



# Interventions efficaces sur la qualité de l'air intérieur

Ther Aung<sup>1</sup>

## Résumé

- Les interventions ciblant plusieurs polluants et ayant recours à différentes mesures sont plus efficaces pour réduire le fardeau de la morbidité associé à l'asthme que celles visant un seul polluant ou une seule source de pollution.
- La sensibilisation et les visites à domicile par des agents de santé communautaire constituent des interventions efficaces pour améliorer la qualité de l'air intérieur au moyen de la modification des comportements.
- Les interventions en matière de politiques, comme l'élaboration de politiques antitabac, ont permis de réduire l'exposition des enfants à la fumée de tabac secondaire (FTS) dans les résidences et d'améliorer leur santé respiratoire.
- Des campagnes publiques de sensibilisation à la FTS pourraient permettre de réduire encore davantage le taux d'exposition des Canadiens, en particulier chez les collectivités des Premières Nations, où la prévalence du tabagisme est élevée.
- Les données probantes de récentes études sur les épurateurs d'air dotés de filtres à haute efficacité pour les particules de l'air ont démontré que ces appareils étaient efficaces pour réduire les particules aériennes à l'intérieur des habitations ainsi que la morbidité associée aux maladies respiratoires et cardiovasculaires. L'élimination des sources de pollution intérieure, comme le tabac, demeure toutefois la priorité absolue.
- Des filtres à particule placés dans la zone respiratoire associée au sommeil des personnes hautement vulnérables, comme celles souffrant d'asthme ou d'allergies, peuvent améliorer leurs symptômes respiratoires ainsi que leur qualité de vie.
- Des mesures de réduction simples et non structurelles, comme le colmatage des fissures pour empêcher les parasites d'entrer, la modification des comportements (p. ex., entreposage adéquat de la nourriture) et le lavage des couvre-lits à l'eau chaude aident à réduire l'exposition aux allergènes d'acariens de la poussière de maison et de parasites.
- Un plus grand nombre d'études d'intervention dans les bâtiments non résidentiels, comme les écoles et les immeubles publics, est requis, puisque la population générale est susceptible d'être exposée à des polluants dans d'autres lieux intérieurs.
- Des études de rendement permettraient d'appliquer les données probantes tirées d'études d'intervention à des programmes ainsi qu'à des politiques.

## Introduction

Les Canadiens passent environ 90 % de leur temps à l'intérieur, que ce soit à la maison, au bureau, à l'école ou à la garderie<sup>1</sup>. La qualité de l'air à l'intérieur d'une maison « étanche » dans laquelle se trouvent des sources d'émissions peut être encore plus mauvaise que la qualité de l'air extérieur<sup>2-4</sup>, ce qui peut avoir d'importantes répercussions sur la santé, l'apprentissage et la productivité de ses occupants<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Boursière du Bridge Program de l'Université de la Colombie-Britannique

L'exposition à des polluants de l'air intérieur est associée à un grand nombre de maladies respiratoires et systémiques, dont l'apparition et l'aggravation de l'asthme, de l'irritation des voies respiratoires et de l'inflammation, de même que certains symptômes non respiratoires comme les maux de tête, la fatigue et l'irritation des yeux<sup>6,7</sup>. Une exposition aiguë ou à long terme à une grande concentration de polluants intérieurs peut mener au cancer du poumon ou au décès prématuré<sup>6</sup>.

Au Canada, les maladies pulmonaires chroniques ont entraîné en 2010 des coûts liés aux soins de santé directs et indirects totalisant 12 milliards de dollars; ceux-ci sont attribuables aux décès prématurés et aux maladies à long terme, particulièrement le cancer du poumon, l'asthme et la bronchopneumopathie chronique obstructive<sup>8</sup>. La mauvaise qualité de l'air intérieur (QAI) joue un rôle important dans l'étiologie des maladies respiratoires aiguës et chroniques. Une récente analyse économique sur la mauvaise qualité de l'air intérieur aux États-Unis a permis de conclure que chaque année, des coûts totalisant plusieurs dizaines de milliards de dollars étaient entraînés par l'exacerbation de maladies respiratoires, de l'asthme et de symptômes d'allergie ainsi que par la perte de productivité<sup>9</sup>.

## Polluants de l'air intérieur et sources de pollution

Les polluants de l'air intérieur sont considérés comme des agents biologiques ou chimiques. Parmi les agents biologiques, notons les moisissures, les acariens de la poussière de maison, les bactéries, les virus, les parasites (coquerelles, rats) ainsi que les squames et les poils d'animaux domestiques. Les agents chimiques les plus courants dans les environnements intérieurs sont la fumée de tabac secondaire (FTS), l'amiante, le plomb, les pesticides, les particules inhalables (comme les matières particulaires [MP]), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone et les composés organiques volatils (COV) comme le formaldéhyde.

Les polluants de l'air intérieur attribuables à la combustion, comme les MP, le NO<sub>2</sub> et le CO, peuvent provenir du tabac, des chandelles à l'encens, des appareils de chauffage individuels au gaz ou au kérosène, des foyers et des poêles à bois ou au gaz. Parmi les agents chimiques intérieurs ne provenant pas de la combustion, on retrouve les produits nettoyants, désinfectants et dégraissants, les insecticides, la peinture, le vernis, les produits en bois aggloméré (panneaux de particules, de fibres ou de contreplaqué) ainsi que les meubles pouvant dégager des gaz et des COV, en particulier lorsqu'ils sont neufs.

En plus des sources intérieures, l'état des bâtiments et les sources de pollution extérieures influent aussi sur la QAI. Les fissures dans les murs et les plafonds permettent aux coquerelles et aux rats d'entrer dans un bâtiment. L'eau stagnante contribue aussi à l'infestation par ces types de parasites, dont les fèces, la salive et les cellules cutanées causent des réactions allergiques chez les personnes asthmatiques qui y sont sensibilisées. Les allergènes peuvent également se loger dans les systèmes de chauffage et de ventilation, les épurateurs d'air et les humidificateurs mal entretenus et se transformer en sources de pollution<sup>5,10</sup>. Par ailleurs, les fuites d'eau et la condensation contribuent à la création d'un environnement humide, ce qui favorise la croissance des acariens, des moisissures et des bactéries. La présence d'une grande quantité de moisissures dans une habitation peut entraîner des émissions chimiques provenant des matériaux de construction et des meubles<sup>11</sup>. Les occupants d'un lieu peuvent eux aussi produire des contaminants biologiques, propageant ainsi des agents infectieux et des maladies transmissibles dans l'air<sup>12</sup>. Enfin, les changements climatiques contribueront probablement à la diminution de la QAI en raison des mesures d'atténuation et d'adaptation prises pour gérer les phénomènes météorologiques extrêmes<sup>5</sup>. À titre d'exemple, le recours croissant au conditionnement de l'air et à l'intempérisation occasionne une diminution des taux d'échange d'air et, par conséquent, une accumulation de polluants intérieurs. Le *Tableau A1* de l'*Annexe 1* contient un résumé des principaux polluants de l'air intérieur, des sources de pollution et de leurs effets sur la santé.

## Objectif

L'objectif de cet examen des données probantes était d'évaluer les interventions actuellement en cours pour améliorer la QAI et la santé pouvant être appliquées au Canada. L'« efficacité » d'une intervention a été mesurée à partir de données démontrant à la fois une diminution manifeste des polluants de l'air intérieur et une amélioration de la santé humaine. Les études portant à la fois sur les contaminants de l'air intérieur et les paramètres de la QAI, tels que la température, l'humidité relative et la concentration de CO<sub>2</sub>, de même que sur les effets sur la santé ont été prises en considération dans le cadre du présent examen.

## Méthodes

Des recherches d'articles pertinents ont été effectuées dans les bases de données Pubmed, Google Scholar et Web of Science. Seules les publications rédigées en anglais et portant sur des interventions menées dans des

habitations et des immeubles publics, comme des écoles, des garderies et des bureaux, ont été examinées. Les interventions menées dans les hôpitaux et les entreprises industrielles ont été exclues, car ils sont régis par des règles et des normes différentes. L'examen ne couvre pas non plus les essais en laboratoire. Les critères de sélection utilisés stipulaient que les études retenues devaient se pencher à la fois sur les aspects environnemental et sanitaire. L'étude devait, par exemple, évaluer les contaminants de l'air intérieur ou les paramètres de la QAI de même que des données sur la santé, autodéclarées ou mesurées de façon objective.

Le CCNSE a déjà publié des examens de données probantes à propos d'interventions sur la qualité de l'air intérieur, entre autres, sur les épurateurs d'air<sup>13</sup>, la lutte antiparasitaire intégrée<sup>14</sup> et, plus récemment, les moisissures. Le présent document ne traite pas de l'élimination des moisissures, puisque le CCNSE a récemment publié un examen à ce sujet<sup>15</sup>.

Le radon n'y est pas abordé non plus, étant donné que les technologies pour l'éliminer ont déjà été largement couvertes, entre autres, par le CCNSE et Santé Canada<sup>16,17</sup>.

Les recherches dans les publications ne se sont concentrées que sur les interventions mises en œuvre au Canada, aux États-Unis et dans d'autres pays développés. En effet, les enjeux en matière de pollution intérieure en vigueur dans ces pays sont plus susceptibles de se ressembler étant donné que ces derniers présentent une croissance économique, un environnement bâti et des sources d'émissions semblables. Les termes recherchés et les bases de données utilisées sont énumérés dans le *tableau A2* de l'*Annexe 1*.

## Résultats et discussion

Les interventions sur la qualité de l'air intérieur examinées se divisent en deux catégories : les interventions à l'échelle de la population (notamment la mise en place de politiques) et les interventions communautaires. Les politiques, la réglementation publique et les campagnes d'information dans les médias entrent dans la première catégorie, alors que les interventions communautaires s'attaquent à des problèmes communs au sein d'un groupe de personnes (communauté) qui possèdent des caractéristiques semblables ou qui vivent dans un même secteur géographique<sup>18</sup>.

## Interventions à l'échelle de la population

Au Canada, 4,5 % des enfants de moins de 17 ans sont régulièrement exposés à la FTS à la maison<sup>19</sup>. Ce nombre est probablement plus élevé dans les collectivités des Premières Nations, puisque la prévalence du tabagisme y est élevée : en effet, 43 % des adultes des Premières Nations fument quotidiennement, contre 17 % de la population canadienne<sup>20</sup>. Une étude d'intervention sur la qualité de l'air intérieur dans une collectivité des Premières Nations a révélé que 73 % des participants étaient exposés à la FTS dans leur maison<sup>21</sup>.

Une politique antitabac est une intervention à l'échelle de la population qui interdit le tabagisme dans les lieux publics intérieurs et les milieux de travail, et à proximité de l'entrée des immeubles publics. Il a été conclu que les politiques antitabac améliorent la santé respiratoire et cardiovasculaire des travailleurs exposés dans le milieu hospitalier<sup>22-24</sup> et de la population en général<sup>25,26</sup>. Les craintes initiales que l'interdiction de fumer dans les lieux publics pousse les gens à fumer dans leur maison ou leur voiture, augmentant ainsi l'exposition des enfants à la FTS, se sont avérées infondées<sup>27</sup>. Les politiques antitabac auraient plutôt contribué à réduire la prévalence du tabagisme dans les maisons en améliorant la sensibilisation et en modifiant les normes sociales<sup>27</sup>. Une étude écossaise a conclu que le nombre d'enfants de moins de 15 ans admis à l'hôpital pour des problèmes d'asthme avait connu une diminution après la mise en place d'une interdiction de fumer dans les lieux publics<sup>28</sup>.

Un examen mené par le Centre International de Recherche sur le Cancer pour évaluer l'efficacité des politiques antitabac a montré que ces politiques de même que les campagnes publiques de sensibilisation qui leur sont associées sont plus efficaces pour réduire à long terme l'exposition des enfants à la FTS dans les maisons que les interventions visant directement les parents qui fument à l'intérieur ou les ménages dans lesquels une telle pratique est observée<sup>27</sup>. Étant donné que des politiques antitabac sont déjà en place dans les provinces et les territoires du Canada, des campagnes de sensibilisation pour promouvoir des maisons sans fumée pourraient permettre de réduire davantage l'exposition à la FTS à l'intérieur.

## Interventions communautaires

La plupart du temps, les interventions communautaires sur la QAI se fondent en grande partie sur des mesures

d'assainissement de l'environnement et intègrent un volet « sensibilisation »<sup>29</sup>. Comme défini dans l'étude de la D<sup>re</sup> Croker, l'assainissement de l'environnement repose sur deux types de mesures : structurelles et non structurelles<sup>29</sup>. Les mesures d'assainissement non structurelles comprennent l'utilisation d'un couvre-lit antiallergènes, le colmatage des trous dans les murs et l'installation de filtres à air. Les mesures structurelles nécessitent, quant à elles, que d'importantes rénovations soient apportées à la structure d'une maison ou d'un immeuble : installation d'unités de ventilation, réparation des planchers, etc. Un nombre grandissant d'interventions communautaires misent sur l'information afin d'inciter les résidents à adopter de nouveaux comportements ou à modifier leurs habitudes pour éliminer ou réduire leur degré d'exposition.

## Mesures non structurelles

### *Lutte contre les acariens détriticoles (AD)*

Il est possible de réduire l'exposition d'une personne aux AD en combinant différentes mesures d'assainissement comme l'utilisation d'oreillers et de couvre-matelas antiallergènes, le lavage de la literie à l'eau chaude, le retrait de la moquette et l'application d'acaricides<sup>30-34</sup>. Une étude multifacettes sur la prévention primaire de l'asthme a eu recours à une combinaison de méthodes visant à réduire l'exposition aux AD et à d'autres déclencheurs de l'asthme, notamment l'utilisation de couvre-matelas antiallergènes, le lavage hebdomadaire de la literie à l'eau chaude, l'utilisation d'aspirateurs ultra-performants et le remplacement de la moquette par des planchers de bois franc. L'intervention a permis de réduire de plus de 95 % la quantité d'acariens dans la poussière de matelas; des diminutions ont ensuite été observées durant toute l'année suivante<sup>32</sup>. Les bienfaits pour la santé observés incluaient notamment une importante réduction des cas de respiration sifflante grave, d'ordonnances pour des médicaments visant à traiter les crises de respiration sifflante ainsi que de la respiration sifflante après une période intense de jeu, de pleurs ou d'épuisement durant la première année de vie<sup>33</sup>.

L'utilisation d'un couvre-matelas antiallergène s'est avérée inefficace pour obtenir des avantages cliniques<sup>35-37</sup>. De plus, l'efficacité des produits chimiques employés seuls pour réduire l'exposition aux AD n'a pas été prouvée<sup>30,36,38</sup>. Des craintes ont d'ailleurs été soulevées par rapport à l'utilisation de ces produits toxiques ainsi qu'à une exposition potentielle des membres d'un ménage.

## ***Lutte antiparasitaire intégrée***

La lutte antiparasitaire intégrée est une combinaison de stratégies visant à prévenir, à prendre en charge et à traiter les infestations de parasites tout en évitant l'utilisation de pesticides toxiques. La lutte antiparasitaire intégrée peut améliorer la QAI en réduisant, d'une part, la concentration intérieure d'allergènes provenant des souris, des rats et des coquerelles, et, d'autre part, l'exposition aux produits chimiques. Un examen mené par le CCNSE sur la réduction de l'exposition aux pesticides à l'intérieur des maisons grâce à la lutte antiparasitaire intégrée se trouve à l'*Annexe 3 : Autres ressources*.

Trois études citées dans l'examen susmentionné se sont penchées sur les bienfaits pour la santé de la lutte antiparasitaire intégrée chez les enfants asthmatiques<sup>39-41</sup>. La première intervention, sous forme de lutte antiparasitaire intégrée mise en place dans les maisons d'enfants asthmatiques sensibilisés aux allergènes de souris, consistait à colmater les trous et les fissures pour empêcher les rongeurs d'entrer, à installer des pièges dans la maison, à informer la famille sur le nettoyage de la cuisine et l'entreposage des aliments ainsi qu'à utiliser un aspirateur muni d'un filtre à haute efficacité pour les particules de l'air (HEPA) et d'un filtre à air HEPA dans les chambres des enfants. L'intervention s'est soldée par une réduction des allergènes de souris et a été associée à une diminution de l'absentéisme scolaire, des troubles du sommeil des enfants et du fardeau des soignants. Elle n'a toutefois pas été associée à une diminution des symptômes de l'asthme et de l'utilisation des services de santé chez les enfants<sup>40</sup>. Une intervention semblable, n'utilisant pas de filtre HEPA, a été déployée dans les maisons d'enfants asthmatiques sensibilisés aux allergènes de souris et a permis de constater une diminution importante de la quantité d'allergènes de souris dans les échantillons de poussière prélevés dans la cuisine, le salon et les chambres. L'intervention n'a toutefois pas été associée à une amélioration des symptômes de l'asthme ni de la fonction pulmonaire<sup>39</sup>. Une troisième étude, dont l'approche était fondée sur une lutte antiparasitaire intégrée, s'est soldée par une réduction importante des allergènes de coquerelles ainsi qu'une amélioration des symptômes respiratoires et de la qualité de vie. Le modèle d'étude était toutefois limité en raison de l'absence d'une population témoin<sup>41</sup>.

### ***Filtration de l'air***

Les filtres HEPA améliorent la QAI en réduisant l'exposition aux matières particulaires dans un lieu intérieur. Étant donné qu'il n'existe actuellement aucune norme sur les concentrations intérieures de MP<sub>2,5</sub> ni de

seuil en ce qui concerne leurs effets sur la santé, Santé Canada recommande que leurs valeurs soient inférieures à celles des concentrations extérieures<sup>42</sup>. À partir de 2015, les normes canadiennes de qualité d'air ambiant (extérieur) fixeront à 10 µg/m<sup>3</sup> l'exposition annuelle aux MP<sub>2,5</sub>.

Le CCNSE s'est penché sur les épurateurs d'air domestiques ainsi que sur leur efficacité pour améliorer la QAI et la santé<sup>13</sup> : [http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Epurateurs\\_air\\_domestiques\\_oct\\_2010.pdf](http://www.ccnse.ca/sites/default/files/Epurateurs_air_domestiques_oct_2010.pdf). La section ci-dessous résume les résultats tirés d'articles publiés après l'examen du CCNSE en 2010, en plus de préciser les effets associés aux différents types de filtres et de fournir des renseignements sur le contexte des interventions (p. ex., écoles ou immeubles de bureaux).

Il est possible de réduire l'exposition aux particules intérieures grâce à trois méthodes de filtration :

- 1) filtration de toute l'habitation reposant sur un système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC);
- 2) filtration au moyen d'un épurateur d'air portatif;
- 3) filtration dans la zone respiratoire associée au sommeil. Une seule étude récente s'est penchée sur la filtration complète d'une maison comme intervention<sup>43</sup>. Elle a étudié les interventions suivantes, de façon indépendante ou combinée : utilisation de filtres HEPA et installation d'un filtre à haute efficacité à un générateur d'air chaud; installation d'épurateurs d'air dans les chambres des enfants; installation de déshumidificateurs dans le sous-sol. Les moisissures et leurs sources ont été éliminées lorsqu'elles étaient détectées. La quantité totale d'allergènes a diminué de 61 %. Sauf dans le cas des maisons avec un déshumidificateur dans le sous-sol, la réduction observée était toutefois non significative, étant donné la variabilité de la quantité d'allergènes présente dans certaines maisons. Une diminution significative des problèmes respiratoires et des crises d'allergie a été observée dans les habitations où une ou plusieurs interventions avaient été mises en place (système de CVC, épurateurs d'air et déshumidificateurs)<sup>43</sup>.

Quatre interventions fondées sur l'utilisation d'épurateurs d'air portatifs ont récemment été réalisées dans des collectivités fortement touchées par le tabagisme<sup>21,44,45</sup> et la fumée de bois résidentielle<sup>46</sup>. Deux interventions axées sur la FTS ont nécessité l'utilisation d'épurateurs d'air à filtre HEPA et filtres à charbon actif pour capter les contaminants gazeux<sup>44,45</sup>, alors qu'une autre a nécessité l'utilisation d'électrofiltres<sup>21</sup>. Les trois études ont permis d'observer une diminution importante du taux de particules de différentes tailles, incluant les particules inférieures à 0,3 micromètre (µm) et à 0,5 µm<sup>45</sup>, les MP<sub>1</sub><sup>21</sup>, les MP<sub>2,5</sub><sup>21,44</sup>, et les MP<sub>10</sub><sup>21,44</sup>. Ces diminutions se

sont traduites par une amélioration de la fonction pulmonaire<sup>21</sup>, une augmentation du nombre de jours sans symptômes<sup>44</sup> ainsi qu'une baisse des visites non prévues d'un fournisseur de soins de santé pour un problème d'asthme<sup>45</sup>. Les filtres à charbon n'ont pas permis de réduire efficacement le taux de nicotine dans l'air. Toutefois, l'amélioration de la santé respiratoire porte à croire que les maladies respiratoires et l'exacerbation de l'asthme seraient attribuables à des particules de la FTS autres que la nicotine<sup>44,45</sup>. L'intervention fondée sur l'utilisation d'électrofiltres ne s'est pas soldée par une amélioration de la tension artérielle ni de l'état des vaisseaux sanguins. Selon les auteurs, ce résultat pourrait découler de la prévalence élevée du tabagisme dans les collectivités des Premières Nations, d'où l'importance d'éliminer les sources de pollution intérieure (p. ex., renoncement au tabac)<sup>21</sup>.

Une étude d'intervention portant sur les filtres HEPA<sup>46</sup>, menée auprès d'une collectivité du nord de la Colombie-Britannique touchée par la fumée de bois résidentielle, s'est soldée par une diminution significative des concentrations intérieures de MP<sub>2,5</sub>. Une amélioration de la fonction microvasculaire (utilisée pour évaluer l'état des vaisseaux sanguins) et une réduction des marqueurs d'inflammation systémique ont été observées; ces deux facteurs influent sur les maladies cardiovasculaires.

L'utilisation de filtres HEPA dans la zone respiratoire associée au sommeil des personnes asthmatiques et allergiques permet d'atténuer leurs symptômes respiratoires. Deux études<sup>47,48</sup> ont permis d'observer une diminution du taux de particules de la taille d'allergènes (inférieures à 0,3 µm) dans la zone respiratoire associée au sommeil des participants ainsi qu'une amélioration des marqueurs d'inflammation des voies aériennes, des symptômes d'asthme et d'allergies ainsi que de la qualité de vie de ces personnes, et ce, malgré la taille réduite des échantillons.

Fisk (2013)<sup>49</sup> a examiné trois études d'intervention mises en œuvre dans des bureaux et des salles de classe. De nombreux éléments du modèle de ces études ont contribué à leur efficacité (groupe témoin, répartition aléatoire, essais croisés, utilisation de filtres placebos, indicateurs objectifs de la santé)<sup>49</sup>. Une des études a permis de constater une réduction significative (94 %) du taux de particules d'un diamètre de 0,3 à 0,5 µm; elle ne s'est toutefois pas soldée par une réduction de la gravité des symptômes parmi les 396 participants<sup>50</sup>. Les deux autres études fondées sur l'installation d'électrofiltres dans des bureaux<sup>51</sup> et des salles de classe<sup>52</sup> ont permis de constater une diminution significative des taux de particules de différentes tailles, allant des particules ultrafines (de 0,02 à 0,1 µm) aux particules de plus de 15 µm de diamètre. Dans le cadre de l'intervention mise

en œuvre dans les bureaux, des effets sur la santé ont été observés chez les personnes souffrant de symptômes respiratoires (réduction de la congestion nasale et augmentation du débit maximal expiratoire)<sup>51</sup>, alors que celle déployée dans les salles de classe n'a permis d'observer aucun effet sur les symptômes associés au syndrome des édifices hermétiques<sup>52</sup>. Certains examens portant sur les électrofiltres ont avancé que ces appareils peuvent produire de l'ozone et pourraient donc représenter un danger pour la santé<sup>13</sup>. Les auteurs des deux études ont affirmé que les électrofiltres utilisés dans le cadre de leurs interventions ne produisaient pas d'ozone, ou qu'ils avaient été modifiés pour l'éliminer<sup>51,52</sup>.

## Activités structurelles

### *Appareils de chauffage efficaces*

Quelques études portant sur le remplacement d'appareils de chauffage inefficaces dans les maisons<sup>53</sup> et les écoles<sup>54</sup> ont permis d'observer une réduction de la morbidité associée à l'asthme. Dans le cadre d'une étude menée en Nouvelle-Zélande, 131 thermopompes, 39 poêles à granules de bois et 5 appareils de chauffage au gaz raccordé ont été installés, et les maisons étudiées ont été isolées afin de réduire l'exposition des enfants asthmatiques au NO<sub>2</sub><sup>53</sup>. L'intervention s'est traduite par une diminution des taux de NO<sub>2</sub>, une augmentation de la température et une réduction significative des symptômes d'asthme, des jours d'absence scolaire et du nombre de consultations auprès d'un médecin ou d'un pharmacien en comparaison avec les maisons témoins. L'étude ne s'est pas penchée sur les effets sur la santé de chaque type de chauffage. Dans le cadre d'une intervention semblable, on a remplacé les appareils de chauffage au gaz non raccordés par des appareils raccordés ou des radiateurs électriques dans certaines écoles afin de réduire l'exposition au NO<sub>2</sub><sup>54</sup>. Résultats : une diminution des taux de NO<sub>2</sub> a été observée, et les enfants ont présenté moins de symptômes d'asthme. Aucune amélioration de la fonction pulmonaire ou diminution de l'hyperréactivité bronchique n'a été constatée dans le cadre de ces interventions<sup>53,54</sup>.

## Interventions multifacettes

Les interventions multifacettes ciblent plusieurs polluants ou déclencheurs et ont recours à diverses stratégies pour éliminer ou atténuer la présence de polluants, dont des mesures d'assainissement structurelles et non structurelles. Une intervention multifacette à domicile peut par exemple comprendre le retrait de la moquette, l'utilisation de couvre-lits antiallergènes, la mise en place de filtres HEPA et le recours à des mesures de renoncement au tabac.

Un nombre grandissant de publications affirment que les interventions multifacettes sont efficaces pour réduire les maladies respiratoires, en particulier chez les enfants asthmatiques. La D<sup>re</sup> Crocker (2011) a examiné 23 études d'interventions multifacettes à domicile afin d'évaluer leur efficacité pour réduire la morbidité associée à l'asthme<sup>29</sup>. Les polluants intérieurs visés le plus souvent étaient les acariens détriticoles, les coquerelles, les moisissures et les allergènes de souris, de chat et de chien. Deux études ont mesuré les taux de NO<sub>2</sub>, de MP<sub>10</sub> et de MP<sub>2,5</sub>. Les statistiques sommaires des résultats tirées de vingt études d'interventions multifacettes, mises en œuvre auprès d'enfants et d'adolescents, ont révélé une diminution des jours avec symptômes de 0,8 jour par période de 2 semaines (écart : de 0,6 à 2,3); des jours d'absence scolaire de 12,3 jours par année (écart : de 3,4 à 31,2); et des visites pour obtenir des soins actifs de 0,57 visite par année (intervalle interquartile : de 0,33 à 1,71). Il a été impossible de tirer des conclusions à propos des effets sur les adultes en raison de données aberrantes attribuables au nombre d'études restreint.

Deux essais prospectifs randomisés à grande échelle ont avancé qu'en plus d'atténuer les symptômes de l'asthme, les interventions multifacettes pouvaient en réduire la prévalence<sup>31,33</sup>. Dans le cadre de la *Canadian Childhood Asthma Primary Prevention Study*, 545 enfants très vulnérables ont été répartis avant leur naissance dans un groupe témoin et un groupe d'intervention. Le groupe d'intervention devait mettre en place des mesures pour lutter contre les AD (couvre-lits imperméables à la vapeur, lavage hebdomadaire de la literie à l'eau chaude, et application d'acaricides) et éviter la FTS et les animaux. L'intervention ne s'est pas soldée par une différence significative entre le taux d'allergènes d'animaux et le tabagisme parental des deux groupes, mais a toutefois permis de réduire significativement le taux d'AD du groupe d'intervention par rapport au groupe témoin<sup>55</sup>. De plus, la prévalence de l'asthme et de ses symptômes était significativement plus faible chez les enfants de sept ans<sup>56</sup>.

Les interventions multifacettes à domicile peuvent être conduites par du personnel médical ou formé, comme des infirmières, des médecins, des travailleurs sociaux et des travailleurs en santé communautaire<sup>29</sup>. Une revue systématique a conclu que les interventions menées par des travailleurs en santé communautaire étaient plus efficaces pour réduire les déclencheurs environnementaux intérieurs, les contraintes gênant les activités quotidiennes et le recours aux soins de santé ainsi que pour améliorer les symptômes d'asthme chez les enfants<sup>57</sup>. Ces travailleurs, qui habitent souvent dans la collectivité qu'ils servent, possèdent des expériences culturelles et sociales semblables à celles de leurs

patients; ils sont donc généralement plus susceptibles d'être bien accueillis dans les maisons<sup>58</sup> et de réussir plus aisément à promouvoir un changement des comportements à long terme<sup>59-61</sup>.

Les résultats d'une étude semblent indiquer que le degré de participation des travailleurs en santé communautaire était crucial pour générer des résultats efficaces, probablement grâce au suivi intensif qu'ils effectuent. Le *Seattle-King County Healthy Homes Project* s'est penché sur les résultats de différents degrés d'intervention, allant d'un traitement de faible intensité comprenant une seule visite d'un travailleur en santé communautaire à un traitement plus intensif comprenant sept visites d'un tel travailleur, ainsi que sur les plans d'action et le soutien social associé à chaque intervention. L'adoption de comportements positifs, comme le recours à différentes méthodes pour nettoyer la poussière et l'utilisation d'un couvre-matelas, a été observée chez le deuxième groupe. De plus, la qualité de vie des aidants naturels était supérieure, et ceux-ci n'ont pas eu à se rendre aussi souvent à l'urgence pour des problèmes d'asthme que l'autre groupe<sup>58,62</sup>.

Bien que les interventions multifacettes semblent être une méthode efficace pour réduire la morbidité, leur mise en œuvre pourrait n'être ni pratique ni appropriée pour de nombreux patients asthmatiques dans le contexte des soins primaires<sup>63</sup>. Ce type d'interventions est parfois irréaliste ou très dispendieux, ce qui explique leur non-respect ou leur application difficile au fil du temps<sup>29,64</sup>. Les autres facteurs soulevés pour expliquer le non-respect des protocoles d'intervention incluent la présence de stress chez le patient ou le parent, le manque de temps, le sentiment des parents de négliger leur enfant pour respecter le protocole, les désaccords entre les membres d'une famille à propos des travaux ménagers ou d'autres aspects du nettoyage de la poussière, le manque de confiance à l'égard de l'intervention et le laisser-aller<sup>35</sup>.

## Forces et faiblesses

Bon nombre des études d'intervention précédentes sur l'environnement intérieur ont été critiquées en raison de leurs modèles insatisfaisants, notamment en raison de la petite taille des échantillons utilisés, de l'absence d'un groupe témoin et de l'absence d'un double insu<sup>36,49,65,66</sup>. De plus en plus d'études d'intervention sur la QAI sont dotées de modèles plus rigoureux comprenant la randomisation, le recours à la méthode du double insu et aux placebos, le traitement croisé et des mesures de santé objectives pour éviter les biais et les facteurs de confusion<sup>21,46,47,49,59</sup>.

Cependant, la classification erronée des expositions demeure un problème dans les études d'intervention. Elle a été considérée comme l'une des raisons expliquant la faible intensité des effets<sup>35</sup>. Les études d'intervention peuvent introduire des erreurs quant à la mesure des expositions, par exemple si le taux d'acariens détriticoles dans la poussière de matelas est la seule mesure utilisée alors que les sujets peuvent être exposés aux acariens à d'autres endroits à l'intérieur et à l'extérieur de la résidence (p. ex., à l'école). Les auteurs d'une intervention multifacettes qui a entraîné une réduction des taux de matières particulaires et d'allergènes à l'intérieur, mais qui n'a eu qu'un effet modéré sur la morbidité associée à l'asthme, se sont demandé s'il était possible de réduire davantage les taux d'acariens dans les maisons des sujets. Il pourrait être nécessaire de réduire l'exposition dans d'autres espaces intérieurs où les enfants passent du temps, comme les écoles ou les résidences d'amis, pour constater des bienfaits importants pour la santé<sup>67</sup>. Enfin, les chercheurs ont été incapables d'évaluer le maintien de l'adhésion à une intervention en raison de la courte durée des périodes de suivi allant de quelques semaines à un an.

Seules quelques études d'intervention comportent des analyses coût-avantages ou de l'efficacité en fonction du coût. Lorsque des mesures économiques sont fournies, celles-ci indiquent un rendement considérable des investissements dans les interventions visant l'amélioration de la QAI. Un examen systématique a été mené pour évaluer l'efficacité économique des interventions multifacettes à domicile dans la diminution de la morbidité associée à l'asthme<sup>68</sup>. Trois études ont révélé les ratios coûts-avantages suivants : pour chaque dollar investi sur les interventions, la valeur des avantages obtenus sur le plan financier allait de 5,30 \$ à 14 \$ (en dollars américains de 2007). Selon les conclusions de trois autres études, en moyenne, un jour supplémentaire sans symptômes pouvait être obtenu pour des coûts nets de 12 \$ à 57 \$ (en dollars américains de 2007)<sup>68</sup>.

Malgré leurs bienfaits pour la santé, ce ne sont pas toutes les interventions qui peuvent être mises en place à plus grande échelle. L'étude sur le remplacement des appareils de chauffage réalisée en Nouvelle-Zélande a permis de conclure que les coûts liés à l'installation de nouveaux appareils de chauffage étaient trop élevés pour envisager une intervention à l'échelle de la population, malgré les avantages qu'elle comporte, soit une réduction des symptômes de l'asthme et du recours aux soins de santé<sup>53</sup>. L'intervention a été rendue possible grâce au financement des secteurs public et privé.

## Lacunes dans la recherche, les politiques et les connaissances

- De nombreuses interventions sur la QAI ciblent les populations allergiques et asthmatiques et non la population générale en santé. Ces interventions ont le potentiel d'améliorer la santé et de permettre des économies quant au traitement. Or, compte tenu de la petite taille des échantillons de nombreuses études d'intervention, il est nécessaire de sélectionner des sujets plus réceptifs, par exemple des personnes asthmatiques, pour atteindre une efficacité statistique suffisante permettant de constater des effets significatifs. Il se peut que certaines mesures des interventions plus intensives, notamment les interventions multifacettes, ne soient pas réalisables auprès de la population générale.
- Il faudrait obtenir plus de données sur l'efficacité des interventions pour réduire les effets nocifs pour la santé des participants dans les milieux non résidentiels, comme les écoles et les édifices publics.
- À ce jour, aucune étude n'a évalué les interventions visant à lutter contre les agents biologiques infectieux par la ventilation et la filtration d'air dans les milieux extra-hospitaliers, notamment les résidences, les écoles et les bureaux.

- Seules quelques études comportent des analyses coût-avantages ou suffisamment de renseignements pour permettre une analyse des interventions, ce qui limite l'application des données probantes aux politiques et à l'élaboration de programmes.

## Conclusion

Les Canadiens passent la majorité de leur temps à l'intérieur, où des polluants de l'air peuvent s'accumuler et constituer des risques pour la santé des personnes. Des interventions efficaces allant des politiques aux mesures simples ou structurelles d'assainissement à domicile peuvent être mises en place pour améliorer la QAI et la santé. Les analyses économiques des études indiquent des avantages et des économies importants découlant d'une amélioration de la santé et de la qualité de vie et d'une diminution de l'utilisation des soins de santé.

## Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes suivantes d'avoir fourni leurs précieux commentaires et d'avoir révisé le présent document : Luisa Giles, M.Sc., Ph. D., Helen Ward, M.Sc., Ph. D., et Michael Brauer, D.Sc., B.A.

Tableau 1 : Études d'intervention sur la qualité de l'air intérieur

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Interventions	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
<b>Mesures de lutte contre les acariens détriticoles (AD)</b>					
Wright et coll. (2009) <sup>69</sup>	Essai contrôlé randomisé à double insu contre placebo avec groupe parallèle (54/47)  Suivi : 12 mois	Adultes asthmatiques sensibilisés aux AD	Système de ventilation mécanique avec dispositif de récupération de chaleur, nettoyage des moquettes à la vapeur et couvre-lits	(▼) HR intérieure (→) Allergènes d'AD et de squames de chat et de chien, endotoxines dans la poussière	(→) DME en matinée (▲) DME en soirée
Dharmage et coll. (2006) <sup>37</sup>	Essai contrôlé randomisé à double insu contre placebo avec groupe parallèle (32)  Suivi : 6 mois	Adultes asthmatiques sensibilisés aux AD	Couvre-lits imperméables	(▼) Allergènes d'AD dans la poussière de matelas	(→) Fonction pulmonaire (→) Réactivité bronchique (→) Symptômes de l'asthme (→) Consommation de médicaments (→) QV
Nishioka et coll. (2006) <sup>70</sup>	Essai contrôlé randomisé (24/12)  Suivi : 12 mois	Enfants asthmatiques sensibilisés aux AD seulement	Groupe expérimental : consultation mensuelle à domicile (> 60 minutes) – lavage de la literie à la température ambiante plus d'une fois par semaine; lavage des matelas et des couvre-lits de l'enfant ainsi que de la chambre et du salon avec un aspirateur puissant (> 900 watts) plus d'une fois par semaine; retrait des poupées rembourrées, des jouets mous, des animaux à fourrure et des moquettes  Groupe témoin : encadrement clinique régulier (10 minutes/patient)	(▼) Allergènes d'AD dans les lits et les planchers des salons et des chambres	(→) Crises d'asthme (→) Doses de théophylline

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
<b>Lutte antiparasitaire intégrée (LAI)</b>					
Pongracic et coll. (2008) <sup>40</sup>	ECR (150/155) Suivi : 2 ans	Enfants asthmatiques	1) Utilisation d'un aspirateur à filtre HEPA et d'un filtre HEPA dans la chambre de l'enfant; 2) blocage des voies d'accès aux rongeurs et pose de pièges un peu partout dans la maison; 3) sensibilisation de la famille à l'importance de bien nettoyer la cuisine et d'entreposer les aliments de façon appropriée	(▼) Taux d'allergènes de souris	(▼) Jours d'absence scolaire, troubles du sommeil de l'enfant et fardeau sur les responsables de l'enfant (→) Symptômes de l'asthme et utilisation des ressources médicales
Levy et coll. (2006) <sup>41</sup>	Recherche longitudinale participative communautaire (50) Suivi : 3 à 10 mois	Enfants asthmatiques	LAI, soutien de représentants de la santé communautaire formés; nettoyage intensif ponctuel; sensibilisation à domicile concernant la réduction des parasites; nouveaux matelas avec technologie microfibrés; information sur l'asthme	(▼) Allergènes de coquerelles dans la poussière de maison	(▼) Symptômes respiratoires (fréquence de la respiration sifflante ou de la toux, ralentissement ou arrêt du jeu et éveil nocturne) (▲) QV avec l'asthme
Phipatanakul et coll. (2004) <sup>39</sup>	ECR (12/6) Suivi : 5 mois	Enfants asthmatiques dont un test cutané aux allergènes de souris s'est révélé positif	LAI : colmatage des trous et des fentes avec des tresses en fils de cuivre et un matériau d'étanchéité; emploi d'un aspirateur à filtre HEPA; lavage des surfaces avec des détergents; utilisation de pesticides à faible toxicité et de pièges; information sur les mesures de lutte contre les parasites	(▼) Taux d'allergènes de souris	(→) Fonction pulmonaire (→) Symptômes de l'asthme

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
<b>Épurateurs d'air (études d'intervention à domicile publiées en 2010 ou après)</b>					
Karotki et coll. (2013) <sup>71</sup>	Essai croisé randomisé à double insu (48) Suivi : 2 semaines	Non-fumeurs âgés entre 51 et 81 ans	Filtres HEPA dans le salon et les chambres de chaque maison	(▼) MP <sub>2,5</sub> (46 % ↓) (▼) Concentration de particules (diamètre moyen : 0,01 à 0,3 µm) (30 % ↓) (▼) Carbone noir (46 % ↓) (▼) Hydrocarbures aromatiques polycycliques (48 % ↓)	(↔) TA (↔) Biomarqueurs d'inflammation systématique (↔) FMV* (↔) VEM <sub>1</sub> , capacité vitale forcée  <i>* Des améliorations ont été constatées dans les maisons où les taux de MP<sub>2,5</sub> ont diminué et chez les participants qui n'avaient pas de maladie préexistante ou qui prenaient des médicaments vasoactifs.</i>
Weichenthal et coll. (2013) <sup>21</sup>	Essai croisé randomisé à double insu (37 résidents dans 20 foyers)	Participants des collectivités des Premières Nations. Âge moyen (étendue) = 32 (11 à 64)	Électrofiltres (une semaine), période d'élimination (une semaine), filtre à air placebo (une semaine)	(▼) MP <sub>10</sub> , MP <sub>2,5</sub> et MP <sub>1</sub>	(▲) VEM <sub>1</sub> (↔) TA (↔) IHR
Butz et coll. (2011) <sup>44</sup>	ECR à simple insu (41/41/44) Suivi : 6 mois	Enfants asthmatiques habitant avec un fumeur	Groupe 1 : épurateur d'air seulement – deux épurateurs d'air à filtre HEPA et à charbon actif dans la chambre de l'enfant et le salon et quatre séances d'information sur l'asthme Groupe 2 : épurateur d'air et intervention comportementale – deux épurateurs d'air à filtre HEPA et à charbon actif et quatre visites à domicile de conseillers en santé (infirmiers) Groupe 3 : groupe témoin	(▼) MP <sub>2,5</sub> et MP <sub>10</sub> dans les groupes 1 et 2 (↔) Nicotine dans l'air (↔) Cotininurie	(▲) Jours sans symptômes dans les groupes 1 et 2 (↔) Jours où l'activité est ralentie (↔) Nuits sans symptômes

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
Lanphear (2011) <sup>45</sup>	ECR à double insu (105/111) Suivi : 12 mois	Enfants asthmatiques habitant avec un fumeur	Deux épurateurs d'air à filtre HEPA et à charbon actif dans la chambre de l'enfant et la principale salle d'activités	(▼) Particules ≥ 0,3 µm (←) Particules > 0,5 µm (←) Nicotine dans l'air (←) Cotinine dans les cheveux et le sérum	(▼) Visites imprévues associées à l'asthme chez un fournisseur de soins de santé (←) Symptômes de l'asthme (←) NO expiré (←) Consommation de médicaments
Allen et coll. (2011) <sup>46</sup>	Essai croisé randomisé contre placebo (25 foyers) Suivi : 2 semaines	45 adultes « en santé » dans les collectivités touchées par la fumée de bois	Épurateurs d'air à filtre HEPA dans la chambre du participant et la principale salle d'activités	(▼) MP <sub>2,5</sub>	(▲) IHR (▼) Biomarqueurs d'inflammation (protéine C-réactive) (←) Biomarqueurs de stress oxydatif
Lin et coll. (2011) <sup>72</sup>	Étude par panel à simple insu (60) Suivi : 1,5 mois	Adultes en santé	Filtres Filtrete <sup>MC</sup> 3M <sup>MC</sup> dans le système de climatisation	(▼) MP <sub>2,5</sub> (←) Total de COV	(▼) TA (▼) Fréquence cardiaque
Johnson et coll. (2009) <sup>43</sup>	Essai à simple insu avant et après l'intervention (186 foyers) Suivi : 6 mois	219 enfants asthmatiques	Information sur l'asthme, élimination des moisissures visibles, réparation des sources d'infiltration d'eau et une ou plusieurs des interventions suivantes : entretien du système de CVC et installation de filtres plissés AllergyZone dans les générateurs d'air chaud; déshumidificateurs au sous-sol; épurateurs d'air ambiant	(▼) Charge allergénique de la poussière (déshumidificateurs seulement) (▼) Nombre de spores de moisissures non viables (toutes les interventions)	(▼) Toux (CVC et déshumidificateurs) (←) Respiration sifflante et essoufflement (▼) Problèmes respiratoires (toutes les interventions indépendantes ou combinées) (▼) Crises d'allergie (toutes les interventions indépendantes ou combinées) (←) QV avec l'asthme

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
Zone respiratoire associée au sommeil					
Boyle et coll. (2012) <sup>47</sup>	Essai contrôlé randomisé à double insu contre placebo avec groupe parallèle (166/79) Suivi : 12 mois	Adultes et enfants asthmatiques atteints d'asthme atopique persistant	Débit d'air épuré par un filtre HEPA, à température contrôlée et à flux laminaire dans la zone respiratoire	(▼) Nombre médian de particules $\geq 0,5 \mu\text{m}$ dans la zone respiratoire (mesures limitées) (→) AD et allergènes de chat dans le matelas	(▲) Cote de la QV avec l'asthme (▼) NO expiré (→) Allergie systémique (numération des éosinophiles et concentrations d'IgE) (→) Utilisation d'un médicament contre l'asthme (→) Exacerbations de l'asthme (→) VEM, DME
Stillerman et coll. (2010) <sup>48</sup>	Essai croisé randomisé (35) Suivi : 12 semaines	Adultes atteints de rhinoconjonctivite allergique perannuelle (sensibilisés aux allergènes d'AD, de chien ou de chat)	Air épuré par un filtre HEPA acheminé à un système d'oreiller spécialisé	(▼) Particules $\geq 0,3 \mu\text{m}$ dans la zone respiratoire (mesures limitées)	(▼) Cote des symptômes allergiques nasaux et oculaires (▲) QV

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
Milieux non résidentiels (bureaux et classes)					
Wargocki et coll. (2008) <sup>52</sup>	Essai croisé à simple insu (90 enfants de 5 écoles publiques) Suivi : 1 à 4 semaines	Élèves du primaire	Électrofiltres dans les classes (les essais en laboratoire n'ont révélé aucune production d'ozone)	(▼) Nombres de particules de > 0,75, > 1, > 2, > 3,5, > 5, > 7,5, > 10 et > 15 µm (▼) Dépôts de poussière (% couvrant une plaque de verre) (→) Température (→) HR (→) CO <sub>2</sub> (▲) Perception de la qualité de l'air par un panel sensoriel (acceptabilité et intensité des odeurs; fraîcheur; sécheresse de l'air dans la classe)	(→) Qualité des travaux scolaires (→) Intensité des symptômes déclarés (congestion nasale; sécheresse du nez, de la gorge, des lèvres et de la peau; faim; fatigue et céphalées)
Skulberg et coll. (2005) <sup>51</sup>	Essai randomisé à double insu (jumelage par sexe, intensité des symptômes et état allergique) (41/39) Suivi : 3 semaines	Adultes présentant des symptômes respiratoires et travaillant dans l'une des six entreprises étudiées	Épurateurs d'air à électrofiltres dans le bureau (contiennent un filtre à charbon pour enlever l'ozone)	(▼) Poussière en suspension dans l'air (→) Particules < 5 µm, 5 à 10 µm, > 10 µm	(→) Symptômes déclarés – cutanés, muqueux et généraux (fatigue, lourdeur de la tête, céphalées, nausées ou troubles de concentration) (▲) Dimensions nasales (▲) DME

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
Mendell et coll. (2002) <sup>50</sup>	Essai croisé randomisé à double insu (135/261)  Suivi : 4 semaines (mesures répétées)	Employés de bureau	Installation de filtres HEPA dans les systèmes de ventilation de deux étages d'un grand immeuble de bureaux (1 900 m <sup>2</sup> )	(▼) Particules : 0,3 à 0,5 µm (réduction de 94 %) (▼) Particules : 0,5 à 2 µm (réduction > 50 %)	(←) Symptômes associés au syndrome des édifices hermétiques (▼) État mental négatif (confusion*, fatigue, baisse de la productivité) (▼) Insatisfaction à l'égard de l'environnement (étouffant*, poussiéreux, sec)  * <i>Changements liés à la filtration. Les autres changements sont survenus après une modification de la température.</i>
<b>Appareils de chauffage</b>					
Howden-Chapman et coll. (2008) <sup>53</sup>	ECR (175/174)  Suivi : 1 an	Enfants asthmatiques	Remplacement des appareils de chauffage domestiques actuels par des appareils plus efficaces (thermopompe, poêle à granules de bois ou appareil de chauffage au gaz raccordé)	(▼) NO <sub>2</sub> (▲) Température	(▼) Symptômes de l'asthme; jours d'absence scolaire ainsi que visites chez le médecin et le pharmacien liées à l'asthme (←) DME (←) VEM <sub>1</sub>
Pilotto et coll. (2004) <sup>54</sup>	ECR à l'insu par grappes (8/10 écoles; 45/68 enfants)  Suivi : 12 semaines	Enfants asthmatiques	Appareils de chauffage au gaz non raccordé dans les écoles remplacés par des appareils raccordés ou des radiateurs électriques	(▼) NO <sub>2</sub>	(▼) Symptômes de l'asthme déclarés (←) VEM <sub>1</sub> (←) Hyperréactivité bronchique

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
<b>Interventions multifacettes</b>					
Bryant-Stephens et coll. (2009) <sup>59</sup>	Essai croisé randomisé (144/120) Suivi : 6 mois	Enfants asthmatiques	Cinq visites de travailleurs en santé communautaire (éducateurs non-spécialistes de la santé) donnant de l'information aux familles et les aidant à éviter la poussière, les parasites, les squames d'animaux domestiques et la fumée; couvre-lits; appâts pour coquerelles; souricières; matériel de nettoyage; stores pour remplacer les rideaux; carreaux pour remplacer les moquettes; bacs de rangement	(▼) Présence de parasites (rongeurs) (▼) Allergènes d'AD	(▼) Respiration nocturne sifflante (→) Consommation de sulfate d'albutérol (▼) Recours à des soins de santé
Parker et coll. (2008) <sup>56</sup>	ECR (116/111) Suivi : 3 mois à 1 an	Enfants asthmatiques	Spécialistes en environnement communautaire (moyenne = 9 visites à domicile, étendue = 1 à 17); aspirateur à filtre HEPA; couvre-lits anti-allergènes; produits d'entretien ménager; sensibilisation aux dangers de la fumée secondaire et stratégies pour réduire l'exposition à celle-ci; lutte antiparasitaire intégrée	(▼) Allergènes de chien dans la poussière de la chambre de l'enfant (→) Allergènes de coquerelles, d'acariens et de chat dans la poussière de la chambre de l'enfant (→) Tabagisme autodéclaré dans la maison	(▲) VEM <sub>1</sub> (▲) DME (▼) Symptômes (toux et toux à l'effort) (▼) Recours imprévu à des soins de santé (▼) Utilisation inadéquate de médicaments (▼) Symptômes de dépression chez les responsables de l'enfant (▲) Comportements autodéclarés de réduction des éléments déclencheurs (passage de l'aspirateur, nettoyage, lavage des draps, utilisation de housses anti-allergènes)

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
Williams et coll. (2006) <sup>73</sup>	ECR (84/77) Suivi : 12 mois	Enfants asthmatiques vivant en milieu urbain	Information sur la santé relativement à la fumée secondaire et aux pratiques de manipulation des aliments; lavage et séchage adéquats des tissus, des couvre-lits, des moquettes et des rideaux; couvre-lits anti-allergènes; nettoyage professionnel de la maison; appâts pour coquerelles	(▼) Allergènes d'acariens dans la poussière sur la surface du lit (à 8 et à 12 mois)  (▼) Allergènes de coquerelles dans la poussière sur le plancher de la cuisine (à 4 et à 8 mois seulement)	(▲) Gravité fonctionnelle (fréquence de la respiration sifflante, symptômes liés à l'éveil nocturne, crises d'asthme graves, activités domestiques et sportives restreintes)  (→) Recours à des soins de santé (→) Consommation de médicaments
Krieger et coll. (2005) <sup>58</sup>	ECR (138/136) Suivi : 1 an	Enfants asthmatiques	Faible intensité : visite unique de travailleurs en santé communautaire pour réaliser une évaluation initiale, établir un plan d'action domestique, donner quelques renseignements et fournir de la literie  Intensité élevée : sept visites de travailleurs en santé communautaire afin de fournir des plans d'action personnalisés, de l'information, du soutien social et des articles pour réduire l'exposition (p. ex., literie) et éradiquer les coquerelles et les rongeurs, ainsi qu'afin de plaider pour l'amélioration des conditions de logement	(▼) Charge de poussières sur le plancher	(▲) QV des responsables de l'enfant asthmatique  (▼) Recours à des soins de santé
Eggleston et coll. (2005) <sup>67</sup>	ECR (50/50) Suivi : 1 an	Enfants asthmatiques vivant en milieu urbain	Sensibilisation à domicile, lutte antiparasitaire intégrée pour l'extermination des coquerelles et des rongeurs, couvre-lits, épurateur d'air à filtre HEPA	(▼) MP <sub>10</sub> et MP <sub>2,5</sub>  (▼) Allergènes de coquerelles dans la poussière sur le plancher (valeur p = 0,08)	(▼) Symptômes de l'asthme diurnes (→) Symptômes de l'asthme nocturnes (→) QV (→) VEM <sub>1</sub> (→) Recours à des soins de santé

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
Klinnert (2005) <sup>74</sup>	ECR (90/91) Suivi : 1 an	Nourrissons âgés de 9 à 24 mois qui ont une respiration sifflante et qui risquent de souffrir d'asthme pendant l'enfance	Visites à domicile (médiane = 15 visites; durée moyenne = 53 minutes) effectuées par des infirmières sur une période de 12 mois et axées sur : 1) la réduction des allergènes et de la FTS (éviter de la FTS; counselling pour faciliter le renoncement au tabac; produits de nettoyage et pièges dans les maisons à taux élevés d'allergènes de coquerelles; aspirateurs dans les maisons qui n'en possédaient pas déjà); 2) la promotion de la santé et l'interaction parent-enfant; 3) la santé mentale des responsables de l'enfant	(▼) Allergènes de coquerelles dans la poussière de maison (←) Squames de chien et de chat (▼) Cotininurie	(←) Symptômes déclarés (←) Recours à des soins de santé (visites à l'urgence) (▲) QV des responsables de l'enfant (né à l'étranger) (▲) Consommation de corticostéroïdes
Morgan et coll. (2004) <sup>60</sup>	ECR (469/468) Suivi : 2 ans	Enfants asthmatiques vivant en milieu urbain	Interventions adaptées à la sensibilisation de l'enfant : information, couvre-lits anti-allergènes, aspirateur avec filtres HEPA, épurateur d'air à filtre HEPA, lutte antiparasitaire professionnelle pour les enfants sensibilisés aux allergènes de coquerelles	(▼) Allergènes de coquerelles sur le plancher (▼) AD dans le lit et sur le plancher	(▼) Jours avec symptômes (▼) Perturbation des projets des responsables de l'enfant, insomnie des responsables et de l'enfant, jours d'absence scolaire (▼) Visites imprévues à l'urgence et à la clinique (←) VEM <sub>1</sub> , capacité vitale forcée, DME
Chan-Yeung et coll. (2002) <sup>30</sup> ; Chan-Yeung et coll. (2005) <sup>31</sup>	ECR (266/279) Suivi : 7 ans et plus	Nourrissons à haut risque (antécédents familiaux d'asthme et d'allergies)	Couvre-lits imperméables à la vapeur; lavage hebdomadaire de toute la literie à l'eau chaude; application d'acaricides sur les moquettes et les meubles rembourrés; mesures d'évitement des squames d'animaux domestiques et de la FTS; promotion de l'allaitement maternel	(▼) Allergènes d'AD dans la poussière de matelas (mesures à 12 et à 24 mois) (←) Allergènes d'AD dans les moquettes et les meubles rembourrés traités avec un acaricide (mesures à 12 et à 24 mois)	(▼) Prévalence et symptômes de l'asthme diagnostiqué par un allergologue pédiatrique (←) Rhinite allergique, dermatite atopique, atopie, hyperréactivité bronchique

Auteurs	Modèle d'étude (nombre de participants dans le groupe expérimental/ témoin)	Sujets	Intervention	Résultats	
				Risque environnemental/ exposition	Santé
Carter et coll. (2001) <sup>75</sup>	ECR à simple insu et à trois bras (35/35/34) Suivi : 12 mois	Enfants asthmatiques vivant en milieu urbain	<p>Groupe expérimental : couvre-lits anti-allergènes; appâts pour coquerelles; directives de nettoyage (lavage hebdomadaire des couvre-lits à l'eau chaude); 4 visites à domicile</p> <p>Groupe placebo : couvre-lits perméables aux allergènes; appâts pour coquerelles inefficaces; directives de poursuite des pratiques habituelles de nettoyage (lavage des couvre-matelas à l'eau froide); 4 visites à domicile</p> <p>Groupe témoin : prestation des soins médicaux courants à la clinique; aucune discussion sur les mesures de lutte contre les allergènes à la maison; aucune visite à domicile avant la fin de l'étude</p>	(▼) Taux d'allergènes d'acariens et de coquerelles (32 à 41 % des ménages dans les groupes expérimental et placebo ont vu une réduction > 70 % des allergènes de coquerelles et d'AD comparativement au groupe témoin); aucune différence constatée entre les groupes expérimental et placebo	(▼) Recours imprévu à des soins de santé (comparativement au groupe témoin; aucune différence constatée entre les groupes expérimental et placebo)
<p><i>Symboles : (▼) réduction significative comparativement aux données de référence ou au groupe témoin; (▲) augmentation significative comparativement aux données de référence ou au groupe témoin; (—) aucun changement important comparativement aux données de référence ou au groupe témoin</i></p> <p><i>HB = hyperréactivité bronchique; TA = tension artérielle; CAE = condensat d'air expiré (mesure de l'inflammation pulmonaire), NO expiré = oxyde nitrique expiré (indicateur d'inflammation); VEM<sub>1</sub> = volume expiratoire maximal par seconde; FMV = fonction microvasculaire; DME = débit maximal expiratoire; QV = qualité de vie; symptômes du syndrome des édifices hermétiques : irritation des yeux, du nez et de la gorge, maux de tête et fatigue, peau sèche ou irritée, problèmes respiratoires; ECR = essai clinique randomisé; HR = humidité relative, IHR = indice d'hyperémie réactive (mesure de la fonction microvasculaire endothéliale pour connaître les effets cardiovasculaires); COV = composés organiques volatils</i></p>					

## Références

1. Matz CJ, Stieb DM, Davis K, Egyed M, Rose A, Chou B, et al. Effects of age, season, gender and urban-rural status on time-activity: Canadian Human Activity Pattern Survey 2 (CHAPS 2). *Int J Environ Res Public Health*. 2014 Feb;11(2):2108-24.
2. Franklin PJ. Indoor air quality and respiratory health of children. *Paediatr Respir Rev*. 2007 Dec;8(4):281-6.
3. Montgomery DD, Kalman DA. Indoor/Outdoor air quality: reference pollutant concentrations in complaint-free residences. *Appl Ind Hyg*. 1989 1989/01/01;4(1):17-20.
4. Wallace LA, Mitchell H, O'Connor GT, Neas L, Lippmann M, Kattan M, et al. Particle concentrations in inner-city homes of children with asthma: the effect of smoking, cooking, and outdoor pollution. *Environ Health Perspect*. 2003 Jul;111(9):1265-72.
5. Institute of Medicine, Effect of Climate Change on Indoor Air Quality and Public Health. Climate change, the indoor environment, and health. Washington, DC: National Academies Press; 2011. Disponible à: <http://www.nap.edu/catalog/13115/climate-change-the-indoor-environment-and-health>.
6. U.S. Environmental Protection Agency. Indoor air pollution: an introduction for health professionals. Washington, DC: EPA, Consumer Product Safety Commission and the American Lung Association. Disponible à: <http://www.epa.gov/iaq/pubs/hpguide.html>.
7. Santé Canada. Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : Moisissures. Ottawa, ON: Santé Canada, Santé de l'environnement et du milieu de travail; 2007. Disponible à: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/mould-moisissure-fra.php>.
8. Conference Board du Canada. Analyse des risques liés aux coûts des maladies pulmonaires chroniques au Canada. Ottawa, ON: Conference Board du Canada; 2012 mars. Disponible à: <http://www.conferenceboard.ca/e-library/abstract.aspx?did=4663>.
9. Fisk WJ, Rosenfeld AH. Estimates of improved productivity and health from better indoor environments. *Indoor Air*. 1997;7(3):158-72.
10. Krieger J, Jacobs DE, Ashley PJ, Baeder A, Chew GL, Dearborn D, et al. Housing interventions and control of asthma-related indoor biologic agents: a review of the evidence. *J Public Health Manag Pract*. 2010;16(5 Suppl):S11-S20.
11. Institute of Medicine, Committee on Damp Indoor Spaces and Health. Damp indoor spaces and health. Washington, DC: National Academies Press; 2004. Disponible à: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=0309091934>.
12. Li Y, Leung GM, Tang JW, Yang X, Chao CY, Lin JZ, et al. Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment - a multidisciplinary systematic review. *Indoor Air*. 2007 Feb;17(1):2-18.
13. Barn P. Épurateurs d'air domestiques et amélioration de la qualité de l'air intérieur et de la santé : revue des données probantes. Vancouver, BC: CCSNE; 2010 décembre. Disponible à: <http://www.ccnse.ca/documents/evidence-review/%C3%A9purateurs-d%E2%80%99air-domestiques-et-am%C3%A9lioration-de-la-qualit%C3%A9-de-l%E2%80%99air>.
14. van Balen E, Shum M, Ward H. Réduire l'exposition aux pesticides à l'intérieur des habitations : une trousse d'outils pour les praticiens. Vancouver, BC: Centre de collaboration nationale en santé environnementale; 2011 octobre. Disponible à: <http://www.ccnse.ca/documents/guide/r%C3%A9duire-l%E2%80%99exposition-aux-pesticides-%C3%A0-l%E2%80%99int%C3%A9rieur-des-habitations-une-trousse-d>.
15. Palaty C, Shum M. Recommandations pour l'évaluation des moisissures - révisé. Vancouver, BC: Centre de collaboration nationale en santé environnementale; 2014 mars. Disponible à: <http://www.ccnse.ca/documents/guide/recommandations-pour-l%C3%A9valuation-des-moisissures-r%C3%A9vis%C3%A9>.
16. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Mesures efficaces pour réduire le niveau de radon à l'intérieur. Vancouver, BC: CCSNE; 2008 décembre. Disponible à: <http://www.ccnse.ca/documents/evidence-review/mesures-efficaces-pour-r%C3%A9duire-le-niveau-de-radon-%C3%A0-l%E2%80%99int%C3%A9rieur>.
17. Santé Canada. Radon. Ottawa, ON: Santé Canada, Santé de l'environnement et du milieu de travail [mise à jour le 20 janvier 2014; cité le 4 mars 2015]; Disponible à: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/radiation/radon/index-fra.php>.
18. Centers for Disease Control and Protection. Community-level interventions eligibility criteria. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services; 2013.
19. Santé Canada. Enquête de surveillance de l'usage du tabac au Canada (ESUTC). Tableau 9. Exposition des enfants à la fumée secondaire du tabac à la maison, par province et selon le groupe d'âge, Canada, 2012. Ottawa, ON: Santé Canada, Préoccupations liées à la santé; 2012. Disponible à: [http://www.hc-sc.gc.ca/hc-ps/tobac-tabac/research-recherche/stat/ctums-esutc\\_2012/ann-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/hc-ps/tobac-tabac/research-recherche/stat/ctums-esutc_2012/ann-fra.php).
20. Le Centre de gouvernance de l'information des Premières Nations. Regional Health Survey Phase 2 (2008/10) National results. [cité le 1 mars 2015];

Disponible à: <http://fnigc.ca/our-work/regional-health-survey/rhs-phase-2-national-results.html>.

21. Weichenthal S, Mallach G, Kulka R, Black A, Wheeler A, You H, et al. A randomized double-blind crossover study of indoor air filtration and acute changes in cardiorespiratory health in a First Nations community. *Indoor Air*. 2013 Jun;23(3):175-84.
22. Menzies D, Nair A, Williamson PA, Schembri S, Al-Khairalla MZ, Barnes M, et al. Respiratory symptoms, pulmonary function, and markers of inflammation among bar workers before and after a legislative ban on smoking in public places. *JAMA*. 2006 Oct 11;296(14):1742-8.
23. Fernandez E, Fu M, Pascual JA, Lopez MJ, Perez-Rios M, Schiaffino A, et al. Impact of the Spanish smoking law on exposure to second-hand smoke and respiratory health in hospitality workers: a cohort study. *PLoS ONE*. 2009;4(1):e4244.
24. Goodman P, Agnew M, McCaffrey M, Paul G, Clancy L. Effects of the Irish smoking ban on respiratory health of bar workers and air quality in Dublin pubs. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007 Apr 15;175(8):840-5.
25. Lin H, Wang H, Wu W, Lang L, Wang Q, Tian L. The effects of smoke-free legislation on acute myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2013;13:529.
26. Tan CE, Glantz SA. Association between smoke-free legislation and hospitalizations for cardiac, cerebrovascular, and respiratory diseases: a meta-analysis. *Circulation*. 2012 Oct 30, 2012;126(18):2177-83.
27. International Agency for Research on Cancer. IARC Handbooks of Cancer Prevention, Tobacco Control, Volume 13: Evaluating the effectiveness of smoke-free policies. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer; 2009. Disponible à: <http://www.iarc.fr/en/publications/pdfs-online/prev/handbook13/handbook13-0.pdf>.
28. Mackay D, Haw S, Ayres JG, Fischbacher C, Pell JP. Smoke-free legislation and hospitalizations for childhood asthma. *N Engl J Med*. 2010 Sep 16;363(12):1139-45.
29. Crocker DD, Kinyota S, Dumitru GG, Ligon CB, Herman EJ, Ferdinands JM, et al. Effectiveness of home-based, multi-trigger, multicomponent interventions with an environmental focus for reducing asthma morbidity: a community guide systematic review. *Am J Prev Med*. 2011 Aug;41(2 Suppl 1):S5-32.
30. Chan-Yeung M, Ferguson A, Dimich-Ward H, Watson W, Manfreda J, Becker A. Effectiveness of and compliance to intervention measures in reducing house dust and cat allergen levels. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2002;88(1):52-8.
31. Chan-Yeung M, Ferguson A, Watson W, Dimich-Ward H, Rousseau R, Liley M, et al. The Canadian Childhood Asthma Primary Prevention Study: outcomes at 7 years of age. *J Allergy Clin Immunol*. 2005 Jul;116(1):49-55.
32. Custovic A, Simpson BM, Simpson A, Hallam C, Craven M, Brutsche M, et al. Manchester Asthma and Allergy Study: low-allergen environment can be achieved and maintained during pregnancy and in early life. *J Allergy Clin Immunol*. 2000 Feb;105(2 Pt 1):252-8.
33. Custovic A, Simpson BM, Simpson A, Kissen P, Woodcock A, Asthma NACM, et al. Effect of environmental manipulation in pregnancy and early life on respiratory symptoms and atopy during first year of life: a randomised trial. *Lancet*. 2001 Jul 21;358(9277):188-93.
34. Htut T, Higenbottam TW, Gill GW, Darwin R, Anderson PB, Syed N. Eradication of house dust mite from homes of atopic asthmatic subjects: a double-blind trial. *J Allergy Clin Immunol*. 2001 Jan;107(1):55-60.
35. Recer GM. A review of the effects of impermeable bedding encasements on dust-mite allergen exposure and bronchial hyper-responsiveness in dust-mite-sensitized patients. *Clin Exp Allergy*. 2004 Feb;34(2):268-75.
36. Nurmatov U, van Schayck CP, Hurwitz B, Sheikh A. House dust mite avoidance measures for perennial allergic rhinitis: an updated Cochrane systematic review. *Allergy*. 2012 Feb;67(2):158-65.
37. Dharmage S, Walters EH, Thien F, Bailey M, Raven J, Wharton C, et al. Encasement of bedding does not improve asthma in atopic adult asthmatics. *Int Arch Allergy Immunol*. 2006;139(2):132-8.
38. El-Ghitany EM, Abd El-Salam MM. Environmental intervention for house dust mite control in childhood bronchial asthma. *Environ Health Prev Med*. 2012;17(5):377-84.
39. Phipatanakul W, Cronin B, Wood RA, Eggleston PA, Shih MC, Song L, et al. Effect of environmental intervention on mouse allergen levels in homes of inner-city Boston children with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2004 Apr;92(4):420-5.
40. Pongracic JA, Visness CM, Gruchalla RS, Evans R, 3rd, Mitchell HE. Effect of mouse allergen and rodent environmental intervention on asthma in inner-city children. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2008 Jul;101(1):35-41.
41. Levy JI, Brugge D, Peters JL, Clougherty JE, Sandler SS. A community-based participatory research study of multifaceted in-home environmental interventions for pediatric asthmatics in public housing. *Soc Sci Med*. 2006 Oct;63(8):2191-203.
42. Santé Canada. Document de conseils sur les particules fines (PM2,5) dans l'air intérieur résidentiel. Ottawa, ON: Santé Canada, Santé de l'environnement et du milieu de travail; 2012. Disponible à :

<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/particul-fra.php>.

43. Johnson L, Ciaccio C, Barnes CS, Kennedy K, Forrest E, Gard LC, et al. Low-cost interventions improve indoor air quality and children's health. *Allergy Asthma Proc.* 2009 Jul-Aug;30(4):377-85.
44. Butz AM, Matsui EC, Breysse P, et al. A randomized trial of air cleaners and a health coach to improve indoor air quality for inner-city children with asthma and secondhand smoke exposure. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2011;165(8):741-8.
45. Lanphear BP, Hornung RW, Khoury J, Yolton K, Lierl M, Kalkbrenner A. Effects of HEPA air cleaners on unscheduled asthma visits and asthma symptoms for children exposed to secondhand tobacco smoke. *Pediatrics.* 2011 Jan;127(1):93-101.
46. Allen RW, Carlsten C, Karlen B, Leckie S, Eeden Sv, Vedal S, et al. An air filter intervention study of endothelial function among healthy adults in a woodsmoke-impacted community. *Am J Respir Crit Care Med.* 2011 May 1, 2011;183(9):1222-30.
47. Boyle RJ, Pedroletti C, Wickman M, Bjermer L, Valovirta E, Dahl R, et al. Nocturnal temperature controlled laminar airflow for treating atopic asthma: a randomised controlled trial. *Thorax.* 2012 Mar;67(3):215-21.
48. Stillerman A, Nachtsheim C, Li W, Albrecht M, Waldman J. Efficacy of a novel air filtration pillow for avoidance of perennial allergens in symptomatic adults. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2010 May;104(5):440-9.
49. Fisk WJ. Health benefits of particle filtration. *Indoor Air.* 2013 Oct;23(5):357-68.
50. Mendell MJ, Fisk WJ, Petersen MR, Hines CJ, Dong M, Faulkner D, et al. Indoor particles and symptoms among office workers: results from a double-blind cross-over study. *Epidemiology.* 2002 May;13(3):296-304.
51. Skulberg KR, Skyberg K, Kruse K, Eduard W, Levy F, Kongerud J, et al. The effects of intervention with local electrostatic air cleaners on airborne dust and the health of office employees. *Indoor Air.* 2005 Jun;15(3):152-9.
52. Wargocki P, Wyon DP, Lyng-Jensen K, Bornehag CG. The effects of electrostatic particle filtration and supply-air filter condition in classrooms on the performance of schoolwork by children (RP-1257). *HVAC & R Res.* 2008;14(3):327-44.
53. Howden-Chapman P, Pierse N, Nicholls S, Gillespie-Bennett J, Viggers H, Cunningham M, et al. Effects of improved home heating on asthma in community dwelling children: randomised controlled trial. *BMJ.* 2008;337:a1411.
54. Pilotto LS, Nitschke M, Smith BJ, Pisaniello D, Ruffin RE, McElroy HJ, et al. Randomized controlled trial of unflued gas heater replacement on respiratory health of asthmatic schoolchildren. *Int J Epidemiol.* 2004 Feb;33(1):208-14.
55. Lin LY, Lin CY, Lin YC, Chuang KJ. The effects of indoor particles on blood pressure and heart rate among young adults in Taipei, Taiwan. *Indoor Air.* 2009;19(6):482-8.
56. Parker EA, Israel BA, Robins TG, Mentz G, Xihong L, Brakefield-Caldwell W, et al. Evaluation of Community Action Against Asthma: a community health worker intervention to improve children's asthma-related health by reducing household environmental triggers for asthma. *Health Educ Behav.* 2008 Jun;35(3):376-95.
57. Postma J, Karr C, Kieckhefer G. Community health workers and environmental interventions for children with asthma: a systematic review. *J Asthma.* 2009 Aug;46(6):564-76.
58. Krieger JW, Takaro TK, Song L, Weaver M. The Seattle-King County Healthy Homes Project: a randomized, controlled trial of a community health worker intervention to decrease exposure to indoor asthma triggers. *Am J Public Health.* 2005 Apr;95(4):652-9.
59. Bryant-Stephens T, Kurian C, Guo R, Zhao H. Impact of a household environmental intervention delivered by lay health workers on asthma symptom control in urban, disadvantaged children with asthma. *Am J Public Health.* 2009 Nov;99 Suppl 3:S657-65.
60. Morgan WJ, Crain EF, Gruchalla RS, O'Connor GT, Kattan M, Evans R, 3rd, et al. Results of a home-based environmental intervention among urban children with asthma. *N Engl J Med.* 2004 Sep 9;351(11):1068-80.
61. Krieger J, Takaro TK, Song L, Beaudet N, Edwards K. A randomized controlled trial of asthma self-management support comparing clinic-based nurses and in-home community health workers: the Seattle-King County Healthy Homes II Project. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009 Feb;163(2):141-9.
62. Krieger JK, Takaro TK, Allen C, Song L, Weaver M, Chai S, et al. The Seattle-King County Healthy Homes Project: implementation of a comprehensive approach to improving indoor environmental quality for low-income children with asthma. *Environ Health Perspect.* 2002 Apr;110 Suppl 2:311-22.
63. Woodcock A, Forster L, Matthews E, Martin J, Letley L, Vickers M, et al. Control of exposure to mite allergen and allergen-impermeable bed covers for adults with asthma. *N Engl J Med.* 2003 Jul 17;349(3):225-36.
64. Eggleston PA. Methods and effectiveness of indoor environmental control. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2001 Dec;87(6 Suppl 3):44-7.
65. Gøtzsche PC, Johansen HK. House dust mite control measures for asthma: systematic review. *Allergy.* 2008;63(6):646-59.

66. Wood RA. Air filtration devices in the control of indoor allergens. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2002 Sep;2(5):397-400.
67. Eggleston PA, Butz A, Rand C, Curtin-Brosnan J, Kanchanaraksa S, Swartz L, et al. Home environmental intervention in inner-city asthma: a randomized controlled clinical trial. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2005;95(6):518-24.
68. Nurmagambetov TA, Barnett SB, Jacob V, Chattopadhyay SK, Hopkins DP, Crocker DD, et al. Economic value of home-based, multi-trigger, multicomponent interventions with an environmental focus for reducing asthma morbidity a community guide systematic review. *Am J Prev Med.* 2011 Aug;41(2 Suppl 1):S33-47.
69. Wright GR, Howieson S, McSharry C, McMahon AD, Chaudhuri R, Thompson J, et al. Effect of improved home ventilation on asthma control and house dust mite allergen levels. *Allergy.* 2009 Nov;64(11):1671-80.
70. Nishioka K, Saito A, Akiyama K, Yasueda H. Effect of home environment control on children with atopic or non-atopic asthma. *Allergol Int.* 2006 Jun;55(2):141-8.
71. Karotki DG, Spilak M, Frederiksen M, Gunnarsen L, Brauner EV, Kolarik B, et al. An indoor air filtration study in homes of elderly: cardiovascular and respiratory effects of exposure to particulate matter. *Environ Health.* 2013;12:116.
72. Lin L-Y, Chen H-W, Su T-L, Hong G-B, Huang L-C, Chuang K-J. The effects of indoor particle exposure on blood pressure and heart rate among young adults: An air filtration-based intervention study. *Atmos Environ.* 2011 10//;45(31):5540-4.
73. Williams SG, Brown CM, Falter KH, Alverson CJ, Gotway-Crawford C, Homa D, et al. Does a multifaceted environmental intervention alter the impact of asthma on inner-city children? *J Natl Med Assoc.* 2006 Feb;98(2):249-60.
74. Klinnert MD, Liu AH, Pearson MR, Tong S, Strand M, Luckow A, et al. Outcome of a randomized multifaceted intervention with low-income families of wheezing infants. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2007 Aug;161(8):783-90.
75. Carter MC, Perzanowski MS, Raymond A, Platts-Mills TA. Home intervention in the treatment of asthma among inner-city children. *J Allergy Clin Immunol.* 2001 Nov;108(5):732-7.

# Annexe 1

Tableau A1 : Polluants courants de l'air intérieur, leurs sources et leurs effets sur la santé

Polluant de l'air/risque (lieu où ils se trouvent le plus souvent)	Endroit/sources/conditions	Effets sur la santé
<b>I. Agents biologiques</b>		
Moisissures  (Résidences/immeubles publics)	Environnement humide, humidité relative élevée  Les moisissures peuvent se cacher derrière les murs.	Exacerbation de l'asthme, troubles respiratoires (toux, respiration sifflante, essoufflement, bronchite, maux de gorge, conjonctivite, rhinite allergique, congestion nasale) et eczéma
Acariens détriticoles  (Résidences)	Environnements très humides	Exacerbation de l'asthme, rhinite allergique et eczéma
Squames/allergènes d'animaux domestiques  (Résidences/immeubles publics)	Chats et chiens d'intérieur	Exacerbation de l'asthme, symptômes des voies respiratoires supérieures et inférieures (congestion, éternuement, écoulement nasal, oppression thoracique et respiration sifflante), démangeaisons, larmolement et eczéma
Allergènes de parasites (coquerelles, rats)  (Résidences/immeubles publics)	Entreposage ou nettoyage inadéquats des aliments, fentes dans les murs et environnements humides	Apparition ou exacerbation de l'asthme, allergies, respiration sifflante, toux et eczéma
<b>II. Produits chimiques</b>		
Amiante  (Résidences/immeubles publics)	Matériaux de construction (isolation du grenier et des murs; carreaux de vinyle, leur envers et leur couche adhésive; bardeaux de toiture et de parement; peinture structurée et pâtes de colmatage sur les murs et les plafonds; murs et planchers autour des poêles à bois); tuyaux d'eau chaude et de vapeur; chaudières à mazout et à charbon; joints d'étanchéité  Aucun risque important pour la santé si les fibres d'amiante sont intégrées ou scellées dans un produit. L'exposition a généralement lieu lorsqu'un matériau contenant de l'amiante est déplacé aux fins d'utilisation du produit, de démolition, d'entretien d'un immeuble ou d'une résidence, de réparation ou de remaniement.	Cancer du poumon, mésothéliome, amiantose
Plomb  (Résidences/immeubles publics)  Le problème se pose principalement pour les maisons bâties avant 1960 : un logement canadien sur quatre construit avant cette année contient de du plomb.	Peintures à base de plomb; jouets et autres biens de consommation (bijoux, brasures); particules de sol contaminé et dépôts de poussière ramenés de l'extérieur  Air ambiant extérieur (essence au plomb avant 1990)	Effets neurodéveloppementaux, comportementaux, neurodégénératifs, cardiovasculaires, rénaux et génésiques
Pesticides  (Résidences/immeubles publics)	Produits ménagers	Effets neurodéveloppementaux, comportementaux et neurodégénératifs

Polluant de l'air/risque (lieu où ils se trouvent le plus souvent)	Endroit/sources/conditions	Effets sur la santé
Fumée de tabac secondaire (FTS)  (Résidences/immeubles publics)	Tabagisme	Cancer du poumon, infections des voies respiratoires inférieures, asthme, troubles cardiaques aigus (p. ex., crise cardiaque); irritation oculaire et nasale, otite, poids insuffisant à la naissance et risque accru de syndrome de mort subite du nourrisson
Matières particulaires (MP) ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm ou à 2,5 µm (MP <sub>10</sub> , MP <sub>2,5</sub> ) et carbone noir  (Résidences/immeubles publics)	Sources intérieures : tabagisme, appareils à combustible, encens  Sources extérieures : circulation automobile, incendie de forêt	Maladies respiratoires (exacerbation de l'asthme; altération de la fonction pulmonaire; irritation et inflammation des voies respiratoires) et décès; cancer du poumon  Maladies cardiovasculaires et décès (infarctus du myocarde, cardiopathie ischémique, accident vasculaire cérébral, insuffisance cardiaque, arythmies)
Dioxyde d'azote  (Résidences)	Sources intérieures : cuisinières à gaz, générateurs d'air chaud, foyers et radiateurs électriques portatifs  Sources extérieures : véhicules	Altération de la fonction pulmonaire; inflammation des voies respiratoires; aggravation des infections respiratoires; irritation des yeux, du nez et de la gorge; symptômes respiratoires chez les personnes asthmatiques; nombre accru de visites à l'hôpital (notamment à l'urgence)
Monoxyde de carbone  (Résidences)	Sources intérieures : tabagisme, appareils à combustible, encens  Sources extérieures : véhicules dans un garage attenant à la maison et sur une route achalandée	Faibles concentrations : céphalées, fatigue, essoufflement et altération de la fonction motrice  Concentrations élevées ou concentrations faibles prolongées : étourdissements, douleurs thoraciques, fatigue, désorientation, problèmes de vision et difficulté à réfléchir  Expositions aiguës à des concentrations très élevées : convulsions, coma et décès
Ozone  (Résidences/immeubles publics)	Sources intérieures : ozoneurs utilisés comme épurateurs d'air  Sources extérieures : véhicules	Toux; gêne thoracique; altération de la fonction pulmonaire; essoufflement; irritation des yeux, du nez et de la gorge; asthme; bronchopneumopathie chronique obstructive
Composés organiques volatils  (Résidences/immeubles publics – surtout dans les nouveaux immeubles et ameublements)	Peinture; vernis; cire; produits nettoyants, désinfectants, cosmétiques et dégraissants; produits contenant des panneaux de particules ou de contreplaqué; assainisseurs d'air; produits de récréation	Menace de sensibilisation; cancer; irritation des yeux, du nez et de la gorge; céphalées; nausées; dommages au foie, aux reins et au système nerveux central
Formaldéhyde  (Résidences/immeubles publics)	Dégagement gazeux : matériaux de construction et ameublements, en particulier les produits en bois aggloméré avec adhésifs à base de formaldéhyde; moquettes; vernis; peintures; draperies; rideaux  Sous-produit de combustion : tabagisme; échappement des véhicules; foyers au bois et poêles à bois; appareils à combustible ou au mazout mal ventilés	Effets à court terme : irritant pour les yeux, le nez et la gorge et sensation de brûlure  Effets à long terme : problèmes respiratoires (surtout chez les enfants asthmatiques)  Cancérogène connu. Des concentrations élevées détectées en milieu professionnel sont associées au cancer. Les concentrations décelées dans les résidences sont moindres et ne sont pas préoccupantes.

## Annexe 2 : Mots-clés et bases de données

Des recherches ont été effectuées dans les moteurs de recherche PubMed et Google Scholar ainsi que dans les références des articles recensés. Seules les publications rédigées en anglais et portant sur des interventions menées dans des habitations et des immeubles publics, comme des écoles, des garderies et des bureaux, ont été examinées.

Les mots-clés utilisés ont été répartis en trois catégories de concepts. La première comprenait des termes comme *effet sur la santé*, *effet clinique* et *intervention*. Figuraient dans la seconde catégorie des termes tels *poll\* de l'air intérieur* et des polluants spécifiques comme *moisissures* et *particules*. Le concept « intervention » a également été jumelé avec *efficac\**, *efficacité*, *coût*, *faisabilité* et *adoption*. Enfin, la troisième catégorie de concepts comportait des termes liés au lieu ou au milieu, à la population et au type d'intervention : *immeuble public*, *maison*, *école*, *asthm\**, *aînés*, *politique*, etc. Le *tableau A2* énumère les mots-clés utilisés.

Tableau A2 : Mots-clés

Concept 1	Concept 2	Concept 3
Source [source]	Indoor air pollut* [poll* de l'air intérieur]	Public building [immeuble public]
Health/clinical effect [effet sur la santé/effet clinique]	Pollutant* [polluant*] * Remplacer par mould, bacteria, allergens, particulates/PM, black carbon, radon, carbon monoxide, ozone, volatile organic compounds, i.e., formaldehyde [moisissures, bactéries, allergènes, particules/MP, carbone noir, radon, monoxyde de carbone, ozone, composés organiques volatils, formaldéhyde]	Office [bureau]
	Mould or dampness, damp, "water damage," moisture, humidity, fungi, fungus, mold, mould, bacteria, or microorganisms [moisissures ou humidité, humide, « dégâts d'eau », moiteur, humidité, champignons, champignon, moisi, moisissure, bactéries, microorganismes]	
Intervention [intervention]	Indoor air [air intérieur]	School [école]
	Indoor air quality [qualité de l'air intérieur]	Day care [garderie]
	Effective* [efficac*]	House/home/residence [demeure/maison/résidence]
	Efficacy [efficacité]	Dwelling [logement]
	Cost [coût]	Apartment [appartement]
	Feasibility [faisabilité]	Building (public) [immeuble (immeuble public)]
	Adoption [adoption]	

Concept 1	Concept 2	Concept 1
		Sensitive/vulnerable population (children, elderly, pregnant women, pre-existing disease/illness) [ <i>population sensibilisée/population vulnérable (enfants, aînés, femmes enceintes, problème de santé préexistant/maladie préexistante)</i> ]
		Asthma* [ <i>asthm*</i> ]
		Policy [ <i>politique</i> ]
		Behaviour [ <i>comportement</i> ]
		Engineering control [ <i>mécanisme technique</i> ]
		Source control [ <i>contrôle des sources</i> ]

## Annexe 3 : Autres ressources

### 1. Directives et recommandations du gouvernement du Canada

- *Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences* : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/res-in/index-fra.php>
- *Prendre en charge des problèmes d'humidité et de moisissure dans votre demeure* : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/mould-home-moisissure-maison-fra.php>
- *Contamination fongique dans les immeubles publics : effets sur la santé et méthodes d'évaluation* : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/fungal-fongique/index-fra.php> (archivé le 24 juin 2013)
- *Le naphthalène dans l'air intérieur* : [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/naphthalene\\_fs-fi/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/naphthalene_fs-fi/index-fra.php)
- *Le benzène dans l'air intérieur* : [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/benzene\\_fs-fi/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/benzene_fs-fi/index-fra.php)
- *Qualité de l'air intérieur – Outils de la trousse d'action pour les écoles canadiennes* : [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/tools\\_school-outils\\_ecoles/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/air/tools_school-outils_ecoles/index-fra.php) (archivé le 24 juin 2013)

### 2. Rapports du Centre de collaboration nationale en santé environnementale (CCNSE)

- *Recommandations pour l'élimination des moisissures* (révisé en mars 2014) : [http://www.ccse.ca/sites/default/files/Elimination\\_moisissures\\_examen\\_donnee\\_probante\\_mars\\_2014\\_dr\\_aft.pdf](http://www.ccse.ca/sites/default/files/Elimination_moisissures_examen_donnee_probante_mars_2014_dr_aft.pdf)
- *Réduire l'exposition aux pesticides à l'intérieur des habitations : une trousse d'outils pour les praticiens* (octobre 2011) : [http://www.ccse.ca/sites/default/files/Exposition\\_habitations\\_pesticides\\_trousse\\_outils\\_oct\\_2011\\_0.pdf](http://www.ccse.ca/sites/default/files/Exposition_habitations_pesticides_trousse_outils_oct_2011_0.pdf)
- *Épurateurs d'air domestiques et amélioration de la qualité de l'air intérieur et de la santé : revue des données probantes* (octobre 2010) : [http://www.ccse.ca/sites/default/files/Epurateurs\\_air\\_domestiques\\_oct\\_2010.pdf](http://www.ccse.ca/sites/default/files/Epurateurs_air_domestiques_oct_2010.pdf)

### 3. Rapports de l'Environmental Protection Agency des États-Unis

- *Care for Your Air: A Guide to Indoor Air Quality. Understand Indoor Air in Homes, Schools and Offices* : <http://www.epa.gov/iaq/pubs/careforyourair.html>
- *US EPA QAI Action Kit for Schools* : <http://www.epa.gov/iaq/schools/actionkit.html>
- *Residential Air Cleaners (Second Edition): A Summary of Available Information* (2009) : <http://www.epa.gov/iaq/pubs/residair.html>

Le présent document a été produit en janvier 2015 par le Centre de collaboration nationale en santé environnementale, basé au Centre de contrôle des maladies de la Colombie-Britannique.

Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement.

*La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière provenant de l'Agence de la santé publique du Canada par l'intermédiaire du Centre de collaboration nationale en santé environnementale.*

ISBN : 978-1-926933-89-4

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2015

200 – 601 West Broadway  
Vancouver, BC V5Z 4C2

tél. : 604-829-2551  
[contact@ccnse.ca](mailto:contact@ccnse.ca)



National Collaborating Centre  
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale  
en santé environnementale

**Pour nous faire part de vos commentaires sur ce document, nous vous invitons à consulter le site internet suivant: <http://www.ccnse.ca/forms/commentaires>**

**[www.ccnse.ca](http://www.ccnse.ca)**