



Aménagement durable des écoles pour la santé des élèves et du personnel scolaire

22 mai 2025

Présentation de Santé Urbanité

Santé Urbanité a pour mission de favoriser la santé globale, les saines habitudes de vie et la réduction des coûts en santé par l'incitation au verdissement urbain, aux transports collectifs et actifs (marche et vélo) et à la lutte aux changements climatiques. Grâce à la collaboration des établissements de santé du grand Québec-Lévis et de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), l'initiative Ça marche Doc! s'est mérité en 2019 le Prix d'excellence du réseau de la santé et des services sociaux – Volet partenariat.

INTRODUCTION	4
Portée et objectif.....	4
1. POURQUOI VERDIR LES ÉCOLES?.....	5
1.1 Lutte aux changements climatiques.....	5
1.1.1 Le verdissement comme solution d'adaptation	5
1.1.2 La plantation d'arbres comme solution d'atténuation	7
1.2 Cobénéfices pour la santé du verdissement des écoles.....	8
1.2.1 Les mécanismes physiologiques en jeu.....	8
1.2.2 La prescription de nature.....	9
1.2.3 Le spectre d'immersion	9
1.2.4 Amélioration de la santé mentale.....	10
1.2.5 Amélioration des performances.....	10
1.2.6 Amélioration de la santé physique.....	12
1.2.7 Amélioration de la santé populationnelle.....	12
1.2.8 Amélioration de l'alimentation.....	12
1.2.9 Protection contre les rayons ultraviolets	13
1.2.10 Protection contre la pollution de l'air	13
1.2.11 Protection contre la pollution sonore	14
1.2.12 Protection contre la rhinite allergique causée par l'herbe à poux.....	14
1.2.13 Lutte à l'iniquité en santé.....	14
2 POURQUOI ENCOURAGER LA MOBILITÉ DURABLE EN MILIEU SCOLAIRE	14
2.1 Impacts néfastes pour la santé de la dépendance à l'automobile	14
2.1.1 Pollution atmosphérique.....	14
2.1.2 Pollution sonore.....	17
2.1.3 Sédentarisme	17
2.2 Impacts bénéfiques pour la santé de la mobilité durable	18
2.2.1 Amélioration de la qualité de l'air.....	18
2.2.2 Sécurité.....	18
2.2.3 Lutte au sédentarisme	19
2.2.4 Sentiment de bien-être	20
3 BONNES PRATIQUES EN VERDISSEMENT ET EN MOBILITÉ DURABLE	21
3.1 Bonnes pratiques en verdissement	21
3.1.1 Objectif de plantation.....	21
3.1.2 Évaluation des caractéristiques physiques du milieu d'insertion de l'école et de sa cour.....	22
3.1.3 Pour réduire l'exposition à la chaleur extérieure et aux rayons ultraviolets.....	22
3.1.4 Pour réduire l'exposition aux sources de pollution atmosphérique et sonore	23
3.1.5 Pour diminuer les besoins énergétiques.....	23
3.1.6 Pour favoriser la santé mentale.....	24
3.1.7 Pour favoriser l'activité physique.....	24
3.1.8 Pour améliorer l'alimentation	24
3.1.9 Pour réduire l'exposition à l'herbe à poux.....	25
3.1.10 Assurer la croissance et la survie des arbres	25
3.2 Bonnes pratiques en mobilité durable	25
4 CONCLUSION	26
5 RÉFÉRENCES	27

INTRODUCTION

Portée et objectif

À l'ère de l'aggravation des changements climatiques et du sédentarisme et de leurs impacts nocifs sur la santé des jeunes et des adultes, il est de première importance d'implanter des mesures préventives pour réduire ces impacts. Or, la façon dont on aménage nos milieux de vie se répercute à la fois sur les conditions amplifiant ou réduisant les changements climatiques et de même que sur celles favorisant ou nuisant aux saines habitudes de vie. Nos choix en aménagement urbain ont un impact majeur sur la santé, le bien-être et l'espérance de vie des Québécois. De manière plus quantitative, il est estimé que 70% de ce qui a des impacts sur la santé d'une population peut être influencé par une politique d'aménagement.

1

L'une des principales mesures d'adaptation aux changements climatiques est le verdissement urbain. Or, il est prouvé que le verdissement des cours d'école apporte de multiples cobénéfices pour le bien-être et la santé de tous ceux qui fréquentent les écoles ou travaillent en milieu scolaire.^{2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15}

^{16 17 18 19 20} En effet, un contact physique quotidien avec la nature incite à l'activité physique, améliore la santé mentale, augmente les performances scolaires et favorise la productivité des employés. Il n'est pas nécessaire d'aller à l'extérieur pour en ressentir un bénéfice. Une fenêtre offrant une vue sur une cour arborée génère de multiples bienfaits pour ceux qui sont assis dans une classe ou travaillent dans un bureau.

L'une des principales mesures d'atténuation des changements climatiques repose sur la mobilité durable. Un virage vers les transports collectifs et actifs génère de multiples bénéfices sanitaires pour la population. En effet, un tel virage permet d'augmenter l'activité physique des jeunes et des adultes tout en diminuant l'émission de polluants atmosphériques nocifs pour la santé. D'autres cobénéfices sont aussi observés comme la diminution de la pollution sonore et la réduction du nombre d'accidents impliquant des piétons et des cyclistes.

À l'heure où l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a décrété que les changements climatiques représentent une menace fondamentale pour la santé humaine au 21^e siècle,²¹ il est temps de constater que les solutions aux changements climatiques sont de formidables opportunités pour améliorer le bien-être, la santé et les performances des élèves et du personnel scolaire. Il est grand temps de passer à l'action pour verdir toutes nos écoles et favoriser une mobilité durable chez ceux qui les fréquentent ou qui y travaillent. Ce virage permettra aussi d'améliorer la santé des collectivités dans lesquelles ces écoles sont implantées.

1. Pourquoi verdir les écoles?

1.1 Lutte aux changements climatiques

Selon la revue médicale *The Lancet*, les changements climatiques représentent actuellement la plus grande menace à la santé publique.²² Une étude d'Ouranos affirme pour sa part qu'il y aura plus de 20 000 décès additionnels causés par les dérèglements climatiques les 50 prochaines années au Québec.²³ Il convient de mettre en place des mesures d'atténuation et des solutions d'adaptation. Le verdissement des milieux de vie est l'une des principales mesures d'adaptation. Il peut aussi contribuer à l'atténuation en stockant du carbone et en réduisant les besoins en énergie fossile.

1.1.1 *Le verdissement comme solution d'adaptation*

1.1.1.1 *Impact des canicules sur le milieu scolaire*

Selon les projections climatiques, la fréquence et la durée des vagues de chaleur continueront d'augmenter dans toutes les régions du Québec.²⁴ Les vagues de chaleur ont des conséquences importantes sur la santé de la population. Elles peuvent entraîner des hospitalisations supplémentaires, divers effets physiques et psychologiques, voire plus de décès qu'à l'habitude.

La chaleur accroît l'effort du cœur, accélère la déshydratation et entraîne une élévation de la température corporelle. Pour ces raisons, les chaleurs intenses peuvent causer des problèmes de santé divers, notamment chez les personnes souffrant de diabète, d'obésité, de problèmes cardiaques. Les températures chaudes ont également des effets sur la santé psychologique et sociale. Elles augmentent entre autres le stress et la propension aux comportements agressifs et peuvent occasionner une diminution de la capacité de concentration. Les canicules peuvent donc perturber l'apprentissage chez certains enfants ou causer des problèmes de santé chez des enseignants vulnérables occasionnant des absences au travail en raison de maladie.

Les perturbations météorologiques occasionnées par les changements climatiques ont déjà un impact au Québec en milieu scolaire.²⁵ ²⁶ Des canicules récentes ont forcé la fermeture d'écoles, parfois même dans des régions nordiques même dans des régions plus nordiques du Québec comme le Saguenay-Lac-Saint-Jean.²⁷

1.1.1.2 *Climatiser nos écoles grâce à la plantation d'arbres*

Les îlots de chaleur urbains sont des zones où l'on enregistre des températures ambiantes plus élevées que dans les zones environnantes.²⁸ Ce sont le plus souvent des zones fortement minéralisées, c'est-à-dire avec une présence élevée d'asphalte et de béton et peu de végétation. Souvent situés dans les quartiers défavorisés, ces îlots contribuent aux inégalités sociales de santé.²⁹

Il est démontré que les arbres abaissent les températures locales principalement en créant de l'ombre, en augmentant l'évapotranspiration et en réfléchissant le rayonnement solaire.³⁰ Ainsi, les arbres peuvent refroidir la température à la surface des villes jusqu'à 12 degrés Celsius.³¹ Même des peuplements isolés peuvent avoir un impact local significatif. L'ombre fournie par les arbres de rue peut diminuer de 12 à 22

degrés Celsius la température ressentie.³² Le verdissement peut donc être mis à profit pour réduire les surfaces minéralisées et asphaltées et rafraîchir les cours d'écoles, les aires de stationnement et les débarcadères.³³

La présence d'arbres à l'extérieur des écoles peut aussi permettre de réduire la température à l'intérieur des écoles. En effet, selon l'*Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture* (FAO), des arbres plantés correctement autour des immeubles peuvent réduire les besoins de climatisation de 30%!³⁴

1.1.1.3 *Autres bénéfices environnementaux du verdissement*

Outre la climatisation de nos milieux de vie, la présence d'arbres procure d'autres bénéfices environnementaux tels que la gestion des eaux de pluie, la captation des polluants atmosphériques, l'atténuation de la pollution sonore et le soutien de la biodiversité. En effet, leur présence est souvent synonyme de biodiversité accrue puisque les arbres peuvent héberger des oiseaux, des insectes et certains mammifères comme les écureuils. Les milieux biodiversifiés sont plus attrayants pour les humains de telle sorte qu'une plus grande biodiversité incite les humains à se déplacer pour explorer et découvrir ces milieux, et donc à faire de l'activité physique.³⁵

Dans nos municipalités, les fortes pluies entraînent souvent une surverse des eaux d'égout dans les cours d'eau, contaminant ainsi les eaux de baignade et de consommation en aval.³⁶ Des chercheurs américains ont démontré que plus de la moitié des épidémies de maladies pouvant être liées à l'eau de consommation sont survenues après de fortes pluies. C'était en majorité des cas de gastroentérite aiguë.³⁷

Les sols imperméables (c'est-à-dire l'asphalte et le béton de nos villes) font en sorte que les eaux de pluie ruissellent rapidement dans nos systèmes d'égouts pour causer des débordements. La préservation des milieux humides, la plantation d'arbres, la création de jardins de pluie, l'aménagement de stationnements et sentiers avec des matériaux perméables, et la construction de toits verts favorisent la rétention de l'eau de pluie et son infiltration dans le sol plutôt que son ruissellement vers les systèmes d'égouts et les cours d'eau. Une gestion durable des eaux de pluie reposant principalement sur les infrastructures vertes offre en outre de multiples co-bénéfices environnementaux (tels que la réduction de la vitesse des vents³⁸).

Les arbres urbains captent environ 24% des polluants de l'air en moyenne.³⁹ Les conifères sont plus efficaces à capter les polluants atmosphériques durant l'hiver que les feuillus.⁴⁰ La simple présence d'arbres sur la rue diminue de 50 à 75% les matières particulaires, le principal polluant atmosphérique, pour les résidents et piétons à proximité immédiate⁴¹, en plus de bénéfices d'ombrage et de diminution de chaleur.

Les espaces verdis peuvent réduire la pollution sonore⁴² car ils ont la capacité d'atténuer le bruit dans les zones urbaines. La plantation de « tampons sonores » composés d'arbres et d'arbustes peut réduire le bruit de cinq à dix décibels par 30 mètres de largeur, en particulier les sons aigus, ce qui réduit le bruit pour l'oreille humaine d'environ 50 %.⁴³ Pour obtenir cet effet, les espèces et la conception de la plantation doivent être choisies avec soin.

1.1.1.4 *L'enjeu des terrains synthétiques sportifs*

L'installation de gazons synthétiques soulèvent plusieurs préoccupations en regard de la santé des utilisateurs et de la communauté environnante.

- **Présence de substances carcinogènes** : Une étude scientifique récente a révélé que les gazons synthétiques peuvent contenir 306 produits chimiques, dont 197 sont soupçonnés être carcinogènes et 58 ont été classés carcinogènes par des agences gouvernementales.⁴⁴ L'usure des gazons synthétiques peut créer une poussière de carcinogènes susceptibles de pénétrer dans le corps humain par inhalation. Cette poussière peut aussi se répandre dans l'environnement (eau et air) et augmenter ainsi l'exposition de la population à des substances toxiques par ingestion ou inhalation. Une prévalence plus grande de cancers a été observée de façon anecdotique chez les gardiens de buts de soccer qui ont un plus grand contact avec les gazons synthétiques que les autres types de joueurs.⁴⁵
- **Îlots de chaleur** : Les gazons synthétiques sont des surfaces minérales qui peuvent accroître les effets d'îlot de chaleur. La température des gazons synthétiques peut être de 42 degrés Fahrenheit plus élevée que les gazons naturels. Un réchauffement du gazon synthétique augmente la volatilisation des gaz qu'il contient et donc l'exposition potentielle à des substances toxiques par inhalation.⁴⁶ De plus, les gazons synthétiques minéralisent les surfaces; or toute minéralisation des surfaces aggrave le problème de ruissellement des eaux de pluie et de surverse des eaux usées dans les cours d'eau, et c'est associé à un risque accru de gastroentérite chez l'humain.⁴⁷ Enfin, par la minéralisation de l'espace qu'ils effectuent, les gazons synthétiques sont peu compatibles avec une politique d'adaptation au climat.
- **Infections des plaies** : La combinaison de chaleur, d'humidité, de sueur, de salive et de sang en situation de jeu sur le terrain artificiel est susceptible d'augmenter fortement les probabilités d'infection en cas de blessures ouvertes.⁴⁸

En raison de leur toxicité, le remplissage des gazons synthétiques par des billes de caoutchouc émietté a été banni par l'Union européenne en septembre 2023.⁴⁹ À ces considérations sanitaires, nous voudrions ajouter que le gazon synthétique est composé de produits de synthèse qui doivent être changés à environ tous les dix ans. Leur utilisation est donc peu compatible avec une politique de gestion des matières résiduelles et de développement durable.

En nous basant les connaissances actuelles et les risques soulevés pour la santé humaine de ce type de revêtement de sol, nous appuyons la recommandation d'autres experts en santé à l'effet que les écoles devraient installer des terrains en gazon naturel à la fine pointe de la technologie plutôt que des terrains en gazon synthétique.⁵⁰

1.1.2 La plantation d'arbres comme solution d'atténuation

Tel que mentionné précédemment, les arbres, en absorbant et stockant les gaz à effet de serre dans le bois, contribuent à réduire le niveau de CO₂ dans l'atmosphère. Une disposition adéquate d'arbres dans l'environnement des écoles permet de réduire leurs besoins en énergie aussi bien en été qu'en hiver. Cette réduction des besoins en énergie des écoles s'avérerait très utile pour réduire les émissions de gaz à effet de serre puisque près de la moitié des écoles québécoises utilisent des énergies fossiles comme source d'énergie.⁵¹

À l'été, l'effet refroidissant des arbres réduit les besoins en climatisation, alors qu'en hiver, les arbres, et tout particulièrement les conifères, en atténuant la perte de chaleur des bâtisses par une protection contre les vents, réduisent les besoins en chauffage.

Selon l'*Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture* (FAO), des arbres plantés correctement autour des immeubles peuvent réduire les besoins de climatisation de 30%!⁵² Les arbres réussissent ce tour de force par trois mécanismes différents :

1. L'ombre que procure leur cime
2. La réflexion du rayonnement solaire
3. L'évapotranspiration faite par leur feuillage.

Ceci s'applique aussi aux conditions climatiques du Québec. Des chercheurs ont modélisé le cas de 4 villes canadiennes, dont Montréal et leurs résultats démontrent qu'en augmentant le taux de végétalisation de 30% de l'espace, ce qui équivaut à environ trois arbres par bâtiment, cela permettrait de dégager des économies globales en énergie pour Montréal de 35% l'été par la réduction du recours à la climatisation.⁵³ Le verdissement du site des Habitations Jeanne Mance sur la rue Ontario à Montréal a démontré des gains en termes de réduction de l'effet d'ilot de chaleur, avec un maximum de réduction d'environ 50 %.⁵⁴

Les arbres, tout particulièrement les conifères, peuvent réduire les besoins en chauffage en bloquant les vents froids d'hiver.⁵⁵ Ainsi, des arbres bien choisis et bien placés peuvent protéger une bâtisse et constituer son isolation extérieure. Sous notre climat canadien, on parle d'une réduction des besoins de chauffage annuel de l'ordre de 10 à 20%.⁵⁶

1.2 Cobénéfices pour la santé du verdissement des écoles

1.2.1 Les mécanismes physiologiques en jeu

Les bienfaits pour le bien-être et la santé sont basés sur des mécanismes physiologiques démontrés par la science médicale. Plusieurs de ces effets physiologiques sont modulés par le centre nerveux visuel. La vue sur la nature entraîne une baisse des biomarqueurs du stress aigu, comme le cortisol salivaire, la pression artérielle diastolique et la fréquence cardiaque, après une exposition de 20 minutes.⁵⁷ La vue sur la nature provoque des changements dans l'activité de la zone cérébrale corrélée aux réponses comportementales liées au stress.⁵⁸ Elle génère une plus grande réponse à la dopamine (l'indicateur de plaisir) dans le cortex visuel du cerveau. Une exposition soutenue dans le temps a été associée à une réduction de 37% de la charge allostatique qui correspond à une évaluation du stress chronique basée sur des biomarqueurs.⁵⁹

Une exposition à la lumière naturelle durant le jour, en raison de la forte présence de lumière bleue, augmente la sécrétion de sérotonine (hormone du bonheur) et régule la mélatonine.^{60 61} Cette dernière

hormone est responsable du bon fonctionnement de notre horloge biologique et de la qualité de notre sommeil.

D'autres sens que la vue peuvent être mis à contribution. Ainsi, le système nerveux parasympathique responsable de la détente est stimulé par les sons naturels comme le bruissement des feuilles, le chant des oiseaux ou le bruit de l'eau.⁶² L'odorat semble aussi jouer un rôle puisque des odeurs naturelles de plantes et de forêts peuvent diminuer le stress physiologique.⁶³

De plus, certains produits chimiques sécrétés par les arbres, appelés phytoncides, favorisent une stimulation des cellules NK du système immunitaire et activent le système nerveux parasympathique.^{64 65} Des études en laboratoire rapportent que les phytoncides peuvent notamment moduler la libération de diverses cytokines, de médiateurs inflammatoires et de neurotransmetteurs comme la dopamine de manière à réduire l'inflammation et la douleur et à améliorer l'anxiété, l'humeur et la qualité du sommeil.⁶⁶

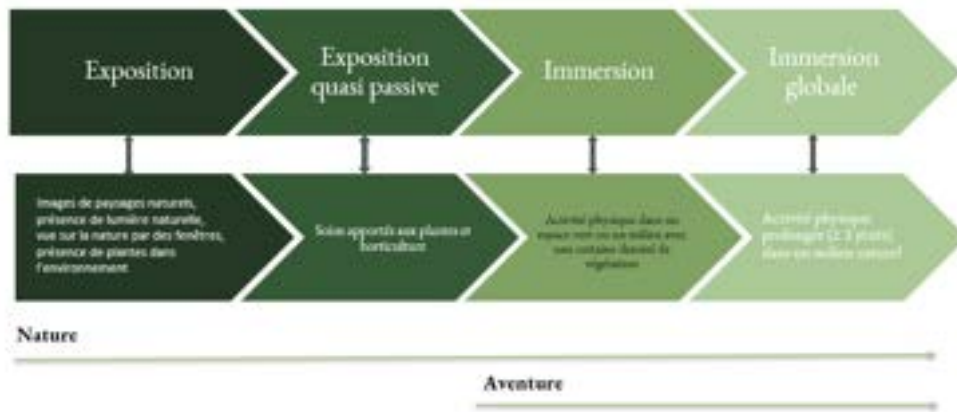
1.2.2 La prescription de nature

Les nombreux effets bénéfiques d'un contact avec la nature ont incité des professionnels de santé à prescrire la nature à certains de leurs patients ciblés. La dose généralement prescrite est de deux heures par semaine, au moins 20 minutes à la fois. Cette prescription peut être individuelle ou collective (ex. classes nature). L'initiative [Prescri-Nature](#) a été lancée en 2022 auprès des professionnels de santé québécois pour sensibiliser ceux-ci et le grand public aux bienfaits d'un contact régulier avec la nature. Depuis son lancement, plus de 2 500 professionnels de la santé québécois sont devenus membres de Prescri-Nature.

1.2.3 Le spectre d'immersion

Les bénéfices pour la santé varient en fonction du spectre d'immersion en nature.⁶⁷ Une exposition passive à une vue sur la nature génère des bénéfices pour la santé. Ces bénéfices augmentent au fur et mesure que l'immersion en nature se fait plus active et qu'un sentiment d'aventure s'y ajoute (figure 1).

Figure 1. Le spectre d'immersion en nature



1.2.4 Amélioration de la santé mentale

La présence de nature en milieu scolaire apporte de multiples bénéfices pour la santé mentale des élèves et du personnel. Une revue de littérature faite par l'Institut national de santé publique du Québec a rapporté que, chez les jeunes, un contact quotidien avec la nature améliore la santé mentale en favorisant le calme, l'attention et la concentration en milieux scolaires.⁶⁸ Chez les enfants, on peut observer une baisse du stress, une diminution de la sévérité des symptômes du trouble du déficit d'attention et hyperactivité (TDAH) ainsi que des symptômes dépressifs chez les adolescents. Une atténuation des problèmes comportementaux et une humeur plus positive ont aussi été rapportées.

Ces effets bénéfiques pour la santé mentale peuvent aussi bénéficier le personnel en réduisant leur niveau de stress. De plus, une étude italienne a démontré les bénéfices psychologiques de courtes pauses avec contact à la nature (20-30 minutes) dans un milieu de travail.⁶⁹ Les participants ayant pris des pauses dans un milieu extérieur naturel ont rapporté un degré moindre d'anxiété, de dépression, de colère, de fatigue et de confusion et un plus grand sentiment de force. Une autre étude a observé que la perception de bien-être peut augmenter de 15% chez ceux qui travaillent dans des environnements qui incorporent des éléments naturels et qui permettent une connexion avec la nature.⁷⁰

La présence de nature dans le milieu de travail a aussi un effet bénéfique sur la santé des employés. La littérature scientifique rapporte une diminution du stress, suscite un fonctionnement émotionnel plus positif, améliore la concentration et favorise le bien-être.^{71 72 73}

1.2.5 Amélioration des performances

Une exposition à la nature au quotidien peut aussi avoir des impacts positifs sur les performances scolaires des élèves et la productivité du personnel. Une étude menée dans 101 écoles publiques du Michigan a démontré que le taux de nature en milieu scolaire pouvait augmenter les performances scolaires et le taux de diplomation. Dans cette étude, toutes les analyses ont tenu compte du statut socioéconomique des élèves et de la composition raciale et ethnique, de l'âge de la construction et de la taille des écoles. Les enfants qui avaient une vue sur des arbres et des arbustes à partir des fenêtres des salles de classe et cafétéria (catégories 3 et 4 de la figure 2) obtenaient un meilleur taux de diplomation alors que ceux qui avaient une vue sur des espaces gazonnés, des terrains sportifs et des stationnements (catégories 1 et 2 de la figure 2) obtenaient un moins bon taux de diplomation.

Figure 2. Catégorisation des écoles selon leur taux de verdure



1. Tout minéralisé



2. Majoritairement minéralisé



3. Majoritairement naturel



4. Tout naturel

Une étude canadienne a compilé les scores de performance standardisés en 3e et 6e année pour l'ensemble des élèves de 387 écoles du Toronto District School Board (TDSB), et examiné les variations liées au couvert arboré.⁷⁴ La proportion de couvert arboré, par opposition à d'autres types d'« espaces verts » tels que l'herbe, s'est avérée être un facteur prédictif positif significatif des résultats des élèves, représentant 13 % de la variance expliquée dans un modèle statistique prédisant les évaluations moyennes des résultats des élèves. Les effets de la couverture arborée et de la composition des espèces étaient plus prononcés dans les écoles qui présentaient le niveau le plus élevé de défis externes, ce qui suggère l'importance des investissements dans la foresterie urbaine dans ces écoles.

Une autre étude d'envergure a été menée dans 905 écoles publiques du Massachusetts aux États-Unis.⁷⁵ Dans l'ensemble, les résultats de l'étude confirment l'existence d'une relation entre la « verdure » de l'école et les résultats scolaires de l'ensemble de l'établissement. Il est intéressant de noter que les résultats ont montré une association positive significative entre la verdure de l'école au printemps (lorsque la plupart des élèves du Massachusetts passent les tests) et les performances de l'ensemble de l'école en anglais et en mathématiques, même après ajustement des facteurs socio-économiques et de la résidence en zone urbaine.

Un milieu de travail incorporant la nature peut aussi avoir un impact positif sur la performance des employés. Les résultats de diverses études supportent la *Théorie de la restauration de l'attention* qui prédit que la nature aide à lutter contre la fatigue mentale.⁷⁶ Ce qui a un impact sur la productivité. À titre

d'exemple, la compagnie Lockheed a déménagé 2 700 employés dans un nouvel édifice conçu pour favoriser l'éclairage naturel. À la suite de ce déménagement, la productivité a augmenté de 15% et le taux d'absentéisme a diminué de 15%. Ces économies équivalant à 2 millions\$ générés par l'augmentation de la production ont payé en un an le coût des structures accroissant l'exposition à la lumière naturelle.⁷⁷

La créativité des travailleurs peut aussi être grandement influencée par leur environnement et le degré d'intégration d'éléments naturels. Ceux qui travaillent dans des environnements ayant des éléments naturels ont démontré un niveau de créativité de 15% plus élevé que ceux qui n'en ont pas.⁷⁸

Finalement, les employés travaillant dans un cadre bâti qui incorpore des éléments naturels (architecture biophilique) ont un niveau plus élevé de satisfaction au travail.⁷⁹ De plus, un sondage révèle que 33% des répondants affirment que le design d'un lieu de travail affecte leur décision de travailler à un endroit.⁸⁰ Une architecture biophilique aide donc à attirer des employés compétents et à les conserver.

1.2.6 Amélioration de la santé physique

La présence d'arbres augmente la biodiversité du milieu et crée un espace plus attrayant pour l'humain. Leur présence rend les cours d'écoles plus confortables en protégeant contre le vent, le froid et la chaleur. Chez les enfants, le couvert végétal agit positivement en réduisant l'indice de masse corporelle (IMC) et en augmentant la pratique d'activité physique à l'extérieur.⁸¹

En compilant de nombreuses études effectuées depuis une vingtaine d'années, les pédiatres de la Société canadienne de pédiatrie recommandent désormais les jeux risqués sous supervision pour les enfants, en affirmant que les avantages surpassent les risques de blessures.⁸² Grimper dans les arbres appartient aux activités qui aident à développer l'estime de soi ainsi que les interactions sociales, en plus d'améliorer la condition physique des enfants.

1.2.7 Amélioration de la santé populationnelle

Il faut prendre conscience que les établissements scolaires contribuent aux caractéristiques sanitaires d'un quartier. Des centaines d'études démontrent qu'une canopée optimale d'au moins 40%, en apaisant les êtres humains, en les incitant à l'exercice, en diminuant les îlots de chaleur et en captant les polluants atmosphériques (associés à 4 000 décès prématurés annuels au Québec), pourraient diminuer, entre autres, de 39% la prévalence du stress, 7% la prévalence de la dépression, 11-19% la prévalence de l'autisme, 14% le risque de diabète, 13% le risque d'hypertension, 40 % le risque d'embonpoint ou d'obésité, 6% l'incidence des crises d'asthme, 9% le risque de mortalité cardiovasculaire, 10% le risque de mortalité pulmonaire, 13% la mortalité par cancer et 10-20% le risque de mortalité générale prématurée.^{83 84 85 86 87 88 89 90 91} Le verdissement des établissements scolaires favorise la santé de la population du quartier où ils sont situés tout en contribuant à l'atteinte des objectifs de canopée des municipalités.

1.2.8 Amélioration de l'alimentation

Le jardinage scolaire gagne en popularité en tant qu'intervention pour une alimentation plus saine et une activité physique accrue. En effet, parmi les types de résultats positifs, l'amélioration de l'indice de masse

corporelle et du bien-être des enfants, le jardinage en milieu scolaire favorise l'augmentation de la consommation de fruits et légumes, de fibres alimentaires et de vitamines A et C.⁹² Parmi les mécanismes clés du succès de l'intégration du jardinage en milieu scolaire, citons l'intégration de l'éducation à la nutrition et au jardinage dans le programme scolaire, les possibilités d'apprentissage par l'expérience, l'engagement et la participation des familles, l'engagement des figures d'autorité, le contexte culturel, l'utilisation d'approches à plusieurs volets et le renforcement des activités au cours de la mise en œuvre. Des cours de cuisine et de nutrition peuvent venir compléter les activités de jardinage pour influencer positivement leurs bénéfices sur la nutrition des enfants.⁹³

1.2.9 Protection contre les rayons ultraviolets

Les arbres peuvent capter jusqu'à 90% des rayons ultraviolets directs.⁹⁴ Le cancer de la peau fait des ravages considérables au Canada, où le fardeau annuel de la maladie est lourd, ses répercussions sociales sont importantes et les coûts associés au traitement sont élevés.⁹⁵ Le rayonnement ultraviolet (UV) découlant d'une surexposition au soleil ou au bronzage artificiel intérieur est le principal facteur de risque pour tous les types de cancers de la peau.⁹⁶ Une étude australienne a démontré que les enseignants qui peuvent se réfugier sous l'ombre d'arbres dans la cour d'école sont moins exposés aux rayons ultraviolets.⁹⁷

1.2.10 Protection contre la pollution de l'air

Plusieurs écoles québécoises sont localisées aux abords d'autoroutes ou de routes à haut débit ou dans des quartiers avec des niveaux de polluants atmosphériques plus élevés que les valeurs guides de l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Les polluants atmosphériques ont un impact négatif sur la santé des enfants et des adultes. Ces impacts sont décrits en détail dans la section sur la pollution atmosphérique.

Les arbres urbains captent environ 24% des polluants atmosphériques en moyenne.⁹⁸ Des simulations informatiques réalisées à partir de données environnementales locales révèlent que les arbres de 86 villes canadiennes ont éliminé 16 500 tonnes (t) de pollution atmosphérique en 2010.⁹⁹ Les grands arbres urbains ont plus grande capacité sanitaire de captation des polluants que les petits arbres.

La présence d'arbres dans une zone tampon de 100 m tout comme la présence d'espaces verts urbains dans une zone tampon de 300 m au cours de l'enfance ont été associées à une meilleure fonction pulmonaire à l'âge de 24 ans.¹⁰⁰ Une diminution des admissions à l'urgence pour de l'asthme a été notée chez les résidents de quartier plus verts.¹⁰¹ En captant le NO₂, les quartiers arborés peuvent diminuer les taux d'incidence annuels d'exacerbation de l'asthme chez les 4-12 ans de 1400 pour 100 000, respectivement. Une augmentation de 5 % du couvert forestier local peut réduire de 6 % les taux d'incidence locaux d'exacerbation de l'asthme, ce qui indique que des efforts ciblés de plantation d'arbres locaux peuvent avoir un impact substantiel sur la réduction de l'incidence de la détresse respiratoire à l'échelle de la ville.¹⁰²

Des études récentes ont associé la pollution de l'air à des retards cognitifs et à l'autisme chez les enfants.¹⁰³

¹⁰⁴ ¹⁰⁵ Sous cette prémisse, une étude américaine a examiné la relation entre la canopée et la prévalence de l'autisme chez l'enfant.¹⁰⁶ Les données de prévalence de l'autisme en 2010 ont été obtenues pour 543

des quelque 560 districts scolaires publiques de Californie. Les auteurs ont rapporté que la présence d'espaces verts et d'arbres dans les zones à forte densité routière avait une influence bénéfique sur la prévalence de l'autisme chez les enfants des écoles élémentaires.

1.2.11 Protection contre la pollution sonore

La pollution sonore a un impact négatif sur la santé des enfants et des adultes. Ces impacts sont décrits en détails dans la section sur la pollution sonore. Une étude canadienne a démontré que les arbres urbains peuvent être efficaces dans l'atténuation de la pollution sonore.¹⁰⁷

1.2.12 Protection contre la rhinite allergique causée par l'herbe à poux

L'herbe à poux est responsable d'environ 75% des cas de rhinite allergique au Québec. Cette herbe se plait dans les milieux ensoleillés et les sols pauvres. Une couverture arborée, en bloquant les rayons lumineux au sol, empêche la croissance de cette plante.

1.2.13 Lutte à l'iniquité en santé

Le verdissement des cours d'école est une intervention viable pour réduire les écarts d'équité en matière de santé et améliorer la santé des enfants, indépendamment de leur origine raciale ou ethnique ou du statut socio-économique de leur quartier de résidence.¹⁰⁸ Les écoles situées dans les quartiers les plus riches sont généralement plus vertes, et les écoles plus vertes organisent généralement plus d'activités de plein air basées sur la nature que celles qui sont moins exposées à la nature urbaine.¹⁰⁹ À l'inverse, les écoles situées dans les quartiers à faibles revenus et à faible niveau d'éducation ont généralement moins d'espaces verts disponibles.¹¹⁰ Pour combler cette lacune en matière de justice environnementale, il importe que chaque enfant puisse bénéficier d'espaces verts extérieurs équitables en milieu scolaire, peu importe son statut socioéconomique.

2 Pourquoi encourager la mobilité durable en milieu scolaire

2.1 Impacts néfastes pour la santé de la dépendance à l'automobile

Notre dépendance à l'automobile nous rend malades et nous tue en grand nombre. Afin de mieux comprendre les bénéfices en santé des transports collectifs et actifs, il est utile de connaître les impacts négatifs du transport automobile.

2.1.1 Pollution atmosphérique

Du point de vue de la santé, il faut distinguer les émissions de gaz à effet de serre et les émissions de polluants atmosphériques, représentées principalement par les particules fines (PM), les NO_x et l'ozone. Même si les transports sont la source principale de ces deux types d'émissions, les impacts sur la santé sont

différents, les polluants de l'air ayant un effet négatif direct sur la santé, et ce, même à faible dose.

Dans les pays à revenu économique élevé comme le Canada, la pollution de l'air a été associée à environ 33% des maladies cardiovasculaires, 16% des MPOC (maladies pulmonaires obstructives chroniques), 12% des infections des voies respiratoires inférieures et 8% des cancers de la trachée, des bronches ou du poumon.¹¹¹ Ajoutons qu'une étude québécoise récente, menée chez une cohorte de 1 183 865 enfants suivis de 1996 à 2011 (le tout ajusté pour le niveau socio-économique, fumée passive etc.) a démontré que la pollution de l'air initie l'asthme chez les enfants en fonction de la dose et de la durée d'exposition. Le risque d'asthme augmente de 4 à 11% selon le polluant pour chaque augmentation d'un quartile de pollution. Augmenter l'ozone de 0.009 ppm, par exemple, cela augmente le nombre de jeunes asthmatiques de 33% !¹¹²

La pollution de l'air est associée à 4 200 décès prématurés annuels au Québec,¹¹³ et à plus de 1000 décès prématurés annuels à Montréal¹¹⁴ soit environ 30 fois plus que ceux liés aux accidents routiers en 2020.¹¹⁵ À l'échelle du Canada, on évalue que la pollution atmosphérique cause plus de 38 millions de jours de symptômes respiratoires aigus causant une pression induite sur le système de santé.¹¹⁶

De plus, des études récentes associent la pollution de l'air à la démence^{117 118 119} et à l'autisme et des retards cognitifs chez les enfants.^{120 121 122} Enfin, une grande étude publiée tout récemment et menée au Royaume-Uni a démontré que l'exposition à la pollution atmosphérique était associée à une augmentation de l'utilisation des services de santé pour les personnes atteintes de troubles psychotiques et de troubles de l'humeur, comme la dépression.¹²³

Il n'y a pas de valeurs seuils pour les PM_{2.5} et le NO₂ en deçà desquelles il n'y a pas d'impact sur la santé.¹²⁴ Une exposition aiguë aux PM_{2.5} peut précipiter la maladie cardiaque ischémique, des accidents cérébraux vasculaires, l'insuffisance cardiaque, les thrombo-embolies veineuses, les arythmies et augmenter les hospitalisations et la mortalité cardiaque. Une exposition chronique aux PM_{2.5} augmente le risque de développer de l'hypertension, du diabète, l'athérosclérose, le syndrome métabolique et la mortalité cardiovasculaire généralisée. La pente de la courbe exposition-réponse pour la mortalité cardiovasculaire est élevée à des niveaux faibles de PM_{2.5} annuel et s'aplatit à des niveaux plus élevés, ce qui signifie que les plus grands bénéfices sanitaires résultent d'interventions qui réduisent l'exposition à des niveaux très bas.¹²⁵

Au Québec, le secteur des transports est responsable à lui seul de 62% de toutes les émissions de l'ensemble des contaminants atmosphériques.¹²⁶ La cartographie de Montréal démontre des niveaux de NO_x et PM_{2.5} plus élevés le long du réseau autoroutier avec une diffusion de la pollution atmosphérique vers les quartiers adjacents (Figure 3).^{127 128} Il est à noter que l'électrification des automobiles ne règlera pas complètement le problème de pollution atmosphérique car les particules fines dommageables pour la santé proviennent aussi de l'usure des freins et des pneus ainsi que des abrasifs épanchés sur les routes.¹²⁹

Dans une étude récente, l'exposition à long terme aux particules ultrafines extérieures a été associée à un risque accru de mortalité.¹³⁰ Il a été estimé que le fardeau de la mortalité lié aux particules ultrafines à Montréal était d'environ 500 décès non accidentels supplémentaires chaque année. Les axes routiers, les

rails, gares de triage ferroviaire et port maritime ont été identifiés parmi les sites ayant la plus forte concentration de particules ultrafines sur le territoire de Montréal (Figure 4).¹³¹

Figure 3 : Niveaux de $PM_{2.5}$ à Montréal

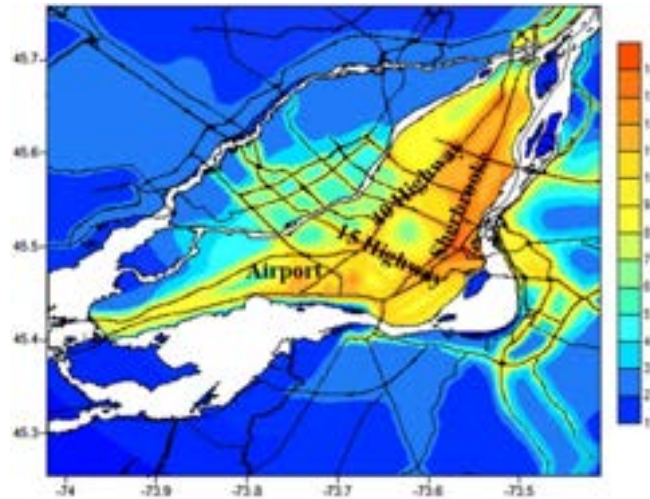


Figure 4 : Distribution spatiale des niveaux de particules ultrafines à Montréal



Les émissions des véhicules dont le moteur tourne au ralenti influencent fortement les niveaux de particules et de polluants relatifs dans l'air proche du sol autour d'une zone scolaire.¹³² Dans une étude, il a été observé que les moteurs au ralenti ont augmenté de 15% la concentration des $PM_{2.5}$ sur le site d'un campus scolaire. Une interdiction de la marche au ralenti a alors été mise en place et a donné des résultats impressionnants. Une réduction des $PM_{2.5}$ a été constatée après l'interdiction de la marche au ralenti.

La concentration des particules ultrafines est aussi plus élevée près des pots d'échappement d'autobus scolaires tournant au ralenti. Une étude faite sur des autobus scolaires a démontré que les concentrations de particules ultrafines à proximité du tuyau d'échappement des autobus scolaires étaient fortement influencées par le moteur du bus (elles étaient de 7 à 26 fois plus élevées au ralenti que lorsque le moteur était éteint).¹³³

Un programme de réduction de la marche au ralenti des moteurs est une mesure susceptible d'améliorer aussi la qualité de l'air intérieur des écoles.¹³⁴ Laisser tourner son moteur au ralenti peut augmenter sa propre exposition à la pollution atmosphérique.¹³⁵ Selon certains auteurs, il serait plus efficace de dire aux conducteurs de penser à leur santé et d'éteindre leur moteur que de simplement leur demander d'éteindre leur moteur pour lutter contre la pollution atmosphérique.¹³⁶

2.1.1.1 Zone tampon pour la pollution atmosphérique et sonore

En raison des impacts nocifs sur la santé, l'Organisation mondiale de la santé recommande **d'interdire la construction d'usages sensibles tels que résidences, écoles, garderies, résidences pour aînés, hôpitaux, etc., à moins de 300 m¹³⁷ d'une autoroute urbaine, d'une voie rapide à haut débit automobile ou d'une gare de triage.** Il faut donc dorénavant ne plus construire d'écoles près d'autoroutes urbaines ou de routes à haut débit automobile afin de ne pas hypothéquer la santé des futurs élèves et personnel.^{138 139}

2.1.2 Pollution sonore

L'excitation du système nerveux autonome et du système endocrinien qui découle des bruits perçus peut induire à long terme un stress chronique.¹⁴⁰ Au Québec, au moins 640 000 Québécois souffrent de pollution sonore.¹⁴¹

Le bruit du transport routier est la principale source de pollution sonore dans nos villes.¹⁴² Des études ont montré qu'une exposition au bruit du transport est associée à des problèmes d'apprentissage en milieu scolaire, de sommeil et de concentration.¹⁴³ La pollution sonore accroît aussi les risques de maladies cardiovasculaires¹⁴⁴, dont l'hypertension artérielle¹⁴⁵ chez les personnes exposées à long terme à des niveaux élevés de bruit du trafic.

Certaines juridictions territoriales ailleurs dans le monde ont cartographié les niveaux d'exposition à la pollution sonore afin de mettre en place des mesures pour en diminuer les niveaux de bruit et l'exposition de la population.^{146 147} Les coûts sociaux liés aux transports ont été évalués à 680 millions\$/an au Québec.

2.1.3 Sédentarisme

Selon ParticipACTION, les bienfaits de l'activité physique chez les enfants et les jeunes (de 5 à 17 ans) sont bien connus et s'étendent à presque tous les indicateurs de santé et de bien-être imaginables (p. ex., les indices d'adiposité, les biomarqueurs cardiométaboliques, la condition physique, la santé osseuse, la qualité de vie/le bien-être, le développement des habiletés motrices, le niveau de détresse psychologique, le comportement prosocial.)¹⁴⁸ Les bienfaits de l'activité physique chez les adultes ne sont plus à démontrer, l'activité physique contribuant à diminuer les maladies liées au sédentarisme (obésité, hypertension, hyperlipidémie, diabète, maladie cardiovasculaire et cancer).

Or, au fil des dernières décennies, la prévalence de l'obésité n'a cessé d'augmenter chez les jeunes¹⁴⁹ et chez les adultes.¹⁵⁰ L'inactivité physique est fort répandue dans la population avec seulement 39 % des enfants et des jeunes canadiens qui respectent la recommandation des Directives canadiennes en matière de mouvement sur 24 heures, soit d'accumuler en moyenne au moins 60 minutes d'activité physique d'intensité moyenne à élevée (APME) chaque jour.¹⁵¹ Chez les adultes québécois, près de la moitié n'atteignent pas le niveau recommandé d'activité physique recommandé soit au moins 150 minutes d'activité d'intensité moyenne chaque semaine.¹⁵²

Étant un mode de transport très peu actif pour l'être humain, le transport automobile favorise le sédentarisme et donc, les nombreuses maladies qui lui sont associées (obésité, diabète, hypertension, maladie cardiovasculaire, cancer, etc.).¹⁵³ Cette dépendance à l'automobile a aussi un impact substantiel sur les coûts directs et indirects des soins de santé¹⁵⁴. Malheureusement, la motorisation des élèves n'a cessé d'augmenter au fil des décennies. En 1971, huit enfants canadiens sur dix se rendaient à l'école à pied ou à vélo. En 2008 dans le Grand Montréal, c'était moins de quatre étudiants sur dix qui utilisaient le transport actif (p. ex., marche, cyclisme ou patin à roues alignées) pour se rendre à l'école.¹⁵⁵

2.2 Impacts bénéfiques pour la santé de la mobilité durable

La littérature scientifique démontre que les transports collectifs et actifs ont des impacts positifs pour l'environnement, l'économie, la sécurité et la santé. En effet, un transfert modal significatif de l'automobile vers les transports collectifs et actifs entraînerait de multiples bénéfices pour la société québécoise¹⁵⁶. Outre la réduction de la congestion routière¹⁵⁷ voici les principaux bénéfices des transports collectifs et actifs :

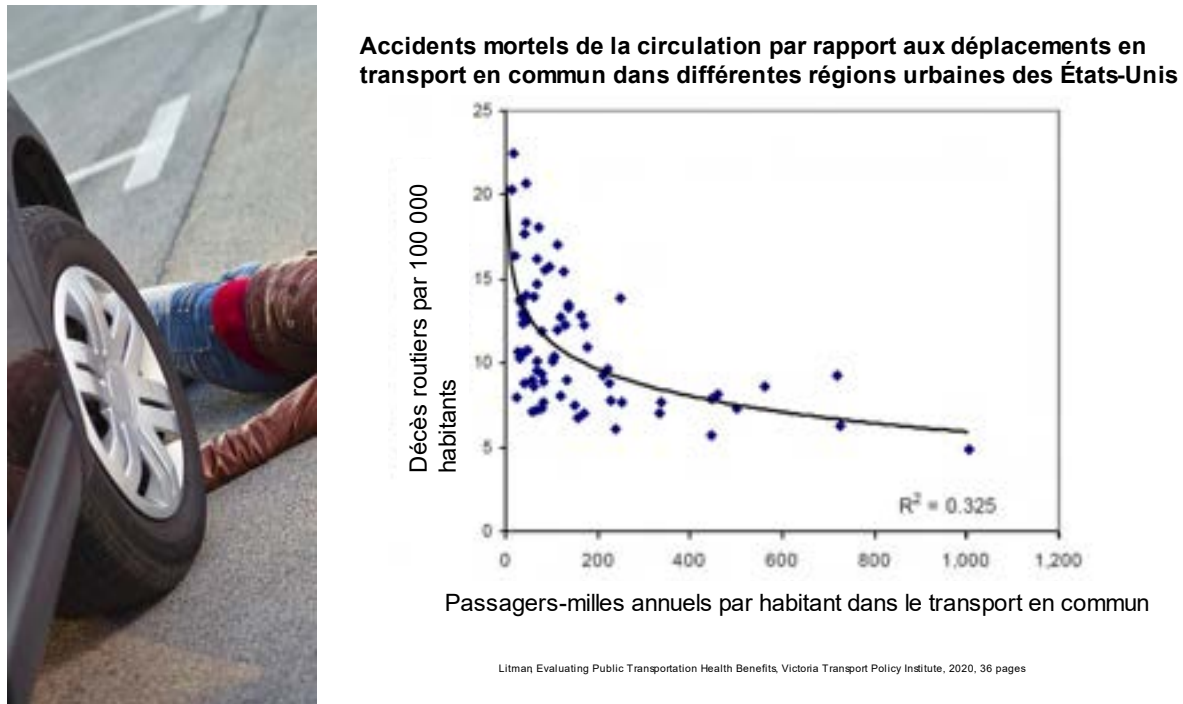
2.2.1 Amélioration de la qualité de l'air

La littérature scientifique démontre que des investissements dans les transports collectifs peuvent réduire la pollution atmosphérique.¹⁵⁸ Par exemple, une étude américaine rapporte que si tous les déplacements automobiles de moins de 8 km se faisaient par des transports alternatifs, cela résulterait en une réduction du niveau moyen annuel de PM_{2.5} ainsi qu'en une réduction de 1 295 décès par année, en raison de la diminution de la pollution de l'air et de l'augmentation de l'activité physique.¹⁵⁹

2.2.2 Sécurité

Une stratégie de prévention des traumatismes routiers repose sur une diminution du nombre de déplacements en automobile et un transfert modal vers les moyens de transport alternatif, notamment le transport en commun et le transport actif (figure 5).^{160 161}

Figure 5. Déplacements en transport en commun versus accidents mortels de la circulation



Cependant, dans les villes très motorisées au départ, ce transfert modal doit s’accompagner de l’aménagement d’infrastructures sécuritaires pour les piétons et cyclistes.¹⁶² Même avec une augmentation initiale d’accidents à vélo, les bénéfices estimés pour la santé dépassent largement les effets néfastes des incidents de la circulation et de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé.¹⁶³

2.2.3 Lutte au sédentarisme

En plus de lutter contre la congestion routière, le transport en commun améliore la santé de la population. En effet, les gens qui prennent le transport en commun marchent plus que ceux qui ne prennent que leur auto car ils doivent se déplacer à pied ou en vélo pour se rendre et revenir de l’arrêt du transport en commun. Ainsi, les usagers du transport en commun sont quatre fois plus susceptibles de marcher les 10 000 pas/jour recommandés par leur médecin que les automobilistes.¹⁶⁴ Ainsi, une étude faite à Charlotte en Caroline du Nord (ÉU) rapporte une perte de poids moyenne de 3 kg en 12-18 mois chez les usagers du transport en commun après la construction d’un nouveau système de transport léger sur rail.¹⁶⁵ Cette étude rapporte une diminution de 81 % de la probabilité de devenir obèse au fil du temps chez les usagers du transport en commun.

La science démontre que se déplacer à vélo réduirait les risques de surpoids, de diabète, d’hypertension artérielle et de dyslipidémie^{166 167} tout en améliorant possiblement la fonction du système immunitaire.¹⁶⁸ ¹⁶⁹ Les gens qui se déplacent à vélo pèsent en moyenne 4 kg de moins que les automobilistes, révèle une étude à grande échelle menée dans sept villes européennes.¹⁷⁰ Le risque de cancer et de maladie cardiovasculaire des gens qui se rendent au travail en vélo est divisé par deux¹⁷¹ et ils souffrent moins de stress.¹⁷² Passer de la voiture au déplacement à vélo améliore la santé mentale.¹⁷³ Les bénéfices sanitaires

augmentent avec l'usage.^{174 175}

Se déplacer à vélo est associé à un risque plus faible de mortalité toutes causes confondues.¹⁷⁶ Une étude a évalué que le cyclisme permet d'éviter environ 6 500 décès par an en Hollande et que les Hollandais qui se déplacent à vélo ont une espérance de vie plus longue d'une demi-année grâce au cyclisme.¹⁷⁷

Selon une étude publiée en 2015, la productivité des salariés qui pratiquent une activité physique régulière augmente de 6 à 9 %.¹⁷⁸ Les employés qui se rendent à vélo au travail ont 15% moins d'absences pour cause de maladie.¹⁷⁹

Dans une modélisation faite pour la ville de Londres en Angleterre, un transfert modal significatif vers la marche et le vélo générerait des bénéfices sanitaires 31 fois plus élevés en termes de décès prématurés annuels qu'un transfert vers des véhicules automobiles à basse émissions de CO₂.¹⁸⁰ Ceci s'explique par une augmentation de l'activité physique générée par les transports actifs et une diminution des émissions de polluants atmosphériques.

L'activité physique faite par les piétons, les cyclistes et les usagers du transport en commun est d'autant plus importante pour la santé que l'inactivité physique a été liée à des taux plus élevés d'obésité, de cancer, de maladie cardiaque, d'hypertension et de diabète de type 2 (ou adulte, souvent lié au surpoids). Selon l'Organisation mondiale de la santé, l'inactivité physique est la principale cause d'au moins 10 % des diagnostics de cancer du sein et du colon au Canada¹⁸¹. À l'heure où 51% des Québécois.es ont un surplus de poids,¹⁸² il est temps d'aménager nos villes pour inciter à l'exercice physique. Il a été évalué par modélisation qu'une diminution de la motorisation automobile accompagnée de densification du tissu urbain résultait en des gains sanitaires nets de 420-826 années de vie corrigées du facteur invalidité par 100 000 habitants.¹⁸³

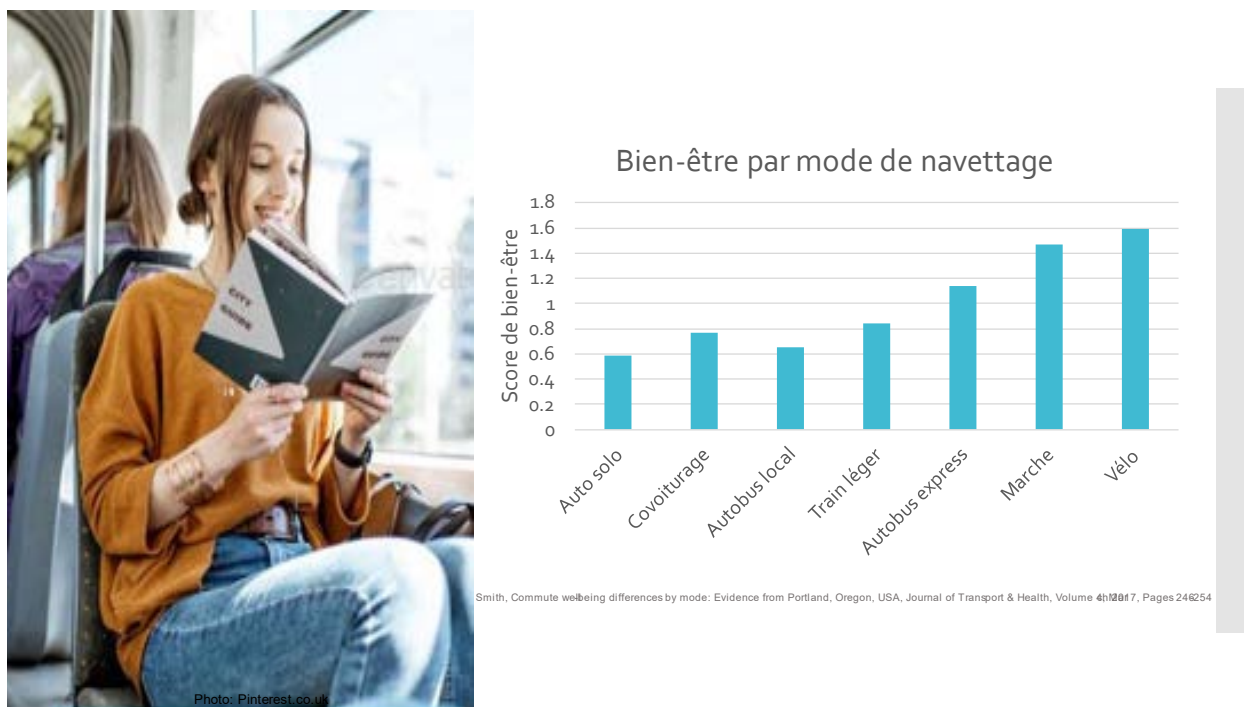
La littérature médicale révèle que marcher à l'école est bénéfique pour la santé des jeunes. Dans une étude, il a été évalué que la marche vers et depuis l'école contribuait à 23 % et 36 % de la recommandation d'activité physique d'intensité moyenne à élevée journalière chez les enfants du primaire et du secondaire, respectivement.¹⁸⁴ Ceux qui marchent à l'école sont moins à risque de surpoids et de développer éventuellement des maladies métaboliques et cardiovasculaires.¹⁸⁵

Des initiatives comme Trottibus visant à inciter les jeunes à marcher pour se rendre à l'école, peuvent, en plus d'augmenter l'activité physique journalière des jeunes, réduire les retards des élèves, diminuer les gestes d'intimidation entre élèves et mener à des améliorations des réseaux piétonniers par la municipalité.¹⁸⁶

2.2.4 Sentiment de bien-être

De plus, le sentiment de bien-être est plus élevé chez les usagers des transports actifs et collectifs que chez les automobilistes (figure 6).¹⁸⁷ Le sentiment de bien-être des usagers du transport en commun augmente avec la qualité (rapidité, fréquence, fiabilité et attractivité) du transport en commun.

Figure 6. Score de bien-être par mode de navettage



3 Bonnes pratiques en verdissement et en mobilité durable

3.1 Bonnes pratiques en verdissement

3.1.1 Objectif de plantation

Pour des raisons de santé, entre autres, l'Organisation des Nations-Unies recommande une canopée urbaine d'au moins 30%.¹⁸⁸ Or, dans les régions naturellement boisées comme les nôtres, l'indice de canopée jugé optimal est d'au moins 40%.¹⁸⁹ La canopée est la sommation des projections au sol de chaque couronne d'arbre ou groupe d'arbres de plus de 3 mètres de hauteur.¹⁹⁰

Dans nos municipalités québécoises, le taux de canopée est souvent variable d'un quartier à l'autre¹⁹¹, avec, pour plusieurs, des taux de canopée bien au-dessous du niveau jugé optimal. Pour soutenir les efforts de verdissement des municipalités québécoises, les écoles devraient se fixer un objectif minimal de canopée de 40% lorsque les arbres auront atteint leur âge adulte.

De plus, l'Organisation des Nations-Unies recommande que chacun puisse avoir une vue sur au moins trois arbres dans son milieu de vie pour ressentir les effets bénéfiques d'un contact visuel régulier avec la nature.¹⁹²

3.1.2 Évaluation des caractéristiques physiques du milieu d'insertion de l'école et de sa cour

Avant tout plan de plantation, une évaluation des caractéristiques physiques du milieu d'insertion de l'école et des risques environnementaux auxquels sont exposés les jeunes et le personnel devrait être faite. Ces risques devraient être cartographiés pour guider les plantations.

Ainsi, on devrait répertorier la présence de sources d'émissions de polluants atmosphériques et sonores comme les autoroutes, les routes à haut débit et les voies ferroviaires. L'orientation de l'école et de la cour devraient être évaluée selon les points cardinaux et les vents dominants. Les entrées pour échange d'air de la bâtisse devraient être localisées ainsi que les fenêtres des classes, des aires de vie commune et des bureaux. Le ruissellement des eaux de pluie devrait aussi être analysé pour en améliorer la gestion. Finalement, les fenêtres des salles de classe, cafétérias, gymnases, bureaux et autres aires de vie devraient être répertoriés afin de s'assurer qu'à la fin du processus de verdissement, les occupants de chacun des locaux puissent avoir une vue sur des arbres.

3.1.3 Pour réduire l'exposition à la chaleur extérieure et aux rayons ultraviolets

Il convient de planter des arbres à grand déploiement à l'âge adulte qui ombrageront les cours d'école, les aires de jeux, les zones de rassemblement mais aussi les débarcadères et stationnements. Pour verdir les aires de stationnements, le *Guide normatif BNQ 3019-190 Lutte aux îlots de chaleur urbains — Aménagement des aires de stationnement* est un précieux outil à l'intention des concepteurs.¹⁹³

Plusieurs espèces de feuillus indigènes peuvent être privilégiées pour ce type de projet, les feuillus ayant habituellement un réseau racinaire solide et profond qui leur permet d'aller chercher l'eau en profondeur pour une meilleure évapotranspiration. L'érable à sucre, l'érable rouge, le caryer cordiforme, le chêne rouge, le chêne à gros fruits, le chêne bicolore, l'amélanchier et le tilleul sont des arbres qui résistent le mieux aux intempéries et agressions externes des milieux urbains situés au sud du Québec (tableau 1). Ils n'ont pas ou très peu de problèmes avec les insectes ou maladies et sont faciles à trouver en pépinière.

Tableau 1. Exemples d'espèces indigènes à prioriser pour la Montérégie

Conifères	Feuillus
Picea glauca (épinette blanche) Picea rubens (épinette rouge) Pinus strobus (pin blanc) Pinus resinosa (pin rouge) Larix laricina (mélèze laricin)	Acer saccharum (érable à sucre) Acer rubrum (érable rouge) Carya cordiformis (caryer cordiforme) Quercus rubra (chêne rouge) Quercus macrocarpa (chêne à gros fruits) Quercus bicolor (chêne bicolore) Amelanchier (amélanchier) Tilia americana (tilleul d'Amérique)

Puisque les zones de rusticité des végétaux varient d'une région à l'autre du Québec, il faut choisir des arbres qui sont adaptés à la zone de rusticité d'une école. Certains guides peuvent aider au choix judicieux des espèces d'arbres.^{194 195} L'intégration de diverses espèces d'arbres dans la gestion des forêts urbaines est une étape importante vers la création d'une forêt urbaine plus résiliente. La règle des 10-20-30 est un principe directeur pour réduire au minimum les vulnérabilités des forêts urbaines. Selon cette règle, il ne devrait pas y avoir plus de 10 % d'une seule espèce, 20 % d'un seul genre et 30 % d'une seule famille dans une population d'arbres urbains.¹⁹⁶

Ces choix adaptés à l'environnement permettront de protéger nos écosystèmes et notre biodiversité, optimiseront les chances d'orner de belle façon ces lieux urbains par ces beaux grands arbres familiers dans notre paysage.

Pour une plantation optimale, il faut prioriser le choix d'arbres de grandes dimensions à l'âge adulte et les planter à une distance qui permette que leurs cimes se touchent lorsqu'ils auront atteint leur taille adulte. Les variétés d'arbres à port colonnaire sont à éviter car leur configuration verticale procure une moins grande surface d'ombre au sol.

3.1.4 Pour réduire l'exposition aux sources de pollution atmosphérique et sonore

Pour protéger les jeunes et le personnel contre ces pollutions, il est recommandé de créer une zone tampon arborée protégeant contre la source émettrice. Puisque les transports sont l'une des principales sources de polluants atmosphériques, cela signifie le plus souvent de planter une lisière boisée sur le côté du terrain longeant une autoroute, route à haut débit et voie ferroviaire. Puisque les conifères conservent leur feuillage tout l'hiver, et donc une plus grande capacité dépolluante, ces espèces sont à privilégier.

Les espèces résineuses indigènes à privilégier pour ce type de projet sont l'épinette blanche et l'épinette rouge, le pin blanc et le pin rouge. Les épinettes et le mélèze résistent très bien aux agressions externes bien que le mélèze soit moins efficace en hiver car il perd ses aiguilles contrairement aux autres conifères. Toutes ces essences se déploient et forment un couvert et un paysage agréable et utile. Les pins sont des arbres très bien enracinés qui montent très haut, mais ne prennent que peu de place au sol. Ils ont peu ou pas de problèmes avec les insectes ou maladies.

3.1.5 Pour diminuer les besoins énergétiques

3.1.5.1 En hiver

Pour diminuer les besoins énergétiques en hiver, il convient de planter un alignement d'arbres du côté des vents dominants hivernaux, c'est-à-dire du côté nord, nord-ouest et nord-est sous notre climat. Un alignement brise-vent efficace est composé d'arbres qui s'élèvent en hauteur et gardent leur feuillage en hiver. Les conifères comme les épinettes, sapins, pins, cèdres et pruches appartiennent à cette catégorie.

Les arbres brise-vent peuvent être installés en rangées droites ou incurvées, ou par groupes linéaires. Ils devraient être suffisamment près les uns des autres pour que leurs couronnes se touchent à maturité. On recommande de planter les petits conifères à maturité à environ 2 mètres les uns des autres alors que les

grands conifères peuvent être placés à environ 4 mètres les uns des autres. Les haies brise-vent peuvent être constituées d'une à deux rangées d'arbres bien serrés ou de plusieurs rangées d'arbres espacés si le terrain le permet. Puisque la protection contre les bourrasques s'étend sous le vent sur une distance de 10 à 20 fois la hauteur de la haie, il est avantageux de positionner cet alignement d'arbres relativement près de la bâtisse.

3.1.5.2 En été

Il faut avant tout ombrager le climatiseur et son environnement immédiat. Ceci peut augmenter l'efficacité du climatiseur par à peu près 10% en période de pointe.¹⁹⁷ Les entrées d'échange d'air, s'il y en a, devraient aussi être ombragées. Parce que la chaleur transfère à travers les murs, particulièrement ceux en béton ou en briques, il faut planter les arbres de telle sorte à ombrager les murs à l'est et au sud pour réduire la consommation de pointe. Des arbres ombrageant les murs à l'ouest réduiront les coûts de climatisation durant l'après-midi et le soir. Pour les arbres plantés au sud, il vaut mieux choisir des feuillus car ils permettront aux rayons de soleil de réchauffer la bâtisse durant l'hiver.

Il est recommandé de planter les arbres de telle sorte, que près de la maturité, leurs branches arrivent à en dedans de 1.5 mètres des murs est ou ouest et en dedans de 1.0 mètre des murs sud. Pour les arbustes, si on ne peut planter d'arbres, il est recommandé de les planter en dedans de 1.2 mètres des murs. Lorsque vos arbres et arbustes sont encore jeunes et petits, envisagez de planter de la vigne sur vos murs et sur un treillis installé autour de votre climatiseur. Bien que moins efficaces que des arbres ou des arbustes, les vignes sont un bon substitut en attendant que les plantations grandissent. Pour augmenter l'effet de refroidissement des arbres, on peut planter des arbustes et des couvre-sols au pied de ceux-ci.

3.1.6 Pour favoriser la santé mentale

Un contact régulier avec la nature apporte de multiples bénéfices pour la santé mentale. Ce contact peut être visuel par la voie d'une fenêtre avec vue sur des arbres. Il serait judicieux de planter des arbres à portée de vue des salles de classes, bureaux et autres aires de vie en plus de verdir la cour d'école pour les jeux et classes extérieurs.

3.1.7 Pour favoriser l'activité physique

Le confort extérieur favorise les activités physiques de plein air. La protection contre les vents dominants hivernaux, la chaleur estivale et la pluie légère par la plantation judicieuse d'arbres pour protéger les aires de jeux est à prendre en compte.

3.1.8 Pour améliorer l'alimentation

La présence d'arbres et d'arbustes fruitiers et de potagers en milieu scolaire, en plus de végétaliser l'espace extérieur, favorisent une meilleure alimentation des enfants. Un site ensoleillé et protégé du vent plait généralement à la plupart des espèces comestibles qui peuvent être choisies en fonction du calendrier scolaire, pour une récolte, par exemple, à la rentrée automnale.

3.1.9 Pour réduire l'exposition à l'herbe à poux

Il suffit de planter des arbres qui feront ombrage aux colonies présentes d'herbe à poux sur le terrain de l'école. Bien que certaines espèces d'arbres soient allergènes (le bouleau en particulier),¹⁹⁸ il faut se rappeler que la principale source de pollen allergène au Québec est l'herbe à poux. Avec les changements climatiques, sa distribution géographique et la durée de ses émissions de pollen vont toutes les deux augmenter. Une façon efficace de contrer l'herbe à poux est de créer de l'ombre par la plantation d'arbres. Il pourrait être préférable de planter quelques arbres allergènes avec une courte saison de pollinisation que de laisser proliférer l'herbe à poux avec une longue saison de pollinisation.

3.1.10 Assurer la croissance et la survie des arbres

Pour qu'un arbre se développe bien et atteigne sa pleine grandeur à maturité, il faut que la fosse de plantation soit assez grande ou le sol assez perméable pour accueillir le plein développement du système racinaire à maturité.

Pour que les jeunes arbres plantés survivent, il est important de les entretenir durant les premières années. Un arrosage régulier est essentiel de même qu'un tuteur. Une protection hivernale est nécessaire si ceux-ci peuvent être exposés à la projection de neige et de sels de déglçage. Il faut élaguer les branches du bas au fur et à mesure de la croissance initiale avant d'éviter tout bris causés, par exemple, par les jeux d'enfants.

3.2 Bonnes pratiques en mobilité durable

Pour favoriser la mobilité durable, il convient de bâtir les nouvelles écoles sur un site desservi par les transports collectifs et actifs. Il est primordial de s'assurer que les élèves et personnel puisse avoir accès à pied en toute sécurité aux portes d'entrée de chaque établissement scolaire, à l'écart des autobus scolaires et des automobiles. L'installation de supports à vélos abrités favorisera la mobilité active.

La promotion des bénéfices pour la santé des transports actifs et collectifs devrait être envisagée pour augmenter auprès des élèves, des parents et du personnel le taux d'adhésion à la mobilité durable au sein des établissements scolaires. Des mesures incitatives comme une contribution monétaire aux titres de transport en commun pour les employés ou coercitives comme l'imposition de frais de stationnement peuvent aussi contribuer à soutenir le virage modal souhaité.

Certaines initiatives comme des pratiques de vélo, des ateliers de réparation de vélos, des démonstrations de vêtements et équipement ou l'encadrement par des débutants par des cyclistes ou piétons aguerris sont toutes des actions qui peuvent avoir des effets positifs.

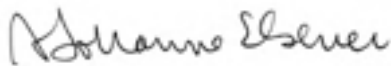
Un dialogue constructif avec les municipalités est de mise pour construire des corridors scolaires sécuritaires, continus et entretenus de transport actifs.¹⁹⁹ La publication *Bâtir ensemble des chemins vers l'école* de LAB-ÉCOLE apporte de judicieux conseils pour améliorer la mobilité durable des écoles.²⁰⁰ Des représentations auprès du ministère des Transports et de la Mobilité durable seraient souhaitables pour

augmenter les investissements dans les transports collectifs et actifs afin d'accélérer le virage modal désiré en milieu scolaire.

4 Conclusion

En conclusion, voici 10 recommandations pour améliorer le bien-être et la santé des élèves et du personnel scolaire ainsi que leurs performances scolaires et productivité au travail:

- Analyse de chaque école en vue de l'élaboration d'un plan de verdissement et de mobilité durable
- Détermination d'objectifs de verdissement
- Adoption d'un plan de verdissement
- Détermination d'objectifs de mobilité durable
- Adoption d'un plan de mobilité durable
- Promotion des bénéfices pour la santé du verdissement et de la mobilité durable
- Sortie des énergies fossiles
- Préservation de la canopée existante lors de travaux de construction ou d'agrandissement
- Localisation judicieuse des nouvelles écoles
- Acceptation des jeux risqués sous surveillance selon la recommandation de la Société canadienne de pédiatrie.



Dre Johanne Elsener MV MSc C.Q.



Dre Caroline Laberge MD



Dr Denis Lefebvre MD



Dre Sarah Bergeron MD

5 Références

- ¹¹ ADEME : Dépasser les idées préconçues entre santé et aménagement urbain : les clefs de l'urbanisme durable, Synthèse, 2021, 35 pages.
- ¹² [Mémoire](#) pour l'atelier Construisons ensemble l'écosystème d'affaires de demain : santé globale, durabilité, inclusion et territoire initié dans le cadre de la Stratégie provinciale de santé et mieux-être des travailleurs et des entrepreneurs du Québec, Association québécoise des médecins pour l'environnement et Santé Urbanité, 2024, 15 pages.
- ¹³ Beaudoin et Levasseur, Verdir les villes pour la santé de la population, INSPQ 2017, 103 pages
https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2265_verdir_villes_sante_population.pdf
- ¹⁴ Vanaken
- ¹⁵ Sivarajah S. et al., Tree cover and species composition effects on academic performance of primary school students. . PLoS One. 2018 Feb 23;13(2):e0193254. doi: 10.1371/journal.pone.0193254.
- ¹⁶ Wu CD et al., Linking student performance in Massachusetts elementary schools with the "greenness" of school surroundings using remote sensing. PLoS One. 2014 Oct 13;9(10):e108548. doi: 10.1371/journal.pone.0108548.
- ¹⁷ Rodney H. Matsuoka, Student performance and high school landscapes: Examining the links, Landscape and Urban Planning 97 (2010) 273–282.
- ¹⁸ Vanaken GJ, Danckaerts M., Impact of Green Space Exposure on Children's and Adolescents' Mental Health: A Systematic Review. . Int J Environ Res Public Health. 2018 Nov 27;15(12). pii: E2668. doi: 10.3390/ijerph15122668.
- ¹⁹ McLennan, J. (2004) The Philosophy of Sustainable Design, Kansas City, Ecotone.
- ²⁰ Browning, B., Cooper, C. (2015) HUMAN SPACES: The Global Impact of Biophilic Design in the Workplace, 47 pages, www.humanspaces.com
- ²¹ Leather, P. et al. (1998) Windows in the workplace: Sunlight, view and occupational stress. Environment and Behavior, vol. 30, no. 6, pp. 739-762.
- ²² Kahn, Peter H. et al. (2008) A plasma display window?—The shifting baseline problem in a technologically mediated natural world. Elsevier Science Ltd., Journal of Environmental Psychology, vol. 28, pp. 192-199.
- ²³ Van Dortmont A., Bergs, J. (2001) Onderzoek planten en productiviteit. Eindrapportage. (Final report: Investigation of plants and productivity. In Dutch.) Bloemenbureau Holland, April 2001. 30 p.
- ²⁴ Davinge, A., Waliczek, T., Lineberger, R., Zajicek, J. (2008) "The Effect of Live Plants and Window Views of Green Space on Employee Perceptions of Job Satisfaction." HortScience, vol. 43, no.1, pp. 183-187. San Marcos, TX. 2008.
- ²⁵ Thayer, B.M. (1995) Daylighting and productivity at Lockheed. Solar Today May/June, pp: 26–29.
- ²⁶ Heschong, L., Heschong Mahone Group (2003) Windows and Offices: A Study of Office Worker Performance and the Indoor Environment. California Energy Commission: Pacific Gas and Electric Company. Fair Oaks, California.
- ²⁷ Romm, J.J. (1999) Cool Companies – How the Best Businesses Boost Profits and Productivity by Cutting Greenhouse Gas Emissions. Washington DC and Covelo CA : Island Press.
- ²⁸ Elzeyadi, I. (2011) Daylighting-Bias and Biophilia: Quantifying the Impacts of Daylight on Occupants Health. In: Thought and Leadership in Green Buildings Research. Greenbuild 2011 Proceedings. Washington, DC: USGBC Press.
- ²⁹ Hellinga, HY. et Bruin-Hordijk, GJ de. (2010) Assessment of daylight and view quality: a field study in office buildings, CIE conference 2010: Lighting Quality and Energy Efficiency (pp. 326-331), Vienna: Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) http://hesterhellinga.nl/fileadmin/uploads/CIE_Hellinga_100316.pdf
- ³⁰ Ryan, Browning et al., BIOPHILIC DESIGN PATTERNS Emerging Nature-Based Parameters for Health and Well-Being in the Built Environment, International Journal of Architectural Research, 2014, Volume 8 - Issue 2 - (62-76)
- ³¹ Terrapin Bright Green LCC (2014) 14 Modèles de conception biophilique: améliorer la santé et le bien-être dans l'environnement bâti, <https://www.terrapinbrightgreen.com/report/14-modeles-fr/>
- ³² <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
- ³³ Voir les rapports de [The Lancet Countdown](#).
- ³⁴ Larrivée et al. (2015). Évaluation des impacts des changements climatiques et de leurs coûts pour le Québec et l'État québécois, Ouranos.
- ³⁵ <https://www.inspq.qc.ca/changements-climatiques/menaces/chaleur>

- ²⁵ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1799658/ecoles-ajustement-classe-canicule-chaaleur#:~:text=Les%20centres%20de%20services%20scolaires%20%28CSS%29%20de%20la,ce%20qui%20aide%20les%20%C3%A9l%C3%A8ves%20%C3%A0%20mieux%20respirer.>
- ²⁶ <https://www.tvanouvelles.ca/2024/06/18/une-fin-dannee-scolaire-perturbee-par-la-chaaleur>
- ²⁷ <https://www.journaldequebec.com/2023/09/05/dautres-ecoles-annoncent-leur-fermeture-en-raison-de-la-chaaleur>
- ²⁸ Second projet de Plan métropolitain d'aménagement et de développement, Communauté métropolitaine de Québec, 2024, 287 pages. https://cmquebec.qc.ca/wp-content/uploads/2024/11/CMQuebec_2e-projet-PMADR_2024_Nov-2024_final_diffusion_2.pdf
- ²⁹ <https://www.inspq.qc.ca/changements-climatiques/actions/ilots-chaaleur#:~:text=Souvent%20situ%C3%A9s%20dans%20les%20quartiers%20d%C3%A9favoris%C3%A9s%20ces%20%C3%A9lôts,grand%20d%C3%A9ploiement%2C%20permettent%20de%20temp%C3%A9rer%20le%20milieu%20environnant.>
- ³⁰ Zhang, Gou et Shutter, Effects of internal and external planning factors on park cooling intensity: field measurement of urban parks in Gold Coast, Australia, *AIMS Environmental Science*, 2019, 6(6): 417–434. DOI: 10.3934/environsci.2019.6.417
- ³¹ Schwaab J, Meier R, Mussetti G, Seneviratne S, Bürgi C, Davin EL. The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. *Nat Commun*. 2021 Nov 23;12(1):6763. doi: 10.1038/s41467-021-26768-w. PMID: 34815395; PMCID: PMC8611034.
- ³² Klok L1, Rood N2, Kluck J2. Assessment of thermally comfortable urban spaces in Amsterdam during hot summer days, *Int J Biometeorol*. 2019 Feb;63(2):129-141. doi: 10.1007/s00484-018-1644-x.
- ³³ Vivre en ville, VERDIR LES QUARTIERS, UNE ÉCOLE À LA FOIS, Le verdissement des cours d'école pour une nature de proximité, 2014, 112 pages. https://vivreenville.org/media/285967/venv_2014_verdirlesquartiers_br.pdf
- ³⁴ http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/fr/c/411597/?utm_source=twitter&utm_medium=social+media&utm_campaign=faforestry
- ³⁵ World Health Organization and Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015). Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review, 365 p.
- ³⁶ Fondation Rivières (2022). [Carte des déversements](#).
- ³⁷ Currier, Frank C., Jonathan A. Patz, et al. The Association Between Extreme Precipitation and Waterborne Disease Outbreaks in the United States, 1948–1994, *Am J Public Health*, 2001 August; 91(8): 1194–1199.
- ³⁸ Giometto, Christen, et al., Effects of trees on mean wind, turbulence and momentum exchange within and above a real urban environment, *Advances in Water Resources*, Volume 106, 2017, Pages 154-168, ISSN 0309-1708, <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2017.06.018>.
- ³⁹ Nature Conservancy [The] (2017). Planting Healthy Air, 128p.
- ⁴⁰ David J. Nowak, Satoshi Hirabayashi, Marlene Doyle, Mark McGovern, Jon Pasher, Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health, *Urban Forestry & Urban Greening*, Volume 29, 2018, Pages 40-48, ISSN 1618-8667, <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.019>.
- ⁴¹ Abhijith, Kumar et al. (August 2017). Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review, *Atmospheric Environment*, Volume 162, Pages 71-86.
- ⁴² Lower Noise Annoyance Associated with GIS-Derived Greenspace: Pathways through Perceived Greenspace and Residential Noise. Dzhambov AM1, Markevych I2,3, Tilov B4, et al., *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Jul 19;15(7). pii: E1533. doi: 10.3390/ijerph15071533.
- ⁴³ <https://www.forestresearch.gov.uk/tools-and-resources/urban-regeneration-and-greenspace-partnership/greenspace-in-practice/benefits-of-greenspace/noise-abatement/>
- ⁴⁴ Alaina N Perkins, Salmaan H Inayat-Hussain et al., Evaluation of potential carcinogenicity of organic chemicals in synthetic turf crumb rubber, *Environ Res*. 2019 Feb;169:163-172. doi: 10.1016/j.envres.2018.10.01.
- ⁴⁵ Alderman, Taylor et al., [Synthetic turf industry's claims versus the science: A careful analysis of studies that industry uses to justify safety claims](#), 2015, 112 pages.
- ⁴⁶ Alderman, Taylor et al., Synthetic turf industry's claims versus the science: A careful analysis of studies that industry uses to justify safety claims, 2015, 112 pages.

- ⁴⁷ Currier FC, Patz JA et al. The Association Between Extreme Precipitation and Waterborne Disease Outbreaks in the United States, 1948-1994. *Am J Public Health*. 2001;91(8):1194-1199.
- ⁴⁸ Institut national de santé publique du Québec [INSPQ] (2 juillet 2014). [Les terrains en gazon synthétique : bons ou mauvais pour la santé?](#), Surveillance, développement des compétences et approches d'évaluation en santé environnementale, Santé environnementale et toxicologie, Expertises [en ligne].
- ⁴⁹ Zuccaro P, Thompson DC, de Boer J, Llompарт M, Watterson A, Bilott R, Birnbaum LS, Vasiliou V. The European Union Ban on Microplastics Includes Artificial Turf Crumb Rubber Infill: Other Nations Should Follow Suit. *Environ Sci Technol*. 2024 Feb 13;58(6):2591-2594. doi: 10.1021/acs.est.4c00047. Epub 2024 Feb 1. PMID: 38301275.
- ⁵⁰ Zuccaro P, Thompson DC, de Boer J, Llompарт M, Watterson A, Bilott R, Birnbaum LS, Vasiliou V. The European Union Ban on Microplastics Includes Artificial Turf Crumb Rubber Infill: Other Nations Should Follow Suit. *Environ Sci Technol*. 2024 Feb 13;58(6):2591-2594. doi: 10.1021/acs.est.4c00047. Epub 2024 Feb 1. PMID: 38301275.
- ⁵¹ BILAN ÉNERGÉTIQUE du réseau des commissions scolaires du Québec 2014-2015 [couverture 2014 2015.indd](#)
https://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/reseau/Bilan-Energetique-Com-scolaire-2014-2015.pdf
- ⁵² http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/fr/c/411597/?utm_source=twitter&utm_medium=social+media&utm_campaign=faforestry
- ⁵³ https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2013/Belanger-Michaud_H_2013-02-20_.pdf
- ⁵⁴ https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/documents/bise/etude_projets_ilots_chaleur_montreal.pdf
- ⁵⁵ <https://www.yourleaf.org/blog/brenna-anstett/jan-28-2014/planting-trees-energy-conservation>
- ⁵⁶ Akbari et Taha, The impact of trees and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four Canadian cities, *Energy*, Volume 17, Issue 2, February 1992, Pages 141-149.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0360544292900636?via%3Dihub>
- ⁵⁷ Hunter MR, Gillespie BW, Chen SY. Urban Nature Experiences Reduce Stress in the Context of Daily Life Based on Salivary Biomarkers. *Front Psychol*. 2019 Apr 4;10:722. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00722. PMID: 31019479; PMCID: PMC6458297.
- ⁵⁸ The human posterior cingulate and the stress-response benefits of viewing green urban landscapes, Dorita H F Chang 1, Bin Jiang 2, et al., *Neuroimage*. 2021 Feb 1;226:117555. doi: 10.1016/j.neuroimage.2020.117555. Epub 2020 Nov 12.
- ⁵⁹ Egorov AI, Griffin SM et al., Vegetated land cover near residence is associated with reduced allostatic load and improved biomarkers of neuroendocrine, metabolic and immune functions. *Environ Res*. 2017 Oct;158:508-521. doi: 10.1016/j.envres.2017.07.009.
- ⁶⁰ Roberts JE. Light and immunomodulation. *Ann N Y Acad Sci*. 2000;917:435-45. doi: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb05408.x. PMID: 11268371.
- ⁶¹ Robertson-Dixon I, Murphy MJ, Crewther SG, Riddell N. The Influence of Light Wavelength on Human HPA Axis Rhythms: A Systematic Review. *Life (Basel)*. 2023 Sep 26;13(10):1968. doi: 10.3390/life13101968. PMID: 37895351; PMCID: PMC10608196.
- ⁶² Kuo M. How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and a possible central pathway. *Front Psychol*. 2015 Aug 25;6:1093. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01093. PMID: 26379564; PMCID: PMC4548093.
- ⁶³ Hedblom M, Gunnarsson B, Iravani B, Knez I, Schaefer M, Thorsson P, Lundström JN. Reduction of physiological stress by urban green space in a multisensory virtual experiment. *Sci Rep*. 2019 Jul 12;9(1):10113. doi: 10.1038/s41598-019-46099-7. PMID: 31300656; PMCID: PMC6625985.
- ⁶⁴ Li Q, Kobayashi M, Wakayama Y, et al. Effect of phytoncide from trees on human natural killer cell function. *Int J Immunopathol Pharmacol*. 2009 Oct-Dec;22(4):951-9. doi: 10.1177/039463200902200410. PMID: 20074458.
- ⁶⁵ Li Q, Nakadai A, Matsushima H, et al. Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharmacol Immunotoxicol*. 2006;28(2):319-33. doi: 10.1080/08923970600809439. PMID: 16873099.
- ⁶⁶ Antonelli M, Donelli D, Barbieri G, Valussi M, Maggini V, Firenzuoli F. Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Sep 7;17(18):6506. doi: 10.3390/ijerph17186506. PMID: 32906736; PMCID: PMC7559006.

-
- ⁶⁷ Gargano, Virginie « Les pratiques centrées sur la nature et l'aventure et le travail social : perspectives disciplinaires et théoriques ». Intervention no 155 (2022) : 151–165. <https://doi.org/10.7202/1089312ar>
- ⁶⁸ Beaudoin et Levasseur, *Verdir les villes pour la santé de la population*, INSPQ 2017, 103 pages https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2265_verdir_villes_sante_population.pdf
- ⁶⁹ Gola M, Botta M, D'Aniello AL, Capolongo S. Influence of Nature at the Time of the Pandemic: An Experience-Based Survey at the Time of SARS-CoV-2 to Demonstrate How Even a Short Break in Nature Can Reduce Stress for Healthcare Staff. *HERD*. 2021 Apr;14(2):49-65. doi: 10.1177/1937586721991113. Epub 2021 Feb 18. PMID: 33596709.
- ⁷⁰ Browning, B., Cooper, C. (2015) *HUMAN SPACES: The Global Impact of Biophilic Design in the Workplace*, 47 pages, www.humanspaces.com
- ⁷¹ *BIOPHILIC DESIGN PATTERNS Emerging Nature-Based Parameters for Health and Well-Being in the Built Environment*, Catherine O. Ryan, William D. Browning et al., *International Journal of Architectural Research*, 2014, Volume 8 - Issue 2 - (62-76)
- ⁷² Browning et Cooper, *HUMAN SPACES : Incidence globale du design biophilique sur l'environnement de travail*, 2015, 47 pages, www.humanspaces.com
- ⁷³ <http://www.terrapihbrightgreen.com/reports/the-economics-of-biophilia/#healthier-patients-healthier-profits-biophilic-design-in-hospitals>
- ⁷⁴ Sivarajah S1, Smith SM1, Thomas SC1. Tree cover and species composition effects on academic performance of primary school students. *PLoS One*. 2018 Feb 23;13(2):e0193254. doi: 10.1371/journal.pone.0193254.
- ⁷⁵ Wu CD1, McNeely E2, Cedeño-Laurent JG3, et al., Linking student performance in Massachusetts elementary schools with the "greenness" of school surroundings using remote sensing. *PLoS One*. 2014 Oct 13;9(10):e108548. doi: 10.1371/journal.pone.0108548.
- ⁷⁶ Kahn, Peter H. et al. (2008) A plasma display window?-The shifting baseline problem in a technologically mediated natural world. Elsevier Science Ltd., *Journal of Environmental Psychology*, vol. 28, pp. 192-199.
- ⁷⁷ Thayer, B.M. (1995) Daylighting and productivity at Lockheed. *Solar Today* May/June, pp: 26–29.
- ⁷⁸ Browning, B., Cooper, C. (2015) *HUMAN SPACES: The Global Impact of Biophilic Design in the Workplace*, 47 pages, www.humanspaces.com
- ⁷⁹ An M, Colarelli SM, O'Brien K, Boyajian ME. Why We Need More Nature at Work: Effects of Natural Elements and Sunlight on Employee Mental Health and Work Attitudes. *PLoS One*. 2016 May 23;11(5):e0155614. doi: 10.1371/journal.pone.0155614. PMID: 27214041; PMCID: PMC4877070.
- ⁸⁰ Browning, B., Cooper, C. (2015) *HUMAN SPACES: The Global Impact of Biophilic Design in the Workplace*, 47 pages, www.humanspaces.com
- ⁸¹ Beaudoin et Levasseur, *Verdir les villes pour la santé de la population*, INSPQ 2017, 103 pages https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2265_verdir_villes_sante_population.pdf
- ⁸² <https://cps.ca/fr/documents/position/le-jeu-risque-exterieur>
- ⁸³ Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: a national cohort study, Dan Crouse, Lauren Pinault, et al., *The Lancet Planetary Health*, Volume 1, Issue 7, October 2017, Pages e289-e297
- ⁸⁴ *Verdir les villes pour la santé de la population*, Beaudoin et Levasseur, INSPQ 2017, 103 pages. Référence citée : Townsend, Ilvento et Barton, 2016.
- ⁸⁵ Health Benefits from Nature Experiences Depend on Dose, Danielle F. Shanahan, Robert Bush, Kevin J. Gaston, Brenda B. Lin, Julie Dean, Elizabeth Barber & Richard A. Fuller, *Scientific Reports* 6, Article number: 28551 (2016)
- ⁸⁶ Inverse relationship between urban green space and childhood autism in California elementary school districts, Jianyong Wua, Laura Jackson, *Environment International* 107 (2017) 140–146
- ⁸⁷ Neighborhood Greenness and Chronic Health Conditions in Medicare Beneficiaries, Scott C. Brown, PhD,1,2 Joanna Lombard et al. *Am J Prev Med* 2016;51(1):78–89.
- ⁸⁸ *Les espaces verts urbains et la santé*, Stephen Vida, Institut national de santé publique, 2011. Référence citée : Ellaway et collab., 2005
- ⁸⁹ Assessing the Potential of Land Use Modification to Mitigate Ambient NO₂ and Its Consequences for Respiratory Health. Rao M., George LA et al. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Jul 10;14(7). pii: E750. doi: 10.3390/ijerph14070750.

- ⁹⁰ Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: a national cohort study, Dan Crouse, Lauren Pinault, et al., *The Lancet Planetary Health*, Volume 1, Issue 7, October 2017, Pages e289-e297
- ⁹¹ Exposure to greenness and mortality in a nationwide prospective cohort study of women. James P, Hart JE, Banay RF, Laden F. 2016. *Environ Health Perspect* 124:1344-1352.
- ⁹² Holloway TP, Dalton L, Hughes R, Jayasinghe S, Patterson KAE, Murray S, Soward R, Byrne NM, Hills AP, Ahuja KDK. School Gardening and Health and Well-Being of School-Aged Children: A Realist Synthesis. *Nutrients*. 2023 Feb 27;15(5):1190. doi: 10.3390/nu15051190. PMID: 36904189; PMCID: PMC10005652.
- ⁹³ Chan CL, Tan PY, Gong YY. Evaluating the impacts of school garden-based programmes on diet and nutrition-related knowledge, attitudes and practices among the school children: a systematic review. *BMC Public Health*. 2022 Jun 24;22(1):1251. doi: 10.1186/s12889-022-13587-x. PMID: 35751069; PMCID: PMC9233338.
- ⁹⁴ https://www.toronto.ca/wp-content/uploads/2019/08/8ecf-AODA_Shade_Guidelines_2010_Final_Report-002.pdf
- ⁹⁵ Comité consultatif de la Société canadienne du cancer : Statistiques canadiennes sur le cancer 2014. Toronto (Ontario) : Société canadienne du cancer, 2014
- ⁹⁶ Comité consultatif de la Société canadienne du cancer : Statistiques canadiennes sur le cancer 2014. Toronto (Ontario) : Société canadienne du cancer, 2014
- ⁹⁷ Measurements of occupational ultraviolet exposure and the implications of timetabled yard duty for school teachers in Queensland, Australia: Preliminary results N.J. Downs [†], A.V. Parisi et al., *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 131 (2014) 84–89
- ⁹⁸ Planting Healthy Air, The Nature Conservancy, 2017, 128 pages. https://thought-leadership-production.s3.amazonaws.com/2016/10/28/17/17/50/0615788b-8eaf-4b4f-a02a-8819c68278ef/20160825_PHA_Report_FINAL.pdf
- ⁹⁹ Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health, David J. Nowak, Satoshi Hirabayashi et al., *Urban Forestry & Urban Greening* 29 (2018) 40–48
- ¹⁰⁰ Residential greenspace and lung function up to 24 years of age: The ALSPAC birth cohort, Elaine Fuertes 1, Iana Markevych 2, et al., *Environ Int*. 2020 Jul;140:105749. doi: 10.1016/j.envint.2020.105749.
- ¹⁰¹ The Contribution of Neighborhood Tree and Greenspace to Asthma Emergency Room Visits: An Application of Advanced Spatial Data in Los Angeles County. Dohyung Kim 1, Yongjin Ahn, *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Mar 27;18(7):3487. doi: 10.3390/ijerph18073487.
- ¹⁰² Assessing the Potential of Land Use Modification to Mitigate Ambient NO₂ and Its Consequences for Respiratory Health. Rao M1, George LA2, Shandas V3, Rosenstiel TN4. *Int J Environ Res Public Health*. 2017 Jul 10;14(7). pii: E750. doi: 10.3390/ijerph14070750.
- ¹⁰³ Calderón-Garcidueñas L1,2, Mukherjee PS3, Kulesza RJ4, Torres-Jardón R5, Hernández-Luna J6, Ávila-Cervantes R6, Macías-Escobedo E7, González-González O8, González-Maciel A8, García-Hernández K5, Hernández-Castillo A5, Villarreal-Ríos R9 (2019). Mild Cognitive Impairment and Dementia Involving Multiple Cognitive Domains in Mexican Urbanites. *Research Universidad del Valle de México UVM Group. J Alzheimers Dis*. 2019;68(3):1113-1123. doi: 10.3233/JAD-181208.
- ¹⁰⁴ Schraufnagel DE, Balmes JR, et al. *Chest*. Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. 2019 Feb;155(2):417-426. doi: 10.1016/j.chest.2018.10.041.
- ¹⁰⁵ Sram RJ1, Veleminsky M Jr2, Veleminsky M Sr2, Stejskalová J2. The impact of air pollution to central nervous system in children and adults. *Neuro Endocrinol Lett*. 2017 Dec;38(6):389-396.
- ¹⁰⁶ Wu et Jackson, Inverse relationship between urban green space and childhood autism in California elementary school districts. *Environ Int*. 2017 Oct;107:140-146. doi: 10.1016/j.envint.2017.07.010.
- ¹⁰⁷ Gaudon JM, McTavish MJ, Hamberg J, Cray HA, Murphy SD. Noise attenuation varies by interactions of land cover and season in an urban/peri-urban landscape. *Urban Ecosyst*. 2022;25(3):811-818. doi: 10.1007/s11252-021-01194-4. Epub 2022 Jan 16. PMID: 35068919; PMCID: PMC8761103.
- ¹⁰⁸ Bikomeye JC, Balza J, Beyer KM. The Impact of Schoolyard Greening on Children's Physical Activity and Socioemotional Health: A Systematic Review of Experimental Studies. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 11;18(2):535. doi: 10.3390/ijerph18020535. PMID: 33561082; PMCID: PMC7827958.

- ¹⁰⁹ Francesc Baró, David A. Camacho, Carmen Pérez Del Pulgar, Margarita Triguero-Mas, Isabelle Anguelovski, School greening: Right or privilege? Examining urban nature within and around primary schools through an equity lens, *Landscape and Urban Planning*, Volume 208, 2021, 104019, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.104019>.
- ¹¹⁰ Carolien van Velzen, Marco Helbich, Green school outdoor environments, greater equity? Assessing environmental justice in green spaces around Dutch primary schools, *Landscape and Urban Planning*, Volume 232, 2023, 104687, ISSN 0169-2046, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104687>.
- ¹¹¹ Landrigan, Fuller et al. (9 octobre 2017). [The Lancet Commission on pollution and health](#) - voir le tableau 4 à la page 28.
- ¹¹² Tétreault et al., Childhood Exposure to Ambient Air Pollutants and the Onset of Asthma: An Administrative Cohort Study in Québec, *Environmental Health Perspectives*, 2016, volume 124 | number 8: 1276-1282.
- ¹¹³ Impacts de la pollution atmosphérique sur la santé au Canada en 2018, Santé Canada, 2024, Publ. : 230735, 58 pages.
- ¹¹⁴ Impacts de la pollution atmosphérique sur la santé au Canada en 2018, Santé Canada, 2024, Publ. : 230735, 58 pages.
- ¹¹⁵ <https://saaq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/bilan-routier-2020.pdf>
- ¹¹⁶ Impacts de la pollution atmosphérique sur la santé au Canada en 2018, Santé Canada, 2024, Publ. : 230735, 58 pages.
- ¹¹⁷ Cheng et al. (2017). [Living near major roads and the incidence of dementia, Parkinson's disease, and multiple sclerosis: a population-based cohort study](#), The Lancet.
- ¹¹⁸ Saborita, Juana Maria Delgado, Valentina Guercioe et al. A critical review of the epidemiological evidence of effects of air pollution on dementia, cognitive function and cognitive decline in adult population, *Science of The Total Environment*, Volume 757, 25 February 2021, 143734.
- ¹¹⁹ Mortamaisa, Marion, Laure-Anne Gutierrez et al., Long-term exposure to ambient air pollution and risk of dementia: Results of the prospective Three-City Study, *Environment International*, Volume 148, March 2021, 106376.
- ¹²⁰ Calderón-Garcidueñas L1,2, Mukherjee PS3, Kulesza RJ4, Torres-Jardón R5, Hernández-Luna J6, Ávila-Cervantes R6, Macías-Escobedo E7, González-González O8, González-Maciél A8, García-Hernández K5, Hernández-Castillo A5, Villarreal-Ríos R9 (2019). Mild Cognitive Impairment and Dementia Involving Multiple Cognitive Domains in Mexican Urbanites. Research Universidad del Valle de México UVM Group. *J Alzheimers Dis.* 2019;68(3):1113-1123. doi: 10.3233/JAD-181208.
- ¹²¹ Schraufnagel DE, Balmes JR, et al. Chest. Air Pollution and Noncommunicable Diseases: A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems. 2019 Feb;155(2):417-426. doi: 10.1016/j.chest.2018.10.041.
- ¹²² Sram RJ1, Veleminsky M Jr2, Veleminsky M Sr2, Stejskalová J2. The impact of air pollution to central nervous system in children and adults. *Neuro Endocrinol Lett.* 2017 Dec;38(6):389-396.
- ¹²³ Newbury, J B et al. (2021), Association between air pollution exposure and mental health service use among individuals with first presentations of psychotic and mood disorders: retrospective cohort study, *British Journal of Psychiatry*, pp 1-8.
- ¹²⁴ Agence d'évaluation d'impact du Canada (novembre 2020). [Rapport provisoire d'évaluation environnementale – Projet Laurentia : Quai en eau profonde dans le Port de Québec](#), 2020, 311 pages.
- ¹²⁵ Hadley, Baumgartner and Vedanthan (2018). Developing a clinical approach to air pollution and cardiovascular health, *Circulation*, 137 : 725-742.
- ¹²⁶ Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère (juin 2011). [Inventaire des émissions des principaux contaminants atmosphériques au Québec en 2008 et évolution depuis 1990](#), Gouvernement du Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 30 p.
- ¹²⁷ Wang et Chen (2016). High-resolution satellite-based analysis of ground-level PM2.5 for the city of Montreal, *Science of The Total Environment*, 541: 1059-1069.
- ¹²⁸ Sider, Timothy, Ahsan Alam (2013). Land-use and socio-economics as determinants of traffic emissions and individual exposure to air pollution, *Journal of Transport Geography* 33, 230–239.

- ¹²⁹ Smith and McDougal (2017). Costs of Pollution in Canada, IISD, 127 pages.
- ¹³⁰ Lloyd, Olaniyan et al., Nanoparticle Concentrations Are Associated with Increased Mortality Risk in Canada's Two Largest Cities. *Am J Respir Crit Care Med*. 2024 Jun 26. doi: 10.1164/rccm.202311-2013OC. PMID: 38924496.
- ¹³¹ Weichenthal, Scott a,d,n, Keith Van Ryswyk a, Alon Goldstein b, Scott Bagg b, Maryam Shekharizfard c, Marianne Hatzopoulou. A land use regression model for ambient ultrafine particles in Montreal, Canada: A comparison of linear regression and a machine learning approach, *Environmental Research* 146 (2016) 65–72.
- ¹³² Lee YY, Lin SL, Yuan CS, Lin MY, Chen KS. Reduction of atmospheric fine particle level by restricting the idling vehicles around a sensitive area. *J Air Waste Manag Assoc*. 2018 Jul;68(7):656-670. doi: 10.1080/10962247.2018.1438320. Epub 2018 May 3. PMID: 29514014. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29514014/>
- ¹³³ Zhu Y, Zhang Q; HEI Health Review Committee. Characterizing ultrafine particles and other air pollutants in and around school buses. *Res Rep Health Eff Inst*. 2014 Mar;(180):3-37. PMID: 24834688.
- ¹³⁴ Everett Jones S, Doroski B, Glick S. Association Between State Assistance on the Topic of Indoor Air Quality and School District-Level Policies That Promote Indoor Air Quality in Schools. *J Sch Nurs*. 2015 Dec;31(6):422-9. doi: 10.1177/1059840515579082. Epub 2015 Apr 27. PMID: 25920318; PMCID: PMC11409407. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25920318/>
- ¹³⁵ Barnes NM, Ng TW, Ma KK, Lai KM. In-Cabin Air Quality during Driving and Engine Idling in Air-Conditioned Private Vehicles in Hong Kong. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Mar 27;15(4):611. doi: 10.3390/ijerph15040611. PMID: 29584686; PMCID: PMC5923653. In-Cabin Air Quality during Driving and Engine Idling in Air-Conditioned Private Vehicles in Hong Kong - PubMed <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29584686/>
- ¹³⁶ Meleady R, Abrams D, Van de Vyver J, Hoptthrow T, Mahmood L, Player A, Lamont R, Leite AC. Surveillance or Self-Surveillance? Behavioral Cues Can Increase the Rate of Drivers' Pro-Environmental Behavior at a Long Wait Stop. *Environ Behav*. 2017 Dec;49(10):1156-1172. doi: 10.1177/0013916517691324. Epub 2017 Feb 10. PMID: 29200472; PMCID: PMC5673009. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29200472/>
- ¹³⁷ Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project: Technical Report [Internet]. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2013. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK361807/>
- ¹³⁸ <https://www.journaldequebec.com/2023/02/25/qualite-de-lair-une-nouvelle-ecole-qui-suscite-des-inquietudes>
- ¹³⁹ <https://www.journaldemontreal.com/2023/03/08/qualite-de-lair-une-autre-ecole-en-chantier-sur-le-bord-dune-autoroute>
- ¹⁴⁰ CIUSSS de la Capitale-Nationale (2017). Mémoire sur la mobilité durable et la santé, Consultation de la Ville de Québec sur la mobilité durable, 41 pages.
- ¹⁴¹ Martin, Deshaies et Poulin, Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : pour des environnements sonores sains, INSPQ, 2015, Publication 2048, 267 p.
- ¹⁴² Martin, R., P. Deshaies et M. Poulin (2015). Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : pour des environnements sonores sains, INSPQ, 2015.
- ¹⁴³ Martin, R., P. Deshaies et M. Poulin (2015). Avis sur une politique québécoise de lutte au bruit environnemental : pour des environnements sonores sains, INSPQ, 2015.
- ¹⁴⁴ World Health Organization (2011). Burden of disease from Environmental noise, Regional office for Europe.
- ¹⁴⁵ Van Kempen et Babisch (juin 2012). The quantitative relationship between road traffic noise and hypertension: a meta-analysis, *Journal of hypertension*, vol. 30 no 6.
- ¹⁴⁶ Bernard, Marie-Violette (11 mai 2017). [Environnement, santé, coût social... Comment la pollution sonore nous gâche la vie](#), France Info.
- ¹⁴⁷ Observatoire régional harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes des nuisances environnementales (ORHANE). [En ligne](#).
- ¹⁴⁸ <https://www.participation.com/wp-content/uploads/2024/05/2024-Bulletin-des-enfants-et-des-jeunes-Bulletin-complet.pdf>
- ¹⁴⁹ NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). 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):2627-2642. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3. Epub 2017 Oct 10. PMID: 29029897; PMCID: PMC5735219.

<https://observatoireprevention.org/2021/11/18/lobesite-juvenile-une-veritable-bombe-a-retardement-de-maladies-cardiometaboliques/>

¹⁵⁰ <https://www.inspq.qc.ca/saine-alimentation-mode-vie-actif/poids-corporel>

¹⁵¹ <https://www.participaction.com/wp-content/uploads/2024/05/2024-Bulletin-des-enfants-et-des-jeunes-Bulletin-complet.pdf>

¹⁵² <https://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/statistiques-donnees-sante-bien-etre/flash-surveillance/activite-physique-en-quelques-chiffres/>

¹⁵³ King, Morency et Lapierre (octobre 2005). Les impacts du transport automobile sur la santé publique, Agence de développement de réseaux locaux et de services de santé et de services sociaux, Montréal, Rapport synthèse, Vol. 8, Numéro 3.

¹⁵⁴ Coalition Poids (2016). [Conséquences de l'inactivité physique](#).

¹⁵⁵ <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/rapports-publications/amener-sante-a-table-planification-profil-pratiques-prometteuses-canada-etranger/quebec-ecole-a-pied-a-velo-programme-ameliorer-conditions-marche-cyclisme-eleves-ecole-elementaire-quebec.html>

¹⁵⁶ Soulignons qu'en 2019, pour ces raisons, une vingtaine de médecins ont cosigné une lettre d'opinion intitulée : *Le transport en commun, c'est bon pour la santé*, en appui au projet de Réseau structurant de transport en commun de la Ville de Québec. La lettre n'est plus disponible en ligne, mais voir cet article : Koenig-Soutières, Arnaud (14 avril 2019). [Vingt médecins à la défense du projet de tramway](#), Journal de Québec.

¹⁵⁷ Groupe de travail sur les transports urbains (avril 2012). [Le coût élevé de la congestion dans les villes canadiennes](#), Conseil des ministres responsables des transports et de la sécurité routière (Canada), avril 2012.

¹⁵⁸ Titos, Lyamani, et al. Evaluation of the impact of transportation change on air quality, *Atmosphéric environment*, 114(2015): 19-31.

¹⁵⁹ Grabow, Maggie L., Scott N. Spak, Tracey Holloway, Brian Stone Jr., Adam C. Mednick, and Jonathan A. Patz. Air Quality and Exercise-Related Health Benefits from Reduced Car Travel in the Midwestern United States, volume 120 | number 1 | January 2012, *Environmental Health Perspectives*, p. 68-76.

¹⁶⁰ Litman, Evaluating Public Transportation Health Benefits, Victoria Transport Policy Institute, 2020, 36 pages.

¹⁶¹ King, Morency et Lapierre (octobre 2005). Les impacts du transport automobile sur la santé publique, Agence de développement de réseaux locaux et de services de santé et de services sociaux, Montréal, Rapport synthèse, Vol. 8, Numéro 3.

¹⁶² Stevenson, Thompson, et al. Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities, *Lancet*. 2016 Sep 19. pii: S0140-6736(16)30067-8. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30067-8.

¹⁶³ Mueller, Natalie 1, David Rojas-Rueda 2, Tom Cole-Hunter 2, Audrey de Nazelle 3, Evi Dons 4, Regine Gerike 5, Thomas Götschi 6, Luc Int Panis 7, Sonja Kahlmeier 6, Mark Nieuwenhuijsen 2, Health impact assessment of active transportation: A systematic review, *Prev Med*. 2015 Jul;76:103-14. doi: 10.1016/j.ypmed.2015.04.010.

¹⁶⁴ Senner, Ipek N., Richard J. Leea, and Zachary Elgartb, Potential Health Implications and Health Cost Reductions of Transit-Induced Physical Activity, *J Transp Health*. 2016 June ; 3(2): 133–140. doi:10.1016/j.jth.2016.02.002.

¹⁶⁵ MacDonald JM, Stokes RJ, Cohen DA, Kofner A, Ridgeway GK. The effect of light rail transit on body mass index and physical activity. *Am J Prev Med*. 2010 Aug;39(2):105-12. doi: 10.1016/j.amepre.2010.03.016. PMID: 20621257; PMCID: PMC2919301.

¹⁶⁶ Grøntved, Koivula et al., Bicycling to Work and Primordial Prevention of Cardiovascular Risk: A Cohort Study Among Swedish Men and Women, *J Am Heart Assoc*. 2016 Oct 31;5(11):e004413. doi: 10.1161/JAHA.116.004413.

¹⁶⁷ Panter J, Ogilvie D (2016) Cycling and Diabetes Prevention: Practice-Based Evidence for Public Health Action. *PLoS Med* 13(7): e1002077. doi:10.1371/journal.pmed.100207.

¹⁶⁸ Duggal, Pollock et al., Major features of immunesenescence, including reduced thymic output, are ameliorated by high levels of physical activity in adulthood, *Aging Cell*. 2018 Apr;17(2):e12750. doi: 10.1111/accel.12750.

¹⁶⁹ Hendriksen, Simons et al., The association between commuter cycling and sickness absence, *Preventive Medicine*, Volume 51, Issue 2, August 2010, Pages 132-135

¹⁷⁰ King, Morency et Lapierre (octobre 2005). Les impacts du transport automobile sur la santé publique, Agence de développement de réseaux locaux et de services de santé et de services sociaux, Montréal, Rapport synthèse, Vol. 8, Numéro 3.

-
- ¹⁷¹ Celis-Morales, Lyall et al., Association between active commuting and incident cardiovascular disease, cancer, and mortality: prospective cohort study, *BMJ* 2017;357:j1456, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.j1456>.
- ¹⁷² Avila-Palencia, de Nazelle et al., The relationship between bicycle commuting and perceived stress: a crosssectional study. *BMJ Open* 2017;7:e013542. doi:10.1136/bmjopen-2016-013542.
- ¹⁷³ Jacob, Nikita 1, Luke Munford 2, Nigel Rice 3, Jennifer Roberts 4. Does commuting mode choice impact health? *Health Econ.* 2021 Feb;30(2):207-230. doi: 10.1002/hec.4184. Epub 2020 Nov 3.
- ¹⁷⁴ Avila-Palencia, de Nazelle et al., The relationship between bicycle commuting and perceived stress: a crosssectional study. *BMJ Open* 2017;7:e013542. doi:10.1136/bmjopen-2016-013542.
- ¹⁷⁵ Rasmussen MG, Grøntved A, Blond K, Overvad K, Tjønneland A, Jensen MK, et al. (2016) Associations between Recreational and Commuter Cycling, Changes in Cycling, and Type 2 Diabetes Risk: A Cohort Study of Danish Men and Women. *PLoS Med* 13(7): e1002076. doi:10.1371/journal.pmed.1002076
- ¹⁷⁶ Østergaard, Lars 1, Majken K Jensen 2, Kim Overvad 3, Anne Tjønneland 4, Anders Grøntved 5, Associations Between Changes in Cycling and All-Cause Mortality Risk, *Am J Prev Med.* 2018 Nov;55(5):615-623. doi: 10.1016/j.amepre.2018.06.009.
- ¹⁷⁷ Fishman, Elliot 1, Paul Schepers 1, Carlijn Barbara Maria Kamphuis 1. Dutch Cycling: Quantifying the Health and Related Economic Benefits, *Am J Public Health.* 2015 Aug;105(8):e13-5. doi: 10.2105/AJPH.2015.302724.
- ¹⁷⁸ Pôle Santé Travail - Métropole Nord [France] (3 juin 2024). [Vélo : 7 bienfaits sur la santé.](#)
- ¹⁷⁹ Hendriksen, Simons et al., The association between commuter cycling and sickness absence, *Preventive Medicine*, Volume 51, Issue 2, August 2010, Pages 132-135
- ¹⁸⁰ Woodcock J, Edwards P, et al., Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: urban land transport. *Lancet.* 2009 Dec 5;374(9705):1930-43. doi: 10.1016/S0140-6736(09)61714-1. Epub 2009 Nov 26. PMID: 19942277.
- ¹⁸¹ Lee I-M et al. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet.* Volume 380, Issue 9838, 21–27 July 2012, Pages 219-229.
- ¹⁸² Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) (2014). Poids corporel et santé chez les adultes québécois, No de publication 1869, 20 p.
- ¹⁸³ Stevenson, Thompson, et al. Land use, transport, and population health: estimating the health benefits of compact cities, *Lancet.* 2016 Sep 19. pii: S0140-6736(16)30067-8. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30067-8.
- ¹⁸⁴ Martin A, Boyle J, Corlett F, Kelly P, Reilly JJ. Contribution of Walking to School to Individual and Population Moderate-Vigorous Intensity Physical Activity: Systematic Review and Meta-Analysis. *Pediatr Exerc Sci.* 2016 Aug;28(3):353-63. doi: 10.1123/pes.2015-0207. Epub 2016 Feb 17. PMID: 26882871.
- ¹⁸⁵ Pizarro AN, Ribeiro JC, Marques EA, Mota J, Santos MP. Is walking to school associated with improved metabolic health? *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2013 Jan 29;10:12. doi: 10.1186/1479-5868-10-12. PMID: 23360463; PMCID: PMC3570412.
- ¹⁸⁶ Carlson JA, Steel C, Bejarano CM, Beauchamp MT, Davis AM, Sallis JF, Kerner J, Brownson R, Zimmerman S. Walking School Bus Programs: Implementation Factors, Implementation Outcomes, and Student Outcomes, 2017-2018. *Prev Chronic Dis.* 2020 Oct 15;17:E127. doi: 10.5888/pcd17.200061. PMID: 33059796; PMCID: PMC7587300.
- ¹⁸⁷ Smith, Commute well-being differences by mode: Evidence from Portland, Oregon, USA, *Journal of Transport & Health*, Volume 4, March 2017, Pages 246-254
- ¹⁸⁸ Konijnendijk, C.C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *J. For. Res.* 34, 821–830 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- ¹⁸⁹ USDA Forest Service (2016). [The Sustainable Urban Forest. A Step-by-Step Approach.](#)
- ¹⁹⁰ <https://donnees.montreal.ca/dataset/canopee>
- ¹⁹¹ Québec [Ville de] (juin 2020). [Mise à jour de l'indice de canopée et de l'inventaire des arbres - Projet de construction d'un tramway sur le territoire de la ville de Québec.](#) 5p.
- ¹⁹² Konijnendijk, C.C. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *J. For. Res.* 34, 821–830 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- ¹⁹³ <https://dev-bnq.bnq.qc.ca/fr/normalisation/environnement/lutte-aux-ilots-de-chaaleur-urbains.html>
- ¹⁹⁴ <https://aqpp.org/realisations/publications/repertoire-des-arbres-recommandes-en-milieu-urbain>
- ¹⁹⁵ https://www.ville.quebec.qc.ca/publications/docs_ville/repertoire_ess_arboricoles.pdf

¹⁹⁶ <https://fondsmunicipalvert.ca/ressources/fiche-dinformation-le-role-de-la-diversite-des-arbres-dans-le-renforcement-des-forets>

¹⁹⁷

<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/2000G1NT.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1991+Thru+1994&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=0&XmlQuery=&File=D%3A%5Czyfiles%5CIndex%20Data%5C91thru94%5CTxt%5C00000014%5C2000G1NT.txt&User=ANONYMOUS&Password=anonymous&SortMethod=h%7C-&MaximumDocuments=1&FuzzyDegree=0&ImageQuality=r75g8/r75g8/x150y150g16/i425&Display=p%7Cf&DefSeeKPage=x&SearchBack=ZyActionL&Back=ZyActionS&BackDesc=Results%20page&MaximumPages=1&ZyEntry=1&SeekPage=x&ZyPURL>

¹⁹⁸

https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/1678_etatconnpollenallergies_assisesgestionefficace.pdf

¹⁹⁹ Kendi S, Johnston BD; COUNCIL ON INJURY, VIOLENCE, AND POISON PREVENTION. Child Pedestrian Safety. *Pediatrics*. 2023 Jul 1;152(1):e2023062506. doi: 10.1542/peds.2023-062506. PMID: 37337837.

²⁰⁰

https://static1.squarespace.com/static/64d381bb16be375843dc8175/t/67000e58f0bc3749d76045a2/1728056928586/Batir_Ensemble_Chemin_Vers_Lecole_WEB.LR+mod20240919.pdf