

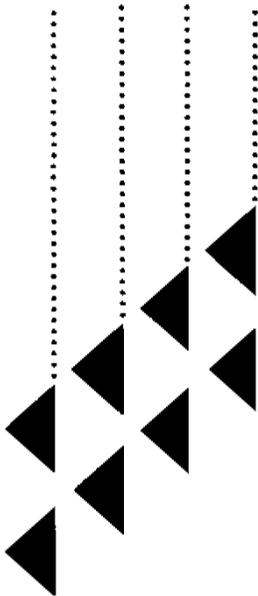


Santé
Canada

Health
Canada

Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences

Rapport du Comité consultatif
fédéral-provincial de l'hygiène
du milieu et du travail



Canada

Directives d'exposition concernant la qualité de l'air des résidences

Rapport du Comité consultatif
fédéral-provincial de l'hygiène
du milieu et du travail

Direction de l'hygiène du milieu
Direction générale de la protection de la santé

Also available in English under the title
"Exposure Guidelines for Residential Indoor Air Quality"

Avril 1987
(Révisé en juillet 1989)

Des exemplaires du présent rapport peuvent être obtenus
auprès de :
Santé Canada
Publications – Communications
Ottawa (Ontario)
K1A 0K9

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada
Cat. H46-2/90-156F
ISBN 0-662-96146-3

DHM-RT-156

Notre mission est d'aider les Canadiens et les Canadiennes
à maintenir et à améliorer leur état de santé.

Santé Canada

Table des matières

	Page		Page
1.0 Introduction	1	Partie B. Substances assujetties à des directives d'exposition — effets carcinogènes	14
1.1 Données de base	1	4.B.1 Formaldéhyde	14
1.2. Sources de contaminants dans l'air intérieur	1	4.B.2 Radon	15
1.2.1 Sources extérieures	1	Partie C. Substances faisant l'objet de recommandations pour la limitation de l'exposition	15
1.2.2 Sources intérieures	1	4.C.1 Agents biologiques	16
(a) Processus de combustion	1	4.C.2 Produits de consommation	16
(b) Matériaux de construction et meubles	1	4.C.2.1 Hydrocarbures chlorés	16
(c) Activités humaines	2	4.C.2.2 Produits antiparasitaires	16
2.0 But et portée	3	4.C.2.3 Aérosols	17
2.1 Objectifs	3	4.C.3 Matières fibreuses	17
2.2 Définitions de la qualité de l'air intérieur	3	4.C.4 Le plomb	18
2.3 «Indicateurs» généraux de la qualité de l'air intérieur	4	4.C.5 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	18
2.3.1 Dioxyde de carbone	4	4.C.6 La fumée de tabac	19
2.3.2 Vapeur d'eau	5	Glossaire	20
3.0 Élaboration de directives et de recommandations	6	Annexe A: Résumé des directives d'exposition	22
3.1 Base de données pour l'élaboration de directives en matière d'exposition	6	Annexe B: Résumé des recommandations en matière de contrôle des expositions	23
3.1.1 Études épidémiologiques	6	Annexe C: Membres du Groupe de travail fédéral-provincial de la qualité de l'air intérieur	24
(a) Estimation des expositions	6	Annexe D: Membres du Sous-comité fédéral-provincial de la surveillance radiologique	25
(b) Rôle des variables facteurs de confusion	6		
(c) Mesure des résultats	6		
3.1.2 Études cliniques	7		
3.1.3 Études animales	7		
3.2 Méthode utilisée pour l'élaboration des directives en matière d'exposition	7		
3.2.1 Contaminants non carcinogènes	7		
3.2.2 Substances carcinogènes	8		
3.3 Méthodes de surveillance	8		
4.0 Directives et recommandations	10		
Partie A. Substances assujetties à des directives d'exposition – effets non carcinogènes	10		
4.A.1 Aldéhydes	10		
4.A.2 Dioxyde de carbone	10		
4.A.3 Monoxyde de carbone	11		
4.A.4 Dioxyde d'azote	11		
4.A.5 Ozone (oxydants)	12		
4.A.6 Matières particulaires	12		
4.A.7 Dioxyde de soufre	13		
4.A.8 Vapeur d'eau	13		

Remerciements

Les membres du Groupe de travail de la qualité de l'air intérieur et du Sous-comité de la surveillance radiologique désirent remercier les organisations, les organismes gouvernementaux et les personnes suivantes pour leur précieux concours lors de l'élaboration de ces directives.

Nous remercions les membres suivants du personnel de la Direction de l'hygiène du milieu, du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social qui étaient responsables, à titre de membres du secrétariat technique du groupe de travail, de l'établissement des critères scientifiques à la base des directives et des recommandations, particulièrement: M^{me} T. Arbuckle, M. A. Atkinson, D^r J.A. Buccini, M. N. Collishaw, D^r R.S. Eaton, M. G. Garneys, D^r J.W.S. Jamieson, M^{me} M.E. Meek, M. R.G. McGregor, M^{me} J. Sitwell, D^r R. Tobin et M^{me} G. Wood. Les personnes suivantes ont évalué certaines données toxicologiques et épidémiologiques: D^r A. Gilman, M. J. Harrison, M. K. Mancuso, D^r R. Morris, M. R. Paolini, M. M. Raizenne, D^r J. Ruddick et D^r G.S. Wiberg.*

Une partie des travaux de recherche documentaire de l'évaluation et de la rédaction des ébauches préliminaires de la documentation à l'appui a été faite à contrat par les firmes d'experts-conseils suivantes: *B.C. Research, Concord Scientific Corporation* et *T.D.S. Limited*; ces directives et la documentation à l'appui ont été annotées pour l'impression par le D^r J.M. Park de *Michael Holliday and Associates*.

De nombreux organismes fédéraux et provinciaux ont fourni des informations précieuses, notamment des données et de la documentation inédites, ainsi que des critiques constructives et des suggestions utiles. Le représentants de certains de ces organismes ont participé aux réunions du groupe de travail. Nous tenons particulièrement à souligner l'aide et les conseils fournis par M. P. Russell (Société canadienne d'hypothèques et de logement), D^r M. Brownstein (ministère de la Consommation et des Corporations), D^r D. Walkinshaw (Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada) et M. C.E. Duncan (ministère de l'Environnement de l'Ontario).

*Décédé

Avant-propos

On reconnaît maintenant que le milieu intérieur, en dehors des industries, peut contribuer de façon significative à l'exposition des personnes aux polluants atmosphériques. C'est particulièrement le cas dans les pays comme le Canada où les longs hivers froids et les étés chauds poussent les gens à passer de longues périodes dans des édifices à air climatisé. Également, au cours des dernières années, l'accent a été mis sur la réduction de la consommation d'énergie, particulièrement du pétrole, dans les édifices, en réduisant le taux de renouvellement de l'air, en installant de l'isolant additionnel et en utilisant des énergies de remplacement. Toutes ces mesures augmentent vraisemblablement la concentration de certains contaminants à l'intérieur des maisons au-dessus des teneurs de l'air extérieur et ont donc attiré l'attention des autorités en matière de santé publique, de normes du bâtiment et de la construction domiciliaire, et celle du public en général. En avril 1979, l'Organisation mondiale de la Santé a organisé une réunion d'experts pour traiter des aspects de la qualité de l'air intérieur qui influent sur la santé. Ce groupe a recommandé que les autorités en matière de santé établissent des directives pour les concentrations intérieures des contaminants de l'air afin de protéger la santé des occupants des maisons.

En juin 1980, le sous-ministre de la Santé de l'Ontario a demandé qu'une étude fédérale-provinciale soit entreprise afin d'établir des normes sur la qualité de l'air dans les nouvelles maisons. On a proposé de mettre sur pied un groupe de travail sur la qualité de l'air intérieur au cours de la réunion d'octobre 1980 du Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, proposition qui a été acceptée par les sous-ministres de la Santé.

Le Comité consultatif a demandé au Groupe de travail fédéral-provincial de la qualité de l'air intérieur d'étudier «une définition de la qualité acceptable de l'air», la nécessité d'établir «des objectifs et des concentrations maximales acceptables pour des substances données» et des «prescriptions régissant les débits d'aération ou des critères de recirculation d'air». La portée du travail devait se limiter aux «résidences privées» et des recommandations devaient être élaborées afin de protéger le public en supposant une exposition de 24 heures par jour (c'est-à-dire continue).

Le Groupe de travail s'est réuni pour la première fois en septembre 1981. Au cours des quatre années qui suivirent, de la documentation scientifique portant sur 17 substances, ou groupes de substances, a été recueillie pour servir de base aux directives et recommandations qu'on trouve dans le présent document. Le Groupe de travail n'a pas fait de recommandation pour le radon. Étant donné les connaissances spécialisées requises pour étudier les substances radioactives, le Comité consultatif a confié l'examen du radon au Sous-comité fédéral-provincial de la surveillance radiologique. La section 4 du présent rapport contient également une directive sur le radon, pour un total de 18 substances.

On espère que ces directives constitueront un point de référence à partir duquel on pourra évaluer la qualité de l'air résidentiel et la pertinence de mesures correctives.

1.0 Introduction

1.1 Données de base

Des critères pour une qualité d'air acceptable en milieu de travail et à l'extérieur existent depuis bien des années. Ce n'est cependant que tout récemment qu'un large public s'est intéressé aux dangers que pouvaient présenter les contaminants en suspension dans l'air intérieur. Cette prise de conscience a été amenée par plusieurs facteurs:

- une tendance à mieux construire étant donné l'accent mis sur la conservation de l'énergie;
- la présence d'une gamme de plus en plus complexe de produits chimiques utilisés dans les matériaux de construction et d'isolation, les meubles, les produits de consommation, les produits de loisirs et les matériaux pour le bricolage;
- l'utilisation de systèmes de chauffage de remplacement qui peuvent émettre des sous-produits de combustion lorsqu'ils ne sont pas bien installés ou conçus;
- la reconnaissance du fait qu'une exposition prolongée même à de très faibles concentrations de contaminants chimiques peut avoir des effets nocifs différés;
- le fait qu'en moyenne, les gens passent la plus grande partie de leur temps à l'intérieur.

1.2 Sources de contaminants dans l'air intérieur

La qualité de l'air intérieur dépend à la fois de celle de l'air extérieur et des caractéristiques des émissions de sources intérieures.

1.2.1 Sources extérieures

Dans presque tous les espaces habités fermés, il y a un échange continu d'air avec l'extérieur. Tous les contaminants présents dans l'air extérieur se retrouvent donc vraisemblablement dans l'air intérieur. Les principaux polluants de cette catégorie comprennent: le monoxyde de carbone, les oxydes d'azote, les oxydes de soufre, les matières particulaires, l'ozone (et d'autres oxydants photochimiques) et le plomb.

Ces polluants proviennent en grande partie des émissions des automobiles et des industries et d'autres processus de combustion. Lorsqu'il n'y a pas de source intérieure de ces contaminants, les teneurs intérieures sont généralement inférieures aux teneurs extérieures, ou s'en approchent tout au plus.

Le radon-222, polluant naturel, est un gaz radioactif qui se désintègre en espèces radioactives non gazeuses qui peuvent être absorbées par les matières particulaires en suspension et ainsi se déposer dans les poumons. Le sol sous-jacent, l'eau de puits, et le

gaz naturel peuvent être d'importantes sources de radon dans les bâtiments.

1.2.2 Sources intérieures

Les polluants en suspension dans l'air produits à l'intérieur appartiennent à une des trois catégories suivantes:

- ceux qui sont formés par des processus de combustion (chauffage et cuisson);
- ceux qui proviennent des matériaux de construction et des meubles;
- ceux qui sont liés à l'activité ou à la présence des hommes.

Les teneurs en contaminants de la première et de la dernière catégories ont tendance à varier avec le temps, alors que celles de la deuxième sont vraisemblablement plus constantes, à condition que le taux de renouvellement de l'air demeure constant.

(a) *Processus de combustion.* Les chaudières et autres appareils à combustion peuvent constituer des sources de polluants intérieurs, notamment de monoxyde de carbone, principalement lorsqu'ils sont mal ventilés ou qu'ils ne sont pas entretenus régulièrement. Étant donné que la combustion dans les poêles à bois est beaucoup moins complète que dans des chaudières à l'huile et au gaz, les émissions de polluants y sont plus importantes. Bien que les sous-produits doivent être expulsés à l'extérieur, des fuites et un fonctionnement inadéquat de ces appareils peuvent produire des émissions à l'intérieur. Les contaminants produits par les poêles à bois et les foyers comprennent, entre autres, le monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et de soufre, des aldéhydes et des hydrocarbures aromatiques cycliques.

Les cuisinières à gaz sont une source importante possible de sous-produits de combustion. Les émissions du four et de la veilleuse ne sont pas toujours rejetées à l'extérieur et peuvent accroître les teneurs intérieures en monoxyde de carbone, en oxydes d'azote et en formaldéhyde.

Les radiateurs au kérosène sont de plus en plus utilisés pour le chauffage ambiant. Étant donné que ces systèmes de chauffage sont rarement raccordés à une cheminée, il y a de nouveau un risque de teneur élevée en contaminants. L'utilisation inadéquate de kérosène à teneur élevée en soufre et d'appareils mal conçus pourrait entraîner une émission d'oxydes de soufre, ainsi que de certains des sous-produits de combustion susmentionnés.

(b) *Matériaux de construction et meubles.* Les polymères synthétiques utilisés dans les meubles et les matériaux décoratifs peuvent se détériorer lentement, libérant de petites quantités des constituants originaux ou de sous-produits de réaction. Les rideaux, les tapis et les tissus, faits en majorité de fibres artificielles, sont des sources d'une grande variété de contaminants organiques et potentiellement microbiologiques.

Du formaldéhyde est libéré des contreplaqués et des panneaux de particules dans lesquels on a utilisé des résines contenant du formaldéhyde. L'isolant de mousse d'urée formaldéhyde est une importante source de formaldéhyde et probablement d'autres produits gazeux.

Des matières fibreuses comme l'amiante et la fibre de verre se trouvent dans certains matériaux de construction, et peuvent être libérées à l'intérieur, surtout lorsque ces produits sont perturbés au cours de modifications ou de rénovations d'édifices.

(c) *Activités humaines.* Il existe une très grande variété de contaminants produits par les activités humaines.

La fumée de tabac constitue une importante source de pollution de l'air intérieur. Les fumeurs ne sont pas les seuls exposés à la *fumée*, les autres personnes présentes dans la pièce sont involontairement exposées à des quantités considérables de particules respirables, de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote, ainsi qu'à de nombreux contaminants organiques nocifs. Plus de 50 composants de la fumée de tabac sont reconnus comme ayant des effets néfastes pour la santé, dont 12 sont des agents carcinogènes reconnus ou présumés.

Le métabolisme humain influe lui-même sur la qualité de l'air en réduisant la concentration d'oxygène et en augmentant la teneur

en dioxyde de carbone. La respiration, la transpiration et la préparation des aliments ajoutent de la vapeur d'eau et des substances odorantes à l'atmosphère intérieure. Il peut y avoir une grande variété d'agents biologiques dans une maison, par exemple, les micro-organismes des occupants, des animaux domestiques et des insectes; des proliférations microbiennes sur les surfaces humides ou dans de l'eau stagnante. Des pollens, des spores, des débris de cellules et des insectes sont présents dans la poussière provenant à la fois de l'intérieur et de l'extérieur.

Les assainisseurs d'air, les cires pour les meubles, les polirs, les nettoyeurs, les peintures, les pesticides, les protecteurs pour tissus, les désodorisants et autres produits fréquemment utilisés dans une maison sont des sources de divers produits chimiques inorganiques et organiques. De nombreuses substances que l'on trouve en milieu de travail peuvent également se trouver dans une maison lorsqu'on s'adonne à un hobby ou que l'on fait du bricolage. De plus, les travailleurs exposés à des produits chimiques dans leur milieu de travail apportent ces contaminants à la maison, dans leurs vêtements. Dans certains cas, cela peut constituer une source particulièrement importante de matières particulières potentiellement nocives dans l'air intérieur.

2.0 But et portée

2.1 Objectifs

En général, une personne peut être à la maison jusqu'à 70 p. 100 du temps, et dans le cas de certaines personnes (les jeunes enfants, les vieillards et les infirmes), ce pourcentage peut être encore plus élevé. Le groupe de travail a jugé prudent, lors de l'élaboration de recommandations pour l'intérieur, de présumer que certains segments de la population vivent continuellement à l'intérieur. De plus, certaines personnes peuvent être sujettes à un risque spécial dû à la pollution de l'air intérieur. Il s'agit de personnes dont les processus physiologiques sont soit en voie de développement, soit en voie de détérioration, ou encore celles que des changements pathologiques ou physiologiques empêchent de résister aux effets nocifs de l'exposition à un polluant. Le premier objectif est donc:

d'élaborer des directives pour des concentrations de contaminants connus de l'air intérieur des maisons en tenant compte de facteurs comme la sensibilité de certains groupes à un risque spécial, ainsi que des sources et des mécanismes d'action des contaminants.

Ces directives n'assurent probablement pas une protection complète pour la partie hypersensible de la population qui nécessite des mesures extraordinaires.

La nécessité de définir des taux d'aération des pièces d'une maison conformes aux directives sur la qualité de l'air a également été envisagée, mais elle a été considérée comme hors du domaine de compétence du groupe de travail. De plus, prescrire des exigences en matière de ventilation ne constitue qu'une des nombreuses stratégies qui pourrait être adoptée pour la lutte contre les contaminants en suspension dans l'air des maisons. On peut également élaborer des normes pour la conception des maisons et les matériaux de construction, ainsi que celle des biens de consommation. Dans bien des cas, des mesures ayant pour but de minimiser l'exposition aux contaminants chimiques peuvent être prises par les occupants de la maison. L'éducation du public est une stratégie importante pour atteindre une qualité acceptable de l'air intérieur; le groupe de travail a donc défini son deuxième objectif comme suit:

élaborer, lorsque c'est possible, d'autres directives ou recommandations pour des mesures visant à préserver ou à améliorer la qualité de l'air dans les maisons.

2.2 Définitions de la qualité de l'air intérieur

Le principe directeur est le suivant: l'air à l'intérieur des maisons privées doit être suffisamment exempt de contaminants biologiques, physiques et chimiques pour assurer qu'il n'y a aucun danger, même négligeable, pour la santé et la sécurité des occupants.

Après examen des données disponibles, 17 substances ou groupes de substances, et une substance radioactive, ont été choisies en vue d'une étude approfondie en raison de leurs effets néfastes possibles à la santé et de leur présence possible à l'intérieur des maisons. Des directives exprimées en fonction de leur plage de concentrations ont donc été élaborées pour neuf d'entre elles. Dans le cas des autres substances, de telles directives n'ont pas été élaborées soit parce que les données de base étaient insuffisantes, soit parce que les limites d'exposition pour les humains étaient considérées comme inadéquates; cependant, toutes les fois que la chose est possible, le présent document fait des recommandations sur les mesures qui peuvent être prises pour diminuer l'exposition aux contaminants à l'intérieur des maisons.

Ces directives valent pour deux catégories de contaminants:

- ceux pour lesquels des recommandations ont été faites quant aux concentrations acceptables;
- ceux pour lesquels des recommandations précisent des mesures pratiques à prendre pour réduire l'exposition.

La Partie A de la Section 4 de ce document traite des contaminants pour lesquels des limites d'exposition ont pu être élaborées en fonction de considérations sanitaires (voir section 3.2.1). Ces limites ont été précisées pour les substances suivantes:

- aldéhydes (totaux);
- dioxyde de carbone;
- monoxyde de carbone;
- dioxyde d'azote;
- ozone;
- matières particulaires;
- dioxyde de soufre;
- vapeur d'eau.

Les effets néfastes possibles des expositions à long terme ainsi que d'expositions à court terme mais à des teneurs élevées ont tous été envisagés. Deux genres de limites d'exposition sont présentées:

La plage d'exposition acceptable à long terme (ALTER) est définie comme la plage de concentrations à laquelle, d'après la documentation existante, une personne peut être exposée continuellement tout au long de sa vie sans risque pour sa santé.

La plage d'exposition acceptable à court terme (ASTER) est définie comme la plage de concentrations à laquelle, selon la documentation existante, une personne peut être exposée pendant un temps donné sans risque pour sa santé.

Un point important à prendre en compte lors du calcul de la plage d'exposition acceptable est la possibilité d'effets interactifs étant donné qu'un grand nombre de contaminants sont probablement présents en même temps dans le milieu ambiant. Toutes les fois que c'était possible, on a tenu compte des effets synergiques et additifs. Cependant, dans la plupart des cas, les données étaient insuffisantes ou inadéquates pour résoudre complètement cette question.

La partie B de la Section 4 contient des recommandations pour les expositions à long terme au formaldéhyde et au radon, basées sur l'hypothèse les considérant comme des agents carcinogènes potentiels pour l'homme. Dans le cas du formaldéhyde, les directives n'ont pas été formulées à partir de considérations sanitaires; on a plutôt établi des normes aussi basses que possible en tenant compte des coûts et de la possibilité technique de s'y conformer, ainsi que des risques sanitaires associés. Le risque imputable à l'exposition au radon dans les maisons fait toujours l'objet de recherches. Dans le présent rapport, on a adopté une position prudente et établi une directive pour le radon qui recommande une intervention à un niveau au dessus duquel le risque pour la santé est considéré comme important. Cette recommandation précise également que, comme tout niveau d'exposition au radon constitue un risque, les propriétaires pourraient souhaiter réduire l'exposition dans toute la mesure du possible (voir section 3.2.2).

La Partie C de la Section 4 du présent document porte sur les contaminants pour lesquels on a considéré qu'il était inadéquat ou impossible de formuler des plages d'exposition acceptables. Ces substances sont:

- les agents biologiques;
- les hydrocarbures chlorés;
- les matières fibreuses;
- le plomb;
- les pesticides;
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques;
- les aérosols;
- la fumée de tabac.

Des recommandations ont été faites pour réduire ou éliminer l'exposition à ces substances dans les maisons.

La documentation disponible a été étudiée d'une façon très critique au cours de l'élaboration des recommandations faites pour ces 18 substances ou groupes de substances. Les critères et la justification sur lesquels sont basées les présentes directives sont présentés brièvement dans ce document. On peut obtenir une description plus détaillée des critères scientifiques et de la documentation auprès de la Direction de l'hygiène du milieu, Santé et Bien-être social Canada.

Il est certain que ces listes ne représentent pas la gamme complète des composés trouvés à l'intérieur des maisons. Des directives plus précises sur l'exposition à des contaminants ou groupes de contaminants additionnels seront élaborées, et les

directives actuelles seront revues, au fur et à mesure que des nouvelles données seront disponibles.

2.3 «Indicateurs» généraux de la qualité de l'air intérieur

2.3.1 Dioxyde de carbone

De plus en plus, les plaintes faites par les occupants de certains gros édifices sont liées à une piètre qualité de l'air intérieur. La fréquence de certaines de ces plaintes (maux de tête, fatigue, odeurs déplaisantes, manque d'air et chaleur excessive) a été associée à des teneurs élevées en dioxyde de carbone. On a donc songé à établir une plage de concentrations de dioxyde de carbone correspondant à une qualité d'air acceptable du point de vue du confort et de l'esthétique.

Le dioxyde de carbone est produit par la respiration humaine et sa concentration ne peut être réduite de façon significative que par ventilation. La concentration de dioxyde de carbone dans l'air intérieur dépend donc du débit de ventilation. Le degré de ventilation nécessaire pour maintenir une faible teneur en dioxyde de carbone à l'intérieur des édifices permet également de réduire les concentrations d'autres polluants intérieurs et d'améliorer la qualité générale de l'air à l'intérieur. Le dioxyde de carbone est un indicateur utile de la qualité générale de l'air seulement dans les édifices où il y a d'importantes sources de dioxyde de carbone produit par métabolisme ou par combustion. Ailleurs, comme dans les grandes maisons où il n'y a qu'un ou deux occupants et où il n'y a aucun appareil de combustion non lié à une cheminée, les teneurs en dioxyde de carbone sont faibles, quel que soit le débit de ventilation.

On a tendance, depuis quelques années, à réduire la ventilation à l'intérieur des maisons afin de diminuer la consommation d'énergie par le chauffage et la climatisation de l'air, ce qui entraîne une augmentation des teneurs en dioxyde de carbone à l'intérieur des maisons et une dégradation générale de la qualité de l'air intérieur.

Dans plusieurs études, les facteurs de confort ont été corrélés aux concentrations de dioxyde de carbone. Ensemble, ces études indiquent que des concentrations de dioxyde de carbone supérieures à 1800 mg/m³ (1000 ppm) prouvent que l'approvisionnement en air frais est inadéquat, bien que des plaintes aient été formulées à des concentrations aussi faibles que 1100 mg/m³ (600 ppm). Cependant, sur la base d'une étude des effets physiologiques directs d'une exposition au dioxyde de carbone, par opposition aux symptômes subjectifs, on recommande une concentration d'exposition maximale plus élevée (voir section 4.A.2).

Il faut cependant remarquer que ces études ont été faites dans des immeubles équipés de systèmes de ventilation mécanique et dont le taux d'occupation est bien différent de celui des maisons privées. De plus, les effets observés ne sont probablement pas attribuables à la présence de concentrations élevées de dioxyde de carbone, mais plutôt à des concentrations indésirables d'autres substances qui proviennent d'une ventilation inadéquate et pour lesquelles le dioxyde de carbone constitue un paramètre indicateur

approprié. **Il faut donc être très prudent lorsque l'on interprète les concentrations de dioxyde de carbone comme indicateur général de la qualité de l'air dans les domiciles.**

2.3.2 Vapeur d'eau

On a aussi considéré l'humidité relative comme un indicateur de la qualité de l'air intérieur. On a conçu des échangeurs de chaleur air-air, à mise en marche et arrêt automatiques à des valeurs définies d'humidité relative, pour faire pénétrer de l'air de l'extérieur. Il est fort possible que le contrôle par des échangeurs de chaleur de cette nature des polluants de l'air intérieur autres qu'un excès de vapeur d'eau soit inadéquat pour les raisons suivantes:

- dans une grande maison comptant peu d'occupants, la teneur en humidité relative peut ne pas s'élever suffisamment pour enclencher le système de renouvellement de l'air, bien que d'autres polluants puissent être présents à des teneurs inacceptables;
- les changements dans le taux d'occupation au cours d'une même journée influent sur le débit de production de vapeur d'eau, alors que d'autres polluants peuvent être émis continuellement;
- la variation de l'humidité relative intérieure selon la région et la saison nécessitent des réglages différents pour chaque endroit et chaque saison.

L'humidité relative ne constitue donc pas un indicateur général approprié de la qualité de l'air intérieur dans les résidences.

3.0 Élaboration de directives et de recommandations

3.1 Base de données pour l'élaboration de directives en matière d'exposition

Étant donné que la recherche sur les effets sur la santé de la qualité de l'air à l'intérieur des maisons n'en est qu'à ses débuts, il y a un manque d'informations fiables sur les effets sur la santé causés par une exposition à de faibles teneurs et à des mélanges de contaminants que l'on peut trouver dans les maisons. Le groupe de travail s'en est remis dans la plupart des cas aux résultats d'expériences en laboratoire sur des animaux, d'études cliniques sur des volontaires et des enquêtes épidémiologiques sur la pollution de l'air en milieu urbain et en milieu de travail. Les résultats d'études épidémiologiques et cliniques sont les plus appropriés pour établir des teneurs acceptables d'exposition des humains aux polluants atmosphériques. Néanmoins, l'application de chacun de ces types d'études nécessite un certain nombre d'hypothèses et donc d'incertitudes dans les rapports dose-réponse qui en dérivent.

3.1.1 Études épidémiologiques

La plupart des études épidémiologiques pertinentes des populations ont été faites par observation et non par expérimentation, c'est-à-dire que la répartition des personnes dans les groupes d'études établis en fonction de l'exposition échappent au contrôle du chercheur. Ces études d'observation peuvent de plus être considérées comme des études descriptives, (transversales) ou analytiques, c'est-à-dire en cohorte ou de cas. Dans les études par cohorte, l'exposition et les résultats sont vérifiés avec le temps; ainsi, la qualité des démonstrations faites d'après des études longitudinales est généralement considérée comme supérieure à celle des études transversales, dans lesquelles les populations sont vérifiées à un certain moment donné dans le temps. Les résultats de toutes les études d'observation doivent cependant tous être évalués par rapport aux caractéristiques qui suivent.

(a) *Estimation des expositions.* Dans la plupart des études par observation faites jusqu'à présent, les données sur la pollution sont généralement obtenues à partir d'une ou plusieurs stations de vérification extérieure. Cependant, l'exposition peut varier grandement chez des personnes qui vivent dans un même quartier en raison de conditions climatiques locales et de caractéristiques spéciales du milieu intérieur. Par exemple, dans le cas des polluants qui sont produits principalement à l'extérieur (oxydants, dioxyde de soufre), les concentrations intérieures seront moindres que les concentrations extérieures; cependant, les teneurs intérieures (dues à des sources intérieures) peuvent présenter des pics temporaires supérieurs avec des effets connexes sur la santé. L'exposition à certains polluants (dioxyde d'azote, monoxyde de carbone) n'est pas bien représentée dans les mesures de l'air

ambiant lorsqu'il existe d'importantes sources intérieures de ces polluants. Ce n'est qu'au cours d'études très récentes que des chercheurs ont essayé d'évaluer l'exposition en tenant compte de ces facteurs.

(b) *Rôle des variables facteurs de confusion.* Dans les études par observation de populations exposées aux polluants de l'air, de nombreuses variables facteur de confusion comme la condition socio-économique, l'usage du tabac, l'exposition en milieu de travail, les facteurs météorologiques, dont un grand nombre ont un plus grand effet que la pollution de l'air, doivent être pris en considération.

(c) *Mesure des résultats.* Il y a une grande variation dans la méthode de mesure de nombreux indicateurs de l'état sanitaire dans les études faites jusqu'à présent, notamment la fonction pulmonaire, les admissions à l'hôpital et la fréquence des symptômes. Dans bien des études, les résultats sont obtenus par questionnaires, et les réponses peuvent être biaisées par la façon dont ces questions sont posées et les conditions dans lesquelles elles sont posées.

Même lorsque l'étude est bien conçue, l'interprétation des résultats est compliquée. Par exemple, il est souvent difficile d'attribuer les effets observés chez les populations exposées à la pollution de l'air à un seul contaminant. Il est possible que les contaminants étudiés servent d'indicateurs ou de substituts pour un autre contaminant ou groupe de contaminants. Par ailleurs, étant donné que les expositions ne sont pas sujettes au contrôle du chercheur, il est difficile de déterminer si la concentration moyenne ou de point, la variabilité ou quelque autre aspect de la pollution de l'air est le facteur le plus déterminant des effets sur la santé.

En résumé, les études épidémiologiques considérées comme les plus pertinentes pour l'élaboration de directives comportent les caractéristiques suivantes:

- étude longitudinale;
- contrôle adéquat des facteurs de confusion appropriés;
- un certain effort pour prendre en considération les variations individuelles au cours de l'exposition (p. ex., la superficie de la maison, l'utilisation de cuisinières à gaz).

Les études épidémiologiques des effets chez la population en général sont considérées comme étant les plus appropriées. Des études de personnes exposées aux polluants en suspension dans l'air peuvent ne pas refléter les problèmes que connaît la population en général étant donné qu'elles ne tiennent pas compte des jeunes, des personnes âgées et des groupes à risque élevé. De plus, les périodes d'exposition et les mélanges de polluants y sont différents de ceux trouvés dans les maisons.

3.1.2 Études cliniques

Bien que ce ne soit pas toujours le cas, les études cliniques sont généralement faites en milieu contrôlé dans des laboratoires. Ces études fournissent probablement les données les plus fiables pour établir des rapports exposition-réponse à la base des normes sur la qualité de l'air. Cependant, les études cliniques se limitent pour des raisons éthiques à l'examen d'effets bénins temporaires d'exposition à court terme chez un nombre limité de sujets. Ces études sont donc plus appropriées pour l'élaboration des limites d'exposition à court terme.

Une bonne étude clinique doit contrôler les variables étrangères et les erreurs expérimentales. La plupart des études cliniques utilisent donc un groupe témoin afin de répondre à cette nécessité. La comparaison avec ce groupe donne donc une bonne indication des effets que les conditions expérimentales exercent sur les personnes exposées. L'introduction d'un tel groupe est très importante si l'on souhaite déterminer l'effet de l'intervention expérimentale.

Afin de réduire davantage les erreurs expérimentales au cours des études cliniques, la répartition des sujets dans les groupes expérimentaux et témoins doit se faire au hasard, c'est-à-dire que tous les sujets doivent avoir une chance égale d'être assignés à un groupe ou à l'autre. Ainsi, l'étude aura une bonne chance d'obtenir des groupes comparables et ainsi les caractéristiques mesurées et inconnues des sujets au moment de la répartition des groupes seront, en moyenne, distribuées de façon uniforme entre les deux groupes. Par ailleurs, étant donné que la plupart des méthodes statistiques sont basées sur des répartitions normales, la répartition au hasard est nécessaire afin de répondre aux hypothèses de la méthode de statistique.

Afin de réduire les erreurs expérimentales au minimum, certaines études utilisent des méthodes selon lesquelles les sujets, et quelquefois même les chercheurs, ne sont pas au courant des interventions assignées à un sujet. L'avantage de ces méthodes aveugles réside dans le fait que la possibilité que les sujets ou les chercheurs favorisent certains résultats basés sur l'état du groupe est réduite.

Ce n'est qu'en utilisant ces méthodes «aveugles» qu'un chercheur peut être raisonnablement assuré d'éviter, autant que possible, les variables étrangères et les erreurs expérimentales. Cependant, il est quelquefois impossible d'utiliser ce genre de méthode pour des raisons pratiques. Si par exemple des chercheurs font des essais sur les effets toxiques de l'ozone et que des sujets et des chercheurs peuvent déceler le genre de traitement par la senteur de l'ozone, il est alors impossible de chercher à faire une étude aveugle. De nombreuses études cliniques des polluants en suspension dans l'air sont limitées de cette façon.

3.1.3 Études animales

Bien que de nombreuses études aient porté sur l'effet des polluants atmosphériques sur les espèces animales, les concentrations d'exposition étaient en général beaucoup plus importantes que celles de l'air ambiant. De plus, l'extrapolation des résultats est compliquée par les différences anatomiques distinctes qui existent entre les voies respiratoires des animaux et celles de

l'homme. Par ailleurs, les études se limitent souvent à des concentrations exceptionnellement élevées d'au plus deux polluants plutôt qu'à de faibles concentrations de mélanges de substances que l'on trouve généralement dans les maisons. Cependant, les résultats de ces études sont utiles dans l'identification des organes et des systèmes cibles, dans la clarification des mécanismes de toxicité et dans l'évaluation de la carcinogénéicité.

La fiabilité des essais biologiques de carcinogénèse faits sur des espèces animales sont évalués en fonction de plusieurs caractéristiques de la méthode utilisée et des résultats de l'étude, notamment l'échelle de l'expérience (c.-à-d. le nombre d'animaux exposés et d'animaux témoins); l'influence de facteurs environnementaux (p. ex., le régime alimentaire); le cheminement de l'agent et la méthode d'exposition; les doses administrées; l'espèce, la souche et le sexe des animaux; le type, l'endroit, la fréquence et la durée du développement des tumeurs ainsi que la nature du rapport exposition-réponse. Des informations sur la cinétique, le métabolisme et le mécanisme d'action, ainsi que le résultat d'études épidémiologiques chez l'homme, sont également prises en considération lors de l'évaluation de la pertinence des essais biologiques de carcinogénèse chez l'homme.

3.2 Méthode utilisée pour l'élaboration des directives en matière d'exposition

Il est essentiel d'établir une relation quantitative entre un polluant donné et ses effets afin d'élaborer des directives précises et justifiées en matière d'exposition. Les termes «exposition-réponse» et «exposition-effet» dénotent justement ce rapport quantitatif. Ces rapports quantitatifs sont difficiles à établir avec précision chez les humains en raison de considérations d'éthique. Néanmoins, les études cliniques et épidémiologiques combinées aux études animales en laboratoire peuvent fournir une quantité substantielle de données quantitatives sur les effets d'une exposition à un polluant donné.

3.2.1 Contaminants non carcinogènes

Les organismes de réglementation ont toujours cherché à établir un degré d'exposition sous lequel il n'y a aucun effet néfaste apparent. Cette valeur appelée «teneur seuil» ressemble beaucoup à la teneur inférieure à laquelle les effets minimaux ou réversibles peuvent être observés, soit «la teneur minimale des effets néfastes observables» (TMENO). Un facteur de sécurité peut être incorporé dans le calcul d'une norme ou d'une directive réglementaire, selon le nombre et la qualité des études à la base de la TMENO. Cette méthode a été utilisée dans l'élaboration de directives pour un certain nombre de polluants de l'air intérieur faisant l'objet de ce document.

L'importance du facteur de sécurité dépend dans une grande mesure des trois conditions suivantes: si les données disponibles se rapportent à des humains plutôt qu'à des animaux, si les études ont été faites directement sur les segments de la population vraisemblablement exposés au risque le plus élevé, et la qualité des études mêmes. En fin de compte, le choix est basé sur le

consensus d'experts, mais il n'a aucune base scientifique justifiable au sens strict.

Étant donné l'incertitude entourant les données obtenues dans des études d'observation, l'Organisation mondiale de la Santé a utilisé un facteur de sécurité de 2 pour ses directives sur l'exposition quotidienne et annuelle aux polluants de l'air; cette valeur a été adoptée lors de l'élaboration de certaines directives précisées dans le présent document.

Dans les cas où il y a suffisamment de données provenant d'études cliniques fiables de changements passagers chez des groupes à risque (par exemple, dans la fonction pulmonaire des asthmatiques à l'exercice), aucun facteur de sécurité n'a été incorporé lors de l'élaboration des directives d'exposition à court terme.

Étant donné la grande variation de la sensibilité individuelle aux irritants, et notamment aux aldéhydes, des directives sur l'exposition à court terme ont été calculées en appliquant un facteur de 5 à la valeur minimale causant une augmentation significative des symptômes d'irritation.

Il a été proposé que des limites d'hygiène en milieu de travail soient adaptées pour l'intérieur en appliquant un facteur de sécurité de façon à tenir compte des différences comme les durées d'exposition, les mélanges de polluants et la sensibilité de la population. Selon le groupe de travail, cette méthode ne peut cependant se justifier scientifiquement sans une connaissance approfondie de la base scientifique des limites en milieu de travail.

3.2.2 Substances carcinogènes

On croit qu'il ne peut y avoir aucune teneur limite acceptable pour les substances carcinogènes. Dans ces cas, tous les degrés d'exposition sont dangereux, bien qu'à des concentrations très faibles, et les risques pour la santé soient si minimes qu'ils sont indécélables. Dans le cas de la plupart des substances carcinogènes, le calcul des limites d'exposition acceptables à l'aide de teneurs minimales des effets néfastes observables (TMENO) et de facteurs de sécurité obtenus expérimentalement semble inapproprié.

L'idéal serait d'éviter toute exposition aux substances carcinogènes connues ou présumées. Cependant, il est parfois impossible d'éliminer certains agents carcinogènes de l'environnement. Les teneurs maximales des plages d'exposition indiquées dans le présent document pour le formaldéhyde, substance carcinogène présumée, et le radon, substance carcinogène connue, sont les teneurs minimales atteignables pour lesquelles il n'y a aucun risque déraisonnable pour la santé publique.

Afin de vérifier le niveau de risque ou la probabilité d'une réaction néfaste aux faibles concentrations que l'on peut rencontrer dans l'environnement, diverses méthodes statistiques ont été élaborées pour prévoir la forme de la courbe dose-réponse à des doses inférieures à celles administrées au cours des études expérimentales. La forme de la courbe dose-réponse extrapolée peut influencer considérablement sur la valeur des teneurs d'exposition auxquelles il semble y avoir un risque négligeable pour la santé humaine, les estimations variant quelquefois

de plusieurs ordres de grandeur selon le modèle mathématique utilisé.

Au cours de l'élaboration de directives sur l'exposition à long terme au formaldéhyde, les méthodes mathématiques utilisées pour calculer le risque de cancer ont été sélectionnées en tenant compte, le plus possible, des données sur les mécanismes de réaction. Il faut néanmoins reconnaître que les risques calculés à de faibles expositions ont probablement été surestimés en raison des hypothèses prudentes à la base des modèles mathématiques.

Les risques de cancer liés à l'exposition à de faibles concentrations de radon ont été calculés à partir d'une extrapolation des données sur la mortalité par cancer observée chez des travailleurs exposés dans l'entreprise à des concentrations aéroportées beaucoup plus fortes. Il faut toutefois admettre que plusieurs sources d'incertitude entrent dans ces calculs, qui ne peuvent servir que de très grossières approximations.

3.3 Méthodes de surveillance

Les méthodes de surveillance de la qualité de l'air intérieur n'ont pas encore été normalisées. De nombreuses études ont été faites en combinant des méthodes et des instruments anciens (également utilisés pour surveiller la qualité de l'air ambiant) avec des méthodes et des instruments récents. A l'heure actuelle, la tendance est aux petits instruments portatifs qui peuvent servir à la fois d'indicateurs personnels ou dans des stations pour une zone. Des indicateurs personnels passifs et actifs qui mesurent les teneurs en matières particulaires (filtres) et en gaz (absorbants et adsorbants) ont été mis au point. Ces nouveaux appareils peuvent être utilisés à l'intérieur étant donné qu'ils sont petits et silencieux. Ils offrent également la possibilité d'évaluer les teneurs en polluants près de la zone d'inhalation de chaque personne, permettant ainsi d'évaluer directement l'exposition de chaque personne.

La surveillance pour assurer le respect des directives en matière d'exposition à court terme ne doit se faire que lorsque les «pires cas possibles» sont prévus et les méthodes de surveillance doivent être conçues de façon à obtenir une évaluation précise de l'exposition réelle de chaque occupant. Il est recommandé de prélever les échantillons au moment et à l'endroit où l'on prévoit les concentrations maximales et d'utiliser les durées moyennes prescrites pour l'ASTER.

Dans le cas des expositions à long terme, il est plus difficile de préciser les méthodes de surveillance appropriées. L'échantillonnage doit se faire sur des périodes suffisamment longues pour tenir compte des fluctuations diurnes, saisonnières ou autres. L'importance et la fréquence des fluctuations peuvent varier considérablement d'un contaminant à l'autre et en fonction du type d'habitation, de l'emplacement et de l'activité des occupants. Dans bien des cas, les moyennes annuelles ont servi de base pour le calcul des normes de qualité de l'air à long terme. Il arrive souvent que les moyennes annuelles soient basées sur un échantillonnage aléatoire de données moyennes de 24 heures. Les moyennes mensuelles ou hebdomadaires sont généralement établies à l'aide des moyennes quotidiennes, bien que les

indicateurs passifs actuellement sur le marché permettent des périodes de prélèvement de 7 à 90 jours.

Il est recommandé d'utiliser une période d'échantillonnage de 24 heures et de prélever les échantillons au moment où l'on prévoit les concentrations maximales. Lorsque les concentrations dépassent la plage d'exposition à long terme prescrite, d'autres échantillons doivent être prélevés pour savoir si les teneurs

resteront élevées ou s'il y aura des fluctuations abaissant la concentration annuelle moyenne dans les limites des valeurs indiquées dans les directives.

Lorsque les teneurs en contaminant dépassent les limites de toute plage d'exposition recommandée, la cause du problème doit être identifiée. Il faut alors prendre les mesures qui s'imposent ou demander conseil auprès des autorités médicales.

4.0 Directives et recommandations

Partie A. Substances assujetties à des directives d'exposition – effets non carcinogènes

4.A.1 Aldéhydes*

Dans les cas où plus d'un aldéhyde est décelé dans l'air intérieur, la somme de $\frac{c_1}{C_1} + \frac{c_2}{C_2} + \frac{c_3}{C_3}$ ne devrait pas dépasser 1,

où c_1 , c_2 et c_3 sont respectivement des concentrations de formaldéhyde, d'acroléine et d'acétaldéhyde mesurées pendant cinq minutes et C_1 , C_2 et C_3 sont:

- C_1 (formaldéhyde) - 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,10 ppm);
- C_2 (acroléine) - 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,02 ppm);
- C_3 (acétaldéhyde) - 9000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5,0 ppm).

Les concentrations d'aldéhyde dans l'air intérieur sont généralement supérieures à celles de l'extérieur. Les principales sources sont les cuisinières à gaz, les radiateurs au kérosène et la fumée de tabac. On ne connaît pas encore l'identité de tous les aldéhydes produits au cours de la combustion incomplète des combustibles organiques, mais des mesures à l'intérieur des maisons ont indiqué que le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et l'acroléine sont les principaux aldéhydes présents.

Les concentrations d'acroléine dans l'air intérieur varient de 2 à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,001 à 0,02 ppm); des données limitées indiquent que les teneurs en acétaldéhyde sont en moyenne d'environ 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et varient de 1 à 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le principal effet des aldéhydes atmosphériques sur la santé est l'irritation des yeux, du nez et de la gorge. Dans le cadre d'études cliniques récentes, on a relevé une augmentation significative des symptômes d'irritation suite à une exposition à des teneurs en formaldéhyde supérieures à 1200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 ppm) (périodes d'exposition de 1,5 à 30 minutes).

Les données découlant d'études d'observation des populations exposées au formaldéhyde en milieu de travail, dans des édifices publics ou des maisons privées, sont moins fiables à cause des limites des études effectuées jusqu'à maintenant. Dans le cas des meilleures études, les symptômes d'irritation n'ont pas été associés à une exposition à des teneurs inférieures à 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,5 ppm).

On dispose de peu de données fiables sur les teneurs des autres aldéhydes qui provoquent des symptômes. L'acroléine est l'un des aldéhydes les plus irritants identifiés dans l'air intérieur, la plupart

des personnes signalant une irritation des yeux à des teneurs inférieures à 1 mg/m^3 . Une augmentation significative des symptômes d'irritation des yeux a été associée à une exposition à des teneurs d'à peine 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,09 ppm); cependant, cette même étude indique une teneur de 800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ne provoquant qu'une faible irritation des yeux. Une grave irritation est produite par une exposition à des teneurs de 1900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,8 ppm). Aucun effet chronique n'a été signalé suite à une exposition à l'acroléine et il n'y a aucune preuve de carcinogénéicité dans les essais biologiques à long terme faits sur des animaux en laboratoire.

L'acétaldéhyde est beaucoup moins irritant que l'acroléine; les symptômes d'irritation ont été associés seulement à l'exposition à des teneurs supérieures à 46 mg/m^3 (25 ppm). Dans un essai biologique à long terme fait sur des rats, d'importantes augmentations de la fréquence d'adénocarcinomes nasaux et d'épithéliomas malpighies de la peau ont été observées après inhalation d'acétaldéhyde; cependant, les doses administrées (1400, 2700 et 5400 mg/m^3 ; 750, 1500 et 3000 ppm) et les taux de mortalité ont été extrêmement élevés au cours de cette étude. De plus, les données disponibles dans un rapport publié dans cette étude étaient insuffisantes pour permettre une évaluation quantitative significative du risque.

Les valeurs recommandées de C_1 , C_2 et C_3 sont de cinq à dix fois inférieures aux concentrations à l'origine des augmentations importantes des symptômes d'irritation. Les concentrations correspondant aux données ci-dessus doivent être suffisamment faibles pour minimiser les effets irritants additifs des aldéhydes particuliers chez la population en général.

4.A.2 Dioxyde de carbone

D'après des considérations d'ordre sanitaire, la plage d'exposition acceptable à long terme (**ALTER**) du dioxyde de carbone dans l'air intérieur des maisons est inférieure ou égale à 6300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (inférieure ou égale à 3500 ppm).

Le dioxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et inflammable produit par les processus métaboliques et la combustion de combustibles fossiles. Sa concentration moyenne dans l'atmosphère est d'environ 620 mg/m^3 (\approx 340 ppm), mais ses teneurs varient considérablement selon le temps et l'endroit. Les concentrations ont tendance à être plus élevées à l'intérieur qu'à l'extérieur. Les cuisinières à gaz et les radiateurs au kérosène non branchés à une cheminée sont les principales sources de CO_2 à l'intérieur, mais dans les pièces mal aérées, les concentrations peuvent dépasser 5400 mg/m^3 (3000 ppm) à cause du seul métabolisme humain.

Une augmentation de la concentration ambiante de dioxyde de carbone entraîne une augmentation de l'acidité dans le sang

*Voir également section 4.B.1, «Formaldéhyde».

ainsi que de la fréquence et de l'amplitude respiratoires. Après une exposition de plusieurs jours, la régulation des teneurs en dioxyde de carbone du sang se fait par les reins et le métabolisme du calcium des os. Ce dernier processus cause une certaine déminéralisation des os. Une exposition à des concentrations de 27 000 mg/m³ (15 000 ppm) et plus pendant plusieurs jours a entraîné des changements réversibles dans la membrane pulmonaire des cobayes. Chez l'homme, des expositions à des concentrations de CO₂ de plus de 90 000 mg/m³ (50 000 ppm) ont produit des effets sur le système nerveux central comme des maux de tête, des étourdissements et des distorsions de la vision. On a également observé des effets cardio-vasculaires à des concentrations semblables. Des symptômes subjectifs comme la fatigue, une perception accrue de la chaleur et d'odeurs déplaisantes, ainsi que des maux de tête, ont été associés à des concentrations de dioxyde de carbone de 900 à 5800 mg/m³ (500 à 3200 ppm).

Dans certaines de ces études, les symptômes peuvent avoir été causés par d'autres substances, le dioxyde de carbone étant utilisé comme paramètre substitut pour mesurer la qualité de l'air (voir section 2.3.1).

La plus faible concentration à laquelle on a observé des effets néfastes à la santé chez les humains est de 12 600 mg/m³ (7000 ppm), teneur à laquelle on a observé une acidité accrue dans le sang après une exposition continue de plusieurs semaines. Une exposition à une concentration maximale de 6300 mg/m³ (3500 ppm) devrait fournir une marge de sécurité suffisante pour prévenir des changements indésirables de l'équilibre acide-base et les phénomènes subséquents d'adaptation, notamment la libération de calcium par les os. Cette concentration comporte également une marge de sécurité convenant aux groupes sensibles. A cette concentration, l'effet du dioxyde de carbone en tant que stimulant de la ventilation pulmonaire serait très faible et n'augmenterait donc pas trop la dose absorbée des autres polluants présents dans l'air.

Les changements dans l'équilibre acide-base et la libération de calcium par les os se font en réaction à une exposition chronique au dioxyde de carbone plutôt qu'à la suite de brèves excursions dans de telles concentrations. Ainsi, une plage d'exposition à court terme n'est donc pas nécessaire pour cette substance.

4.A.3 Monoxyde de carbone

Les plages d'exposition acceptables à court terme (ASTER) du monoxyde de carbone dans l'air intérieur des maisons sont:

≤ 11 ppm – concentration moyenne de 8 heures;

≤ 25 ppm – concentration moyenne d'une heure.

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et insipide produit par la combustion de matières carbonées ainsi que par le métabolisme humain. Il se combine avec l'hémoglobine pour former de la carboxyhémoglobine (COHb) qui restreint l'approvisionnement des tissus corporels en oxygène. Les concentrations endogènes de carboxyhémoglobine sont d'environ 0,5 p. 100 de l'hémoglobine totale (notation: 0,5 COHb p. 100).

Parmi les sources de monoxyde de carbone dans l'air intérieur, on peut mentionner les appareils au gaz et à l'huile, la

fumée de tabac et l'infiltration d'oxyde de carbone de l'air pollué provenant de l'extérieur. On a mesuré en milieu rural des concentrations de monoxyde de carbone dans l'air extérieur de 0,05 à 0,9 mg/m³ (0,04 à 0,8 ppm) et, en milieu urbain, des concentrations pouvant atteindre 57 mg/m³ (50 ppm); des valeurs de 1,1 à 11 mg/m³ (1 à 10 ppm) sont cependant plus normales. Les concentrations à l'intérieur suivent généralement ce profil, sauf dans les maisons où il y a des appareils à combustion mal reliés ou non liés à une cheminée. On a signalé des concentrations d'oxyde de carbone d'environ 115 mg/m³ (100 ppm) dans la cuisine de certaines maisons, immédiatement après avoir utilisé la cuisinière à gaz pour la cuisson.

On a montré que des expositions à des concentrations de monoxyde de carbone entraînant des concentrations de carboxyhémoglobine d'environ 2,5 à 10 p. 100 ont des effets néfastes sur le système cardio-vasculaire, diminuent la capacité d'exercice et nuisent au rendement psychomoteur. Des concentrations élevées de carboxyhémoglobine chez les femmes qui fument pendant leur grossesse ont été associées au faible poids à la naissance et au retard d'apprentissage de leurs enfants. Certains groupes de personnes sont plus exposés aux effets délétères du monoxyde de carbone, notamment les personnes qui souffrent de maladies cardio-vasculaires, cérébro-vasculaires et vasculaires périphériques, les foetus, les nouveau-nés, les femmes enceintes et les personnes vivant à haute altitude.

Des résultats expérimentaux indiquent qu'en général, ces personnes peuvent tolérer des augmentations de la concentration de carboxyhémoglobine de 1,5 COHb p. 100: les directives sont conçues pour veiller à ce que les augmentations dues au monoxyde de carbone ambiant demeurent inférieures à cette limite. Étant donné que les concentrations de carboxyhémoglobine dépendent des concentrations de monoxyde de carbone et d'oxygène, les concentrations sont exprimées sous forme de rapport (en parties par million par volume) de façon à ce que les directives soient indépendantes de la pression ambiante.

4.A.4 Dioxyde d'azote

Les plages d'exposition acceptables du dioxyde d'azote dans l'air intérieur des maisons sont:

ALTER: ≤ 100 µg/m³ (≤ 0,05 ppm);

ASTER: ≤ 480 µg/m³ (≤ 0,25 ppm) – concentration moyenne d'une heure.

Le dioxyde d'azote (NO₂) est le seul oxyde de l'azote reconnu comme ayant des effets néfastes à la santé aux concentrations que l'on peut trouver dans l'air intérieur.

Les principales sources extérieures de dioxyde d'azote sont les émissions industrielles et des véhicules. En général, les concentrations de NO₂ dans l'atmosphère des villes sont supérieures à celles des campagnes, indiquant l'importante «contribution» des sources technologiques. En Amérique du Nord, les teneurs de base en NO₂ en milieu rural sont inférieures à 19 µg/m³ (0,010 ppm). Dans les grands centres urbains, les teneurs en dioxyde d'azote atteignent au moins le double de cette valeur. De 1977 à 1981, les teneurs annuelles moyennes en dioxyde de grands centres urbains du Canada ont baissé de 60 à 44 µg/m³ (0,031 ppm à 0,023 ppm).

La moyenne annuelle la plus élevée signalée au Canada ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 0,042 ppm) a été mesurée dans un site commercial en 1981.

Les cuisinières à gaz et les appareils à combustion non branchés à un évent sont les principales sources de dioxyde d'azote à l'intérieur des maisons. Le rapport intérieur/extérieur des concentrations de dioxyde d'azote est généralement inférieur à un dans les maisons où il n'y a aucune importante source intérieure, et supérieur à un dans les maisons où il y a une cuisinière à gaz ou d'autres appareils à combustion. Les familles vivant en milieu rural ou dans des endroits où la population est faible, et qui utilisent le gaz pour la cuisson, sont exposées à des teneurs en dioxyde d'azote d'environ $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,015 ppm), bien que l'on ait signalé des concentrations de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,050 ppm) dans certaines maisons.

L'interprétation des résultats des études épidémiologiques sur les effets néfastes à la santé associés à l'exposition au dioxyde d'azote est difficile en raison du manque de données précises sur l'exposition et de l'effet de facteurs trompeurs comme l'exposition à des polluants autres que le dioxyde d'azote. En dépit de ces limitations, les études épidémiologiques ont fourni certaines données utiles sur les rapports exposition-effets. Dans ces études, on a observé une prédominance accrue des troubles respiratoires chez les adultes et les enfants chroniquement exposés à des teneurs moyennes de près de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,10 ppm) en dioxyde d'azote.

Les résultats d'études cliniques indiquent que les sujets normaux et les sujets asthmatiques peuvent être victimes d'effets respiratoires néfastes lorsqu'ils sont exposés pendant de courtes périodes à environ $960 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,5 ppm). Les effets à court terme d'une exposition à des teneurs en dioxyde d'azote inférieures à $960 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,5 ppm) n'ont été examinés que dans quelques études. Une «teneur ne causant aucun effet néfaste» ne peut être identifiée avec exactitude à partir des résultats de ces études; un facteur de sécurité de deux doit donc être appliqué pour obtenir l'exposition acceptable à court terme recommandée.

4.A.5 Ozone (Oxydants)

La plage d'exposition acceptable à court terme (ASTER) de l'ozone dans l'air intérieur des maisons est $\leq 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\leq 0,12 \pi\pi\mu$) – $\chi\omicron\nu\chi\epsilon\nu\tau\rho\alpha\tau\iota\omicron\nu \mu\omicron\psi\epsilon\nu\nu\epsilon \delta \upsilon\nu\epsilon \eta\epsilon\upsilon\rho\epsilon$.

L'infiltration de l'air extérieur constitue la principale source d'oxydants dans l'air intérieur. L'ozone, le dioxyde d'azote, le peroxyde d'hydrogène et les peroxyacylnitrates sont des oxydants photochimiques que l'on peut trouver dans l'air intérieur. Le dioxyde d'azote est étudié dans la Section 4.A.4. Des autres oxydants, l'ozone est le plus abondant. Les concentrations d'ozone sont en général bien plus faibles à l'intérieur qu'à l'extérieur, mais peuvent toutefois s'approcher des teneurs extérieures lorsque les fenêtres sont ouvertes. Les concentrations intérieures d'ozone suivent les mêmes fluctuations qu'à l'extérieur, mais avec un retard d'une heure au plus. Les concentrations extérieures annuelles moyennes des centres urbains du Canada étaient de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,015 ppm) en 1979. Les concentrations d'ozone à l'intérieur sont généralement inférieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,02 ppm) bien que des teneurs de pointe de 200 à $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,1 à 0,2 ppm)

aient été signalées. Dans les maisons, l'ozone peut être produit par l'amorçage des moteurs électriques et par des épurateurs électrostatiques d'air mal installés ou mal entretenus.

L'ozone est un irritant qui peut causer de la toux, des douleurs thoraciques et une irritation du nez, de la gorge et de la trachée. L'ozone a des effets néfastes sur les fonctions pulmonaires chez la plupart des sujets en santé à des concentrations de $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,30 ppm) ou plus. De plus, l'ozone a des effets néfastes sur les fonctions pulmonaires de sujets sains poussés à l'effort physique à des concentrations inférieures à $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,30 ppm), pouvant même descendre jusqu'à $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,12 ppm). Ces constatations sont appuyées par les résultats des études épidémiologiques menées à ce jour. Toutefois, les données épidémiologiques existantes sont insuffisantes et ne peuvent donc servir de base dans l'établissement d'une plage d'exposition à long terme acceptable.

Des personnes exposées à des concentrations d'ozone variant de 200 à $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,10 à 0,40 ppm) ont présenté des signes de réaction d'adaptation, du moins pour ce qui est de la fonction pulmonaire. Nous ne savons pas encore si cette adaptation est bénéfique ou non à long terme.

4.A.6 Matières particulaires

Les plages d'exposition acceptables des matières particulaires fines ($\leq 2,5 \mu\text{m}$ diamètre aérodynamique médian de la masse - DAMM) dans l'air intérieur des maisons est:

ALTER: $\leq 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;

ASTER: $\leq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – concentration moyenne d'une heure.

Les matières particulaires atmosphériques sont un mélange de diverses substances physiques et chimiques présentes sous forme de matières solides ou de gouttelettes en suspension dans l'air dont les dimensions varient d'environ 0,005 m à $100 \mu\text{m}$. En ce qui a trait aux effets sur la santé et sur la qualité de l'air intérieur, la plage des dimensions se situe entre 0,1 et $10 \mu\text{m}$ de diamètre aérodynamique, les particules d'un diamètre inférieur à ces valeurs sont en général exhalées. La plupart des particules d'un diamètre supérieur à $15 \mu\text{m}$ sont trop grosses pour être inhalées. Presque toutes les particules d'un diamètre entre 10 et $15 \mu\text{m}$ se déposent dans la région nasopharyngienne des voies respiratoires alors que les effets sur la santé sont principalement associés au dépôt de particules dans les régions thoraciques (trachéobronchiale et pulmonaire). Les particules appartenant à cette plage de dimension ont été divisées en deux catégories: les particules grossières d'un diamètre d'environ $2,5 \mu\text{m}$ et plus, et les particules fines d'un diamètre inférieur à $2,5 \mu\text{m}$. Ce sont ces dernières particules qui peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires.

Les particules retrouvées à l'intérieur des maisons proviennent à la fois de sources intérieures et extérieures, mais les matières particulaires intérieures diffèrent des matières extérieures à la fois par leurs dimensions et leur composition chimique. À l'intérieur, on retrouve principalement des particules fines étant donné que les sources intérieures comme les appareils à combustion et la cigarette produisent généralement les particules fines et aussi parce que les cloisons de la maison agissent partielle-

ment comme un filtre qui empêche les grosses particules d'entrer. Les matières particulaires intérieures contiennent une plus grande fraction de matières organiques que celles que l'on retrouve dans l'air extérieur, principalement en raison des activités ménagères comme la cuisson, le nettoyage et l'utilisation de produits de consommation.

Les concentrations intérieures de matières particulaires fines ont tendance à être plus élevées que les concentrations extérieures. Les concentrations moyennes de particules fines d'un diamètre inférieur à 3,5 µm (matières particulaires en suspension respirables ou MPSR) varient de 20 à 30 µg/m³. Des concentrations supérieures ont été observées dans des villes «sales» à teneurs élevées, et dans les maisons de fumeurs ou les maisons chauffées au bois. La fumée de tabac semble être la plus importante source intérieure de matières particulaires, et on a observé que la présence de résidents fumeurs élevait les teneurs en particules fines dans les maisons de 12 à 40 µg/m³ par fumeur.

De nombreuses études épidémiologiques indiquent que la santé s'améliore proportionnellement à la diminution des concentrations de matières particulaires en suspension dans l'air. Malgré de nombreuses incertitudes contenues dans ces études, elles fournissent certaines informations utiles sur les teneurs auxquelles on peut s'attendre à des effets néfastes sur la santé. On a observé un taux de mortalité accru, particulièrement chez les personnes âgées et chez celles qui souffraient de troubles respiratoires ou cardiovasculaires, lorsque ces personnes étaient exposées à des concentrations de particules (y compris de particules grossières) supérieures à 500 µg/m³ accompagnées de teneurs élevées en dioxyde de soufre pendant un à quatre jours. On a également remarqué un nombre accru d'admissions dans les hôpitaux et de visites dans les cliniques respiratoires dans le cas de personnes exposées à des teneurs semblables, alors que la fréquence accrue des symptômes et des troubles respiratoires a été observée pour la première fois à des teneurs de l'ordre de 250 à 350 µg/m³ chez les personnes à risque accru étant donné qu'elles souffraient de troubles respiratoires. Chez les enfants, de faibles diminutions dans les mesures de la fonction pulmonaire pouvant durer plusieurs semaines ont également été associées à de courtes expositions à des valeurs voisines de ces teneurs, qui ont été corrélées avec les teneurs extérieures et intérieures en MPSR évaluées à environ 80 µg/m³. Bien qu'elles ne représentent pas nécessairement les conditions habituelles d'exposition, les études cliniques ont également indiqué que les courtes expositions à des concentrations de matières particulaires fines (mesurées à l'état d'acide sulfurique) supérieures à 100 µg/m³ pourraient entraîner une irritation et des altérations de la fonction respiratoire chez les sujets asthmatiques et ralentir le dégagement des bronches chez les personnes normales.

Des expositions chroniques de plusieurs semaines à des teneurs moyennes de particules atmosphériques d'environ 180 µg/m³ de matières particulaires totales en suspension ou de 80 µg/m³ de particules fines (matières particulaires en suspension respirables ou MPSR) semblent correspondre à la fréquence accrue de symptômes respiratoires et de maladies respiratoires

chroniques accompagnés d'une réduction de la fonction respiratoire mesurée chez les adultes et les enfants.

4.A.7 Dioxyde de soufre

Les plages d'exposition acceptable du dioxyde de soufre dans l'air intérieur sont:

ALTER: ≤ 50 µg/m³ (≤ 0,019 ppm);

ASTER: ≤ 1000 µg/m³ (≤ 0,38 ppm) - concentration moyenne de cinq minutes.

Le dioxyde de soufre est le principal oxyde du soufre que l'on retrouve dans l'air intérieur. Ses concentrations intérieures sont généralement égales à la moitié des concentrations extérieures, principalement en raison du fait que la plupart des sources polluantes sont extérieures et que le dioxyde de soufre est facilement absorbé par le mobilier et les tissus.

L'interprétation des résultats des études épidémiologiques existantes sur les effets néfastes que peut avoir sur la santé une exposition au dioxyde de soufre est compliquée par une rareté de données représentatives sur l'exposition et de facteurs troubles comme l'exposition à d'autres polluants atmosphériques. Ces études ont cependant fourni des données utiles quoique incertaines au sujet du rapport exposition/effet. La mortalité excédentaire surtout chez les personnes âgées et celles qui souffraient de maladies cardio-pulmonaires, a été observée chez les populations exposées à des concentrations de dioxyde de soufre supérieures à 300-400 µg/m³ (0,12 à 0,15 ppm) pendant des périodes de 24 heures. L'augmentation du nombre d'admissions dans les hôpitaux et du nombre de visites dans les salles d'urgence à également été associée à l'exposition à de telles teneurs. La fréquence accrue de symptômes respiratoires aigus et chroniques et de l'affaiblissement de la fonction pulmonaire a été observée chez les adultes et les enfants exposés pendant de longues périodes (au moins un an) à des teneurs moyennes de 100 µg/m³ (0,038 ppm) en dioxyde de soufre.

Des données pertinentes ont également été obtenues à partir d'études cliniques. Cependant, les expositions mesurées dans le cadre de ces études sont courtes et ne représentent pas nécessairement des conditions d'exposition habituelles. Chez les sujets normaux, une résistance accrue au débit des voies aériennes supérieures et du nez ainsi qu'un changement dans le débit mucociliaire ont été observés après une exposition à 2600 µg/m³ (1,0 ppm) de dioxyde de soufre; une augmentation réversible de la résistance spécifique des voies aériennes supérieures a été observée chez les asthmatiques exposés pendant de brèves périodes de respiration naturelle à des concentrations supérieures à 1000 µg/m³ (0,38 ppm).

4.A.8 Vapeur d'eau

Les plages d'exposition acceptables à court terme (ASTER) de la vapeur d'eau dans l'air intérieur des maisons basées sur les considérations sanitaires sont les suivantes:

30 à 80 p. 100 d'humidité relative - été;

30 à 55 p. 100 d'humidité relative - hiver*

*sauf si elle est retenue par la condensation sur les fenêtres.

En ce qui a trait à la qualité de l'air intérieur, la mesure la plus utile des teneurs en vapeur d'eau est l'humidité relative, qui est le rapport de la concentration de la vapeur d'eau présente et de la concentration nécessaire pour saturer l'air à cette température. L'humidité intérieure est déterminée par l'humidité et la température de l'air extérieur, ainsi que par les sources et les drains intérieurs de vapeur d'eau. Les principales sources intérieures sont le métabolisme des personnes et des animaux et des activités comme le bain, la cuisson, et le lavage et le séchage des vêtements. La combustion produit également de faibles quantités de vapeur d'eau.

La teneur en humidité de l'air intérieur est limitée par la dilution avec de l'air extérieur plus sec, par la condensation sur les surfaces froides et par l'absorption ou l'adsorption de l'eau par les tissus qui se trouvent dans la maison. En hiver, les maisons chauffées à l'électricité ont vraisemblablement un taux d'humidité relative à l'intérieur supérieur à celui des maisons chauffées par des chaudières à combustion, étant donné que ces dernières ont tendance à augmenter l'infiltration d'air extérieur sec. Dans les maisons canadiennes, l'humidité relative varie de 21 à 68 p. 100.

De concert avec la température et le débit d'air, l'humidité relative influe sur le confort: une humidité relative de 20 à 60 p. 100 à des températures variant de 20 à 25°C est généralement jugée confortable. De longues périodes à un taux d'humidité relative faible assèchent la peau et les muqueuses, ce qui peut entraîner des gerçures et de l'irritation. Une forte humidité à des températures élevées entraîne une augmentation de la transpiration et une perte des électrolytes du sang; des expositions prolongées peuvent entraîner un coup de chaleur ou une insolation. Les groupes pour lesquels une humidité élevée représente un certain risque sont ceux qui souffrent de maladies cardio-vasculaires, les enfants nés deux ou trois semaines avant terme et les personnes âgées. On a remarqué que ceux qui souffrent d'arthrite présentent un plus grand nombre de symptômes lorsqu'une augmentation de l'humidité accompagne une baisse de la pression atmosphérique. Après l'exercice, les asthmatiques développent plus rapidement des symptômes de bronchoconstriction lorsqu'ils respirent de l'air à faible teneur en humidité.

Plusieurs espèces de bactéries et de virus survivent mieux à des taux d'humidité faibles ou élevés plutôt qu'à des taux intermédiaires. Des taux d'humidité supérieurs à 50 p. 100 sont censés augmenter les populations de moisissures, de champignons et d'acariens qui sont responsables d'allergies. Tout porte à croire que la teneur en humidité devrait être maintenue entre 40 et 50 p. 100 pour réduire l'incidence des infections des voies respiratoires supérieures et minimiser les effets néfastes sur les personnes qui souffrent d'asthme ou d'allergies. Une telle plage est cependant difficile à maintenir et l'exposition à des teneurs supérieures ou inférieures n'influe vraisemblablement pas sur la santé de la plupart des personnes.

Partie B. Substances assujetties à des directives d'exposition - effets carcinogènes

Dans le cas de substances reconnues comme agents carcinogènes ou agents carcinogènes potentiels pour les humains, il faudrait faire en sorte de réduire l'exposition à la plus basse teneur possible. On admet que pour atteindre cet objectif, il faut prendre en compte le coût et la possibilité d'application de mesures correctives et de modifications technologiques. On a donc jugé souhaitable de formuler des directives d'exposition, à la fois, en fonction d'une teneur qui peut être atteinte maintenant (teneur d'action) et d'une teneur qui peut être atteinte à plus long terme (teneur cible).

4.B.1 Formaldéhyde*

Les directives d'exposition concernant le formaldéhyde dans l'air intérieur des maisons sont les suivantes:

TENEUR D'ACTION: 120 µg/m³ (0,10 ppm);

TENEUR CIBLE: 60 µg/m³ (0,05 ppm).

Le formaldéhyde est un gaz incolore à odeur forte qui se combine facilement avec l'eau pour former un composé non volatil. Il a tendance à être absorbé par les surfaces et les textiles comme les tapis et les rideaux. Il s'établit un équilibre entre le formaldéhyde dans l'air et celui absorbé par les surfaces et dans les produits du bois comme les panneaux d'aggloméré.

Le formaldéhyde se forme naturellement dans l'environnement et les concentrations extérieures dans les régions isolées sont d'environ 7 µg/m³ (0,006 ppm). Dans les villes canadiennes, les teneurs à l'extérieur sont d'environ 10 µg/m³ (0,008 ppm). Les sources artificielles de formaldéhyde comprennent les sous-produits de la combustion et la décomposition de résines de formaldéhyde utilisées dans le bois, le papier, les textiles ou la mousse isolante d'urée-formaldéhyde (MIUF). Deux importantes études canadiennes ont signalé des teneurs moyennes en formaldéhyde de 14 et 42 µg/m³ (0,011 et 0,034 ppm) dans des maisons non isolées à la MIUF; des teneurs moyennes supérieures ont été décelées dans les maisons isolées à la MIUF (66 µg/m³; 0,054 ppm). Dans les maisons mobiles, qui en général contiennent une forte proportion de produits de bois pressé fait de résine d'urée-formaldéhyde, ces teneurs ont tendance à être plus élevées que celles dans les maisons isolées à la MIUF.

Le formaldéhyde est un intermédiaire vital dans le métabolisme normal des cellules. Il sert pour la synthèse des purines, des pyrimidines et de bien des acides aminés et lipides: de plus, c'est une molécule clé du métabolisme du carbone. Il est présent en faibles concentrations dans les liquides organiques et une exposition à des sources externes n'augmente pas sensiblement ces teneurs.

*Voir également section 4.A.1, «Aldéhydes».

Le formaldéhyde gazeux est un irritant sensoriel affectant principalement les voies nasales, la respiration et les yeux (Section 4.A.1). De plus, dans deux essais biologiques bien faits et une étude plus limitée, le formaldéhyde était carcinogène pour deux souches de rats, produisant une forte incidence de carcinomes des cellules du nez (38 à 50 p. 100) après l'administration d'environ 18 mg/m³ (15 ppm). Le formaldéhyde est également génotoxique d'après un certain nombre d'essais et il est faiblement mutagène dans des cellules humaines cultivées, ainsi que dans d'autres cellules de mammifères, de drosophiles, de champignons et de bactéries. Bien que les études épidémiologiques faites jusqu'à présent fournissent peu de données indiquant que le formaldéhyde est carcinogène pour les humains, cette possibilité ne peut être exclue en raison du manque de données.

En raison de la carcinogénéité possible du formaldéhyde, il serait prudent de réduire le plus possible les concentrations à l'intérieur. La teneur d'action de 120 µg/m³ est la plus faible teneur considérée comme acceptable à l'heure actuelle. Toutefois, on recommande qu'à l'avenir, et lorsque des mesures correctives s'imposent, il faut s'évertuer à réduire les concentrations sous la teneur cible de 60 mg/m³.

4.B.2 Radon

Les directives d'exposition concernant le radon dans l'air intérieur des maisons sont les suivantes:

TENEUR D'ACTION: 800 Bq/m³ comme concentration annuelle moyenne dans un lieu habitable normal.

Le radon est un gaz rare naturel et un membre de la chaîne de désintégration de l'uranium-238. Le radon est un gaz chimiquement inerte qui se répand à partir du site de production local. Il se désintègre et sa période est de 3,82 jours par le biais d'une émission de particules alpha en une série de radionucléides de courte période appelée descendance radioactive du radon (produits de filiation) et éventuellement le radionucléide plomb-210 qui a une période relativement longue. Les produits de filiation du radon sont des particules chimiquement réactives qui se fixent presque immédiatement aux particules en aérosol dans l'atmosphère.

La concentration mondiale moyenne de radium dans le sol est de 25 Bq/kg; ce milieu constitue la principale source de radon dans l'atmosphère du globe. Les plages de concentrations extérieures sur le continent nord-américain sont de 0,7 à 35 Bq/m³, avec une concentration moyenne de 7,0 Bq/m³. Les sources de radon dans l'air des maisons comprennent le transport des gaz du sol dans les sous-sols, l'utilisation domestique d'eau de puits riche en radon, les matériaux de construction et l'alimentation en gaz naturel.

Les teneurs de radon dans l'air des résidences sont généralement supérieures aux teneurs extérieures et dépendent principalement de la force de la source et du débit d'aération. Plusieurs études sur le radon ont été faites dans les demeures canadiennes, et les résultats indiquent de grandes différences à travers le pays. Dans une étude de 14 000 demeures au Canada, entre 1977 et 1980, 0,1% des résidences avaient des teneurs en radon supérieures à 800 Bq/m³. La moyenne géométrique des

collectivités observées au cours de cette étude pancanadienne variait de 5,2 Bq/m³ à 57 Bq/m³.

L'inhalation du radon et de ses descendants radioactifs entraîne une exposition au rayonnement des tissus des bronches avec risque de cancer. Plus de 95% de la dose de rayonnement proviennent du dépôt et de la dégradation des descendants du radon. Le risque accru de cancer du poumon chez les mineurs d'uranium exposés au radon et à ses descendants radioactifs a été bien documenté dans de nombreuses études épidémiologiques. Une étude de la corrélation de la mortalité du cancer des poumons avec les concentrations des descendants radioactifs du radon dans l'air intérieur a été faite dans 18 villes canadiennes. Malgré la variation relativement importante des concentrations à l'intérieur des résidences de différentes villes, aucune association entre le radon et le taux de mortalité dû au cancer du poumon n'était apparente. Il se peut cependant que l'exposition au radon dans les demeures au Canada entraîne une très faible augmentation du risque des cancers du poumon mais celle-ci ne pourrait être décelée qu'à l'aide d'une méthode de détection des effets sur la santé beaucoup plus précise, comme une étude cas-témoins.

En raison de la carcinogénéité possible du radon, il serait prudent de réduire le plus possible les concentrations à l'intérieur. De plus, étant donné la variabilité saisonnière de la composition de l'air intérieur, une moyenne périodique annuelle est recommandée pour l'application de la directive d'exposition.

On recommande donc de prendre des mesures correctrices lorsque la teneur en radon dans une maison dépasse 800 Bq/m³, soit la concentration annuelle moyenne dans un lieu habité normal. Étant donné qu'il y a un certain risque d'exposition au radon, les propriétaires de maisons doivent réduire autant que possible les teneurs en radon.

Partie C. Substances faisant l'objet de recommandations pour la limitation de l'exposition

En étudiant la nécessité de directives pour les polluants énumérés dans cette partie, la documentation scientifique a été examinée de la même manière que les polluants énumérés dans les Parties A et B de la présente section. L'élaboration de directives quantitatives d'exposition a cependant été considérée comme non pertinente pour certaines raisons:

- dans certains groupes de substances, des composés particuliers peuvent avoir des propriétés toxicologiques très différentes; la complexité des mélanges a empêché d'établir une directive pour chaque constituant ou pour le groupe dans son ensemble;
 - l'établissement de directives sur la qualité de l'air ne constitue probablement pas une stratégie appropriée pour limiter les expositions, principalement lorsque l'inhalation n'est pas la voie d'exposition la plus importante;
 - l'existence de lacunes dans la base de données scientifiques.
- Pour ces substances ou ces groupes de substances, l'information portant sur leurs effets néfastes pour la santé et leurs sources

possibles a été fournie et des recommandations qui doivent aider à éliminer ou réduire l'exposition ont été élaborées.

4.C.1 Agents biologiques

Afin d'éviter bien des ennuis communs à l'intérieur des maisons dus aux agents biologiques, des mesures doivent être prises afin de s'assurer:

- **qu'il n'y ait aucune humidité ni condensation excessive;**
- **que les surfaces soient exemptes de poussière;**
- **que les sources d'eau stagnante, comme les bassins d'humidificateur, soient toujours propres et désinfectées à l'occasion;**
- **qu'un degré élevé d'hygiène personnelle soit maintenu.**

Le milieu intérieur peut présenter des possibilités de maladies causées par une exposition aux agents biologiques. Ces derniers peuvent comprendre les micro-organismes provenant des personnes, des animaux ou des insectes à l'intérieur de la maison ou encore de proliférations sur les surfaces ou dans l'eau stagnante. La poussière provenant de l'extérieur et de l'intérieur des maisons comprend du pollen, des spores, des cellules, des débris de cellules et des insectes. De telles matières en suspension dans l'air peuvent causer des maladies infectieuses et des allergies chez les personnes vulnérables vivant dans ces maisons. Ces maladies doivent être étudiées de façon systématique afin d'en découvrir la cause et de trouver un moyen possible de lutter contre de telles expositions. La désinfection ou l'élimination physique des agents lorsque la chose est possible ou divers autres moyens de réduire les teneurs en matières particulaires et le degré excessif d'humidité en sont des exemples. Cependant, étant donné que le degré de sensibilité est différent d'une personne à l'autre, des mesures extraordinaires doivent être prises dans certains cas pour prévenir des symptômes.

Il y a une immense variété d'agents biologiques atmosphériques et il est impossible de prévoir leurs effets possibles sur des personnes vulnérables. La complexité du problème et le manque de données permettant de relier la fréquence de maladies à l'importance de la contamination signifient qu'il est impossible de recommander des limites dans le cas des agents biologiques en général.

4.C.2 Produits de consommation

Il est recommandé que les expositions résultant de l'utilisation de produits de consommation soient maintenues à un minimum en assurant une aération adéquate et en observant toutes les mesures de précaution décrites sur l'étiquette du produit et sur tout document connexe d'information.

Les produits antiparasitaires ne doivent être utilisés qu'en cas de nécessité.

4.C.2.1 Hydrocarbures chlorés

D'importantes quantités d'hydrocarbures chlorés sont produites et utilisées chaque année partout dans le monde. Ils sont présents à l'intérieur des maisons principalement sous forme de solvants, d'agents nettoyants et de propulsifs d'aérosols, et certaines personnes peuvent être exposées à des teneurs relativement élevées dans l'exercice de leur passe-temps préféré.

Dans certains cas, des hydrocarbures chlorés peuvent être émis continuellement par des appareils électroménagers; on en a également décelés dans l'eau potable.

Les hydrocarbures chlorés sont absorbés dans le corps principalement par inhalation, mais également par la peau et les voies gastro-intestinales; ils ont tendance à s'accumuler dans les tissus adipeux (cerveau, moelle épinière et graisses). En général les patients récupèrent complètement des effets aigus de l'exposition à des hydrocarbures chlorés volatils, mais après des expositions répétées, les effets néfastes à la santé peuvent inclure des cas de dépression du système nerveux central ou des dommages permanents à ce système, une irritation des yeux et des poumons, ainsi que des lésions cutanées, hépatiques et rénales. Dans le cas du dichlorométhane, le métabolite est le monoxyde de carbone qui peut causer un stress cardio-vasculaire (voir Section 4.A.3).

Dans la maison, les expositions se font principalement par l'utilisation de produits de consommation et peuvent être de courte durée, mais les teneurs peuvent être suffisamment élevées pour produire des effets néfastes à la santé.

4.C.2.2 Produits antiparasitaires

Les produits antiparasitaires comprennent un très grand nombre de produits chimiques divers. Ils sont très utilisés à l'intérieur comme à l'extérieur des maisons, à la fois par les résidents et par des applicateurs professionnels. Ces produits sont utilisés pour lutter contre les insectes dans les maisons, pour prévenir les dommages causés par les insectes aux matériaux, pour traiter les plantes d'intérieur contre les insectes et les champignons, pour traiter les animaux domestiques et désinfecter l'air, l'eau et d'autres surfaces autour de la maison. Une exposition occasionnelle par inadvertance peut se produire étant donné que certains matériaux de construction ou appareils ménagers sont imprégnés d'agents de conservation à base de pesticides et libèrent par conséquent ces produits dans l'air intérieur. Les surfaces de la maison peuvent être imprégnées de pesticides après une utilisation normale, et les aliments préparés ou entreposés dans la pièce pendant ou après l'utilisation de pesticides peuvent également être contaminés. Des pesticides peuvent aussi s'infiltrer dans des maisons après une application à l'extérieur. En plus des ingrédients actifs, de nombreux produits antiparasitaires contiennent des ingrédients «non actifs» comme des solvants, des agents de mouillage et des stabilisants. Ces ingrédients peuvent avoir des tensions de vapeur beaucoup plus élevées que celles des ingrédients actifs, et présenter des teneurs dans l'air plus élevées, et quelques-uns d'entre eux ont également une activité biologique propre.

A la maison, l'exposition à des produits antiparasitaires peut se faire par inhalation et par absorption par la peau, à la suite de contact avec des surfaces traitées à l'aide de ces produits. Des pesticides peuvent aussi être ingérés par suite d'un mauvais usage du produit à proximité d'aliments.

Les données disponibles sur les teneurs d'exposition dans les maisons indiquent que les concentrations atmosphériques de la plupart des pesticides sont très faibles lorsque ces produits sont

utilisés de la façon recommandée. En ne suivant pas les instructions fournies, en utilisant une grande quantité de pesticides là où des aliments sont entreposés, préparés ou consommés, en utilisant des pesticides dans des espaces mal aérés, ou en appliquant mal des produits conçus pour utilisation à l'extérieur, on fait une mauvaise utilisation des pesticides; celle-ci est la plus importante cause d'exposition dans les maisons, et les teneurs peuvent être suffisamment élevées pour avoir des effets néfastes à la santé.

Les effets néfastes à la santé de l'exposition à de faibles teneurs à l'intérieur des maisons ont tendance à être non spécifiques, semblables à des maux causés par bien d'autres agents chimiques: des effets respiratoires, des cas de toux, brûlures aux yeux et au nez, de rhinite, de maux de tête, d'étourdissements, de fatigue et de malaises généraux. Deux principaux groupes de pesticides sont des agents inhibiteurs de la cholinestérase qui causent une augmentation de la sécrétion des glandes bronchiques, lacrymales, salivaires et autres, ainsi que la contraction des muscles lisses des bronchioles. Seuls quelques pesticides entraînent des réactions allergiques peu fréquentes. La plupart des pesticides utilisés actuellement au Canada se décomposent rapidement dans les tissus corporels. Aucun pesticide utilisé dans les maisons canadiennes ne s'est avéré carcinogène.

Les produits antiparasitaires sont soumis à une étude et à une réglementation sévères par plusieurs ministères fédéraux et provinciaux avant d'être mis sur le marché, ce qui permet de s'assurer que le consommateur ne reçoit que des produits qui, bien que potentiellement toxiques, sont sans danger lorsqu'ils sont utilisés de la façon prescrite et que l'utilisateur dispose des instructions et des mises en garde adéquates relatives à l'utilisation de ces produits. Au bout du compte, le consommateur est donc responsable de l'utilisation adéquate des pesticides à la maison.

4.C.2.3 Aérosols

Un aérosol peut être constitué de fines particules liquides ou solides en suspension dans l'air ou d'autres gaz; dans les présentes directives, on considère que les aérosols sont des produits de consommation vaporisés sous pression à partir de contenants jetables.

Un aérosol est constitué de trois principaux éléments: l'ingrédient ou les ingrédients actifs, le propulsif, et divers additifs utilisés pour améliorer le produit comme des plastifiants, des résines synthétiques, des agents tensioactifs et des émulsifiants. Certains produits consistent en un propulsif gazeux seulement et ne produisent donc pas d'aérosol après utilisation.

Les propulsifs d'aérosols actuellement utilisés au Canada comprennent des hydrocarbures comme le propane, le butane et l'isobutane, l'oxyde nitreux, le dichlorométhane (communément appelé chlorure de méthylène), le dioxyde de carbone, le diméthyléther et l'azote. L'oxyde nitreux peut également être utilisé comme propulsif pour les produits alimentaires.

Les aérosols sont formulés à partir d'une grande variété de produits chimiques dont certains ont, à concentration élevée, un potentiel toxique. Certains constituants peuvent faire l'objet d'un examen, et donc d'un contrôle, en vertu de lois fédérales comme la Loi sur les produits dangereux et la Loi sur les contaminants de

l'environnement. Par exemple, avant 1980, des fluorochloro-hydrocarbures étaient utilisés comme propulsifs dans la plupart des aérosols. Ils sont encore utilisés comme propulsifs d'aérosols dans de nombreux produits, y compris les aérosols pour cuisson, mais l'utilisation comme propulsif du trichlorofluorométhane et du dichlorodifluorométhane a été interdite en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement comme propulsif dans les fixatifs pour cheveux, les désodorisants et les antisudorifiques.

L'utilisation d'aérosols dans les maisons est généralement de courte durée et intermittente, variant d'environ une ou deux fois par jour pour les désodorisants à quatre fois par année pour les nettoyeurs à fours.

4.C.3 Matières fibreuses

Il faut prendre des précautions pour minimiser l'inhalation des fibres minérales et tout contact cutané avec ces dernières au cours de travaux à domicile de rénovation et de pose de matériaux de construction. On doit examiner périodiquement les matériaux et les produits contenant des fibres pour y déceler tout signe de détérioration. Il faut se renseigner avant d'enlever ou de détériorer des matériaux contenant peut-être de l'amiante.

L'asbeste ou *amiante* est le terme générique de six silicates fibreux utilisés en raison de leur forte résistance à la rupture, de leur durabilité, de leur résistance à la chaleur et aux produits chimiques. Une grande partie de la production totale d'amiante est utilisée dans l'industrie de la construction sous forme de panneaux et de tuyaux d'amiante-ciment. Dans des conditions normales d'utilisation, ces matériaux de construction ne doivent pas laisser échapper de fibres. Ces dernières peuvent cependant se détacher de surfaces friables (par exemple lors de la pulvérisation d'isolant contenant de l'amiante ou lors de l'installation de blocs isolants de faible densité), ou d'autres matériaux de construction au cours de travaux de rénovation ou d'entretien. Les données existantes indiquent qu'en général, les teneurs en amiante à l'intérieur des maisons ne sont pas sensiblement plus élevées que celles de l'air ambiant. Cependant, on a mesuré des teneurs jusqu'à trois ordres de grandeur plus élevées au cours de travaux comme le ponçage du ciment à joints. En vertu de la Loi sur les produits dangereux, l'amiante est maintenant interdit dans la fabrication de la plupart des produits de consommation dont l'utilisation normale émet des poussières respirables.

Une exposition prolongée à des concentrations élevées de fibres d'amiante cause l'asbestose, le cancer du poumon, le mésothéliome et probablement le cancer du larynx ainsi que des tumeurs malignes du tube digestif. Les risques de développer un cas d'asbestose à la suite d'une exposition à des teneurs d'amiante dans l'air intérieur ou l'air ambiant sont probablement infimes. Il est difficile de quantifier les risques de cancer du poumon et de mésothéliome associés à une exposition à des teneurs intérieures (et extérieures) notamment à cause de problèmes inhérents à l'extrapolation des données provenant d'études épidémiologiques, mais surtout à cause de la complexité de l'amiante même (c.-à-d. des variations des risques associés aux dimensions et aux

propriétés différentes des fibres). Néanmoins, la possibilité de tels risques est minime.

Les fibres minérales artificielles (FMA) comprennent la fibre de verre, la laine minérale et les fibres céramiques. La fibre de verre compte pour environ 80 p. 100 de toutes les FMA produites et elle est principalement utilisée dans l'isolation thermique ou acoustique. Il existe peu de données sur les teneurs en fibres de verre dans les maisons; les teneurs moyennes mesurées au cours de l'installation d'un isolant à base de fibres de verre variaient de 0 à 8 fibres/mL. Les teneurs dans les maisons ne dépassent probablement pas de beaucoup les teneurs ambiantes, sauf au moment de travaux d'installation ou de modification. Les teneurs dans les édifices publics variaient de 0 à 0,008 fibre/mL.

Les fibres de verre causent une irritation passagère de la peau et des yeux des travailleurs exposés par leur travail. Des études à long terme n'ont permis de mettre en évidence que des corrélations équivoques sur des maladies respiratoires par suite d'une exposition aux fibres de verre; cependant, on a signalé un nombre excédentaire de décès par cancer du poumon, non associés de façon cohérente à la dose ni à la durée, chez des personnes travaillant avec la laine minérale 20 ans et plus après la première exposition. Les données disponibles indiquent que les fibres minérales artificielles sont moins pathogènes que l'amiante, probablement en raison de la répartition de leurs dimensions et de leur plus grande solubilité dans les poumons.

4.C.4 Le plomb

Afin de minimiser l'exposition de la population (et particulièrement des enfants) au plomb atmosphérique, il est recommandé de nettoyer fréquemment les surfaces qui pourraient être contaminées, et qu'un niveau élevé de propreté globale soit maintenu.

Le plomb atmosphérique existe sous forme de composés de plomb inorganique dans les particules de poussière. Plus de 90 p. 100 des émissions globales de plomb atmosphérique proviennent de sources anthropiques, principalement de la combustion de l'essence au plomb, puis de l'extraction minière et de la fusion de ce métal. Les concentrations atmosphériques de plomb dans les régions éloignées varient de 0,05 à 8 ng/m³. Les concentrations dans les régions urbaines dépendent de la proximité des routes et des sources industrielles, ainsi que de facteurs comme l'intensité de la circulation routière, la vitesse du vent et l'altitude. Les concentrations annuelles (moyenne géométrique) de plomb mesurées au Canada ont diminué de façon régulière, passant de 0,74 µg/m³ en 1973 à 0,27 µg/m³ en 1982.

La principale source intérieure du plomb atmosphérique est l'air extérieur, et les concentrations à l'intérieur ont tendance à être plus faibles que les concentrations à l'extérieur.

La population est exposée au plomb atmosphérique directement par la respiration et indirectement par l'ingestion de plomb déposé sous forme de poussière. Chez les adultes, environ 10 p. 100 du plomb ingéré est absorbé. Chez les jeunes enfants, ce niveau peut atteindre 53 p. 100. La quantité de plomb absorbée par les poumons représenterait de 30 à 50 p. 100 de la quantité totale de plomb inhalé.

Une fois absorbé, le plomb est distribué par le sang dans les tissus mous et le squelette. La présence de plomb dans le sang indique une exposition récente au métal qui possède une demi-vie biologique d'environ 16 jours. La présence de plomb dans le squelette indique une accumulation à long terme du métal et sa demi-vie est de plusieurs décennies.

Le plomb peut produire de nombreux effets toxiques dans l'organisme. Les principaux symptômes de saturnisme sont des cas d'anémie, de crampes abdominales, de constipation, de lésions rénales et d'encéphalopathie. Les enfants sont plus sensibles que les adultes aux effets néfastes du plomb; ils peuvent être irritables et perdre l'appétit. Des difficultés d'apprentissage et une altération des réactions neurocomportementales peuvent survenir suite à une exposition à une faible teneur.

La mesure de l'exposition totale au plomb atmosphérique est incertaine en raison de l'exposition indirecte au plomb atmosphérique déposé sous forme de poussière. Il n'est donc pas possible d'obtenir une concentration acceptable de plomb atmosphérique pour l'environnement intérieur.

Bien que le plomb soit introduit dans le milieu domestique surtout sous forme de polluant atmosphérique, la principale voie d'exposition est l'ingestion de poussières déjà déposées. L'exposition au plomb peut être réduite dans une certaine mesure par un nettoyage fréquent des surfaces, y compris les zones de préparation des aliments.

4.C.5 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Il faut veiller à minimiser l'exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques à l'intérieur des maisons:

- **en s'assurant que les appareils de combustion comme les poêles à bois et à charbon sont installés et entretenus de façon adéquate et fonctionnent dans des conditions d'aération satisfaisantes;**
- **en respectant les directives et les recommandations du présent document pour les matières particulaires et la fumée de tabac.**

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) constituent une importante classe de composés organiques dont la plupart sont des solides volatils très insolubles dans l'eau. Ils sont fréquemment adsorbés à la surface de matières particulaires et plus de 100 HAP ont été décelés dans des matières particulaires atmosphériques.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont produits lors de la combustion de matériaux contenant du carbone et de l'hydrogène. La combustion du charbon et l'utilisation de moteurs à combustion interne sont considérées comme les principales sources de ce polluant, bien que l'on ait également déclaré que le chauffage au bois des résidences constitue la principale source de HAP aux États-Unis. Les teneurs extérieures mesurées varient de 0,1 à 60 ng/m³ dans les régions urbaines et de 0,001 à 2 ng/m³ dans les régions rurales. Les teneurs intérieures dépendent souvent des teneurs de l'air extérieur, mais la cuisson sur charbon de bois (lorsqu'il y a carbonisation des aliments), le mauvais fonctionnement de poêles à bois et de foyers ouverts, ainsi que la fumée de

tabac peuvent augmenter considérablement les expositions intérieures. Il y a peu de données quantitatives sur les teneurs en HAP atmosphérique dans les maisons et les limites des méthodes actuelles de prélèvement et de mesure des HAP signifient probablement que les données disponibles ne sont pas fiables.

L'exposition aux HAP est possible par contact cutané, inhalation et ingestion. Bien que l'on ait établi que l'ingestion des aliments compte pour la majorité des cas d'exposition au HAP, les expositions par la peau et par inhalation semblent être plus importantes si l'on considère les effets sur la santé. Dans certains cas particuliers, des concentrations élevées de HAP ont été observées dans l'air et des préoccupations concernant l'exposition aux HAP atmosphériques sont surtout du fait que ces composés peuvent causer le cancer du poumon.

Il y a une carence de données toxicologiques (et surtout de données d'inhalation) sur la plupart des HAP, et presque pas de données sur les mélanges de HAP. Les études épidémiologiques faites sur les humains sont limitées par le fait que les personnes sont généralement exposées à de faibles concentrations de mélanges de HAP, et souvent en présence d'autres polluants. Il est donc impossible d'identifier les effets d'un HAP donné et de quantifier de façon précise les risques pour la santé.

L'absence de données fiables sur lesquelles on pourrait baser les rapports dose-réponse et la difficulté de faire la distinction entre les effets des HAP dans l'environnement et les effets des autres polluants nous empêchent d'établir une directive pour l'exposition aux HAP dans l'air intérieur. Étant donné que certains HAP sont reconnus comme étant des agents carcinogènes, l'exposition à ces substances doit être minimisée.

4.C.6 La fumée de tabac

Étant donné les propriétés carcinogènes du tabac, il est recommandé que toute exposition à la fumée de tabac soit évitée à l'intérieur.

La fumée de tabac est un mélange complexe de substances, notamment le dioxyde de carbone, le monoxyde de carbone, des oxydes d'azote et un grand nombre de matières organiques gazeuses et solides. Plus de 50 de ces composants sont connus pour leurs effets néfastes pour la santé et 12 autres (notamment le

chlorure de vinyle, le 2-naphtylamine, le benzo(a)-pyrène et le formaldéhyde) sont des agents carcinogènes reconnus ou présumés. De plus, dans le cas de constituants comme le dioxyde de carbone, du monoxyde de carbone, des oxydes d'azote' du formaldéhyde et des matières particulaires, des directives particulières relatives à la qualité de l'air ont été recommandées ailleurs dans ce document.

Les plus grandes quantités de la plupart des constituants se trouvent dans la fumée émise directement dans l'environnement, par l'extrémité en combustion de la cigarette. Les symptômes signalés par les non-fumeurs exposés à la fumée indirecte de cigarette comprennent notamment l'irritation des yeux, du nez et de la gorge, des maux de tête, la nausée, des étourdissements et une perte d'appétit. De plus, l'odeur persistante et la visibilité réduite causées par la fumée de tabac sont désagréables pour bien des gens.

Des risques accrus de cancer du poumon ont été observés chez des groupes de non-fumeurs exposés à la fumée indirecte de cigarette. Les autres effets présumés pour la santé des non-fumeurs, attribués à la fumée de cigarette, comprennent notamment l'aggravation de certains troubles comme l'asthme et l'angine de poitrine, des risques accrus d'avortement spontané, de malformations congénitales ou de syndrome de mort subite de nouveau-nés de mères qui fument, ainsi que de retard de développement des enfants dont la mère exposée à la fumée de cigarette pendant sa grossesse. Des risques accrus de troubles respiratoires ont été observés chez les enfants de parents fumeurs, et il a été prouvé que les conjointes non fumeuses de fumeurs couraient un risque accru de décès par cancer des sinus de la face et d'ischémie coronarienne.

Des évaluations ont indiqué que le risque de cancer du poumon causé par la fumée de tabac était significativement plus élevé chez les non-fumeurs exposés de façon répétée à la fumée de tabac que chez les non-fumeurs non exposés. Bien que ces calculs fassent appel à un grand nombre d'hypothèses qui entraînent des incertitudes quant à l'importance réelle du risque, on convient généralement qu'il y a toujours un risque, quel que soit le degré d'exposition à des substances carcinogènes.

Glossaire

Adénocarcinome tumeur maligne d'origine glandulaire	Bronchiole petite ramification des bronches
Aérosol particules dispersées dans un gaz	Carcinogène (agent) substance produisant le cancer
Allergie sensibilité inhabituelle à une substance particulière, comme un aliment, des irritants, etc.	Carcinogénèse qui produit un cancer
<u>ALTER</u> plage d'exposition acceptable à long terme	Cardio-vasculaire qui se rapporte au coeur et aux vaisseaux sanguins
Alvéole petite cavité (généralement dans les poumons où l'oxygène et le CO2 sont échangés)	Clairance mucociliaire élimination des zones profondes du poumon de particules inhalées, par l'action de l'épithélium muqueux cilié des voies aériennes
Amiantose inflammation pulmonaire chronique causée par l'inhalation de fibres d'amiante	Dermique relatif à la peau
Anémie diminution du nombre de globules rouges ou de leur hémoglobine	Dermatite inflammation de la peau
Angine de poitrine douleur thoracique accompagnée d'une sensation de suffocation	Encéphalopathie toute affection dégénérative du cerveau
Aromatique composée dont les propriétés physiques et chimiques ressemblent à celles du benzène	Endogène qui est produit ou qui se développe à l'intérieur de l'organisme
<u>ASTER</u> plage d'exposition acceptable à court terme	Épidémique qui touche en même temps un grand nombre d'individus (répandu)
Asthme troubles respiratoires (particulièrement allergiques), surtout accompagnés de spasmes rendant la respiration difficile	Épidémiologie étude des épidémies
Becquerel unité de radioactivité, équivalant à une désintégration atomique par seconde	Exogène qui est dû à des causes externes, qui provient de l'extérieur
Bronches une des deux principales divisions de la trachée	Facteur de confusion variable qui modifie l'importance apparente de l'effet sur le risque d'un facteur à l'étude
	Génotoxique toxique pour le génome (c.-à-d., ADN)

Hémoglobine	pigment transportant l'oxygène contenu dans les globules rouges du sang	Pathogène	agent causant la maladie
Hydrocarbures	composés d'hydrogène et de carbone	Pesticide	substance utilisée pour la lutte contre les parasites d'animaux et végétaux des cultures
Ischémie	réduction de l'approvisionnement en sang d'une partie du corps	Pulmonaire	relatif aux poumons
Larynx	organe de la phonation à l'entrée du conduit (adj. laryngé,e) aérifère, à l'avant du cou	Rénal	qui se rapporte au rein
Mésothéliome	tumeur maligne constituée à partir du mésothélium	Rhinite	inflammation de la muqueuse des fosses nasales
Morbidité	nombre des malades pendant une période déterminée	Squameux	formé ou recouvert d'écailles
Morphologie	anatomie comparative	Substitut	produit qui en remplace un autre
Mortalité	fréquence des décès pour une période donnée	Synergisme	effet combiné de drogues, de polluants, etc., qui excède la somme de leurs effets individuels
Mucociliaire	concerne l'épithélium couvert de muqueuse ciliée des voies aériennes	Tensioactif	agent Tensioactif qui diminue la tension superficielle
Muqueuse	membrane muqueuse	Tératogène	agent à l'origine de déformations chez le fœtus en développement
Mutagène	agent entraînant des mutations	Toxicologique	qui appartient à la toxicologie (étude de la nature et des effets des substances dangereuses)
Mutation	changement génétique qui, lorsqu'il est transmis aux descendants, entraîne une variation dans des caractères héréditaires	Trachée	conduit aérifère inférieur
Oxydant photochimique	tout composé chimique qui participe à une réaction d'oxydation en présence de lumière ou d'un autre type de rayonnement		

Annexe A

Résumé des directives d'exposition

<u>Plages d'exposition acceptables</u>			
Contaminant	ASTER	ALTER	Page
Aldéhydes (totaux)	$\sum C_i/C_i \leq 1^{(a)}$	-	10
Dioxyde de carbone	-	$\leq 6300 \text{ mg/m}^3 (\leq 3500 \text{ ppm})$	10
Monoxyde de carbone	$\leq 11 \text{ ppm} - 8 \text{ h}^{(b)}$ $\leq 25 \text{ ppm} - 1 \text{ h}^{(b)}$	-	11
Formaldéhyde	(c)	(d)	14
Dioxyde d'azote	$\leq 480 \text{ }\mu\text{g/m}^3 (\leq 0,25 \text{ ppm}) - 1 \text{ h}$	$\leq 100 \text{ }\mu\text{g/m}^3 (\leq 0,05 \text{ ppm})$	11
Ozone	$\leq 240 \text{ }\mu\text{g/m}^3 (\leq 0,12 \text{ ppm}) - 1 \text{ h}$	-	12
Matières particulaires(e)	$\leq 100 \text{ }\mu\text{g/m}^3 - 1 \text{ h}$	$\leq 40 \text{ }\mu\text{g/m}^3$	12
Dioxyde de soufre	$\leq 1000 \text{ }\mu\text{g/m}^3 (\leq 0,38 \text{ ppm}) - 5 \text{ m}$	$\leq 50 \text{ }\mu\text{g/m}^3 (\leq 0,019 \text{ ppm})$	13
Vapeur d'eau	30-80% h.r. $\text{N}^{\text{été}}$ 30-55% h.r. $\text{N}^{\text{hiver}}^{(f)}$	-	13
Radon	-	(g)	15

a $C_i = 120 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ (formaldéhyde); $50 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ (acroléine); $9000 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ (acétaldéhyde), et C_i sont les concentrations respectives mesurées pendant une période de 5 minutes.

b Unités exprimées en parties par million (ppm), ce qui permet d'établir des directives indépendantes de la pression ambiante.

c Voir aldéhydes (totaux).

d Voir page 14.

e $\leq 2,5 \text{ }\mu\text{m}$ diamètre aérodynamique médian de la masse (DAMM).

f Sauf s'il y a limitation par la condensation sur les fenêtres.

g Voir page 15.

Annexe B

Résumé des recommandations en matière de contrôle des expositions

Contaminant	Recommandation	Page
Agents biologiques	Afin d'éviter bien des problèmes communs à l'intérieur des maisons dus aux agents biologiques, des mesures doivent être prises afin de s'assurer: <ul style="list-style-type: none">– qu'il n'y ait aucune humidité ni condensation excessive;– que les surfaces soient exemptes de poussière;– que les sources d'eau stagnante, comme les bassins d'humidificateurs, soient toujours propres et désinfectées à l'occasion;– qu'un degré élevé d'hygiène personnelle soit maintenu.	16
Produits de consommation (hydrocarbures chlorés, produits antiparasitaires, aérosols)	Il est recommandé de maintenir les expositions résultant de l'utilisation de produits de consommation à un minimum en assurant une aération adéquate et en observant toutes les mesures de précautions décrites sur l'étiquette du produit et dans les informations connexes. Les produits antiparasitaires ne doivent être utilisés qu'en cas de nécessité.	16
Matières fibreuses	Il faut prendre des précautions pour minimiser l'inhalation de fibres minérales et tout contact cutané avec ces dernières au cours des rénovations domiciliaires et de la mise en place de matériaux de construction. Les matériaux et les produits contenant des fibres doivent être examinés périodiquement pour y déceler tout signe de détérioration. Il faut se renseigner avant d'enlever ou de détériorer des matériaux contenant présumément de l'amiante.	17
Le plomb	Afin de minimiser l'exposition de la population (et particulièrement des enfants) au plomb atmosphérique, il est recommandé de nettoyer fréquemment les surfaces qui pourraient être contaminées, et qu'un niveau élevé de propreté globale soit maintenu.	18
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	On doit minimiser l'exposition aux HAP à l'intérieur: <ul style="list-style-type: none">– en s'assurant que tous les systèmes de combustion, comme les appareils de polycycliques (HAP) chauffage au bois et au charbon, sont installés et entretenus de façon adéquate et fonctionnent dans des conditions d'aération satisfaisantes;– en observant les directives et les recommandations du présent document relativement aux matières particulaires et à la fumée de tabac.	18
La fumée de tabac	Étant donné les propriétés carcinogènes de la fumée de tabac, il est recommandé que toute exposition à la fumée soit évitée à l'intérieur.	19

Annexe C

Membres du Groupe de travail fédéral-provincial de la qualité de l'air intérieur

Président et représentant

Dr W.H. Wylie
Chief, Medical Division
Department of Health
Carleton Place
P.O. Box 6000
FREDERICTON (Nouveau-Brunswick)
E3B 5H1

Secrétaire et représentant du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social

Dr V.C. Armstrong
Chef, Section des critères environnementaux
Bureau des dangers des produits chimiques
Direction de l'hygiène du milieu
Pré Tunney
OTTAWA (Ontario)
K1A 0L2

Alberta

M. E.A. Collom
Assistant Director
Environmental Health Services
Health Promotion and Protection Services
Alberta Social Services and Community Health
Seventh Street Plaza
10030 - 107 Street
EDMONTON (Alberta)
T5J 3E4

Manitoba

M. D.J. Bezak
Head, Air Standards and Studies
Environmental Management Services
Environmental Management Division
Environment and Workplace Safety and Health
Box 7, Building #2
139 Tuxedo Avenue
WINNIPEG (Manitoba)
R3C 0V8

Terre-Neuve

M. G.P. Wood
Occupational Hygienist
Occupational Health and Safety Division
Department of Labour and Manpower
Confederation Building
ST. JOHN'S (Terre-Neuve)
A1C 5T7

Nouvelle-Écosse

M. T.A. Mejzner
Director, Occupational Health
Community Health Services
Nova Scotia Department of Health
P.O. Box 488
HALIFAX (Nouvelle-Écosse)
B3J 2R8

Ontario

M. J.J. Smith
Supervisor, Chemical Agents Unit
Intergovernmental Relations and
Hazardous Contaminants Coordination Branch
Ontario Ministry of the Environment
135 St. Clair Avenue West, Suite 100
TORONTO (Ontario)
M4V 1P5

Ile-du-Prince-Édouard

M. L.J. Gallant
Community Hygiene Health Officer
Division of Community Hygiene
Department of Health and Social Services
Sullivan Building, Fitzroy Street
P.O. Box 2000
CHARLOTTETOWN (Ile-du-Prince-Édouard)
C1A 7N8

Saskatchewan

M. H.C. Wooley
Occupational Hygienist
Occupational Health and Safety Branch
Saskatchewan Labour
1870 Albert Street
RÉGINA (Saskatchewan)
S4P 3V7

Annexe D

Membres du Sous-comité fédéral-provincial de la surveillance radiologique

National Health and Welfare

D^r E.G. Létourneau (président)
Directeur, Bureau de la radioprotection
et des instruments médicaux
Santé et Bien-être social Canada
Suite 128, Immeuble B.R.P.
775, chemin Brookfield
OTTAWA (Ontario)
K1A 1C1

Secrétariat

M. A. Mattioli
Bureau de la radioprotection et des instruments médicaux
Santé et Bien-être social Canada
Suite 2, Immeuble B.R.P.
775, chemin Brookfield
OTTAWA (Ontario)
K1A 1C1

Terre-Neuve

M. Everett F. Price
Manager, Medical and Hygiene Services
Department of Labour
Confederation Building
ST. JOHN'S (Terre-Neuve)
A1C 5T7

Ile-du-Prince-Édouard

M^{me} Gayle Murphy, A.C.R.
Radiology Manager
Department of Radiology
Queen Elizabeth Hospital
P.O. Box 6600
CHARLOTTETOWN (Ile-du-Prince-Édouard)
C1A 8T5

Nouvelle-Écosse

M. Ted Dalgleish
Senior Radiation Health Officer
Department of Health and Fitness
P.O. Box 488
HALIFAX (Nouvelle-Écosse)
B3J 2R8

Nouveau-Brunswick

M. Keith L. Davies
Head, Radiation Protection Services
Department of Health and Community Services
4th Floor, Carleton Place
P.O. Box 5100
King Street
FREDERICTON (Nouveau-Brunswick)
E3B 5G8

Québec

D^r Jean-Marc Légaré
Service de radioprotection
Ministère de l'Environnement du Québec
5199 est, rue Sherbrooke, suite 3860
MONTRÉAL (Québec)
H1T 3X9

Québec

M. Richard Tremblay
Service de contrôle de la qualité
Ministère de la Santé et des Services sociaux
1075, chemin Ste-Foy, 10^e étage
QUÉBEC (Québec)
G1S 2M1

Ontario

M. Joe Ritchie
Chief, X-Ray Inspection Services
Ontario Ministry of Health
7 Overlea Boulevard, 6th Floor
TORONTO (Ontario)
M4H 1A8

Ontario

M. John Tai-Pow
Chief, Radiation Protection Service
Ontario Ministry of Labour
81 Resources Road
WESTON (Ontario)
M9P 3T1

Manitoba

Dr Allan M. Sourkes
Head, Radiation Protection Section
Department of Medical Physics
Manitoba Cancer Treatment and Research Foundation
100 Olivia Street
WINNIPEG (Manitoba)
R3E 0V9

Saskatchewan

Dr L. Denis Brown
Head of Radiation Safety Unit
Department of Human Resources, Labour and Employment
Saskatchewan Place
1870 Albert Street
REGINA (Saskatchewan)
S4P 3V7

Alberta

M. Patrick J. Barrett
Director, Medical X-Ray Program
Radiation Health Service
Alberta Occupational Health and Safety
4th Floor, Donsdale Place
10709 Jasper Avenue
EDMONTON (Alberta)
T5J 3N3

Colombie-Britannique

M. Brian Phillips
Director, Radiation Protection Service
B.C. Ministry of Health
307 West Broadway, Suite 200
VANCOUVER (Colombie-Britannique)
V5Y 1P9