce type de mesure est moins fréquent. En effet, une revue canadienne a trouvé que 58% des études (19 sur 33) analysaient le poids, 33% analysaient les comportements alimentaires et 18% analysaient une autre issue de santé (p. ex. les maladies cardiovasculaires) (20).

La mesure de l'alimentation d'individus se heurte à plusieurs contraintes éthiques et pratiques. En effet, il est généralement plus fiable d'observer ou de mesurer directement un comportement plutôt que de demander à l'individu de nous le rapporter. Cependant, l'observation directe de l'alimentation d'un individu pendant une période de temps représentative nécessiterait soit une invasion importante de la vie privée (ex. évaluateur suit la personne partout pendant 24h) ou une dénaturation de l'environnement habituel et l'individu (ex. l'alimentation de l'individu est observée pendant que celui-ci reste dans un centre de test). Ces deux alternatives impliquent une utilisation importante de ressources, sans parler des enjeux concernant le respect de la vie privée pour un individu moyen. Ainsi, des données autorapportées sont utilisées dans la très grande majorité des études sur l'alimentation(60).

Il existe différents outils de mesures de l'alimentation couramment utilisées. Le rappel de 24 heures demande aux participants de décrire et quantifier les aliments ingérés dans les 24

dernières heures tandis que le questionnaire de fréquence alimentaire leur demande d'estimer leur consommation moyenne habituelle de différents aliments (60, 61). Le journal alimentaire nécessite que les participants prennent en note les aliments qu'ils consomment au fur et à mesure. Dernièrement, les « screeners » sont des questionnaires beaucoup plus courts portant soit sur la consommation de quelques aliments ciblés ou soit sur des habitudes alimentaires (60, 61). Une revue canadienne d'études utilisant des données alimentaires autorapportées entre 2009 et 2014 a montré que les deux types de mesures les plus utilisées sont les questionnaires de fréquence alimentaire (33 des 92 études, 36%) et les « screeners » (21 des 92 études, 23%) (62).

Toutes les mesures autorapportées peuvent être affectées à différents niveaux par des biais. Il y a notamment le biais de rappel qui est plus important lorsque le participant est questionné sur des consommations éloignées dans le passé. Il y a le biais cognitif qui peut être exacerbé pour des questions complexes telles que pour l'estimation d'une consommation moyenne ou pour de longs questionnaires, lorsque la fatigue cognitive s'installe. Par contre, l'erreur aléatoire relative à la variation de l'alimentation peut être plus grande lorsqu'une courte période est évaluée, tel que seulement 24 heures (61).

La mesure de la consommation de fruits et légumes moyenne est une mesure de type « screener », car elle n'évalue que deux types d'aliments plutôt que la qualité de l'alimentation plus largement. Au Canada, les Enquêtes sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC) posent un nombre limité de questions sur l'alimentation aux participants chaque année, exception faite des éditions de 2015 et 2004 qui comprenaient un rappel de 24 heures (63). Toutefois, parmi ce faible nombre d'éléments évalués, on retrouve des questions sur la fréquence de consommation de fruits et légumes (64), gage de leur importance dans l'évaluation de l'alimentation. Pour ce qui est de la validité, la consommation de fruits et légumes mesurée par ce type de court questionnaire de fréquence était soit égale, inférieure ou supérieure à la consommation mesurée par un rappel de 24h, tout dépendant des études (65). Le seuil de 5 portions ou plus a historiquement été utilisé pour l'évaluation de la consommation de fruits et légumes, entre autres à cause des recommandations de l'OMS (12). Pour mesurer les comportements alimentaires, la majorité des études recensées dans une revue systématique

utilisaient la consommation de fruits et légumes (13 études sur 24, 54%) tandis qu'un plus petit nombre utilisaient la qualité de la diète plus globalement (5 études, 21%)(21).

## **Aperçu des résultats d'études interventionnelles**

Les résultats des études interventionnelles sont présentés séparément ici, car on considère généralement que les devis interventionnels offrent une meilleure preuve que les études transversales et, car elles sont peu nombreuses. En effet, la plupart des études portant sur la relation environnement – mesure de santé sont transversales (23). Cependant, trois revues ont cherché spécifiquement des études interventionnelles analysant l'impact de l'implantation de nouveaux « commerces sains » tels que des épiceries, des marchés de fruits et légumes, des camionnettes de produits de la ferme et d'autres (22, 27, 28). Les résultats quant à l'amélioration de la consommation de F&L après l'implantation de ces commerces étaient mitigés. Toutefois, ils suggéraient une augmentation de la consommation de F&L, surtout parmi les personnes fréquentant ces nouveaux points de vente (22, 27, 28). Certaines études ont aussi démontré des effets prometteurs sur d'autres aspects que la consommation de fruits et légumes, tels que l'amélioration de la perception d'accessibilité aux F&L (66), la santé psychologique et la satisfaction des résidents du quartier (22).

En conclusion, il est encore difficile, à ce jour, de statuer hors de tout doute sur l'existence d'un lien entre l'environnement alimentaire et les habitudes alimentaires ou l'obésité, pour de multiples raisons. Les auteurs de revues de littérature sur le sujet concluent généralement à un lien modéré entre l'accessibilité géographique aux aliments sains ou malsains et l'obésité (24-26), certains ajoutant que l'accessibilité aux aliments malsains serait un indicateur plus prédictif d'issues de santé dans le contexte canadien (20). Ces conclusions plus limitées sont principalement dues à des mesures de l'accessibilité géographique très variables, des résultats divergents et majoritairement non significatifs et des études principalement transversales offrant un faible niveau de preuves.

## **Les variables qui influencent le lien entre l'environnement alimentaire et l'alimentation ou le poids**

L'importance de considérer les variables confondantes en recherche est bien connue. En effet, les facteurs qui peuvent influencer tant l'environnement alimentaire que l'alimentation sont considérés dans plusieurs études. Nous séparons en deux catégories les covariables les plus souvent étudiées; les variables individuelles et les variables du quartier de l'individu. Il est important de prendre en compte ces deux types de variables dans une étude, car les variables au niveau du quartier peuvent influencer la relation environnement-alimentation de manière indépendante des variables individuelles (41). Plusieurs variables confondantes sont d'ailleurs identifiées dans notre modèle conceptuel (Figure 1).

Les variables individuelles les plus souvent étudiées dans la littérature sont le sexe ou le genre, l'âge, le niveau d'éducation, le revenu du ménage (parfois ajusté selon le nombre d'individus dans le ménage), l'origine ethnique et le statut matrimonial (29, 66). Les variables de quartier qui sont le plus souvent étudiées sont la défavorisation matérielle ou le revenu moyen du secteur et la densité résidentielle (29). Certaines autres variables confondantes qui sont plus rarement considérées comprennent la saison de l'année pendant laquelle la collecte de données a été effectuée, l'accès à une voiture, la santé autoévaluée, le tabagisme, la ville ou province de résidence, la marchabilité du quartier et plusieurs autres (29).

### **Limites de la littérature scientifique**

Comme décrit précédemment, la mesure de l'accessibilité géographique aux commerces alimentaires est opérationnalisée de façon très différente d'une étude à l'autre. Il y a beaucoup de variabilité des trois éléments requis pour mesurer l'accessibilité, soit la caractérisation des commerces, la quantification de l'accessibilité et l'identification du lieu occupé par l'individu à partir duquel mesurer l'accessibilité. La méthode choisie peut affecter la détection d'une association entre l'environnement et l'alimentation. Cette divergence de méthodologie entre les

études est une des limites importantes de la littérature actuelle; il en devient plus difficile de déterminer si (et quelles) des mesures de l'environnement alimentaire a réellement un effet sur les habitudes alimentaires et la santé des individus.

Une deuxième limite est le faible nombre d'études canadiennes (23). En juin 2015, il n'y avait que 33 études canadiennes examinant le lien entre l'environnement alimentaire et un comportement alimentaire ou une mesure de santé (20) et lorsqu'on ne regardait que les comportements alimentaires, il n'y en avait aucune en 2013 (21). Pour ce qui est du Québec, nous n'avons recensé que peu d'études évaluant le lien entre l'environnement et l'alimentation et la plupart concernent l'environnement autour des écoles (67). Toutefois, il semble que des différences significatives pourraient exister entre différents pays tel qu'entre les États-Unis et le Canada (68). Entre autres, les indicateurs d'accessibilité aux commerces « malsains » pourraient revêtu une plus grande importance au Canada qu'aux États-Unis surtout pour ce qui est des populations marginalisées (20).

D'autres limites incluent le manque d'études en contexte rural, soit seulement 3 sur 66 selon une recension de 2019 (23). Il y a également un manque d'études d'intervention et d'études longitudinales (20, 23).

## **Question de recherche**

La caractérisation de l'environnement alimentaire d'une province ou d'une région est une donnée essentielle pour soutenir les décideurs et acteurs municipaux et communautaires à améliorer l'environnement alimentaire, au bénéfice de la population. Toutefois, pour que cette caractérisation de l'environnement alimentaire soit réellement utile pour la prise de décisions politiques ou relatives à des programmes ou interventions, il est important de comprendre ce qu'elle représente en termes d'effet sur les habitudes alimentaires de la population. Au Québec, à notre connaissance, la relation entre les différents indicateurs de l'environnement alimentaire communautaire et l'alimentation n'a jamais été étudiée à large échelle. Comme le contexte peut moduler le lien entre l'environnement et l'alimentation, il est important d'étudier ce lien à large

échelle dans le contexte québécois. En effet, il s'agit d'une des limites que nous avons identifiées lors de la recension de la littérature, soit qu'au Canada, et plus particulièrement au Québec, il n'y a pas beaucoup de recherche sur la relation entre l'accessibilité géographique et l'alimentation.

Ainsi, l'objectif de ce mémoire est d'évaluer le lien entre l'environnement alimentaire communautaire et la consommation de fruits et légumes des adultes québécois. La question de recherche posée est : Quel est le lien entre l'accessibilité géographique aux commerces d'alimentation et la consommation de fruits et légumes chez des adultes québécois?

Cet objectif de recherche permet d'adresser deux des limites de la littérature actuelle. La première limite, telle que mentionnée, est le manque de recherche au Québec. Nous avons donc utilisé un grand échantillon composé de québécois provenant de 4 villes. Deuxièmement, afin de remédier au fait que les mesures de l'environnement alimentaire sont très disparates, nous avons choisi des indicateurs de l'environnement alimentaire standardisés proposés par un groupe externe canadien (59).



## Chapitre 3 - Méthodologie

Une étude quantitative transversale a été réalisée au niveau individuel en utilisant les données de la cohorte CARTaGENE. Ce chapitre résume les points saillants de la méthode utilisée; des informations plus complètes peuvent être trouvées dans la section « 2. Materials and methods » de l'article qui est présenté au chapitre suivant. Certaines figures supplémentaires sont aussi présentées dans ce chapitre.

CARTaGENE est une cohorte de participants âgés de 40 à 69 ans et résidant dans les centres urbains du Québec, Canada. La méthode d'échantillonnage de la cohorte, décrite précédemment (69), est résumée ci-après. Les participants ont été sélectionnés par un échantillonnage aléatoire stratifié basé sur la densité de population, le sexe, l'âge et la zone de tri préalable de la résidence (code postal à 3 chiffres). La sélection a été effectuée à partir des registres de la Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ). Les participants vivaient dans les régions métropolitaines de Montréal, Québec, Sherbrooke et Saguenay. L'échantillon CARTaGENE a été démontré représentatif de la population canadienne, à l'exception du niveau d'éducation qui était généralement plus élevé parmi les participants à CARTaGENE (69). Les données relatives à cette étude ont été recueillies entre 2009 et 2011. Les participants ont été contactés par téléphone et invités à prendre part à l'étude en répondant à des questionnaires. Pour cette étude, les données individuelles de CARTaGENE ont été comparées à des données sur l'environnement alimentaire autour de leur domicile, qui ont été générées à partir d'un registre gouvernemental des détaillants en alimentation.

### **Variable dépendante : mesure de la consommation alimentaire**

La consommation de fruits et légumes a été mesurée par deux questions dans l'enquête CARTaGENE en 2009 ou 2010. Les questions posées aux participants sont présentées à la figure 2. Elles portaient sur le nombre moyen de portions de légumes et de fruits consommées par jour, en excluant la consommation de jus de fruits ou de légumes. Tout participant n'ayant pas répondu à une ou aux deux questions a été exclu de l'analyse. La consommation totale de fruits et légumes a été analysée en tant que variable catégorielle; les participants ont été séparés selon qu'ils

respectaient ou non la recommandation de l'OMS concernant la consommation minimale de fruits et légumes, à savoir 5 portions par jour. Tel que spécifié précédemment, les mesures alimentaires de type « screener », comme celle utilisée dans cette étude peuvent être sujettes à un biais de rappel ou un biais cognitif, mais les questions posées ont pu diminuer l'erreur aléatoire.

**Domaine ALIMENTATION**

**28) Au cours d'une journée ordinaire, combien de portions de légumes (excluant les jus) mangez-vous? Une portion de légumes frais, congelés, en boîte ou cuits représente environ ½ tasse ou 125ml.**

1= \_\_\_\_\_ Portions /jour  
88= Préfère ne pas répondre  
99= Ne sait pas

**29) Au cours d'une journée ordinaire, combien de portions de fruits (excluant les jus de fruits) mangez-vous? Une portion représente ½ tasse de fruits frais, congelés ou en conserve.**

1= \_\_\_\_\_ Portions /jour  
88= Préfère ne pas répondre  
99= Ne sait pas

Figure 2. – Questions de fréquence alimentaire concernant la consommation de fruits et légumes.

## **Variable indépendante : mesure de l'accès aux commerces alimentaires**

L'accès aux commerces alimentaires entourant le domicile du participant a été mesuré par sept indicateurs quantifiant différents aspects de l'accès géographique.

Au Québec, la loi exige que chaque magasin de détail alimentaire obtienne un permis de vente d'aliments du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Nous avons donc obtenu du registre du MAPAQ des renseignements sur le type et l'emplacement des magasins d'alimentation au détail. Cette étude a utilisé trois types de commerces alimentaires de la base de données du MAPAQ: (1) Les commerces alimentaires considérés « sains », qui comprennent les supermarchés, les épicerie, les fruiteries et les marchés de producteurs, (2) Les restaurants-minute et (3) Les dépanneurs. L'extraction des commerces alimentaires de la base de données du MAPAQ a été décrite précédemment (73) et est résumée dans l'article.

Les sept indicateurs de l'environnement alimentaire utilisés comprennent des mesures de proximité, de densité absolue et de densité relative des magasins d'alimentation à proximité du domicile du participant. Ces mesures ont été choisies conformément à la recommandation du groupe de développement des indicateurs de base de l'Association of Public Health Epidemiologists in Ontario (APHEO). Leur sous-groupe portant sur l'environnement bâti est constitué d'experts multidisciplinaire qui ont défini des indicateurs permettant de mesurer de manière précise et reproductible l'environnement alimentaire commercial de manière standardisée dans tout le Canada (59). Au-delà de la standardisation des mesures, nous avons choisi d'utiliser les indicateurs de l'APHEO car leur diversité permet de représenter avec une certaine exhaustivité différents éléments d'un environnement alimentaire complexe.

Les mesures de proximité (Figure 3A) et de densité absolue (Figure 3B) ont été calculées pour chacune des trois catégories de magasins d'alimentation (magasins d'alimentation au détail, établissements de restauration rapide et magasins de proximité) à l'aide de systèmes d'information géographique (SIG). La mesure de la densité relative (Figure 3C), aussi connue sous le nom de « mRFEI » (57), représente une proportion du nombre de magasins d'aliments malsains par rapport au nombre de magasins d'aliments sains et malsains et a aussi été calculée. Les formules utilisées pour calculer ces indicateurs sont présentées dans l'article. La figure 3 illustre de manière simplifiée le calcul de ces indicateurs : (A) L'indicateur de proximité mesure la distance la plus courte entre le centre du secteur administratif dans lequel est situé le domicile du participant et le commerce alimentaire le plus près. Dans l'exemple illustré, le commerce « malsain » le plus près se trouve à 513 mètres par réseau routier. (B) L'indicateur de densité absolue est mesuré en comptant le nombre d'un certain type de commerces alimentaires dans une aire de 1 km (par réseau routier) autour du centre du secteur administratif. (C) L'indicateur de densité relative, ou mRFEI, est un ratio du nombre de commerces « malsains » par rapport au nombre de commerces totaux dans une aire de 1 km (par réseau routier) autour du centre du secteur administratif.



### Légende

- Commerce « sain »
- Commerce « malsain »
- Centre du secteur administratif du domicile du participant

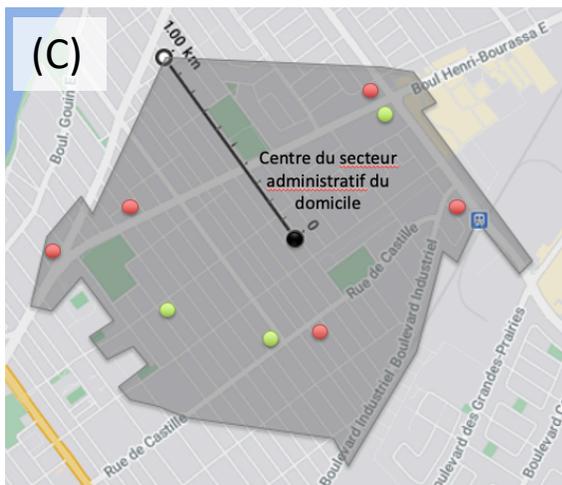
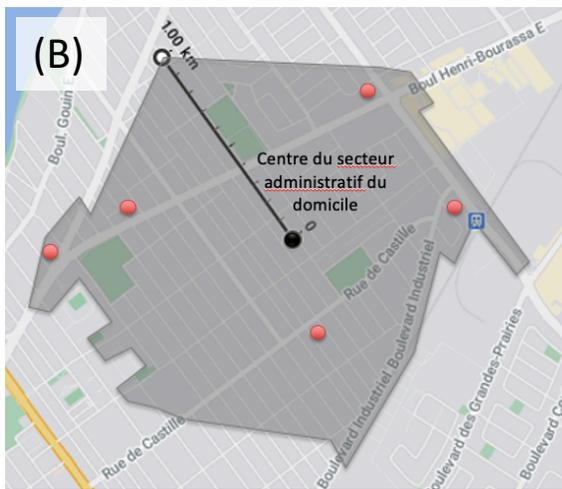


Figure 3. – Représentation simplifiée du calcul des indicateurs d'accessibilité géographique aux commerces alimentaires.

## **Variables confondantes : mesures environnementales et individuelles**

Deux variables confondantes au niveau de la population ont également été incluses. Il s'agit de la densité de population et l'indice de défavorisation matérielle de l'INSPQ du quartier de résidence, qui ont été analysés comme variables catégorielles. L'indice de privation matérielle est basé sur des indicateurs standardisés de revenu, d'éducation et d'emploi et est décrit ailleurs (74). Les données de population pour ces variables ont été obtenues à partir de l'Enquête nationale auprès des ménages de 2011.

De plus, certaines variables confondantes relatives aux données individuelles ont aussi été utilisées, soit le sexe (variable catégorielle), l'âge (variable catégorielle : quintiles), le plus haut niveau d'éducation atteint (catégorielle), le revenu annuel du ménage (catégorielle), la situation professionnelle (catégorielle) et l'état matrimonial (catégorielle). Ces variables ont été obtenues à partir du questionnaire CARTaGENE.

## **Analyse des données**

Les caractéristiques de la population étudiée ont été décrites et comparées à celles des participants exclus. Leur consommation de F&L a aussi été décrite.

Ensuite, des régressions logistiques ont été utilisées pour l'analyse univariée. Des modèles séparés ont été construits pour chacune des sept variables indépendantes, comprenant uniquement cette variable et le résultat (consommation égale ou supérieure à la consommation recommandée de F&L).

Enfin, la régression logistique multiple a été effectuée de manière progressive. Seules les variables qui se sont avérées significatives dans les analyses univariées ont été incluses dans la régression. Un premier modèle a été créé avec des caractéristiques au niveau individuel uniquement (modèle A). Un deuxième modèle comprenait des variables de niveau individuel et des variables d'environnement général (modèle B). Le dernier modèle comprenait toutes les variables d'environnement individuelles et alimentaires (modèle C). Le tableau 1 présente les variables incluses dans chaque modèle de régression.

	Variable(s) indépendante(s)	Variabes confondantes individuelles significatives	Variabes confondantes environnementales significatives
Analyses univariées			
1	Proximité commerces alimentaires considérés « sains »	-	-
2	Proximité aux restaurants- minute	-	-
3	Proximité aux dépanneurs	-	-
4	Densité absolue de commerces alimentaires considérés « sains »	-	-
5	Densité absolue de restaurants- minute	-	-
6	Densité absolue de dépanneurs	-	-
7	Densité relative (mRFEI)	-	-
Analyses multivariées			
Modèle A	-	✓	-
Modèle B	-	✓	✓
Modèle C	Les 7 indicateurs de l'APHEO (proximité, densité absolue et densité relative)	✓	✓

Tableau 1. – Modèles de régression univariés et multivariés construits dans l'étude

## **Chapitre 4 – Résultats**

L'article suivant a été rédigé pour publication dans une revue révisée par les pairs. En date de soumission de ce mémoire, le manuscrit était en préparation et le choix de la revue restait à confirmer.

### **Is food outlet accessibility a significant factor of fruit and vegetable intake? Evidence from a cross-sectional province-wide study in Quebec, Canada**

By Alex-Ane Mathieu, Éric Robitaille and Marie-Claude Paquette.

#### **1. Introduction**

Obesity is a widespread phenomenon, worldwide and in Canada (1). A quarter (26.8%) of all Canadians are considered obese (4). It is estimated that the direct and indirect costs associated with obesity are more than \$4.5 billion in Canada (6). Reducing energy intake and improving diet quality in the population is required to prevent obesity and chronic diseases. A healthy diet is comprised of vegetables, fruits, grain products, fish, dairy products and low-fat meats and minimizes the intake of foods high in sugar, salt and saturated fat (11).

An adequate intake of fruits and vegetables (F&V) can prevent nutritional deficiencies as well as several chronic diseases such as cardiovascular disease, diabetes and certain cancers (14). The WHO recommends a minimum consumption of 400 g of F&V per day for adults, or about 5 servings of 80 g (12). It is estimated that inadequate F&V consumption is responsible for the death of 1.7 million people worldwide and the loss of 16 million DALYs (Disability adjusted life years) each year (15). In the province of Quebec, Canada, roughly half (46.3%) of the population does not meet the WHO recommendation for F&V intake (16).

Many individual and environmental factors can influence the ability to obtain and consume healthy foods. At the individual level, socio-demographic characteristics such as income and education, as well as cooking skills, food beliefs and perceptions of the food environment can influence diet quality (17, 18). As for population-level factors, the food environment is considered a significant determinant of diet (11, 19, 26, 30). It includes the number, type, location and accessibility of food outlets (referred to as the community food environment) as well as the variety, availability, freshness and price of food (17, 18). Moreover, the Chief Public Health Officer of Canada recommends developing and strengthening the food environment to facilitate the adoption and maintenance of healthy eating (11).

The effect of geographic accessibility of food shops on diet has been well studied (19-29). Indeed, it is a topic of great importance since neighbourhoods offer unequal access to different types of food-selling shops such as supermarkets or grocery stores. According to the most recent provincial report, 45.5% of Quebec's population live in an area with poor access to food shops (19). Understanding the influence of accessibility to food and food shops on eating habits is crucial not only to propose strategies aimed at improving the quality of the population's diet, but also to reduce social and health inequalities.

An overall assessment of the literature indicates that there is generally a moderate positive relationship between the accessibility to food shops and health measures such as diet quality or healthy weight (19, 26, 30). However, not all authors agree, as some consider evidence for this relationship to be insufficient (22, 24).

A major limit to the current body of research is the great variety of environmental accessibility indicators used in studies (21, 23). Indeed, indicators can be separated into three types. Proximity is measured in distance to the nearest food shop. Absolute density is usually measured as the count of total food shops within a certain area around the individual's residence (sometimes standardized by population or area size). Lastly, relative density compares the density of two different types of food shops. For example, one can compare the density of "unhealthy" food shops, which have a higher availability of unhealthy foods, to "healthy" or to total food shop

density. This wide diversity of indicators makes comparing the results of different studies more difficult.

However, some research has shown that relative density measures may be more strongly associated with health than other food shop accessibility indicators (31-35). Furthermore, indicators that consider accessibility to “unhealthy” food shops, typically fast-food restaurants and convenience stores, may be more strongly associated with health (23, 26). This association may be even more significant in the Canadian context (20), as hinted by the following observations. Most studies on the relation between the community food environment and health were carried out in the United States, with only a limited number of Canadian studies having been identified (20, 21, 23). However, some data points to the fact that contextual differences between the two countries may exist (68, 70, 71). Indeed, areas of low access to “healthy” food shops have been found to be less common in low socioeconomic status neighbourhoods in Canada, where high accessibility to “unhealthy” food shop seems to be more prominent (70). As such, the association between indicators of accessibility to “unhealthy” food shops and health may be even more significant in the Canadian context.

In Quebec, to our knowledge, the relationship between different indicators of the community food environment and diet has never been studied on a large scale. Since context has the potential to modulate this relationship, it is important to study it on a large scale in the Quebec context. Thus, the objective of this study was to evaluate the link between geographic accessibility of food shops and the consumption of F&V in Quebec adults.

## **2. Materials and Methods**

### *2.1. Research design*

A cross-sectional quantitative study was carried out at the individual level. Cross-sectional data from the CARTaGENE cohort study was used. Sampling method has been previously described (69) and is summarized below. CARTaGENE is an ongoing cohort of participants aged 40 to 69 years old and residing in urban centres of Quebec, Canada. Participants were selected through stratified random sampling based on population density, sex, age and forward sortation area of

residence (3-digit postal code). Selection was made from registries of the province's free health insurance (Régie de l'assurance maladie du Québec (RAMQ)). Participants lived in the metropolitan areas of Montreal, Quebec City, Sherbrooke and Saguenay with populations of 4 098 927, 800 296, 111 176 and 160 980 respectively (72). Participants were excluded if they lived in First Nation reserves, long-term health care facilities or were in prison. The CARTaGENE sample has been previously shown to be similar to the Canadian population, except for the level of education which was generally higher amongst CARTaGENE participants (69). Data pertaining to this study was collected between 2009 and 2011. Participants were contacted by telephone and invited to take part in the study. Financial compensation of 45\$ CAD was offered in 2009. Participation involved answering a self-administered socio-demographic and lifestyle questionnaire at one of the assessment sites. Participants were also contacted in 2011 to fill an online survey which included their full home postal code. For this study, individual level data from CARTaGENE was matched with food environment data generated from a governmental food retailer registry.

### *2.2. Dependent variable: food consumption measure*

Fruit and vegetable intake was measured by two questions in the CARTaGENE survey in 2009 or 2010. They inquired about the average number of portions of vegetables eaten per day and the average amount of fruit portions eaten per day, excluding fruit or vegetable juice intake. Information concerning portion size was also given in the question, where a portion was defined as ½ cup or 125 ml. The F&V intake was calculated as the summation of both answers of each participant. Any participant who failed to answer one or both questions was excluded from the analysis. This measure was analyzed as a categorical variable; participants were separated by whether they met the WHO minimal fruit and vegetable intake recommendation of 5 portions per day. Participants who ate 5 or more portions per day were coded as "1", while those who ate less than 5 portions were coded as "0".

### *2.3. Independent variable: retail food access measure*

The independent variables were a group of seven indicators quantifying different aspects of the geographic access to food retail stores near the participant's home.

In Quebec, the law requires that every food retail store obtain a food selling permit from the *Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec* (MAPAQ) (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food of Quebec). Therefore, we obtained information pertaining to the type and location of food retail stores from the MAPAQ registry. Data from 2009 was used as it corresponded roughly to the period when participants' food intake was surveyed.

This study used three types of food outlets in the MAPAQ database: (1) Retail food outlets, which included supermarkets, grocery stores, fruit and vegetable shops and farmers' markets, (2) Fast food outlets, and (3) Convenience stores. Food outlet extraction from the MAPAQ database has been described previously (73) but is summarized here. Each of the four types of retail food outlets is represented by a different MAPAQ food permit type which was searched in the database. Fast food restaurants are defined as "establishments where light meals, whether or not consumed on-site, are prepared and served", "whose main activity is the preparation and sale of food to be taken away or delivered" or "with counter service and occasionally at the table, whose main activity is characterized by the preparation of specialized menus: hamburgers, chickens, hotdogs, etc. (...)" (45). A search for these 3 types of fast food outlet permits was conducted and yielded 4826 results. Convenience stores can be found under many different permit categories so an automated search for keywords was complemented by a manual search and yielded 4330 results. Examples of keywords include "depanneur", "accommodation" and some convenience store chain company names (e.g. "Couche-Tard", "Boni-Soir", etc.).

The seven food environment indicators used included measures of proximity, absolute density and relative density of food shops near the participant's residence. These measures were chosen as per the recommendation of the Association of Public Health Epidemiologists in Ontario's (APHEO) Core Indicators Development Group. Their Built Environment Subgroup is a multidisciplinary expert group that defined indicators for accurately and reproducibly measuring the retail food environment in a standardized manner throughout Canada (59). The proximity and absolute density measures were calculated for each of the three categories of food stores (retail food outlets, fast food outlets and convenience stores) using Geographical Information Systems (GIS). The measure of proximity represents population-weighted average network distance between the centre of each dissemination block (DB) and the nearest food store of a given

category, for every DB within the dissemination area (DA) where the participant lives. A DA is an area defined for the Canadian census with a population between 400 and 700. It is composed of one or more DB (47). These measures can be used even without participants' exact addresses, which were unavailable due to confidentiality considerations. The formula used for calculating the proximity was the following:

*Proximity to food outlet =*

$$\sum \text{All DBs in DA} \frac{(\text{DB population}) \times (\text{distance in metres from DB centroid to nearest food outlet of a given category})}{(\text{Total population of DA})}$$

The measure of absolute density represents the population-weighted average number of food outlets of a given category within 1000 m of the DB centroids in a participant's DA. It was calculated as follows:

*Density of food outlets =*

$$\sum \text{All DBs in a DA} \frac{(\text{DB population}) \times (\# \text{ of food outlets of a given category within 1000 m of DB centroid})}{(\text{Total population of DA})},$$

where the 1000 metres were measured as a road network distance rather than a straight line or Euclidean distance.

Lastly, the measure of relative density is known as the Modified Retail Food Environment Index (mRFEI) (57) and is a proportion of the number of unhealthy food stores to the number of both healthy and unhealthy food stores within 1000 m of the DB centroids of the participant's DA of residence. It serves as a measure of the variety of different types of outlets in the area. It was calculated as follows:

*mRFEI =*

$$\sum \text{All DBs in a DA} \frac{\# \text{ less healthy food retailers within 1000 m of DB centroid}}{\# \text{ of healthy} + \# \text{ of less healthy food retailers within 1000 m of DB centroid}} \times 100,$$

where convenience stores and fast food outlets were considered unhealthy and retail food outlets were considered healthy.

Participants' self-reported address of residence in 2011 was used to calculate the environmental indicators. Each environment measure was analyzed as a categorical variable

where categories correspond to quintiles of all 19 985 participants' values. This was done to resemble quintiles that would have been created for all Quebec residents, as was the case for population density and deprivation index.

#### *2.4. Confounding variables: individual and environmental measures*

The confounding variables pertaining to participants' individual data were obtained from the CARTaGENE questionnaire. Self-reported sex (categorical variable), age (categorical variable: quintiles), highest level of education obtained (categorical), annual household income (categorical), employment status (categorical) and marital status (categorical) were used.

Two population-level confounding variables were also included. The population density of the DA of residence and the INSPQ material deprivation index of the DA were both separated into quintiles, where the values for all DAs in Quebec are used to separate the quintiles (categorical variables). The material deprivation index is based on standardized indicators of income, education and employment and is described elsewhere (74). Population data for these variables was obtained from the 2011 National Household Survey.

#### *2.5. Analysis*

SPSS version 25 was used for data analysis (75). Participants with missing data were excluded from the study. Study population characteristics were described and compared with those of excluded participants. Their F&V intake was described, as well as whether they met the recommended F&V intake.

Logistic regression was used for univariate analysis. Separate models were built for each of the study's seven independent variables of interest, consisting only of that variable and the outcome (intake equal or higher to recommended F&V consumption).

Lastly, multiple logistic regression was carried out in a stepwise manner. Only variables that were found to be significant in univariate analyses were included in the regression. A first model was created with individual-level characteristics only (model A). A second model included individual-level and general environment variables (model B). The last model included all individual and food environment variables (model C).

Ethics approval for this project was obtained from Université de Montréal (ethic # CERSES-19-063-D) and from the ethic review committee of CARTaGENE (ethic # 549966)

### 3. Results

CARTaGENE participants (n = 146 407) were initially selected from the RAMQ (Figure 4). Approximately one out of seven individuals selected (14%) and one out of four individuals contacted (26%) agreed to take part in the study (69). As such, there were 19 985 respondents in the first phase CARTaGENE survey. All participants were contacted a second time in 2011 and 8540 participants provided their full address of residence. Among those, 7783 participants provided all the information needed for our analyses.

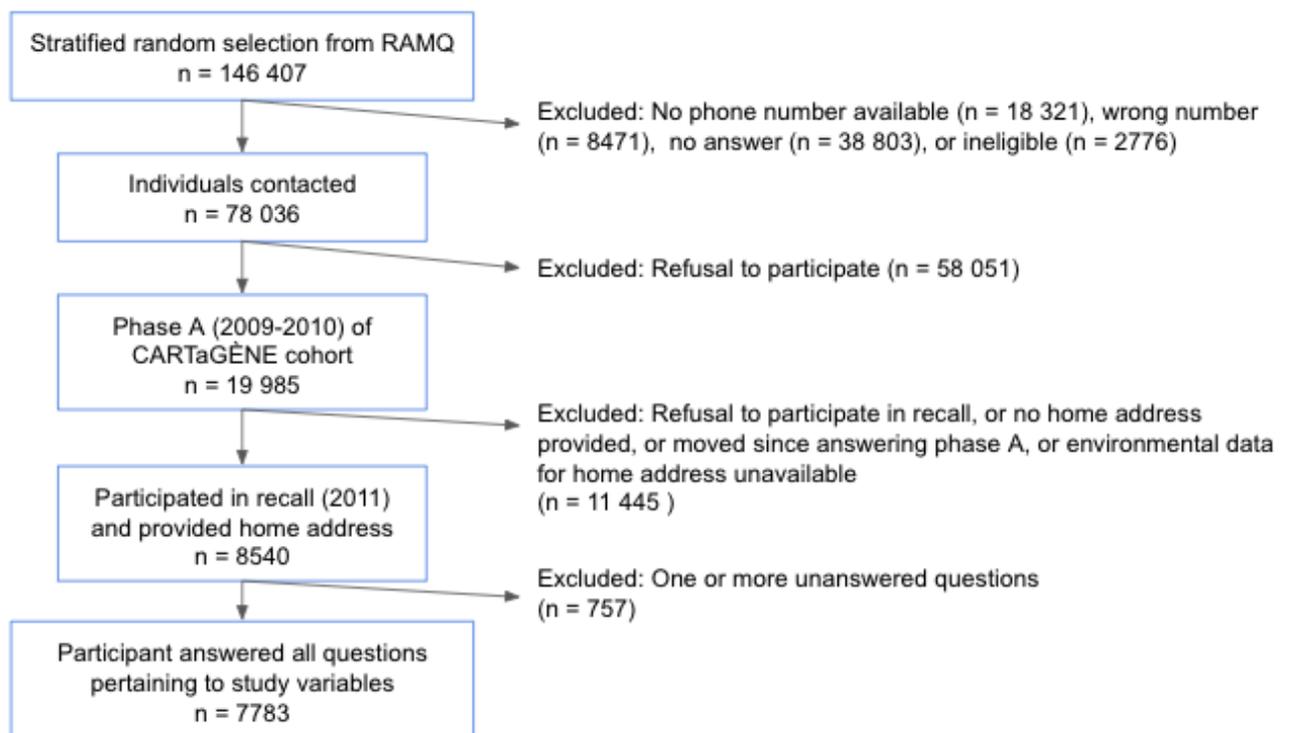


Figure 4. – Sample size, exclusion criteria and moments of data collection (69).

#### 3.1. Descriptive analyses

Table 2 shows the characteristics of all respondents of Phase A. Only participants with complete data (n = 7783) were included in further analyses. These participants were compared to phase A

participants who had incomplete data, as a way of evaluating attrition bias. The sample of participants with complete data was 51.7% female and 54.7 years of age on average. More than two thirds (67.5%) were married or living with a partner, and 67.1% were working. Less than half (46.1%) had obtained a university certificate or university degree. Only 8.7% had an annual household income below 25 000\$.

Tableau 2. – Characteristics and F&V intake of participants who took part in the food frequency questionnaire, by data completeness.

<b>Characteristics</b>	<b>Participants with complete data (n = 7783) % or Mean (SD)</b>	<b>Participants who were excluded after completing Phase A survey % or Mean (SD)</b>
<b>Age</b>	54.7 (7.7)	54.0 (8.0)
<b>Sex</b>		n = 12 203
Men	48.3	48.5
Women	51.7	51.5
<b>Annual household income</b>		n = 10 883
Less than 25 000 \$	8.7	16.4
25 000 \$ - 49 999 \$	22.0	24.3
50 000 \$ - 74 999 \$	23.3	20.6
75 000 \$ - 99 999 \$	16.3	13.7
100 000 \$ - 149 999 \$	18.5	15.1
More than 150 000 \$	11.3	9.9
<b>Education</b>		n = 12 075
High school or less	22.2	28.6
Trade or technical school	21.5	21.9
Pre-university CEGEP <sup>1</sup> or non-university certificate	10.1	10.0
University certificate	8.5	8.0
Bachelor's degree	23.9	19.9
Graduate studies	13.7	11.5
<b>Marital status</b>		n = 12 073

Married and/or living with a partner	67.5	61.3
Divorced, separated, widowed or single	32.5	38.7
<b>Employment situation</b>		n = 12 046
Worker	67.1	64.5
Unemployed, unable to work, retired or care giver	32.9	35.5
<b>Density of neighbourhood of primary residence<sup>2</sup></b>		n = 1 853
1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> quintile - low density	8.9	11.3
3 <sup>rd</sup> quintile	11.4	13.1
4 <sup>th</sup> quintile	29.6	26.3
5 <sup>th</sup> quintile - high density	50.2	49.3
<b>Material deprivation index of primary residence neighbourhood</b>		n = 1 485
1 <sup>st</sup> quintile – most privileged	31.7	37.6
2 <sup>nd</sup> quintile	23.7	21.5
3 <sup>rd</sup> quintile	19.7	18.2
4 <sup>th</sup> quintile	15.8	12.7
5 <sup>th</sup> quintile – most deprived	9.2	10.1
<b>Recommended F&amp;V consumption</b>		n = 11 779
No (0 to 4 portions per day)	46.1	50.4
Yes (5 or more portions per day)	53.9	49.6
<b>Fruit and vegetable intake per day (number of portions)</b>		n = 11 779
	5.0 (2.6)	4.8 (2.6)

<sup>1</sup> In the province of Quebec, CEGEP represents the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> years of schooling and precedes university. <sup>2</sup> Represents density quintile of the home neighbourhood. Since the study focused on urban areas of Quebec, there were few low-density neighbourhoods so first and 2<sup>nd</sup> quintiles were combined.

Among participants without any missing data (7783 participants), the median fruit and vegetable intake was 5 portions per day. The distribution had a mean of 5.05 with a standard deviation of 2.61, skewedness of 1.10 and kurtosis of 3.61. The proportion of participants who ate 5 or more portions of fruit and vegetable per day was 53.9%.

The different food environment variables measured were analyzed as quintiles to simplify analysis and because results were not normally distributed within the sample. The range of each quintile is presented in Table 3.

Tableau 3. – Odds ratios representing chances of eating 5 or more F&V portions per day, by participant characteristics, as calculated with logistic regression (n= 7783).

Characteristics	Individual models OR (95% CI)	Model A <sup>4</sup> OR (95% CI)	Model B <sup>5</sup> OR (95% CI)	Model C <sup>6</sup> OR (95% CI)
<b>Sex</b>				
Men	REF	REF	REF	REF
Women	2.88 (2.63-3.16)**	3.13 (2.85-3.44)**	3.13 (2.85-3.44)**	3.13 (2.85-3.45)**
<b>Age</b>				
1 <sup>st</sup> quintile: Age 40.1 – 46.5	REF			
2 <sup>nd</sup> quintile: Age 46.6 – 51.1	1.04 (0.89-1.20)			
3 <sup>rd</sup> quintile: Age 51.2 – 55.7	1.05 (0.91-1.22)			
4 <sup>th</sup> quintile: Age 55.8 – 62.3	1.03 (0.89-1.19)			
5 <sup>th</sup> quintile: Age 62.4 – 70.3	1.08 (0.93-1.25)			
<b>Annual household income</b>				
Less than 25 000 \$	REF	REF	REF	REF
25 000 \$ - 49 999 \$	1.12 (0.94-1.34)	1.14 (0.95-1.37)	1.14 (0.94-1.37)	1.16 (0.96-1.40)
50 000 \$ - 74 999 \$	1.30 (1.09-1.55)**	1.32 (1.09-1.59)**	1.32 (1.09-1.59)**	1.37 (1.14-1.66)**
75 000 \$ - 99 999 \$	1.28 (1.06-1.54)*	1.31 (1.07-1.60)**	1.31 (1.07-1.60)**	1.38 (1.12-1.69)**
100 000 \$ - 149 999 \$	1.42 (1.18-1.71)**	1.41 (1.16-1.72)**	1.40 (1.15-1.71)**	1.49 (1.21-1.82)**
More than 150 000 \$	1.75 (1.42-2.14)**	1.59 (1.28-1.99)**	1.57 (1.25-1.96)**	1.67 (1.33-2.10)**
<b>Education</b>				
High school or less	REF	REF	REF	REF
Trade or technical school	1.27 (1.11-1.45)**	1.27 (1.11-1.47)**	1.27 (1.10-1.46)**	1.26 (1.09-1.45)**
Pre-university CEGEP <sup>2</sup> or non-university certificate	1.53 (1.29-1.81)**	1.51 (1.26-1.80)**	1.50 (1.25-1.79)**	1.48 (1.23-1.77)**
University certificate	1.66 (1.38-1.99)**	1.63 (1.35-1.97)**	1.62 (1.34-1.96)**	1.60 (1.32-1.93)**
Bachelor's degree	1.79 (1.56-2.04)**	1.80 (1.56-2.07)**	1.77 (1.53-2.04)**	1.72 (1.49-1.99)**
Graduate studies				

	2.08 (1.78-2.43)**	2.20 (1.85-2.61)**	2.16 (1.82-2.57)**	2.05 (1.72-2.44)**
<b>Marital status</b>				
Married and/or living with a partner	REF			
Divorced, separated, widowed or single	0.98 (0.89-1.08)			
<b>Employment situation</b>				
Worker	REF			
Unemployed, unable to work, retired or care giver	1.00 (0.91-1.10)			
<b>Density of neighbourhood of primary residence<sup>3, 5</sup></b>				
1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup> quintile – low density	REF			
3 <sup>rd</sup> quintile	0.98 (0.80-1.19)			
4 <sup>th</sup> quintile	1.03 (0.87-1.22)			
5 <sup>th</sup> quintile – high density	1.14 (0.97-1.34)			
<b>Material deprivation index of primary residence neighborhood<sup>4, 5</sup></b>				
1 <sup>st</sup> quintile – most privileged	REF	REF	REF	
2 <sup>nd</sup> quintile	0.91 (0.81-1.03)	1.00 (0.88-1.14)	1.00 (0.88-1.14)	
3 <sup>rd</sup> quintile	0.75 (0.66-0.86)**	0.85 (0.74-0.98)*	0.84 (0.73-0.96)*	
4 <sup>th</sup> quintile	0.79 (0.69-0.91)**	0.93 (0.80-1.08)	0.91 (0.78-1.05)	
5 <sup>th</sup> quintile – most deprived	0.79 (0.67-0.93)**	0.99 (0.82-1.18)	0.93 (0.77-1.13)	
<b>Proximity to nearest retail food outlet<sup>1</sup></b>				
1 <sup>st</sup> quintile: 0 – 391 (Near)	REF		REF	
2 <sup>nd</sup> quintile: 392 – 694	0.91 (0.79-1.05)		1.04 (0.87-1.24)	
3 <sup>rd</sup> quintile: 695 – 1102	0.84 (0.73-0.97)*		1.03 (0.85-1.26)	
4 <sup>th</sup> quintile: 1103 – 1705	0.85 (0.74-0.98)*		1.15 (0.91-1.45)	
5 <sup>th</sup> quintile: 1706 – 13865 (Far)	0.90 (0.78-1.04)		1.25 (0.93-1.68)	
<b>Proximity to nearest convenience store</b>				
1 <sup>st</sup> quintile: 0 – 248 (Near)	REF		REF	

2 <sup>nd</sup> quintile: 248 – 441	0.76 (0.66-0.88)**	0.85 (0.72-1.01)
3 <sup>rd</sup> quintile: 441 – 674	0.84 (0.72-0.96)*	0.91 (0.75-1.11)
4 <sup>th</sup> quintile: 674 – 1064	0.87 (0.75-1.00)*	0.96 (0.77-1.19)
5 <sup>th</sup> quintile: 1065 – 6786 (Far)	0.78 (0.68-0.90)**	0.89 (0.69-1.15)
<b>Proximity to nearest fast food outlet</b>		
	REF	REF
1 <sup>st</sup> quintile: 0 – 377 (Near)	0.89 (0.77-1.03)	0.96 (0.81-1.13)
2 <sup>nd</sup> quintile: 377 – 613	0.91 (0.79-1.05)	0.99 (0.82-1.19)
3 <sup>rd</sup> quintile: 613 – 915	0.81 (0.70-0.93)**	0.85 (0.69-1.05)
4 <sup>th</sup> quintile: 916 – 1394	0.85 (0.74-0.98)*	0.85 (0.65-1.12)
5 <sup>th</sup> quintile: 1395 – 14461 (Far)		
<b>Density of retail food outlets<sup>1</sup></b>		
1 <sup>st</sup> quintile: 0.00 – 0.06	REF	REF
2 <sup>nd</sup> quintile: 0.07 – 1.00	0.90 (0.79-1.03)	0.95 (0.75-1.21)
3 <sup>rd</sup> quintile: 1.002 – 2.32	0.915 (0.79-1.06)	0.89 (0.66-1.20)
4 <sup>th</sup> quintile: 2.33 – 6.00	0.98 (0.85-1.13)	0.88 (0.63-1.23)
5 <sup>th</sup> quintile: 6.01 – 37.97	1.22 (1.05-1.40)**	0.89 (0.59-1.33)
<b>Density of convenience stores</b>		
1 <sup>st</sup> quintile: 0.00 -1.31	REF	REF
2 <sup>nd</sup> quintile: 1.31 – 3.00	1.00 (0.87-1.15)	1.18 (0.98-1.42)
3 <sup>rd</sup> quintile: 3.00 – 6.00	1.14 (0.99-1.31)	1.42 (1.14-1.77)**
4 <sup>th</sup> quintile: 6.04 – 13.52	1.08 (0.94-1.25)	1.36 (1.05-1.77)*
5 <sup>th</sup> quintile: 13.53 – 60.60	1.27 (1.11-1.47)**	1.44 (1.05-1.98)*
<b>Density of fast food outlet</b>		
1 <sup>st</sup> quintile: 0.00 – 0.76	REF	REF
2 <sup>nd</sup> quintile: 0.76 – 2.73	0.93 (0.81-1.07)	0.88 (0.72-1.08)
3 <sup>rd</sup> quintile: 2.73 – 5.71	1.00 (0.87-1.15)	0.93 (0.73-1.18)
4 <sup>th</sup> quintile: 5.72 – 11.58	1.00 (0.87-1.15)	0.92 (0.71-1.20)
5 <sup>th</sup> quintile: 11.60 – 213.15	1.24 (1.07-1.43)**	1.01 (0.75-1.36)
<b>Relative density of less healthy outlets (mRFEI<sup>2</sup>)</b>		
1 <sup>st</sup> quintile: 0 – 75%	REF	REF

2 <sup>nd</sup> quintile: 75 – 81%	1.00 (0.86-1.15)		0.94 (0.81-1.10)
3 <sup>rd</sup> quintile: 81 – 87%	0.95 (0.82-1.09)		0.88 (0.75-1.04)
4 <sup>th</sup> quintile: 87 – 95%	0.86 (0.75-0.99)*		0.81 (0.67-0.98)*
5 <sup>th</sup> quintile: 95 – 100%	0.95 (0.83-1.10)		0.90 (0.70-1.16)
<b>X<sup>2</sup> (p-value)</b>		712.1 (0.00)	719.1 (0.00)
<b>Cox &amp; Snell R Square</b>		0.087	0.088
<b>Nagelkerke R Square</b>		0.117	0.118
<b>Percentage accuracy in classification (PAC)</b>		63.7%	63.8%

\*Significant at  $p < 0.05$ . \*\*Significant at  $p < 0.01$ .

<sup>1</sup> Retail food outlets include grocery stores, supermarkets, fruit and vegetable shops and farmers' markets. <sup>2</sup> Modified Food Retail Environment Index. <sup>3</sup> Statistical significance (p-value) for a Pearson Chi-squared (X<sup>2</sup>) test of proportion of individuals eating the recommended F&V. <sup>4</sup> Model A includes corrected for sex, annual household income and education. <sup>5</sup> Model B corrected for variables of model A and for material deprivation index. <sup>6</sup> Model C corrected for variables of model A and Model B as well as for all environment variables.

### 3.1. Univariate analyses

Whether participants consumed the minimal amount of F&V was analyzed while taking into account their characteristics and their environment. Participants who ate 5 or more portions of F&V were 2.88 times more likely to be female and were also more likely to have a higher annual household income or higher educational level than participants who did not eat the minimal number of portions (Table 3). These participants were also less likely to live in highly deprived neighbourhoods.

Participants who consumed the minimal recommended amount of F&V (5 or more portions) were more likely to live in areas of high accessibility to all three types of food outlets, meaning they were more likely to live near outlets and in areas of high outlet density. For example, participants who consumed the minimal recommended amount of F&V were more likely to live in the highest quintile of density of retail food outlets (OR = 1.22 (95% CI : 1.05-1.40) for Q5 compared to Q1), of convenience stores (OR = 1.27 (95% CI : 1.11-1.47) for Q5 compared to Q1) and of fast food

outlets (OR = 1.24 (95% CI : 1.07-1.43) for Q5 compared to Q1). They were also more likely to live further from all three types of stores, even from retail food outlets (OR = 0.85 (95% CI : 0.74-0.98) for Q4 compared to Q1).

In analyzing the relation between the relative density of less healthy outlets and F&V consumption, data showed that participants living in areas with a higher relative density of “unhealthy” outlets were less likely to eat 5 or more portions of F&V.

### *3.2. Multivariate analysis*

A stepwise multiple logistic regression was carried out (Table 3) using only the variables that showed significant differences in univariate analyses. Model A included the least number of confounding variables and explained 11.7% of the variance. Even model C, which included the greatest number of confounding variables and included the food environment variables, only explained 12.4% of the variance. Nonetheless, it was found that when controlling for all other variables, participants who ate the minimal recommended amount of F&V were 3.13 (95% CI : 2.85 - 3.45) times more likely to be women, 1.67 (95% CI : 1.33 - 2.10) times more likely to earn a household income above 150 000\$ when compared to less than 25 000\$ and 2.05 (95% CI : 1.72 - 2.44) times more likely to have undertaken graduate studies when compared to high school graduates.

Other variables which were significantly different in univariate analyses were found to be non-significant when controlling for confounding variables. However, the density of convenience stores and to a lesser extent, the material deprivation index and mRFEI were still significant. Participants who ate 5 or more portions of F&V were 1.44 (95% CI : 1.05-1.98) times more likely to live in areas with a high density of convenience stores (Q5 compared to Q1), which was contrary to the expected relation. Deprivation index and mRFEI did not show a linear relation and only one of the quintiles for each variable (Q3 and Q4 respectively) were significantly different (but just barely) from the first quintile, which was used as reference.

## 4. Discussion

We analyzed the individual characteristics of our sample of 7783 participants in the CARTaGENE database, as well as their fruit and vegetable consumption habits. We then compared this consumption with the geographical accessibility of different types of food stores around their homes. We found that participants who had better accessibility to all types of food stores, healthy and unhealthy, were more likely to consume the recommended minimum number of F&V. This relationship was indeed expected for accessibility to "healthy" food shops, but not for access to "unhealthy" shops such as fast food restaurants and convenience stores. However, it is possible that this is a land-use mix and density effect where locations with greater accessibility to "unhealthy" shops also simultaneously have greater access to "healthy" shops due to a greater presence of commercial establishments of all types. Furthermore, other studies have found similar results where a higher density of fast food or higher land-use mix are related to lower rates of obesity (53, 76).

However, when confounding variables were added to the analysis, the observed relationship between indicators of accessibility of food stores and F&V intake disappeared for the most part. This indicates that the observed relationship was likely due to other characteristics, including the individual characteristics of participants. Non-significant associations are fairly common in research on geographic accessibility (20, 29); a previous review found null associations in 76% of cases (23).

According to our data, gender was the most important determinant of F&V intake. In general, individual-level characteristics were also more strongly related to F&V consumption than characteristics of the food environment. The relationship between dietary habits and individual characteristics was in the expected direction; women and individuals with higher income and education attainment were more likely to comply with F&V minimal consumption recommendations, as commonly found in the literature (16, 77, 78).

With respect to the multivariate logistic regression, with all environmental variables included, a maximum of 12.4%, or one eighth (1/8) of the variance in F&V consumption was explained. Part of the unexplained variance could be due to interactions between some of the variables in our

study, such as the food environment and income variables. Indeed, a study of 50,000 participants in London, UK, found an additive interaction of the effects of low income and high exposure to fast food restaurants on diet and obesity (54). However, this type of interaction has not yet been extensively studied in the literature and was not included in our study.

Another reason possibly accounting for the low explained percentage of the total variance could be that some important variables which affect F&V intake are not considered in our study. Referring to a conceptual framework of the food environment published by Glanz et al. (17, 18), we note that such variables could include aspects of the consumer food environment or individual characteristics. Consumer environment variables that could help explain individuals' F&V consumption patterns include the variety of choices, freshness, promotion, placement and price of food inside the stores (17, 18, 27). In addition, unstudied individual characteristics could also explain some of the remaining variance. These could include race or ethnicity (21, 79), genetic factors, knowledge and skills in relation to food (17, 18), the individual's perception of his or her accessibility to different foods (55) or social support (75), to name a few.

## **4.2 Limits and strengths**

This study had certain limitations relating to the type of study design, participants, and food and environmental measurements. Some of the limitations arose from the choice of the dataset, which was subject to time, availability and resource constraints. First, the observational cross-sectional design does not allow for causal inference and there is a risk of reverse causality (80). However, this is a very generalized limitation because the majority of studies in the field are cross-sectional (23, 29).

The sample of CARTaGENE participants used in this study was older and slightly more educated than the average Canadian population (69). Coupled with the additional attrition of the sample following recall to obtain home addresses, it is likely that a level of selection bias occurred. However, we quantified the exact magnitude of differences between our sample and the CARTaGENE sample. We found that retained participants were more likely to have higher levels of education and higher incomes, as is observed in many studies (81, 82).

Another feature of the sample in this study was its age composition. The study was designed to recruit only adults between 40 and 70 years of age. We did not find in our study that F&V use varied with age, but it is possible that there may be differences among younger adults or even children (25). Indeed, one review showed that associations between exposure to fast food restaurants or convenience stores and weight were more likely to be in the expected direction in children of low socioeconomic status than in adults (23). Thus, caution should be exercised in inferring results to the general population.

Another limitation of our study was the quality of the dietary measurement used. Questions about usual frequency of consumption, as used in this study, are susceptible to recall bias. They are also prone to error due to the complex cognitive process involved in calculating portion sizes and average daily intake (61). In addition, only F&V consumption was questioned. A measure of junk food consumption or a more comprehensive measure of diet quality might have yielded different results, especially when compared to environmental measures of accessibility to stores with predominantly "unhealthy" foods. Measures reflecting dietary quality allow for a more comprehensive description of an individual's eating habits. They could more easily capture the association with certain characteristics of the food environment, such as convenience stores or fast food restaurants, than F&V measures alone (61). The restricted measure of F&V consumption was an important limitation of our study. Initially, we had hoped to use a food quality measure, the Canadian Healthy Eating Index (C-HEI), but unfortunately, although this data were collected by CARTaGENE, we were unable to use it due to the small number of participants who completed a sufficient proportion of the 165 questions asked. The F&L measure used instead could not represent participants' diets with as many nuances as a more comprehensive questionnaire and could have contributed to the predominantly non-significant results.

Another limitation came from studying the food environment only at the place of residence. Indeed, for an individual who works or spends a significant amount of time outside his or her home, the impact of exposure to the environment in these activity spaces is not considered. It may therefore be more difficult to identify the real impact of the environment on diet (48, 51). Considering the average time spent at home as a confounding variable could limit the impact of only studying the residential food environment (83). We used the employment situation as a

proxy for the time spent at home. Although this variable has limitations (i.e. it may not be representative of the time spent at home in all situations, such as among people who volunteer), it is an element that is not often considered by most studies on food outlet accessibility (29).

Lastly, the characterization of food businesses as "healthy" or "unhealthy" is simplistic and several studies show that the consumer's food environment is much more complex than the presence of "healthy" or "unhealthy" foods (27, 84). A study of the nutritional environment of consumers in 17 supermarkets in Montreal found considerable disparities, including in price and variety of fruits and vegetables as well as in marketing of highly processed foods (38). It is well known that the consumer's environment influences food purchasing and eating habits (27, 84). Incorporating measures of the consumer environment to more accurately represent accessibility to foods, rather than to stores, would allow for a more precise analysis of the link between food environment and diet.

Despite these limitations, many of which were inherent to the type of data commonly and pragmatically available, our study makes a significant contribution to the existing literature. One of its strengths was its large sample size of 7783 participants, which was significantly larger than the median 3786 participants for similar studies, according to a systematic review of 113 studies (23). This study is one of the first studies to evaluate the relation between the community food environment and eating habits on a large-scale in Quebec. Indeed, studying this relation locally is important, as evidence suggests that it could vary between countries (20, 68, 70, 71).

The use of standardized environmental indicators without threshold values, as proposed by APHEO, has allowed for a more precise and objective analysis of the environment while facilitating inter-study comparisons (59). This will facilitate future reviews of the literature, as many reviews have noted a difficulty in synthesizing knowledge due to the large methodological variation surrounding operationalization of food environment measures (21, 23).

Another strength of our study was the use of seven different indicators to characterize the food environment in a more comprehensive way. Three types of food outlets and three types of geographical accessibility measures were studied and compared. In addition, most of the covariates commonly used in the literature were considered (29). Thus, this study presents a

complete picture of the possible associations between accessibility to food outlets and F&V consumption by Quebecers.

## **5. Conclusions**

Obesity and unhealthy eating habits represent a heavy burden in Canada and worldwide. The effect of accessibility to food outlets on diet was evaluated in this cross-sectional study of 7783 Quebec adults aged 40 to 70 years. We found that the relationship between accessibility to food outlets and diet was weaker than expected. Individual factors of gender, education and income were strongly associated to diet, but a large portion of the factors affecting diet remained unexplained by our data. Further research is needed to identify such factors, which may include other variables or interactions between studied variables. In all cases, these results reinforce the importance of implementing multidimensional interventions to improve the population's diet. Indeed, rather than focusing on a single element such as geographic accessibility to food outlets, programs and initiatives aimed at improving diet and reducing obesity should propose an approach at different levels. These should involve changes not only to the physical environment but also the political, socio-cultural and economic environment aimed at supporting healthy food choices.

## Chapitre 5 - Discussion

### Constats principaux

Nous avons analysé les caractéristiques individuelles de notre échantillon de 7783 participants de la banque de données de CARTaGENE, de même que leurs habitudes de consommation de fruits et légumes. Nous avons ensuite comparé cette consommation à l'accessibilité géographique de différents types de commerces alimentaires autour de leur domicile. Nous avons constaté que les participants qui avaient une meilleure accessibilité à tous les types de commerces alimentaires avaient plus de chances de consommer le nombre minimal recommandé de F&L. Par contre, suite à une analyse multivariée prenant en compte les variables confondantes, nous avons trouvé que la relation n'était globalement pas significative.

Tout d'abord, il a été surprenant de trouver, par l'entremise des analyses univariées, que l'accessibilité à tous les types de commerces était reliée à de plus grandes chances de consommer 5 portions de F&L ou plus. Cette relation était effectivement attendue pour l'accès aux commerces « sains », mais pas pour l'accès aux commerces « malsains » tels que les restaurants-minute et les dépanneurs. Une étude américaine a toutefois trouvé des résultats similaires, où la densité plus élevée de restaurants-minute ou de tous types de restaurants était reliée à un poids plus petit (53). Il est possible que ces résultats soient dus à un effet de densité et de diversité des utilisations du territoire (land use mix). Ainsi, les endroits présentant une plus grande accessibilité aux commerces « malsains » pourraient être des endroits présentant simultanément une grande accessibilité aux commerces « sains » en raison d'une plus forte présence d'établissements commerciaux de tous types. Les secteurs ayant une utilisation plus diversifiée du territoire ont d'ailleurs été reconnus pour avoir des taux d'obésité plus faibles (76). Ceci serait concordant avec nos données démontrant une plus grande consommation de F&L (et donc, on pourrait imaginer, des taux plus faibles d'obésité) dans les territoires ayant une accessibilité élevée à tous types de commerces.

Lorsque les variables confondantes telles que le sexe et le revenu ont été ajoutées à l'analyse, les relations entre l'accessibilité aux commerces alimentaires et la consommation de fruits et

légumes n'étaient plus significatives. Ceci nous indique que la relation observée était probablement due à d'autres caractéristiques, dont les caractéristiques individuelles des participants. Les résultats non significatifs sont fréquents dans la littérature sur l'accessibilité géographique (20, 29). Rappelons qu'une revue de la littérature a trouvé des associations nulles 76% du temps (23).

Nous avons cependant noté qu'une plus grande densité de dépanneurs était reliée à une proportion plus grande de participants consommant la quantité recommandée de F&L. Cette relation était dans le sens inverse à celle attendue. Toutefois, l'ampleur de l'effet (RC ~ 1.40) était modérée. Ce ne serait cependant pas la première fois qu'une relation inattendue par rapport à l'accessibilité aux dépanneurs soit documentée (23). Par exemple, une étude des États-Unis a trouvé qu'une plus grande proximité aux dépanneurs était associée à une diète de meilleure qualité durant la grossesse (85).

Selon nos données, le sexe serait le facteur le plus déterminant du respect ou non de la consommation minimale recommandée de F&L. En général, les caractéristiques individuelles étaient également plus fortement liées à la consommation de F&L que les caractéristiques de l'environnement alimentaire. Les relations entre les habitudes alimentaires et les caractéristiques individuelles allaient dans le sens attendu; les femmes et les personnes ayant un revenu plus élevé et un niveau d'éducation plus élevé respectaient plus souvent les recommandations de consommation de F&L, tel qu'on le voit habituellement dans la littérature (16, 77, 78).

De plus, par rapport à la régression logistique multivariée, toutes les variables environnementales prises en compte ensemble, un maximum de 12,4%, ou un huitième (1/8) de la variance de la consommation de fruits et légumes a été expliquée. Peu d'études rapportant cette donnée ont été identifiées, mais une étude sur des aînés montréalais a trouvé que la proportion des commerces vendant des aliments sains et la proportion de restaurants-minute, considérés avec les variables confondantes, expliquaient 11,4% de la variance des comportements alimentaires moins sains et 6,7% des comportements alimentaires plus sains, tels que mesurés par 37 questions de fréquence alimentaire (86). Ainsi, nos résultats sont plutôt comparables.

Une partie de la variance de la consommation de fruits et légumes pourrait être expliquée par une interaction entre certaines des variables de notre étude, telles que les variables de l'environnement alimentaire et les variables individuelles comme le revenu. En effet, une étude de 50 000 participants effectuée à Londres a trouvé une interaction additive des effets d'un faible revenu et d'une forte exposition aux restaurants-minute sur l'alimentation et l'obésité (54). Ce type d'interaction n'a cependant pas encore été beaucoup étudié dans la littérature et n'a pas été analysé dans notre étude.

Une autre explication pour le faible pourcentage de la variance totale de la consommation de F&L pourrait être que certains facteurs importants ne sont pas considérés dans notre modèle. En se référant à notre cadre conceptuel de l'environnement alimentaire adapté de Glanz et al. (Figure 1), on note qu'il pourrait s'agir de variables relatives à l'environnement du consommateur ou aux caractéristiques individuelles par exemple (17, 18). Des variables de l'environnement du consommateur qui pourraient aider à expliquer les habitudes de consommation de F&L des individus, incluant la disponibilité d'aliments « sains » ou « malsains », la variété de choix, la fraîcheur, la promotion, le placement et le prix des aliments à l'intérieur du commerce (17, 18, 27).

De plus, des caractéristiques individuelles non étudiées pourraient aussi expliquer une partie de la variance restante. Bien que difficile à étudier et peu utile dans une optique d'intervention, les facteurs génétiques pourraient avoir une grande influence sur les habitudes alimentaires. La race ou l'ethnicité n'a pas pu être étudiée en raison de la non-disponibilité des données, la seule information disponible étant le pays de naissance. L'ethnicité est souvent considérée comme variable confondante dans la relation entre l'environnement alimentaire et l'alimentation, mais est encore peu étudiée avec plus de détail au Canada (29). Toutefois, plusieurs études, surtout américaines, suggèrent que l'ethnicité est une caractéristique importante de la relation entre l'environnement alimentaire et l'alimentation (21). Par exemple, une étude effectuée à Détroit, É.-U., a trouvé que les personnes d'origine latino-américaine mangeaient plus de portions de fruits et légumes que les personnes d'origine afro-américaine lorsqu'ils avaient un supermarché dans leur quartier, et moins de portions qu'eux lorsqu'ils avaient un dépanneur (79).

D'autres facteurs importants à considérer dans l'étude des habitudes alimentaires pourraient inclure les connaissances et habiletés par rapport à l'alimentation (17, 18), la perception qu'a l'individu de son accessibilité à différents aliments (21), le support social (87) et la mobilité de l'individu. En effet, certains facteurs individuels peuvent influencer la capacité d'un individu à se déplacer pour s'approvisionner en nourriture, tel que posséder une voiture, la disponibilité des transports en commun et la condition physique (26). Ainsi, un individu à mobilité restreinte pour lequel le commerce le plus proche se trouve à 500 mètres par exemple n'aurait pas la même accessibilité qu'un autre individu qui a plus de facilité à se déplacer.

## **Limites et forces**

### **Limites**

Cette étude avait certaines limites, relatives entre autres au type de devis, à l'échantillon et aux mesures de l'alimentation et de l'environnement. Certaines des limites ont découlé du choix des données qui était sujet à des contraintes de temps, de disponibilité et de ressources. Tout d'abord, le devis transversal observationnel ne permet pas de faire de l'inférence causale. Il existe un risque de causalité inverse; on ne peut savoir si les aliments disponibles dans l'environnement des individus affectent leurs choix alimentaires, ou si au contraire, leurs préférences alimentaires affectent l'endroit où ils décident de s'établir ou affectent l'offre alimentaire de leur environnement (ie. par le principe de l'offre et la demande) (80). Il s'agit cependant d'une limite très généralisée, car la majorité des études dans le domaine sont transversales (23, 29).

L'échantillon de participants de CARTaGENE utilisé dans cette étude était déjà plus âgé et plus scolarisé que la population canadienne moyenne (69). De plus, l'attrition additionnelle de l'échantillon suite au rappel pour l'obtention de l'adresse de résidence peut avoir entraîné un certain biais de sélection. Toutefois, le tableau 2 a permis de quantifier exactement l'ampleur des différences entre l'échantillon de cette étude et celui de CARTaGENE. Les participants retenus étaient plus souvent des personnes ayant un plus haut niveau d'éducation ou ayant un revenu plus élevé, mais ceci est observé dans de nombreuses autres études (81, 82).

Une autre particularité de l'échantillon de cette étude était sa composition en termes d'âge. Seuls les adultes âgés de 40 à 70 ans ont été recrutés. Nous n'avons pas trouvé dans notre étude que la consommation de F&L variait selon l'âge, mais il est possible qu'il y ait des différences chez les adultes plus jeunes ou même chez les enfants (25). Une revue a effectivement montré que les associations entre l'exposition aux restaurants-minute ou aux dépanneurs et le poids allaient plus souvent dans le sens attendu chez les enfants de faible statut socio-économique que chez les adultes (23). Ainsi, il faut faire preuve de prudence en voulant inférer les résultats à la population générale.

Une autre limite de notre étude était la qualité de la mesure de l'alimentation utilisée. Les questions sur la fréquence habituelle de consommation, telles qu'utilisées dans cette étude, sont susceptibles à l'erreur. Le processus cognitif complexe nécessaire pour le calcul des tailles de portion et la moyenne consommée par jour peut laisser place à l'erreur et est sujette au biais de rappel (61). De plus, seule la consommation de F&L a été questionnée. Une mesure de consommation de malbouffe ou une mesure plus globale de la qualité de la diète auraient pu donner des résultats différents, surtout lorsque comparé aux mesures environnementales d'accessibilité aux commerces ayant principalement des aliments « malsains ». Les mesures reflétant la qualité de l'alimentation permettent de décrire les habitudes alimentaires d'un individu de manière plus complète. Elles pourraient plus facilement capter l'association avec certaines caractéristiques de l'environnement alimentaire, par exemple avec les dépanneurs ou les restaurants-minute, que la seule mesure de F&L (61). La mesure restreinte de la consommation de F&L était une limite importante de notre étude. Nous espérions initialement utiliser une mesure de qualité de l'alimentation, soit le « *Canadian Healthy Eating Index* » (C-HEI), mais malheureusement, même si ces données ont été collectées par CARTaGENE, elles étaient inutilisables en raison du faible nombre de participants ayant complété une proportion suffisante des 165 questions posées. Ainsi, la mesure de F&L utilisée à la place ne pouvait représenter l'alimentation des participants avec autant de nuances qu'un questionnaire plus complet et aurait pu contribuer à l'obtention de résultats majoritairement non significatifs.

Une autre limite provenait du fait d'étudier l'environnement alimentaire seulement au lieu de résidence. En effet, pour un individu qui travaille ou qui passe beaucoup de temps à l'extérieur

de son quartier, l'impact de l'exposition à cet environnement n'est pas considéré. Il peut donc être plus difficile de percevoir l'impact réel de l'environnement sur l'alimentation (48, 51). Considérer le temps moyen passé à la maison comme variable confondante pourrait limiter l'impact de ne pas considérer l'environnement alimentaire de l'individu du point de vue des espaces d'activité de celui-ci (83). Ainsi, nous avons utilisé la situation d'emploi comme un proxy du temps passé à la maison. Tout en gardant en tête que cette variable comporte des limites (ie. elle pourrait ne pas être représentative du temps passé à la maison dans toutes les situations, tel que chez les personnes qui font du bénévolat), il s'agit d'un élément qui n'est pas souvent considéré par la plupart des études sur le lien entre l'environnement alimentaire et l'alimentation (29).

Dernièrement, la caractérisation des commerces alimentaires comme « sains » ou « malsain » est simpliste et plusieurs études montrent que l'environnement alimentaire du consommateur est beaucoup plus complexe que la présence d'aliments soit « sains » ou « malsains » (27, 84). Une étude de l'environnement nutritionnel des consommateurs de 17 supermarchés à Montréal a trouvé une grande variabilité, entre autres pour la variété et le prix des fruits et légumes et la promotion d'aliments ultra-transformés (38). Il est bien connu que l'environnement du consommateur influence les habitudes d'achat alimentaire et l'alimentation (27, 84). Intégrer des mesures de l'environnement du consommateur afin de mieux représenter l'accessibilité aux aliments, plutôt qu'aux commerces, permettrait une analyse plus précise du lien entre l'alimentation et l'environnement alimentaire et permettrait de corriger cette limite.

## **Forces**

Malgré ces limites, dont plusieurs étaient inhérentes au type de donnée couramment et pragmatiquement disponible, notre étude offre une contribution significative à la littérature existante, de par ses forces. Notamment, il s'agit d'une des premières études à évaluer le lien entre l'environnement alimentaire de la communauté et les habitudes alimentaires à large échelle au Québec. En effet, l'échantillon de 7783 participants était significativement supérieur à la médiane pour ce type d'étude, qui est de 3786 participants selon une revue systématique de 113 études (23). Ceci est important, car l'évidence laisse supposer qu'il pourrait y avoir des

différences importantes de l'impact de l'environnement alimentaire sur les habitudes alimentaires selon contexte du lieu et du pays de résidence (20, 68, 70, 71).

L'utilisation d'indicateurs environnementaux standardisés sans valeurs seuil, tels que proposés par l'APHEO, a permis une analyse plus précise et plus objective tout en facilitant les comparaisons interétudes (59). Ceci facilitera les révisions futures de la littérature, car à ce jour, la majorité des revues notent une difficulté de synthétiser les connaissances en raison de la grande variété méthodologique entourant l'opérationnalisation des mesures de l'environnement alimentaire (21, 23).

Une autre force de notre étude fut l'utilisation de sept indicateurs différents permettant de caractériser l'environnement alimentaire de manière plus complète. Trois types de commerces et trois types de mesures d'accessibilité géographique ont été étudiés et comparés. De plus, la plupart des covariables couramment utilisées dans la littérature ont été considérées (29). Ainsi, plusieurs données ont été générées et notre étude présente un portrait complet des associations possibles entre l'accessibilité aux commerces alimentaires et la consommation de F&L des Québécois.

En résumé, nos résultats ont montré que les individus ayant une meilleure accessibilité à tous les types de commerces étaient plus nombreux à consommer un minimum de 5 portions de F&L par jour. Toutefois, lorsque tous les facteurs confondants étaient pris en compte, la consommation de F&L était fortement associée aux facteurs individuels du sexe, de l'éducation et du revenu, mais pas à l'environnement alimentaire de la communauté. Ces résultats indiquent que plus d'études sont requises pour mieux comprendre les comportements alimentaires des individus, plus particulièrement, des études de qualité méthodologique supérieure. De plus, ils suggèrent que la consommation de F&L et l'alimentation des individus sont très complexes et qu'il faudrait potentiellement identifier d'autres variables ou des interactions entre les variables l'affectant davantage que l'accessibilité aux commerces. Ainsi, des politiques ou interventions cherchant à améliorer l'alimentation de la population québécoise à large échelle devraient être multifacettes et cibler plus de facteurs que seulement l'accessibilité aux différents commerces alimentaires.



## Chapitre 6 - Conclusion

L'obésité et les habitudes alimentaires malsaines posent un lourd fardeau sur la société au niveau canadien et mondial. Parmi les déterminants sur lesquels il est possible d'agir pour améliorer les habitudes alimentaires, plusieurs études ont montré le potentiel de l'environnement alimentaire de la communauté et de l'accessibilité aux commerces alimentaires. Pour cette raison, l'effet de l'accessibilité de différents types de commerces alimentaires sur l'alimentation a été évalué dans cette étude transversale portant sur 7783 adultes âgés de 40 à 70 ans et résidant dans quatre villes du Québec.

Les résultats des analyses de régression logistique ont montré que les participants ayant une meilleure accessibilité aux commerces alimentaires considérés « sains », aux restaurants-minute et aux dépanneurs étaient plus susceptibles de consommer l'apport recommandé de 5 portions de F&L par jour. Toutefois, lorsque des variables confondantes ont été prises en compte, l'environnement alimentaire n'était globalement pas associé de manière significative à la consommation de F&L. Les seules variables corrélées à la consommation de F&L étaient des variables individuelles du sexe, du revenu et de l'éducation. Les femmes avaient 3,13 (C 2,85 - 3,45) fois plus de chances que les hommes de consommer le nombre recommandé de portions de F&L.

Le modèle de régression n'a pu expliquer que 12,4 % de la variance de la consommation de F&L, même en tenant compte de tous les facteurs confondants significatifs. Ces résultats laissent sous-entendre que l'environnement alimentaire de la communauté aurait potentiellement moins d'influence qu'attendu sur les habitudes alimentaires de l'individu moyen. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour identifier d'autres facteurs liés aux habitudes alimentaires, se rapportant entre autres à l'environnement économique, politique et socioculturel (Figure 1). Par exemple, il pourrait être intéressant de considérer l'impact populationnel de la législation sur la publicité alimentaire, de sources alternatives d'approvisionnement en aliments pour populations défavorisées (ex. banques alimentaires, jardins communautaires, etc.) ou de services de livraison d'aliments et de repas au domicile. Il

serait également intéressant d'étudier un plus grand nombre de facteurs dans une même étude afin de pouvoir quantifier leur impact respectif sur les habitudes alimentaires.

Dans tous les cas, ces résultats renforcent l'importance de mettre en place des interventions multidimensionnelles pour améliorer l'alimentation de la population. En effet, nous avons trouvé qu'au Québec, la relation entre l'accessibilité aux commerces alimentaires et l'alimentation était moins forte qu'attendu et qu'une grande partie des déterminants de l'alimentation restait inexpliquée par nos données. Malgré ceci, des interventions ciblant l'accessibilité pourraient tout de même apporter des bénéfices économiques et sociaux et favoriser l'équité pour les populations défavorisées. Toutefois, plutôt que de mettre l'accent sur un seul élément tel que l'accessibilité géographique aux commerces, des programmes et initiatives cherchant à améliorer l'alimentation et à diminuer l'obésité devraient proposer une approche à différents niveaux. Ceux-ci devraient amener des changements à l'environnement physique, mais aussi politique, socioculturel et économique afin de rendre les choix sains plus faciles à faire que les choix malsains.

## Références bibliographiques

### Références

1. Organisation Mondiale de la Santé. Obesity, Preventing and Managing the Global Epidemic, Report of a WHO Consultation. Genève; 2000.
2. Statistique Canada. Tableau 13-10-0096-01 Caractéristiques de la santé, estimations annuelles 2019 [Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1310009601>].
3. Statistique Canada. Tableau 13-10-0096-20 Indice de masse corporelle, embonpoint ou obèse, autodéclaré corrigé, adulte, selon le groupe d'âge (18 ans et plus) 2019 [Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1310009620&pickMembers%5B0%5D=1.6&pickMembers%5B1%5D=3.1>].
4. Statistics Canada. Health fact sheets; Overweight and obese adults, 2018. 2019.
5. Government of Canada. Obesity in Canada: Prevalence among adults 2011 [updated 2011-06-23. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/health-promotion/healthy-living/obesity-canada/adults.html>].
6. Canada Go. Obesity in Canada – Health and economic implications 2011 [updated 06-23-2011. Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/health-promotion/healthy-living/obesity-canada/health-economic-implications.html>].
7. Statistics Canada. Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes.: Site web du Ministère de la santé et des services sociaux; 2014.
8. Puhl RM, Heuer CA. The Stigma of Obesity: A Review and Update. Obesity. 2009;17:941–64.
9. Institut national de santé publique du Québec. L'obésité au Québec : ralentissement de l'augmentation, mais inégalités socio-économiques 2015 [Available from: [https://www.inspq.qc.ca/santescope/analyses/obesite?themekey-theme=desktop#:~:text=Une%20personne%20ayant%20un%20IMC,81%20kg%20\(180%20lb\)](https://www.inspq.qc.ca/santescope/analyses/obesite?themekey-theme=desktop#:~:text=Une%20personne%20ayant%20un%20IMC,81%20kg%20(180%20lb))].

10. Institut national de santé publique du Québec. Santéscope; Obésité 2020 [Available from: <https://www.inspq.gc.ca/santescope/syntheses/obesite>].
11. Public Health Agency of Canada. The Chief Public Health Officer's Report on the State of Public Health in Canada 2017 – Designing Healthy Living. Ottawa 2017.
12. Food and agriculture organization of the United Nations. What is a serving? 2003 [Available from: <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/fruitveg2.htm>].
13. Health Canada. Canada's food guide; Eat well. Live well. 2019.
14. World health organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases; Report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneva; 2003.
15. World Health Organization. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health; Promoting fruit and vegetable consumption around the world (Information sheet) [Available from: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/index2.html>].
16. Statistics Canada. Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes. Tableau 105-0501 - Profil d'indicateurs de la santé, estimations annuelles, selon le groupe d'âge et le sexe, Canada, provinces, territoires, régions sociosanitaires 2014.
17. Glanz K, Sallis JF, Saelens BE, Frank LD. Healthy nutrition environments: concepts and measures. American journal of health promotion : AJHP. 2005;19(5):330-3, ii.
18. Glanz K. Measuring food environments: a historical perspective American journal of preventive medicine. 2009;36(4):S93-S8.
19. Robitaille É, Bergeron P. Accessibilité géographique aux commerces alimentaires au Québec: analyse de situation et perspectives d'interventions. In: communautés Ddddied, editor. Québec, Canada: Institut nationale de santé publique du Québec; 2013.
20. Minaker LM, Shuh A, Olstad DL, Engler-Stringer R, Black JL, Mah CL. Retail food environments research in Canada: A scoping review. Can J Public Health-Rev Can Sante Publ. 2016;107:ES4-ES13.
21. Rahmanian Elham E, Gasevic D, Vukmirovich I, Lear SA. The association between the built environment and dietary intake - a systematic review. Asia Pac J Clin Nutr. 2014;23(2):183-96.
22. Abeykoon Am Hasanthi AH, Engler-Stringer R, Muhajarine N. Health-related outcomes of new grocery store interventions: a systematic review. Public health nutrition. 20(12):2236-48.

23. Wilkins E, Radley D, Morris M, Hobbs M, Christensen A, Marwa WL, et al. A systematic review employing the GeoFERN framework to examine methods, reporting quality and associations between the retail food environment and obesity. 2019(1873-2054 (Electronic)).
24. Cobb LK, Appel LJ, Franco M, Jones-Smith JC, Nur A, Anderson CA. Erratum: The relationship of the local food environment with obesity: A systematic review of methods, study quality, and results. *Obesity (Silver Spring, Md)*. 2015;23(12):2517-9.
25. Engler-Stringer R, Le H, Gerrard A, Muhajarine N. The community and consumer food environment and children's diet: a systematic review. *BMC public health*. 2014;14:522.
26. Gamba RJ, Schuchter J, Rutt C, Seto EYW. Measuring the Food Environment and its Effects on Obesity in the United States: A Systematic Review of Methods and Results. *Journal of community health*. 2015;40(3):464-75.
27. Mah CL, Luongo G, Hasdell R, Taylor NGA, Lo BK. A Systematic Review of the Effect of Retail Food Environment Interventions on Diet and Health with a Focus on the Enabling Role of Public Policies. 2019(2161-3311 (Electronic)).
28. Woodruff RC, Raskind IG, Harris DM, Gazmararian JA, Kramer M, Haardörfer R, et al. The dietary impact of introducing new retailers of fruits and vegetables into a community: results from a systematic review. 2017(1475-2727 (Electronic)).
29. Stevenson AC, Brazeau AS, Dasgupta K, Ross NA. Neighbourhood retail food outlet access, diet and body mass index in Canada: a systematic review. *Health Promot Chronic Dis Prev Can-Res Policy Pract*. 2019;39(10):261-80.
30. Fox AM, Horowitz CR. Best Practices in Policy Approaches to Obesity Prevention. *J Health Care Poor Underserved*. 2013;24(2):168-92.
31. Luan H, Law J, Quick M. Identifying food deserts and swamps based on relative healthy food access: a spatio-temporal Bayesian approach. *International journal of health geographics*. 2015;14:37.
32. Mason KE, Bentley RJ, Kavanagh AM. Fruit and vegetable purchasing and the relative density of healthy and unhealthy food stores: evidence from an Australian multilevel study. *Journal of epidemiology and community health*. 2013;67(3):231-6.

33. Mercille G, Richard L, Gauvin L, Kestens Y, Payette H, Daniel M. Comparison of Two Indices of Availability of Fruits/Vegetable and Fast Food Outlets. *J Urban Health*. 2013;90(2):240-5.
34. Polsky JY, Moineddin R, Dunn JR, Glazier RH, Booth GL. Absolute and relative densities of fast-food versus other restaurants in relation to weight status: Does restaurant mix matter? *Preventive medicine*. 2016;82:28-34.
35. Clary CM, Ramos Y, Shareck M, Kestens Y. Should we use absolute or relative measures when assessing foodscape exposure in relation to fruit and vegetable intake? Evidence from a wide-scale Canadian study. *Preventive medicine*. 2015;71:83-7.
36. Institut national de santé publique du Québec. Est-ce que l'accessibilité géographique des centres de dépistage influe sur la participation des femmes au Programme québécois de dépistage du cancer du sein? 2011. p. 71.
37. Lebel A, Noreau D, Tremblay L, Oberle C, Girard-Gadreau M, Duguay M, et al. Identifying rural food deserts: Methodological considerations for food environment interventions. *Can J Public Health-Rev Can Sante Publ*. 2016;107:ES21-ES6.
38. Jalbert-Arsenault E, Robitaille E, Paquette MC. Development, reliability and use of a food environment assessment tool in supermarkets of four neighbourhoods in Montreal, Canada. *Health Promot Chronic Dis Prev Can-Res Policy Pract*. 2017;37(9):293-302.
39. Zenk SN, Powell LM, Rimkus L, Isgor Z, Barker DC, Ohri-Vachaspati P, et al. Relative and Absolute Availability of Healthier Food and Beverage Alternatives Across Communities in the United States. *American journal of public health*. 2014;104(11):2170-8.
40. Bernsdorf KA, Lau CJ, Andreasen AH, Toft U, Lykke M, Glumer C. Accessibility of fast food outlets is associated with fast food intake. A study in the Capital Region of Denmark. *Health & place*. 2017;48:102-10.
41. Daniel M, Carroll SJ, Niyonsenga T, Piggott EJ, Taylor A, Coffee NT. Concurrent assessment of urban environment and cardiometabolic risk over 10 years in a middle-aged population-based cohort. *Geogr Res*. 2019;57(1):98-110.

42. He MZ, Tucker P, Irwin JD, Gilliland J, Larsen K, Hess P. Obesogenic neighbourhoods: the impact of neighbourhood restaurants and convenience stores on adolescents' food consumption behaviours. *Public health nutrition*. 2012;15(12):2331-9.
43. Hobbs M, Griffiths C, Green MA, Jordan H, Saunders J, Christensen A, et al. Fast-food outlet availability and obesity: Considering variation by age and methodological diversity in 22,889 Yorkshire Health Study participants. *Spatial and spatio-temporal epidemiology*. 2019;28:43-53.
44. Liese AD, Barnes TL, Lamichhane AP, Hibbert JD, Colabianchi N, Lawson AB. Characterizing the Food Retail Environment: Impact of Count, Type, and Geospatial Error in 2 Secondary Data Sources. *Journal of nutrition education and behavior*. 2013;45(5):435-42.
45. Robitaille É, Paquette MC. Development of a Method to Locate Deserts and Food Swamps Following the Experience of a Region in Quebec, Canada. LID - 10.3390/ijerph17103359 [doi] LID - 3359. (1660-4601 (Electronic)).
46. Cutumisu N, Traoré I, Paquette MC, Cazale L, Camirand H, Lalonde B, et al. Association between junk food consumption and fast-food outlet access near school among Quebec secondary-school children: findings from the Quebec Health Survey of High School Students (QHSOSS) 2010-11. (1475-2727 (Electronic)).
47. Statistics Canada. Dissemination area (DA); Plain language definition 2018 [Available from: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/92-195-x/2011001/geo/da-ad/da-ad-eng.htm>].
48. Kestens Y, Thierry B, Shareck M, Steinmetz-Wood M, Chaix B. Integrating activity spaces in health research: Comparing the VERITAS activity space questionnaire with 7-day GPS tracking and prompted recall. 2018(1877-5853 (Electronic)).
49. Scully JY, Moudon AV, Hurvitz PM, Aggarwal A, Drewnowski A. A Time-Based Objective Measure of Exposure to the Food Environment. *International journal of environmental research and public health*. 2019;16(7):14.
50. Kestens Y, Lebel A, Chaix B, Clary C, Daniel M, Pampalon R, et al. Association between Activity Space Exposure to Food Establishments and Individual Risk of Overweight. *PloS one*. 2012;7(8):13.

51. Perchoux C, Chaix B, Cummins S, Kestens Y. Conceptualization and measurement of environmental exposure in epidemiology: accounting for activity space related to daily mobility. *Health & place*. 2013;21:86-93.
52. Chaix B, Méline J Fau - Duncan S, Duncan S Fau - Merrien C, Merrien C Fau - Karusisi N, Karusisi N Fau - Perchoux C, Perchoux C Fau - Lewin A, et al. GPS tracking in neighbourhood and health studies: a step forward for environmental exposure assessment, a step backward for causal inference? (1873-2054 (Electronic)).
53. Mackenbach JD, Beenackers MA, Noordzij JM, Groeniger JO, Lakerveld J, van Lenthe FJ. The Moderating Role of Self-Control and Financial Strain in the Relation between Exposure to the Food Environment and Obesity: The GLOBE Study. *International journal of environmental research and public health*. 2019;16(4):12.
54. Burgoine T, Mackenbach JD, Lakerveld J, Forouhi NG, Griffin SJ, Brage S, et al. Interplay of Socioeconomic Status and Supermarket Distance Is Associated with Excess Obesity Risk: A UK Cross-Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*. 2017;14(11).
55. Feng XQ, Astell-Burt T, Badland H, Mavoa S, Giles-Corti B. Modest ratios of fast food outlets to supermarkets and green grocers are associated with higher body mass index: Longitudinal analysis of a sample of 15,229 Australians aged 45 years and older in the Australian National Liveability Study. *Health & place*. 2018;49:101-10.
56. Carlos HA, Shi X, Sargent J, Tanski S, Berke EM. Density estimation and adaptive bandwidths: a primer for public health practitioners. *International journal of health geographics*. 2010;9:39-.
57. Prevention CfDCa. Census tract level state maps of the Modified Retail Food Environment Index (mRFEI). In: National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; Division of nutrition paao, editor. 2011. p. 54.
58. Pinho MGM, Mackenbach JD, Oppert JM, Charreire H, Bardos H, Rutter H, et al. Exploring absolute and relative measures of exposure to food environments in relation to dietary patterns among European adults. *Public health nutrition*. 2019;22(6):1037-47.

59. Mahendra A, Polsky JY, Robitaille E, Lefebvre M, McBrien T, Minaker LM. Geographic retail food environment measures for use in public health. *Health Promot Chronic Dis Prev Can-Res Policy Pract.* 2017;37(10):357-62.
60. National Cancer Institute (US department of health and human services). *Dietary Assessment Primer* [Available from: <https://dietassessmentprimer.cancer.gov/>].
61. Kirkpatrick SI, Reedy J, Butler EN, Dodd KW, Subar AF, Thompson FE, et al. Dietary Assessment in Food Environment Research A Systematic Review. *American journal of preventive medicine.* 2014;46(1):94-102.
62. Kirkpatrick SI, Vanderlee L, Raffoul A, Stapleton J, Csizmadi I, Boucher BA, et al. Self-Report Dietary Assessment Tools Used in Canadian Research: A Scoping Review. *Advances in Nutrition.* 2017;8(2):276-89.
63. Government of Canada. *Reference Guide to Understanding and Using the Data; 2015 Canadian Community Health Survey - Nutrition.* In: Health Canada, editor. 2017.
64. Statistics Canada. *Canadian Community Health Survey (CCHS) - 2016* 2016 [updated 2018-04-26. Available from: [https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3Instr\\_f.pl?Function=assembleInstr&a=1&&lang=fr&ItemId=260675#qb269581](https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3Instr_f.pl?Function=assembleInstr&a=1&&lang=fr&ItemId=260675#qb269581)].
65. Association of public health epidemiologists in Ontario. *5D Vegetable and Fruit Consumption* [Indicator comments section]. Available from: <http://core.apheo.ca/index.php?pid=128>.
66. Karpyn A, Young CR, Collier Z, Glanz K. Correlates of Healthy Eating in Urban Food Desert Communities. *International journal of environmental research and public health.* 2020;17(17):6305.
67. Robitaille É, Paquette M-C, Cutumisu N, Lalonde B, Cazale L, Traoré I, et al. L'environnement alimentaire autour des écoles publiques et la consommation de malbouffe le midi par des élèves québécois du secondaire In: Institut national de santé publique du Québec et Institut de la statistique du Québec, editor.: *Gouvernement du Québec*; 2015. p. 24.
68. Giskes K, van Lenthe F, Avendano-Pabon M, Brug J. A systematic review of environmental factors and obesogenic dietary intakes among adults: are we getting closer to

understanding obesogenic environments? *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2011;12(5):e95-e106.

69. Awadalla P, Boileau C, Payette Y, Idaghdour Y, Goulet J-P, Knoppers B, et al. Cohort profile of the CARTaGENE study: Quebec's population-based biobank for public health and personalized genomics. *Int J Epidemiol*. 2013;42(5):1285–99.
70. Health Canada. *Measuring the food environment in Canada*. 2013.
71. Cummins S, Macintyre S. Food environments and obesity—neighbourhood or nation? *Int J Epidemiol*. 2006;35(1):100-4.
72. Statistics Canada. *2016 Census Profile of Montreal, Quebec, Sherbrooke and Saguenay [Census metropolitan area], Quebec and Canada [Country]*. Ottawa2017.
73. Lalonde B, Robitaille É. L'environnement bâti autour des écoles et les habitudes de vie des jeunes; État des connaissances et portrait du Québec. In: *Institut national de santé publique du Québec*, editor.: Government of Quebec; 2014. p. 63.
74. Gamache P, Hamel D, Blasser C. *Maternal and social deprivation index: A summary*. Institut national de santé publique du Québec.; 2019.
75. IBM Corp. *IBM SPSS Statistics for Windows*. 25 ed. Armonk, NY2017.
76. Mackenbach JD, Rutter H Fau - Compernelle S, Compernelle S Fau - Glonti K, Glonti K Fau - Oppert J-M, Oppert Jm Fau - Charreire H, Charreire H Fau - De Bourdeaudhuij I, et al. *Obesogenic environments: a systematic review of the association between the physical environment and adult weight status, the SPOTLIGHT project*. 2014(1471-2458 (Electronic)).
77. Assari S, Lankarani MM. *Educational Attainment Promotes Fruit and Vegetable Intake for Whites but Not Blacks*. 2018(2571-8800 (Electronic)).
78. Plante C, Blanchet C, Rochette L. *La consommation des aliments chez les Québécois selon les recommandations du Guide alimentaire canadien*. In: *Bureau d'information et d'études en santé des populations*, editor. Quebec: Institut national de santé publique du Québec; 2019.
79. Zenk SN, Lachance LL, Schulz AJ, Mentz G, Kannan S, Ridella W. *Neighborhood retail food environment and fruit and vegetable intake in a multiethnic urban population*. *American journal of health promotion : AJHP*. 2009;23(4):255-64.

80. Bodor JN, Ulmer Vm Fau - Dunaway LF, Dunaway Lf Fau - Farley TA, Farley Ta Fau - Rose D, Rose D. The rationale behind small food store interventions in low-income urban neighbourhoods: insights from New Orleans. 2010(1541-6100 (Electronic)).
81. Enzenbach C, Wicklein B, Wirkner K, Loeffler M. Evaluating selection bias in a population-based cohort study with low baseline participation: the LIFE-Adult-Study. BMC Medical Research Methodology. 2019;19(1):135.
82. Strandhagen E, Berg C, Lissner L, Nunez L, Rosengren A, Torén K, et al. Selection bias in a population survey with registry linkage: Potential effect on socioeconomic gradient in cardiovascular risk. European journal of epidemiology. 2010;25:163-72.
83. Chum A, Farrell E, Vaivada T, Labetski A, Bohnert A, Selvaratnam I, et al. The effect of food environments on fruit and vegetable intake as modified by time spent at home: a cross-sectional study. BMJ open. 2015;5(6).
84. Hartmann-Boyce J, Bianchi F, Piernas C, Payne Riches S, Frie K, Nourse R, et al. Grocery store interventions to change food purchasing behaviors: a systematic review of randomized controlled trials. 2018(1938-3207 (Electronic)).
85. Laraia BA, Siega-Riz Am Fau - Kaufman JS, Kaufman Js Fau - Jones SJ, Jones SJ. Proximity of supermarkets is positively associated with diet quality index for pregnancy. 2004(0091-7435 (Print)).
86. Mercille G, Richard L, Gauvin L, Kestens Y, Shatenstein B, Daniel M, et al. Associations between residential food environment and dietary patterns in urban-dwelling older adults: results from the VoisiNuAge study. Public health nutrition. 2012;15(11):2026-39.
87. Carbonneau E, Lamarche B, Robitaille J, Provencher V, Desroches S, Vohl MC, et al. Social Support, but Not Perceived Food Environment, Is Associated with Diet Quality in French-Speaking Canadians from the PREDISE Study. Nutrients. 2019;11(12):15.
88. Vitale S. Recension des écrits sur l'accès géographique à la malbouffe et son lien avec l'obésité: Marais alimentaires. [Rapport de stage]. In press 2018.



## **Annexe 1 : Stratégie de recension**

Cette recension s'est effectuée en deux temps, soit à l'hiver 2019 et à l'automne 2020. À l'hiver 2019, une première recherche par mot clé a été effectuée sur les bases de données «Web of science» et «Pubmed». La recherche a utilisé deux concepts, soit celui des déserts alimentaires («food desert» ou «food deserts») et celui des commerces alimentaires. Les mots recherchés pour ce deuxième concept incluaient «food shops», «restaurants», «convenience store», «farmer's market», «grocery store», «food retail» et «food store». Les études entre 2013 et 2019, rédigées en anglais ou en français et effectuées dans des pays de l'OCDE ont été considérées. Les études avant 2013 n'ont initialement pas été analysées en détail, car notre équipe de recherche avait déjà effectuée une revue de la littérature sur le sujet avant 2013. Des articles ont été exclus s'ils étudiaient une population spécifique (p. ex. les prisonniers) ou s'ils n'utilisaient pas de mesure géographique d'accessibilité (p. ex. étude sur coupons alimentaires). Le bassin d'article révisés s'est ensuite élargi après recherche parmi les références des articles identifiés.

Aussi, une stagiaire de notre équipe de recherche a effectué une recension de la littérature sur les marais alimentaires en septembre 2018. Les concepts relatifs à l'accessibilité géographique et aux commerces alimentaires ont été recherchés dans EBSCOhost, Ovid et différentes bases de données spécialisées en médecine, ce qui a permis d'identifier 1389 articles. De ceux-ci, 11 ont été retenus (88). Ces articles ont été consulté pour la revue de littérature de ce mémoire.

De plus, à l'automne 2020, une recherche sur Web of Science a permis d'identifier spécifiquement les revues sur le sujet de l'environnement alimentaires et les habitudes alimentaires («diet», «nutrition», «fruit», «vegetable»).