



**HAL**  
open science

# Association entre les caractéristiques de l'environnement physique des quartiers résidentiels et les trajectoires de z-scores d'IMC chez les adolescents à Montréal : étude de cohorte NDIT

Clémence Cavallès

## ► To cite this version:

Clémence Cavallès. Association entre les caractéristiques de l'environnement physique des quartiers résidentiels et les trajectoires de z-scores d'IMC chez les adolescents à Montréal : étude de cohorte NDIT. Santé publique et épidémiologie. 2019. dumas-02435142

**HAL Id: dumas-02435142**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02435142>**

Submitted on 10 Jan 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**2<sup>ème</sup> année du Master Sciences, Technologies, Santé :**  
**Mention Santé Publique - Parcours Epidémiologie**  
**Promotion 2018-2019**

**Association entre les caractéristiques de  
l'environnement physique des quartiers  
résidentiels et les trajectoires de z-scores  
d'IMC chez les adolescents à Montréal : étude  
de cohorte NDIT**

**Du 4 février 2019 au 31 juillet 2019**

**Centre INRS – Institut Armand-Frappier**

531, Boulevard des Prairies  
Laval (Québec) H7V 1B7  
CANADA

Encadrée par Tracie Barnett, Professeure et épidémiologiste

**Soutenu le 25 juin 2019**

**Par Clémence Cavallès**

Née le 21 octobre 1996



**Institut national  
de la recherche  
scientifique**

## Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu Tracie Barnett pour m'avoir permis de vivre cette expérience internationale et de réaliser un projet très intéressant. Je souhaite également la remercier grandement pour sa disponibilité et son encadrement tout au long de ce stage. Ce fut une expérience très enrichissante à de nombreux niveaux.

Je remercie également toute l'équipe d'épidémiologie et de biostatistique de l'INRS - Institut Armand-Frappier et de l'hôpital Sainte-Justine de Montréal pour leur accueil, leur bienveillance ainsi que leur aide. Un grand merci plus particulièrement à Miceline Mesidor et Sören Harnois-Leblanc pour vos conseils, votre aide et le temps précieux que vous m'avez accordé. De même, je tiens à remercier les membres de l'équipe NDIT pour leur réactivité.

Un immense merci à Rodolphe Thiébaud pour son aide méthodologique et statistique, ses précieux conseils et nos nombreux échanges.

Je tiens également à remercier l'ensemble de l'équipe pédagogique de l'ISPED pour leur qualité d'enseignements et leur disponibilité durant ces années de formation. Merci également à Karen Leffondre pour m'avoir donné l'opportunité d'intégrer cette équipe de recherche.

Je souhaite dire merci à Clémentine Vabre qui m'a accompagnée, supportée et soutenue dans cette aventure.

Enfin, un grand merci à Sébastien pour son soutien et sa patience, à Bastien pour son aide sans faille et à ma famille qui veille sur moi, m'épaule et me soutient depuis toujours et sans qui, je n'aurais pas pu vivre cette aventure incroyable.

## Table des matières

1. Contexte.....	7
1.1 Surpoids et obésité : généralités.....	7
1.1.1 Définitions.....	7
1.1.2 Les environnements obésogènes.....	8
1.2 Importance du phénomène.....	9
1.2.1 Données épidémiologiques.....	9
1.2.2 Conséquences.....	10
1.3 Origine et cibles d'interventions.....	12
1.3.1 Étiologie.....	12
1.3.2 Le modèle socio-écologique pour l'obésité.....	12
1.3.3 Prévention et prise en charge.....	13
2. Justification.....	13
2.1 Environnement physique et santé.....	14
2.1.1 L'environnement physique.....	14
2.1.2 Les quartiers résidentiels.....	14
2.2 Mécanismes entre les caractéristiques des quartiers et le statut pondéral.....	15
2.3 États des lieux de la littérature.....	16
3. Rationnel et objectif.....	17
4. Méthodes.....	17
4.1 Schéma et population d'étude.....	17
4.2 Recueil des données.....	18
4.3 Données.....	19
4.3.1 Variables recueillies.....	19
4.3.2 Variable à expliquer : z-score d'IMC.....	19
4.3.3 Variables explicatives : caractéristiques des quartiers résidentiels.....	20
4.3.4 Covariables.....	23
4.4 Analyses statistiques.....	23
4.4.1 Analyses descriptives populationnelles.....	23
4.4.2 Analyse en cluster.....	23
4.4.3 Estimation des trajectoires de z-score d'IMC brutes.....	24
4.4.4 Analyse principale multivariée.....	24
4.4.5 Gestion des données manquantes.....	26
4.4.6 Analyses de sensibilité.....	26
5. Résultats.....	27
5.1 Sélection de la population.....	27

5.2	Analyses descriptives.....	27
5.2.1	Description de la population.....	27
5.2.2	Comparaison des sujets analysés et exclus.....	30
5.2.3	Données manquantes .....	30
5.3	Analyse en cluster .....	34
5.3.1	Types de quartiers.....	34
5.3.2	Caractéristiques individuelles par cluster selon le sexe .....	36
5.4	Trajectoires d'IMCz selon le type de quartiers .....	39
5.5	Trajectoires individuelles brutes .....	40
5.6	Analyse principale multivariée .....	40
5.7	Analyses de sensibilité.....	42
5.7.1	Données imputées.....	42
5.7.2	Sans déménagements .....	43
6.	Discussion.....	44
6.1	Résultats principaux.....	44
6.2	Interprétation .....	44
6.3	Comparaison avec la littérature.....	45
6.4	Forces.....	47
6.5	Limites .....	48
6.6	Perspectives .....	50
6.7	Conclusion .....	50
	Références .....	51
	Annexes .....	57
	Autorisation d'utilisation du mémoire.....	114

## Liste des abréviations

**AD** : Aire de diffusion

**AIC** : Critère d'information d'Akaike

**CDC** : Centers for Disease Control and Prevention

**DAG** : Graphe orienté acyclique

**IC95%** : Intervalle de confiance à 95%

**IMC** : Indice de masse corporelle

**IMCz** : z-score d'IMC

**NDVI** : Indice de végétation par différence normalisée

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**ZTR** : Zone tampon réseau

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Caractéristiques individuelles de la population incluse selon le sexe (n = 774). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	28
<b>Tableau 2</b> : Caractéristiques environnementales de la population incluse selon le sexe (n = 774). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	29
<b>Tableau 3</b> : Comparaison des caractéristiques individuelles des sujets analysés et des sujets exclus selon le sexe. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019. ....	31
<b>Tableau 4</b> : Comparaison des caractéristiques environnementales des sujets analysés et des sujets exclus selon le sexe. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019. ....	33
<b>Tableau 5</b> : Caractéristiques environnementales selon les clusters (n = 788). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019. ....	35
<b>Tableau 6</b> : Description des caractéristiques individuelles par clusters et selon le sexe des sujets utilisées pour créer les clusters (n = 788). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019. ....	37
<b>Tableau 7</b> : Différences moyennes estimées de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) selon le type de quartiers à l'inclusion par sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019. ....	40
<b>Tableau 8</b> : Pente moyenne de z-score d'indice de masse corporelle estimée pour chaque type de quartiers selon le sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur données imputées. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	43
<b>Tableau 9</b> : Pente moyenne de z-score d'indice de masse corporelle estimée pour chaque type de quartiers selon le sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets des individus qui n'ont pas déménagé d'une manière certaine. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	43

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Prévalence de l'obésité chez les hommes et chez les femmes dans le monde en 2016. OMS.....	10
<b>Figure 2</b> : Modèle socio-écologique appliqué à l'obésité en population générale. Adapté du modèle de Davison et Birch (2001) (47). ....	13
<b>Figure 3</b> : Suivi des participants de l'étude de cohorte « Nicotine Dependance in Teens » (NDIT). Montréal, Canada. 1999-2019. ....	18
<b>Figure 4</b> : Représentation des différentes définitions d'un quartier. Issu de Duncan et al. (2013) (110).....	20
<b>Figure 5</b> : Représentation de l'indice de végétation par différence normalisée.....	22
<b>Figure 6</b> : Diagramme de flux. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	27
<b>Figure 7</b> : Arbre de classification. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	34
<b>Figure 8</b> : Lieu de résidence des participants par type de quartiers. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	36
<b>Figure 9</b> : Evolution des z-scores d'indice de masse corporelle moyen au cours du temps chez les garçons (A) et chez les filles (B). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	39
<b>Figure 10</b> : Pentes estimées moyennes de z-score d'indice de masse corporelle selon les quartiers chez les garçons. Résultats de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	41
<b>Figure 11</b> : Pentes estimées moyennes de z-score d'indice de masse corporelle selon les quartiers chez les filles. Résultats de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.....	42

## 1. Contexte

L'explosion des technologies, l'industrialisation et l'urbanisation ont engendré, de nos jours, de nombreux changements sociétaux. L'impact sur le mode de vie moderne est important, que ce soit au niveau économique, politique, social, culturel ou comportemental. Ces facteurs exercent de fortes pressions sur les populations et ont ainsi modifié au cours du temps les déplacements, les loisirs, la qualité de vie et les coutumes. Bien qu'à l'origine de progrès dans le domaine agro-alimentaire (e.g. développement de techniques agricoles, production plus efficace, accès aux aliments frais) et sportif (e.g. multitude d'aménagements sportifs), les conséquences directes sur les habitudes de vie semblent avoir une incidence nettement défavorable sur la consommation et la dépense énergétique.

En effet, la société actuelle fait face, d'une part, à une diminution importante de l'activité physique et à une augmentation des comportements sédentaires. Les nouvelles formes de loisirs, le temps passé devant les écrans ou encore le développement des véhicules motorisés et des axes routiers ont amplifié ces temps d'inactivité physique. L'étalement urbain participe aussi à ce processus en prolongeant, par exemple, le temps passé en voiture. L'augmentation des inégalités sociales, de la pollution ou encore de la densité de circulation, en conséquence à l'urbanisation, sont aussi des paramètres à prendre en compte car ils peuvent représenter un frein à la pratique d'activité physique (e.g. danger perçu, manque d'accessibilité aux parcs, insalubrité). Dans ce cadre, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ainsi que les directives Canadiennes recommandent chez les enfants de 5 à 17 ans de faire au moins 60 minutes d'activité physique par jour (1). Or ces indications ne sont pas respectées par une très large majorité des populations. En 2014, 35% des jeunes Canadiens de 10 à 17 ans suivaient cette directive et seulement 8% d'entre eux passaient moins de deux heures par jour devant un écran conformément aux recommandations contre la sédentarité (2). D'autre part, l'alimentation a aussi été modifiée, défavorablement pour notre santé avec la surconsommation et l'omniprésence d'aliments riches en énergie avec une faible densité nutritionnelle. L'industrialisation du domaine agro-alimentaire, via l'agriculture intensive, a sa part de responsabilité en créant des produits de plus en plus riches, transformés et raffinés. Ce problème est d'autant plus important que ces produits sont proposés à des prix abordables tandis que les fruits et les légumes sont bien plus chers. Il apparaît donc difficile de faire le choix « sain » lorsqu'on dispose d'un budget réduit. De plus, le développement des techniques de production, de diffusion, l'influence de la publicité et du marketing ainsi que la disponibilité et l'abondance de l'offre alimentaire favorisent aussi ce type de nutrition non saine.

Ces tendances ont eu des conséquences importantes sur la santé des individus et notamment sur le surpoids et l'obésité, problème de santé publique majeur du 21<sup>ème</sup> siècle.

### 1.1 Surpoids et obésité : généralités

#### 1.1.1 Définitions

Le surpoids et l'obésité se caractérisent par « une accumulation anormale ou excessive de graisse qui présente un risque pour la santé » (3). Différentes façons pour définir cette maladie chronique sont utilisées afin de caractériser son degré de sévérité. Ainsi, des méthodes anthropométriques et non anthropométriques existent. Elles présentent, chacune, des avantages et des limites (4).



Parmi les différentes méthodes de mesures anthropométriques, applicables universellement et non invasives, l'indice de masse corporelle (IMC) est la mesure la plus couramment utilisée chez l'adulte pour caractériser le statut pondéral d'un individu. Cet indicateur, indépendant du sexe, de l'âge et de l'ethnicité, correspond au poids (en kilogrammes) divisé par le carré de la taille (en mètres). D'après l'OMS et les Centres pour le contrôle et la prévention des maladies (CDC), une personne a un poids insuffisant lorsque son IMC est strictement inférieur à 18,5 et une corpulence normale lorsque celui-ci est supérieur ou égal à 18,5 et strictement inférieur à 25. Lorsque l'IMC est supérieur ou égal à 25 et strictement inférieur à 30, on parle de surpoids et d'obésité lorsque l'IMC est de 30 ou plus (5). L'IMC englobe le poids corporel total mais ne tient pas compte de la composition corporelle (e.g. masse grasse, masse musculaire, ossature) ni de la répartition de la graisse corporelle. Cet indicateur peut donc s'avérer imprécis. Par exemple, un sportif avec beaucoup de muscles ou bien une femme enceinte pourraient être considérés comme « obèse » à tort. Toutefois, l'IMC reste très satisfaisant pour apprécier le gain de poids en population générale. En effet, il prédit assez bien la graisse corporelle chez les adultes. De plus, c'est un indicateur facile à utiliser, peu coûteux, associé à un cut-off standardisé et recommandé en pratique clinique grâce à son acceptation globale et sa simplicité à calculer. En définitive, l'IMC demeure un excellent indicateur de surpoids ou d'obésité pour la majorité des objectifs cliniques (4).

Les autres mesures anthropométriques comprennent le tour de taille et le ratio taille/hanche qui permettent d'estimer l'adiposité abdominale ainsi que l'épaisseur du pli cutané pour estimer la densité corporelle. Ces méthodes sont relativement simples, peu coûteuses, rapides, portables et ont une bonne corrélation avec la masse grasse totale mesurée par les méthodes les plus précises. Cependant, ces dernières peuvent s'avérer être techniquement difficiles à mesurer et moins précises chez les individus avec un IMC supérieur ou égal à 35. De plus, la procédure pour le tour de taille n'est pas standardisée (localisation exacte de mesure différente selon les examinateurs). Quant au ratio taille/hanche, cette méthode est sujet à plus d'erreurs et d'imprécisions puisque deux mesures sont nécessaires. Son interprétation est aussi plus complexe et la conversion des mesures en un rapport entraîne une perte d'informations. Enfin, la mesure de l'épaisseur du pli cutané n'est pas aussi précise et reproductible que d'autres méthodes et nécessite des opérateurs entraînés. Toutefois, elle permet de prendre en compte l'âge et les spécificités des populations (4).

### 1.1.2 Les environnements obésogènes

Le concept d'environnement obésogène est apparu relativement récemment et est défini comme « la somme des influences de l'environnement, des opportunités ou des conditions de vie sur la promotion de l'obésité chez les individus ou les populations » (6). Il correspond principalement aux environnements qui ne facilitent pas les choix permettant de garder un poids « santé », c'est-à-dire favorables à une alimentation saine et à un mode de vie physiquement actif tout en impliquant de nombreux autres mécanismes tels que le sommeil ou le stress. Ce concept est central pour comprendre l'impact des environnements sur l'obésité et incite à adapter les milieux de vie afin d'obtenir les meilleures conditions de vie possibles et faciliter des modes de vie sains. Les environnements obésogènes sont le résultat de décisions prises par de multiples acteurs et dirigeants issus de divers milieux (industrie agro-alimentaire, sports, transports, santé, commerce, publicité, marketing, médias, mode, ...). Ces directives

entraînent de mauvaises habitudes de vie. Ainsi, même si les hommes et les femmes d'aujourd'hui sont soucieux de correspondre aux normes de beauté et sont sensibilisés aux problèmes de surpoids et d'obésité, cette maladie touche de plus en plus de personnes.

## 1.2 Importance du phénomène

### 1.2.1 Données épidémiologiques

#### 1.2.1.1 Dans le monde

Le nombre de personnes obèses ou en surpoids ne cesse d'augmenter dans le monde. Ce problème, autrefois réservé aux pays développés, touche désormais toutes les populations du globe (*Figure 1*). Leur prévalence dépasse même plus de 70% dans certains pays occidentaux comme aux États-Unis (7). En plus de son expansion géographique, cette maladie se diffuse également au cours du temps. Depuis les quarante dernières années, la proportion de personnes obèses a presque triplé. En 2016, 39% des adultes (18 ans et plus) étaient en surpoids et 13% étaient obèses dans le monde (8).

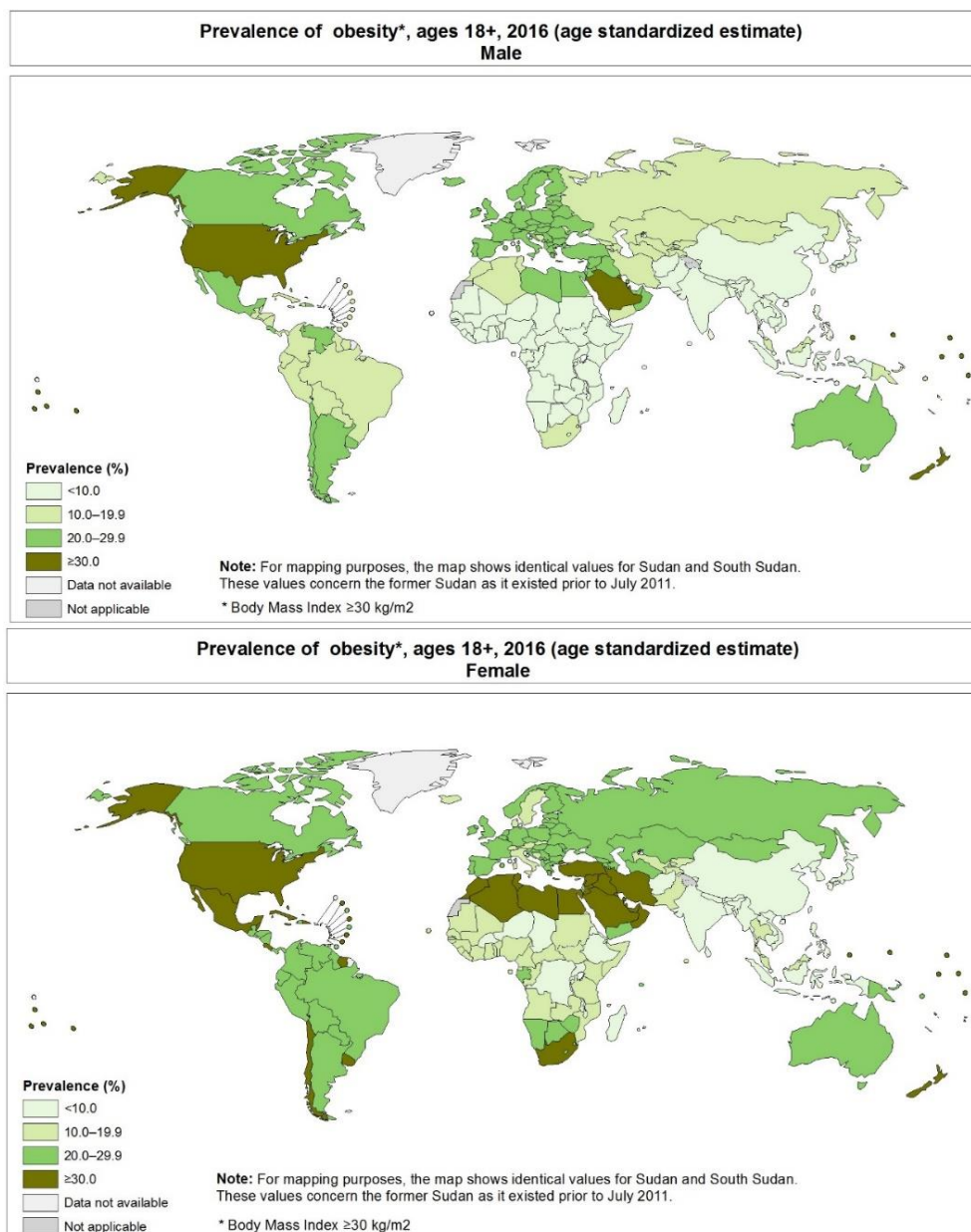
Des différences entre sexe sont présentes. Globalement, les femmes sont plus atteintes par le surpoids (40% vs 39%) et l'obésité (15% vs 11%) que les hommes (8) (*Figure 1*). De plus, avec l'avancée en âge, la prévalence du surpoids et de l'obésité augmente entre 14 et 65 ans (9). Si la situation ne change pas, 20% de la population mondiale sera obèse en 2025 (10).

#### 1.2.1.2 Au Canada

Cette situation est préoccupante, notamment pour le Canada où 64% des adultes étaient en surpoids ou obèses en 2015 (11). Ce problème est d'autant plus important que le taux d'obésité est au-dessus de la moyenne mondiale. En effet, sa prévalence concernait plus de 28% des Canadiens adultes en 2015 contre 12% dans le monde la même année (9,11). Contrairement à la moyenne mondiale, au Canada, les hommes semblent plus touchés par cette maladie que les femmes. Près de 40% des hommes et plus 32% des femmes étaient en surpoids en 2015 tandis que l'obésité concernait 28,5% des hommes et 27,8% des femmes la même année (11).

#### 1.2.1.3 Chez les enfants et adolescents

Cette épidémie touche de plus en plus de nouvelles populations dont les enfants et adolescents. Depuis 1975, les cas d'obésité ont été multipliés par dix dans ces groupes d'âges, touchant plus d'un enfant et adolescent sur quinze en 2016 dans le monde (12). Là encore, le Canada ne fait pas bonne figure. En effet, même si la prévalence de l'obésité dans cette population s'est stabilisée depuis 2007, elle reste considérable (13). D'après l'enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, en 2015, plus d'un adolescent (12 à 17 ans) sur cinq était en surpoids et près d'un adolescent sur sept était obèse. Le surpoids concernait 19,3% des garçons et 22% des filles alors que l'obésité touchait plus les garçons que les filles avec des prévalences de 16,9% et 10,6% respectivement (14). Au total, au Canada, plus d'un enfant ou adolescent sur trois était en surpoids ou obèse cette année-là. Les projections pour 2030 prédisent la continuité de la stabilisation du taux d'obésité chez les adolescents (13). Cette période représente donc une opportunité pour intervenir afin de renverser la tendance générale.



*Figure 1 : Prévalence de l'obésité chez les hommes et chez les femmes dans le monde en 2016. OMS.*

### 1.2.2 Conséquences

Au niveau de la société, l'obésité engendre de lourdes conséquences économiques. Des coûts directs liés aux prestations de santé (e.g. hospitalisations, consultations, consommation de médicaments) et des coûts indirects dus à l'absentéisme et à l'invalidité qui engendrent des pertes de productivité, sont à déplorer. Au Canada, l'Agence de la santé publique a estimé que l'obésité a généré un coût direct de 2 milliards de dollars en 2008 (15). L'impact au niveau individuel est d'autant plus important avec de multiples conséquences physiques, psychologiques et sociales.

#### 1.2.2.1 Chez l'adulte

L'obésité et le surpoids impactent la santé des individus de nombreuses façons à court et à long terme. Tout d'abord, la santé métabolique est touchée. En effet, l'obésité représente un facteur de risque majeur de nombreuses maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, l'hypertension, les cancers ou encore le diabète de type 2 (16,17). La santé

mécanique est également affectée avec de l'arthrose, des problèmes de peau et respiratoires comme le syndrome d'apnée du sommeil (18). La santé mentale est aussi fortement affectée avec un risque accru de dépression, d'anxiété ou encore une faible estime de soi (19,20). En outre, cette maladie impacte aussi les finances des malades ainsi que leurs relations sociales. Les coûts de la vie quotidienne augmentent (vêtements, outils pour se déplacer, surutilisation des services de santé, ...) et ces personnes doivent faire face à une forte stigmatisation ayant des répercussions en autres sur leur développement personnel et sur l'employabilité (21). Finalement, l'obésité est responsable de l'augmentation de la prévalence de nombreuses maladies chroniques, d'une qualité de vie moindre ainsi que d'un état de santé et d'une espérance de vie altérés avec un risque de décès prématuré (22,23). Elle cause, effectivement, des centaines de millions de morts chaque année (24). De plus, cette maladie et ses comorbidités seraient d'autant plus sévères que la maladie a commencé tôt (25).

#### 1.2.2.2 Chez l'adolescent

L'adolescence est une période importante où le caractère et l'identité des sujets se développent et s'affirment. Elle représente aussi une période critique avec de multiples changements physiques et psychologiques. La croissance et la puberté rendent cette phase considérablement sensible au gain de poids (26). En effet, elle constitue une période de dépôt et d'accumulation de graisse dont les mécanismes diffèrent selon le sexe. La graisse corporelle est redistribuée de la périphérie vers le centre avec une augmentation plus prononcée au niveau abdominal chez les garçons. Chez les filles, l'accumulation est particulièrement rapide avec des propriétés facilitant le stockage de graisses (25). Ces répartitions et volumes de tissus adipeux, différents selon le sexe, sont importants et font de l'adolescence une période particulièrement vulnérable.

L'obésité touche tous les âges mais c'est chez l'enfant et l'adolescent que cette maladie a le plus grand impact psychologique. D'une part, ils souffrent plus fréquemment de moqueries et de discrimination, ce qui peut entraîner un isolement et un renfermement sur soi (27,28). Dès ce jeune âge, l'intégration des préférences culturelles pour la minceur est répandue, ce qui peut engendrer un sentiment de rejet et une mauvaise image de soi (25,27). Ces normes peuvent également provoquer une préoccupation et un contrôle excessif de leurs poids qui s'accompagnent souvent de troubles de l'alimentation (27). D'autre part, l'obésité provoque des problèmes physiques comme des complications orthopédiques, respiratoires, de l'hyperlipidémie, de l'hypertension ou encore une intolérance au glucose (étape préalable au diabète de type 2) (25,29).

Lorsque cette maladie est présente dès cet âge, la santé présente mais aussi future des sujets est impactée (29–31). La majorité des conséquences caractéristiques de l'obésité adulte est précédée de problèmes lors de l'enfance et de l'adolescence. Des risques accrus de mortalité toutes causes, par maladies coronariennes et cérébrovasculaires ont été mis en évidence (25). Par ailleurs, il a été montré qu'un enfant obèse a cinq fois plus de risques d'être un adulte obèse qu'un enfant avec une corpulence dans la norme (32). En effet, lorsque cette maladie apparaît durant l'enfance ou l'adolescence, elle a tendance à persister à l'âge adulte (32).

L'impact de cette maladie est global, engendrant de nombreuses répercussions lors du développement des adolescents mais aussi lors de leur vie d'adulte. Prévenir et agir le plus tôt possible représente donc un enjeu majeur.

### 1.3 Origine et cibles d'interventions

#### 1.3.1 Étiologie

L'étiologie de l'obésité est complexe. Le principe fondamental de la prise de poids correspond à un déséquilibre de la balance énergétique. L'activité physique ainsi que l'alimentation ont un rôle majeur dans la gestion du poids et impactent ce bilan énergétique. Pourtant, même si ces éléments apparaissent comme la cause majeure de l'épidémie d'obésité, ce déséquilibre est en réalité le résultat d'interactions entre de nombreux facteurs. En effet, ce dernier ne permet pas d'expliquer les différences entre régions d'un même pays, entre individus (e.g. même alimentation et activité physique mais prises de poids différentes) ainsi que la tendance épidémique et récente de l'obésité. L'identification de l'ensemble des facteurs impliqués dans le processus de l'obésité est nécessaire afin de pouvoir intervenir et investir dans les éléments les plus importants.

#### 1.3.2 Le modèle socio-écologique pour l'obésité

Différents modèles existent pour expliquer les rôles multiples du contexte et de l'environnement sur les comportements humains. L'un des plus connus est le modèle socio-écologique d'Urie Bronfenbrenner qui montre que différents facteurs interdépendants influencent les comportements humains (33). Il suggère ainsi un cadre, repris par de nombreux chercheurs, pour illustrer au mieux et comprendre les diverses influences et cibles d'intervention concernant l'obésité. Adapté à cette problématique, des caractéristiques au niveau individuel (facteurs propres à chaque individu), interpersonnel (réseaux sociaux et systèmes de soutien social) et multisectoriel (informations d'organisations, d'institutions, de communautés ou de société, lois, campagnes, législations, politiques, programmes, règles) sont à considérer.

De nombreux facteurs ont ainsi été identifiés comme ayant un rôle dans le développement de l'obésité au sein de chaque niveau d'influence. Des caractéristiques individuelles, biologiques, comportementales, culturelles, sociales, familiales ou encore génétiques sont à l'origine de cette maladie (34–36) (*Figure 2*). Il existe de nombreuses différences entre chaque individu au niveau de ses différents environnements. On peut observer par exemple des inégalités en termes d'offres alimentaires, de soutien social, de programmes selon les communautés qui vont influencer les comportements des sujets. L'influence familiale est aussi importante. Il a été montré par exemple que les enfants dont les parents sont obèses ont un risque deux fois plus important de l'être eux-mêmes à l'âge adulte (37). Cependant, l'identification des facteurs responsables de cette maladie et de sa chronicité est encore loin d'être terminée.

Cette maladie ne résulte donc pas seulement d'un déséquilibre de la balance énergétique mais plutôt d'une multitude de déterminants propres à chacun permettant la régulation de celle-ci. Ces facteurs, au sein de chaque niveau d'influence, peuvent être considérés comme des barrières ou au contraire comme des facilitateurs à l'adoption de comportements sains et représentent donc des cibles importantes d'intervention.



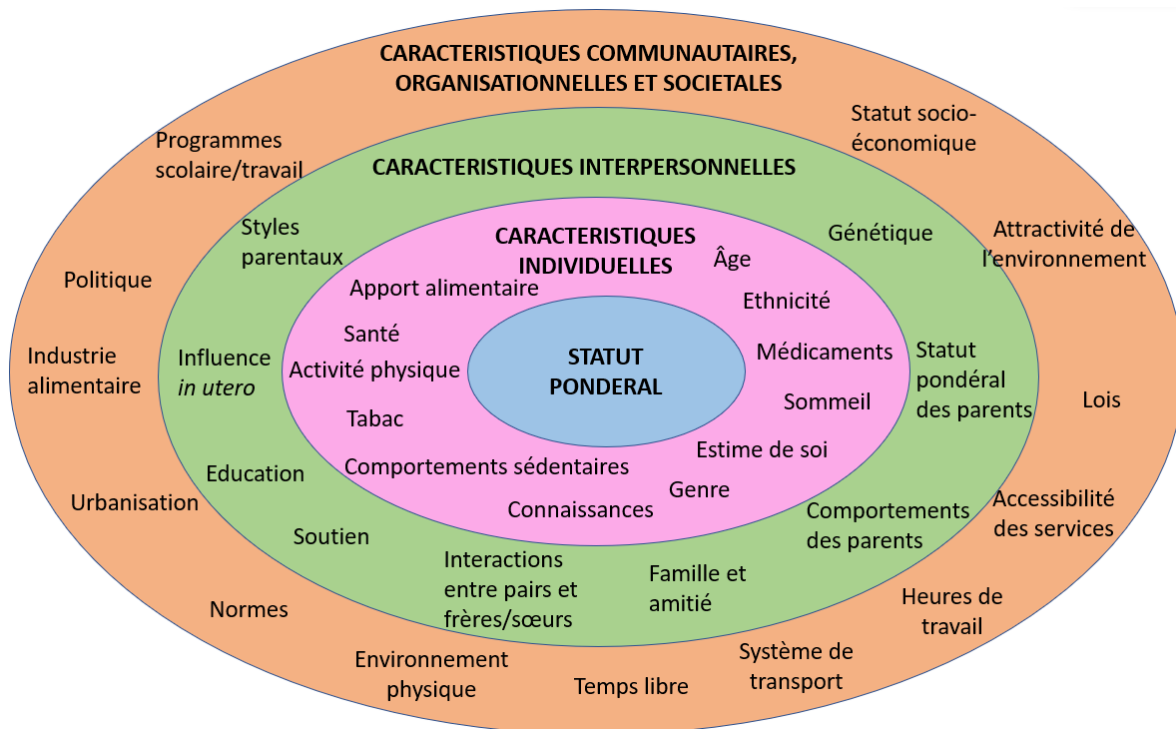


Figure 2 : Modèle socio-écologique appliqué à l'obésité en population générale. Adapté du modèle de Davison et Birch (2001) (47).

### 1.3.3 Prévention et prise en charge

La prise en charge de l'obésité représente un défi important. Il n'existe pas de médicaments ou de solutions « miracles » sur le long terme pour combattre cette maladie. La perte de poids seule, en diminuant ses apports énergétiques et/ou en augmentant ses dépenses énergétiques, ne permet pas d'endiguer la maladie. L'interaction des multiples origines de l'obésité implique une prise en charge globale. Dans l'idéal, l'ensemble de ces paramètres devrait être pris en compte afin de modifier le mode de vie de l'individu.

En définitive, l'approche privilégiée de cette maladie consiste surtout à de la prévention et à la gestion des complications lorsque cela est nécessaire. Elle ne se limite pas uniquement à la perte de poids mais à un ensemble d'aspects comportementaux, psychologiques et environnementaux. À cette fin, de multiples programmes, plans d'actions et politiques à visée préventive sont mis en place, notamment au travers de déterminants de l'alimentation et de l'activité physique.

L'épidémie d'obésité chez les jeunes est le reflet de la société moderne et de ses conséquences. Elle rend compte de l'urgence de la situation pour la santé humaine. L'influence de l'environnement, des parents et de la société sur les habitudes des jeunes doit être comprise et considérée pour prévenir et contrôler cette épidémie (38,39). Plus autonomes, libres de leurs choix et de leurs activités que les enfants, les adolescents représentent des cibles importantes pour comprendre et étudier le rôle des environnements sur l'obésité.

## 2. Justification

Contrairement aux caractéristiques génétiques ou biologiques, l'environnement est un paramètre sur lequel il est possible d'agir afin d'y retirer des bénéfices. Il semble plus faisable d'intervenir sur ce facteur que de changer toute l'industrie agro-alimentaire ou même certains comportements individuels. Ainsi, étant donné les nombreux contributeurs au développement

de l'obésité, cette étude met l'accent sur les facteurs environnementaux dits « modifiables » et plus particulièrement sur l'environnement physique. Ce dernier impacte la qualité de vie et la santé des individus. Son influence, au niveau de la maison, du quartier et des différents lieux de vie fréquentés peuvent générer des inégalités ainsi que des problèmes de santé.

## 2.1 Environnement physique et santé

### 2.1.1 L'environnement physique

L'environnement physique comprend les environnements naturel et bâti. Le premier correspond aux caractéristiques naturellement présentes dans le milieu. Il comprend l'eau, l'air, les espaces verts naturels, les paysages mais également la pollution et la contamination de ces endroits. L'environnement bâti correspond, quant à lui, à l'aménagement du territoire par l'homme et ses conséquences. L'organisation et les types d'espaces urbains (immeubles, proximité et disponibilité des infrastructures, architecture, éclairage, stationnement, ...), de systèmes de transports (réseaux routiers, transports en commun, pistes cyclables, trottoirs, ...), d'occupation des sols (mixité des usages, densité de commerces et de population) et des résultats environnementaux de cette configuration avec notamment les bruits de circulation, la qualité et quantité des services ainsi que la perception des risques pour la sécurité des personnes sont impliqués.

### 2.1.2 Les quartiers résidentiels

Cette étude se concentre sur les caractéristiques physiques des quartiers résidentiels. En effet, environ 80% des Canadiens vivent dans un milieu urbain (40). Pourtant, la densité de population, les comportements et la santé de la population varient au sein d'une même aire géographique. Ce contexte propre à chaque quartier a des impacts sur les comportements et modes de vie avec des conséquences, au final, sur la santé physique et mentale des personnes (41,42).

Ces inégalités de santé se manifestent au travers de caractéristiques physiques et sociales (41). De manière globale, un environnement perçu comme « sain » est associé à un meilleur développement social et émotionnel des enfants (43). D'une part, il a été montré que les conditions socio-économiques du quartier, en reflétant les inégalités sociales, sont associées à la mortalité, aux comportements de santé, à l'état de santé général, à la violence, aux opportunités d'emplois ou encore à l'éducation (44,45). Chez les enfants plus particulièrement, Morenoff *et al.* ont trouvé que les conditions sociales du quartier au travers de situations stressantes (*e.g.* crimes, troubles) affectaient négativement leur santé alors qu'un quartier avec une bonne cohésion sociale facilitait des comportements sains (47). D'autre part, des associations entre les caractéristiques physiques des quartiers et la santé globale ainsi que certaines maladies chroniques ont été rapportées (41,48). Par exemple, une récente revue de la littérature de Chandrabose *et al.* a montré qu'un environnement favorable à la marche et un faible étalement urbain ont un effet protecteur contre le développement du diabète de type 2 et de l'hypertension (49). Par ailleurs, Schultz *et al.* ont révélé qu'une forte pollution de l'air ainsi qu'un haut niveau de bruit dans le quartier étaient associés à des niveaux de pressions artérielles plus élevés (50).

## 2.2 Mécanismes entre les caractéristiques des quartiers et le statut pondéral

L'environnement résidentiel exerce une influence sur les comportements des individus et par conséquent, sur le surpoids et l'obésité. Deux habitudes de vie semblent être à l'origine de ce lien : l'activité physique et l'alimentation.

D'un côté, un environnement plus propice à l'activité physique pourrait encourager les activités extérieures et limiter les occupations sédentaires. Les caractéristiques des quartiers peuvent permettre l'accès à des infrastructures qui facilitent les déplacements actifs (e.g. trottoirs, pistes cyclables) ainsi que les activités récréatives actives (e.g. parcs). Chez les enfants et adolescents, il a été montré que l'accès et la disponibilité des quartiers aux espaces verts, de loisirs, aux parcs et aux trottoirs étaient associés à une augmentation du temps d'activité physique et à une réduction des comportements sédentaires (41,51–53). Les espaces verts jouent un rôle important notamment dans les milieux urbanisés. Ils ont des effets bénéfiques pour la santé en absorbant des contaminants atmosphériques, en produisant de l'oxygène, en réduisant le bruit et la température locale et en représentant des paysages considérés comme apaisants et plus esthétiques. En outre, la littérature suggère que les espaces verts urbains sont associés à une meilleure santé auto-rapportée et diagnostiquée, un meilleur niveau d'activité physique, un moindre taux de mortalité et un niveau de cohérence sociale plus important (54). De même, les conditions socioéconomiques et la perception des quartiers (e.g. sécurité, criminalité, insalubrité) sont associés à l'activité physique. Une revue systématique de la littérature de An *et al.* chez les enfants a montré que vivre dans un quartier non sécuritaire était associé à une réduction du temps d'activité physique (55). Génératrices d'insécurité, de stress et de peur, elles peuvent dissuader certains comportements et entraîner un découragement à sortir et finalement une augmentation de l'inactivité physique. En particulier, les craintes des parents par rapport à la sécurité de leurs enfants ont un impact sur leur consentement à les laisser jouer dehors. L'étude de Chaparro *et al.* a également observé que les adolescentes exposées à un taux élevé de crimes dans leur quartier avaient une probabilité 36% plus faible de faire de l'activité physique que celles qui vivent dans des quartiers à faible criminalité (OR = 0,74 ; IC 95% = [0,59 ; 0,92]) (56).

De l'autre côté, les caractéristiques des quartiers pourraient engendrer certains comportements favorisant une alimentation saine et équilibrée ou au contraire défavorable pour la santé (choix des aliments [industriels, locaux], type et qualité). Dans la littérature, la disponibilité et l'accès aux différents points de vente alimentaires ont souvent été associés avec l'alimentation (57–59). Par exemple, la présence de fast-foods serait associée à une mauvaise alimentation chez les enfants et adolescents tandis que ceux qui vivent loin de dépanneurs (petits magasins disposant de confiseries, tabac et alcools) auraient une meilleure alimentation (57). De même, il a été montré que les personnes qui vivent dans des quartiers avec un meilleur accès aux supermarchés avaient une alimentation plus saine (58).

Modifier les caractéristiques des quartiers semble donc être un moyen prometteur qui pourrait contribuer à arrêter l'épidémie d'obésité. L'aménagement des quartiers pourrait être favorable par des conditions permettant le maintien ou l'amélioration de la santé des personnes.



### 2.3 États des lieux de la littérature

De nombreuses caractéristiques physiques et sociales des quartiers ont été étudiées pour leur impact potentiel sur l'obésité. Les quartiers défavorisés avec leur contexte socio-économique particulier engendreraient des habitudes de vie favorisant l'obésité (60). Cette association est largement retrouvée dans la littérature (61–66). De même, des associations significatives entre le taux de criminalité ou bien une perception négative ou d'insécurité et le gain de poids ont été identifiées (62,67,68). Par exemple, les études de Schmidt *et al.* et de Vaccaro *et al.* ont observé que la perception d'une plus grande attractivité physique ou globale de l'environnement du quartier était associée négativement à l'obésité (69,70). Concernant les caractéristiques physiques, des associations négatives entre l'obésité et la présence d'aides piétonnes (51,71,72), de parcs et de piscines (73,74), d'espaces verts (51,75) ou encore d'espaces ouverts récréatifs ont été trouvées (72). L'étalement urbain et une faible diversité d'utilisation des sols seraient, quant à eux, associés positivement à l'obésité (76,77) ainsi qu'un fort trafic routier (72,78) et une densité résidentielle élevée (51,79). Enfin, de nombreuses études se sont intéressées à l'environnement alimentaire. On peut identifier dans la littérature que la proximité et/ou un nombre important de fast-foods, de dépanneurs et de restaurants ainsi que les déserts alimentaires seraient associés à un IMC plus élevé (59,80,81,83,84,86). Au contraire, les quartiers avec au moins une épicerie (59,81,91) et la proximité et/ou le nombre de supermarchés (58,84,88) seraient associés négativement à l'obésité.

Pourtant, ces relations ne sont pas clairement établies dans la littérature. À l'exception de l'association entre le niveau socio-économique du quartier et l'obésité qui semble être démontrée de manière unanime, de nombreux résultats divergents apparaissent. Des études ne retrouvent pas d'association entre l'obésité et l'environnement alimentaire (58,82,84,85,87,89,90) ou bien l'environnement physique, que ce soit par rapport à l'insécurité (69,92), aux infrastructures (56) ou à l'urbanisation du quartier (51). Des différences apparaissent également selon le sexe (56,58,64,79,84) et selon l'origine ethnique (62,65,67).

En outre, ces études font face à certaines limites et à une très grande hétérogénéité en ce qui concerne les méthodes, définitions et mesures utilisées. L'âge de la population, le choix et la mesure de la variable d'intérêt, les effectifs ainsi que le recueil de l'exposition diffèrent fortement d'une étude à l'autre. De nombreuses études utilisent par exemple des données subjectives pour décrire les caractéristiques des quartiers (51,93). De manière plus générale, la majorité d'entre elles ont deux limites majeures. Tout d'abord, elles se sont préoccupées d'une ou de certaines caractéristiques environnementales de manière isolée. En effet, à notre connaissance, très peu d'études entre l'obésité et l'environnement résidentiel ont pris en compte l'environnement dans sa globalité (66,94–97) (Annexe 1). De surcroît, elles sont en grande partie transversales, limitant la possibilité de conclure en termes de causalité. Les études longitudinales sont moins nombreuses et l'analyse des trajectoires d'IMC en relation avec les caractéristiques physiques des quartiers sont rares (Annexe 2). Seule une dizaine d'études de trajectoires ont été recensées à ce sujet (62,63,65,98–106).

Par ailleurs, les adolescents sont une population moins étudiée que les adultes ou les enfants, alors que la transition à l'âge adulte demeure une période critique pour le gain de

poids. En effet, ils sont sujets à de nombreux changements biologiques et psychologiques avec une prise d'autonomie importante, définissant ainsi un moment propice pour étudier les influences environnementales sur l'obésité.

Au final, l'hétérogénéité retrouvée fait apparaître toute la complexité de cette relation. Contrairement à la doxa, les résultats concernant cette association sont peu concluants comme le montrent de nombreuses revues de la littérature (51,76,77,87,107). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les causes de l'obésité sont multiples et interagissent entre elles, créant ainsi un ensemble compliqué de conditions dans lesquelles l'obésité se développe. Les différents éléments que composent l'environnement physique sont fortement corrélés, de sorte qu'il peut être difficile de démêler leurs effets respectifs. Ces derniers devraient donc être considérés collectivement tout en essayant de surmonter cette multicolinéarité. En somme, malgré l'abondance de littérature, on ne sait pas réellement sur quels paramètres intervenir. Dans un but de promotion de la santé, des données robustes et une méthodologie plus pragmatique sont nécessaires pour clarifier l'effet de l'environnement résidentiel sur l'obésité afin que les autorités de santé publique justifient des aménagements potentiellement coûteux.

### 3. Rationnel et objectif

Étant donné le rôle fortement suspecté de l'environnement physique des quartiers sur l'obésité, des divergences présentes dans la littérature et de l'urgence de la situation au Canada concernant cette épidémie, il est pertinent d'étudier plus en profondeur l'association entre l'environnement résidentiel et l'IMC chez les adolescents à Montréal, Canada.

Cette étude se base sur l'hypothèse que l'exposition d'un sujet durant l'adolescence à certaines caractéristiques des quartiers a des conséquences dans le futur malgré de potentiels changements d'expositions et que, l'exposition prolongée à ces caractéristiques au cours du temps influence le statut pondéral des adolescents. De plus, en raison des fortes différences physiopathologiques durant l'adolescence et des nombreux résultats hétérogènes mis en lumière selon le genre dans la littérature, nous avons considéré le sexe comme un modificateur d'effet important dans cette relation. En effet, nous pensons que les effets des quartiers sur l'IMC sont différents entre les garçons et les filles ainsi que l'évolution de la corpulence aux différents âges. Finalement, au-delà du statut socio-économique, nous souhaitons savoir si certains types de quartiers sont plus obésogènes que d'autres.

L'objectif de cette étude multifactorielle est donc d'étudier l'association entre les caractéristiques de l'environnement physique des quartiers résidentiels et les trajectoires de z-scores d'indice de masse corporelle (IMCz) chez les adolescents à Montréal.

## 4. Méthodes

### 4.1 Schéma et population d'étude

Les données étaient issues de l'étude « Nicotine Dependance in Teens » (NDIT) (108). NDIT est une étude de cohorte prospective initiée en 1999 dont l'objectif principal était d'étudier l'évolution et les déterminants du tabagisme et de la dépendance à la nicotine chez les jeunes fumeurs. Entre 1999 et 2000, 1293 élèves ont été recrutés dans toutes les classes de 7<sup>ème</sup> année (équivalent à la 5<sup>ème</sup> en France) dans un échantillon de 10 écoles secondaires à Montréal. Un échantillonnage stratifié a été réalisé afin d'identifier et de recruter les participants. Les écoles secondaires situées dans la région métropolitaine de recensement de

Montréal ont été sélectionnées en consultation avec le Conseil Scolaire de l'île de Montréal afin d'inclure des écoles françaises et anglaises, diversifiées au niveau de la densité de population et du statut socio-économique moyen. Treize écoles ont été sollicitées. Parmi celles-ci, trois écoles ont été exclues : deux en raison d'un faible retour des formulaires de consentement et une car les administrateurs scolaires ne pouvaient pas garantir leur collaboration sur l'ensemble de la période d'étude, soit pendant au moins cinq ans.

#### 4.2 Recueil des données

Bien que cette cohorte demeure toujours active, les données utilisées pour cette étude provenaient des collectes ayant eu lieu tout au long des années de secondaire des participants. Elles ont été collectées à l'aide d'auto-questionnaires (Annexe 3) administrés en classe à l'école tous les trois mois pendant les dix mois de l'année scolaire, de la 7<sup>ème</sup> (moyenne d'âge de 12 ans) à la 11<sup>ème</sup> (moyenne d'âge de 17 ans) année (1999-2005) (*i.e.* de la 5<sup>ème</sup> à la terminale en France). Les questionnaires ont également été complétés après l'obtention du diplôme du secondaire lors de trois cycles en 2007-2008, 2011-2012 et en 2017-2018 correspondant aux âges de 20, 24 et 30 ans respectivement (*Figure 3*). Pour cette analyse, les données des 19 premiers cycles d'enquête (sur les 20 effectués durant le secondaire), couvrant une période de 57 mois, ont été utilisées. Les participants ainsi que leurs parents ou tuteurs ont donné leur consentement éclairé écrit à l'inclusion et les participants eux-mêmes ont consenti lors des suivis après le diplôme.

Les données environnementales provenaient d'une infrastructure de données spatiales pour le Grand Montréal : MEGAPHONE ® (*Montreal Epidemiological of Ppopulation Health Outcomes and Neighborhood Effects*). Cette dernière, développée par le Dr Yan Kestens et le Pr Mark Daniel, combine des données administratives, de recensements et d'observations par système d'information géographique (SIG). Les données, recueillies depuis 2001 et validées par des sources telles que Statistique Canada, sont calculées selon des zones spécifiques.

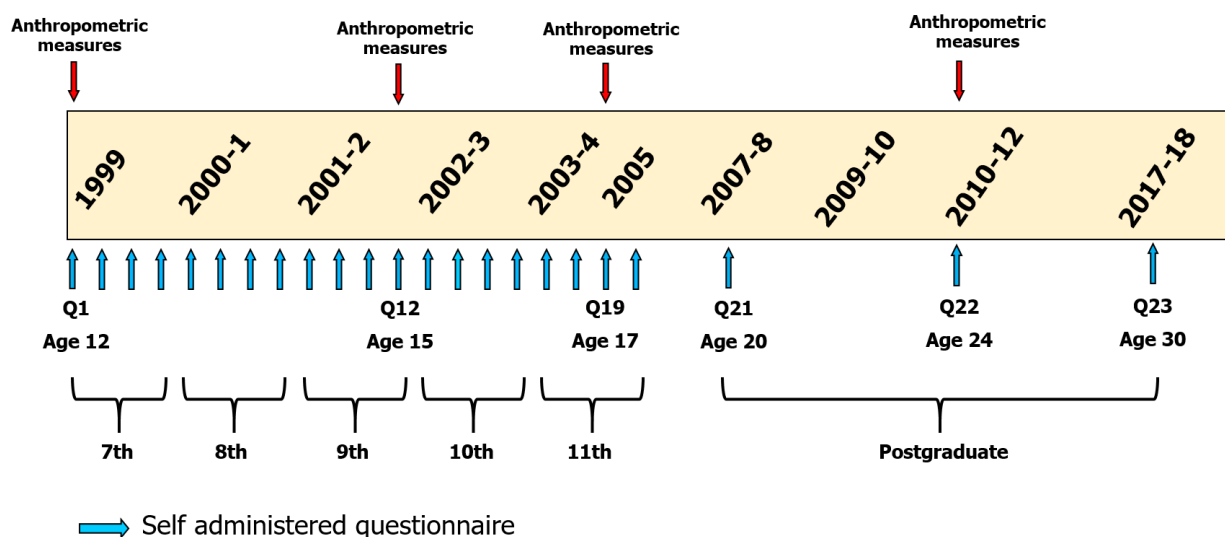


Figure 3 : Suivi des participants de l'étude de cohorte « Nicotine Dependence in Teens » (NDIT). Montréal, Canada. 1999-2019.

## 4.3 Données

### 4.3.1 Variables recueillies

En complément aux nombreuses informations concernant le tabagisme des adolescents, cette étude a intégré des données anthropométriques, de pressions artérielles, des échantillons de salive mais aussi des données démographiques, psychosociales, liées à leur santé physique et mentale, de dépendance, d'activité physique, de comportements sédentaires, d'habitudes alimentaires, de sommeil, sur leur consommation d'alcool et de drogues ou encore sur leurs performances académiques.

### 4.3.2 Variable à expliquer : z-score d'IMC

Des mesures anthropométriques ont été recueillies auprès des participants pendant le secondaire lors des suivis 1, 12 et 19 (nommés respectivement temps 1, 2 et 3 par la suite) lorsque ceux-ci étaient âgés en moyenne de 12, 15 et 17 ans respectivement. La taille et le poids ont été mesurés par des techniciens entraînés à l'aide de méthodes standardisées. Deux mesures de la taille à 0,1 cm près et du poids à 0,2 kg près ont été obtenus pour chaque participant. Si des écarts supérieurs à 0,5 cm pour la taille et 0,2 kg pour le poids étaient observés entre les deux mesures, une troisième mesure était recueillie. La moyenne des deux mesures les plus proches a été enregistrée. De plus, pour évaluer la fiabilité inter-évaluateurs, des mesures répétées pour un sous-échantillon systématique d'un étudiant sur dix ont été obtenues. Une fiabilité inter-évaluateurs de 0,99 a été observée pour le poids et la taille.

A partir de ces données, l'IMC des participants a été calculé ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Chez l'enfant et l'adolescent, la corpulence augmente avec l'âge et une croissance « normale » est attendue. Pendant cette phase, les jeunes font face à de nombreux changements métaboliques et physiologiques qui diffèrent selon le sexe et l'âge. Des courbes de références standardisées pour l'âge et le sexe sont donc nécessaires pour juger l'excès de poids. L'IMC standardisé, représenté par des z-scores d'IMC (IMCz), permet d'exprimer l'écart d'une mesure par rapport à la valeur moyenne d'une population de référence appropriée. Par exemple, un z-score de 1 signifie que l'IMC du sujet est supérieur d'un écart-type à la moyenne spécifique pour son sexe et son âge. Pour cette analyse, les IMCz ont été calculés à partir des normes du CDC, développées en 2000 à partir des données de jeunes (2 à 20 ans) Etats-uniens de 1963 à 1994 (109). Elles définissent un IMC spécifique à l'âge et au sexe à l'aide de percentiles dont une correspondance directe avec les valeurs des IMCz existe (110). Pour un IMC spécifique à l'âge et au sexe, on a :

- Poids insuffisant :  $\text{IMC} < 5^{\text{ième}} \text{ percentile} \Leftrightarrow \text{IMCz} < -1,64$
- Corpulence normale :  $5^{\text{ième}} \leq \text{IMC} < 85^{\text{ième}} \text{ percentile} \Leftrightarrow -1,64 \leq \text{IMCz} < 1,04$  ;
- Surpoids :  $85^{\text{ième}} \leq \text{IMC} < 95^{\text{ième}} \text{ percentile} \Leftrightarrow 1,04 \leq \text{IMCz} < 1,64$  ;
- Obésité :  $\text{IMC} \geq 95^{\text{ième}} \text{ percentile} \Leftrightarrow \text{IMCz} \geq 1,64$ .

Dans les analyses, les mesures d'IMCz ont été utilisées en tant que variable quantitative continue. De plus, le statut pondéral a été décrit à l'aide d'une variable catégorielle en fonction des seuils établis : insuffisant/normal, surpoids et obésité ( $\leq 1,04$ ,  $[1,04 ; 1,64[$  et  $\geq 1,64$ ). Le nombre d'individus avec un poids insuffisant étant très faible, la première catégorie sera considérée comme celle de référence, *i.e.* de corpulence « normale ».

### 4.3.3 Variables explicatives : caractéristiques des quartiers résidentiels

De nombreuses données caractérisant les quartiers résidentiels étaient disponibles. Celles-ci ont été recueillies par SIG puis jumelées au code postal de l'adresse de résidence de chaque participant. Les codes postaux ont été recueillis lors de deux suivis (cycles 13 et 17) pendant le secondaire. Le premier recueilli a été utilisé lorsqu'il était disponible et le second sinon.

#### 4.3.3.1 Définition d'un « quartier »

Deux méthodes sont fréquemment utilisées pour définir le quartier individuel ou « égocentrée », *i.e.* la zone autour d'une adresse ou d'une coordonnée spécifique. La première correspond aux zones « circulaires » et se définit par un rayon d'une longueur spécifique centrée sur l'adresse. La seconde méthode correspond aux « réseaux routiers marchables ». Elle utilise le réseau routier accessible aux piétons pour définir une zone autour du lieu de résidence (*Figure 4*). Cette dernière est définie à partir de l'ensemble des rues et routes partant du lieu de résidence et parcourues jusqu'à une certaine distance. La zone qui englobe l'ensemble de ces chemins définit le quartier. Cette méthode a l'avantage d'être plus pertinente puisque les zones inaccessibles (autoroutes, lacs, terrains vagues, ...) sont exclues.

Dans cette étude, la seconde méthode a été utilisée. Les variables ont été calculées pour des zones tampons réseaux (ZTR) de 750 mètres à partir du point centroïde de la zone correspondante au code postal du lieu de résidence des participants. Celles-ci ont été créées à l'aide du logiciel « ArcGIS Desktop Network Analyst » en utilisant le réseau de 2010 de la société « Digital Map Product Company » (DMTI), société de produits de cartographie numérique. Ce réseau routier correspondait au réseau le plus valide et complet en notre possession.

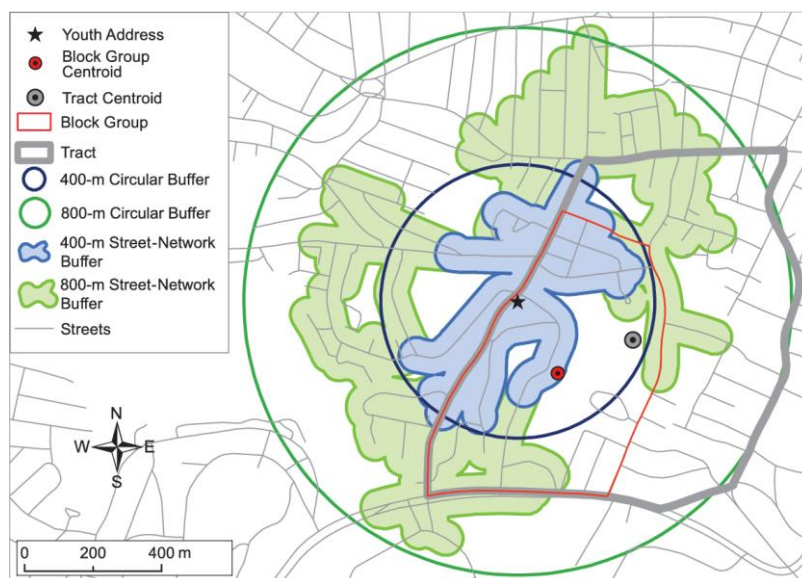


Figure 4 : Représentation des différentes définitions d'un quartier. Issu de Duncan et al. (2013) (111).

À Montréal, un code postal prend en compte dans la majorité des cas seulement un côté de tronçon de rue ou la section de route entre deux intersections, correspondant parfois à quelques maisons seulement. Ces tronçons font en moyenne 112 mètres et nous considérons donc les quartiers comme étant des caractéristiques propres à chaque individu.

#### 4.3.3.2 Les données environnementales

L'ensemble des variables environnementales a été calculé par un géographe expérimenté. Elles ont été récupérées à partir des jeux de données disponibles recommandés

par celui-ci et les plus rapprochés des dates d'inclusion des participants. Ces données objectives permettent de caractériser l'environnement physique, des services et socio-économique des adolescents. Ces facteurs sont importants car ils permettent de refléter certains aspects des quartiers comme leur caractère marchable. Par exemple, un nombre important d'intersections signifie que de nombreuses destinations pouvaient être atteintes, favorisant ainsi les déplacements actifs.

#### a) *Indicateurs physiques*

Les variables suivantes ont été calculées par CanMap (DMTI Spatial Inc.) à partir des informations sur l'utilisation des sols.

- **Trafic routier** : la longueur totale des rues et routes dans la ZTR en km a été recueillie à partir des données DMTI de 2002. Elle a été utilisée en tant que variable quantitative continue.
- **Intersections** : le nombre d'intersections comprenant au moins trois branches à l'intérieur des ZTR a été calculé. Cette donnée a été récupérée à partir des données DMTI de 2002. Elle a été utilisée en tant que variable quantitative discrète.
- **Densité de population** : la population totale de chaque ZTR a été récupérée à partir des aires de diffusion (AD) du recensement de 2001. L'AD est la plus petite unité géographique normalisée regroupant 400 à 700 personnes pour laquelle toutes les données du recensement sont diffusées. Cette densité correspondait au nombre d'habitants par km<sup>2</sup> (hab/km<sup>2</sup>). Cette variable était quantitative continue.
- **Mixité de l'utilisation du sol** : la diversité d'utilisation des sols a été représentée par un indicateur continu variant de 0 (faible) à 1 (élevé) pour chaque ZTR. Six affectations principales sont utilisées pour mesurer cet élément : résidentielles, industries manufacturières, commerciales, services et culturelles, récréatives et de loisirs. Cet indice est calculé à partir de la formule suivante :

$$Indice = - \sum_{j=1}^n [P^j \ln(P^j)] / \ln(n)$$

avec  $n$  = nombre de groupes d'affectation du sol ;  $P^j$  = ratio de surface de la catégorie de sol  $j$  par rapport à la surface totale de la zone tampon réseau et  $j \in \{1, \dots, 7\}$ .

Plus une zone dispose d'affectations différentes de manière égale, plus sa diversité sera élevée. Au contraire, une zone qui aurait seulement des unités dont l'affectation est commerciale serait considérée comme très peu diversifiée. Cette variable a été récupérée à l'aide des données DMTI de 2002 et est utilisée en tant que variable quantitative continue.

- **Niveau de végétation** : le niveau de verdure a été représenté par l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI). Cette mesure permet de refléter le niveau d'abondance de la couverture végétale. Elle est représentée par un indicateur continu de valeurs standardisées allant de -1 (faible) à 1 (élevée). Généralement, les valeurs négatives ou nulles correspondent essentiellement à de la roche ou des sols nus. Des valeurs faibles mais positives reflètent des zones avec arbustes, quelques arbres ou encore des prairies. Enfin des valeurs positives élevées indiquent des forêts ou parcs naturels. Le calcul du NDVI se base sur le principe que les végétaux ont une capacité



importante d'absorption de la radiation dans la région visible du spectre solaire (absorption du pigment chlorophyllien dans le canal rouge) et une capacité de réflexion importante de la radiation dans la région proche-infrarouge (haute réflectivité des matières végétales dans le canal proche infrarouge) (112). Il est calculé ainsi :

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

avec  $IR$  = valeurs de pixel du canal infrarouge et  $R$  = valeurs de pixel du canal rouge. Le NDVI est calculé à l'aide d'images satellitaires (Figure 5). La précision des photos satellite utilisées ne permettant pas d'évaluer correctement le niveau de végétation dans les régions rurales, cet indice a été calculé uniquement dans les régions urbaines. Ces données ont été collectées et calculées à partir des données Landsat de 2001. Dans cette étude, cette variable correspondait à la moyenne du NDVI à l'intérieur des ZTR et a été utilisée en tant que variable quantitative continue.

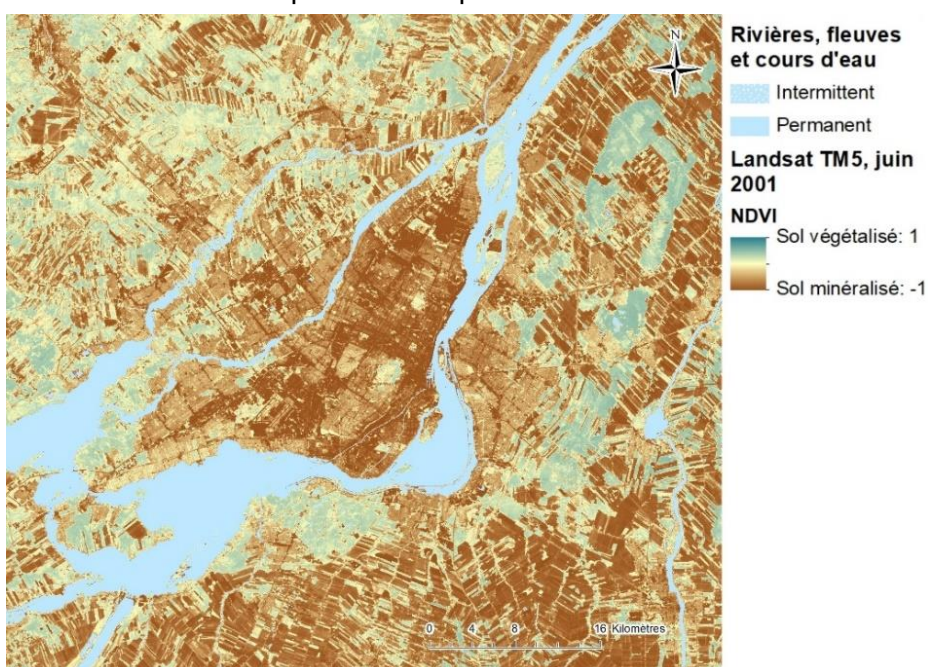


Figure 5 : Représentation de l'indice de végétation par différence normalisée.

#### b) Indicateurs de l'environnement des services

- **Parcs** : le nombre de parcs a été défini comme la présence d'un parc partiellement ou complètement à l'intérieur de la ZTR. Cette information a pu être récupérée uniquement pour les régions métropolitaines et les agglomérations de recensement pour l'année 2002. Cette variable catégorielle a été découpée selon ses tertiles : [0 ;1], 2 et > 2.
- **Commerces alimentaires « sains »** : le nombre de commerces alimentaires « sains » dans la ZTR, incluant les hypermarchés, supermarchés, épiceries, magasins d'alimentation et fruiteries, a été calculé avec les données DMTI de 2003. De même, cette variable catégorielle a été découpée en fonction de ses tertiles : 0, [0 ;2] et > 2.
- **Commerces alimentaires « malsains »** : le nombre de commerces alimentaires « malsains » dans la ZTR, ce qui inclut les fast-foods et les dépanneurs, a également été calculé à l'aide des données DMTI de 2003. Cette variable catégorielle a été découpée en fonction de ses tertiles : 0, [0 ;2] et > 2.

### 4.3.3.3 Indicateurs socio-économiques

Le pourcentage de familles monoparentales, de personnes de plus de 20 ans avec un diplôme universitaire, de personnes au chômage et de personnes de 15 ans et plus vivant sous le seuil de faible revenu a été calculé à l'aide de proportions ou de moyennes pondérées en fonction de la population des AD du recensement de 2001 chevauchant les ZTR.

Un résumé des définitions, des années de recueil exactes, des sources ainsi que du type des variables utilisées sont décrites dans l'annexe 4.

### 4.3.4 Covariables

Les variables disponibles concernant la population ou répondant au critère de facteur de confusion, c'est-à-dire celles ayant un effet à la fois sur les caractéristiques des quartiers et sur l'IMC des adolescents sans être sur le chemin causal entre les deux, ont été identifiées à l'aide d'une revue de la littérature, du contexte et selon leur pertinence. Des variables socio-démographiques et comportementales collectées à l'inclusion ont été étudiées.

Le sexe (garçon vs fille), le pays de naissance (Canada vs autre), la monoparentalité de la famille (oui vs non), le statut tabagique (le sujet a-t-il déjà fumé : oui vs non) et la consommation d'alcool dans le dernier mois (oui vs non) ont été pris en compte en tant que variables dichotomiques. L'âge des participants (en années) a été utilisé comme variable continue. La langue principale des participants a été considérée par une variable catégorielle : anglais, français, les deux et autres. L'éducation des parents a été définie comme le niveau d'étude le plus élevé entre les deux parents avec la catégorisation suivante :  $\leq$  lycée, professionnel et  $\geq$  université. Enfin, l'activité physique a été recueillie comme le nombre de jours cumulés par semaine où le jeune a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées dans la question posée. Cette dernière portait sur trente activités considérées comme pertinentes au Canada pour l'ensemble de l'année (Annexe 3, question 15). Dans cette étude, elle a été calculée en prenant la moyenne sur les quatre premiers suivis afin de tenir compte des différentes saisons et a été utilisée en tant que variable quantitative continue.

## 4.4 Analyses statistiques

### 4.4.1 Analyses descriptives populationnelles

Une analyse descriptive de l'ensemble des caractéristiques individuelles et environnementales a été réalisée sur la population incluse, permettant ainsi de mesurer la proportion de données manquantes. Les variables catégorielles ont été présentées par leurs effectifs et fréquences et, les variables quantitatives par leurs moyennes (écart-type) pour celles ayant une distribution normale et par leur médiane (premier quartile - troisième quartile) sinon. Les caractéristiques de la population analysée et exclue ont été comparées. Pour ce faire, aucun test statistique n'a été réalisé. Les contrastes ont été jugés selon les différences de pourcentage observées entre les groupes comparés.

### 4.4.2 Analyse en cluster

Des types de quartiers distincts avec une grande similarité intra-classe et une faible similarité inter-classe de certaines caractéristiques choisies au préalable ont été créés à l'aide d'une analyse en cluster. Les quartiers d'un même groupe étaient sensiblement semblables par rapport à ces caractéristiques même si ces derniers étaient éloignés géographiquement. Plus particulièrement, une classification ascendante hiérarchique avec la méthode de Ward a



été réalisée. Cette méthode correspond à un algorithme agglomératif qui agrège deux à deux les quartiers les plus proches en termes de distances euclidiennes. Ceci a été réitéré jusqu'à n'avoir plus qu'un seul élément. Le critère d'agrégation choisi étant le critère de Ward (minimisation de la somme des carrés de tous les couples hypothétiques de classes), la stratégie de regroupement était de minimiser la perte d'inertie inter-classe à chaque itération. Finalement, un arbre de classification a été obtenu. Pour avoir la partition finale, l'arbre a été coupé à un certain niveau avec une perte d'inertie inter-classe peu importante. Ce nombre de clusters optimal a été déterminé en fonction du contexte et à l'aide d'une fonction (NbClust) comparant les différents résultats obtenus en faisant varier toutes les combinaisons de nombre de clusters, de mesures de distance et de méthodes de clustering possibles.

Pour construire ces clusters, seules certaines variables de l'environnement ont été retenues. La stratégie a été, dans un premier temps, de sélectionner toutes les variables choisies à partir de la littérature et disponibles dans notre base de données. Puis, les variables très corrélées entre elles ont été exclues au profit d'une seule. Ensuite, celles disposant de nombreuses données manquantes ou qui ne différaient que très peu selon les individus ont été enlevées. Enfin, seules les caractéristiques jugées modifiables ont été gardées. Au final, les clusters ont été construits à partir de cinq variables : le nombre d'intersection, la longueur totale des routes, la densité de population, la diversité d'utilisation des sols et l'indice de végétation.

Cette analyse a été réalisée de manière indépendante des analyses subséquentes. Les clusters ont été construits à partir de l'ensemble de la population dont les variables de l'environnement étaient disponibles afin d'obtenir des quartiers plus représentatifs de ceux de Montréal, et non pas uniquement pour les sujets analysés dans l'étude. Les caractéristiques des clusters ainsi que celles des individus selon le quartier et le sexe ont été décrites, de la même façon que pour les analyses descriptives ci-dessus. Enfin, l'évolution de l'IMCz moyen brut par cluster au cours du temps a été déterminée et représentée à l'aide de graphiques pour l'ensemble de la population puis selon le sexe.

#### 4.4.3 Estimation des trajectoires de z-score d'IMC brutes

Les trajectoires individuelles brutes des IMCz ont été estimées. Elles ont été représentées, par souci de lisibilité, grâce à des « spaghettis plot » chez 50 individus sélectionnés de manière aléatoire séparément selon le sexe. Ces graphiques ont permis de visualiser les tendances générales, l'effet du temps et la variabilité inter-individus.

#### 4.4.4 Analyse principale multivariée

##### 4.4.4.1 Type de modèle

Des analyses multivariées entre les IMCz et les types de quartiers, stratifiées sur le sexe, ont été menées. À cette fin, des modèles linéaires mixtes ont été réalisés à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance. Cette analyse a permis d'investiguer l'effet des quartiers sur les variations de l'IMCz au cours du temps en tenant compte des variations intra-individuelles. Puisque l'IMCz fluctue au cours du temps, il était pertinent de regarder les trajectoires et non pas seulement l'effet du quartier sur l'IMCz à un moment donné.

##### 4.4.4.2 Stratégies de modélisation

Pour tenir compte de la variabilité inter-sujets, un effet aléatoire sur l'ordonnée à l'origine et sur la pente des individus a été introduit. Indépendamment de l'étude de l'association, l'ajout d'une pente aléatoire a permis notamment d'explorer les trajectoires individuelles.

Le temps -soit l'âge- a été représenté à chaque suivi où une mesure anthropométrique a été obtenue. La valeur 0 a été assignée à la mesure initiale. Les deux autres temps ont été définis comme le délai entre la visite et l'inclusion en années divisé par cinq et ont été calculés à partir des dates exactes de passation des questionnaires. Cette échelle de temps a été choisie dans un but de pertinence clinique afin d'apprécier l'augmentation de l'IMCz sur cinq ans puisque l'obésité est une maladie sur le long terme.

Une interaction avec le temps a été intégrée afin d'étudier l'effet des quartiers au cours du temps. En effet, il est fortement suspecté que le temps modifie la relation. D'une part, l'exposition à certaines caractéristiques du quartier pourrait avoir un effet sur certaines habitudes de vie, et donc sur la prise de poids, seulement détectable après une exposition prolongée. D'autre part, ces caractéristiques n'ont pas forcément le même effet sur un individu de 12 ans que de 17 ans. Il est raisonnable de penser que, par exemple, la présence de fast-food pourrait avoir plus d'impact sur des jeunes de 17-18 ans (autonomie, prise de décision, sortie entre amis) que sur des jeunes de 12 ans dont l'accord parental est nécessaire avant d'aller manger dans ce type de restaurant.

Le modèle chez les filles ou chez les garçons sans ajustement s'écrit ainsi :

$$\left\{ \begin{array}{l} BMIZ_{ij} = \beta_0 + \beta_1 GRP_{2i} + \beta_2 GRP_{3i} + \beta_3 t_{ij} + \beta_4 GRP_{2i} t_{ij} + \beta_5 GRP_{3i} t_{ij} + \gamma_{0i} + \gamma_{1i} t_{ij} + \varepsilon_i \\ \gamma_i = \begin{pmatrix} \gamma_{0i} \\ \gamma_{1i} \end{pmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \sigma_{\gamma_0}^2 & \sigma_{\gamma_0 \gamma_1} \\ \sigma_{\gamma_0 \gamma_1} & \sigma_{\gamma_1}^2 \end{bmatrix} \right) \\ \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2) \\ (\gamma_{01}, \dots, \gamma_{0n}) \perp (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n) \end{array} \right.$$

avec  $BMIZ_{ij}$  la mesure de l'IMCz chez le sujet  $i$  à la mesure  $j$ ;  $t_{ij}$  le temps écoulé en années entre le suivi et l'inclusion divisé par cinq;  $GRP_{2j}$  et  $GRP_{3j}$  correspondent aux clusters 2 et 3 respectivement (variables indicatrices intégrées lorsque le cluster 1 est en référence);  $\gamma_0$  et  $\gamma_1$  représentent les ordonnées à l'origine ainsi que les pentes aléatoires;  $\sigma_{\gamma_0}^2$ ,  $\sigma_{\gamma_1}^2$  et  $\sigma_{\gamma_0 \gamma_1}$  sont respectivement la variance des ordonnées à l'origine aléatoires, des pentes aléatoires et la covariance entre les ordonnées à l'origine aléatoires et les pentes aléatoires. Enfin,  $\varepsilon_{ij}$  correspond aux erreurs. Nous avons finalement utilisé une matrice de variance-covariance non structurée puisque l'IMCz à l'inclusion et l'évolution de l'IMCz au fil du temps étaient corrélés : test de l'hypothèse nulle  $H_0 : \sigma_{\gamma_0 \gamma_1} = 0$  à l'aide d'un test du rapport de vraisemblance.

La réalisation d'un graphe orienté acyclique (DAG) a permis de sélectionner les variables de confusion potentielles à inclure dans les modèles (Annexe 5). Le choix des facteurs d'ajustement a été validé par un groupe d'experts. Les modèles ont été ajustés sur le plus haut niveau d'éducation des parents comme proxy pour le statut socio-économique de la famille, sur le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier comme indicateur du statut socio-économique du quartier et enfin sur le pays de naissance pour représenter l'origine ethnique des adolescents. Ces variables correspondaient aux meilleures variables disponibles lors du secondaire pour prendre en compte ces concepts. D'une part, elles sont vraisemblablement associées au mode et aux choix de vie des familles des sujets et donc aux caractéristiques des quartiers dans lesquels ils vivent puisque la famille choisit son quartier résidentiel. D'autre part, ces trois paramètres sont également associés à l'IMCz de l'adolescent (61,113,114).

#### 4.4.4.3 Effets estimés

Pour tester les associations transversales à l'inclusion, nous avons tout d'abord étudié si les IMCz moyens différaient entre groupe à l'inclusion à partir des coefficients de régression. Ensuite, les pentes moyennes dans chaque type de quartiers ont été calculées afin d'étudier l'association entre l'exposition aux quartiers et les trajectoires d'IMCz au cours du temps. Tous les paramètres estimés ont été présentés avec leurs intervalles de confiance à 95%.

La significativité des associations et des interactions a été déterminée par un test du rapport de vraisemblance ou un test de Wald. Pour les associations globales, les p-valeurs globales ont été présentées. Les variances des effets aléatoires ont été rapportées avec la p-valeur du test de vraisemblance associé, permettant ainsi de voir l'apport de ces paramètres aléatoires.

#### 4.4.4.4 Adéquation du modèle

La linéarité des variables quantitatives a été étudiée à l'aide de fonction splines. La distribution normale des effets aléatoires a été vérifiée grâce à un qqplot et un histogramme. La distribution normale et l'homoscédasticité de l'erreur de mesure ont été examinées par l'étude des résidus. Pour cela, l'histogramme et le graphique des résidus en fonction des valeurs prédites ont été visualisés. De plus, l'hétérogénéité des variances résiduelles a été vérifiée à l'aide d'un graphique représentant les résidus aux trois temps d'intérêt. Cette représentation permettait de vérifier que les variances n'augmentaient pas au cours du temps. Finalement, afin d'évaluer la qualité globale du modèle, les prédictions individuelles ont été comparées aux observations à l'échelle de l'individu.

#### 4.4.5 Gestion des données manquantes

Les données manquantes ont été décrites et étudiées afin de savoir si une imputation était nécessaire et possible. Pour identifier la structure des données manquantes de la variable à expliquer, les caractéristiques des individus avec trois mesures d'IMCz et ceux avec une ou deux mesures ont été comparées. Concernant les caractéristiques environnementales, leurs données manquantes ne pouvaient pas être imputées pour deux raisons : collecte impossible par les systèmes de récupération d'informations (e.g. dans les zones rurales) ou aucune variable environnementale disponible dès lors qu'une d'entre elles était manquante. Enfin, sur les trois facteurs d'ajustement choisis, seule une variable disposait de données manquantes à hauteur de 8% (éducation des parents). Compte-tenu de ce faible pourcentage, l'analyse principale a été réalisée sur données complètes. Puis, les caractéristiques des personnes avec et sans donnée manquante sur cette variable ont été comparées afin d'identifier leur structure.

#### 4.4.6 Analyses de sensibilité

Afin de vérifier la robustesse des résultats, deux analyses de sensibilité ont été réalisées. Dans un premier temps, les données manquantes sur les facteurs d'ajustement ont été imputées grâce à une méthode d'imputation multiple : « Multiple Imputation Chained Equation » (MICE). Trente modèles d'imputation ont été générés en tenant compte des variables prédictives et du type des variables. Ce nombre de bases de données a été choisi en fonction du pourcentage de données manquantes sur l'ensemble des variables (estimées et prédictives) comme recommandé dans la littérature (115). La variable à expliquer a été utilisée pour imputer les valeurs manquantes mais, pour l'analyse, les mesures d'IMCz imputées ont été supprimées comme conseillé (116,117). En effet, les modèles linéaires mixtes sont robustes aux données manquantes au hasard et permettent de prendre en compte

tous les individus ayant au moins une mesure. Enfin, les résultats des différents jeux de données ont été « poolés » pour avoir les résultats finaux. En outre, l'imputation a été vérifiée : contrôle de la convergence de l'algorithme (graphique des moyennes et écart-types par itération des valeurs imputées) et inspection des imputations (distribution des valeurs des variables imputées et graphique des densités des valeurs observées et imputées). Puis, l'analyse sur données complètes a également été réalisée en restreignant l'effectif aux personnes dont on est certain qu'elles n'ont pas déménagées. En effet, cette étude repose sur l'hypothèse que les participants demeuraient toujours à la même adresse durant tout leur suivi.

Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel R version 5.3.1 (R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche) avec un risque d'erreur  $\alpha = 5\%$ .

## 5. Résultats

### 5.1 Sélection de la population

Parmi les 1293 sujets inclus en 1999 dans la cohorte NDIT, 505 personnes ont été exclues pour cause de données environnementales manquantes (code postal manquant/erroné ou valeur manquante sur les variables sélectionnées pour créer les clusters). Parmi les 788 personnes restantes, 14 n'ont pas été prises en compte dans l'échantillon d'étude car elles ne possédaient aucune des trois mesures anthropométriques d'intérêt. L'échantillon final se composait donc de 774 sujets dont 407 filles et 367 garçons (*Figure 6*).

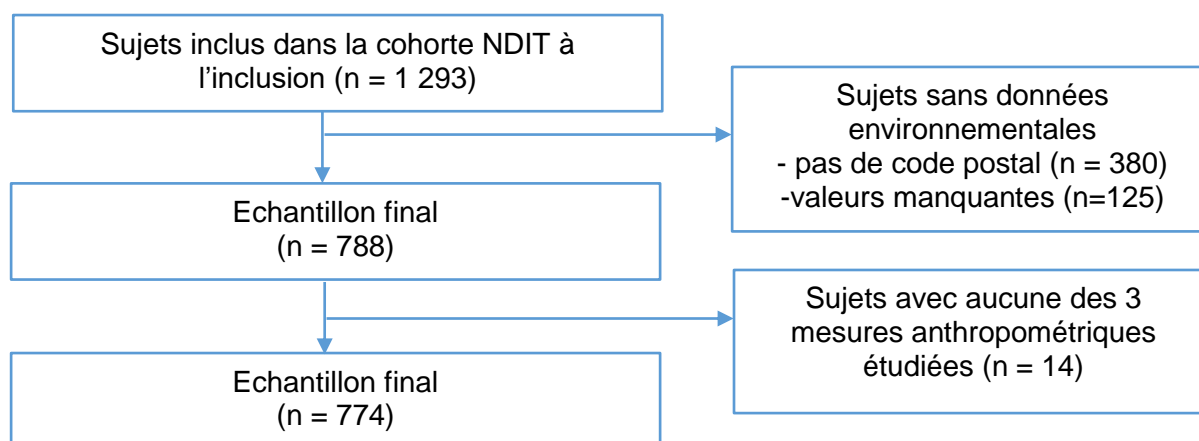


Figure 6 : Diagramme de flux. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

### 5.2 Analyses descriptives

#### 5.2.1 Description de la population

Seuls les individus avec un code postal identique avaient exactement les mêmes caractéristiques de quartier. Sur la population incluse, il y avait 690 quartiers différents pour 774 individus, soit près de 90% de quartiers différents.

##### 5.2.1.1 Caractéristiques individuelles

La population d'étude était composée d'environ 53% de filles. Que ce soit chez les filles ou chez les garçons, près de 90% de la population initiale était toujours présente au temps 3. La moitié d'entre eux a été suivie plus de 4,3 années et ils étaient âgés en moyenne de 12 ans et demi, 15 ans et 17 ans respectivement lors des trois suivis d'intérêt. Plus de 90% des sujets sont nés au Canada et environ 60% d'entre eux étaient anglophones. Près de 7% des garçons et 11% des filles vivaient dans une famille monoparentale et les parents avaient un cursus universitaire pour plus de la majorité des sujets, avec une plus grande proportion chez les filles

(60,3% pour les garçons et 66,2% pour les filles). Concernant l'IMCz, ce dernier suivait le même schéma en moyenne pour les deux sexes : il augmentait au temps 2 puis diminuait plus fortement au temps 3. Les IMCz étaient supérieurs chez les garçons. La proportion d'individus en surpoids ou obèses a diminué au cours du suivi pour les filles (21,3%, 18,1% et 13,8% pour les cycles 1, 12 et 19) et pour les garçons (25,6%, 20,6% et 18,3% lors des trois cycles). Près du quart des participants avait déjà fumé et environ 40% avaient consommé de l'alcool dans le mois précédent l'enquête. Les garçons faisaient plus d'activité physique que les filles en moyenne. Enfin, environ 9% des garçons et 6% des filles avaient déménagé durant leurs études secondaires (Tableau 1).

### 5.2.1.2 Caractéristiques environnementales

Globalement, les quartiers disposaient de peu de végétation, particulièrement chez les filles, mais d'une assez grande diversité d'utilisation des sols. Les garçons semblaient vivre dans des quartiers avec plus de parcs que les filles. Les commerces sains et malsains étaient très fréquents pour certains et absents pour d'autres. La densité de population était plus élevée en moyenne dans les quartiers des filles. La moitié des individus vivait dans des quartiers dont moins de 15% de la population étaient sous le seuil de faible revenu. Les taux de chômage étaient relativement faibles, tout comme le nombre de familles monoparentales. Enfin la moitié des sujets vivait dans des quartiers dont plus de 28% des habitants de 20 ans et plus avaient un diplôme universitaire (Tableau 2)

**Tableau 1** : Caractéristiques individuelles de la population incluse selon le sexe (n = 774). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons n = 367		Filles n = 407	
	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)
<b>Durée de suivi moyen (années)*</b>	367 (100)	4,3 (4,1 – 4,4)	407 (100)	4,3 (4,2 – 4,4)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>				
<b>Age (années)</b>				
<b>Cycle 1</b>	367 (100)	12,7 (0,4)	407 (100)	12,6 (0,4)
<b>Cycle 12</b>	355 (96,7)	15,2 (0,4)	393 (96,6)	15,1 (0,4)
<b>Cycle 19</b>	327 (89,1)	17,0 (0,4)	361 (88,7)	16,9 (0,3)
<b>Langue principale</b>				
Anglais	226 (61,6)		243 (59,7)	
Français	68 (18,5)		90 (22,1)	
Les deux	38 (10,4)		41 (10,1)	
Autre	35 (9,5)		33 (8,1)	
<b>Pays de naissance</b>				
Canada	342 (93,2)		380 (93,4)	
Autre	25 (6,8)		27 (6,6)	
<b>Famille monoparentale</b>				
Non	325 (93,4)		344 (88,9)	
Oui	23 (6,6)		43 (11,1)	
<b>Éducation parents<sup>1</sup></b>				
≤ lycée	74 (19,6)		44 (13,3)	
Professionnel	76 (20,1)		68 (20,5)	
≥ université	228 (60,3)		219 (66,2)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>				
<b>IMCz<sup>2</sup></b>				
Cycle 1	344 (93,7)	0,30 (1,0)	380 (93,4)	0,16 (1,0)
Cycle 12	350 (95,4)	0,34 (0,9)	381 (93,6)	0,22 (0,8)
Cycle 19	322 (87,7)	0,25 (0,9)	348 (85,5)	0,13 (0,8)

\* : médiane (Q1-Q3)

<sup>1</sup> : plus haut niveau entre les deux parents

<sup>2</sup> : z-score d'indice de masse corporelle

**Tableau 1 (suite) :** Caractéristiques individuelles de la population incluse selon le sexe (n = 774). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons n = 367		Filles n = 407	
	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>				
Normal	256 (74,4)		299 (78,7)	
Surpoids	53 (15,4)		49 (12,9)	
Obésité	35 (10,2)		32 (8,4)	
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>				
Normal	278 (79,4)		312 (81,9)	
Surpoids	42 (12,0)		47 (12,3)	
Obésité	30 (8,6)		22 (5,8)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>				
Normal	263 (81,7)		300 (86,2)	
Surpoids	31 (9,6)		35 (10,1)	
Obésité	28 (8,7)		13 (3,7)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>				
<b>Activité physique<sup>3*</sup></b>	364 (99,2)	16,5 (10,5 – 26,4)	396 (97,3)	11,5 (7,0 – 19,8)
<b>A déjà fumé</b>				
Non	270 (77,1)		293 (75,3)	
Oui	80 (22,9)		96 (24,7)	
<b>Consommation d'alcool**</b>				
Jamais	199 (57,8)		245 (63,5)	
≥ 1 fois	145 (42,2)		141 (36,5)	
<b>Déménagements</b>				
Non	235 (64,0)		295 (72,5)	
Oui	32 (8,7)		24 (5,9)	
Ne sait pas	100 (27,2)		88 (21,6)	

\* : médiane (Q1-Q3)

<sup>3</sup> : nombre de jours par semaine cumulé où la personne a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées

\*\* : dans le mois précédent l'enquête

**Tableau 2 :** Caractéristiques environnementales de la population incluse selon le sexe (n = 774). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons n = 367		Filles n = 407	
	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)
<b>NDVI<sup>1</sup></b>	367 (100)	0,00 (-0,09 – 0,07)	407 (100)	-0,02 (-0,10 – 0,07)
<b>Diversité d'utilisation des sols</b>	367 (100)	0,28 (0,15 – 0,40)	407 (100)	0,32 (0,19 – 0,42)
<b>Nombre de parcs</b>				
[0;1]	178 (48,5)		214 (52,6)	
2	166 (45,2)		160 (39,3)	
> 2	23 (6,3)		33 (8,1)	
<b>Longueur totale des routes* (km)</b>	367 (100)	10,3 (4,4)	407 (100)	10,6 (4,4)
<b>Nombre d'intersections</b>	367 (100)	44 (32 – 60)	407 (100)	47 (33 – 61)
<b>Densité de population (hab/km<sup>2</sup>)</b>	367 (100)	3047 (2094 – 6478)	407 (100)	3694 (2341 – 6979)
<b>Nombre de commerces sains<sup>2</sup></b>				
0	149 (40,6)		162 (39,8)	
]0;2]	82 (22,3)		85 (20,9)	
>2	136 (37,1)		160 (39,3)	
<b>Nombre de commerces malsains<sup>3</sup></b>				
0	172 (46,9)		171 (42,0)	
]0;2]	71 (19,3)		84 (20,6)	
>2	124 (33,8)		152 (37,3)	
<b>Personne de 15 ans et plus sous le seuil de faible revenu (%)</b>	367 (100)	14,5 (6,6 – 25,2)	407 (100)	14,8 (7,1 – 26,3)
<b>Taux de chômage (%)</b>	367 (100)	6,1 (4,5 – 8,9)	407 (100)	6,34 (4,4- 9,0)
<b>Personne de 20 ans et plus avec un diplôme universitaire (%)</b>	367 (100)	28,5 (19,5 – 36,4)	407 (100)	27,1 (18,8 – 35,2)
<b>Familles monoparentales (%)</b>	367 (100)	15,9 (9,4 – 20,8)	407 (100)	15,7 (10,5 – 21,4)

\* : moyenne (écart-type), <sup>1</sup> : indice de végétation par différence normalisée, <sup>2</sup> : comprends hypermarchés, supermarchés, épiceries, fruiteries et magasins d'alimentation, <sup>3</sup> : comprends dépanneurs et fast-food

### 5.2.2 Comparaison des sujets analysés et exclus

Que ce soit chez les filles ou les garçons, les sujets exclus ont été suivis moins longtemps que les sujets analysés dans cette étude et semblaient généralement être plus défavorisés. Par exemple, le niveau d'éducation de leurs parents paraissait moins élevé et ils étaient en moyenne plus à avoir déjà fumé. Le pourcentage de filles en surpoids ou obèses semblait plus élevé lors des temps 2 et 3 chez les filles exclues. Leurs IMCz étaient plus élevés en moyenne lors des trois suivis d'intérêt. À l'inverse, l'IMCz des garçons exclus semblait moins élevé lors du temps 2 et le pourcentage de garçons en surpoids ou obèse ne semblait pas différer entre les garçons analysés et exclus. De plus, les filles exclues paraissaient être plus à avoir consommé de l'alcool le mois précédent l'enquête et les garçons exclus semblaient pratiquer moins d'activité physique et être plus à avoir déjà fumé (Tableau 3).

Au niveau environnemental, les quartiers des filles et des garçons exclus semblaient en général disposer d'une densité de population moins forte, d'une densité de routes plus faible et moins de services, d'intersections et de personnes avec un diplôme universitaire (Tableau 4).

### 5.2.3 Données manquantes

Les caractéristiques des personnes incluses avec les trois mesures anthropométriques d'intérêt et celles avec seulement une ou deux mesures ont été comparées (Annexe 6). Globalement, les adolescents avec une ou deux mesures semblaient avoir des habitudes de vie moins saines. Par exemple, ils étaient plus nombreux en moyenne à avoir déjà fumé et à avoir consommé de l'alcool dans le mois précédent l'enquête. Compte tenu de ces différences et du contexte, des données non informatives ont été suspectées. La prise en compte des individus avec 1, 2 ou 3 mesures d'IMC était appropriée et semblait donc satisfaire les hypothèses des modèles mixtes concernant les données manquantes.

Par la suite, les caractéristiques des personnes incluses avec et sans donnée manquante pour l'éducation des parents ont également été comparées (Annexe 7). Les données manquantes semblaient être manquantes au hasard. Une imputation multiple était donc raisonnable.



**Tableau 3** : Comparaison des caractéristiques individuelles des sujets analysés et des sujets exclus selon le sexe. Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons				Filles			
	Analysés n = 331		Exclus n = 292		Analysées n = 378		Exclus n = 292	
	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)
<b>Durée de suivi moyen (années)*</b>	331 (100)	3,8 (3,8 – 3,8)	292 (100)	3,0 (1,8 – 4,8)	378 (100)	4,8 (4,8 – 4,8)	292 (100)	3,0 (1,8 – 4,8)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>								
<b>Age (années)</b>								
Cycle 1	331 (100)	12,7 (0,4)	292 (100)	12,9 (0,7)	378 (100)	12,6 (0,4)	292 (100)	12,9 (0,7)
Cycle 12	320 (96,7)	15,2 (0,4)	153 (52,4)	15,3 (0,5)	367 (97,1)	15,1 (0,4)	147 (50,3)	15,2 (0,5)
Cycle 19	296 (89,4)	17,0 (0,4)	105 (36,0)	17,0 (0,4)	340 (89,9)	16,9 (0,3)	103 (35,3)	17,0 (0,4)
<b>Langue principale</b>								
Anglais	207 (62,5)		121 (41,4)		223 (59,0)		114 (39,0)	
Français	63 (19,0)		113 (38,7)		85 (22,5)		128 (43,8)	
Les deux	33 (10,0)		35 (12,0)		40 (10,6)		35 (12,0)	
Autres	28 (8,5)		23 (7,9)		30 (7,9)		15 (5,1)	
<b>Pays de naissance</b>								
Canada	308 (93,1)		265 (90,8)		354 (93,7)		264 (90,4)	
Autre	23 (6,9)		27 (9,2)		24 (6,3)		28 (9,6)	
<b>Famille monoparentale</b>								
Non	292 (93,3)		250 (90,6)		320 (89,1)		246 (89,8)	
Oui	21 (6,7)		26 (9,4)		39 (10,9)		28 (10,2)	
<b>Éducation parents<sup>1</sup></b>								
≤ lycée	44 (13,3)		15 (19,0)		74 (19,6)		21 (28,0)	
Professionnel	68 (20,5)		27 (34,2)		76 (20,1)		22 (29,3)	
≥ université	219 (66,2)		37 (46,8)		228 (60,3)		32 (42,7)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>								
<b>IMCz<sup>2</sup></b>								
Cycle 1	311 (94,0)	0,35 (1,0)	266 (91,2)	0,34 (1,1)	354 (93,7)	0,16 (1,0)	264 (90,4)	0,27 (1,0)
Cycle 12	316 (95,5)	0,37 (0,9)	146 (50,0)	0,23 (1,0)	356 (94,2)	0,21 (0,8)	133 (45,5)	0,42 (1,0)
Cycle 19	291 (87,9)	0,25 (0,9)	98 (33,6)	0,26 (1,0)	327 (86,5)	0,13 (0,8)	85 (29,1)	0,41 (0,9)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>								
Normal	227 (73,0)		190 (71,4)		279 (78,8)		201 (76,1)	
Surpoids	51 (16,4)		47 (17,7)		46 (13,0)		37 (14,0)	
Obésité	33 (10,6)		29 (10,9)		29 (8,2)		26 (9,8)	

\* : médiane (Q1-Q3)

<sup>1</sup> : plus haut niveau entre les deux parents

<sup>2</sup> : z-score d'indice de masse corporelle



**Tableau 3 (suite) :** Comparaison des caractéristiques individuelles des sujets analysés et des sujets exclus selon le sexe. Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons				Filles			
	Analysés n = 331		Exclus n = 292		Analysées n = 378		Exclus n = 292	
	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>								
Normal	247 (78,2)		119 (81,5)		293 (82,3)		97 (72,9)	
Surpoids	40 (12,7)		16 (11,0)		44 (12,4)		22 (16,5)	
Obésité	29 (9,2)		11 (7,5)		19 (5,3)		14 (10,5)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>								
Normal	235 (80,8)		76 (77,6)		282 (86,2)		63 (74,1)	
Surpoids	30 (9,1)		12 (12,2)		32 (9,8)		16 (18,8)	
Obésité	26 (7,9)		10 (10,2)		13 (4,0)		6 (7,1)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>								
<b>Activité physique<sup>3*</sup></b>	328 (99,0)	17,0 (10,3 – 27,0)	288 (98,6)	13,6 (7,8 – 22,3)	368 (97,4)	11,5 (7 – 19,8)	287 (98,3)	11,7 (6,8 – 18,7)
<b>A déjà fumé</b>								
Non	247 (78,4)		170 (62,3)		272 (75,3)		143 (52,4)	
Oui	68 (21,6)		103 (37,7)		89 (24,7)		130 (47,6)	
<b>Consommation d'alcool<sup>**</sup></b>								
Jamais	179 (57,9)		143 (53,0)		228 (63,7)		142 (52,6)	
≥ 1 fois	130 (42,1)		127 (47,0)		130 (36,3)		128 (47,4)	
<b>Déménagements</b>								
Non	212 (64,0)		60 (20,5)		280 (74,1)		75 (25,7)	
Oui	29 (8,8)		9 (3,1)		21 (5,6)		9 (3,1)	
Ne sait pas	90 (27,2)		223 (76,4)		77 (20,4)		208 (71,2)	

\* : médiane (Q1-Q3)

<sup>3</sup> : nombre de jours par semaine cumulé où la personne a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées

\*\* : dans le mois précédent l'enquête

**Tableau 4** : Comparaison des caractéristiques environnementales des sujets analysés et des sujets exclus selon le sexe. Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

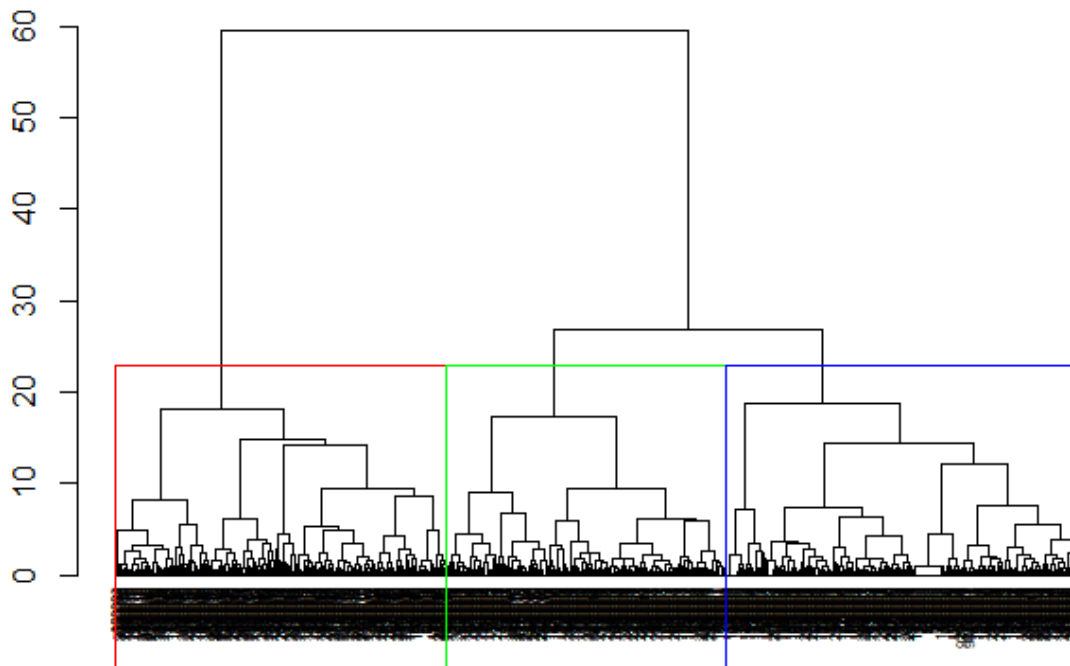
Variables	Garçons				Filles			
	Analysés n = 331		Exclus n = 292		Analysées n = 378		Exclus n = 292	
	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)
<b>NDVI<sup>1</sup></b>	331 (100)	0,00 (-0,09 – 0,07)	86 (29,5)	0,00 (-0,04 – 0,08)	378 (100)	-0,02 (-0,10 – 0,07)	101 (34,6)	-0,02 (-0,07 – 0,09)
<b>Diversité d'utilisation des sols</b>	331 (100)	0,29 (0,15 – 0,40)	39 (13,3)	0,26 (0,17 – 0,36)	378 (100)	0,32 (0,19 – 0,42)	40 (13,7)	0,33 (0,18 – 0,44)
<b>Nombre de parcs</b>								
[0;1]	158 (47,7)		22 (56,4)		200 (52,9)		19 (47,5)	
2	100 (30,2)		8 (20,5)		101 (26,7)		10 (25,0)	
>2	73 (22,1)		9 (23,1)		77 (20,4)		11 (27,5)	
<b>Longueur totale des routes (km)*</b>	331 (100)	10,3 (4,4)	87 (29,8)	8,1 (3,8)	378 (100)	10,6 (4,4)	101 (34,6)	7,9 (3,3)
<b>Nombre d'intersections</b>	331 (100)	44 (32 – 60)	87 (29,8)	31 (27 – 42)	378 (100)	48 (33 – 61)	101 (34,6)	31 (23 – 43)
<b>Densité de population (hab/km<sup>2</sup>)</b>	331 (100)	3038 (2100 – 6426)	87 (29,8)	1449 (357 – 2923)	378 (100)	3674 (2333 – 6915)	101 (34,6)	1224 (338 – 2933)
<b>Nombre de commerces sains<sup>2</sup></b>								
0	133 (40,2)		51 (58,6)		156 (41,3)		46 (45,5)	
]0;2]	77 (23,3)		21 (24,1)		75 (19,8)		40 (39,6)	
>2	121 (36,6)		15 (17,2)		147 (38,9)		15 (14,9)	
<b>Nombre de commerces malsains<sup>3</sup></b>								
0	156 (47,1)		53 (60,9)		162 (42,9)		51 (50,5)	
]0;2]	64 (19,3)		21 (24,1)		77 (20,4)		35 (34,7)	
>2	111 (33,5)		13 (14,9)		139 (36,8)		15 (14,9)	
<b>Personne de 15 ans et + sous le seuil de faible revenu (%)</b>	331 (100)	14,5 (6,6 – 24,9)	87 (29,8)	11,0 (7,1 – 21,0)	378 (100)	14,7 (7,1 – 26,1)	101 (34,6)	11,7 (6,4 – 21,0)
<b>Taux de chômage (%)</b>	331 (100)	6,1 (4,5 – 8,8)	87 (29,8)	5,3 (4,4 – 10,4)	378 (100)	6,2 (4,4 – 8,8)	101 (34,6)	6,1 (4,8 – 8,5)
<b>Personne de 20 ans et + avec un diplôme universitaire (%)</b>	331 (100)	28,5 (20,1 – 36,9)	87 (29,8)	12,9 (9,5 – 24,7)	378 (100)	27,3 (19,0 – 35,2)	101 (34,6)	12,9 (8,5 – 21,9)
<b>Familles monoparentales (%)</b>	331 (100)	15,9 (9,4 – 20,6)	87 (29,8)	14,3 (11,4 – 15,8)	378 (100)	15,6 (10,5 – 21,4)	101 (34,6)	14,3 (11,0 – 16,7)

\* : moyenne (écart-type), <sup>1</sup> : indice de végétation par différence normalisée, <sup>2</sup> : comprends hypermarchés, supermarchés, épiceries, fruiteries et magasins d'alimentation, <sup>3</sup> : comprends dépanneurs et fast-food

## 5.3 Analyse en cluster

### 5.3.1 Types de quartiers

L'analyse en cluster a permis de mettre en évidence trois types de quartiers distincts avec des effectifs respectifs de 288, 271 et 229 individus (*Figure 7*).



*Figure 7 : Arbre de classification. Étude NDI, Montréal. 1999-2019.*

Ces clusters se distinguaient de par leur caractère plus ou moins marchable (longueur totale des routes, nombre d'intersections, diversité d'utilisation des sols et nombre de parcs), leur densité de population, la disponibilité des services (nombre de commerces sains et malsains), leur végétation et la défavorisation (taux de chômage, pourcentage de personnes sous le seuil de revenu, de famille monoparentale et de personnes avec un diplôme universitaire) (Tableau 5).

- Le cluster 1 était défini par des quartiers peu favorables à la marche avec une faible densité de population, un accès à très peu de services et une végétation plus importante que dans les autres clusters. Par rapport aux autres types de quartier, on retrouvait au sein de ce cluster les personnes les moins défavorisées.
- Le cluster 2 différait fortement du cluster précédent. A l'inverse du cluster 1, il se caractérisait par des quartiers très favorables à la marche avec une densité de population très élevée et de nombreux services à disposition que ce soit des commerces sains ou malsains, et très peu de végétation. De plus, on y trouvait des personnes relativement plus défavorisées que dans les autres clusters.
- Le cluster 3 avait en moyenne des caractéristiques se rapprochant de celles du cluster 1. Il se différençait surtout du cluster 1 par sa diversité d'utilisation des sols, bien plus élevée. Au final, le cluster 3 semblait réunir des quartiers un peu plus marchable avec une densité de population plus élevée ainsi qu'un plus grand nombre de services que le cluster 1.

**Tableau 5** : Caractéristiques environnementales selon les clusters (n = 788). Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Cluster 1 n = 288		Cluster 2 n = 271		Cluster 3 n = 229	
	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)
<b>NDVI<sup>1*</sup></b>	288 (100)	0,07 (0,02 – 0,14)	271 (100)	-0,10 (-0,13 - -0,06)	229 (100)	0,02 (-0,07 – 0,06)
<b>Diversité d'utilisation des sols*</b>	288 (100)	0,13 (0,05 – 0,21)	271 (100)	0,37 (0,27 – 0,49)	229 (100)	0,39 (0,32 – 0,43)
<b>Nombre de parcs</b>						
[0 ; 1]	187 (64,9)		86 (31,7)		126 (55,0)	
2	65 (22,6)		94 (34,7)		60 (26,2)	
> 2	36 (12,5)		91 (33,6)		43 (18,8)	
<b>Longueur totale routes (km)<sup>2*</sup></b>	288 (100)	8,06 (2,8)	271 (100)	15,17 (2,8)	229 (100)	7,84 (2,5)
<b>Nombre d'intersections*</b>	288 (100)	36 (27 – 47)	271 (100)	67 (57 – 80)	229 (100)	36 (27 – 45)
<b>Densité de population (hab/km<sup>2</sup>)*</b>	288 (100)	2413 (1499 – 3330)	271 (100)	7560 (6144 – 9680)	229 (100)	2651 (2014 – 3448)
<b>Nombre de commerces sains<sup>3</sup></b>						
0	211 (73,3)		9 (3,3)		99 (43,2)	
]0;2]	57 (19,8)		21 (7,7)		93 (40,6)	
>2	20 (6,9)		241 (88,9)		37 (16,2)	
<b>Nombre de commerces malsains<sup>4</sup></b>						
0	227 (78,8)		7 (2,6)		119 (52,0)	
]0;2]	46 (16,0)		30 (11,1)		81 (35,4)	
>2	15 (5,2)		234 (86,3)		29 (12,7)	
<b>Personnes de 15 ans et + sous le seuil de faible revenu (%)</b>	288 (100)	7,6 (4,7 – 13,8)	271 (100)	28,9 (23,7 – 34,0)	229 (100)	9,8 (6,6 – 16,6)
<b>Taux de chômage (%)</b>	288 (100)	4,8 (3,6 – 6,1)	271 (100)	9,4 (7,8 – 11,5)	229 (100)	5,5 (4,1 – 7,2)
<b>Personne de 20 ans et + avec un diplôme universitaire (%)</b>	288 (100)	30,5 (25,6 – 39,5)	271 (100)	21,5 (12,2 – 30,3)	229 (100)	29,2 (21,8 – 35,7)
<b>Familles monoparentales (%)</b>	288 (100)	10,9 (7,8 – 16,0)	271 (100)	21,7 (18,5 – 24,2)	229 (100)	13,0 (9,2 – 17,9)

<sup>1</sup> : indice de végétation par différence normalisée

\* : variables non utilisées dans l'analyse en cluster pour définir les types de quartier

<sup>2</sup> : moyenne (écart-type)

<sup>3</sup> : comprends hypermarchés, supermarchés, épiceries, fruiteries et magasins d'alimentation

<sup>4</sup> : comprends dépanneurs et fast-food

Dans la suite de ce document, les clusters 1, 2 et 3 ont été nommés respectivement les quartiers « campagne », « urbain » et « village-urbain ». A noter que le cluster 1 ne correspondait pas à la « campagne » à proprement parler. En effet, cette étude considérait seulement des quartiers des AD de Montréal. Mais, relativement aux autres clusters, ces quartiers demeuraient en banlieue avec, en général, plus de végétation et moins d'habitations.

La distribution des trois clusters a été illustrée sur une carte de Montréal (*Figure 8*). Une similarité géographique se dégageait de ce résultat. Les sujets appartenant au cluster urbain semblaient se concentrer au cœur de Montréal tandis que les sujets des deux autres clusters étaient plus en banlieue. Toutefois, des quartiers pouvaient appartenir à des clusters différents même s'ils étaient très proches géographiquement.

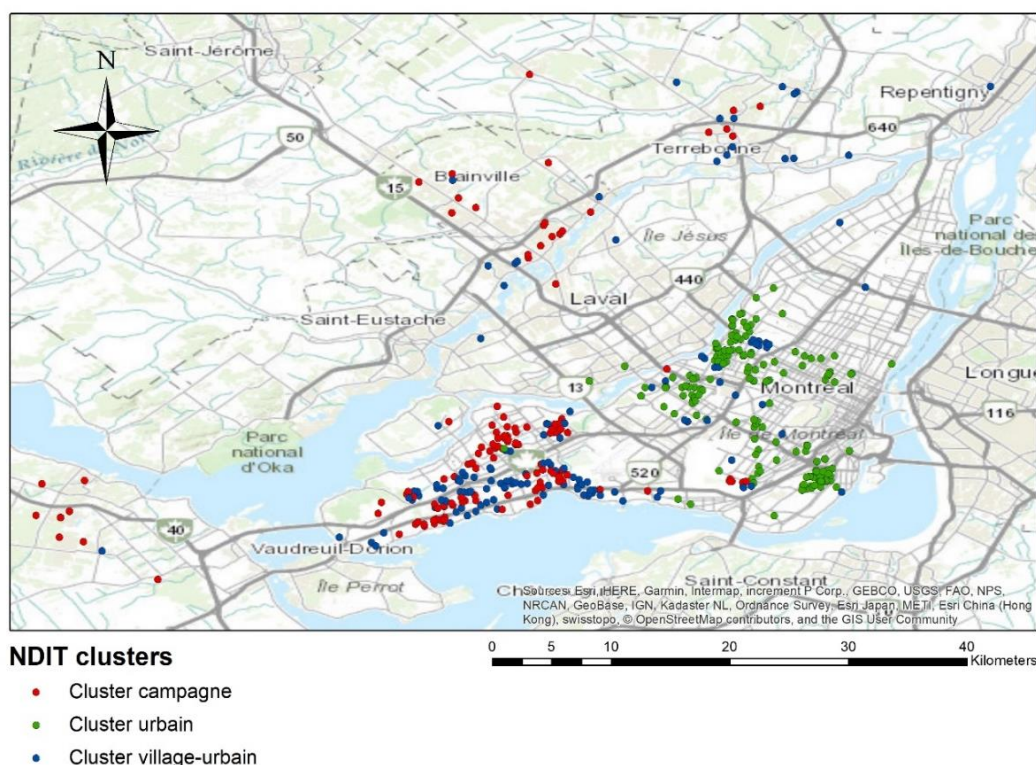


Figure 8 : Lieu de résidence des participants par type de quartiers. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

### 5.3.2 Caractéristiques individuelles par cluster selon le sexe

Dans la population utilisée pour construire les clusters, la proportion de garçons était plus importante (54%) dans les quartiers campagne par rapport aux deux autres clusters (43%). Concernant leur statut pondéral, les garçons avaient des IMCz moyens plus élevés dans le cluster urbain à chaque suivi et les plus faibles se situaient dans le cluster campagne à l'inclusion et dans le cluster village-urbain sinon. Pour les filles, les IMCz moyens les plus faibles se trouvaient dans le cluster village-urbain lors des deux premiers suivis tandis qu'ils ne semblaient pas différer dans les deux autres clusters. Au dernier suivi, l'IMCz moyen le plus faible se trouvait dans le cluster urbain tandis que le plus élevé était dans le quartier campagne. Quant à la proportion d'individus obèses ou en surpoids, elle était plus faible chez les garçons dans le cluster campagne lors du premier suivi mais ne semblait pas différer par la suite. Chez les filles, la proportion était similaire dans les trois clusters à l'inclusion, plus faible dans le cluster village-urbain au temps 2 et dans le cluster urbain lors du dernier suivi (Tableau 6).

**Tableau 6** : Description des caractéristiques individuelles par clusters et selon le sexe des sujets utilisées pour créer les clusters (n = 788). Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Cluster « Campagne »				Cluster « Urbain »				Cluster « Village-urbain »			
	Garçons n = 157		Filles n = 131		Garçons n = 116		Filles n = 155		Garçons n = 97		Filles n = 132	
	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)
<b>Durée de suivi moyen (année)*</b>		4,3 (4,1 – 4,4)		4,3 (4,1 – 4,4)		4,3 (4,3 – 4,4)		4,3 (4,3 – 4,4)		4,3 (4,1 – 4,4)		4,3 (4,2 – 4,4)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>												
<b>Age (années)</b>												
Cycle 1	157 (100)	12,7 (0,4)	131 (100)	12,6 (0,4)	116 (100)	12,7 (0,5)	155 (100)	12,6 (0,4)	97 (100)	12,7 (0,4)	132 (100)	12,6 (0,4)
Cycle 12	151 (96,2)	15,1 (0,4)	122 (93,1)	15,1 (0,3)	113 (97,4)	15,2 (0,5)	152 (98,1)	15,1 (0,4)	94 (96,9)	15,2 (0,4)	129 (97,7)	15,1 (0,4)
Cycle 19	145 (92,4)	17,0 (0,4)	118 (90,1)	16,9 (0,3)	102 (87,9)	17,0 (0,4)	134 (86,5)	16,9 (0,4)	83 (85,6)	17,0 (0,4)	119 (90,2)	16,9 (0,3)
<b>Langue principale</b>												
Anglais	124 (79,0)		109 (83,2)		35 (30,2)		57 (36,8)		69 (71,1)		86 (65,2)	
Français	5 (3,2)		3 (2,3)		54 (46,6)		73 (47,1)		9 (9,3)		16 (12,1)	
Les deux	20 (12,7)		14 (10,7)		8 (6,9)		7 (4,5)		10 (10,3)		20 (15,2)	
Autres	8 (5,1)		5 (3,8)		19 (16,4)		18 (11,6)		9 (9,3)		10 (7,6)	
<b>Pays de naissance</b>												
Canada	153 (97,5)		124 (94,7)		102 (87,9)		139 (89,7)		90 (92,8)		127 (96,2)	
Autre	4 (2,5)		7 (5,3)		14 (12,1)		16 (10,3)		7 (7,2)		5 (3,8)	
<b>Famille monoparentale</b>												
Non	137 (95,1)		113 (91,1)		106 (92,2)		126 (85,1)		85 (92,4)		115 (92,0)	
Oui	7 (4,9)		11 (8,9)		9 (7,8)		22 (14,9)		7 (7,6)		10 (8,0)	
<b>Éducation parents<sup>1</sup></b>												
≤ lycée	16 (11,5)		19 (15,4)		16 (15,2)		28 (19,6)		12 (13,3)		28 (23,0)	
Professionnel	27 (19,4)		19 (15,4)		25 (23,8)		33 (23,1)		17 (18,9)		25 (20,5)	
≥ université	96 (69,1)		85 (69,1)		64 (61,0)		82 (57,3)		61 (67,8)		69 (56,6)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>												
<b>IMCz<sup>2</sup></b>												
Cycle 1	146 (93,0)	0,21 (0,9)	119 (90,8)	0,26 (1,1)	110 (94,8)	0,41 (1,0)	145 (93,5)	0,23 (1,0)	88 (90,7)	0,34 (1,1)	116 (87,9)	-0,03 (1,0)
Cycle 12	147 (93,6)	0,33 (0,9)	112 (85,5)	0,25 (0,8)	112 (96,6)	0,38 (0,9)	145 (93,5)	0,27 (0,9)	91 (93,8)	0,31 (1,0)	124 (93,9)	0,13 (0,8)
Cycle 19	143 (91,1)	0,24 (0,9)	107 (81,7)	0,26 (0,8)	116 (100)	0,30 (0,9)	126 (81,3)	0,05 (0,9)	81 (83,5)	0,19 (1,1)	115 (87,1)	0,10 (0,8)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>												
Normal	116 (79,5)		92 (77,3)		79 (71,8)		112 (77,2)		61 (69,3)		95 (81,9)	
Surpoids	22 (15,1)		16 (13,4)		17 (15,5)		17 (11,7)		14 (15,9)		16 (13,8)	
Obésité	8 (5,5)		11 (9,2)		14 (12,7)		16 (11,0)		13 (14,8)		5 (4,3)	

\* : médiane (Q1-Q3)

<sup>1</sup> : plus haut niveau entre les deux parents

<sup>2</sup> : z-score d'indice de masse corporelle

**Tableau 6 (suite).** Description des caractéristiques individuelles par clusters et selon le sexe des sujets utilisées pour créer les clusters (n = 788). Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Cluster « Campagne »				Cluster « Urbain »				Cluster « Village-urbain »			
	Garçons n = 157		Filles n = 131		Garçons n = 116		Filles n = 155		Garçons n = 97		Filles n = 132	
	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>												
Normal	120 (81,6)		89 (79,5)		89 (79,5)		114 (78,6)		69 (75,8)		109 (87,9)	
Surpoids	13 (8,8)		16 (14,3)		13 (11,6)		20 (13,8)		16 (17,6)		11 (8,9)	
Obésité	14 (9,5)		7 (6,2)		10 (8,9)		11 (7,6)		6 (6,6)		4 (3,2)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>												
Normal	117 (81,8)		87 (81,3)		81 (82,7)		110 (87,3)		65 (80,2)		103 (89,6)	
Surpoids	16 (11,2)		17 (15,9)		7 (7,1)		10 (7,9)		8 (9,9)		8 (7,0)	
Obésité	10 (7,0)		3 (2,8)		10 (10,2)		6 (4,8)		8 (9,9)		4 (3,5)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>												
<b>Activité physique<sup>3*</sup></b>	155 (98,7)	19,0 (11,9 – 31,2)	125 (95,4)	13,0 (8,3 – 22,5)	116 (100)	14,1 (8,4 – 24)	152 (98,1)	9,6 (5,2 – 14,8)	96 (99,0)	15,0 (9,0 – 23,3)	129 (97,7)	12,5 (7,8 – 21)
<b>A déjà fumé</b>												
Non	114 (78,6)		98 (78,4)		88 (76,5)		105 (70,0)		71 (76,3)		99 (79,8)	
Oui	31 (21,4)		27 (21,6)		27 (23,5)		45 (30,0)		22 (23,7)		25 (20,2)	
<b>Consommation alcool **</b>												
Jamais	80 (55,9)		73 (58,4)		68 (60,7)		92 (62,2)		52 (56,5)		84 (68,3)	
≥ 1 fois	63 (44,1)		52 (41,6)		44 (39,3)		56 (37,8)		40 (43,5)		39 (31,7)	
<b>Déménagements</b>												
Non	107 (68,2)		94 (71,8)		67 (57,8)		103 (66,5)		64 (66,0)		105 (79,5)	
Oui	13 (8,3)		9 (6,9)		11 (9,5)		7 (4,5)		8 (8,2)		8 (6,1)	
Ne sait pas	37 (23,6)		28 (21,4)		38 (32,8)		45 (29,0)		25 (25,8)		19 (14,4)	

\* : médiane (Q1-Q3)

<sup>3</sup> : nombre de jours par semaine cumulé où la personne a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées

\*\* : dans le mois précédent l'enquête



Concernant les autres caractéristiques, les sujets parlaient anglais pour une grande majorité dans les clusters campagne et village-urbain tandis que la proportion de personnes francophones était plus importante dans le cluster urbain. Pour les filles, la proportion de parents titulaires d'un diplôme universitaire était plus élevée dans le cluster campagne alors qu'elle semblait un peu plus faible dans le cluster urbain pour les garçons. De plus, les garçons faisaient plus d'activité physique dans le cluster campagne. Quant aux filles, elles étaient plus susceptibles de fumer dans le cluster urbain et elles consommaient moins d'alcool en moyenne dans le cluster village-urbain (Tableau 6).

A noter que ces caractéristiques et proportions étaient similaires dans la population analysée (Annexe 8).

#### 5.4 Trajectoires d'IMCz selon le type de quartiers

À l'aide des données brutes, les trajectoires moyennes d'IMCz selon le type de quartier ont été représentées sur l'ensemble de la population (Annexe 9). Comme attendu, ces effets étaient confondus par le sexe car lorsque ces courbes étaient étudiées séparément chez les filles et les garçons, deux schémas se distinguaient (*Figure 9*).

La trajectoire moyenne d'IMCz du cluster urbain diminuait fortement pour les filles mais peu pour les garçons et restait toujours au-dessus des courbes des deux autres clusters. L'IMCz moyen des filles du cluster campagne était constant au cours du suivi tandis qu'il fluctuait chez les garçons. Enfin, la courbe du cluster village-urbain commençait le plus bas chez les filles et restait relativement basse tandis qu'elle commençait plus haut chez les garçons et semblait diminuer le plus fortement. Ces résultats viennent à l'appui de l'approche choisie d'analyses par sexe.

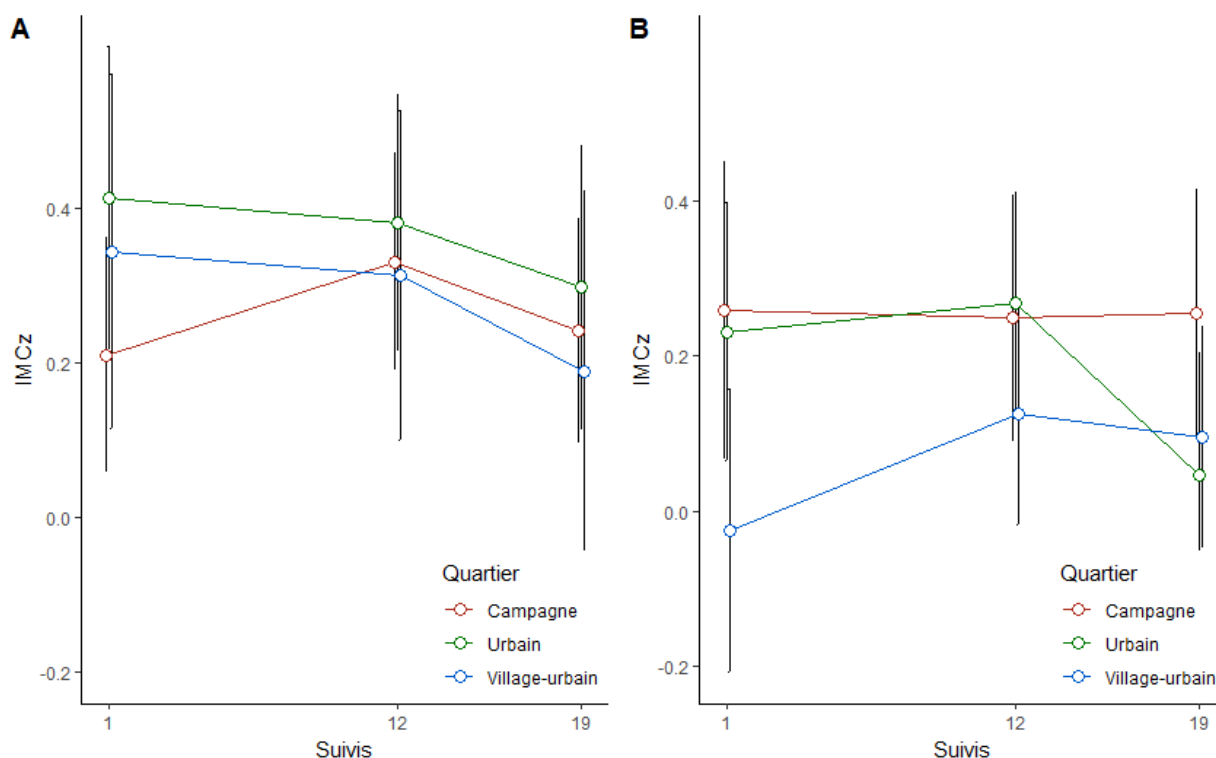


Figure 9 : Evolution des z-scores d'indice de masse corporelle moyen au cours du temps chez les garçons (A) et chez les filles (B). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.



Appliqué à la population d'analyse sur données complètes, les clusters campagne, urbain et village-urbain avaient des effectifs respectifs de 281 (dont 117 filles et 138 garçons), 269 (dont 142 filles et 105 garçons) et 224 (dont 119 filles et 88 garçons) sujets.

### 5.5 Trajectoires individuelles brutes

Les trajectoires individuelles brutes ont été estimées (Annexe 10). Bien que des variations d'IMCz étaient présentes, les évolutions paraissaient assez stables en général. L'hypothèse faite de prendre en compte des trajectoires linéaires ne semblait donc pas être violée.

### 5.6 Analyse principale multivariée

Les mesures d'intérêt ont été récupérées à l'inclusion (temps 1) puis, en moyenne, 2,5 ans (temps 2) et 4,4 ans après l'inclusion (temps 3).

#### 5.6.1 Effet moyen des quartiers à l'inclusion

Après ajustement sur le niveau d'éducation des parents, le pays de naissance et le nombre de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier, il n'existait pas de différence d'IMCz moyen entre les trois types de quartier à l'inclusion de manière significative chez les garçons (p-globale = 0,27) et chez les filles (p-globale = 0,10) (Tableau 7). Les individus commençaient donc en moyenne au même IMCz dans les trois clusters. Au-delà du critère statistique, une tendance négative semblait être suggérée chez les filles pour le cluster village-urbain de par les intervalles de confiance. En effet, les filles de ce cluster avaient une différence moyenne d'IMCz de -0,21 (IC95% = [-0,47 ; 0,04]) et de -0,28 (IC95% = [-0,58 ; 0,01]) unité par rapport aux filles des clusters campagne et urbain respectivement à l'inclusion après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels.

**Tableau 7** : Différences moyennes estimées de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) selon le type de quartiers à l'inclusion par sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variable	Garçons n = 331			Filles n = 378		
	$\beta^1$	IC 95%	p	$\beta^1$	IC 95%	p
<b>Clusters</b>			0,27			0,10
Urbain/Campagne	0,29	[-0,07 ; 0,65]		0,07	[-0,25 ; 0,38]	
Village-urbain/Campagne	0,03	[-0,24 ; 0,29]		-0,21	[-0,47 ; 0,04]	
Village-urbain/Urbain	-0,26	[-0,62 ; 0,10]		-0,28	[-0,58 ; 0,01]	

modèle ajusté sur l'éducation des parents, le pays de naissance et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier

<sup>1</sup>: différence moyenne estimée d'IMCz

#### 5.6.2 Effet moyen des quartiers au cours du temps

##### a) Chez les garçons

L'interaction entre les quartiers et le temps n'était pas statistiquement significative (p = 0,17). L'IMCz ne variait donc pas différemment au cours du temps entre les quartiers.

Les pentes moyennes d'IMCz étaient de 0,05 (IC95% = [-0,07 ; 0,17]) pour le cluster campagne, de -0,12 (IC95% = [-0,26 ; 0,02]) pour le cluster urbain et de -0,05 (IC95% = [-0,20 ; 0,10]) pour le cluster village-urbain (Figure 10). De plus, sans l'interaction, il n'y avait pas non plus d'association entre les quartiers et l'IMCz en tout temps (p-globale = 0,44) (Annexe 11).

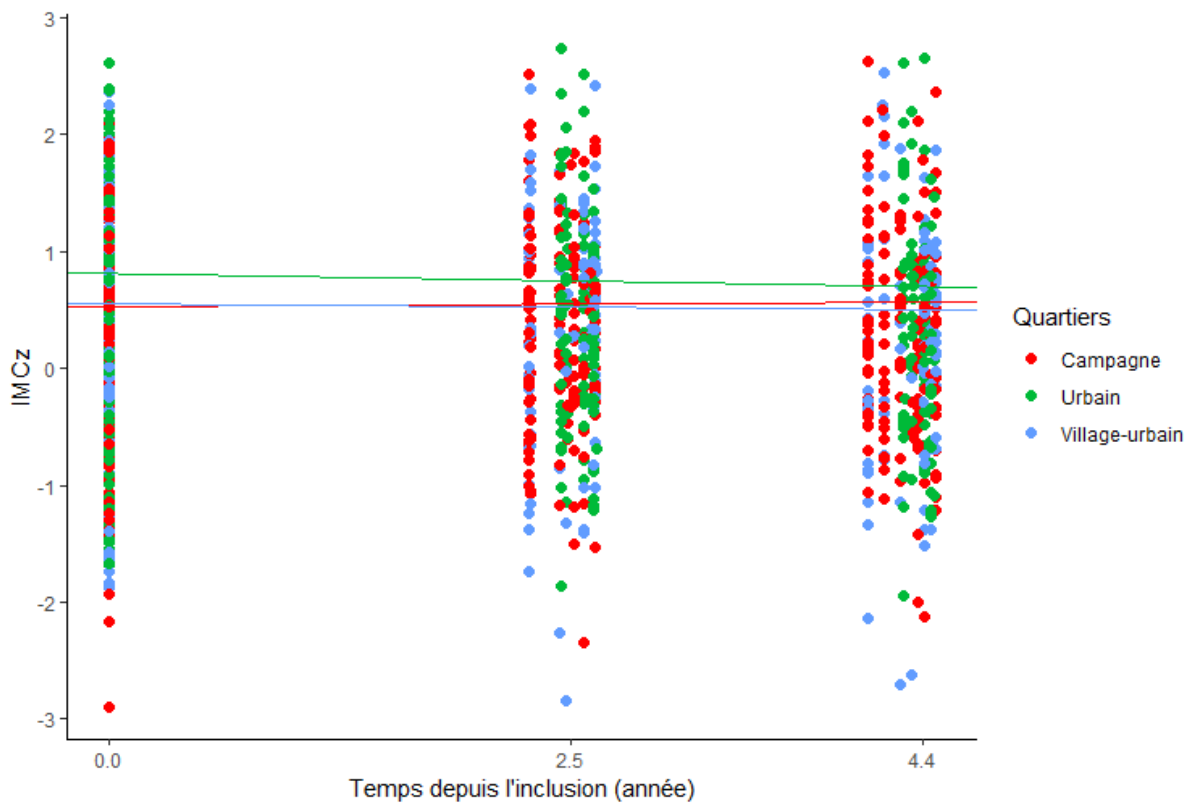


Figure 10 : Pentas estimées moyennes de z-score d'indice de masse corporelle selon les quartiers chez les garçons. Résultats de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

#### b) Chez les filles

L'interaction entre les quartiers et le temps était significative ( $p < 0,0001$ ) : l'IMCz variait donc différemment au cours du temps entre les quartiers. Cela signifie qu'au moins un des groupes avait une pente moyenne d'IMCz significativement différente de celles des autres groupes. Les pentes moyennes des quartiers ont été représentées dans la figure 11. L'IMCz moyen des filles du cluster campagne augmentait en 5 ans de 0,08 unité, de manière statistiquement non significative (IC95% = [-0,04 ; 0,21]) tandis qu'il diminuait significativement sur 5 ans dans le cluster urbain de 0,16 unité (IC95% = [-0,27 ; -0,05]). Quant au cluster village-urbain, l'IMCz moyen des filles augmentait significativement en 5 ans de 0,19 unité (IC95% = [0,06 ; 0,31]). De plus, la différence de pente moyenne entre les clusters urbain et campagne était statistiquement significative ( $\beta = -0,24$ , IC95% = [-0,41 ; -0,07]) tout comme entre les clusters village-urbain et urbain ( $\beta = 0,34$ , IC95% = [0,18 ; 0,51]). L'IMCz variait donc différemment au cours du temps entre le cluster urbain et les deux autres types de quartier. Par contre, ce n'était le cas entre les clusters village-urbain et campagne ( $\beta = 0,10$ , IC95% = [-0,08 ; 0,28]), possiblement à cause d'un manque de puissance. En effet, l'intervalle de confiance semblait suggérer tout de même une différence potentielle.

Finalement, au-delà du niveau socio-économique, les quartiers urbains paraissaient préférables puisque la pente moyenne d'IMCz diminuait avec le temps tandis que vivre dans les quartiers village-urbain était associé à une augmentation de l'IMCz avec le temps. Il semblerait aussi que vivre dans les quartiers campagne n'avait pas d'effet sur l'IMCz au cours du temps. En effet, outre le critère statistique, l'ampleur de l'augmentation d'IMCz était très petite, pouvant ainsi être vraisemblablement considérée négligeable d'un point de vue clinique.

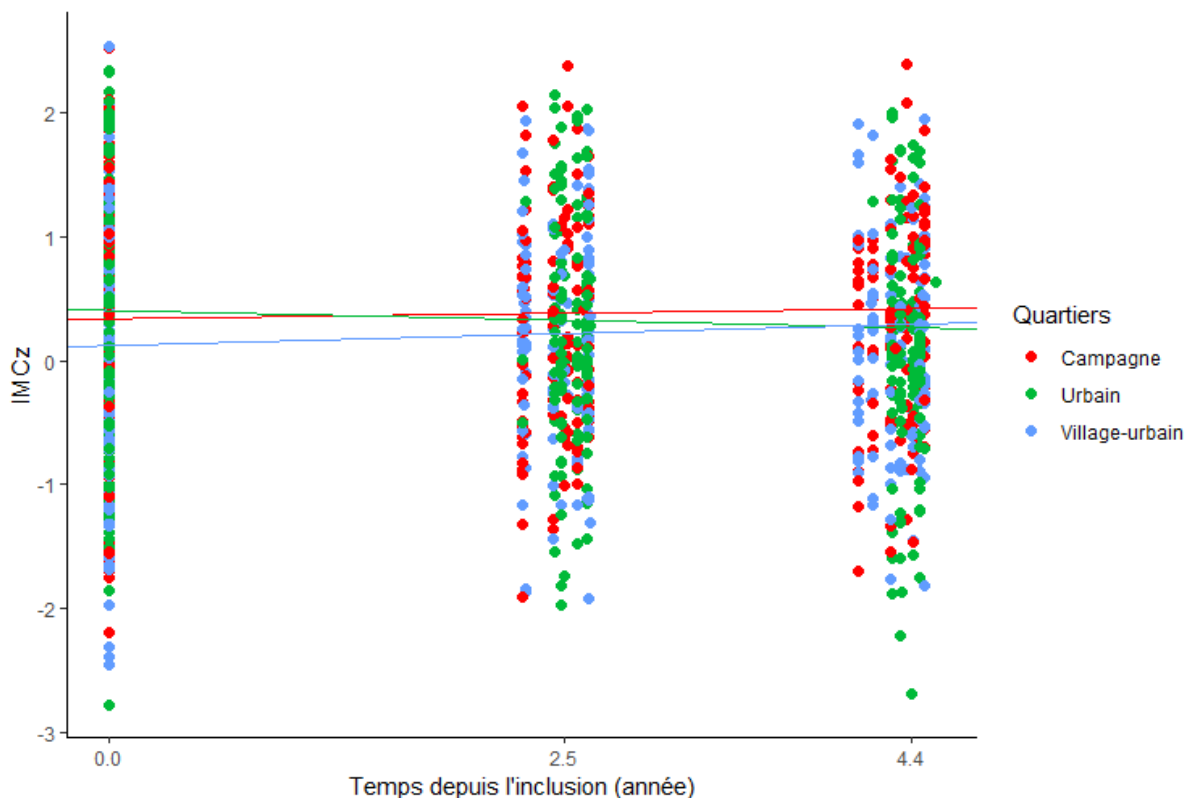


Figure 11 : Pentas estimées moyennes de z-score d'indice de masse corporelle selon les quartiers chez les filles. Résultats de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

### 5.6.3 Effets aléatoires et conditions d'application

La variance de l'ordonnée à l'origine aléatoire et de la pente aléatoire était de 0,88 et de 0,24 respectivement pour les garçons et, de 0,90 et de 0,25 respectivement pour les filles. L'apport des effets aléatoires était statistiquement significatif pour les deux sexes ( $p < 0,0001$ ). L'IMCz à l'inclusion et les trajectoires individuelles variaient effectivement entre individus.

Les conditions d'application étaient respectées et les prédictions individuelles ont été confrontées aux observations des individus (Annexe 12).

## 5.7 Analyses de sensibilité

### 5.7.1 Données imputées

Cette analyse a porté sur 367 garçons et 407 filles. Les résultats ne changeaient pas de l'analyse principale dans toute la population. Les conclusions n'ont donc pas été modifiées.

Chez les garçons, il n'y avait pas de différence moyenne d'IMCz à l'inclusion entre les quartiers de manière significative ( $p$ -globale = 0,19) et pas d'interaction avec le temps après ajustement ( $p = 0,15$ ) (Annexe 13). Les pentes moyennes d'IMCz n'ont pas été modifiées ou légèrement de même que leur significativité (Tableau 8). De plus, il n'y avait pas non plus d'association en tout temps ( $p$ -globale = 0,43) (Annexe 13).

Chez les filles, après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels, il n'y avait pas de différence moyenne d'IMCz à l'inclusion entre les quartiers de manière significative ( $p$ -globale = 0,13) même si une différence entre les clusters village-urbain et campagne semblait être suggérée (Annexe 13). L'interaction avec le temps était significative ( $p = 0,01$ ). Les pentes moyennes d'IMCz des clusters urbain et village-urbain ont été légèrement atténuées tandis que celle du cluster campagne et leur significativité n'ont pas été modifiées (Tableau 8). De même, la significativité des différences de pente moyenne entre clusters n'a pas été modifiée :

l'IMCz variait différemment au cours du temps entre les quartiers urbain et campagne ( $\beta = -0,23$ , IC95% = [-0,40 ; -0,07]) et entre les clusters village-urbain et urbain ( $\beta = 0,33$ , IC95% = [0,17 ; 0,49]) mais pas entre les clusters village-urbain et campagne ( $\beta = 0,10$ , IC95% = [-0,08 ; 0,27]).

**Tableau 8** : Pente moyenne de z-score d'indice de masse corporelle estimée pour chaque type de quartiers selon le sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur données imputées. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Quartier	Garçons n = 331		Filles n = 378	
	Pente*	IC 95%	Pente*	IC 95%
Campagne	0,06	[-0,05 ; 0,17]	0,08	[-0,04 ; 0,20]
Urbain	-0,08	[-0,21 ; 0,06]	-0,15	<b>[-0,26 ; -0,04]</b>
Village-urbain	-0,05	[-0,20 ; 0,10]	0,17	<b>[0,06 ; 0,30]</b>

\* : pente estimée pour une augmentation de cinq années

Dans les 30 jeux de données imputées, la variance de l'ordonnée à l'origine aléatoire variait de 0,85 à 0,87 pour les garçons et de 0,90 à 0,94 pour les filles. Concernant la pente aléatoire, sa variance allait de 0,31 à 0,40 pour les garçons et de 0,35 à 0,48 pour les filles. L'apport de ces effets aléatoires était également significatif pour l'ensemble des paramètres ( $p < 0,0001$ ).

### 5.7.2 Sans déménagements

Cette analyse a été restreinte à 212 garçons et 280 filles. À l'image de l'analyse précédente, les résultats ne différaient pas dans l'ensemble de l'analyse principale.

Après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels, il n'y avait pas de différence moyenne statistiquement significative d'IMCz à l'inclusion entre les quartiers ( $p$ -globale = 0,76) et pas d'interaction avec le temps chez les garçons ( $p = 0,47$ ) (Annexe 13). Tout en restant dans le même sens, les pentes des clusters urbain et village-urbain ont été légèrement modifiées tandis que celle du cluster campagne ainsi que la significativité de ces dernières n'ont pas été modifiées (Tableau 9). Il n'y avait pas non plus d'association en tout temps après ajustement ( $p$ -globale = 0,43) (Annexe 13).

**Tableau 9** : Pente moyenne de z-score d'indice de masse corporelle estimée pour chaque type de quartiers selon le sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets des individus qui n'ont pas déménagé d'une manière certaine. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Quartier	Garçons n = 212		Filles n = 280	
	Pente*	IC 95%	Pente*	IC 95%
Campagne	0,05	[-0,10 ; 0,20]	0,12	[-0,03 ; 0,27]
Urbain	-0,10	[-0,29 ; 0,09]	-0,10	[-0,23 ; 0,03]
Village-urbain	-0,02	[-0,21 ; 0,17]	0,16	<b>[0,03 ; 0,29]</b>

\* : pente estimée pour une augmentation de cinq années

Chez les filles, il n'y avait pas de différence moyenne d'IMCz à l'inclusion entre les quartiers de manière significative ( $p$ -globale = 0,41) (Annexe 13) et l'interaction avec le temps était significative ( $p = 0,02$ ) après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels. Les pentes moyennes d'IMCz des trois clusters ont été légèrement modifiées. La pente du cluster village-urbain était statistiquement significative tandis que les deux autres ne l'étaient pas. Ceci diffère de l'analyse principale où la pente du cluster urbain était statistiquement significative (Tableau

9). Toutefois, les tendances générales étaient les mêmes : diminution de l'IMCz au cours du temps dans le cluster urbain et augmentation dans les deux autres avec une ampleur un peu plus importante pour le cluster campagne par rapport à l'analyse principale. La significativité des différences de pentes n'a pas non plus été modifiée. Celles entre les clusters urbain et campagne ( $\beta = -0,22$ , IC95% = [-0,42 ; -0,02]) et entre les clusters village-urbain et urbain ( $\beta = 0,26$ , IC95% = [0,07 ; 0,45]) étaient statistiquement significatives contrairement à la différence entre les clusters village-urbain et campagne ( $\beta = 0,04$ , IC95% = [-0,16 ; 0,24]).

La variance de l'ordonnée à l'origine aléatoire et de la pente aléatoire était de 0,89 et de 0,31 respectivement pour les garçons et, de 0,92 et de 0,24 respectivement pour les filles. L'apport de ces effets aléatoires était également significatif pour les deux sexes ( $p < 0,0001$ ).

Finalement, dans ce sous-groupe, vivre dans un quartier de type « village-urbain » était associé à une augmentation de l'IMCz au cours du temps chez les filles après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels. Une diminution et une augmentation de l'IMCz étaient observées respectivement dans les clusters urbain et campagne même si ces associations étaient non significatives. Par rapport à l'analyse principale, une différence de significativité était présente pour l'effet des quartiers « urbain » mais les tendances générales étaient similaires (même sens et force d'association). Ce changement pourrait alors s'expliquer par un manque de puissance dû à la réduction des effectifs.

## 6. Discussion

### 6.1 Résultats principaux

Trois types de quartier distincts ont été identifiés à partir de caractéristiques de l'environnement physique. Le cluster campagne correspondait à des quartiers plus ruraux avec très peu de services, une faible densité de population, une végétation plus importante que dans les autres clusters ainsi que les individus les moins défavorisés. Le cluster urbain regroupait, quant à lui, des quartiers très favorables à la marche avec une forte densité de population, beaucoup de services, peu de végétation et les individus les plus défavorisés. Enfin, le cluster village-urbain se distinguait du cluster campagne par sa forte diversité d'utilisation des sols et des quartiers plus marchables. La proportion de garçons obèses ou en surpoids était plus faible à l'inclusion dans le cluster campagne tandis qu'elle ne semblait pas différer entre les quartiers aux autres âges observés. Chez les filles, la proportion était similaire dans les trois quartiers à 12 ans environ puis plus faible dans le cluster village-urbain à 15 ans et dans le cluster urbain à 17 ans. Après ajustement sur le pays de naissance, l'éducation des parents et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier, aucune association entre les quartiers et l'IMCz n'a été trouvée au cours du temps chez les garçons. Pour les filles, de petits effets ont été observés. Vivre dans un quartier de type « urbain » était associé à une diminution de leurs IMCz au cours du temps. De plus, l'IMCz variait différemment au cours du temps dans ce quartier par rapport aux deux autres. À l'inverse, vivre dans un quartier de type « village-urbain » était associé à une augmentation de leurs IMCz avec le temps tandis que vivre dans un quartier « campagne » n'était pas associé à l'IMCz au cours du temps.

### 6.2 Interprétation

Dans cette étude, le quartier urbain semblait offrir un cadre de vie permettant un mode de vie plus sain que les deux autres types de quartier. Il dispose notamment de plus de parcs,

une densité de routes plus importante et de nombreuses intersections. Ces deux derniers items suggèrent qu'il y aurait davantage de chemins directs et une plus grande facilité pour se déplacer d'un point vers un autre. Ceci permet aux habitants d'avoir plus d'opportunités pour pratiquer de l'activité physique en ayant notamment accès à plus de destinations accessibles à la marche. Le fait que ces quartiers soient également fortement peuplés implique souvent plus de ressources et d'aménagements pour satisfaire les besoins des habitants. Ainsi, même si on retrouve des commerces malsains, les individus ont aussi accès à beaucoup de commerces sains. Les paramètres qui varient le plus par rapport aux deux autres clusters sont le nombre de commerces, la densité de population et le nombre d'intersections. Il apparaît donc que la disponibilité d'une variété de commerces y compris l'accès à des aliments sains et la possibilité de rejoindre les infrastructures de manière active soient les facteurs les plus importants parmi ceux examinés. Même si les associations retrouvées sont à considérer avec précaution et relativement faibles au niveau individuel, celles-ci peuvent être importantes au niveau populationnel. De plus, les effets cumulés d'année en année peuvent avoir un impact délétère même au niveau individuel. Concernant les différences selon le genre, il peut être difficile de conclure ici pourquoi les adolescentes semblent plus sensibles aux effets positifs de grandir dans un quartier urbain que les garçons. Même si les quartiers offrent peu de choix ou d'opportunités pour l'activité physique, on peut penser que les garçons ont plus de facilité et de choix ailleurs pour combler ces manques (club sportif, équipe de sport, amis, ...). En effet, les garçons pratiquaient plus d'activité physique que les filles (Tableau 1). Ces dernières sont moins actives et ont peut-être tendance à moins sortir que les garçons (79). En raison d'un sentiment d'insécurité ou de conditions dangereuses, elles pourraient être découragées ou bien « protégées » des activités extérieures par rapport aux inquiétudes des parents (64).

Finalement, il est possible que les infrastructures et investissements des collectivités répondent plus fortement aux besoins des garçons que des filles. L'offre alimentaire peut également être en jeu mais il serait imprudent de s'avancer plus avec les résultats de cette étude. Si de véritables effets des quartiers sur l'IMCz des jeunes étaient avérés, ceci pourrait s'expliquer fort probablement par les habitudes de vie. En effet, les caractéristiques des quartiers représenteraient des barrières/facilitateurs structureaux qui empêchent/favorisent l'adoption ou le maintien de comportements sains. Dans ce but, l'accès aux services et infrastructures représente un point important pour faciliter les choix « santé ». Les déterminants sociaux pourraient également représenter un autre mécanisme potentiel au travers notamment de l'insécurité alimentaire mais aussi possiblement par le stress qui affecte le sommeil, l'inquiétude vis-à-vis de l'insécurité ressentie, etc.

### 6.3 Comparaison avec la littérature

Les résultats de cette étude semblent globalement concordants avec la littérature. À l'instar de nombreuses recherches, cette analyse met en évidence des résultats différents selon le sexe (61,64). Certaines caractéristiques des quartiers semblaient être associées au statut pondéral chez les filles mais pas chez les garçons (56,79,84,118). Pris individuellement, nos résultats révèlent notamment que vivre dans un quartier favorisant la marche et la disponibilité des services alimentaires, chez les filles, était associé à une diminution de l'IMCz au cours du temps au-delà des niveaux socio-économiques des quartiers et des familles. Ceci est cohérent avec les résultats de plusieurs études reflétant la marchabilité des quartiers (51,71,72,93,106).



Par exemple, les études d'Adams *et al.* chez les 20 à 65 ans, de Norman *et al.* chez les 11 à 15 ans et de Nelson *et al.* chez les 12 à 18 ans ont rapporté une association négative entre l'obésité et des quartiers très marchables, urbains et possédant des espaces pour des activités extérieures respectivement. Ces quartiers pourraient correspondre au cluster « urbain » de notre étude où l'IMCz des filles diminuent au cours du temps. Les conclusions de la revue de la littérature de Casey *et al.* qui ont mis en évidence une relation inverse entre le poids et la marchabilité des quartiers et l'accès aux services facilitant la pratique d'activité physique chez les jeunes de 13 à 18 ans vont également dans le même sens (93). Pareillement, l'étude de Wasfi *et al.* a rapporté une association significative entre l'obésité et la marchabilité des quartiers mais seulement chez les hommes de 18 à 55 ans (106). Nos résultats concordent également avec plusieurs études sur l'environnement alimentaire des quartiers. Par exemple, l'étude de Thomsen *et al.* a rapporté que vivre dans des déserts alimentaires était associé à une augmentation de l'IMC chez les enfants (86). En effet, les quartiers campagne et village-urbain, contenant peu de services alimentaires, ont des pentes moyennes d'IMCz positives chez les filles après ajustement. Enfin, cette étude coïncide également avec celles suggérant une relation inverse entre l'accès aux supermarchés et le statut pondéral (84,88).

Malgré tout, certains résultats isolés sont contradictoires avec ceux de la littérature. Il a été montré que vivre dans des quartiers avec une densité de végétation plus importante était associé à une diminution de l'IMC ou de la prévalence d'obésité (68,94,107). Ceci n'est pas retrouvé dans nos résultats. En effet, la pente moyenne d'IMCz chez les filles du cluster campagne (disposant de plus de végétation que les autres clusters) était plutôt négligeable avec une tendance positive. Toutefois, on peut penser que cette verdure représente surtout des champs ou des terres agricoles peu propices à l'activité physique contrairement aux parcs, peu présents dans ce cluster. À la différence de certaines études soutenant une association positive entre une densité de population élevée et l'obésité, nos résultats suggèrent une association négative chez les filles (51,79). Une hypothèse pourrait être que lorsque cette densité est plus élevée, on retrouve une utilisation des sols plus diversifiée, plus d'animations et de services pour satisfaire les habitants, ce qui pourrait promouvoir les activités chez les filles. Par ailleurs, la littérature suggère que les femmes seraient plus sensibles à la défavorisation du quartier que les hommes via des niveaux de stress plus élevés, le stress étant relié à des apports caloriques plus importants (64,79). Ce phénomène n'est pas constaté ici puisque les filles du cluster urbain -où les individus sont le plus défavorisés- sont les seules à avoir une pente moyenne d'IMCz négative. Malgré l'ajustement sur le niveau socio-économique des quartiers, ceci aurait pu se refléter dans les résultats au travers de confusion résiduelle avec le désordre social ou le manque de perception de sécurité. Cette divergence pourrait alors s'expliquer par le fait que ce cluster n'a pas un niveau socio-économique très bas en moyenne, et ne représente donc pas des quartiers réellement défavorisés. L'effet de la défavorisation semblait faible par rapport aux avantages que présentent ce cluster.

L'environnement résidentiel pourrait impacter le statut pondéral des adolescents ; mais il demeure vrai qu'il y a peu d'évidences principalement en raison de la difficulté de comparaison des études. Les divergences retrouvées résultent en partie de la grande hétérogénéité des méthodes utilisées. En effet, elles varient fortement en ce qui concerne la population étudiée

(âge, niveau socio-économique, sexe), la localisation géographique, le type de données (objectives, subjectives) ou encore le mode de recueil (auto-rapporté, standardisé). De plus, les associations pourraient être confondues lorsque les quartiers n'ont pas été pris en compte dans leur ensemble. Cependant, il est aussi difficile de comparer les résultats des analyses ayant étudiées des profils environnementaux car ces typologies sont propres aux structures des villes étudiées et dépendent des variables examinées. Ainsi le nombre de type de quartiers diffère, tout comme leurs caractéristiques. Tout ceci font que les comparaisons sont difficiles.

#### 6.4 Forces

Cette étude présente des forces. D'une part, son design longitudinal ainsi que l'étude des trajectoires d'IMCz permettent de conclure avec plus de fermeté que les devis transversaux sur les effets potentiels de l'exposition. Pour examiner la relation entre environnement et obésité, il est en effet plus pertinent d'adopter un caractère longitudinal puisque cette condition prend plusieurs années pour se développer et qu'un problème est présent dès que la trajectoire dévie de l'évolution attendue. De plus, il est plus probable que l'exposition cumulée aux environnements résidentiels soit liée au développement de l'obésité, qu'une exposition à un certain temps. Aussi, le choix d'étudier les trajectoires d'IMCz représente une méthodologie appropriée compte tenu de l'évolution du statut pondéral dans le temps et donc plus adaptée que celle fréquemment utilisée dans la littérature, soit de manière transversale. En outre, l'utilisation de modèles mixtes permet une meilleure modélisation des paramètres en prenant en compte les variations inter et intra sujets au cours du temps. L'analyse en cluster a permis, quant à elle, de prendre en compte de nombreuses caractéristiques de l'environnement afin d'apprécier une vue globale du milieu. Cette approche pragmatique se rapproche plus de la réalité, tenant compte du lien très prononcé entre ces facteurs. En effet, elle a permis de regrouper des quartiers similaires sur la base d'un profil multidimensionnel et ainsi de construire une typologie de quartiers afin d'étudier leur influence conjointe sur les comportements de santé. Cette méthodologie représente une force par rapport à la grande majorité des études de la littérature où les caractéristiques sont analysées une à une sans tenir compte de la configuration réelle des quartiers. Par ailleurs, la stratification sur le sexe a permis de prendre en compte les différences de prévalences et d'évolution de statut pondéral entre ces deux populations.

D'autre part, l'étude a l'avantage de se baser sur la cohorte NDIT qui est bien établie, rigoureuse et financée sans interruption depuis 1999 (108). De multiples efforts sont fournis afin de minimiser les perdus de vue ainsi que les erreurs potentielles (e.g. plusieurs visites pour un même suivi, maintien de contacts personnalisés avec les participants, utilisation d'outils validés). De plus, les mesures de l'événement d'intérêt étaient standardisées et réalisées par des techniciens entraînés. Ceci permet d'avoir un meilleur recueil du poids et de la taille que dans de nombreuses autres études où ces données étaient auto-déclarées. L'utilisation de données objectives pour décrire les caractéristiques des quartiers représente également une grande force en s'affranchissant de biais d'information potentiels lorsque le recueil est déclaratif.

De plus, les analyses de sensibilité ont permis de vérifier la robustesse des résultats. L'imputation multiple a contribué à gagner en puissance et à corriger des biais éventuels liés



aux données manquantes. Celles-ci ont permis d'approuver les résultats de l'analyse principale malgré une perte de significativité pour un paramètre dans la seconde analyse de sensibilité.

Cette étude se démarque également par sa population : les adolescents vivant à Montréal. Peu d'études sur l'environnement et l'obésité ont été réalisées sur cette population spécifique uniquement, alors que cette période est particulièrement intéressante dans ce contexte. Les adolescents représentent en effet des cibles majeures pour la prévention.

### 6.5 Limites

Les résultats de cette étude doivent être interprétés avec précaution, à la lumière de certaines limites. La première d'entre elles se rapporte à la sélection de la population analysée. Les sujets exclus, en raison des pertues de vue ou de la méthodologie du recueil des variables environnementales, semblaient différer des sujets inclus pour certaines caractéristiques. Ils paraissaient être plus défavorisés en moyenne et vivre dans des milieux plus « ruraux » avec une densité de population plus faible et moins de services. Un biais de sélection est donc probable, mais dans le sens d'une sous-estimation de l'association, si l'on suppose que les personnes analysées avaient une meilleure alimentation et, plus généralement, une meilleure hygiène de vie que les individus exclus. De plus, la prévalence de l'obésité et du surpoids dans notre population était faible. La population d'étude avait l'air globalement en meilleure santé et avoir une meilleure hygiène de vie que la population cible. Ces sélections limitent donc la possibilité de généraliser les résultats à l'ensemble des adolescents de Montréal puisque la population d'étude ne semble pas tout à fait représentative de la population cible.

Une autre source de biais récurrente dans ce type d'étude est de savoir si les caractéristiques du quartier jouent un rôle dans le statut pondéral ou bien si les personnes soucieuses de leur santé habitent dans des quartiers favorables à la santé. Un biais d'auto-sélection peut ainsi être présent, par exemple, si les personnes motivées par une activité physique choisissent de vivre dans des zones offrant un bon accès à des installations de loisirs. Cette potentielle sélection pourrait conduire à des conclusions erronées sur les effets des quartiers et est plus problématique puisque les associations seraient surestimées. Toutefois, il est raisonnable de concevoir que les jeunes sont moins impliqués que les adultes dans la sélection de leur lieu de résidence. Le biais demeure possible mais de manière moins importante que chez les adultes. En outre, cette étude a été réalisée sous la supposition que les individus ne déménageaient pas, et donc qu'ils étaient exposés durant tout le secondaire aux caractéristiques de leur quartier. Or certains ont effectivement déménagé ( $n = 7,1\%$  de manière certaine). Il est donc possible que la mobilité résidentielle ait entraîné une classification erronée de l'exposition à partir d'un moment et donc biaiser les résultats. Cependant, la population de NDIT a de faibles taux de mobilité résidentielle et l'analyse de sensibilité effectuée a montré dans l'ensemble des résultats similaires. L'impact potentiel de cette supposition est donc moindre.

Malgré la prise en compte de certains facteurs de confusion, la présence de biais de confusion reste possible. Par exemple, l'origine ethnique a été considéré du mieux possible dans cette étude via le pays de naissance mais ne reste peut-être pas assez suffisant pour limiter les biais liés aux coutumes et comportements de certaines populations. De même, le statut socio-

économique de la famille et du quartier peut ne pas être entièrement mesuré par le niveau d'éducation des parents et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu. Toutefois, ces variables semblent prendre en compte au mieux ces effets. Aussi, l'éducation des parents a pu avoir changé au cours du suivi. De plus, certaines variables non mesurées qui auraient un effet sur les caractéristiques des quartiers à travers les choix des familles ainsi que sur l'IMC des adolescents pourraient biaiser les résultats.

D'un point de vue méthodologique et statistique, la structure « nichée » des individus dans les dix écoles, par design d'étude, n'a pas pu être prise en compte dans les analyses. La complexité engendrée par ce phénomène n'était pas soutenable par les modèles. Cependant, l'effet des écoles ne semblait pas être très important puisque le coefficient de corrélation intra-classe d'un modèle avec seulement une ordonnée à l'origine aléatoire sur les écoles était inférieur à 5%. Les écoles expliquaient donc moins de 5% de la variance globale du modèle. La variabilité paraissait ainsi être principalement au sein des écoles plutôt qu'entre les écoles. Dans les modèles de régression linéaire, les erreurs sont supposées indépendantes. Cette présupposition est forte pour des données longitudinales puisque les mesures répétées chez un même sujet auront tendance à créer de la corrélation dans les erreurs. Pour tenir compte de cette hypothèse, une corrélation sur les erreurs pourrait être ajoutée. Toutefois, ceci semble être une préoccupation surtout lorsque les individus ont un nombre élevé de mesures (119). Dans cette étude, les sujets avaient au maximum trois données répétées limitant ainsi ce problème. De plus, les conditions d'applications étaient respectées et les prédictions étaient cohérentes avec les mesures observées, ne révélant ainsi aucun problème majeur.

L'utilisation de seulement trois mesures répétées au maximum pour chaque individu représente tout de même une limite. Seul un effet linéaire pouvait être supposé. Toutefois, les trajectoires individuelles respectaient cette hypothèse. De nombreuses mesures répétées auraient été préférables afin d'apprécier plus précisément les trajectoires d'IMCz. Néanmoins, les résultats sont vraisemblablement suffisants pour détecter l'association potentielle entre les quartiers et l'IMCz au cours du temps.

En outre, le nombre relativement faible de sujets après stratification sur le sexe dans chaque cluster a diminué la puissance statistique des analyses. Ceci pourrait expliquer qu'on ne retrouve pas de lien significatif chez les garçons ou bien le fait qu'on ne détecte pas que l'effet des quartiers campagne et village-urbain diffèrent chez les filles.

Bien que cette étude comprenne de nombreuses variables environnementales, d'autres non étudiées telles que la criminalité, l'esthétique, la perception de la sécurité ou encore le bruit à cause d'un nombre de données manquantes trop important ou de la non disponibilité des variables pouvaient être importantes. Les recherches futures devraient mesurer ces facteurs qui pourraient influencer les comportements des jeunes et expliquer des différences entre sexe. Par ailleurs, les variables de l'environnement n'ont pas toutes été recueillies lors de la même année. Toutefois, elles variaient de deux années au maximum limitant de potentiels changements et biais. D'autre part, les ZTR ont été construites à partir des réseaux routiers de 2010. Or, les variables de l'environnement ont été recueillies de 2001 à 2003. Des modifications du réseau routier ont pu avoir lieu entre ces deux dates, et donc changer les zones qui auraient été définies en 2002 pour les quartiers. Les pourcentages de routes

présentes en 2010 et pas en 2002 et *vice versa* ont donc été comparés. La moitié des participants avait moins de 4% de routes supplémentaires en 2010 dans leur quartier qu'en 2002 (Q1-Q3 = 2,3 - 6,8) et moins de 0,9% de routes supplémentaires en 2002 par rapport à 2010 (Q1-Q3 = 0,4 - 2,3). Ces pourcentages étant relativement faibles, le biais semble limité d'autant que ces chiffres sont surestimés (Annexe 14). De plus, ces modifications auraient pu engendrer une sous-estimation des associations car ces erreurs aléatoires rendent plus difficile la détection d'associations significatives. Enfin, certaines variables auraient été également intéressantes à étudier comme la durée d'exposition aux quartiers, les médiations possibles dans la relation ainsi que l'environnement social. En effet, cette étude se concentre sur l'environnement physique. Une prise en compte globale de ces deux types d'environnements est à considérer dans le futur.

### 6.6 Perspectives

Cette étude exploratoire doit être interprétée avec prudence. De nouvelles études sont nécessaires pour répliquer les résultats avec notamment une population représentative de l'ensemble des adolescents et des quartiers de Montréal, tout en assurant des effectifs suffisants pour des analyses de sous-groupe. En autres, des recherches futures devraient se focaliser davantage sur les différences entre sexe afin de mieux comprendre les mécanismes et pour identifier des cibles d'intervention potentielles. Aussi, des études expérimentales naturelles sont essentielles afin de démontrer des effets et pouvoir conclure plus fermement en termes de causalité. Les résultats de cette étude soulignent la complexité de la relation entre l'obésité et l'environnement résidentiel et révèlent des disparités au niveau des quartiers de Montréal en matière d'accès aux infrastructures et à l'offre alimentaire. L'étude de l'ensemble des caractéristiques des quartiers apparaît ainsi comme l'approche à privilégier dans ce type de recherche comme l'ont également démontré d'autres études (95,97). De plus, nos résultats suggèrent que des interventions centrées sur l'environnement physique des quartiers pourraient offrir davantage de stratégies préventives susceptibles d'influencer de nombreuses adolescentes. Les initiatives politiques devraient se concentrer sur la réduction des disparités entre quartiers ainsi que sur l'amélioration de l'accès aux ressources facilitant les déplacements actifs et aux services proposant des aliments sains. On pourrait également envisager des interventions à plus petite échelle qui rendraient l'environnement plus convivial. Ces changements pourraient augmenter la prévalence de personnes actives.

### 6.7 Conclusion

Cette étude apporte une contribution unique à la littérature en suggérant une approche multifactorielle, réaliste et longitudinale. Elle fournit un soutien supplémentaire pour une aide à la décision des autorités et renforce les preuves transversales sur l'importance de l'environnement résidentiel pour le développement de la surcharge pondérale. Au-delà du niveau socio-économique, vivre dans des quartiers favorables à la marche et avec de nombreux services serait associé à une diminution de l'IMCz au cours du temps chez les filles tandis que vivre dans des quartiers avec très peu de services serait associé à une augmentation de l'IMCz, possiblement due aux barrières de la pratique d'activité physique. En définitive, la création d'environnements favorables à la santé concerne l'ensemble des acteurs de la société. Par le biais d'efforts collectifs, il est nécessaire de modifier ces environnements obésogènes dans lequel nous vivons afin d'avoir une population en santé.

## Références

1. Organisation mondiale de la Santé. (page consultée le 30/05/2019). Recommandations mondiales en matière d'activité physique pour la santé, [en ligne]. [https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet\\_recommendations/fr/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/fr/)
2. Janssen I, Roberts K, Thompson W. Respect par les Canadiens de 10 à 17 ans des Directives canadiennes en matière de mouvement sur 24 heures pour les enfants et les jeunes. *Promot Santé Prév Mal Chron Au Can.* 2017 Nov 1;37:413–20.
3. Organisation mondiale de la Santé. (page consultée le 30/05/2019). Surpoids et obésité : définitions, [en ligne]. [https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood\\_what/fr/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/fr/)
4. Kim CH. Measurements of Adiposity and Body Composition. *Korean J Obes.* 2016 Sep 30;25(3):115–20.
5. Centers for Disease Control and Prevention. (page consultée le 30/05/2019). About Adult BMI, [en ligne]. [https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult\\_bmi/index.html](https://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult_bmi/index.html)
6. Swinburn B, Egger G, Raza F. Dissecting obesogenic environments: the development and application of a framework for identifying and prioritizing environmental interventions for obesity. *Prev Med.* 1999 Dec;29(6 Pt 1):563–70.
7. Centers for Disease Control and Prevention. (page consultée le 30/05/2019). Obesity and overweight, [en ligne]. <https://www.cdc.gov/nchs/fastats/obesity-overweight.htm>
8. Organisation mondiale de la Santé. (page consultée le 30/05/2019). Obésité et surpoids, [en ligne]. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
9. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med.* 2017 Jul 6;377(1):13–27.
10. NCD Risk Factor Collaboration. Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet.* 2016 Apr 2;387(10026):1377–1396.
11. Statistique Canada. (page consultée le 30/05/2019). Embonpoint et obésité selon l'indice de masse corporelle mesuré, selon le groupe d'âge et le sexe, [en ligne] <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1310037301>
12. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, Abu-Rmeileh NM, Acosta-Cazares B, Acuin C, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet.* 2017 Dec 16;390(10113):2627–42.
13. Bancej C, Jayabalasingham B, Wall RW, Rao DP, Do MT, de Groh M, et al. Trends and projections of obesity among Canadians. *Health Promot Chronic Dis Prev Can.* 2015 Sep;35(7):109–12.
14. Statistique Canada. (page consultée le 30/05/2019). Indice de masse corporelle (IMC) mesuré chez les enfants et les jeunes (classification selon l'Organisation mondiale de la santé), selon le groupe d'âge et le sexe, Canada et provinces, Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes - Nutrition, [en ligne]. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=1310079501>
15. Public Health Agency of Canada, Canadian Institute for Health Information. Obésité au Canada: rapport conjoint de l'Agence de la santé publique du Canada et de l'Institut canadien d'information sur la santé. Ottawa: Agence de la santé publique du Canada; 2011
16. Emerging Risk Factors Collaboration, Wormser D, Kaptoge S, Di Angelantonio E, Wood AM, Pennells L, et al. Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet.* 2011 Mar 26;377(9771):1085–95.
17. Guh DP, Zhang W, Bansback N, Amarsi Z, Birmingham CL, Anis AH. The incidence of comorbidities related to obesity and overweight: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2009 Mar 25;9:88.
18. Bray GA. Medical Consequences of Obesity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2004 Jun 1;89(6):2583–9.

19. Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF, Stijnen T, Cuijpers P, Penninx BWJH, et al. Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch Gen Psychiatry*. 2010 Mar;67(3):220–9.
20. Griffiths LJ, Parsons TJ, Hill AJ. Self-esteem and quality of life in obese children and adolescents: a systematic review. *Int J Pediatr Obes*. 2010 Aug;5(4):282–304.
21. Puhl RM, Heuer CA. The Stigma of Obesity: A Review and Update. *Obesity*. 2009;17(5):941–64.
22. Di Angelantonio E, Bhupathiraju S, Wormser D, Gao P, Kaptoge S, Berrington de Gonzalez A, et al. Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet*. 2016 20;388(10046):776–86.
23. Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI. Association of All-Cause Mortality With Overweight and Obesity Using Standard Body Mass Index Categories. *JAMA*. 2013 Jan 2;309(1):71–82.
24. Organisation mondiale de la Santé. (page consultée le 30/05/2019). 10 faits sur l'obésité, [en ligne]. <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/fr/>
25. Dietz WH. Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. *Pediatrics*. 1998 Mar;101(3 Pt 2):518–25.
26. Dietz WH. Critical periods in childhood for the development of obesity. *Am J Clin Nutr*. 1994 May;59(5):955–9.
27. McClanahan KK, Huff MB, Omar HA. Overweight Children and Adolescents: Impact on Psychological and Social Development. :13.
28. Loke KY. Consequences of childhood and adolescent obesity. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2003 Jan 14;11:S702–4.
29. Daniels SR. Complications of obesity in children and adolescents. *Int J Obes* 2005. 2009 Apr;33 Suppl 1:S60-65.
30. Dietz WH. Childhood weight affects adult morbidity and mortality. *J Nutr*. 1998;128(2 Suppl):411S-414S.
31. Sun SS, Liang R, Huang TT-K, Daniels SR, Arslanian S, Liu K, et al. Childhood obesity predicts adult metabolic syndrome: the Fels Longitudinal Study. *J Pediatr*. 2008 Feb;152(2):191–200.
32. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2016 Feb;17(2):95–107.
33. Bronfenbrenner U. *The Ecology of Human Development Experiments by Nature and Design*. Cambridge, Massachusetts, and London : Harvard University Press, 1979; 348 p.
34. Butland B, Jebb S, Kopelman P, McPherson K, Thomas S, Mardell J, et al. *Tackling obesities : Future choices - Project report*. 2nd ed. London : The Stationery Office; 2007
35. Pate RR, O'Neill JR, Liese AD, Janz KF, Granberg EM, Colabianchi N, et al. Factors associated with development of excessive fatness in children and adolescents: a review of prospective studies. *Obes Rev*. 2013 Aug;14(8):645–58.
36. Spruijt-Metz D. Etiology, Treatment and Prevention of Obesity in Childhood and Adolescence: A Decade in Review. *J Res Adolesc*. 2011 Mar;21(1):129–52.
37. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med*. 1997 Sep 25;337(13):869–73.
38. Ochoa A, Berge JM. Home Environmental Influences on Childhood Obesity in the Latino Population: A Decade Review of Literature. *J Immigr Minor Health*. 2017;19(2):430–47.
39. Organisation mondiale de la Santé. (page consultée le 30/05/2019). Quelles sont les causes du surpoids et de l'obésité chez les jeunes ?, [en ligne]. [https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood\\_why/fr/](https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_why/fr/)
40. Statistique Canada. (page consultée le 30/05/2019). La population rurale du Canada depuis 1851, [en ligne]. [https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/as-sa/98-310-x/98-310-x2011003\\_2-fra.cfm](https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/as-sa/98-310-x/98-310-x2011003_2-fra.cfm)
41. Diez Roux AV, Mair C. Neighborhoods and health. *Ann N Y Acad Sci*. 2010 Feb;1186:125–45.
42. Corburn J. Urban Place and Health Equity: Critical Issues and Practices. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Feb; 14(2):117.

43. Christian H, Zubrick SR, Foster S, Giles-Corti B, Bull F, Wood L, et al. The influence of the neighborhood physical environment on early child health and development: A review and call for research. *Health Place*. 2015 May;33:25–36.
44. Sampson RJ, Morenoff JD, Gannon-Rowley T. Assessing “Neighborhood Effects”: Social Processes and New Directions in Research. *Annu Rev Sociol*. 2002;28(1):443–78.
45. Pickett KE, Pearl M. Multilevel analyses of neighbourhood socioeconomic context and health outcomes: a critical review. *J Epidemiol Community Health*. 2001 Feb;55(2):111–22.
46. Cubbin C, Braveman P, Egerter S, Pedregon V. *Where We Live Matters for Our Health: Neighborhoods and Health*. US: Robert Wood Johnson Foundation; 2008.
47. Morenoff JD. Neighborhood mechanisms and the spatial dynamics of birth weight. *AJS*. 2003 Mar;108(5):976–1017.
48. Gascon M, Vrijheid M, Nieuwenhuijsen MJ. The Built Environment and Child Health: An Overview of Current Evidence. *Curr Environ Health Rep*. 2016;3(3):250–7.
49. Chandrabose M, Rachele JN, Gunn L, Kavanagh A, Owen N, Turrell G, et al. Built environment and cardio-metabolic health: systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Obes Rev*. 2019;20(1):41–54.
50. Schulz M, Romppel M, Grande G. Built environment and health: a systematic review of studies in Germany. *J Public Health Oxf*. 2018 Mar 1;40(1):8–15.
51. An R, Shen J, Yang Q, Yang Y. Impact of built environment on physical activity and obesity among children and adolescents in China: A narrative systematic review. *J Sport Health Sci*. 2019 Mar;8(2):153-169.
52. Ding D, Sallis JF, Kerr J, Lee S, Rosenberg DE. Neighborhood Environment and Physical Activity Among Youth. *Am J Prev Med*. 2011 Oct;41(4):442–55.
53. Sallis JF, Conway TL, Cain KL, Carlson JA, Frank LD, Kerr J, et al. Neighborhood built environment and socioeconomic status in relation to physical activity, sedentary behavior, and weight status of adolescents. *Prev Med*. 2018;110:47–54.
54. Vida S. *Les espaces verts urbains et la santé*. Montréal; 2011.
55. An R, Yang Y, Hoschke A, Xue H, Wang Y. Influence of neighbourhood safety on childhood obesity: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Obes Rev*. 2017;18(11):1289–309.
56. Chaparro MP, Bilfield A, Theall KP. Exposure to Neighborhood Crime Is Associated with Lower Levels of Physical Activity and Higher Obesity Risk among Adolescent Girls, but Not Boys. *Child Obes Print*. 2019 Mar;15(2):87–92.
57. Corrêa EN, Schmitz B, Vasconcelos F. Aspects of the built environment associated with obesity in children and adolescents: A narrative review. *Rev Nutr*. 2015 Jun;28(3):327–40.
58. Larson NI, Story MT, Nelson MC. Neighborhood environments: disparities in access to healthy foods in the U.S. *Am J Prev Med*. 2009 Jan;36(1):74–81.
59. Carroll-Scott A, Gilstad-Hayden K, Rosenthal L, Peters SM, McCaslin C, Joyce R, et al. Disentangling neighborhood contextual associations with child body mass index, diet, and physical activity: The role of built, socioeconomic, and social environments. *Soc Sci Med*. 2013 Oct 1;95:106–14.
60. Lovasi GS, Hutson MA, Guerra M, Neckerman KM. Built environments and obesity in disadvantaged populations. *Epidemiol Rev*. 2009;31:7–20.
61. Kim Y, Cubbin C, Oh S. A systematic review of neighbourhood economic context on child obesity and obesity-related behaviours. *Obes Rev*. 2019;20(3):420–31.
62. Burdette AM, Needham BL. Neighborhood environment and body mass index trajectories from adolescence to adulthood. *J Adolesc Health*. 2012 Jan;50(1):30–7.
63. Nau C, Schwartz BS, Bandeen-Roche K, Liu A, Pollak J, Hirsch A, et al. Community socioeconomic deprivation and obesity trajectories in children using electronic health records. *Obes (Silver Spring)*. 2015 Jan;23(1):207–12.
64. Alvarado SE. Neighborhood disadvantage and obesity across childhood and adolescence: Evidence from the NLSY children and young adults cohort (1986-2010). *Soc Sci Res*. 2016 May;57:80–98.



65. Crespi CM, Wang MC, Seto E, Mare R, Gee G. Associations of family and neighborhood socioeconomic characteristics with longitudinal adiposity patterns in a biracial cohort of adolescent girls. *Biodemography Soc Biol.* 2015;61(1):81–97.
66. Pereira M, Nogueira H, Padez C. Association between childhood obesity and environmental characteristics: Testing a multidimensional environment index using census data. *Appl Geogr.* 2018 Mar 1;92:104–11.
67. Borrell LN, Graham L, Joseph SP. Associations of Neighborhood Safety and Neighborhood Support with Overweight and Obesity in US Children and Adolescents. *Ethn Dis.* 2016 Oct 20;26(4):469–76.
68. Lovasi GS, Schwartz-Soicher O, Quinn JW, Berger DK, Neckerman KM, Jaslow R, et al. Neighborhood safety and green space as predictors of obesity among preschool children from low-income families in New York City. *Prev Med.* 2013 Sep;57(3):189–93.
69. Schmidt SC, Sleddens EFC, de Vries SI, Gubbels J, Thijs C. Longitudinal association of neighborhood variables with Body Mass Index in Dutch school-age children: The KOALA Birth Cohort Study. *Soc Sci Med* 1982. 2015 Jun;135:99–108.
70. Vaccaro JA, Zarini GG, Huffman FG. Parental Perceptions of Child’s Medical Care and Neighborhood and Child’s Behavioral Risk Factors for Obesity in U.S. Children by Body Mass Index Classification. *Journal of Environmental and Public Health.* vol 2019, Article ID 3737194, 10 pages, 2019.
71. Ghenadenik AE, Kakinami L, Van Hulst A, Henderson M, Barnett TA. Neighbourhoods and obesity: A prospective study of characteristics of the built environment and their association with adiposity outcomes in children in Montreal, Canada. *Prev Med.* 2018;111:35–40.
72. Duncan DT, Sharifi M, Melly SJ, Marshall R, Sequist TD, Rifas-Shiman SL, et al. Characteristics of walkable built environments and BMI z-scores in children: evidence from a large electronic health record database. *Environ Health Perspect.* 2014 Dec;122(12):1359–65.
73. Niu L, Hoyt LT, Pachucki MC. Context Matters: Adolescent Neighborhood and School Influences on Young Adult Body Mass Index. *J Adolesc Health.* 2019 Mar;64(3):405–10.
74. Wolch J, Jerrett M, Reynolds K, McConnell R, Chang R, Dahmann N, et al. Childhood obesity and proximity to urban parks and recreational resources: a longitudinal cohort study. *Health Place.* 2011 Jan;17(1):207–14.
75. Wong SH, Huang WY, Cerin E, Gao Y, Lai PC, Burnett A. Home and neighbourhood environment: association with children’s physical activity and obesity-related dietary behaviour. *Hong Kong Med J.* 2016 Dec;22 Suppl 6(6):43–7.
76. Mackenbach JD, Rutter H, Compernelle S, Glonti K, Oppert J-M, Charreire H, et al. Obesogenic environments: a systematic review of the association between the physical environment and adult weight status, the SPOTLIGHT project. *BMC Public Health.* 2014 Mar 6;14(1):233.
77. Feng J, Glass TA, Curriero FC, Stewart WF, Schwartz BS. The built environment and obesity: a systematic review of the epidemiologic evidence. *Health Place.* 2010 Mar;16(2):175–90.
78. Van Hulst A, Gauvin L, Kestens Y, Barnett TA. Neighborhood built and social environment characteristics: a multilevel analysis of associations with obesity among children and their parents. *Int J Obes(Lond).* 2013 Oct;37(10):1328–35.
79. Yang Y, Jiang Y, Xu Y, Mzayek F, Levy M. A cross-sectional study of the influence of neighborhood environment on childhood overweight and obesity: Variation by age, gender, and environment characteristics. *Prev Med.* 2018;108:23–8.
80. Zeng D, Thomsen MR, Jr RMN, Rouse HL. Neighbourhood convenience stores and childhood weight outcomes: an instrumental variable approach. *Appl Econ.* 2019 Jan 14;51(3):288–302.
81. Gorski Findling MT, Wolfson JA, Rimm EB, Bleich SN. Differences in the Neighborhood Retail Food Environment and Obesity Among US Children and Adolescents by SNAP Participation. *Obes (Silver Spring).* 2018 Jun;26(6):1063–71.
82. Green MA, Radley D, Lomax N, Morris MA, Griffiths C. Is adolescent body mass index and waist circumference associated with the food environments surrounding schools and homes? A longitudinal analysis. *BMC Public Health.* 2018 02;18(1):482.



83. Hamano T, Li X, Sundquist J, Sundquist K. Association between Childhood Obesity and Neighbourhood Accessibility to Fast-Food Outlets: A Nationwide 6-Year Follow-Up Study of 944,487 Children. *Obes Facts*. 2017;10(6):559–68.
84. Chen H-J, Wang Y. Changes in the neighborhood food store environment and children's body mass index at peri-puberty in the United States. *J Adolesc Health*. 2016 Jan;58(1):111–8.
85. Le H, Engler-Stringer R, Muhajarine N. Walkable home neighbourhood food environment and children's overweight and obesity: Proximity, density or price? *Can J Public Health*. 2016 09;107(Suppl 1):5347.
86. Thomsen MR, Nayga RM, Alviola PA, Rouse HL. The Effect of Food Deserts on the Body Mass Index of Elementary Schoolchildren. *Am J Agric Econ*. 2016 Jan 1;98(1):1–18.
87. Cobb LK, Appel LJ, Franco M, Jones-Smith JC, Nur A, Anderson CAM. The relationship of the local food environment with obesity: A systematic review of methods, study quality, and results. *Obesity*. 2015;23(7):1331–44.
88. Fiechtner L, Sharifi M, Sequist T, Block J, Duncan DT, Melly SJ, et al. Food environments and childhood weight status: effects of neighborhood median income. *Child Obes Print*. 2015 Jun;11(3):260–8.
89. Griffiths C, Frearson A, Taylor A, Radley D, Cooke C. A cross sectional study investigating the association between exposure to food outlets and childhood obesity in Leeds, UK. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014 Dec 6;11:138.
90. Lee H. The role of local food availability in explaining obesity risk among young school-aged children. *Soc Sci Med* 1982. 2012 Apr;74(8):1193–203.
91. Wasserman JA, Suminski R, Xi J, Mayfield C, Glaros A, Magie R. A multi-level analysis showing associations between school neighborhood and child body mass index. *Int J Obes (Lond)*. 2014 Jul;38(7):912–8.
92. Showell NN, Jennings JM, Johnson KA, Perin J, Thornton RLJ. Where Children Live: Examining Whether Neighborhood Crime and Poverty Is Associated With Overweight and Obesity Among Low-Income Preschool-Aged Primary Care Patients. *Front Pediatr*. 2018;6:433.
93. Casey R, Oppert J-M, Weber C, Charreire H, Salze P, Badariotti D, et al. Determinants of childhood obesity: What can we learn from built environment studies? *Food Qual Prefer*. 2014 Jan 1;31:164–72.
94. Pereira M, Nogueira H, Padez C. The role of urban design in childhood obesity: A case study in Lisbon, Portugal. *Am J Hum Biol*. 2019 May;31(3):e23220.
95. Norman GJ, Adams MA, Kerr J, Ryan S, Frank LD, Roesch SC. A latent profile analysis of neighborhood recreation environments in relation to adolescent physical activity, sedentary time, and obesity. *J Public Health Manag Pract*. 2010 Oct;16(5):411–9.
96. Adams MA, Sallis JF, Kerr J, Conway TL, Saelens BE, Frank LD, et al. Neighborhood environment profiles related to physical activity and weight status: A latent profile analysis. *Prev Med*. 2011 May 1;52(5):326–31.
97. Nelson MC, Gordon-Larsen P, Song Y, Popkin BM. Built and social environments associations with adolescent overweight and activity. *Am J Prev Med*. 2006 Aug;31(2):109–17.
98. Jansen PW, Mensah FK, Nicholson JM, Wake M. Family and neighbourhood socioeconomic inequalities in childhood trajectories of BMI and overweight: longitudinal study of Australian children. *PLoS One*. 2013;8(7):e69676.
99. Carter MA, Dubois L, Tremblay MS, Taljaard M, Jones BL. Trajectories of Childhood Weight Gain: The Relative Importance of Local Environment versus Individual Social and Early Life Factors. *PLoS ONE*. 2012; 7(10):e47065.
100. Ruel E, Reither EN, Robert SA, Lantz PM. Neighborhood effects on BMI trends: examining BMI trajectories for Black and White women. *Health Place*. 2010 Mar;16(2):191–8.
101. Stafford M, Brunner EJ, Head J, Ross NA. Deprivation and the development of obesity a multilevel, longitudinal study in England. *Am J Prev Med*. 2010 Aug;39(2):130–9.
102. Oliver LN, Hayes MV. Effects of neighbourhood income on reported body mass index: an eight year longitudinal study of Canadian children. *BMC Public Health*. 2008 Jan 14;8:16.
103. Powell-Wiley TM, Moore K, Allen N, Block R, Evenson KR, Mujahid M, et al. Associations of Neighborhood Crime and Safety and With Changes in Body Mass Index and Waist

- Circumference: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *Am J Epidemiol.* 2017 Aug 1;186(3):280–8.
104. Assari S, Moghani Lankarani M, Caldwell CH, Zimmerman MA. Fear of Neighborhood Violence During Adolescence Predicts Development of Obesity a Decade Later: Gender Differences Among African Americans. *Arch Trauma Res.* 2016 Jun; 5(2):e31475.
  105. Cecil-Karb R, Grogan-Kaylor A. Childhood body mass index in community context: neighborhood safety, television viewing, and growth trajectories of BMI. *Health Soc Work.* 2009 Aug;34(3):169–77.
  106. Wasfi RA, Dasgupta K, Orpana H, Ross NA. Neighborhood Walkability and Body Mass Index Trajectories: Longitudinal Study of Canadians. *Am J Public Health.* 2016 May;106(5):934–40.
  107. Johnson KA, Showell NN, Flessa S, Janssen M, Reid N, Cheskin LJ, et al. Do Neighborhoods Matter? A Systematic Review of Modifiable Risk Factors for Obesity among Low Socio-Economic Status Black and Hispanic Children. *Child Obes Print.* 2019 Mar;15(2):71–86.
  108. O’Loughlin J, Dugas EN, Brunet J, DiFranza J, Engert JC, Gervais A, et al. Cohort Profile: The Nicotine Dependence in Teens (NDIT) Study. *Int J Epidemiol.* 2015 Oct;44(5):1537–46.
  109. Centers for Disease Control and Prevention. (page consultée le 30/05/2019). Defining Childhood Obesity, [en ligne]. <https://www.cdc.gov/obesity/childhood/defining.html>
  110. Wang Y, Chen H-J. Use of Percentiles and Z-Scores in Anthropometry. In: *Handbook of Anthropometry: Physical Measures of Human Form in Health and Disease.* Springer New York; 2012. p. 29–48.
  111. Duncan DT, Kawachi I, Subramanian SV, Aldstadt J, Melly SJ, Williams DR. Examination of how neighborhood definition influences measurements of youths’ access to tobacco retailers: a methodological note on spatial misclassification. *Am J Epidemiol.* 2014;179(3):373–81.
  112. ArcGIS Desktop. (page consultée le 30/05/2019). Fonction NDVI, [en ligne]. <http://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/ndvi-function.htm>
  113. Koning M, Hoekstra T, de Jong E, Visscher TLS, Seidell JC, Renders CM. Identifying developmental trajectories of body mass index in childhood using latent class growth (mixture) modelling: associations with dietary, sedentary and physical activity behaviors: a longitudinal study. *BMC Public Health.* 2016 28;16(1):1128.
  114. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet.* 2004 Jan 10;363(9403):157–63.
  115. White IR, Royston P, Wood AM. Multiple imputation using chained equations: Issues and guidance for practice. *Stat Med.* 2011 Feb 20;30(4):377–99.
  116. Thiébaud R, Walker S. When it is better to estimate a slope with only one point. *QJM Int J Med.* 2008 Oct;101(10):821–4.
  117. Sullivan TR, Salter AB, Ryan P, Lee KJ. Bias and Precision of the “Multiple Imputation, Then Deletion” Method for Dealing With Missing Outcome Data. *Am J Epidemiol.* 2015 Sep 15;182(6):528–34.
  118. Kowaleski-Jones L, Wen M. Community and child energy balance: differential associations between neighborhood environment and overweight risk by gender. *Int J Environ Health Res.* 2013;23(5):434–45.
  119. Hedeker D, Gibbons Robert D. Mixed Regression Models with Autocorrelated Errors. In: *Longitudinal Data Analysis.* John Wiley & Sons; 2006. p. 113–29

## Annexes

<b>Annexe 0</b> : Présentation de la structure d'accueil.....	58
<b>Annexe 1</b> : Etudes épidémiologiques étudiant le lien entre caractéristiques environnementales des quartiers et IMC à l'aide de profils environnementaux.....	59
<b>Annexe 2</b> : Etudes épidémiologiques étudiant le lien entre caractéristiques environnementales des quartiers et IMC à l'aide de trajectoires.....	61
<b>Annexe 3</b> : Auto-questionnaire à l'inclusion. ....	63
<b>Annexe 4</b> : Tableau récapitulatif des variables environnementales.....	94
<b>Annexe 5</b> : Graphe orienté acyclique (DAG) entre les caractéristiques physiques des quartiers et l'indice de masse corporelle des adolescents.....	95
<b>Annexe 6</b> : Comparaison des caractéristiques des individus avec 3 mesures anthropométriques et ceux qui ont 1 ou 2 mesures anthropométriques selon le sexe. ....	97
<b>Annexe 7</b> : Comparaison des caractéristiques des individus inclus sans donnée manquante sur la variable « éducation des parents » et avec donnée manquante sur cette variable selon le sexe.....	101
<b>Annexe 8</b> : Description des caractéristiques individuelles des sujets analysés selon les types de quartiers et le sexe. ....	105
<b>Annexe 9</b> : Trajectoires moyennes d'IMCz selon les types de quartiers dans l'ensemble de la population.....	107
<b>Annexe 10</b> : Trajectoires individuelles brutes.....	108
<b>Annexe 11</b> : Différences moyennes estimées d'IMCz selon les quartiers en tout temps. ...	109
<b>Annexe 12</b> : Prédictions individuelles.....	110
<b>Annexe 13</b> : Différences moyennes estimées d'IMCz selon les quartiers à l'inclusion et en tout temps pour les analyses de sensibilité. ....	111
<b>Annexe 14</b> : Comparaison des réseaux routiers de 2010 et 2002.....	113

## **Annexe 0 : Présentation de la structure d'accueil**

### **1. L'Institut National de la Recherche Scientifique (INRS)**

Fondé en 1969, l'INRS est une université et un pôle de recherche pluridisciplinaires au Québec. La recherche fondamentale et appliquée, les études de cycles supérieurs et la formation de chercheurs constituent les enjeux majeurs de cet institut. Il contribue ainsi à l'avancée des connaissances scientifiques tout en formant la relève scientifique de demain. Membre de l'Université internationale de Venise et du Réseau des Instituts Pasteurs, la production scientifique que réalise l'INRS est internationale puisqu'il opère plus d'une centaine de collaborations dans le monde et notamment avec la France. Ce rayonnement international provient également de sa population étudiante, majoritairement étrangère. Présidé par M. Armand Couture et Mme Mary-Ann Benn, ce centre œuvre pour le développement économique, scientifique, technologique, social et culturel du Québec au travers de ses quatre centres de recherche :

- le Centre Eau Terre Environnement, qui axe ses activités autour des sciences de la Terre, de l'hydrologie, de la biogéochimie aquatique et de l'assainissement et de la valorisation des résidus ;
- le Centre Energie Matériaux et Télécommunications, spécialisé dans les nanotechnologies, les matériaux de pointe, la photonique, les télécommunications et l'énergie durable ;
- le Centre Urbanisation Culture Société, qui étudie les dynamiques urbaines et régionales, la culture et les transformations et mutations sociales touchant les populations ;
- le Centre INRS-Institut Armand Frappier (INRS-IAF), dont les recherches s'articulent autour de la santé.

### **2. Le Centre INRS-IAF**

Ce centre a été fondé en 1938 par le médecin et microbiologiste Armand Frappier, pionner de la vaccination au Québec. Il a mis en place le premier institut de recherche en santé publique au Québec : l'Institut de microbiologie et d'hygiène de Montréal, renommé Institut Armand Frappier depuis 1975 en son hommage. Il a par la suite été rattaché à l'INRS en 1999. Dirigé par M. Pierre Talbot, cet institut est un centre de recherche et de formation universitaire situé dans le Parc scientifique et de haute technologie de Laval, Québec. Autrefois orienté sur la recherche contre la tuberculose, il se focalise désormais plus largement dans les domaines de la santé humaine, animale et environnementale. Ce centre regroupe une quarantaine de professeurs autour de trois axes majeurs de recherche : toxicologie environnementale et pharmacologie ; microbiologie et biotechnologie et enfin maladies infectieuses, immunité, cancer et épidémiologie.

### **3. L'unité épidémiologie et biostatistique**

Plus particulièrement, l'unité de recherche en épidémiologie de l'INRS-IAF s'articule autour de trois professeurs et chercheurs. Les recherches de Mme Marie-Elise Parent portent sur l'étiologie du cancer et du rôle de l'environnement, des habitudes de vie et des facteurs génétiques. Elle s'intéresse plus spécifiquement au cancer de la prostate. Mme Marie-Claude Rousseau étudie l'épidémiologie des maladies chroniques comme le diabète, l'asthme ou encore les maladies allergiques, et en particulier à la stimulation non spécifique du système immunitaire en bas âge. Enfin, la professeure Tracie Barnett concentre ses recherches sur l'épidémiologie de l'obésité pédiatrique et notamment à l'influence de l'environnement physique et social.

#### **Sources :**

INRS. (page consultée le 30/50/2019). Accueil | INRS, [en ligne]. <http://www.inrs.ca/>

INRS-Institut Armand-Frappier. (page consultée le 30/50/2019). Maladies infectieuses, immunité, cancer et épidémiologie, [en ligne]. <http://www.iaf.inrs.ca/iaf/recherche/axes-et-thematiques/maladies-infectieuses-immunite-cancer-epidemiologie>

**Annexe 1** : Etudes épidémiologiques étudiant le lien entre caractéristiques environnementales des quartiers et IMC à l'aide de profils environnementaux.

**Tableau 1.** Synthèse des études transversales sur l'association entre caractéristiques environnementales des quartiers et obésité avec prise en compte globale de l'environnement.

Auteur (Date de parution)	Pays d'étude (Date)	Population (Âge, années)	n	Variable de clustering	Outcome	Ajustements	Profils environnementaux des quartiers	Associations retrouvées avec obésité
<b>Pereira (dec 2018)</b> (94)	Lisbonne (2009)	Enfants (moy = 7,3)	929	62 variables sur l'utilisation principale et l'âge des maisons, la hauteur et la typologie des bâtiments, les matériaux de construction, la fonctionnalité du bâtiment, le type d'occupation, les dimensions, les commodités et besoins essentiels de la résidence	Obésité	Sexe, niveau de scolarité du père et statut pondéral des parents	4 clusters 1 : bâtiments anciens et utilisation mixte des sols 2 : petits immeubles et zones urbaines 3 : bâtiments récents avec parking et espaces verts urbains 4 : zone forestière	Vivre dans le cluster 3 protégé de l'obésité. Les quartiers récents et les plus verts protègent contre l'obésité. Plus forte proportion de garçons obèses dans le cluster 1.
				14 variables pour l'environnement bâti sur la date et les matériaux de construction des bâtiments, leur fonction principale, le type d'occupation, les dimensions, le nombre de divisions et les commodités telles que le parking			—	Clusters 3 et 4 protecteurs pour l'obésité par rapport au cluster 1 chez garçons.
				20 variables pour l'environnement socioéconomique sur la dimension familiale, l'âge des résidents, le niveau de scolarisation des individus, le statut professionnel et secteur d'emploi et le statut de propriété des résidents			—	4 clusters 1 : zones socio-économique vulnérables 2 : zones les moins avantagées 3 : zones d'utilisation mixte des sols 4 : zones les plus avantagées
<b>Adams (2011)</b> (96)	Seattle et Baltimore (2002- 2005)	Adultes (20 – 65)	1283 et 909	11 variables de « walkability » : densité résidentielle, diversité d'utilisation des sols, accès aux utilisations des sols, connectivité des rues, installations pour la marche et les vélos, esthétique, sécurité du trafic piétonnier, crime, arrêt de bus ou de train, parc et centre de fitness le plus proche	IMC* AP <sup>1</sup>	Sexe, âge, ethnicité, revenu annuel du ménage, éducation, nombre de véhicules, d'adultes et de personnes dans le ménage, état matrimonial, temps passé à l'adresse actuelle	4 clusters 1 : Faible potentiel piétonnier/de transport et peu récréatif 2 : Faible potentiel piétonnier et peu récréatif 3 : Modérément marchable et fort récréatif 4 : Fortement marchable et récréatif	IMC plus faible dans le cluster 4. Association négative entre obésité et quartiers à forte densité de loisirs et forte marchabilité du quartier.

\*IMC : indice de masse corporelle

<sup>1</sup>AP : activité physique

Tableau 1 (suite). Synthèse des études transversales sur l'association entre caractéristiques environnementales des quartiers et obésité avec prise en compte globale de l'environnement.

Auteur (Date de parution)	Pays d'étude (Date)	Population (Âge, années)	n	Variable de clustering	Outcome	Ajustements	Profils environnementaux des quartiers	Associations retrouvées avec obésité
<b>Norman (2010)</b> (95)	San Diego (2003)	Adolescents (11 – 15)	871	7 variables : superficie de parcs et aires de loisirs, superficie résidentielle, superficie vacante, densité résidentielle, nombre de cul-de-sac, d'installations de loisirs et d'écoles/collèges	Obésité AP <sup>1</sup>	Ethnicité, niveau d'éducation le plus élevé du foyer, âge, valeur et âge moyens de la maison	3 clusters  1 : Espace ouvert 2 : Résidentiel avec « cul-de-sac » 3 : Nombreux logements et infrastructures	Les garçons sont plus susceptibles d'être obèses dans le cluster 3 par rapport au cluster 1. Les filles sont plus susceptibles d'être obèses dans le cluster 2 par rapport au cluster 1.  Association négative entre obésité et nombreux lieux pour des activités extérieures.  Plus forte proportions d'obèses dans cluster 3 chez filles et garçons.
<b>Nelson (2006)</b> (97)	US (1994-1995)	Adolescents (12 – 18)	20 745	19 variables pour caractériser le statut socio-économique, l'ethnicité, les revenus/richeesse, les crimes, les types de routes, la marchabilité et les installations de loisirs pour l'activité physique.	Obésité AP <sup>1</sup>	Éducation des parents, revenu du ménage, race et âge	6 clusters  1 : Classe ouvrière rurale 2 : Ex urbain (urbain / banlieue) 3 : Nouvelle banlieue 4 : Classe moyenne supérieure, banlieue plus ancienne avec accès autoroutier 5 : Urbain multi-race 6 : Urbain défavorisé, centre-ville	Par rapport aux adolescents vivant dans le cluster 3, ceux des clusters 1, 2 et 5 étaient plus susceptibles d'être en surpoids.  Moins d'obèses dans les quartiers urbains.

<sup>1</sup>AP : activité physique

**Annexe 2** : Etudes épidémiologiques étudiant le lien entre caractéristiques environnementales des quartiers et IMC à l'aide de trajectoires.

**Tableau 2.** Synthèse des études longitudinales sur l'association entre caractéristiques environnementales des quartiers et trajectoires d'IMC.

Auteur (Date de parution)	Pays d'étude (Date)	Population (Âge, années)	n	Exposition	Outcome	Ajustements	Associations retrouvées avec obésité au cours du temps (si pas de précision)	Commentaires
<b>Powell-Wiley (2017)</b> (103)	US (2000- 2012)	Adultes (45 à 84)	673	-Crimes dans le quartier -Sécurité du quartier	IMC et tour de taille	Sexe, âge, ethnicité, statut tabagique, revenu de la famille, PA, énergie totale absorbée, durée de la résidence dans le quartier, SES du quartier	AN : sécurité et IMC à <i>baseline</i> , sécurité  ∅ : crimes AP : peur de la violence du quartier chez les filles	Plus fort chez les femmes que chez les hommes  Stratification sexe
<b>Assari (2016)</b> (104)	US (1994- 2012)	Adolescents (15 à 21/32)	681	-Victimisation, observation et peur de la violence dans le quartier	IMC	Age, structure familiale et emploi des parents (oui/non).	∅ : peur de la violence du quartier chez les garçons, victimisation et observation de la violence du quartier AP : déménager pour un quartier moins « marchable » chez les garçons	Afro-américains uniquement
<b>Wasfi (2016)</b> (106)	Canada (1994- 2006)	Adultes (18 à 55)	2 943	Marchabilité	IMC	Age, éducation, statut marital, statut d'immigration, PA, statut tabagique et marche utilitaire	AN : déménager pour un quartier plus « marchable » chez les garçons  ∅ : chez les filles AP : DS chez les « noires », SES famille faible et IMC à <i>baseline</i>	Personnes vivant dans milieux urbains uniquement.  Stratification sexe Chez filles uniquement.
<b>Crespi (2015)</b> (65)	US (1987- 1997)	Enfants (9/10 à 19/20)	775	-SES du quartier -SES de la famille	z-score d'IMC	Puberté	∅ : SES quartier chez les « blanches »	Différence « noires » / « blanches »
<b>Nau (2015)</b> (63)	US (2001- 2012)	Enfants et adolescents (3 à 18)	163 473	DS	IMC	Sexe, âge, ethnicité, source des paiements des visites médicales, DS famille	AP	
<b>Jansen (2013)</b>	Australie (2004- 2010)	Enfants (4/5 à 10/11)	4 949	-SES quartier -SES famille	z-score d'IMC	Autre langue parlée que l'anglais, statut autochtone	AP : SES famille bas AN : SES quartier élevé	Médiateurs : poids de naissance enfant, IMC parents
<b>Burdette (2012)</b> (62)	US (1996- 2008)	Adolescents (13 à 32)	9 115	-Perception des parents sécurité du quartier -DS	IMC	Sexe, ethnicité, âge, niveau le plus élevé d'éducation des parents, structure familiale, revenu du ménage, aides financières, taille du quartier	AP : perception sécurité et IMC à <i>baseline</i> , DS et IMC à <i>baseline</i> , DS  ∅ : perception sécurité	Différences de forces d'associations selon le sexe et l'origine ethnique

AP = association positive ; AN = association négative ; ∅ = association nulle ; PA = activité physique ; SES = statut socio-économique ; DS = défavorisation du quartier



Tableau 2 (suite). Synthèse des études longitudinales sur l'association entre caractéristiques environnementales des quartiers et trajectoires d'IMC.

Auteur (Date de parution)	Pays d'étude (Date)	Population (Âge, années)	n	Exposition	Outcome	Ajustements	Associations retrouvées avec obésité au cours du temps (si pas de précision)	Commentaires
<b>Carter (2012)</b> (99)	Canada (1998- 2012)	Enfants (5 mois à 10)	1 566	-Lieu de vie (rural/urbain/semi- urbain) -Cohésion sociale du quartier -Troubles du quartier -DS matérielle du quartier -DS sociale du quartier	z-score d'IMC	Phénotype de « mangeur excessif », nourri au sein exclusivement pendant plus de 3 mois, tabac durant la grossesse, statut pondéral de la mère, poids à la naissance, gain rapide de poids à la naissance, SES famille, famille monoparentale, mère immigrante	AP : vivre dans un milieu rural dans le groupe « élevé / stable »  AN : vivre dans un milieu semi- urbain dans le groupe « faible augmentation » et « augmentation moyenne- élevée », trouble dans le quartier dans le groupe « faible augmentation »  ∅ : cohésion sociale, DS matérielle, toutes les autres associations pour les autres groupes	Par groupes de trajectoires (4 groupes) Uniquement chez les femmes.
<b>Ruel (2010)</b> (100)	US (1986- 2002)	Adultes (24 à 70)	2 259	-Composition ethnique du quartier -DS	IMC	Niveau d'éducation, nombre d'enfant, statut marital, revenu de la famille, statut tabagique, PA, stress aigu, contrainte financière, aide sociale	AP : DS et IMC à <i>baseline</i> ,  ∅ : DS, composition ethnique	Différences « blanches » / « noires »
<b>Stafford (2010)</b> (101)	UK (1991- 2004)	Adultes (35 à 55)	8 151	DS	IMC	Age, sexe, SES individuel, statut tabagique, consommation d'alcool et niveau d'PA	AP : DS et IMC à <i>baseline</i> chez les femmes  ∅ : DS et IMC chez les hommes	Chez les fonctionnaires d'état uniquement  Stratification sexe
<b>Cecil-Karb (2009)</b> (105)	US (1994- 2000)	Enfants et adolescents (5 à 20)	5 886	Perception des parents sécurité du quartier	z-score d'IMC	Ethnicité, éducation de la mère et revenu de la famille	AP	Médiateur : temps devant la TV
<b>Oliver (2008)</b> (102)	Canada (1994- 2002)	Enfants (2/3 à 10/11)	2 152	-SES des quartiers -Lieu de vie (rural/urbain)	Percentile d'IMC	Age, sexe, revenu, éducation, structure familiale	AP : vivre dans le quartier « le plus pauvre » (vs intermédiaire)  AN : vivre dans un quartier urbain (vs rural)  ∅ : vivre dans le quartier « le moins pauvre »	

AP = association positive ; AN = association négative ; ∅ = association nulle ; PA = activité physique ; SES = statut socio-économique ; DS = défavorisation du quartier

Annexe 3 : Auto-questionnaire à l'inclusion.

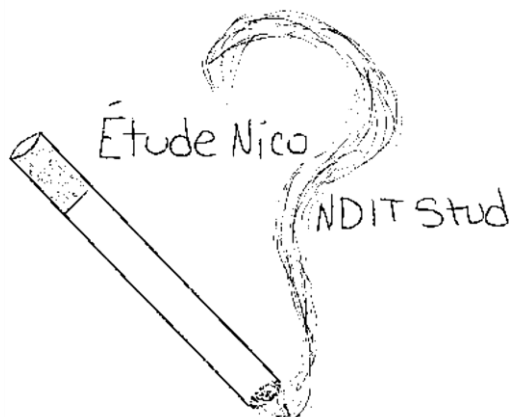
PLEASE PRINT YOUR NAME

\_\_\_\_\_

First name

\_\_\_\_\_

Last name



## UNIVERSITY STUDY ON NICOTINE DEPENDENCE IN TEENS

QUESTIONNAIRE  
VERSION

0	6
---	---

SCHOOL

--	--

DOSSIER NUMBER

--	--	--

SURVEY NUMBER

--	--

TODAY'S DATE

--	--

DAY

--	--

MONTH

--	--	--	--

YEAR

GRADE

--	--

RECALL MONTHS

0	2
---	---

**1. In what month is your birthday?**

- |                                   |                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> January  | <input type="checkbox"/> July      |
| <input type="checkbox"/> February | <input type="checkbox"/> August    |
| <input type="checkbox"/> March    | <input type="checkbox"/> September |
| <input type="checkbox"/> April    | <input type="checkbox"/> October   |
| <input type="checkbox"/> May      | <input type="checkbox"/> November  |
| <input type="checkbox"/> June     | <input type="checkbox"/> December  |

**2. On what day of the month is your birthday? Circle the correct day.**

- |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |    |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |    |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |

**3. In what year were you born?**

- 1984  
 1985  
 1986  
 1987  
 1988  
 Other \_\_\_\_\_  
Specify year

**4. How old are you today? Write the correct number in the box.**

years

**5. Are you a.....?**

- Boy                       Girl

6. This chart asks about: (1) the adults with whom you live, and (2) whether or not the adults you live with currently smoke cigarettes.

First, check the box if you live with the person. Next, for the people you live with, check the box if he/she currently smokes cigarettes. If you live in more than one household (part-time with your Mom and part-time with your Dad), check ALL the boxes that apply...

Check the box if ...	You live with this person	He/she currently smokes cigarettes
Biologic mother	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biologic father	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Step-mother	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Step-father	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aunt(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uncle(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grandmother(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grandfather(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Other(s) → Name them	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7. Please write the correct numbers in the boxes. If an answer is zero, please write "0".**

→ How many *brothers, step-brothers and half-brothers* do you have?

→ How many *sisters, step-sisters, and half- sisters* do you have?

→ How many of your *brothers, step-brothers, and half-brothers* smoke cigarettes?

→ How many of your *sisters, step-sisters, and half-sisters* smoke cigarettes?

**8. Now, think about your friends. How many of the people whom you usually hang out with smoke cigarettes?**

- None
- A few
- About half
- More than half
- Most or all

**9. What language(s) do you speak well enough to carry on a conversation? Check ALL that apply.**

- French
- English
- Portuguese
- Greek
- Spanish
- Italian
- Chinese
- Vietnamese
- Arabic
- Other(s) \_\_\_\_\_  
Name them

**10. What language do you speak most often at home? Check ONE box.**

- English
- French
- French and English
- Other \_\_\_\_\_  
Specify

**11. Were you born...?**

- In Canada → \_\_\_\_\_  
Name province
- Outside Canada → \_\_\_\_\_  
Name country

**12. How long have you lived in Canada?**

All my life

OR

I have lived less than one year in Canada

OR

I have lived  years in Canada

**13. Was your biologic father born...?**

In Canada → \_\_\_\_\_ OR  I don't know which province

Name province

Outside Canada → \_\_\_\_\_ OR  I don't know which country

Name country

I don't know

**14. Was your biologic mother born...?**

In Canada → \_\_\_\_\_ OR  I don't know which province

Name province

Outside Canada → \_\_\_\_\_ OR  I don't know which country

Name country

I don't know



**15. Now, think about the physical activities that you did last week from Monday to Sunday outside your regular school gym class. For each activity that you did for 5 minutes or more at one time, mark an "X" to show the day(s) on which you did that activity.**

	Mon.	Tues.	Wed.	Thur.	Fri.	Sat.	Sun.
Bicycling to school, bicycling to do errands, going for a bicycle ride							
Swimming/diving							
Basketball							
Baseball/softball							
Football							
Soccer							
Volleyball							
Racket Sports (badminton, tennis)							
Ice hockey/ball hockey							
Jump rope							
Downhill skiing, snowboarding							
Cross-country skiing							
Ice skating							
Rollerblading, skateboarding							
Gymnastics (bars, beams, tumbling, trampoline)							
Exercise / physical conditioning (push-ups, sit-ups, jumping jacks, weight-lifting, exercise machines)							
Ball-playing (dodge ball, kickball, wall-ball, catch)							
Track and field							
Games (chase, tag, hopscotch)							
Jazz/classical ballet							
Dancing (aerobic, folk, at a party)							
Outdoor play (climbing trees, hide and seek)							
Karate/ Judo/ Tai Chi/ Kung Fu							
Boxing, wrestling							
Outdoor chores (mowing, raking, gardening)							
Indoor chores (mopping, vacuuming, sweeping)							
Mixed walking / running / jogging							
Walking							
Running/Jogging							
Other(s) → Name them							
a)							
b)							
c)							

**16. Since September of this school year, did you belong to any of the following intramural or extramural school sports teams (teams that were not part of your regular gym class)...?**

	Yes
School basketball team	<input type="checkbox"/>
School soccer team	<input type="checkbox"/>
School football team	<input type="checkbox"/>
School track and field team	<input type="checkbox"/>
School rugby team	<input type="checkbox"/>
School wrestling team	<input type="checkbox"/>
School swimming team	<input type="checkbox"/>
School softball team	<input type="checkbox"/>
School cross-country ski team	<input type="checkbox"/>
School volleyball team	<input type="checkbox"/>
School gymnastics team	<input type="checkbox"/>
School hockey team	<input type="checkbox"/>
Other(s) → Name them	
a)	_____
b)	_____

**17. Now think about sports teams and lessons outside of school. In the past 3 months, did you belong to a...?**

	Yes
Basketball team	<input type="checkbox"/>
Soccer team	<input type="checkbox"/>
Football team	<input type="checkbox"/>
Swimming team	<input type="checkbox"/>
Baseball team	<input type="checkbox"/>
Volleyball team	<input type="checkbox"/>
Hockey team	<input type="checkbox"/>
Ballet/dance classes	<input type="checkbox"/>
Aerobics classes	<input type="checkbox"/>
Ski lessons	<input type="checkbox"/>
Judo/Karate lessons	<input type="checkbox"/>
Other(s) → Name them	
a)	_____
b)	_____

**18. How many hours of television (including video movies) do you usually watch in a single day? If the answer is zero, write "0" in the box. If the answer is less than  $\frac{1}{2}$  hour, write "LT  $\frac{1}{2}$ ".**

On weekdays, I usually watch  hour(s) of television a day

On weekends, I usually watch  hour(s) of television a day

**19. How many hours do you usually play video or computer games, or use the Internet in a single day? If the answer is zero, write "0" in the box. If the answer is less than  $\frac{1}{2}$  hour, write "LT  $\frac{1}{2}$ ".**

On weekdays, I usually play video or computer games ....  hour(s) a day

On weekends, I usually play video or computer games ....  hour(s) a day

**20. During the past 3 months, how often have you...?**

	Never	Rarely	Sometime s	Often
Felt too tired to do things	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Had trouble going to sleep or staying asleep	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Felt unhappy, sad, or depressed	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Felt hopeless about the future	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Felt nervous or tense	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Worried too much about things	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**21. During the past 3 months, have you been worried or stressed by any of the following...?**

	Not at all OR This does not apply to me	A little bit	Quite a bit	A whole lot
Your parents separating or divorcing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Loneliness	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Breaking up with your boyfriend or girlfriend	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Your relationship with your father	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Your relationship with your mother	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Your relationship with your brother(s)/ sister(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Your relationship with your friends	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A health problem (such as acne or asthma)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Your weight	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sex	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Your new family (parents remarried)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Financial problems in your family	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
School work	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Other(s) → Please describe				
a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**22. During the past 3 months, how often did you...?**

	NEVER	A bit to try	Once or a couple of times a month	Once or a couple of times a week	Usually every day
Smoke a cigar or cigarillo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Use chewing tobacco or snuff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Drink alcohol (beer, wine, hard liquor)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**23. The next questions are about smoking cigarettes. To begin, have you ever IN YOUR LIFE smoked a cigarette, even just a puff (drag, hit, haul)?**

- No
- Yes, 1 or 2 times
- Yes, 3 or 4 times
- Yes 5 to 10 times
- Yes, more than 10 times

**24. Check the one box that describes you best...**

I have never smoked a cigarette, even just a puff

→ Go to question 32

I have smoked cigarettes (even just a puff), but   
not at all in the past twelve months

I smoked cigarettes once or a couple of times   
in the past twelve months

I smoke cigarettes once or a couple of times each month

I smoke cigarettes once or a couple of times each week

I smoke cigarettes every day

25. Have you ever smoked a whole cigarette (down to or close to the filter)?

No → Go to question 28

Yes

26. How old were you when you smoked a whole cigarette (down to or close to the filter) for the first time?

I was  years old  
write age

OR

I don't remember

27. Have you smoked 100 or more whole cigarettes in your life? (100 cigarettes = 4 packs of 25)

No

Yes

28. Have you ever taken cigarette smoke into your lungs for more than one puff?

No → Go to question 31

Yes



**29. How old were you when you took cigarette smoke into your lungs for more than one puff?**

I was  years old  
write age

OR

I don't remember

**30. The FIRST FEW TIMES you took cigarette smoke into your lungs, did you experience any of the following...?**

	Not at all	A bit	A lot
Coughing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Burning in your throat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upset stomach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heart racing/pounding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dizziness	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nausea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Headache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Other(s)→Describe			
a) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**31. Would you say that you are someone who has tried smoking cigarettes, but has now stopped smoking completely and (probably) forever...?**

- No
- Yes
- I don't know

**32. When you see other kids your age smoking cigarettes, how easy is it for you not to smoke?**

- Very easy not to smoke
- Quite easy not to smoke
- A bit difficult not to smoke
- Very difficult not to smoke

**33. How often have you felt like you really need a cigarette?**

- Never
- Rarely
- Sometimes
- Often

**34. How physically addicted to smoking cigarettes are you?**

- Not at all physically addicted
- A little physically addicted
- Quite physically addicted
- Very physically addicted

**35. How mentally addicted to smoking cigarettes are you?**

- Not at all mentally addicted
- A little mentally addicted
- Quite mentally addicted
- Very mentally addicted

**36. How easy is it for you to get cigarettes?**

- Very easy to get cigarettes
- Quite easy to get cigarettes
- A bit difficult to get cigarettes
- Very difficult to get cigarettes
- I don't know (I never tried to get cigarettes)
- I don't smoke

**INSTRUCTIONS:** Now, think carefully about your cigarette smoking experiences during the past 3 months, that is during August, September, and October. Let's begin with October.

**37. During October, on how many days did you smoke cigarettes, even just a puff?**

- None → *Go to question 40*
- 1 day
- 2-3 days
- 4-5 days
- 6-10 days
- 11-15 days
- 16-20 days
- 21-30 days
- Every day
- I don't know

**38. On the days that you smoked during October, how many cigarettes did you usually smoke each day?**

- Less than 1 cigarette (one or a few puffs)
- 1 cigarette
- 2-3 cigarettes
- 4-5 cigarettes
- 6-10 cigarettes
- 11-15 cigarettes
- 16-20 cigarettes
- 21-25 cigarettes
- More than 25 cigarettes
- I don't know

**39. Write the correct number in the box. During October, the most I smoked in a single day was...**

cigarettes

OR

- Less than one cigarette (one or a few puffs)

OR

- I don't know

**40. Now think about this past September. During September, on how many days did you smoke cigarettes, even just a puff?**

- None → *Go to question 43*
- 1 day
- 2-3 days
- 4-5 days
- 6-10 days
- 11-15 days
- 16-20 days
- 21-30 days
- Every day
- I don't know

**41. On the days that you smoked during September, how many cigarettes did you usually smoke each day?**

- Less than 1 cigarette (one or a few puffs)
- 1 cigarette
- 2-3 cigarettes
- 4-5 cigarettes
- 6-10 cigarettes
- 11-15 cigarettes
- 16-20 cigarettes
- 21-25 cigarettes
- More than 25 cigarettes
- I don't know

**42. Write the correct number in the box. During September, the most I smoked in a single day was...**

cigarettes

OR

Less than one cigarette (one or a few puffs)

OR

I don't know

**43. Now think about this past August. During August, on how many days did you smoke cigarettes, even just a puff?**

None → *Go to question 46*

1 day

2-3 days

4-5 days

6-10 days

11-15 days

16-20 days

21-30 days

Every day

I don't know

**44. On the days that you smoked during August, how many cigarettes did you usually smoke each day?**

- Less than 1 cigarette (one or a few puffs)
- 1 cigarette
- 2-3 cigarettes
- 4-5 cigarettes
- 6-10 cigarettes
- 11-15 cigarettes
- 16-20 cigarettes
- 21-25 cigarettes
- More than 25 cigarettes
- I don't know

**45. Write the correct number in the box. During August, the most I smoked in a single day was...**

cigarettes

OR

- Less than one cigarette (one or a few puffs)

OR

- I don't know

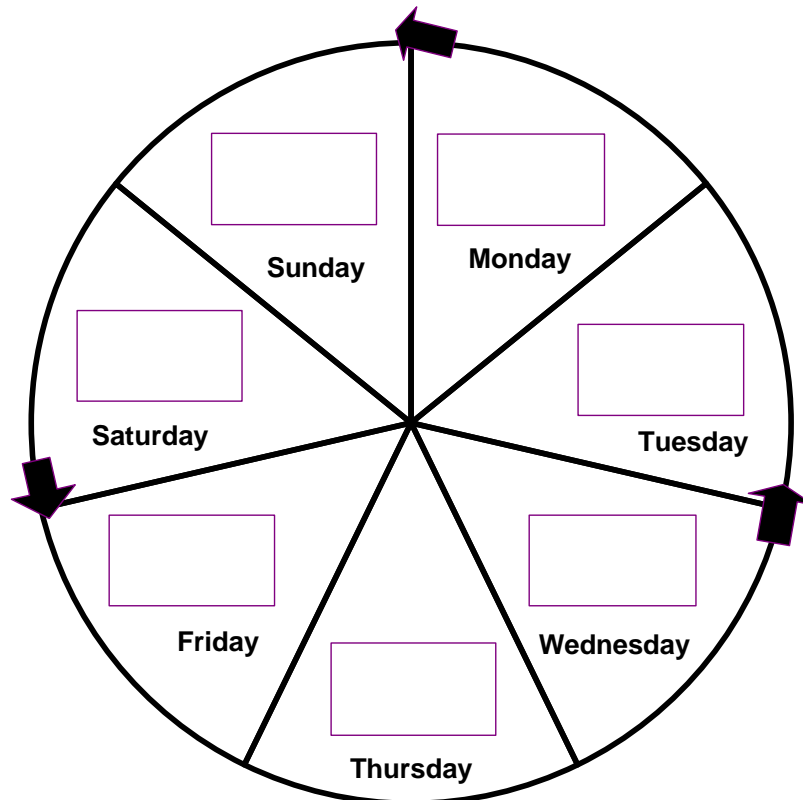


46. Now, think about the past 7 days. Did you smoke any cigarettes in the past 7 days, even just a puff?

No → Go to **INSTRUCTIONS** box at the bottom of the page

Yes

47. Starting with yesterday which was \_\_\_\_\_, follow the arrows and write in the box how many cigarettes you smoked on each day, even just a puff. If an answer is zero, write in "0".



### INSTRUCTIONS

Did you smoke in August, September, or October (even just a puff)?

**YES** → Please continue the questionnaire.

**NO** → Please go to the end of the questionnaire and work quietly on the puzzles.

**48. How often do you smoke cigarettes?**

	Never	Sometimes	Often / Always
While waiting for a bus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
After a meal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Going to school in the morning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Going home from school in the afternoon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
When you are alone	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
When you are with your friends	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
At home	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
On the weekends	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
At lunch or between classes at school	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In the evenings, on school days	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**49. Do one or both of your parents know that you (have) smoke(d) cigarettes?**

- No
- Yes
- I don't know

**50. Are you allowed to smoke inside your home?**

- No
- Yes

**51. Do you smoke cigarettes now because it is really hard to quit?**

- No
- Sometimes
- Often/always
- I don't know because I have never tried to quit
- Other → Please explain \_\_\_\_\_
- I don't know (I smoke so little) or this does not apply to me

**52. How much of a cigarette do you usually smoke?**

- One or a few puffs
- Less than half of it
- About half of it
- Most of the cigarette
- Right down to or near the filter
- I don't know (I smoke so little) or this does not apply to me

**53. Now think about the times when you have cut down or stopped using cigarettes or when you haven't been able to smoke for a long period (like most of the day). How often did you experience the following...?**

	Never	Rarely	Sometimes	Often
Feeling irritable or angry	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feeling restless	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Increased appetite or hunger	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Heart beat slowed down	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feeling nervous, anxious or tense	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feeling down, depressed, miserable or sad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trouble concentrating	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feeling drowsy or sleepy	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Headaches	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upset stomach	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Feeling a strong urge or need to smoke	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trouble sleeping	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**54. On the days that you smoke, when do you usually smoke your first cigarette of the day?**

- Right when you wake up
- In the morning
- In the afternoon
- In the evening
- Another time \_\_\_\_\_  
When?
- I don't know (I smoke so little) or this does not apply to me

**55. Which cigarette would you most hate to give up?  
Check ONE box.**

- Last one of the day
- First one of the morning
- After meals
- With alcohol
- When experiencing negative emotions like being upset
- After school
- When I'm at a party or hanging out with friends
- Other \_\_\_\_\_  
Describe
- I don't know (I smoke so little) or this does not apply to me

**56. Do you find it difficult not to smoke in places where it's not allowed (at a movie theatre, at home if your parents don't know you smoke)?**

- Not at all difficult
- A bit difficult
- Very difficult
- I don't know (I smoke so little) or this does not apply to me

**57. If you are sick with a bad cold or sore throat, do you smoke?**

- No, I stop smoking when I'm sick
- Yes, but I cut down on the amount I smoke
- Yes, I smoke the same amount as when I'm not sick
- I don't know (I smoke so little) or this does not apply to me

**58. How deeply do you usually inhale the smoke?**

- Just into my mouth
- Back into my throat
- Into my lungs shallow
- Into my lungs deep
- I don't know (I smoke so little) or this does not apply to me

**59. How true are each of the following statements for you?**

	Not at all true	A bit true	Very true
When I am angry, smoking cigarettes calms me down.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cigarettes are good for dealing with boredom.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
When I'm upset with someone, a cigarette helps me cope.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
When I'm feeling down, a cigarette makes me feel good.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A cigarette gives me energy when I'm tired.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I enjoy the taste of a cigarette.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
When I'm alone, a cigarette helps me pass the time.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Smoking cigarettes calms me down when I feel nervous.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Smoking cigarettes helps me control my weight.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
When I have a problem, a cigarette helps me feel better about it.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Smoking cigarettes helps me concentrate on my homework.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Smoking cigarettes relieves tension when I am stressed.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**60. How true are each of the following statements for you?**

	Not at all true	A bit true	Very true
I feel a sense of control over my smoking. I can "take it or leave it" at any time.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sometimes even when I tell myself I'm not going to have a cigarette, I find myself smoking anyway.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I consider myself to be a social smoker.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I avoid going to a friend's house where you're not allowed to smoke even though I might enjoy hanging out with him/her.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In situations where I need to go outside to smoke, it's worth it even in cold or rainy weather.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I feel more comfortable with other smokers than with non-smokers.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I go for hours or days without smoking and I don't even realise it.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
If I wake up during the night, I feel I need a cigarette.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I can function much better in the morning after I've had a cigarette.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I have cut down or stopped physical activities or sports because of my smoking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**61. Do you ever have cravings to smoke cigarettes?**

- No → Go to question 66
- Yes

**62. How often do you have cravings to smoke cigarettes?**

- Very rarely
- Sometimes
- Often
- Very often

**63. How strong are your cravings to smoke cigarettes?.**

- Not at all strong
- A bit strong
- Quite strong
- Very strong

**64. When you crave a cigarette, how much of the cigarette can satisfy your urge to smoke?**

- A few puffs
- Less than half of the cigarette
- About half of the cigarette
- The whole cigarette
- More than a whole cigarette

**65. How much of the craving that you feel is ..?**

	None	A little bit	Quite a bit	A whole lot
From your body	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
From your head	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**66. How true are each of the following statements for you?**

	Not at all true	A bit true	Very true
Compared to when I first started smoking, I need to smoke a lot more now to be satisfied.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Compared to when I first started smoking, I can smoke much more now before I start to feel nauseated or ill.  OR <input type="checkbox"/> I've never felt nauseated or ill from smoking.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I get dizzy or nauseous when I smoke my usual amount of cigarettes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I often run out of cigarettes quicker than I thought I would	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I spend a lot of time getting cigarettes (going out of my way to a store where I know they will sell to me; trying to find someone who will buy them for me)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I spend a lot of time smoking cigarettes (chain smoking, smoking a lot throughout the day)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I've stopped hanging out with certain people because of my smoking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**67. Now to finish off, a few questions about quitting smoking. At this point in time, how much do you really want to quit smoking cigarettes completely and forever?**

- Not at all
- A little bit
- Quite a bit
- A whole lot

**68. In the past 3 months, did you seriously try to quit smoking completely and forever?**

- No → *Go to question 70*
- Yes, once
- Yes, two or more times

69. Think about the last time you tried to quit smoking. Did you quit smoking completely (for a while)?

- No, but I cut down a lot
- No, but I cut down a little
- No, the amount I smoke didn't change at all
- Yes → I quit completely for  days  
write number of days
- Yes → I quit completely and have remained non smoking ever since

70. How confident are you right now that you can or you have quit smoking completely and forever ?

- Very confident
- Fairly confident
- Not very confident
- Not at all confident

71. What is the **MAIN REASON** that you don't quit smoking now. Check **ONE** box only.

- I don't want to, I enjoy smoking
- It's become a routine that would be really hard to break
- It's too hard because everyone around me smokes
- My cravings for cigarettes are too strong
- I have too much stress in my life
- I feel uncomfortable when I stop smoking
- I don't need to (because I smoke so little now)
- Something else → Describe \_\_\_\_\_

AQ26. Do you plan to quit smoking completely and forever (please answer each question)...

	NO	YES	I don't know
In the next month?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In the next 6 months? <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**THAT'S ALL! THANK YOU VERY MUCH**

**Annexe 4** : Tableau récapitulatif des variables environnementales.

Tableau 3. Description des variables de l'environnement et de leur recueil. Etude NDI. Montréal, Canada. 1999-2019.

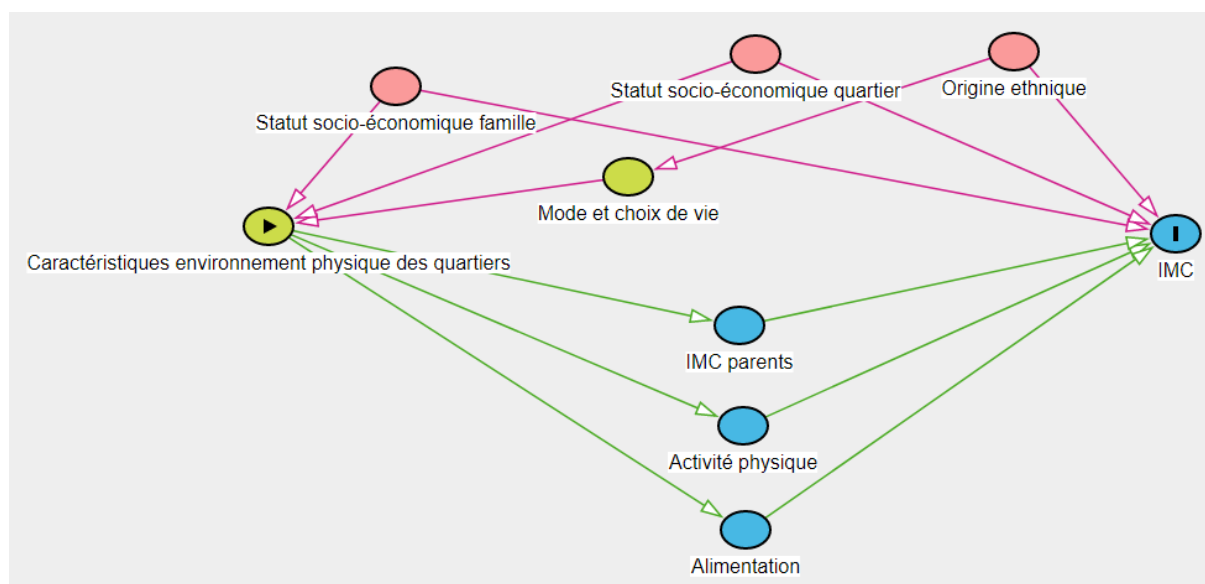
Variables	Indicateur	Types de la variable	Année de collecte	Source des données**
<b>Environnement physique</b>				
<b>Trafic routier</b>	Longueur des rues et routes (km)	Quantitative continue	2002	DMTI
<b>Intersection</b>	Nombre d'intersections à 3 branches ou plus par km <sup>2</sup>	Quantitative discrète	2002	DMTI
<b>Densité de population</b>	Densité de population (hab/km <sup>2</sup> )	Quantitative continue	2001	Recensement
<b>Diversité des sols</b>	Nombre de catégories différentes d'utilisation des sols	Indicateur continue de 0 (faible) à 1 (élevé)	2002	DMTI
<b>Végétation</b>	Moyenne zonale de NDVI*	Indicateur continue de -1 (faible) à 1 (élevé)	2001	Landsat
<b>Environnement des services</b>				
<b>Parc</b>	Nombre de parcs	Catégorielle (tertiles) : [0 ;1], 2, > 2	2002	DMTI
<b>Commerces malsains</b>	Nombre de fast-foods et de dépanneurs	Catégorielle (tertiles) : 0, ]0 ;2], > 2	2003	DMTI
<b>Commerces sains</b>	Nombre de supermarchés, hypermarchés, épicerie et fruiteries	Catégorielle (tertiles) : 0, ]0 ;2], > 2	2003	DMTI
<b>Environnement socio-économique</b>				
<b>Monoparentalité</b>	Pourcentage de familles monoparentales (%)	Quantitative continue	2001	Recensement
<b>Chômage</b>	Taux de chômage (%)	Quantitative continue	2001	Recensement
<b>Éducation</b>	Pourcentage de personne ≥ 20 ans avec un diplôme universitaire (%)	Quantitative continue	2001	Recensement
<b>Faible revenu</b>	Pourcentage de personne ≥ 15 ans sous le seuil de faible revenu (%)	Quantitative continue	2001	Recensement

\* : indice de végétation par différence normalisée

\*\* : elles ont ensuite été gérées par MEGAPHONE

**Annexe 5** : Graphe orienté acyclique (DAG) entre les caractéristiques physiques des quartiers et l'indice de masse corporelle des adolescents.

**Figure 1** : Graphe orienté acyclique entre les caractéristiques physiques des quartiers et l'indice de masse corporelle des adolescents.



### Justification

L'ajustement sur le niveau socio-économique du quartier permet de voir s'il existe une association entre les caractéristiques physiques et l'obésité au-delà principalement de la défavorisation du quartier. Le niveau socio-économique du quartier a un impact sur les caractéristiques des quartiers : plus de pauvreté, moins d'infrastructures, etc. Mais également sur l'IMC des individus comme on peut le voir dans la littérature (1). L'ajustement sur le niveau socio-économique de la famille est nécessaire. En effet, ce facteur a un impact sur le choix du quartier dans lequel les individus vont vivre ainsi que sur leur statut pondéral (2,3). Ajuster sur l'origine ethnique permet de prendre des prédispositions particulières mais surtout des habitudes qui peuvent différer selon les coutumes. Ce paramètre va influencer les modes de vie et donc le type de quartier dans lequel l'individu souhaite vivre et donc les caractéristiques des quartiers. D'autre part, il a été montré que l'ethnicité était associée à l'IMC des individus (4). En effet, l'IMC diffère d'une ethnie à l'autre en raison de facteurs environnementaux et de mode de vie. Dans cette étude, le pays de naissance a été pris en compte pour représenter ce paramètre car les plus grandes différences d'habitudes de vie vont être entre les individus nés au Canada et ceux nés hors Canada. Les modèles n'ont pas été ajustés sur l'activité physique et l'alimentation car ces facteurs sont sur le chemin causal entre les quartiers et l'obésité. En effet, il semblerait que les caractéristiques des quartiers influencent l'alimentation et la dépense énergétique des sujets qui eux-mêmes ont un impact direct sur leur statut pondéral. Ce sont donc des médiateurs et non des facteurs de confusion.

**Sources :**

- 1- Kim Y, Cubbin C, Oh S. A systematic review of neighbourhood economic context on child obesity and obesity-related behaviours. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2019;20(3):420–31.
- 2- Jansen PW, Mensah FK, Nicholson JM, Wake M. Family and neighbourhood socioeconomic inequalities in childhood trajectories of BMI and overweight: longitudinal study of Australian children. *PloS One.* 2013;8(7):e69676.
- 3- Crespi CM, Wang MC, Seto E, Mare R, Gee G. Associations of family and neighborhood socioeconomic characteristics with longitudinal adiposity patterns in a biracial cohort of adolescent girls. *Biodemography Soc Biol.* 2015;61(1):81–97.
- 4- WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet.* 2004 Jan 10;363(9403):157–63.



**Annexe 6** : Comparaison des caractéristiques des individus avec 3 mesures anthropométriques et ceux qui ont 1 ou 2 mesures anthropométriques selon le sexe.

**Tableau 4.** Comparaison des caractéristiques individuelles des filles incluses possédant les 3 mesures de z-scores d'indice de masse corporelle (IMCz) (n= 311) et des filles incluses avec 1 ou 2 des mesures d'IMCz d'intérêt (n=96). Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Filles avec 3 mesures d'IMCz n = 311		Filles avec 1 ou 2 mesure(s) d'IMCz n = 96	
	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)
<b>Durée de suivi moyen (années)*</b>	311 (100)	4,4 (4,3 – 4,4)	96 (100)	4,1 (3,3 – 4,4)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>				
<b>Age (années)</b>				
Cycle 1	311 (100)	12,6 (0,4)	96 (100)	12,6 (0,5)
Cycle 12	311 (100)	15,1 (0,3)	82 (85,4)	15,1 (0,4)
Cycle 19	311 (100)	16,9 (0,3)	50 (52,1)	16,9 (0,3)
<b>Langue principale</b>				
Anglais	189 (60,8)		54 (56,2)	
Français	66 (21,2)		24 (25,0)	
Les deux	31 (10,0)		10 (10,4)	
Autres	25 (8,0)		8 (8,3)	
<b>Pays de naissance</b>				
Canada	294 (94,5)		86 (89,6)	
Autre	17 (5,5)		10 (10,4)	
<b>Famille monoparentale</b>				
Non	276 (89,9)		68 (85,0)	
Oui	31 (10,1)		12 (15,0)	
<b>Éducation parents<sup>1</sup></b>				
≤ lycée	52 (17,7)		22 (26,2)	
Professionnel	57 (19,4)		19 (22,6)	
≥ université	185 (62,9)		43 (51,2)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>				
<b>IMCz<sup>2</sup></b>				
Cycle 1	311 (100)	0,09 (1,0)	69 (71,9)	0,50 (1,0)
Cycle 12	311 (100)	0,18 (0,8)	70 (72,9)	0,40 (0,8)
Cycle 19	311 (100)	0,12 (0,8)	37 (38,5)	0,18 (1,0)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>				
Normal	253 (81,4)		46 (66,7)	
Surpoids	34 (10,9)		15 (21,7)	
Obésité	24 (7,7)		8 (11,6)	
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>				
Normal	259 (83,3)		53 (75,7)	
Surpoids	34 (10,9)		13 (18,6)	
Obésité	18 (5,8)		4 (5,7)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>				
Normal	270 (86,8)		30 (81,1)	
Surpoids	29 (9,3)		6 (16,2)	
Obésité	12 (3,9)		1 (2,7)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>				
<b>Activité physique<sup>3*</sup></b>	311 (100)	11,8 (7,0 – 20,8)	85 (88,5)	11,2 (6,8 – 17,0)
<b>A déjà fumé</b>				
Non	244 (79,2)		49 (60,5)	
Oui	64 (20,8)		32 (39,5)	
<b>Consommation d'alcool**</b>				
Jamais	199 (65,2)		46 (56,8)	
≥ 1 fois	106 (34,8)		35 (43,2)	
<b>Déménagements</b>				
Non	236 (75,9)		59 (61,5)	
Oui	19 (6,1)		5 (5,2)	
Ne sait pas	56 (18,0)		32 (33,3)	

\* : médiane (Q1-Q3), <sup>1</sup> : plus haut niveau entre les deux parents, <sup>2</sup> : z-score d'indice de masse corporelle, <sup>3</sup> : nombre de jours par semaine cumulé où la personne a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées, \*\* : dans le mois précédent l'enquête

**Tableau 5.** Comparaison des caractéristiques environnementales des filles incluses possédant les 3 mesures de z-scores d'indice de masse corporelle (IMCz) (n= 311) et des filles incluses avec 1 ou 2 des mesures d'IMCz d'intérêt (n=96). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variables	Filles avec 3 mesures n = 311		Filles avec 1 ou 2 mesures n = 96	
	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)
<b>NDVI<sup>1</sup></b>	311 (100)	-0,10 (0,12 - -0,02)	96 (100)	-0,01 (-0,11 - 0,07)
<b>Diversité d'utilisation des sols</b>	311 (100)	0,31 (0,18 - 0,42)	96 (100)	0,35 (0,19 - 0,44)
<b>Nombre de parcs</b>				
[ 0 ; 1]	164 (52,7)		50 (52,1)	
2	83 (26,7)		26 (27,1)	
>2	64 (20,6)		20 (20,8)	
<b>Longueur totale des routes (km)*</b>	311 (100)	10,6 (4,4)	96 (100)	10,6 (4,4)
<b>Nombre d'intersections</b>	311 (100)	48 (33 - 60)	96 (100)	47 (33 - 62)
<b>Densité de population (hab/km<sup>2</sup>)</b>	311 (100)	3660 (2382 - 6788)	96 (100)	3993 (2244 - 7142)
<b>Nombre de commerces sains<sup>2</sup></b>				
0	130 (41,8)		32 (33,3)	
]0;2]	58 (18,6)		27 (28,1)	
>2	123 (39,5)		37 (38,5)	
<b>Nombre de commerces malsains<sup>3</sup></b>				
0	135 (43,4)		36 (37,5)	
]0;2]	64 (20,6)		20 (20,8)	
>2	112 (36,0)		40 (41,7)	
<b>Personne de 15 ans et + sous le seuil de faible revenu (%)</b>	311 (100)	13,8 (6,8 - 25,5)	96 (100)	17,9 (8,7 - 28,9)
<b>Taux de chômage (%)</b>	311 (100)	6,3 (4,3 - 8,9)	96 (100)	6,6 (4,5 - 9,6)
<b>Personne de 20 ans et + avec un diplôme universitaire (%)</b>	311 (100)	28,5 (19,8 - 35,7)	96 (100)	24,0 (14,7 - 31,0)
<b>Familles monoparentales (%)</b>	311 (100)	15,3 (10,2 - 21,3)	96 (100)	16,3 (11,6 - 22,8)

<sup>1</sup> : indice de végétation par différence normalisée

\* : moyenne (écart-type)

<sup>2</sup> : comprends hypermarchés, supermarchés, épiceries, fruiteries et magasins d'alimentation

<sup>3</sup> : comprends dépanneurs et fast-food

**Tableau 6.** Comparaison des caractéristiques individuelles des garçons exclus possédant les 3 mesures de z-scores d'indice de masse corporelle (IMCz) (n= 292) et des garçons exclus avec 1 ou 2 des mesures d'IMCz d'intérêt (n=75). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons avec 3 mesures n = 292		Garçons avec 1 ou 2 mesures n = 75	
	n (%)	Moyenne (sd)	n (%)	Moyenne (sd)
<b>Durée de suivi moyen (années)*</b>	292 (100)	4,3 (4,2 – 4,4)	75 (100)	4,0 (3,5 – 4,4)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>				
<b>Age (années)</b>				
Cycle 1	292 (100)	12,7 (0,4)	75 (100)	12,8 (0,5)
Cycle 12	292 (100)	15,1 (0,4)	63 (84,0)	15,3 (0,5)
Cycle 19	292 (100)	17,0 (0,4)	35 (46,7)	17,1 (0,4)
<b>Langue principale</b>				
Anglais	179 (61,3)		47 (62,7)	
Français	52 (17,8)		16 (21,3)	
Les deux	30 (10,3)		8 (10,7)	
Autres	31 (10,6)		4 (5,3)	
<b>Pays de naissance</b>				
Canada	270 (92,5)		72 (96,0)	
Autre	22 (7,5)		3 (4,0)	
<b>Famille monoparentale</b>				
Non	264 (94,0)		61 (91,0)	
Oui	17 (6,0)		6 (9,0)	
<b>Éducation parents<sup>1</sup></b>				
≤ lycée	32 (12,1)		12 (17,9)	
Professionnel	51 (19,3)		17 (25,4)	
≥ université	181 (68,6)		38 (56,7)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>				
<b>IMCz<sup>2</sup></b>				
Cycle 1	292 (100)	0,25 (1,0)	52 (69,3)	0,67 (0,9)
Cycle 12	292 (100)	0,32 (0,9)	58 (77,3)	0,46 (0,9)
Cycle 19	292 (100)	0,26 (0,9)	30 (40,0)	0,10 (1,0)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>				
Normal	222 (76,0)		34 (65,4)	
Surpoids	42 (14,4)		11 (21,2)	
Obésité	28 (9,6)		7 (13,5)	
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>				
Normal	233 (79,8)		45 (77,6)	
Surpoids	35 (12,0)		7 (12,1)	
Obésité	24 (8,2)		6 (10,3)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>				
Normal	238 (81,5)		25 (83,3)	
Surpoids	29 (9,9)		2 (6,7)	
Obésité	25 (8,6)		3 (10,0)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>				
<b>Activité physique<sup>3*</sup></b>	292 (100)	16,2 (9,3 – 25,4)	72 (96,0)	18,2 (12,7 – 31,0)
<b>A déjà fumé</b>				
Non	231 (81,6)		39 (58,2)	
Oui	52 (18,4)		28 (41,8)	
<b>Consommation d'alcool**</b>				
Jamais	169 (60,8)		30 (45,5)	
≥ 1 fois	109 (39,2)		36 (54,5)	
<b>Déménagements</b>				
Non	206 (70,5)		29 (38,7)	
Oui	31 (10,6)		1 (1,3)	
Ne sait pas	55 (18,8)		45 (60,0)	

\* : médiane (Q1-Q3), <sup>1</sup> : plus haut niveau entre les deux parents, <sup>2</sup> : z-score d'indice de masse corporelle, <sup>3</sup> : nombre de jours par semaine cumulé où la personne a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées, \*\* : dans le mois précédent l'enquête

**Tableau 7.** Comparaison des caractéristiques environnementales des garçons inclus possédant les 3 mesures de z-scores d'indice de masse corporelle (IMCz) (n= 292) et des garçons inclus avec 1 ou 2 des mesures d'IMCz d'intérêt (n=75). Étude NDIT, Montréal. 1999-2018.

Variables	Garçons avec 3 mesures n = 292		Garçons avec 1 ou 2 mesures n = 75	
	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)
<b>NDVI<sup>1</sup></b>	292 (100)	0,00 (-0,07 – 0,07)	75 (100)	0,00 (-0,10 – 0,07)
<b>Diversité d'utilisation des sols</b>	292 (100)	0,28 (0,15 – 0,38)	75 (100)	0,32 (0,17 – 0,42)
<b>Nombre de parcs</b>				
[ 0 ; 1]	144 (49,3)		34 (45,3)	
2	91 (31,2)		17 (22,7)	
>2	57 (19,5)		24 (32,0)	
<b>Longueur totale des routes (km)*</b>	292 (100)	10,40 (4,3)	75 (100)	10,0 (4,8)
<b>Nombre d'intersections</b>	292 (100)	44 (33 – 60)	75 (100)	41 (29 – 60)
<b>Densité de population (hab/km<sup>2</sup>)</b>	292 (100)	3042 (2119 – 6485)	75 (100)	3282 (1992 – 6390)
<b>Nombre de commerces sains<sup>2</sup></b>				
0	117 (40,1)		32 (42,7)	
]0 ; 2]	66 (22,6)		16 (21,3)	
>2	109 (37,3)		27 (36,0)	
<b>Nombre de commerces malsains<sup>3</sup></b>				
0	133 (45,5)		39 (52,0)	
]0 ; 2]	60 (20,5)		11 (14,7)	
>2	99 (33,9)		25 (33,3)	
<b>Personne de 15 ans et + sous le seuil de faible revenu (%)</b>	292 (100)	14,4 (6,6 – 25,4)	75 (100)	15,2 (7,0 – 24,9)
<b>Taux de chômage (%)</b>	292 (100)	6,2 (4,7 – 8,9)	75 (100)	5,6 (4,1 – 8,4)
<b>Personne de 20 ans et + avec un diplôme universitaire (%)</b>	292 (100)	28,4 (18,7 – 36,7)	75 (100)	28,5 (23,0 – 36,1)
<b>Familles monoparentales (%)</b>	292 (100)	15,7 (9,5 – 20,8)	75 (100)	16,0 (9,2 – 21,1)

<sup>1</sup> : indice de végétation par différence normalisée

\* : moyenne (écart-type)

<sup>2</sup> : comprends hypermarchés, supermarchés, épiceries, fruiteries et magasins d'alimentation

<sup>3</sup> : comprends dépanneurs et fast-food

**Annexe 7** : Comparaison des caractéristiques des individus inclus sans donnée manquante sur la variable « éducation des parents » et avec donnée manquante sur cette variable selon le sexe.

**Tableau 8.** Comparaison des caractéristiques individuelles des filles incluses sans donnée manquante sur la variable « éducation des parents » (n=378) et des filles incluses sans donnée manquante sur cette même variable (n = 29). Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Filles sans donnée manquante sur la variable n = 378		Filles avec donnée manquante sur la variable n = 29	
	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)
<b>Durée de suivi moyen (années)</b>	378 (100)	4,3 (4,2 – 4,4)	29 (100)	4,3 (4,1 – 4,4)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>				
<b>Age (années)</b>				
Cycle 1	378 (100)	12,6 (0,4)	29 (100)	12,7 (0,6)
Cycle 12	367 (97,1)	15,1 (0,4)	26 (89,7)	15,1 (0,4)
Cycle 19	340 (90,0)	16,9 (0,3)	21 (72,4)	16,9 (0,4)
<b>Langue principale</b>				
Anglais	223 (59,0)		20 (69,0)	
Français	85 (22,5)		5 (17,2)	
Les deux	40 (10,6)		1 (3,4)	
Autres	30 (7,9)		3 (10,3)	
<b>Pays de naissance</b>				
Canada	354 (93,7)		26 (89,7)	
Autres	24 (6,3)		3 (10,3)	
<b>Famille monoparentale</b>				
Non	320 (89,1)		24 (85,7)	
Oui	39 (10,9)		4 (14,3)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>				
<b>IMCz<sup>2</sup></b>				
Cycle 1	354 (93,7)	0,16 (1,0)	26 (89,7)	0,16 (1,3)
Cycle 12	356 (94,2)	0,21 (0,8)	25 (86,2)	0,35 (0,9)
Cycle 19	327 (86,5)	0,13 (0,8)	21 (72,4)	0,11 (0,9)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>				
Normal	279 (78,8)		20 (76,9)	
Surpoids	46 (13,0)		3 (11,5)	
Obésité	29 (8,2)		3 (11,5)	
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>				
Normal	293 (82,3)		19 (76,0)	
Surpoids	44 (12,4)		3 (12,0)	
Obésité	19 (5,3)		3 (12,0)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>				
Normal	282 (86,2)		18 (85,7)	
Surpoids	32 (9,8)		3 (14,3)	
Obésité	13 (4,0)		0 (0,0)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>				
<b>Activité physique<sup>3*</sup></b>	368 (97,4)	11,5 (7,0 – 19,8)	28 (96,6)	11,6 (6,8 – 19,5)
<b>Déjà fumé</b>				
Non	272 (75,3)		21 (75,0)	
Oui	89 (24,7)		7 (25,0)	
<b>Consommation alcool**</b>				
Jamais	228 (63,7)		17 (60,7)	
≥ 1	130 (36,3)		11 (39,3)	
<b>Déménagements</b>				
Non	280 (74,1)		15 (51,7)	
Oui	21 (5,6)		3 (10,3)	
Ne sait pas	77 (20,4)		11 (37,9)	

\* : médiane (Q1-Q3), <sup>2</sup> : z-score d'indice de masse corporelle, <sup>3</sup> : nombre de jours par semaine cumulé où la personne a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées, \*\* : dans le mois précédent l'enquête

**Tableau 9.** Comparaison des caractéristiques environnementales des filles incluses sans donnée manquante sur la variable « éducation des parents » (n=378) et des filles incluses sans donnée manquante sur cette même variable (n = 29). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variables	Filles sans donnée manquante sur la variable n = 378		Filles avec donnée manquante sur la variable n = 29	
	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)
<b>NDVI<sup>1</sup></b>	378 (100)	-0,02 (-0,10 – 0,07)	29 (100)	-0,05 (-0,11 – 0,05)
<b>Diversité d'utilisation des sols</b>	378 (100)	0,32 (0,19 – 0,42)	29 (100)	0,40 (0,21 – 0,47)
<b>Nombre de parcs</b>				
[ 0 ; 1]	200 (52,9)		14 (48,3)	
2	101 (26,7)		8 (27,6)	
>2	77 (20,4)		7 (24,1)	
<b>Longueur totale des routes (km)*</b>	378 (100)	10,6 (4,4)	29 (100)	10,6 (3,8)
<b>Nombre d'intersections</b>	378 (100)	48 (33 – 61)	29 (100)	46 (34 – 59)
<b>Densité de population (hab/km<sup>2</sup>)</b>	378 (100)	3674 (2333 – 6915)	29 (100)	5943 (2446 – 7208)
<b>Nombre de commerces sains<sup>2</sup></b>				
0	153 (41,3)		6 (20,7)	
]0 ; 2]	75 (19,8)		10 (34,5)	
>2	147 (38,9)		13 (44,8)	
<b>Nombre de commerces malsains<sup>3</sup></b>				
0	162 (42,9)		9 (31,0)	
]0 ; 2]	77 (20,4)		7 (24,1)	
>2	139 (36,8)		13 (44,8)	
<b>Personne de 15 ans et + sous le seuil de faible revenu (%)</b>	378 (100)	14,7 (7,1 – 2,1)	29 (100)	19,4 (8,6 – 33,1)
<b>Taux de chômage (%)</b>	378 (100)	6,2 (4,4 – 8,8)	29 (100)	7,2 (6,0 – 12,1)
<b>Personne de 20 ans et + avec une licence ou plus (%)</b>	378 (100)	27,3 (19,0 – 35,3)	29 (100)	26,0 (15,6 – 34,2)
<b>Familles monoparentales (%)</b>	378 (100)	15,6 (10,5 – 21,4)	29 (100)	17,5 (11,0 – 21,8)

<sup>1</sup> : indice de végétation par différence normalisée

\* : moyenne (écart-type)

<sup>2</sup> : comprends hypermarchés, supermarchés, épiceries, fruiteries et magasins d'alimentation

<sup>3</sup> : comprends dépanneurs et fast-food

**Tableau 10.** Comparaison des caractéristiques individuelles des garçons inclus sans donnée manquante sur la variable « éducation des parents » (n=331) et des garçons inclus sans donnée manquante sur cette même variable (n = 36). Étude NDI, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons sans donnée manquante sur la variable n = 331		Garçons avec donnée manquante sur la variable n = 36	
	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)
<b>Durée de suivi moyen (années)</b>	331 (100)	4,3 (4,2 – 4,4)	36 (100)	4,3 (4,1 – 4,3)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>				
<b>Age (années)</b>				
Cycle 1	331 (100)	12,7 (0,4)	36 (100)	12,8 (0,5)
Cycle 12	320 (96,7)	15,2 (0,4)	35 (97,2)	15,2 (0,4)
Cycle 19	296 (89,4)	17,0 (0,4)	31 (86,1)	17,0 (0,4)
<b>Langue principale</b>				
Anglais	207 (62,5)		19 (52,8)	
Français	63 (19,0)		5 (13,9)	
Les deux	33 (10,0)		5 (13,9)	
Autres	28 (8,5)		7 (19,4)	
<b>Pays de naissance</b>				
Canada	308 (93,1)		34 (94,4)	
Autres	23 (6,9)		2 (5,6)	
<b>Famille monoparentale</b>				
Non	292 (93,3)		33 (94,3)	
Oui	21 (6,7)		2 (5,7)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>				
<b>IMCz<sup>2</sup></b>				
Cycle 1	311 (94,0)	0,35 (1,0)	33 (91,7)	-0,05 (1,0)
Cycle 12	316 (95,5)	0,37 (0,9)	34 (94,4)	0,07 (0,8)
Cycle 19	291 (87,9)	0,25 (0,9)	31 (86,1)	0,16 (0,8)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>				
Normal	227 (73,0)		29 (87,9)	
Surpoids	51 (16,4)		2 (6,1)	
Obésité	33 (10,6)		2 (6,1)	
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>				
Normal	247 (78,2)		31 (91,2)	
Surpoids	40 (12,7)		2 (5,9)	
Obésité	29 (9,2)		1 (2,9)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>				
Normal	235 (80,8)		28 (90,3)	
Surpoids	30 (10,3)		1 (3,2)	
Obésité	26 (8,9)		2 (6,5)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>				
<b>Activité physique<sup>3*</sup></b>	328 (99,1)	17,0 (10,3 – 27,0)	36 (100)	11,6 (8,0 – 20,7)
<b>Déjà fumé</b>				
Non	247 (78,4)		23 (65,7)	
Oui	68 (21,6)		12 (34,3)	
<b>Consommation alcool<sup>**</sup></b>				
Jamais	179 (57,9)		20 (57,1)	
≥ 1	130 (42,1)		15 (42,9)	
<b>Déménagements</b>				
Non	212 (64,0)		23 (63,9)	
Oui	29 (8,8)		3 (8,3)	
Ne sait pas	90 (27,2)		10 (27,8)	

\* : médiane (Q1-Q3), <sup>2</sup> : z-score d'indice de masse corporelle, <sup>3</sup> : nombre de jours par semaine cumulé où la personne a réalisé un épisode de cinq minutes ou plus d'activité physique modéré et vigoureux pour chacune des activités présentées, \*\* : dans le mois précédent l'enquête

**Tableau 11.** Comparaison des caractéristiques environnementales des garçons inclus sans donnée manquante sur la variable « éducation des parents » (n=331) et des garçons inclus sans donnée manquante sur cette même variable (n = 36). Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variables	Garçons sans donnée manquante sur la variable n = 331		Garçons avec donnée manquante sur la variable n = 36	
	n (%)	Médiane (Q1-Q3)	n (%)	Médiane (Q1-Q3)
<b>NDVI<sup>1</sup></b>	331 (100)	0,00 (-0,09 – 0,07)	36 (100)	0,03 (-0,05 – 0,06)
<b>Diversité d'utilisation des sols</b>	331 (100)	0,29 (0,15 – 0,40)	36 (100)	0,26 (0,17 – 0,38)
<b>Nombre de parcs</b>				
[ 0 ; 1]	158 (47,7)		20 (55,6)	
2	100 (30,2)		8 (22,2)	
>2	73 (22,1)		8 (22,2)	
<b>Longueur totale des routes (km)*</b>	331 (100)	10,3 (4,4)	36 (100)	10,5 (4,4)
<b>Nombre d'intersections</b>	331 (100)	44 (32 – 60)	36 (100)	44 (32 – 60)
<b>Densité de population (hab/km<sup>2</sup>)</b>	331 (100)	3038 (2100 – 6426)	36 (100)	3411 (2094 – 6745)
<b>Nombre de commerces sains<sup>2</sup></b>				
0	133 (40,2)		16 (44,4)	
]0 ; 2]	77 (23,3)		5 (13,9)	
>2	121 (36,6)		15 (41,7)	
<b>Nombre de commerces malsains<sup>3</sup></b>				
0	156 (47,1)		16 (44,4)	
]0 ; 2]	64 (19,3)		7 (19,4)	
>2	111 (33,5)		13 (36,1)	
<b>Personne de 15 ans et + sous le seuil de faible revenu (%)</b>	331 (100)	14,5 (6,6 – 24,9)	36 (100)	11,3 (5,8 – 29,0)
<b>Taux de chômage (%)</b>	331 (100)	6,1 (4,5 – 8,8)	36 (100)	5,6 (4,3 – 10,0)
<b>Personne de 20 ans et + avec un diplôme universitaire (%)</b>	331 (100)	28,5 (20,1 – 36,9)	36 (100)	25,4 (12,6 – 32,4)
<b>Familles monoparentales (%)</b>	331 (100)	15,9 (9,4 – 20,6)	36 (100)	15,8 (10,4 – 14,3)

<sup>1</sup>: indice de végétation par différence normalisée

\* : moyenne (écart-type)

<sup>2</sup>: comprends hypermarchés, supermarchés, épiceries, fruiteries et magasins d'alimentation

<sup>3</sup>: comprends dépanneurs et fast-food



**Annexe 8** : Description des caractéristiques individuelles des sujets analysés selon les types de quartiers et le sexe.

**Tableau 12.** Description des caractéristiques individuelles des sujets analysés par clusters selon le sexe. Étude NDI, Montréal. 1999-2018.

Variables	Cluster « Campagne »				Cluster « Urbain »				Cluster « Village-urbain »			
	Garçons n = 138		Filles n = 117		Garçons n = 105		Filles n = 142		Garçons n = 88		Filles n = 119	
	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)
<b>Durée de suivi moyen (année)*</b>	138 (100)	4,3 (4,1 – 4,4)	117 (100)	4,3 (4,1 – 4,4)	105 (100)	4,3 (4,3 – 4,4)	142 (100)	4,3 (4,3 – 4,4)	88 (100)	4,3 (4,1 – 4,4)	119 (100)	4,3 (4,2 – 4,4)
<b>Caractéristiques socio-démographiques</b>												
<b>Age (années)</b>												
Cycle 1	138 (100)	12,7 (0,4)	117 (100)	12,6 (0,3)	105 (100)	12,7 (0,5)	142 (100)	12,6 (0,4)	88 (100)	12,7 (0,4)	119 (100)	12,6 (0,4)
Cycle 12	133 (96,4)	15,1 (0,4)	109 (93,2)	15,1 (0,3)	102 (97,1)	15,2 (0,5)	140 (98,6)	15,1 (0,4)	85 (96,6)	15,2 (0,4)	118 (99,2)	15,1 (0,4)
Cycle 19	128 (92,8)	17,0 (0,4)	106 (90,1)	16,9 (0,3)	91 (86,7)	17,0 (0,4)	126 (88,7)	16,9 (0,3)	77 (87,5)	17,0 (0,4)	108 (90,8)	16,9 (0,3)
<b>Langue principale</b>												
Anglais	112 (81,2)		96 (82,1)		32 (30,5)		51 (35,9)		63 (71,6)		76 (63,9)	
Français	5 (3,6)		3 (2,6)		49 (46,7)		67 (47,2)		9 (10,2)		15 (12,6)	
Les deux	17 (12,3)		14 (12,0)		8 (7,6)		7 (4,9)		8 (9,1)		19 (16,0)	
Autres	4 (2,9)		4 (3,4)		16 (15,2)		17 (12,0)		8 (9,1)		9 (7,6)	
<b>Pays de naissance</b>												
Canada	134 (97,1)		110 (94,0)		93 (88,6)		127 (89,4)		81 (92,0)		117 (98,3)	
Autre	4 (2,9)		7 (6,0)		12 (11,4)		15 (10,6)		7 (8,0)		2 (1,7)	
<b>Famille monoparentale</b>												
Non	120 (95,2)		100 (90,1)		96 (92,3)		117 (86,0)		76 (91,6)		103 (92,0)	
Oui	6 (4,8)		11 (9,9)		8 (4,8)		19 (14,0)		7 (8,4)		9 (8,2)	
<b>Éducation parents<sup>1</sup></b>												
≤ lycée	16 (11,6)		19 (16,2)		16 (15,2)		28 (19,7)		12 (13,6)		27 (22,7)	
Professionnel	26 (18,8)		19 (16,2)		25 (23,8)		32 (22,5)		17 (19,3)		25 (21,0)	
≥ université	96 (69,6)		79 (67,5)		64 (61,0)		82 (57,7)		59 (67,0)		67 (56,3)	
<b>Caractéristiques pondérales</b>												
<b>IMCz<sup>2</sup></b>												
Cycle 1	131 (94,9)	0,27 (0,9)	111 (94,9)	0,25 (1,0)	99 (94,2)	0,46 (1,0)	136 (95,8)	0,22 (1,0)	81 (92,0)	0,34 (1,1)	97 (81,5)	-0,01 (1,0)
Cycle 12	131 (94,9)	0,39 (0,9)	105 (89,7)	0,22 (0,8)	101 (96,2)	0,41 (0,9)	135 (95,1)	0,25 (0,9)	84 (95,5)	0,31 (1,0)	116 (97,5)	0,15 (0,8)
Cycle 19	127 (92,0)	0,29 (0,9)	100 (85,5)	0,26 (0,8)	87 (82,9)	0,31 (1,0)	120 (84,5)	0,02 (0,9)	77 (87,5)	0,14 (1,0)	107 (89,9)	0,12 (0,8)
<b>Statut pondéral, cycle 1</b>												
Normal	102 (77,9)		86 (77,5)		69 (69,7)		105 (77,2)		56 (69,1)		88 (82,2)	
Surpoids	21 (16,0)		16 (14,4)		16 (16,2)		16 (11,8)		14 (17,3)		14 (13,1)	
Obésité	8 (6,1)		9 (8,1)		14 (14,1)		15 (11,0)		11 (13,6)		5 (4,7)	

<sup>1</sup> : plus haut niveau entre les deux parents

<sup>2</sup> : z-score d'Indice de Masse Corporelle

Tableau 12 (suite). Description des caractéristiques individuelles des sujets analysés par clusters selon le sexe. Étude NDIT, Montréal. 1999-2018.

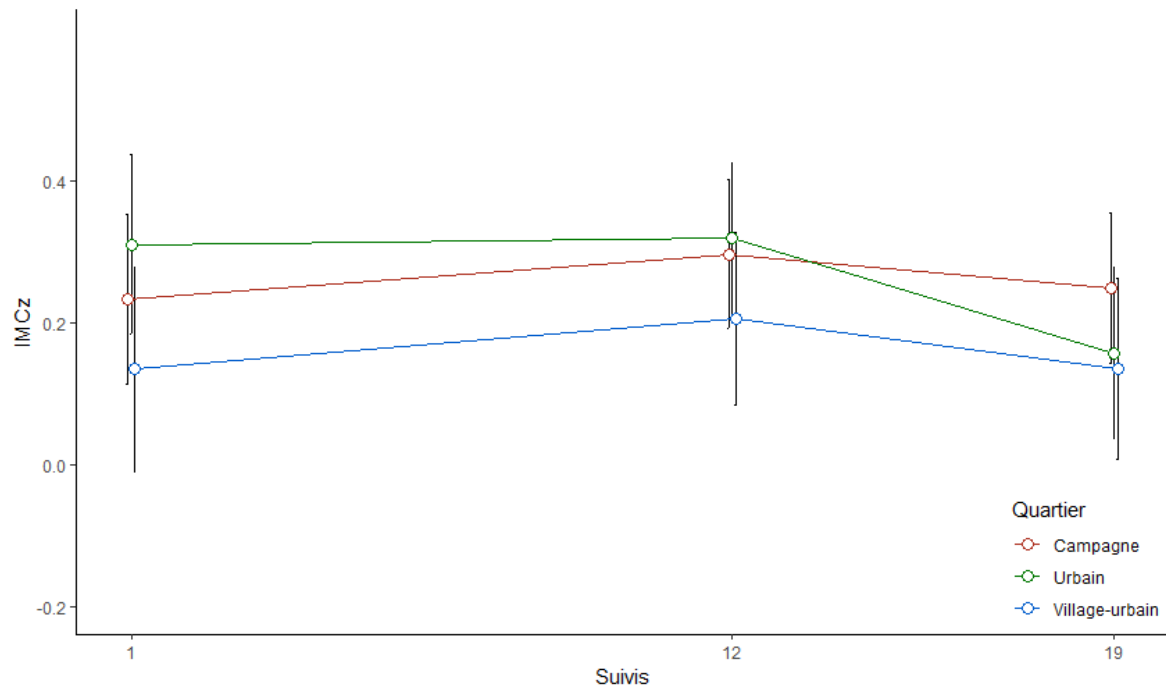
Variables	Cluster « Campagne »				Cluster « Urbain »				Cluster « Village-urbain »			
	Garçons n = 138		Filles n = 117		Garçons n = 105		Filles n = 142		Garçons n = 88		Filles n = 119	
	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)	n (%)	Moy (sd)
<b>Statut pondéral, cycle 12</b>												
Normal	104 (79,4)		85 (81,0)		78 (77,2)		107 (79,3)		65 (77,4)		101 (87,1)	
Surpoids	13 (9,9)		15 (14,3)		13 (12,9)		18 (13,3)		14 (16,7)		11 (9,5)	
Obésité	14 (10,7)		5 (4,8)		10 (9,9)		10 (7,4)		5 (6,0)		4 (3,4)	
<b>Statut pondéral, cycle 19</b>												
Normal	102 (80,3)		82 (82,0)		70 (80,5)		105 (87,5)		63 (81,8)		95 (88,8)	
Surpoids	15 (11,8)		15 (15,0)		7 (8,0)		9 (7,5)		8 (10,4)		8 (7,5)	
Obésité	10 (7,9)		3 (3,0)		10 (7,9)		6 (5,0)		6 (7,8)		4 (3,7)	
<b>Caractéristiques comportementales</b>												
		19,3		12,3		15,2		9,8		15,5		12,7
<b>Activité physique*</b>	136 (98,6)	(12,9 – 31,0)	112 (95,7)	(7,9 – 22,8)	105 (100)	(8,5 – 24,0)	140 (98,6)	(5,2 – 14,8)	87 (98,9)	(9,4 – 24,1)	116 (97,5)	(8,2 – 22,1)
<b>A déjà fumé</b>												
Non	101 (79,5)		86 (76,8)		80 (76,9)		97 (70,3)		66 (78,6)		89 (80,2)	
Oui	26 (20,5)		26 (23,2)		24 (23,1)		41 (29,7)		18 (21,4)		22 (19,8)	
<b>Consommation alcool **</b>												
Jamais	72 (57,6)		67 (59,8)		58 (57,4)		84 (61,8)		49 (59,0)		77 (70,0)	
≥ 1 fois	53 (42,4)		45 (40,2)		43 (42,6)		52 (38,2)		34 (41,0)		3 (30,0)	
<b>Déménagements</b>												
Non	95 (88,8)		84 (71,8)		58 (55,2)		97 (68,3)		59 (67,0)		99 (83,2)	
Oui	11 (8,0)		9 (7,7)		11 (10,5)		5 (3,5)		7 (8,0)		7 (5,9)	
Ne sait pas	32 (23,2)		24 (20,5)		36 (34,3)		40 (28,2)		22 (25,0)		13 (10,9)	

\* : moyenne sur la première année de suivi du temps d'activité physique modéré et vigoureux (recueillis lors des 4 premiers cycles), médiane (Q1-Q3)

\*\* : dans le mois précédent l'enquête

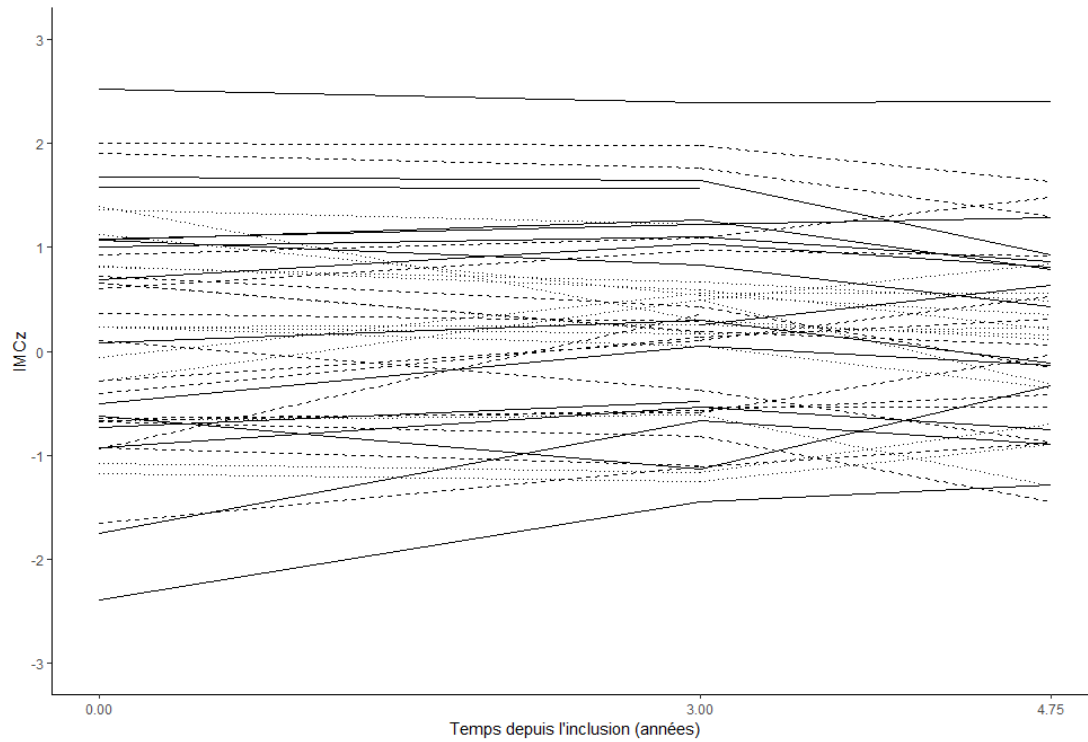
**Annexe 9** : Trajectoires moyennes d'IMCz selon les types de quartiers dans l'ensemble de la population.

**Figure 2** : Evolution des z-scores d'indice de masse corporelle moyens au cours du temps sur l'ensemble des sujets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

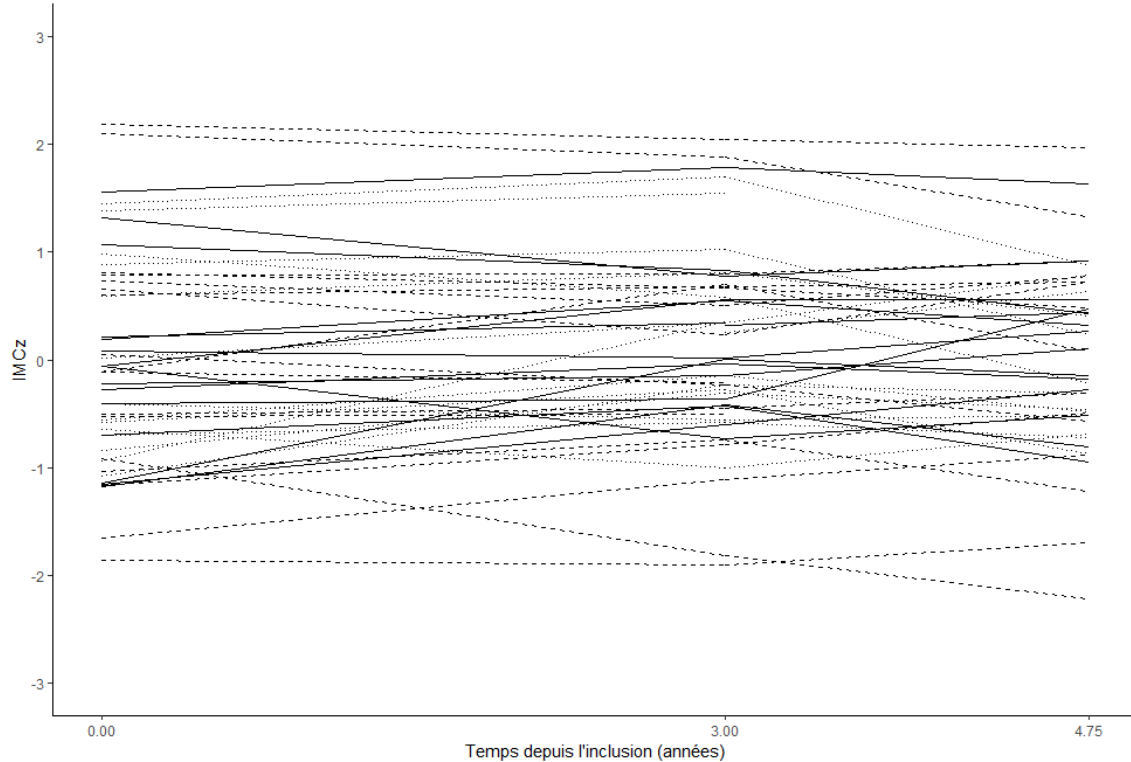


**Annexe 10** : Trajectoires individuelles brutes.

**Figure 3** : Trajectoires individuelles brutes chez 50 garçons sélectionnés aléatoirement. Étude NDIT, Montréal. 199-2019.



**Figure 4** : Trajectoires individuelles brutes chez 50 filles sélectionnées aléatoirement. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.



**Annexe 11** : Différences moyennes estimées d'IMCz selon les quartiers en tout temps.

**Tableau 13.** Différences moyennes estimées de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) selon le type de quartiers en tout temps par sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complets. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

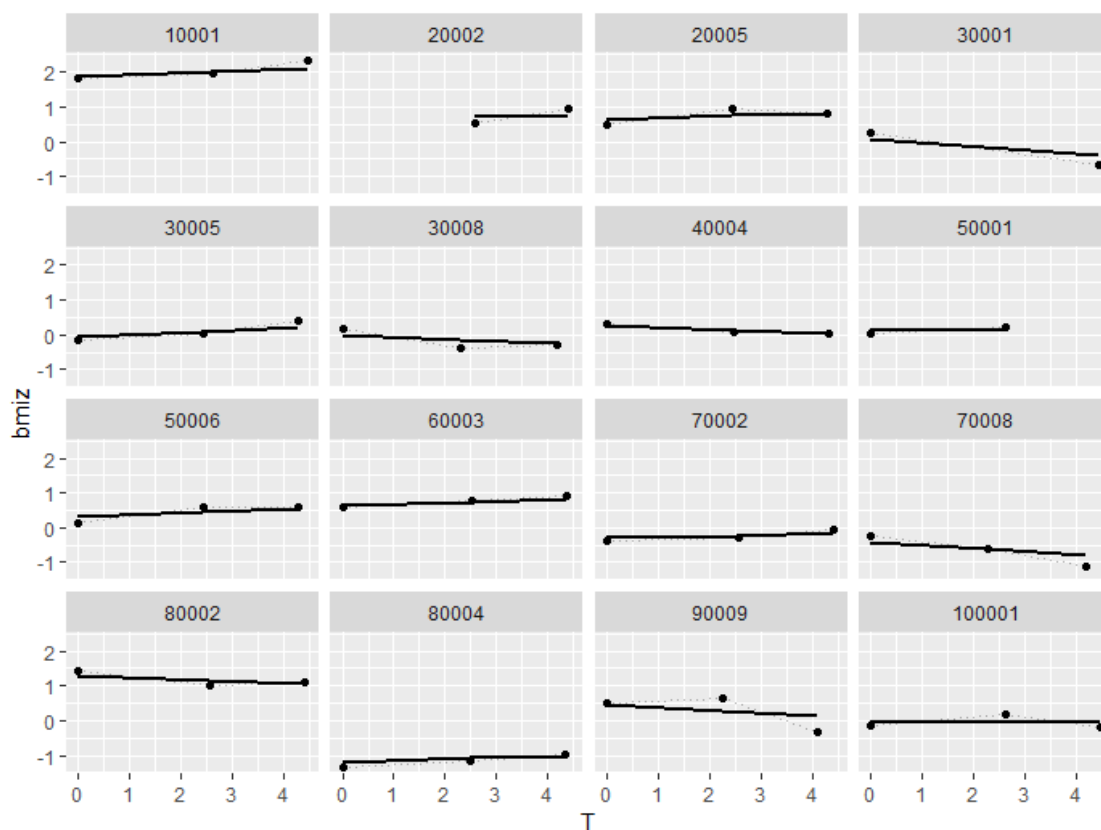
Variable	Garçons n = 331		
	$\beta^1$	IC 95%	p
<b>Clusters</b>			0,44
Urbain/Campagne	0,19	[-0,15 ; 0,53]	
Village-urbain/Campagne	-0,03	[-0,27 ; 0,22]	
Village-urbain/Urbain	-0,22	[-0,56 ; 0,12]	

modèle ajusté sur l'éducation des parents, le pays de naissance et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier

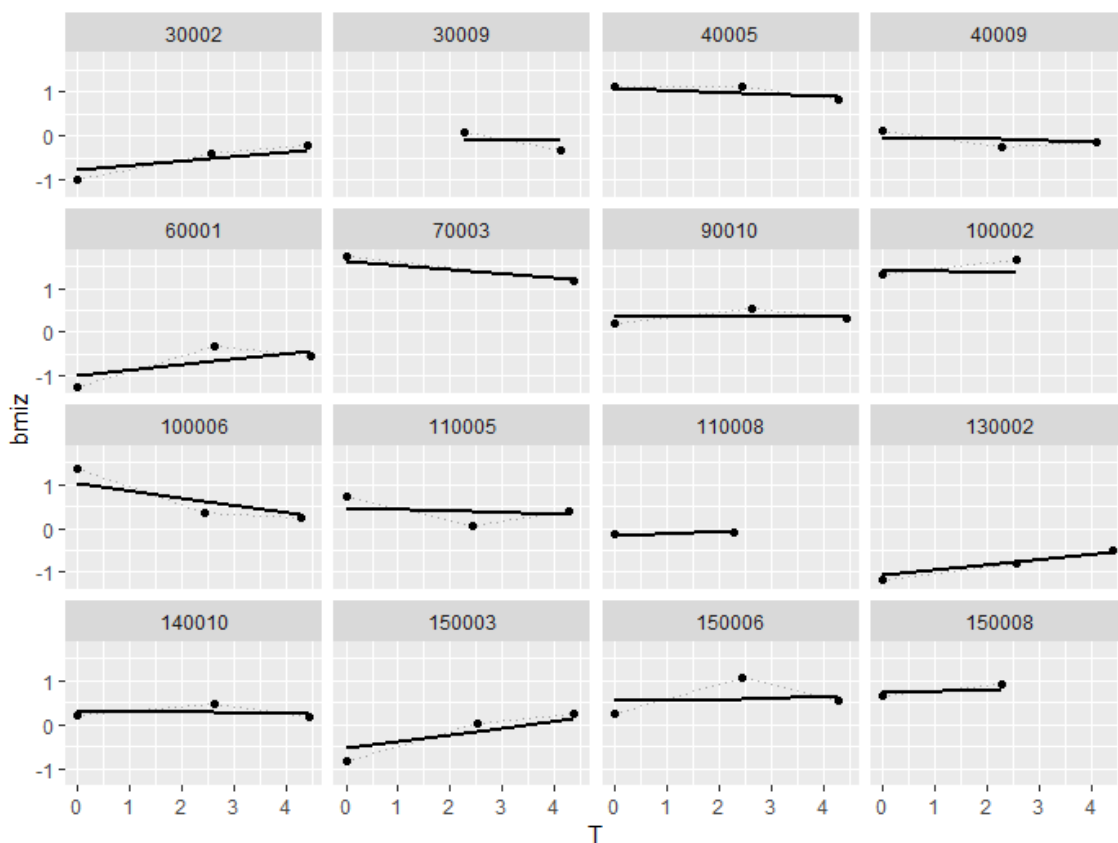
<sup>1</sup> : différence moyenne estimée d'IMCz

**Annexe 12 : Prédictions individuelles.**

**Figure 5 : Prédiction individuelles vs observations à l'échelle de l'individu des garçons.**



**Figure 6 : Prédiction individuelles vs observations à l'échelle de l'individu des filles.**



**Annexe 13** : Différences moyennes estimées d'IMCz selon les quartiers à l'inclusion et en tout temps pour les analyses de sensibilité.

### 1. Effet à l'inclusion pour les deux analyses de sensibilité

**Tableau 14.** Différences moyennes estimées de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) selon le type de quartiers à l'inclusion par sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur données imputées. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variable	Garçons n = 331			Filles n = 378		
	$\beta^1$	IC 95%	p	$\beta^1$	IC 95%	p
<b>Clusters</b>			0,19			0,13
Urbain/Campagne	0,30	[-0,05 ; 0,64]		0,07	[-0,24 ; 0,37]	
Village-urbain/Campagne	0,09	[-0,16 ; 0,35]		-0,25	[-0,50 ; 0,01]	
Village-urbain/Urbain	-0,21	[-0,55 ; 0,14]		-0,22	[-0,57 ; 0,12]	

modèle ajusté sur l'éducation des parents, le pays de naissance et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier

<sup>1</sup> : différence moyenne estimée de z-score d'IMC

**Tableau 15.** Différences moyennes estimées de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) selon le type de quartiers à l'inclusion par sexe. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complet des individus qui n'ont pas déménagé de manière certaine. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variable	Garçons n = 331			Filles n = 378		
	$\beta^1$	IC 95%	p	$\beta^1$	IC 95%	p
<b>Clusters</b>			0,76			0,41
Urbain/Campagne	0,15	[-0,29 ; 0,59]		0,11	[-0,26 ; 0,47]	
Village-urbain/Campagne	-0,02	[-0,34 ; 0,31]		-0,12	[-0,41 ; 0,18]	
Village-urbain/Urbain	-0,16	[-0,61 ; 0,28]		-0,22	[-0,57 ; 0,12]	

modèle ajusté sur l'éducation des parents, le pays de naissance et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier

<sup>1</sup> : différence moyenne estimée de z-score d'IMC

### 2. Effet en tout temps pour les deux analyses de sensibilité

**Tableau 16.** Différences moyennes estimées de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) selon le type de quartiers en tout temps chez les garçons. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur données imputées. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variable	Garçons n = 331		
	$\beta^1$	IC 95%	p
<b>Clusters</b>			0,43
Urbain/Campagne	0,21	[-0,11 ; 0,54]	
Village-urbain/Campagne	0,03	[-0,20 ; 0,26]	
Village-urbain/Urbain	-0,19	[-0,52 ; 0,14]	

modèle ajusté sur l'éducation des parents, le pays de naissance et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier

<sup>1</sup> : différence moyenne estimée de z-score d'IMC

**Tableau 17.** Différences moyennes estimées de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) selon le type de quartiers en tout temps chez les garçons. Résultat de la régression linéaire mixte ajustée sur cas complet des individus qui n'ont pas déménagé de manière certaine. Étude NDIT, Montréal. 1999-2019.

Variable	Garçons n = 212		
	$\beta^1$	IC 95%	p
<b>Clusters</b>			0,85
Urbain/Campagne	0,06	[-0,36 ; 0,48]	
Village-urbain/Campagne	-0,05	[-0,35 ; 0,24]	
Village-urbain/Urbain	-0,12	[-0,53 ; 0,30]	

modèle ajusté sur l'éducation des parents, le pays de naissance et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier

<sup>1</sup> : différence moyenne estimée de z-score d'IMC



**Annexe 14** : Comparaison des réseaux routiers de 2010 et 2022.

Dans les faits, les pourcentages de différences de longueur de route entre ces deux années semblent plus élevés que ne le montrent les cartes à cause des problèmes d'alignement des deux réseaux. Les pourcentages sont donc surestimés.

Figure 7 : Comparaison des réseaux routiers de 2010 et 2022 pour un individu choisi aléatoirement parmi les sujets inclus dans cette étude.



Sur cette image, les routes de 2022 et 2010 du quartier d'un individu sont superposées. Les routes en rouge représentent les routes présentes en 2022 qu'on ne retrouve pas en 2010 tandis que celles en vert sont présentes en 2010 mais pas en 2022.

# Autorisation d'utilisation du mémoire



## FICHE D'AUTORISATION D'UTILISATION DU MEMOIRE à joindre au mémoire de stage dûment complété et signé

Diplôme :

Année universitaire 2018/2019

Titre du mémoire : Association entre caractéristiques de l'environnement physique des quartiers résidentiels et trajectoires de z-scores d'IMC chez les adolescents à Montréal : étude de cohorte NDIT

Le maître de stage (NOM, Prénom, Fonction, Organisme) Barnett, Tracie, Professeure, INRS-IAF	
<b>J'autorise l'utilisation de ce travail universitaire à des fins pédagogiques</b> (mise à disposition du pdf du mémoire à l'ISPED)	<b>En cas de sélection par le jury de soutenance de ce travail universitaire, j'en autorise la diffusion en ligne</b> <i>Le travail universitaire sera signalé par la direction de la documentation dans le catalogue Babord+ ainsi que sur DUMAS, la plateforme nationale d'archivage des mémoires en ligne (hébergée par HAL-CCSD), consultable librement sur Internet et indexée par les moteurs de recherche.</i>
<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui immédiatement <input checked="" type="checkbox"/> oui à compter du : 1er Novembre 2019 <input type="checkbox"/> non
Date 28 mai 2019	Signature : Tracie A Barnett Signature numérique de Tracie A Barnett Date : 2019.05.28 09:53:50 -04'00'

L'étudiant(e) (NOM, Prénom) CAVAILLES, Clémence	
<b>J'autorise l'utilisation de ce travail universitaire à des fins pédagogiques</b> (mise à disposition du pdf du mémoire à l'ISPED)	<b>En cas de sélection par le jury de soutenance de ce travail universitaire, j'en autorise la diffusion en ligne</b> <i>Le travail universitaire sera signalé par la direction de la documentation dans le catalogue Babord+ ainsi que sur DUMAS, la plateforme nationale d'archivage des mémoires en ligne (hébergée par HAL-CCSD), consultable librement sur Internet et indexée par les moteurs de recherche.</i>
<input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui immédiatement <input checked="" type="checkbox"/> oui à compter du : 1er novembre 2019 <input type="checkbox"/> non
Date 28 mai 2019	Signature :

## Résumé

**Contexte** – L'épidémie d'obésité est préoccupante, notamment au Canada. Même si beaucoup d'études ont examiné la relation entre l'obésité et l'environnement résidentiel, peu d'études ont investigué cette association en prenant en compte l'environnement dans son ensemble durant l'adolescence. L'objectif est donc d'étudier l'association entre les caractéristiques de l'environnement physique des quartiers et les trajectoires de z-score d'indice de masse corporelle (IMCz) chez les adolescents à Montréal.

**Méthodes** – Les données étaient issues de l'étude de cohorte NDIIT qui portait sur 1293 élèves de Montréal. L'IMC, exprimé en z-score, a été calculé à partir des normes du CDC et de trois mesures répétées de données anthropométriques (en moyenne à 12, 15 et 17 ans) effectuées de manière standardisée. Les variables de l'environnement résidentiel ont été récupérées à partir d'un système d'information géographique. Une analyse en cluster hiérarchique a été réalisée afin d'identifier des types de quartiers distincts à partir de cinq variables environnementales. Puis, des analyses multivariées stratifiées sur le sexe ont été menées à l'aide de régression linéaire mixte. Ces modèles ont été ajustés sur le pays de naissance des participants, l'éducation de leurs parents et le pourcentage de personnes sous le seuil de faible revenu dans le quartier.

**Résultats** – Cette étude portait sur 378 filles et 331 garçons. Trois types de quartier ont été identifiés. Les quartiers « campagne » avaient beaucoup de végétation, très peu de services et une faible densité de population. Le cluster « urbain » regroupait des quartiers avec une forte densité de population, beaucoup de services et peu de végétation. Enfin, le cluster « village-urbain » se distinguait du cluster campagne par sa forte diversité d'utilisation des sols et des quartiers plus marchables. Après ajustement sur les facteurs de confusion potentiels, aucune association entre les quartiers et l'IMCz au cours du temps n'a été trouvée chez les garçons. Pour les filles, vivre dans un quartier de type « urbain » semblait diminuer leurs IMCz au cours du temps tandis que c'était l'inverse pour les quartiers « village-urbain ».

**Conclusion** – Les politiques de prévention de l'obésité devraient recommander des environnements favorisant la marche ainsi que la disponibilité des services. L'étude de l'ensemble des caractéristiques des quartiers apparaît comme l'approche à privilégier dans ce type de recherche.

**Mots-clés** : indice de masse corporelle, quartier, environnement physique, trajectoire, adolescent

## Abstract

**Context** – The obesity epidemic is a concern, especially in Canada. Although many studies have examined the relationship between obesity and the residential environment, few studies have investigated this association taking into account the environment as a whole during adolescence. The objective is to study the association between the characteristics of the neighborhood's physical environment and the trajectories of body mass index z-score (BMIz) in adolescents in Montreal.

**Methods** – Data were from the NDIIT cohort study of 1293 students from Montreal. BMI, expressed as z-score, was calculated using the CDC norms from three repeated measures of anthropometric data (on average at 12, 15 and 17 years old) performed in a standardized manner. The residential environment variables were retrieved from a geographic information system. A hierarchical cluster analysis was conducted to identify distinct neighborhood types from five environmental variables. Then, multivariate analyzes stratified on sex were conducted using a linear mixed regression. These models were adjusted for the country of birth of the participants, the education of their parents, and the percentage of people below the low-income threshold in the neighborhood.

**Results** – This study involved 378 girls and 331 boys. Three types of neighborhoods have been identified. The "countryside" areas have a lot of vegetation, very few services and a low population density. The "urban" cluster includes areas with a high population density, many services and little vegetation. Finally, the "village-urban" cluster is distinguished from the countryside by its strong land use diversity and more walkable areas. After adjusting for potential confounders, no association between neighborhoods and BMIz over time was found in boys. For girls, living in an "urban" area seemed to decrease their IMCz over time whereas it was the opposite for "urban-village" area.

**Conclusion** – Policies preventing obesity should recommend environments that promote walking as well as the availability of services. The study of all neighborhood characteristics appears to be the preferred approach in this type of research.

**Key words** : *body mass index, neighborhood, physical environment, trajectory, teenager*