

**Contained in this issue:**

An Advisory Committee Statement (ACS)  
The Canadian Tuberculosis Committee\*  
HOUSING CONDITIONS THAT SERVE AS RISK FACTORS FOR  
TUBERCULOSIS INFECTION AND DISEASE ..... 1

**Contenu du présent numéro :**

Une déclaration d'un comité consultatif (DCC)  
Comité Canadien de Lutte Antituberculeuse\*  
LES CONDITIONS DE LOGEMENT COMME FACTEURS DE RISQUE  
D'INFECTION TUBERCULEUSE ET DE TUBERCULOSE ACTIVE ..... 1

## An Advisory Committee Statement (ACS) Canadian Tuberculosis Committee\*†

### HOUSING CONDITIONS THAT SERVE AS RISK FACTORS FOR TUBERCULOSIS INFECTION AND DISEASE

**Preamble**

*The Canadian Tuberculosis Committee (CTC) provides the Public Health Agency of Canada (PHAC) with ongoing, timely and scientifically based advice on national strategies and priorities with respect to tuberculosis prevention and control in Canada. PHAC acknowledges that the advice and recommendations set out in this statement are based upon the best currently available scientific knowledge and medical practice. It is disseminating this document for information purposes to those involved in preventing tuberculosis among those with inadequate housing.*

**Introduction**

Housing conditions are used as socio-economic indicators of health and well-being<sup>(1-4)</sup>. Poor housing quality and overcrowding are associated with poverty, specific ethnic groups and increased susceptibility to disease<sup>(4-6)</sup>. Crowding, poor air quality within homes as a result of inadequate ventilation, and the presence of mold and smoke contribute to poor respiratory health in general and have been implicated in the spread and/or outcome of tuberculosis (TB)<sup>(7-10)</sup>.

According to the 2001 Canadian Census, First Nations<sup>1</sup>, Inuit<sup>2</sup> and recent immigrants (foreign-born) have a disproportionately higher share of housing needs than other Canadians<sup>(11-14)</sup>. They

\***Members:** Dr. R. Long (Chair); Dr. H. Akwar, Dr. M. Baikie, Ms. C. Case, Dr. E. Ellis (Executive Secretary), Dr. K. Elwood, Ms. D. Gaskell, Dr. B. Graham, Ms. C. Hemsley, Dr. V. Hoepfner (Past Chair), Dr. A. Kabani, Dr. B. Kawa (Past member), Dr. M. Lem, Ms. Joy Marshall, Dr. P. Orr, Ms. E. Randell, Dr. L. Scott, Dr. F. Stratton, Dr. L. Sweet, Dr. T. Tannenbaum, Dr. W. Wobeser.

†This statement was prepared by Dr. L. Larcombe and Dr. P. Orr. It has been approved by the Canadian Tuberculosis Committee.

<sup>1</sup>First Nations – persons who have identified themselves as being North American Indian including “status” and “non-status” individuals. Status Indians are registered with the federal government as Indians, according to the terms of the *Indian Act*.

<sup>2</sup>Inuit – Aboriginal people in northern Canada, who live primarily in Nunavut, Northwest Territories, northern Quebec and northern Labrador. The word means “people” in the Inuit language – Inuktitut.

## Une déclaration d'un comité consultatif (DCC) Comité canadien de lutte antituberculeuse\*†

### LES CONDITIONS DE LOGEMENT COMME FACTEURS DE RISQUE D'INFECTION TUBERCULEUSE ET DE TUBERCULOSE ACTIVE

**Préambule**

*Le Comité canadien de lutte antituberculeuse (CCLA) donne à l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC) des conseils constants, à jour et fondés sur des données scientifiques en ce qui concerne les stratégies et les priorités canadiennes en matière de prévention et de lutte contre la tuberculose au pays. L'ASPC reconnaît que les conseils et les recommandations figurant dans la présente déclaration reposent sur les connaissances scientifiques et la pratique médicale les plus récentes. Elle diffuse ce document à des fins d'information aux intervenants qui cherchent à prévenir la tuberculose chez les personnes qui ne disposent pas d'un logement adéquat.*

**Introduction**

Les conditions de logement sont utilisées comme indicateurs socioéconomiques de la santé et du bien-être<sup>(1-4)</sup>. La piètre qualité du logement et le surpeuplement sont associés à la pauvreté, à certains groupes ethniques et à une augmentation de la susceptibilité à la maladie<sup>(4-6)</sup>. Le surpeuplement, la mauvaise qualité de l'air à l'intérieur des maisons par suite d'une ventilation inadéquate, et la présence de moisissures et de fumée contribuent en général à la détérioration de la santé respiratoire et ont été mis en cause dans la propagation de la tuberculose (TB) et l'issue de cette maladie<sup>(7-10)</sup>.

Selon le Recensement canadien de 2001, les Premières nations<sup>1</sup>, les Inuits<sup>2</sup> et les immigrants de fraîche date (nés à l'étranger) ont des besoins de logement disproportionnellement plus grands que

\***Membres :** Dr R. Long (président); Dre H. Akwar, Dr M. Baikie, Mme C. Case, Dr E. Ellis (secrétaire exécutif), Dr K. Elwood, Mme D. Gaskell, Dr B. Graham, Mme C. Hemsley, Dr V. Hoepfner (ancien président), Dr A. Kabani, Dre B. Kawa (ancien membre), Dr M. Lem, Mme Joy Marshall, Dre P. Orr, Mme E. Randell, Dre L. Scott, Dre F. Stratton, Dr L. Sweet, Dr T. Tannenbaum, Dre W. Wobeser.

†La présente déclaration a été rédigée par le Dr L. Larcombe et la Dre P. Orr. Elle a été approuvée par le Comité canadien de lutte antituberculeuse.

<sup>1</sup>Premières nations – personnes qui s'identifient comme étant amérindiens, notamment les personnes « inscrites » et « non inscrites ». Les Indiens inscrits sont enregistrés auprès du gouvernement fédéral en tant qu'Indiens, aux termes de la Loi sur les Indiens.

<sup>2</sup>Inuits – peuple autochtone du Nord du Canada, vivant principalement au Nunavut, dans les Territoires du Nord-Ouest, dans le Nord du Québec et le Nord du Labrador. Ce terme signifie « le peuple » dans la langue des Inuits, l'inuktitut.

have the highest risk of living in houses that are overcrowded and in disrepair, and/or they live in houses that cost<sup>3</sup> more than 30% of their before-tax household income<sup>(12-14)</sup>. While the following statement concentrates on the implications for TB of inadequate housing in First Nations communities, the conclusions apply equally well to the Métis<sup>4</sup>, Inuit and immigrant Canadians with inadequate housing.

### **TB in First Nations populations on and off reserve**

TB rates continue to be a major public health problem in Canada in First Nations, Métis, Inuit and foreign-born populations<sup>(15,16)</sup>. First Nations people living on reserves have an 8-10 times higher TB notification rate than do non-Aboriginal Canadians; they also have a higher than average household occupancy density and a poorer quality of housing than other Canadians<sup>(10,12,17,18)</sup>. It is not surprising, therefore, that TB rates are higher in Canada's First Nations populations than among Canadian-born, non-Aboriginal people<sup>(19-21)</sup>. Factors contributing to the high rates of TB among First Nations are the prevalence of latent infection, co-morbidities (including diabetes), substance abuse, genetic factors and socio-economic factors<sup>(10,15-17)</sup>. Socio-economic factors that have been implicated in health outcome include ethnicity, income, employment status, education, poverty and housing conditions<sup>(2,14,21-23)</sup>. Overcrowded houses and poor ventilation increase both the likelihood of exposure to *Mycobacterium tuberculosis* and progression to disease<sup>(10,23-26)</sup>.

### **TB transmission**

TB infection is spread when an individual with active respiratory TB coughs or sneezes *M. tuberculosis* bacilli that become aerosolized droplets of less than 5 µm diameter. An increased density of droplet nuclei in the air leads to an increased risk of infection<sup>(9)</sup>. As the number of inhaled bacilli increases, so too does the risk that disease will develop in individuals after they have become infected. An individual with active pulmonary TB (smear-positive) who is sneezing or coughing vigorously and frequently will exhale 10<sup>6</sup> contaminated droplets<sup>(27)</sup>. Some, but not all, of the droplets will contain the *M. tuberculosis bacilli*<sup>(9)</sup>. The aerosolized droplets settle very slowly and can remain suspended in the air for many hours. Therefore, TB transmission occurs with greater prevalence in poorly ventilated and crowded spaces<sup>(3,9,23,28)</sup>. A sputum smear-positive individual with pulmonary TB is four to six times more contagious than a smear-negative case<sup>(29)</sup>. However sputum smear-negative, culture-positive patients with pulmonary TB are also infectious to others<sup>(30-32)</sup>.

<sup>3</sup>Costs include the following:

- for renters, rent and any payments for electricity, fuel, water and other municipal services; and
- for owners, mortgage payments (principal and interest), property taxes, along with payments for electricity, fuel, water and other municipal services<sup>(21)</sup>.

<sup>4</sup>Métis – people of mixed First Nation and European ancestry who identify themselves as Métis, distinct from First Nations people, Inuit or non-Aboriginal people.

d'autres Canadiens<sup>(11-14)</sup>. Ils courent le plus grand risque de vivre dans des maisons qui sont surpeuplées, sont en mauvais état ou dont le coût<sup>3</sup> représente plus de 30 % du revenu de leur ménage avant impôts<sup>(12-14)</sup>. Bien que la déclaration qui suit porte surtout sur l'effet des mauvaises conditions de logement sur les taux de TB dans les communautés des Premières nations, les conclusions concernent également les Métis<sup>4</sup>, les Inuits et les immigrants canadiens qui sont mal logés.

### **La tuberculose dans les populations des Premières nations vivant dans les réserves et hors réserve**

Les taux de TB représentent toujours un important problème de santé publique au Canada dans les populations des Premières nations, les populations métisses, inuites et nées à l'étranger<sup>(15,16)</sup>. Le taux de déclaration de cas de TB dans les populations des Premières nations vivant dans des réserves est 8 à 10 fois plus élevé que chez les Canadiens non autochtones; la densité moyenne d'occupation des ménages et la qualité des logements y sont également pires que dans d'autres populations canadiennes<sup>(10,12,17,18)</sup>. Il n'est donc pas étonnant de voir que les taux de TB sont plus élevés dans les populations des Premières nations du Canada que chez les Canadiens non autochtones<sup>(19-21)</sup>. Au nombre des facteurs qui contribuent aux taux élevés de TB chez les Premières nations figurent la prévalence de l'infection latente, les maladies concomitantes (dont le diabète), l'abus de substances, les facteurs génétiques et les facteurs socioéconomiques<sup>(10,15-17)</sup>. Ces facteurs socioéconomiques ont été associés à des effets sur la santé : notamment le groupe ethnique, le revenu, la situation à l'égard de l'emploi, le niveau de scolarité, la pauvreté et les conditions de logement<sup>(2,14,21-23)</sup>. Le surpeuplement et la mauvaise ventilation accroissent la probabilité d'exposition à *Mycobacterium tuberculosis* et l'évolution de l'infection latente vers la maladie active<sup>(10,23-26)</sup>.

### **Transmission de la tuberculose**

L'infection tuberculeuse se transmet lorsqu'une personne infectée par *Mycobacterium tuberculosis* tousse ou éternue, projetant ainsi dans l'air des bacilles dont le diamètre est inférieur à 5 µm. Plus la densité de microgouttelettes dans l'air est grande, plus le risque d'infection croît<sup>(9)</sup>. De même, plus le nombre de bacilles inhalés augmente, plus le risque d'évolution de l'infection vers la maladie est élevé. Une personne souffrant de TB pulmonaire active (à frottis positif) qui éternue ou tousse vigoureusement et fréquemment projettera dans l'air 10<sup>6</sup> gouttelettes contaminées<sup>(27)</sup>. Certaines de ces gouttelettes, mais pas toutes, contiendront le bacille *M. tuberculosis*<sup>(9)</sup>. Les gouttelettes aérosolisées se déposent très lentement et peuvent demeurer en suspension dans l'air pendant des heures. La TB se transmet donc de façon plus fréquente dans les espaces surpeuplés et mal ventilés<sup>(3,9,23,28)</sup>. Une personne atteinte de TB pulmonaire dont le frottis d'expectorations est positif est 4 à 6 fois plus contagieuse qu'un cas à frottis négatif<sup>(29)</sup>. Toutefois, les patients souffrant de TB pulmonaire dont la culture est positive mais dont le frottis est négatif sont aussi contagieux<sup>(30-32)</sup>.

<sup>3</sup>Les coûts incluent les frais suivants :

- dans le cas des locataires, le loyer et les paiements d'électricité, de combustible, d'eau et d'autres services municipaux;
- dans le cas des propriétaires, les paiements hypothécaires (capital et intérêts), l'impôt foncier, ainsi que les paiements d'électricité, de combustible, d'eau et d'autres services municipaux<sup>(21)</sup>.

<sup>4</sup>Métis – personnes d'ascendance mixte, européenne et autochtone, qui s'identifient comme Métis, et non comme Autochtones, Inuits ou non-Autochtones.

Environmental factors related to housing that may enhance the likelihood of TB transmission include the following<sup>(33)</sup>:

1. exposure of susceptible individuals to an infectious person in a relatively small, enclosed space;
2. inadequate ventilation that results in either insufficient dilution or removal of infectious droplet nuclei;
3. recirculation of air containing infectious droplet nuclei;
4. duration of exposure; and
5. the susceptibility of the exposed person.

### **What housing factors might contribute to tuberculosis transmission?**

#### **Crowding**

Crowding has been identified as both a risk factor for TB transmission<sup>(3,9)</sup> and a characteristic of First Nations housing both on and off reserve<sup>(10,23,28,34,35)</sup>. In communities where persons with TB disease live, crowded housing leads to an increased risk in terms of exposure to *M. tuberculosis*. The risk of exposure is also increased if there is limited air movement in an enclosed space<sup>(9,35)</sup>. Lienhardt summarizes a number of studies showing that crowding is a risk factor for infection and for increased risk of disease after infection<sup>(35)</sup>.

In a Canadian study it was found that an increase of 0.1 persons per room (PPR) increased the risk of two or more cases of TB in a community by 40%<sup>(10)</sup>. Statistics Canada uses the measure of PPR to assess crowding in houses. PPR is calculated by dividing the number of persons living in a dwelling by the number of rooms<sup>(18)</sup>. A room is defined as an enclosed area within a dwelling that is finished and suitable for year-round living; the definition does not include bathrooms<sup>(18)</sup>. This statistic is not sensitive to the size of the house or the rooms, or to the composition of the household. The National Occupancy Standard (NOS) sets bedroom requirements as a measure of household crowding<sup>(14)</sup>. A house is not considered crowded if there are enough bedrooms for the number and composition of the inhabitants, defined as follows:

Enough bedrooms means one bedroom for each cohabitating adult couple; unattached household member 18 years of age and over; same-sex pair of children under age 18; an additional boy or girl in the family, unless there are two opposite sex siblings under 5 years of age, in which case they are expected to share a bedroom<sup>(14)</sup>.

Manitoba Family Services and Housing further clarifies that, according to NOS, parents and children may not use the same bedroom<sup>(36)</sup>. Analysis of the census data from 2001 shows that 10.3% of all on-reserve households across Canada fell below the standard for sufficient bedrooms for the household composition compared with 1.4% for Canadian-born non-Ab-

Voici quelques-uns des facteurs environnementaux liés au logement qui peuvent accroître la probabilité de transmission de la TB<sup>(33)</sup> :

1. Situations où des personnes susceptibles sont exposées à un malade contagieux dans un espace fermé relativement restreint;
2. Ventilation inadéquate qui entraîne une dilution ou une élimination insuffisante des microgouttelettes infectieuses;
3. Recyclage de l'air contenant des microgouttelettes infectieuses;
4. Durée de l'exposition;
5. Susceptibilité de la personne exposée.

### **Mais quels facteurs liés au logement peuvent contribuer à la transmission de la tuberculose?**

#### **Surpeuplement**

Le surpeuplement a été identifié comme un facteur de risque de transmission de la TB<sup>(3,9)</sup> de même que comme une caractéristique des logements des Premières nations dans les réserves et à l'extérieur<sup>(10,23,28,34,35)</sup>. Dans les communautés où vivent des personnes atteintes de TB active, le surpeuplement des logements contribue à augmenter le risque d'exposition à *M. tuberculosis*. Le risque d'exposition est également amplifié si l'air circule peu dans un espace clos<sup>(9,35)</sup>. Lienhardt a résumé un certain nombre d'études qui montrent que le surpeuplement est un facteur de risque d'infection et accroît le risque d'évolution de l'infection vers la maladie<sup>(35)</sup>.

Dans une étude canadienne, on a constaté qu'une augmentation de 0,1 personne par pièce (PPP) accroissait de 40 % le risque de survenue de deux cas ou plus de TB dans une communauté<sup>(10)</sup>. Statistique Canada utilise le PPP pour évaluer la densité d'occupation dans les maisons. Le PPP est calculé en divisant le nombre de personnes vivant dans une habitation par le nombre de pièces dans l'habitation<sup>(18)</sup>. Une pièce est définie comme un espace fermé dans une habitation qui est finie et peut être habitée toute l'année et n'inclut pas de salle de bain<sup>(18)</sup>. Cette statistique ne tient pas compte de la taille de la maison ni de celle des pièces, non plus que de la composition du ménage. La Norme nationale d'occupation (NNO) fixe des exigences relatives au nombre de chambres à coucher comme mesure du surpeuplement des logements<sup>(14)</sup>. Une maison n'est pas considérée surpeuplée s'il y a suffisamment de chambres pour le nombre et le type de personnes qui y habitent :

« Suffisamment de chambres » signifie une chambre pour chacune des catégories d'occupants suivantes : couple d'adultes qui cohabitent; personne seule de 18 ans et plus faisant partie du ménage; deux enfants du même sexe de moins de 18 ans; fille et(ou) garçon additionnel dans la famille, sauf s'il y a deux enfants de sexe opposé de moins de cinq ans, qui peuvent partager la même chambre<sup>(14)</sup>.

Services à la famille et Logement Manitoba précisent que, selon la NNO, les parents et enfants peuvent ne pas utiliser la même chambre<sup>(36)</sup>. L'analyse des données de recensement de 2001 montre que 10,3 % des ménages vivant dans les réserves au Canada ne respectaient pas la norme en ce qui concerne le nombre suffisant de chambres compte tenu de la composition du



original households<sup>(12)</sup>. According to the Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC), 50% of First Nations housing on reserve fell below CMHC housing standards for suitability<sup>5</sup> and adequacy<sup>6</sup>. Approximately 9,100 households (15%) were overcrowded, and 6,765 (23%) were in need of repair<sup>(37)</sup>.

The overall average number of persons per room for First Nations people is 0.6 PPR, 20% higher than for the rest of the Canadian population<sup>(38)</sup>. A comparison between the crowding in on- and off-reserve housing using the same census data showed that people in on-reserve houses were more than twice as likely to live in crowded conditions as those in non-reserve First Nations households<sup>(12)</sup>. While these statistics clearly indicate a general trend towards overcrowding in First Nations communities, they in fact mask the severe overcrowding that is characteristic of some communities. Crowded housing in First Nations communities in the Prairie provinces and in communities in the Canadian Shield region (the central area of Canada associated with the subarctic and boreal forest regions) is a greater problem than in other regions of Canada<sup>(4,39)</sup>.

The guidelines developed by the NOS and those used by Statistics Canada to assess crowding are not being adhered to in First Nations communities. Furthermore these guidelines may not be adequate for the control and/or prevention of infectious diseases in communities that have elevated disease loads. While ill health is an acknowledged consequence of crowded houses there is little research on the mechanics of the spread of respiratory as well as other communicable diseases in these houses. Logically, one would expect individuals who are sleeping in the same room with the index patient or those in continual close contact (e.g. mother and young children) in the house might be at the highest risk, although this has not been documented.

### ***Inadequate ventilation***

Transmission of *M. tuberculosis* bacteria to a non-infected person is more likely if there is poor ventilation. Beggs et al. noted that occupancy density, room volume and air change rate are all directly correlated with the number of new TB infections among persons who share airspace<sup>(9)</sup>. One air change occurs in a room when a quantity of air equal to the volume of the room is supplied and/or exhausted. Room ventilation is usually expressed in terms of air changes per hour<sup>(9,33)</sup>. Inadequate air change rates, negative airflow and recirculation of air have been identified as an occupational hazard in hospitals with respect to TB transmission<sup>(40)</sup>. Studies in hospitals and health care facilities have shown that poor ventilation design

<sup>5</sup>According to CMHC "suitable dwellings have enough bedrooms for the size and make-up of resident households, according to National Occupancy Standard (NOS) requirements."<sup>(12)</sup>

<sup>6</sup>According to CMHC "adequate dwellings are those reported by their residents as not requiring any major repairs."<sup>(12)</sup>

ménage comparativement à 1,4 % des ménages non autochtones nés au Canada<sup>(12)</sup>. Selon la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), 50 % des logements des Premières nations dans les réserves ne respectaient pas ses normes relatives à un logement approprié<sup>5</sup> et acceptable<sup>6</sup>. Environ 9 100 logements (15 %) étaient surpeuplés et 6 765 (23 %) avaient besoin de réparations<sup>(37)</sup>.

Le nombre moyen général de personnes par pièce dans les populations des Premières nations est de 0,6 PPP, soit une proportion 20 % plus élevée que dans le reste de la population canadienne<sup>(38)</sup>. Une comparaison entre le surpeuplement dans les réserves et hors réserve utilisant les mêmes données de recensement a révélé que les personnes habitant des maisons dans des réserves étaient deux fois plus nombreuses à vivre des situations de surpeuplement que les membres des ménages des Premières nations vivant hors réserve<sup>(12)</sup>. Bien que ces statistiques indiquent clairement une tendance générale au surpeuplement dans les communautés des Premières nations, elles occultent en fait le grave surpeuplement qui est caractéristique de certaines communautés. Les logements surpeuplés constituent un plus grave problème dans les communautés des Premières nations des Prairies et dans les communautés de la région du Bouclier canadien (région centrale du Canada comprenant les zones occupées par la forêt boréale et subarctique) que dans les communautés d'autres régions du Canada<sup>(4,39)</sup>.

Les lignes directrices élaborées par la NNO et celles utilisées par Statistique Canada pour évaluer le surpeuplement ne sont pas respectées dans les communautés des Premières nations. De plus, ces lignes directrices peuvent ne pas être suffisantes pour prévenir ou contrer les maladies infectieuses dans les communautés où la morbidité est élevée. Bien que la mauvaise santé soit reconnue comme une conséquence du surpeuplement des maisons, peu de recherches sont effectuées sur la dynamique de la propagation des maladies respiratoires et d'autres maladies transmissibles dans ces maisons. On s'attendrait logiquement à ce que les personnes qui dorment dans la même chambre que le patient index ou que celles qui ont des contacts étroits continus (p. ex. mère et jeunes enfants) dans la maison courent le plus grand risque, mais cette hypothèse n'a pas été documentée.

### ***Ventilation inadéquate***

La transmission du bacille *M. tuberculosis* à une personne non infectée est plus probable si la ventilation est de piètre qualité. Beggs et coll. ont constaté qu'il existe des corrélations directes entre la densité d'occupation, le volume des pièces et le taux de renouvellement d'air, d'une part, et le nombre de nouvelles infections tuberculeuses chez les personnes qui partagent le même espace d'air, d'autre part<sup>(9)</sup>. Il y a un renouvellement de l'air dans une pièce lorsqu'une quantité d'air égale au volume de la pièce entre ou sort. La ventilation d'une pièce est habituellement exprimée en nombre de renouvellements d'air à l'heure<sup>(9,33)</sup>. Une fréquence de renouvellement d'air inadéquate, une circulation d'air négative et la recirculation de l'air ont été identifiées comme

<sup>5</sup>Selon la SCHL, « le logement approprié compte un nombre suffisant de chambres à coucher compte tenu de la taille et de la composition du ménage qui l'occupe, conformément à la Norme nationale d'occupation »<sup>(12)</sup>.

<sup>6</sup>Selon la SCHL, « le logement adéquat est défini par son occupant comme ne nécessitant pas de réparations majeures »<sup>(12)</sup>.

or construction have contributed to the transmission of infection, particularly among clinical personnel in patient rooms with fewer than two air changes per hour<sup>(40)</sup>.

There are no studies that address ventilation in private houses in terms of TB transmission, but there are specifications for health care facilities that treat a spectrum of patients from suspected cases to highly infectious patients<sup>(33)</sup>. Many individuals with infectious pulmonary TB start therapy in their homes, and a form of “home isolation” is instituted until the person is deemed no longer infectious. It is assumed that those who share their home have already been exposed to the organisms prior to the diagnosis and the start of therapy by the index case. Housing units, which have shared mechanical ventilation with other housing units, should not be used by infectious cases.

Factors that may inhibit increased ventilation in a house are the outdoor temperature, noise, comfort, energy costs, the condition of windows or doors, or cultural and personal habits. The presence of a wood-burning stove will affect the air quality in the house if the stove is not properly maintained and ventilated. If the windows and/or doors do not have screens that are in good repair the residents might choose to keep them closed. Windows and doors also might be kept closed during the night for reasons of safety or personal preference. The mere presence of doors and windows, therefore, should not be considered as evidence that they are opened to encourage natural ventilation.

Heat recovery ventilation (HRV) systems bring outside air into a house and remove an equivalent amount of stale, indoor air. The fresh air is then tempered and circulated throughout the house as opposed to the case with conventional heating systems, which make use of recirculated household air. An advantage to this system is that the amount of fresh air that is brought into the house can be regulated depending on household requirements. While HRV systems are not specifically designed to address the spread of TB, adequate ventilation as provided by these systems can help prevent the growth of mold in the house. It is possible to install the systems in existing houses by modifying the ductwork, but HRV is more typically recommended for new homes. The cost of installation of such systems and their maintenance are likely limiting factors to their widespread use in northern communities.

Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) has been used to minimize the number of airborne microbes<sup>(41,42)</sup>. HRV systems can be equipped with UV lights to filter the air, but there are no good data yet on the efficacy of the systems in residential settings. Alternatively, UV lamps installed in the ducts of ventilation systems or as upper room lamps can be effective

un danger professionnel dans les hôpitaux pour ce qui est de la transmission de la TB<sup>(40)</sup>. Des études réalisées dans des hôpitaux et des établissements de santé ont montré que la mauvaise conception ou construction des systèmes de ventilation ont contribué à la transmission d'infections en particulier parmi le personnel clinique dans les chambres des patients où il y avait moins de deux renouvellements d'air à l'heure<sup>(40)</sup>.

Aucune étude n'a examiné la ventilation dans les maisons privées sous l'angle de la transmission de la TB, mais des spécifications ont été énoncées pour les établissements de santé qui traitent un éventail de patients, allant de cas suspects à des cas très contagieux<sup>(33)</sup>. De nombreuses personnes atteintes de TB pulmonaire infectieuse commencent leur traitement à domicile, et une forme d'« isolement à la maison » est instaurée jusqu'à ce qu'on juge que la personne n'est plus contagieuse. On présume que les gens qui habitent la même maison ont déjà été exposés au bacille avant le diagnostic et le début du traitement du cas index. Les unités d'habitation qui partagent la même ventilation mécanique que d'autres unités ne devraient pas être utilisées par les cas contagieux.

Certains facteurs peuvent empêcher d'accroître la ventilation dans une maison, notamment la température extérieure, le bruit, le confort, le coût de l'énergie, l'état des fenêtres ou des portes ou les habitudes culturelles et personnelles. La présence de poêles à bois dans les maisons influera sur la qualité de l'air à l'intérieur si ceux-ci ne sont pas bien entretenus et ventilés. Si les fenêtres ou les portes ne sont pas munies de moustiquaires en bon état, les résidents peuvent décider de les garder fermées. Les fenêtres et les portes peuvent également demeurer fermées durant la nuit pour des raisons de sécurité ou de préférence personnelle. La seule présence de portes et de fenêtres ne devrait donc pas être considérée comme une indication qu'elles sont ouvertes pour favoriser la ventilation naturelle.

Les systèmes de ventilation avec récupération de la chaleur (VRC) apportent de l'air de l'extérieur dans la maison et évacuent une quantité équivalente d'air intérieur vicié. L'air frais est ensuite ajusté à une certaine température et mis en circulation dans toute la maison par opposition aux systèmes de chauffage classiques, qui utilisent de l'air intérieur recyclé. Un des avantages de ce système est le fait que la quantité d'air frais qui entre dans la maison peut être réglée selon les besoins du ménage. Bien que les systèmes VRC ne soient pas expressément conçus pour contrer la propagation de la TB, la ventilation adéquate assurée par ces systèmes peut aider à prévenir la croissance de moisissures dans la maison. Il est possible d'installer ces systèmes dans les maisons existantes en modifiant les conduits mais ils sont le plus souvent recommandés pour les nouvelles maisons. Les coûts d'installation et d'entretien de ces systèmes sont probablement des facteurs qui pourraient limiter leur utilisation généralisée dans les communautés du Nord.

On a eu recours à l'irradiation germicide aux ultraviolets (IGUV) pour réduire au minimum le nombre de microbes en suspension dans l'air<sup>(41,42)</sup>. Les systèmes VRC peuvent être munis de lampes UV qui filtrent l'air, mais on ne dispose pas encore de données probantes sur l'efficacité de ces systèmes en milieu résidentiel. Ou encore des lampes UV installées dans les conduits des systèmes

in removing aerosolized bacilli from the air. However, like the HRV systems, UVGI systems require considerable maintenance and monitoring. Although they may not be appropriate for use in homes, they should be considered for public buildings (e.g. schools, community centres, churches, nursing stations or airports).

### **Mold and tobacco smoke**

Homes that have inadequate ventilation (either mechanical or natural) are often damp or have mold growth resulting from high humidity and condensation. The absence of adequate central heating and insulation is an important factor in the growth of mold in a house. Assessment of where the mold is in the house may be required. Mold could be considered a proxy indicator of inadequate ventilation; however, homes that have a great deal of air leakage may also have mold<sup>(43)</sup>. Inadequate ventilation is one of multiple factors that contribute to the development of mold in a home. Household humidity and encumbered space may also contribute to mold growth in a house.

Dampness and mold have **not** been directly linked with the acquisition of TB infection. However, they have been implicated in increased susceptibility to respiratory infection, asthma and allergies among Canadian children<sup>(8)</sup>. Dales et al. found an association between exposure to indoor fungal contamination and altered T-cell differentiation in children<sup>(43)</sup>. Children living in houses with bedrooms contaminated with fungi had reduced CD4/CD8 ratios compared with children with less contaminated bedrooms. It has also been found that the presence of mold and fungi in homes is associated with suppressed T-cell production, which has been linked to slower recovery from TB<sup>(43,44)</sup>.

A higher incidence of TB transmission to children has been associated with exposure to environmental tobacco smoke. Children who had contact with index cases who were smokers showed a higher infection rate than those in contact with index cases who were non-smokers<sup>(45)</sup>. It has been postulated that cigarette smoke may impair the pulmonary defence mechanism, resulting in airways that are more susceptible to infection; however, there are no published studies to support this hypothesis<sup>(45)</sup>. Alternatively, the link between smoking and TB may be a reflection of poorer health-related habits and socio-cultural behaviour.

### **Duration of exposure**

The extent and persistence of contact with an infected person are the main environmental factors for the transmission of TB. Thus, transmission of TB occurs most frequently as a result of prolonged contact in enclosed environments with an infectious

de ventilation ou comme lampes dans la partie haute d'une pièce peuvent aider à éliminer de l'air les bacilles aérosolisés. À l'exemple des systèmes VRC, les systèmes IGUV nécessitent toutefois beaucoup d'entretien et de surveillance et bien qu'ils puissent ne pas être indiqués pour des maisons, on devrait envisager de les utiliser dans les immeubles publics (p. ex. écoles, centres communautaires, églises, postes infirmiers ou aéroports).

### **Moisissures et fumée de tabac**

Les maisons qui ne bénéficient pas d'une ventilation (mécanique ou naturelle) adéquate sont souvent humides et présentent des traces de moisissures résultant du taux élevé d'humidité et de la condensation. L'absence de chauffage central adéquat et d'isolation de bonne qualité contribuent de façon importante à la croissance des moisissures dans une maison. Il peut être nécessaire d'évaluer où se trouvent les moisissures dans la maison. Les moisissures peuvent être considérées comme un indicateur indirect d'une ventilation inadéquate; cependant, les maisons où il y a beaucoup de fuites d'air peuvent abriter également des moisissures<sup>(43)</sup>. Une ventilation inadéquate est l'un des multiples facteurs qui contribuent au développement des moisissures dans une maison. L'humidité intérieure et un espace encombré peuvent également faciliter la croissance de moisissures dans une maison.

L'humidité et les moisissures n'ont **pas** été directement liées à l'acquisition de l'infection tuberculeuse. Elles ont été mises en cause cependant dans l'augmentation de la susceptibilité aux infections respiratoires, à l'asthme et aux allergies chez les enfants canadiens<sup>(8)</sup>. Dales et coll. ont mis au jour une association entre l'exposition à une contamination fongique intérieure et une altération de la différenciation des lymphocytes T chez les enfants<sup>(43)</sup>. Les enfants vivant dans des maisons où les chambres à coucher étaient contaminées par des champignons présentaient des ratios CD4/CD8 réduits comparativement aux enfants dont la chambre à coucher était moins contaminée. Il a également été établi que la présence de moisissures et de champignons dans les maisons était associée à une inhibition de la production de lymphocytes T, laquelle était liée à un allongement de la période de rétablissement après la TB<sup>(43,44)</sup>.

Une augmentation du taux de TB chez les enfants a été associée à l'exposition à la fumée de tabac dans l'environnement. Les enfants en contact avec des cas index qui fumaient affichaient un taux d'infection plus élevé que ceux qui avaient des contacts avec des cas index non fumeurs<sup>(45)</sup>. On a avancé l'hypothèse que la fumée de cigarette peut altérer les mécanismes de défense pulmonaires, accroissant la susceptibilité des voies aériennes à l'infection; aucune étude confirmant cette hypothèse n'a cependant été publiée<sup>(45)</sup>. Par ailleurs, le lien entre le tabagisme et la TB peut témoigner de moins bonnes habitudes en matière de santé et de comportements socioculturels moins favorables.

### **Durée d'exposition**

L'importance et la persistance du contact avec une personne infectée constituent les principaux facteurs environnementaux de transmission de la TB. Ainsi, la TB est transmise plus souvent à la suite d'un contact prolongé dans un environnement clos avec une



person. Persons who are at the greatest risk of exposure to TB are those who live and sleep in the same household as an infected person<sup>(29,45-47)</sup>. An association has been confirmed between overnight cough frequency and increased transmission among household contacts<sup>(47,48)</sup>. It should therefore be considered that those who share a bedroom or sleep area are at increased risk of infection.

Studies in industrialized countries show that more than half of all non-sleep activities for employed people between 18 and 64 years of age occur inside the house<sup>(49,50)</sup>. It is reasonable, therefore, to conclude that children, their primary caregiver and the elderly, who spend even more time indoors, are at increased risk of infection.

TB transmission within households and between family members, particularly transmission from adults to children, significantly increases morbidity rates among children and adolescents in certain communities<sup>(51,52)</sup>. TB transmission in families in which there are two or more new cases (apart from the index case) of TB, within a specified time period, are identified as microepidemics<sup>(46)</sup>. In communities where the prevalence of TB is high, microepidemics may go unnoticed simply because the pattern is not apparent. In a large study of TB patients and their contacts, Vidal et al., classified the contacts as belonging to families with a microepidemic (Group A), families with one new case, (Group B) and families with no new cases within a 6-year period (Group C)<sup>(46)</sup>. It was found that new TB cases more frequently (41%) came from families that had been characterized as having microepidemics (Group A) than from families in which only a single new case had occurred (Group B) (21%), and that it was a small number of families that generated the most new TB cases in the study of contacts. There was a high frequency (45%) of incorrectly treated household members during the 1-year period prior to diagnosis of the index case in families with a microepidemic, indicating a long-term presence of an actively diseased family member<sup>(46)</sup>. Although early diagnosis of disease is an important goal for preventing TB transmission, it is not uncommon for there to be a delay of weeks or months before a diagnosis is made, during which time household contacts are at continued risk of infection<sup>(20)</sup>.

The risk of infection from limited contact with a single case of TB is higher when intensive exposure to contaminated air occurs, such as in small, enclosed rooms or air space, for example, on airplanes<sup>(9)</sup>. The amount of shared air space for occupants of a small house is significantly higher than one would find in a larger house occupied by the same number of people. While a 1,000 sq ft. house (92.90 m<sup>2</sup>) with three bedrooms may be adequate for a healthy family of six people the amount of shared airspace in a house of this size may put family members at increased risk of infection. A measurement of the amount of

personne contagieuse. Les sujets qui sont le plus à risque d'être exposés à la TB sont ceux qui vivent et dorment dans la même maison qu'une personne infectée<sup>(29,45-47)</sup>. Une association a été corroborée entre la fréquence de la toux la nuit et la transmission accrue parmi les contacts familiaux<sup>(47,48)</sup>. On devrait donc considérer que ceux qui partagent une chambre ou un coin pour dormir courent un plus grand risque d'infection.

Des études menées dans des pays industrialisés ont fait ressortir que plus de la moitié de toutes les activités non liées au sommeil chez les personnes de 18 à 64 ans qui occupaient un emploi étaient effectuées à l'intérieur de la maison<sup>(49,50)</sup>. Il est donc raisonnable de conclure que les enfants, la principale personne qui en prend soin et les personnes âgées passent encore plus de temps à l'intérieur et courent donc un plus grand risque d'infection.

La transmission de la TB au sein des ménages et entre les membres de la famille, en particulier la transmission des adultes aux enfants, accroît significativement les taux de morbidité chez les enfants et les adolescents dans certaines communautés<sup>(51,52)</sup>. La transmission de la TB à l'intérieur d'une période donnée au sein des familles qui comptent  $\geq 2$  nouveaux cas de TB (en dehors du cas index), est considérée comme une microépidémie<sup>(46)</sup>. Dans les communautés où la prévalence de la TB est élevée, des microépidémies peuvent passer inaperçues simplement parce que le profil de transmission n'est pas apparent. Dans une vaste étude portant sur des patients tuberculeux et leurs contacts, Vidal et coll. ont classé les contacts en trois groupes : ceux appartenant à des familles impliquées dans une microépidémie (groupe A), les membres des familles ne comptant qu'un seul nouveau cas (groupe B) et les membres des familles ne comptant aucun nouveau cas au cours d'une période de six ans (groupe C)<sup>(46)</sup>. On a découvert que les nouveaux cas de TB survenaient plus souvent (41 %) dans les familles impliquées dans des microépidémies (groupe A) que dans les familles où seulement un nouveau cas était apparu (groupe B) (21 %), et qu'un petit nombre de familles étaient à l'origine de la plupart des nouveaux cas de TB dans l'étude sur les contacts. On a constaté que durant l'année qui précédait le diagnostic du cas index dans les familles impliquées dans une microépidémie, il y avait une proportion élevée (45 %) de membres de famille qui étaient inadéquatement traités, soit une indication de la présence pendant une longue période au sein de ces familles d'un membre atteint de la maladie active<sup>(46)</sup>. Bien que le diagnostic précoce de la maladie soit un objectif important des mesures visant à prévenir la transmission de la TB, il n'est pas rare que des semaines, voire des mois s'écoulent avant l'établissement du diagnostic, période pendant laquelle les contacts familiaux courent un risque continu d'infection<sup>(20)</sup>.

Le risque de développer une infection après un contact limité avec un seul cas de TB est plus élevé à la suite d'une exposition intensive à de l'air contaminé, notamment dans des pièces fermées ou dans un espace d'air clos comme dans les avions<sup>(9)</sup>. La quantité d'espace d'air partagé par les occupants d'une petite maison est beaucoup plus grande que ce qu'on pourrait trouver dans une maison plus grosse occupée par le même nombre de personnes. Alors qu'une maison de 1 000 pieds carrés (92,90 m<sup>2</sup>) comptant trois chambres à coucher peut être suffisante pour une famille en santé de six personnes, la quantité d'espace d'air partagé dans une maison de

space per individual (15.48 m<sup>2</sup>/person in the above example), in addition to Statistics Canada's calculation of person per room, may give a better sense of the risk of exposure, since room size can and does vary substantially.

## Summary

1. Compared with the Canadian-born, non-Aboriginal population, some members of First Nations, Inuit and immigrant populations continue to show a substantially higher incidence of TB.
2. In many regions of Canada, housing conditions in selected populations within these three groups do not meet the National Occupancy Standard of the CMHC and are characterized by high household occupancy density, poor air quality and inadequate ventilation.
3. In populations that already suffer high rates of TB, crowded housing and poor ventilation increase the risk of transmission and progression to disease among those who share living space.

## Conclusion

Steps need to be taken to address the issue of inadequate housing for populations in Canada that have a high burden of TB disease.

## Acknowledgements

The authors acknowledge the members of the Canadian Tuberculosis Committee and the Provincial and Territorial Tuberculosis Programs for their contribution and participation in the Canadian Tuberculosis Reporting System:

Alberta Health and Wellness, Disease Control and Prevention Branch

Division of Tuberculosis Control, British Columbia Centre for Disease Control

Manitoba Tuberculosis Control Program, Department of Health and Wellness

New Brunswick Department of Health and Community Services

Newfoundland and Labrador Department of Health and Social Service

Government of Northwest Territories, Office of the Chief Medical Officer of Health

Nova Scotia Department of Health

cette taille peut faire courir un plus grand risque d'infection aux membres de la famille. Une mesure de la superficie par personne (15,48 m<sup>2</sup>/personne dans l'exemple ci-dessus), en plus du calcul du nombre de personnes par pièce (Statistique Canada), peut donner une meilleure idée du risque d'exposition, vu que la taille des pièces peut varier et varie effectivement de façon considérable.

## Résumé

1. L'incidence de la TB demeure beaucoup plus élevée chez certains membres des Premières nations, des populations inuites et immigrantes que dans la population non autochtone née au Canada.
2. Dans bien des régions du Canada, les conditions de logement dans certaines populations appartenant à ces trois groupes ne respectent pas la Norme nationale d'occupation de la Société canadienne d'hypothèques et de logement et se caractérisent par une densité élevée d'occupation, une mauvaise qualité de l'air et une ventilation inadéquate.
3. Dans les populations où les taux de TB sont déjà élevés, le surpeuplement des maisons et la mauvaise ventilation accroissent le risque de transmission de l'infection et sa progression vers la maladie active chez les personnes qui partagent le même espace de vie.

## Conclusion

Il faut que des mesures soient prises pour s'attaquer au problème des logements inadéquats dans les populations affichant un taux élevé de TB active.

## Remerciements

Les auteurs remercient les membres du Comité canadien de lutte antituberculeuse et les responsables des programmes provinciaux et territoriaux de lutte antituberculeuse pour leur contribution et leur participation au Système canadien de déclaration des cas de tuberculose :

Alberta Health and Wellness, Disease Control and Prevention Branch

Division of Tuberculosis Control, British Columbia Centre for Disease Control

Programme de lutte antituberculeuse du Manitoba, ministère de la Santé et du Bien-être

Ministère de la Santé et des Services communautaires du Nouveau-Brunswick

Newfoundland and Labrador Department of Health and Social Service

Government of Northwest Territories, Office of the Chief Medical Officer of Health

Nova Scotia Department of Health



Department of Health & Social Services, Government of Nunavut

Vaccine Preventable Diseases and TB Control Unit, Ontario Ministry of Health and Long-Term Care

Department of Health and Social Services, Prince Edward Island

Direction de la Protection de la Santé Publique, Ministère de la Santé et des Services Sociaux, Québec

Tuberculosis Control Program, Saskatchewan Health

Department of Health and Social Services, Yukon

Association of Medical Microbiology and Infectious Disease Canada

Canadian Lung Association

Canadian Public Health Laboratory Network

Citizenship and Immigration Canada

Correctional Service of Canada

First Nations and Inuit Health Branch, Health Canada

National Microbiology Laboratory, Public Health Agency of Canada

Tuberculosis Prevention and Control, Public Health Agency of Canada

## References

1. O'Donnell V, Tait H. *Aboriginal Peoples Survey 2001- initial findings: Well-being of the non-reserve Aboriginal population*. 2001 URL: <http://www.statcan.ca/bsolc/english/bsolc?catno=89-589-X&CHROPG=1> Accessed 4 September, 2005
2. Shaw M. *Housing and Public Health*. Annual Review of Public Health 2004;25:397-418.
3. Hawker JI, Bakhshi SS, Ali S et al. *Ecological analysis of ethnic differences in relation between tuberculosis and poverty*. BMJ 1999;319:1031-34.
4. McHardy, M, O'Sullivan E. 2004: *First Nations Community Well-Being in Canada: The Community Well-Being Index (CWB)*, 2001. Strategic Research and Analysis Directorate, Indian and Northern Affairs Canada.

Department of Health & Social Services, Government of Nunavut

Unité de prévention des maladies par vaccination et de lutte contre la tuberculose, ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario

Department of Health and Social Services, Prince Edward Island

Direction de la protection de la santé publique, ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec

Tuberculosis Control Program, Saskatchewan Health

Department of Health and Social Services, Yukon

Association pour la microbiologie médicale et l'infectiologie Canada

Association pulmonaire du Canada

Réseau des laboratoires de santé publique du Canada

Citoyenneté et Immigration Canada

Service correctionnel Canada

Direction générale de la santé des Premières nations et des Inuits, Santé Canada

Laboratoire national de microbiologie, Agence de la santé publique du Canada

Division de la lutte antituberculeuse, Agence de la santé publique du Canada

## Références

1. O'Donnell V, Tait H. *Enquête auprès des peuples autochtones de 2001 – Premiers résultats – Bien-être de la population autochtone vivant hors réserve*. 2001 URL : <http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=89-589-X&CHROPG=1> Consulté le 4 septembre 2005
2. Shaw M. *Housing and Public Health*. Annual Review of Public Health 2004; 25: 397-418.
3. Hawker JI, Bakhshi SS, Ali S et coll. *Ecological analysis of ethnic differences in relation between tuberculosis and poverty*. BMJ 1999;319:1031-34.
4. McHardy, M, O'Sullivan E. 2004 : *L'indice du bien-être des collectivités (IBC) : bien-être des collectivités des Premières nations, de 1981 à 2001 et à l'avenir, 2001*. Direction de la recherche et de l'analyse, Affaires indiennes et du Nord Canada.

5. Cantwell M, McKenna MT, McCray E et al. *Tuberculosis and race/ethnicity in the United States. Impact of Socioeconomic Status.* Am J Respir Crit Care Med 1998;157:1016-20.
6. Kunimoto D, Sutherland K, Wooldrage K et al. *Transmission characteristics of tuberculosis in the foreign-born and the Canadian-born populations of Alberta, Canada.* Int J Tuberc Lung Dis 2004;8:1213-20.
7. Wanyeki I, Olson S, Brassard P et al. *Dwellings, crowding, and tuberculosis in Montreal.* Soc Sci Med 2006;63:501-11.
8. Dales R, Zwanenburg H, Burnett R et al. *Respiratory health effects of home dampness and molds among Canadian children.* Am J Epidemiol 1991;134:196-203.
9. Beggs CB, Noakes CJ, Sleight PA et al. *The transmission of tuberculosis in confined spaces: An analytical review of alternative epidemiological models.* Int J Tuberc Lung Dis 2003;7:1015-26.
10. Clark M, Riben P, Nowgesic E. *The association of housing density, isolation and tuberculosis in Canadian First Nations communities.* Int J Epidemiol 2002;31:940-43.
11. Canada Mortgage and Housing Corporation. *2001 Census Housing Series Issue 7: Immigrant Households.* Research Highlights: Socio-economic Series 04-042 2004.
12. Canada Mortgage and Housing Corporation. *2001 Census Housing Series Issue 6: Aboriginal Households.* Research Highlights: Socio-economic Series 04-036 2004.
13. Che J, Engeland J, Lewis R, Ehrlich S. *Evolving housing conditions in Canada's census metropolitan areas, 1991-2001.* 2005 URL: <http://www.statcan.ca/bsolc/english/bsolc?catno=89-613-MWE2004005> Accessed 27 September, 2005
14. Canada Mortgage and Housing Corporation. *2001 Census Housing Series: Issue 3 the adequacy, suitability and affordability of Canadian housing.* Research Highlights: Socio-economic Series 04-077 2004.
15. FitzGerald JM, Fanning A, Hoepfner V et al. *The molecular epidemiology of tuberculosis in western Canada.* Int J Tuberc Lung Dis 2003;7:132-8.
16. FitzGerald JM, Wang L, Elwood RK. *Tuberculosis: 13. Control of the disease among aboriginal people in Canada.* CMAJ 2000;162:351-5.
5. Cantwell M, McKenna MT, McCray E et coll. *Tuberculosis and race/ethnicity in the United States. Impact of socioeconomic status.* Am J Respir Crit Care Med 1998;157:1016-20.
6. Kunimoto D, Sutherland K, Wooldrage K et coll. *Transmission characteristics of tuberculosis in the foreign-born and the Canadian-born populations of Alberta, Canada.* Int J Tuberc Lung Dis 2004;8:1213-20.
7. Wanyeki I, Olson S, Brassard P et coll. *Dwellings, crowding, and tuberculosis in Montreal.* Soc Sci Med 2006;63:501-11.
8. Dales R, Zwanenburg H, Burnett R et coll. *Respiratory health effects of home dampness and molds among Canadian children.* Am J Epidemiol 1991;134:196-203.
9. Beggs CB, Noakes CJ, Sleight PA et coll. *The transmission of tuberculosis in confined spaces: An analytical review of alternative epidemiological models.* Int J Tuberc Lung Dis 2003;7:1015-26.
10. Clark M, Riben P, Nowgesic E. *The association of housing density, isolation and tuberculosis in Canadian First Nations communities.* Int J Epidemiol 2002;31:940-3.
11. Société canadienne d'hypothèques et de logement. *Série sur le logement selon les données du recensement de 2001, numéro 7: Ménages immigrants.* Le point en recherche : Série Socio-économique 04-042 2004.
12. Société canadienne d'hypothèques et de logement. *Série sur le logement selon les données du recensement de 2001, numéro 6 : Ménages autochtones.* Le point en recherche : Série Socio-économique 04-036 2004.
13. Che J, Engeland J, Lewis R et coll. *Evolving housing conditions in Canada's census metropolitan areas, 1991-2001.* 2005 URL : <http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=89-613-MWF2004005> Consulté le 27 septembre 2005
14. Société canadienne d'hypothèques et de logement. *Série sur le logement selon les données du recensement de 2001, numéro 3 : Révisé : qualité, taille et abordabilité du logement canadien.* Le point en recherche : Série Socio-économique 04-077 2004.
15. FitzGerald JM, Fanning A, Hoepfner V et coll. *The molecular epidemiology of tuberculosis in western Canada.* Int J Tuberc Lung Dis 2003; 7:132-8.
16. FitzGerald JM, Wang L, Elwood RK. *Tuberculosis: 13. Control of the disease among aboriginal people in Canada.* CMAJ 2000;162:351-5.

- |  |   |
|--|---|
| <p>17. Gaudette LA, Ellis E. <i>Tuberculosis in Canada: A focal disease requiring distinct control strategies for different risk groups.</i> \ <i>Tuber Lung Dis</i> 1993;74:244-53.</p> <p>18. Statistics Canada. <i>Aboriginal Population Profile.</i> 2001 URL: <a href="http://www12.statcan.ca/english/Profil01ab/PlaceSearchForm1.cfm">http://www12.statcan.ca/english/Profil01ab/PlaceSearchForm1.cfm</a> Accessed 4 October 2005</p> <p>19. Health Canada. <i>A statistical profile on the health of First Nations in Canada.</i> URL: <a href="http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/pubs/gen/stats_profil_e.html">http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/pubs/gen/stats_profil_e.html</a> Accessed 1 October, 2005</p> <p>20. Long R, Njoo H, Hershfield E. <i>Tuberculosis: 3. Epidemiology of the disease in Canada.</i> <i>CMAJ</i> 1999;160:1185-90.</p> <p>21. Health Canada. <i>Tuberculosis in First Nations Communities, 1999.</i> URL: <a href="http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/H35-4-7-1999E.pdf">http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/H35-4-7-1999E.pdf</a> Accessed 1 October, 2005</p> <p>22. Indian and Northern Affairs Canada. <i>Volume 3 Gathering Strength. Report on the Royal Commission on Aboriginal People.</i> URL: <a href="http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sghmm_e.html">http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sghmm_e.html</a> Accessed 22 October, 2005</p> <p>23. Elender F, Bentham G, Langford I. <i>Tuberculosis mortality in England and Wales during 1982-1992: Its association with poverty, ethnicity and AIDS.</i> <i>Soc Sci Med</i> 1998;46(6):673-81.</p> <p>24. Gryzbowski S, Barnett GD, Styblo K. <i>Contacts of cases of active pulmonary tuberculosis. Report #3 of TSRU.</i> <i>Bull Int Union Tuberc</i> 1975;50:90-106.</p> <p>25. Ferguson RG. <i>Studies in tuberculosis.</i> University of Toronto Press, Canada, 1955.</p> <p>26. Alvi AR, Hussain SF, Shah MA et al. <i>Prevalence of pulmonary tuberculosis on the roof of the world.</i> <i>Int J Tuberc Lung Dis</i> 1998;2:909-13.</p> <p>27. Iseman MD. <i>A clinician's guide to tuberculosis.</i> Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2000.</p> <p>28. Valin N, Antoun F, Chouaid C, et al. <i>Outbreak of tuberculosis in a migrants' shelter; Paris, France, 2002.</i> <i>Int J Tuberc Lung Dis</i> 2005;9:528-33.</p> <p>29. Menzies D, Tannenbaum TN, FitzGerald JM. <i>Tuberculosis: 10. Prevention.</i> <i>CMAJ</i> 1999;161:717-24.</p> <p>30. Hernandez-Garduno E, Cook V, Kunimoto D et al. <i>Transmission of tuberculosis from smear negative patients: A molecular epidemiology study.</i> <i>Thorax</i> 2004;59:286-90.</p> | <p>17. Gaudette LA, Ellis E. <i>Tuberculosis in Canada: A focal disease requiring distinct control strategies for different risk groups.</i> <i>Tuber Lung Dis</i> 1993;74:244-53.</p> <p>18. Statistique Canada. <i>Profils de la population autochtone du recensement de 2001</i> URL : <a href="http://www12.statcan.ca/english/profil01/AP01/Index.cfm?Lang=F">http://www12.statcan.ca/english/profil01/AP01/Index.cfm?Lang=F</a> Consulté le 4 octobre 2005</p> <p>19. Santé Canada. <i>Profil statistique de la santé des Premières nations au Canada.</i> URL : <a href="http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/pubs/gen/stats_profil_f.html">http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/pubs/gen/stats_profil_f.html</a> Consulté le 1<sup>er</sup> octobre 2005</p> <p>20. Long R, Njoo H, Hershfield E. <i>Tuberculosis: 3. Epidemiology of the disease in Canada.</i> <i>CMAJ</i> 1999;160:1185-90.</p> <p>21. Santé Canada. <i>La tuberculose dans les communautés des Premières nations, 1999.</i> URL : <a href="http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/H35-4-7-1999F.pdf">http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/H35-4-7-1999F.pdf</a> Consulté le 1<sup>er</sup> octobre 2005</p> <p>22. Affaires indiennes et du Nord Canada. <i>Volume 3: Rassembler nos forces.</i> Rapport de la Commission royale sur les peuples autochtones. URL: <a href="http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sghmm_f.html">http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sghmm_f.html</a> Consulté le 22 octobre 2005</p> <p>23. Elender F, Bentham G, Langford I. <i>Tuberculosis mortality in England and Wales during 1982-1992: Its association with poverty, ethnicity and AIDS.</i> <i>Soc Sci Med</i> 1998;46(6):673-81.</p> <p>24. Gryzbowski S, Barnett GD, Styblo K. <i>Contacts of cases of active pulmonary tuberculosis. Report /3 of TSRU.</i> <i>Bull Int Union Tuberc</i> 1975;50:90-106.</p> <p>25. Ferguson RG. <i>Studies in tuberculosis.</i> University of Toronto Press, Canada, 1955.</p> <p>26. Alvi AR, Hussain SF, Shah MA et coll. <i>Prevalence of pulmonary tuberculosis on the roof of the world.</i> <i>Int J Tuberc Lung Dis</i> 1998;2:909-13.</p> <p>27. Iseman MD. <i>A clinician's guide to tuberculosis.</i> Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, 2000.</p> <p>28. Valin N, Antoun F, Chouaid C et coll. <i>Outbreak of tuberculosis in a migrants' shelter; Paris, France, 2002.</i> <i>Int J Tuberc Lung Dis</i> 2005;9:528-33.</p> <p>29. Menzies D, Tannenbaum TN, FitzGerald JM. <i>Tuberculosis: 10. Prevention.</i> <i>CMAJ</i> 1999;161:717-24.</p> <p>30. Hernandez-Garduno E, Cook V, Kunimoto D et coll. <i>Transmission of tuberculosis from smear negative patients: A molecular epidemiology study.</i> <i>Thorax</i> 2004;59:286-90.</p> |
|--|---|

- |   |  |
|---|--|
| <p>31. Alland D, Kalkut GE, Moss AR et al. <i>Transmission of Tuberculosis in New York City - An analysis by DNA finger-printing and conventional epidemiologic methods</i>. N Engl J Med 1994;330:1710-16.</p> <p>32. Behr MA, Warren SA, Salamon H et al. <i>Transmission of Mycobacterium tuberculosis from patients smear-negative for acid-fast bacilli</i>. Lancet 1999;353:444-9.</p> <p>33. Health Canada. <i>Guidelines for preventing the transmission of tuberculosis in Canadian health care facilities and other institutional settings</i>. CDR 1996;22S1. URL: <a href="http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/96vol22/22s1/">http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/96vol22/22s1/</a> Accessed 9 October, 2005</p> <p>34. Guwatudde D, Zalwango S, Kanya R et al. <i>Burden of tuberculosis in Kampala, Uganda</i>. Bulletin of the World Health Organization 2003;81:799-805.</p> <p>35. Lienhardt C. <i>From exposure to disease: The role of environmental factors in susceptibility to and development of tuberculosis</i>. Epidemiol Rev 2001;23:288-301.</p> <p>36. Manitoba Family Services and Housing. <i>Housing income limits and median market rent</i>. URL: <a href="http://www.gov.mb.ca/fs/housing/hil.html">http://www.gov.mb.ca/fs/housing/hil.html</a> Accessed 24 October, 2005</p> <p>37. Spurr P, Melzer I, Engeland J. <i>Special studies on 1996 Census Data: Housing conditions of Native households</i>. Research Highlights. Socio-economic Series Issue 55-6, 2001.</p> <p>38. Indian and Northern Affairs Canada. <i>Highlights from the Report of the Royal Commission on Aboriginal Peoples: People to People, Nation to Nations</i>. URL: <a href="http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sgmm_e.html">http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sgmm_e.html</a> Accessed 3 October, 2005</p> <p>39. Armstrong RP. <i>Geographical patterns of socio-economic well-being of First Nations communities</i>. Rural and Small Town Canada. Analysis Bulletin Vol. 1, No. 8 1999.</p> <p>40. Menzies D, Fanning A, Yuan L et al. <i>Hospital ventilation and risk for tuberculosis infection in Canadian health care workers</i>. Ann Intern Med 2000;133:779-89.</p> <p>41. Beggs CB, Sleigh PA. <i>A quantitative method for evaluating the germicidal effect of upper room UV fields</i>. Aerosol Science 2002;33:1681-99.</p> <p>42. Green C, Scarpino P. <i>The use of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) in disinfection of airborne bacteria</i>. Environ Eng Policy 2002;3:101-7.</p> | <p>31. Alland D, Kalkut GE, Moss AR et coll. <i>Transmission of tuberculosis in New York City - An analysis by DNA fingerprinting and conventional epidemiologic methods</i>. N Engl J Med 1994;330:1710-6.</p> <p>32. Behr MA, Warren SA, Salamon H et coll. <i>Transmission of Mycobacterium tuberculosis from patients smear-negative for acid-fast bacilli</i>. Lancet 1999;353:444-9.</p> <p>33. Santé Canada. <i>Lignes directrices pour la lutte antituberculeuse dans les établissements de soin et autres établissements au Canada</i>. RMTc 1996;22S1. URL : <a href="http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/96vol22/22s1/index_f.html">http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/96vol22/22s1/index_f.html</a> Consulté le 9 octobre 2005</p> <p>34. Guwatudde D, Zalwango S, Kanya R et coll. <i>Charge de la tuberculose à Kampala, Uganda</i>. Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé 2003;81:799-805.</p> <p>35. Lienhardt C. <i>From exposure to disease: the role of environmental factors in susceptibility to and development of tuberculosis</i>. Epidemiol Rev 2001;23:288-301.</p> <p>36. Services à la famille et Logement Manitoba. <i>Revenu plafond pour l'aide au logement et loyer économique moyen</i>. URL: <a href="http://www.gov.mb.ca/fs/housing/hil.fr.html">http://www.gov.mb.ca/fs/housing/hil.fr.html</a> Consulté le 24 octobre 2005</p> <p>37. Spurr P, Melzer I, Engeland J. <i>Etudes spéciales sur les données du recensement de 1996 : conditions de logement des ménages autochtones</i>. Le point en recherche. Série Socio-économique, numéro 55-6 2001:55-6.</p> <p>38. Affaires indiennes et du Nord Canada. <i>Points saillants du rapport de la Commission royale sur les peuples autochtones : à l'aube d'un rapprochement</i>. URL: <a href="http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sgmm_f.html">http://www.ainc-inac.gc.ca/ch/rcap/sg/sgmm_f.html</a> Consulté le 3 octobre 2005</p> <p>39. Armstrong RP. <i>Geographical patterns of socio-economic well-being of First Nations communities</i>. Rural and Small Town Canada. Analysis Bulletin Vol. 1, No. 8 1999.</p> <p>40. Menzies D, Fanning A, Yuan L et coll. <i>Hospital ventilation and risk for tuberculosis infection in Canadian health care workers</i>. Ann Intern Med 2000;133:779-89.</p> <p>41. Beggs CB, Sleigh PA. <i>A quantitative method for evaluating the germicidal effect of upper room UV fields</i>. Aerosol Science 2002;33:1681-99.</p> <p>42. Green C, Scarpino P. <i>The use of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) in disinfection of airborne bacteria</i>. Environ Eng Policy 2002;3:101-7.</p> |
|---|--|



43. Dales R, Miller D, White J et al. *Influence of residential fungal contamination on peripheral blood lymphocyte populations in children*. Archives of Environmental Health 1998.
44. Yu CT, Wang CH, Huang TJ. *Relation of bronchoalveolar lavage T-lymphocyte subpopulations to rate of regression of active tuberculosis*. Thorax 1995;50:869-74.
45. Singh M, Mynak ML, Kumar L et al. *Prevalence and risk factors for transmission of infection among children in household contact with adults having pulmonary tuberculosis*. Archives of Disease in Childhood 2005;90:624-28.
46. Vidal R, Miravittles M, Cayla JA et al. *Increased risk of tuberculosis transmission in families with microepidemics*. Eur Respir J 1997;10:1327-31.
47. Fennelly KP, Martyny JW, Fulton KE et al. *Cough-generated aerosols of Mycobacterium tuberculosis: A new method to study infectiousness*. Am J Respir Crit Care Med 2004;169:604-9.
48. Loudon R, Spohn S. *Cough frequency and infectivity in patients with pulmonary tuberculosis*. Am Rev Respir Dis 1969;99:109-11.
49. Bonnefoy XR, Braubach S, Moissonnier M et al. *Housing and health in Europe: Preliminary results of a Pan-European study*. Am J Public Health 2003;93:1559-63.
50. Lawrence R. *Inequalities in urban areas: Innovative approaches to complex issues*. Scand J Public Health 2002;30:34-40.
51. Salazar-Vergara RM, Sia IG, Tupasi TE et al. *Tuberculosis infection and disease in children living in households of Filipino patients with tuberculosis: A preliminary report*. Int J Tuberc Lung Dis 2003;7:S494-500.
52. Claessens NJ, Gausi FF, Meijnen S et al. *High frequency of tuberculosis in households of index TB patients*. Int J Tuberc Lung Dis 2002;6:266-9.
43. Dales R, Miller D, White J et coll. *Influence of residential fungal contamination on peripheral blood lymphocyte populations in children*. Archives of Environmental Health, 1998.
44. Yu CT, Wang CH, Huang TJ. *Relation of bronchoalveolar lavage T-lymphocyte subpopulations to rate of regression of active tuberculosis*. Thorax 1995;50:869-74.
45. Singh M, Mynak ML, Kumar L et coll. *Prevalence and risk factors for transmission of infection among children in household contact with adults having pulmonary tuberculosis*. Archives of Disease in Childhood 2005;90:624-8.
46. Vidal R, Miravittles M, Cayla JA et coll. *Increased risk of tuberculosis transmission in families with microepidemics*. Eur Respir J 1997;10:1327-31.
47. Fennelly KP, Martyny JW, Fulton KE et coll. *Cough-generated aerosols of Mycobacterium tuberculosis: A new method to study infectiousness*. Am J Respir Crit Care Med 2004;169:604-9.
48. Loudon R, Spohn S. *Cough frequency and infectivity in patients with pulmonary tuberculosis*. Am Rev Respir Dis 1969;99:109-11.
49. Bonnefoy XR, Braubach S, Moissonnier M et coll. *Housing and health in Europe: Preliminary results of a Pan-European study*. Am J Public Health 2003;93:1559-63.
50. Lawrence R. *Inequalities in urban areas: Innovative approaches to complex issues*. Scand J Public Health 2002;30:34-40.
51. Salazar-Vergara RM, Sia IG, Tupasi TE et coll. *Tuberculosis infection and disease in children living in households of Filipino patients with tuberculosis: A preliminary report*. Int J Tuberc Lung Dis 2003; 7:S494-500.
52. Claessens NJ, Gausi FF, Meijnen S et coll. *High frequency of tuberculosis in households of index TB patients*. Int J Tuberc Lung Dis 2002;6:266-9.

The Canada Communicable Disease Report (CCDR) presents current information on infectious and other diseases for surveillance purposes and is available through subscription. Many of the articles contain preliminary information and further conformation may be obtained from the sources quoted. The Public Health Agency of Canada does not assume responsibility for accuracy or authenticity. Contributions are welcome (in the official language of your choice) from anyone working in the health field and will not preclude publication elsewhere. Copies of the report or supplements to the CCDR can be purchased through the Member Service Center of the Canadian Medical Association.

Submissions to the CCDR should be sent to the  
Editor-in-Chief  
Public Health Agency of Canada  
Scientific Publication and Multimedia Services  
120 Colonnade Rd., A.L. 6702A  
Ottawa, Ontario K1A 0K9

(On-line) ISSN 1481-8531  
©Minister of Health 2007

Pour recevoir le Relevé des maladies transmissibles au Canada (RMTC), qui présente des données pertinentes sur les maladies infectieuses et les autres maladies dans le but de faciliter leur surveillance, il suffit de s'y abonner. Un grand nombre des articles qui y sont publiés ne contiennent que des données sommaires, mais des renseignements complémentaires peuvent être obtenus auprès des sources mentionnées. L'Agence de la santé publique du Canada ne peut être tenu responsable de l'exactitude, ni de l'authenticité des articles. Toute personne travaillant dans le domaine de la santé est invitée à collaborer (dans la langue officielle de son choix); la publication d'un article dans le RMTC n'en empêche pas la publication ailleurs. Pour acheter des copies du RMTC ou des supplément au rapport, veuillez communiquer avec le Centre des services aux membres de l'Association médicale canadienne.

Pour soumettre un article, veuillez vous adresser à  
Rédactrice en chef  
Agence de la santé publique du Canada  
Section des publications scientifiques et services  
Multimédias, 120, chemin Colonnade, I.A. 6702A  
Ottawa (Ontario) K1A 0K9

(En direct) ISSN 1481-8531  
©Ministre de la Santé 2007