PROTOCOLE D'ESSAI DE LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR DES TOURS D'HABITATION

Rapport final

Présenté à :

Monsieur Jacques Rousseau
Directeur de projet
Division de la mise en oeuvre des projets
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)

Par :

Buchan, Lawton, Parent Ltd
5370, chemin Canotek
Ottawa (Ontario)
K1J 9E6

Dossier BLP n° 2507
Avril 1990

La Société canadienne d'hypothèques et de logement, l'organisme du logement du gouvernement fédéral, a pour mandat d'appliquer la Loi nationale sur l'habitation.

Cette loi a pour objet d'aider à améliorer les conditions d'habitation et de vie au Canada. C'est pourquoi la Société s'intéresse à tout ce qui concerne l'habitation, l'expansion et le développement urbains.

Aux termes de la partie IX de la Loi, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à en publier et à en diffuser les résultats. La SCHL a donc l'obligation légale de veiller à faire largement connaître tout renseignement de nature à améliorer les conditions d'habitation et de vie.

La présente publication est l'un des nombreux moyens d'information que produit la SCHL grâce au concours financier du gouvernement fédéral.

AVERTISSEMENT

Cette étude a été menée par Buchan, Lawton, Parent Ltd pour la Société canadienne d'hypothèques et de logement aux termes de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation. L'analyse, les interprétations et les recommandations qui en découlent sont celles du consultant et ne reflètent pas nécessairement l'opinion de la Société canadienne d'hypothèques et de logement ou des divisions de la Société qui ont contribué à l'étude ou à sa publication.

RÉSUMÉ

Ce manuel propose un protocole d'évaluation de la qualité de l'air des tours d'habitation. Ce protocole comporte trois stades : une évaluation préliminaire, une mesure simple des contaminants et, là où c'est justifié, une mesure complexe des contaminants. L'évaluation préliminaire comprend principalement l'inspection des lieux et l'interrogation des occupants. Le deuxième stade est constitué de mesures simples, et la plupart du temps peu coûteuses, des contaminants, lesquelles permettent habituellement de déceler la majorité des problèmes. On n'a recours au stade final du processus d'investigation que si l'évaluation attentive des deux premiers stades ne permet pas de faire ressortir les causes et les solutions probables des problèmes relevés.

La Section 2.0 du manuel décrit l'évaluation préliminaire et présente les contaminants qui sont préoccupants quant à la qualité de l'air des tours d'habitation. La Section 3.0 propose une série de listes de contrôle pouvant aider à l'évaluation préliminaire. La Section 4.0 décrit les techniques de mesure dont un technologue pourra se servir pour déterminer un problème.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION 1

2.0 ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE 3
- 2.1 Méthode générale 3
- 2.2 Préoccupations particulières 6
  - 2.2.1 Le dioxyde de carbone 6
  - 2.2.2 Le monoxyde de carbone et les produits de combustion 6
  - 2.2.3 L'humidité 7
  - 2.2.4 Le formaldéhyde 7
  - 2.2.5 Les particules 8
  - 2.2.6 Le radon 10
  - 2.2.7 Les composés organiques volatils 10
  - 2.2.8 La contamination biologique 11
  - 2.2.9 L'ozone 12
  - 2.2.10 L'amiante 13

3.0 LISTES DE CONTRÔLE POUR L'ÉVALUATION 14
- 3.1 Résumé de l'évaluation 25

4.0 MÉTHODES DE MESURE 28
- 4.1 Instruments de mesure suggérés 28
- 4.2 Où et quand mesurer 30
- 4.3 Contaminants et méthodes de mesure 34
  - 4.3.1 Méthodes de mesure simples 35
  - 4.3.2 Techniques de mesure complexes 43

1.0 INTRODUCTION

L'investigation de la qualité de l'air des tours d'habitation peut se diviser en trois stades fondamentaux :

- l'évaluation préliminaire;
- les mesures simples;
- les mesures complexes.

L'évaluation préliminaire consiste principalement à inspecter les lieux et à examiner les problèmes potentiels ou les plaintes. Il s'agit essentiellement de se servir de son jugement et de bien observer l'endroit pour repérer les causes probables des problèmes.

Les mesures simples sont celles qu'un technologue raisonnablement averti, n'ayant pas reçu de formation particulière, pourrait accomplir pour autant qu'il ait à sa disposition les instruments et les appareils d'échantillonnage appropriés. Les résultats ainsi obtenus, ajoutés aux données recueillies à l'évaluation préliminaire, devraient permettre de découvrir la grande majorité des problèmes.

Les mesures complexes peuvent nécessiter les services d'un expert en la matière et sont habituellement plus coûteuses. Dans la plupart des cas, elles ne sont nécessaires que si une évaluation attentive, lors des deux premiers stades, n'a pas permis d'établir les causes et les solutions possibles aux problèmes détectés.

Pour obtenir un niveau acceptable de qualité de l'air dans un bâtiment, il faut en général :

- réduire le plus possible toutes les sources de contamination;
- recueillir et éliminer (évacuer) les aérocontaminants le plus près possible de leur source;
- fournir une alimentation suffisante en air frais;
- utiliser l'espace selon les plans originaux;
- éliminer les autres «agresseurs», qu'ils soient physiques ou autres, pour éviter de confondre leurs effets avec ceux de la pollution de l'air intérieur.

Autrement dit, la ventilation, même lorsqu'elle respecte les normes en vigueur, ne suffit pas en présence de sources particulièrement fortes de contamination du milieu. Elle n'arrivera pas non plus à évacuer les odeurs si le flux de l'air de ventilation a tendance à répandre les odeurs plutôt qu'à les extraire à la source. Aucune action palliative ne pourra régler le problème définitivement si l'on ne s'attaque pas à sa source. Par exemple, rien ne sert d'augmenter le niveau de ventilation si la source du problème de qualité de l'air est la prolifération de la moisissure dans un humidificateur.

Ce manuel propose un protocole d'évaluation de la qualité de l'air des tours d'habitation en trois étapes. La Section 2.0 décrit l'évaluation préliminaire et les contaminants les plus préoccupants. Bien que cette section renferme peu d'information à l'intention des spécialistes travaillant sur le terrain, elle offre une bonne base pour ceux qui en savent peu sur l'évaluation de la qualité de l'air intérieur.

La Section 3.0 présente des listes de contrôle destinées à faciliter les évaluations préliminaires. On les photocopiera au besoin pour procéder aux évaluations.

Pour ce qui est de la Section 4.0, elle décrit les techniques de mesure qu'un technologue pourra utiliser pour cerner un problème. Ces techniques ont été catégorisées selon qu'elles sont simples ou complexes.

2.0 ÉVALUATION PRÉLIMINAIRE

2.1 Méthode générale

L'évaluation préliminaire consiste à recueillir de l'information qui pourrait permettre de découvrir d'éventuels polluants, de déterminer leur origine, d'évaluer l'efficacité des installations de ventilation et d'établir la nature et la gravité des problèmes observés. L'information peut provenir des plans des bâtiments, des registres de plaintes, des résultats d'inspections de diverses parties du bâtiment et d'entrevues avec les occupants, les gérants et autres. Aucun instrument de mesure n'est utilisé à ce stade. Cependant, les données collectées aideront l'investigateur à choisir les endroits appropriés pour procéder aux mesures ultérieures.

L'évaluation préliminaire offre une occasion unique de découvrir la vraie cause d'un problème de qualité de l'air intérieur. Les techniques de recherche d'information normalement employées à ce stade comptent trois étapes : contrôle des réponses des occupants, détermination de la source de pollution et observation générale des installations mécaniques.

Les outils suivants pourront être utiles : lampe de poche, tournevis, clé à molette, escabeau de deux mètres, crayon fumigène (pour connaître la direction des mouvements d'air), listes de contrôle de la Section 3.0.

1re étape : contrôle des réponses des occupants

Il s'agit souvent de la première et de la plus importante source d'information. On y a accès par l'entremise d'entrevues, de questionnaires et des registres de plaintes.

Il est impossible de tout mesurer et de tout observer en tout temps. C'est pourquoi les commentaires des occupants peuvent réduire considérablement le temps d'investigation. Quoique le jugement subjectif des occupants puisse être fautif quant à la cause véritable d'un problème de qualité de l'air intérieur, leurs observations peuvent être très utiles pour établir la fréquence, la provenance et l'existence réelle d'un problème de qualité de l'air. En déterminant si les problèmes comportent des éléments qui se répètent dans l'espace ou dans le temps (selon les saisons, quotidiennement, etc.), il est plus facile de mettre le doigt sur la cause d'un problème de pollution. De plus, il faut établir si les problèmes signalés se limitent à quelques appartements ou s'ils sont généralisés.

2e étape : repérage des sources de polluants

L'information s'obtient aussi en étant à l'affût des sources possibles de pollution pendant une visite de l'immeuble. La vue et l'odorat, les malaises oculaires et respiratoires ainsi que le bon sens peuvent procurer les meilleurs indices sur la nature et l'importance des sources de polluants.

Voici quelques sources courantes de pollution atmosphérique pouvant être repérées visuellement :

- garages (produits de combustion);
- puisards ouverts (radon et moisissure);
- buanderies (humidité, substances chimiques provenant des produits de lessive);
- locaux d'entreposage des ordures (moisissures, odeurs);
- eau de condensation provenant des climatiseurs (moisissures, bactéries);
- matériaux de construction humides (moisissure, formaldéhyde);
- humidificateurs (moisissure, produits de traitement);
- ameublement et articles de décoration neufs (formaldéhyde, composés organiques volatils);
- activités des occupants comme les passe-temps qui nécessitent l'emploi de solvants, de colles ou d'autres sources importantes de pollution;
- peinture neuve, colle à moquette, etc. (composés organiques volatils);
- air extérieur (polluants divers);
- fumeurs (un grand nombre de substances cancérigènes et irritantes);
- appareils de chauffage au bois (produits de combustion);
- piscines (produits chimiques, chlore, humidité et poussées biologiques);
- animaux familiers;
- agents de nettoyage;
- odeurs de cuisson.

Dans un immeuble d'appartements, il faut comprendre que les problèmes peuvent ne provenir que d'un seul logement ou être le fait d'un ensemble d'éléments réunis. Il importe de visiter tous les appartements où des problèmes ont été notés.

3e étape : observation générale des installations mécaniques

Si les deux premières étapes n'ont pas permis de relever une source de pollution de l'air intérieur, il faudra alors examiner l'état et le fonctionnement des installations mécaniques. On déterminera notamment :

Le type d'installation

À débit constant, à débit d'air variable, etc.

Les mouvements d'air

La plupart des immeubles d'appartements disposent de systèmes de ventilation simples comportant un ou plusieurs ventilateurs qui pressurisent les corridors ainsi que des voies d'extraction dans chaque logement. Ces dernières peuvent être soit des ventilateurs individuels ou des ventilateurs d'extraction centraux desservant plus d'un appartement. Cette configuration est censée créer un mouvement d'air qui empêche les polluants et les odeurs produits par un logement de se propager dans les corridors. Ce mouvement «corridor-logement» peut être inversé à la suite d'un déséquilibre dans le système de pressurisation du corridor ou à cause d'éléments environnementaux comme le vent, l'effet de tirage ou les autres installations mécaniques. Citons à titre d'exemple un immeuble d'appartements pourvu d'une installation centrale de climatisation où l'alimentation en air frais du logement serait inférieure au taux d'évacuation des grilles de reprise et des circuits d'extraction.

En présence d'importantes sources de pollution, les installations de ventilation doivent être vérifiées pour s'assurer qu'elles fonctionnent raisonnablement bien. En général, l'installation de ventilation doit pouvoir extraire les principaux contaminants directement à l'extérieur.

Le taux d'air frais

- cycles «constant» et «économie»

L'emplacement des bouches d'admission d'air frais

- et des sources de contamination extérieures potentielles

Pour les ventilateurs d'extraction ponctuels

- où ils sont situés
- ce qui les régit
- s'ils sont réglables

Les commandes

- type, mode de fonctionnement, avantages et désavantages, état général

Le fonctionnement

- nombre d'heures de marche, dispositions pour le fonctionnement d'installations de ventilation distinctes

L'état général et la propreté

- des filtres, des humidificateurs, des tours de refroidissement et des éléments de traitement de l'air

La ventilation du garage

- méthode, heures de fonctionnement, commandes, état, comportement vis-à-vis l'effet de tirage

Le type de ventilation de l'enceinte de la piscine

La Section 2.2 de ce document présente des préoccupations particulières relatives à la qualité de l'air des immeubles d'appartements. La Section 3.0 fournit des listes de contrôle qui peuvent servir à organiser la démarche d'investigation.

2.2 Préoccupations particulières

2.2.1 Le dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone est produit par les occupants de l'immeuble et par les appareils à combustion mal ventilés. Dans les édifices à bureaux, le CO_2 est l'un des principaux signes d'une ventilation insuffisante. Dans les immeubles d'appartements, l'occupation est beaucoup moins dense sauf peut-être pour les lieux de rassemblement où l'on peut trouver des surcharges temporaires dues à l'usage. Dans la plupart des zones, les concentrations de CO_2 ne devraient pas atteindre des niveaux se situant entre 800 et 1 000 ppm, lesquels sont fréquents dans les bureaux. Si c'était le cas, il faudrait soupçonner une ventilation très réduite ou bien une autre source de CO_2.

Les gaz émanant des générateurs à combustible peuvent constituer une source de CO_2 s'ils sont mal évacués. Dans cette éventualité, consulter la Section 2.2.2.

2.2.2 Le monoxyde de carbone et les produits de combustion

Le CO, gaz toxique, provient surtout de la combustion incomplète, ce qui est le cas, par exemple, des moteurs à combustion interne. Une flamme nette donne habituellement lieu à des niveaux de CO très bas et le principal gaz produit est le CO_2. La combustion produit également de l'oxyde d'azote reconnu comme un problème chez les appareils sans dispositif d'évacuation comme les cuisinières à gaz.

Les plans de l'immeuble ou des entretiens avec le gérant et les occupants révéleront la présence de problèmes possibles ayant trait aux éléments suivants :

- garages de stationnement intérieurs
- appareils de chauffage à combustible autonomes
- cuisines avec cuisinière à gaz
- chaufferies logeant les chauffe-eau et les installations centrales de chauffage à combustible
- aires occupées situées à proximité de l'un ou l'autre de ces éléments
- prises d'air situées près de bouches d'évacuation ou donnant sur une importante voie de circulation

2.2.3 L'humidité

Santé et Bien-être social Canada recommande de maintenir le taux d'humidité relative entre 30 et 80 p. 100 l'été et entre 30 et 55 p. 100 l'hiver.

Un taux d'humidité inférieur pourrait entraîner des irritations, surtout chez les gens éprouvant des troubles respiratoires. Quant aux taux d'humidité élevés, le problème principal est que l'eau peut se condenser sur la surface des conduites d'eau, des murs et des fenêtres mal isolés. Cette condensation peut survenir dans des endroits dissimulés si les fuites d'air refroidissent l'air perdu dans l'enveloppe du bâtiment. L'eau peut endommager le bâtiment, mais contribue aussi à la prolifération des moisissures. L'humidification constante causée par la condensation peut favoriser la croissance de diverses moisissures, dont certaines sont toxiques et un grand nombre d'autres sont à l'origine de réactions allergiques chez les personnes sensibles.

La question de la contamination biologique est abordée à la Section 2.2.8.

Il faut s'attendre à ce que le niveau d'humidité dans les appartements varie beaucoup selon le taux de production d'humidité des personnes et la qualité de la ventilation. Il est très possible qu'un problème ne touche que les occupants d'un seul logement.

2.2.4 Le formaldéhyde

Les plans de même que les registres de construction ou de rénovation doivent mentionner si de la mousse isolante d'urée-formaldéhyde (MIUF) a été mise en oeuvre dans l'enveloppe du bâtiment. S'il y en a, on doit en déterminer la quantité et obtenir de l'information sur les efforts qui ont été déployés pour l'empêcher de communiquer avec l'air intérieur. La MIUF peut être une source importante de formaldéhyde.

Les registres doivent également indiquer quelles parties du bâtiment ont été rénovées (modification de l'ossature, peinture, remplacement des carreaux de plafond ou de la moquette) au cours du mois précédent. Le formaldéhyde est présent dans de nombreux matériaux synthétiques et adhésifs. On inspectera donc les zones qui en contiennent et on questionnera les occupants concernés.

Des matériaux de construction comme les panneaux de particules peuvent également émettre du formaldéhyde, surtout lorsque ces derniers sont humides. On peut toutefois réduire les émissions en prenant soin de sceller ces matériaux.

Normalement, deux couches de vernis de polyuréthane ou de peinture pare-vapeur assurent une protection adéquate.

Le nettoyage et l'entretien (lavage des murs et des tapis ou application de cire pour meubles) peuvent aussi libérer du formaldéhyde dans l'air. La date de formulation des plaintes doit être vérifiée pour voir si celles-ci coïncident avec ce genre d'activités.

Les symptômes d'exposition au formaldéhyde sont : difficulté à respirer, irritation du nez et de la gorge, maux de tête, toux, fatigue, nausée et éruptions cutanées. Comme ces symptômes surviennent aussi à la suite d'une exposition à d'autres composés organiques, ils ne peuvent pas être attribués à la seule présence du formaldéhyde.

Puisque les matériaux de construction, l'ameublement et les articles de décoration sont à la source des contaminants, le taux d'émission est relativement constant. Donc, si le niveau de ventilation diminue, les symptômes seront exacerbés. Si l'apparition des symptômes coïncide avec les activités de nettoyage, on peut probablement conclure que les produits de nettoyage sont en cause. Cependant, d'autres substances chimiques que le formaldéhyde se trouvant dans ces produits pourraient aussi l'être.

Il est tout probable que les seules sources de formaldéhyde qui soient repérées pendant l'évaluation préliminaire soient la MIUF mal scellée et les grandes quantités de contreplaqué ou de panneaux de particules non scellés. Il est beaucoup plus probable que l'on trouve une myriade de sources faibles dans les immeubles d'appartements. Celles-ci peuvent être difficiles à déceler. Il se peut que l'évaluation préliminaire ne permette pas de faire ressortir un problème de formaldéhyde et qu'il faille faire appel aux techniques de mesure simples expliquées à la Section 4.0.

2.2.5 Les particules

Bien que les particules (poussières et fibres) ne représentent habituellement pas un problème dans les immeubles d'appartements, il faut inspecter (visiter) les aires récemment rénovées, les locaux techniques et toute autre zone qui aurait fait l'objet de plaintes.

Les sources les plus probables de particules dans un bâtiment sont :

- o les travaux de rénovation;
- o l'air extérieur;
- o les conduits de ventilation;
- o les dépôts d'humidificateur dans les régions où l'eau est dure;
- o la fumée de tabac.

L'importance de chacune de ces sources est décrite ci-dessous. Comme c'est le cas pour certains autres polluants atmosphériques, les symptômes de l'exposition à des particules ne sont pas spécifiques et ne devraient pas servir à établir les sources sans preuve de leur existence.

- o Les rénovations touchant à l'ossature entraîneront certainement un problème de particules. Toutefois, puisque les particules sont généralement grandes, le problème ne devrait pas s'étendre bien au-delà des zones de travail (à moins que les particules soient transportées dans le circuit de ventilation). Il ne devrait pas non plus persister longtemps une fois les travaux terminées.

- o Il est peu probable que l'air extérieur occasionne des problèmes de particules si les bouches d'admission d'air sont dotées de filtres adéquats. Cependant, si elles en sont dépourvues et que l'on remarque des matières libres autour de celles-ci, alors l'air extérieur pourrait être en cause. Les allergies qui surviennent durant la saison de la pollinisation sont probablement déclenchées par l'air extérieur (le pollen pourrait être enlevé par un filtre).

- o La présence de saleté autour des diffuseurs indique que des particules se sont introduites dans les locaux par le système de ventilation. Ces particules peuvent provenir des conduits de ventilation si l'immeuble est vieux, si les conduits n'ont jamais été nettoyés ou si l'intérieur des conduits est bordé d'isolant.

- o Si les diffuseurs présentent des dépôts calcaires, il peut s'agir des minéraux contenus dans l'eau dure utilisée par les humidificateurs. La présence de dépôts d'eau dure sur les volets des humidificateurs, les plaintes relatives à des odeurs de poussière, de colle ou de plastique lorsqu'ils fonctionnent ou à la suite de leur nettoyage constituent des indices additionnels. Évidemment, ces problèmes sont plus aigus l'hiver.

Les symptômes d'exposition à des particules sont les suivants : sécheresse des yeux, du nez et de la gorge, effets de l'irritation causée par la poussière, à savoir toux, éternuements et allergies respiratoires.

2.2.6 Le radon

Le radon est un gaz souterrain inodore. Il peut s'introduire dans les locaux sous le niveau du sol et, dans certaines circonstances, dissous dans l'eau. Inspecter les lieux suivants pour repérer les voies d'infiltration :

- sous-sol ou zone sous-jacente;
- pièces abritant des pompes de puisard;
- zones où de grands volumes d'air provenant du sous-sol pourraient atteindre la partie hors-sol de l'immeuble (par la cage d'escalier, par exemple, ou par les gaines d'ascenseur).

Pendant ou après l'inspection, il faudra répondre à ces questions :

- Ces zones sont-elles ventilées?
- Des gens y passent-ils une grande partie de la journée?

Le radon pose des risques réels si un secteur particulier réunit les trois conditions suivantes :

- L'endroit représente une importante source potentielle de radon (elle est en contact avec le sol, par exemple);
- La ventilation dans cette partie de l'immeuble est minimale ou inexistante ou il y règne des odeurs (ce qui constitue une précieuse indication de l'efficacité de la ventilation); et
- Des gens passent du temps là ou à proximité.

2.2.7 Les composés organiques volatils

De nombreux produits chimiques différents peuvent provenir des matériaux de construction, de l'ameublement, de articles de décoration et des matières conservées par les occupants d'un immeuble. Les concentrations de composés organiques volatils (COV) seront tout probablement faibles, cependant, à moins que les sources de pollution soient importantes ou que la ventilation soit très déficiente. Les sources possibles sont :

- les pièces où l'on entrepose des produits chimiques comme des pesticides, de la peinture et des solvants;
- les activités de nettoyage et d'entretien (comme la peinture, la pose de moquette neuve, les changements apportés à l'ossature ainsi que le calfeutrage);
- les activités des occupants, comme les passe-temps qui requièrent l'utilisation de solvants.

Les registres de l'immeuble, le calendrier d'entretien, les entrevues avec les occupants doivent servir à obtenir des données de base sur l'immeuble et l'emplacement des sources de pollution potentielles. Il s'agit ensuite d'inspecter ces emplacements.

Les personnes exposées aux COV présentent les symptômes suivants : toux, maux de gorge, étourdissements, nausées, fatigue, maux de tête, larmoiement, vue brouillée, troubles de digestion, irritation de la peau et allergies. Ces symptômes ne sont pas spécifiques et ne peuvent habituellement pas permettre de reconnaître des substances en particulier. C'est pourquoi la nature des symptômes est moins utile que le lieu et le moment où ils sont apparus.

2.2.8 La contamination biologique

Les moisissures et leurs spores sont les contaminations biologiques les plus courantes dans les bâtiments résidentiels. Certaines espèces de moisissure provoquent des réactions allergiques chez un grand nombre de personnes, tandis que d'autres affectent seulement quelques personnes. La contamination biologique survient surtout dans les endroits humides favorisant la prolifération. Par conséquent, il faut rechercher les signes d'une humidification périodique ou d'un événement ponctuel comme une inondation ou un débordement.

Les moisissures sur des surfaces comme les murs et les carreaux de plafond sont habituellement brun foncé ou noires. Elles peuvent aussi être vertes, blanches, bleu vert ou jaunes chez certaines espèces. Les colonies fongiques peuvent présenter l'aspect d'une pile de spores denses et foncés légèrement soulevés sur la surface de leur substrat. Les spores des colonies bien développées peuvent être enlevés par frottement. Il faut examiner le dessus des carreaux de plafond amovibles. Il est possible de confondre pour des croissances fongiques les taches de rouille ou les marques de brûlure (causées par les torches de plombier).

Les moisissures peuvent se développer sur les tapis humides situés dans une zone de faible circulation, prenant l'aspect de taches noires, grises ou vertes visibles sur la surface. Ces taches peuvent être rondes si elles naissent à un endroit leur permettant de s'étendre impunément dans toutes les directions. Mais il est plus probable que les colonies se forment sur le revers de jute ou la thibaude du tapis. On doit chercher des taches sur la moquette révélant l'action de l'eau, comme des signes d'allongement et des clous rouillés dans la bande de fixation. En présence de ces signes, il faut soulever la moquette à un endroit convenable et examiner le revers de jute ainsi que la thibaude pour voir s'ils sont tachés. La plupart des espèces de moisissures sont habituellement brunes ou noires, mais elles peuvent aussi être de couleur vert olive, bleu vert ou jaune vert. Cependant, les taches sous le tapis ne sont pas toutes d'origine fongique. Il est pratiquement impossible de différencier à l'oeil nu les proliférations fongiques du café ou du cola renversé ou d'autres taches d'eau. Si la moquette est demeurée humide pendant une semaine, a été plusieurs fois trempée ou se trouve dans une zone où les bottes et les souliers apportent de l'humidité, la prolifération fongique est inévitable dans le cas des moquettes contenant des fibres biodégradables (comme la jute) ou sur le dessus des thibaudes en mousse.

Un grand nombre de moisissures peuvent rapidement proliférer sur des objets comme les boîtes de carton, les vêtements et le papier. Vérifier d'abord si les surfaces en contact avec le plancher sont humides. Rechercher les colonies de moisissures comme nous venons de l'indiquer. Les colonies qui croissent sur les vêtements peuvent avoir l'aspect du poivre. Ce «poivre» peut être constitué de grosses spores de quelque espèce de moisissure.

Dans de l'eau stagnante, les bactéries ou les algues (lorsque visibles) brouillent l'eau, forment une couche visqueuse ou se déposent sur le fond. Seules quelques espèces de moisissure prolifèrent dans l'eau, mais elles se forment généralement juste au-dessus de la ligne d'eau, prenant l'aspect d'un «cerne» noir. Des précipités de minéraux peuvent aussi se former dans l'eau et confondre l'observateur.

Voici quelques directives générales pour évaluer la probabilité de contamination microbienne dans un immeuble :

- La présence de moisissure ou d'une substance visqueuse dans un humidificateur ou dans un climatiseur, ou bien de moisissure dans un conduit menant à l'un de ces appareils, ou en sortant, indique un problème.

- De même, la moisissure dans les conduits ou sur la surface des diffuseurs ou des persiennes d'évacuation dans une zone occupée est mauvais signe.

- Le degré de contamination augmentera si la ventilation est interrompue pendant longtemps, et les symptômes en seront probablement d'autant plus aggravés.

- Si l'on perçoit une odeur de moisi, c'est sans doute qu'il y a de la moisissure quelque part; l'endroit précis ne saute toutefois pas toujours aux yeux.

- Les taches d'humidité sur les murs peuvent trahir la présence de moisissure dans la cavité murale.

- La température du chauffe-eau doit être maintenue à au moins 75 °C pour éliminer la bactérie Legionella.

- La répartition spatiale des maladies ou des plaintes peut être utile. Si les problèmes s'étendent à tout l'immeuble, la contamination provient vraisemblablement des installations mécaniques.

- Les problèmes sont saisonniers, concernant les humidificateurs l'hiver et les climatiseurs centraux l'été.

2.2.9 L'ozone

L'ozone peut avoir d'importants effets irritants sur les gens. La principale source d'ozone est la formation d'arcs électriques par les installations à haute tension, surtout à cause de dépoussiéreurs électriques défectueux. Ces dispositifs sont rares dans les immeubles d'appartements. Si des irritations sont perçues lorsque ces appareils fonctionnent, cependant, ceux-ci devront être inspectés pour s'assurer qu'ils sont propres et que les arcs électriques se forment bien (bruit sec à la décharge). Les circuits électriques à haute tension des chambres de transformateurs sont une source moins probable d'ozone. Encore une fois, le problème découle d'une défectuosité puisque les appareils fonctionnant normalement ne produisent pas beaucoup d'ozone.

2.2.10 L'amiante

Les fibres d'amiante aériennes sont très préoccupantes depuis qu'on connaît leur nature cancérigène. À l'époque, l'amiante était utilisé pour le calorifugeage des conduits devant subir de fortes contraintes thermiques et pour ignifuger l'ossature. Lorsque l'amiante est contenu de telle sorte que ses fibres ne peuvent se propager dans l'air, il ne présente aucun danger, à moins que des travaux de rénovation ne soient prévus. Toutefois, lorsque le recouvrement est dégradé ou inexistant, il y a certes là danger de contamination de l'air. Les plans et les inspections doivent établir si l'amiante a été utilisé dans la construction du bâtiment en question et déterminer la possibilité que des fibres se libèrent.

3.0 LISTES DE CONTRÔLE POUR L'ÉVALUATION

Cette section présente deux listes de contrôle. L'une servira à évaluer le bâtiment et l'autre sera remise aux occupants pour qu'ils la remplissent.

La liste de contrôle visant l'évaluation du bâtiment est divisée en trois sections :

- I Aires communes de l'immeuble
- II Fonctionnement des installations mécaniques et du système de chauffage, de ventilation et de climatisation
- III Appartements ou zones concernés

De toute évidence, un certain nombre des listes de contrôle de la section III pourraient être utilisées dans un immeuble; et pour d'autres bâtiments, les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation pourraient être suffisamment distincts pour permettre l'utilisation séparée des feuilles de la section II.

Les feuilles posent des questions numérotées de 1 à 40. Nombre d'entre elles comportent des questions additionnelles subdivisées en (a), (b), (c), etc. auxquelles on doit répondre si la réponse à la question principale est affirmative.

En général, répondre «OUI» à une question signifie qu'il y a peut-être une source de contamination de l'air dans la zone concernée.

La Section 3.1 fournit quelques conseils sur la façon d'évaluer les réponses à chacune des questions.

I AIRES COMMUNES DE L'IMMEUBLE

1. En quelle année l'immeuble a-t-il été construit? _____
   a) Les dessins conformes à l'exécution de ce bâtiment ont-ils été égarés? oui/non
   b) Les dessins conformes aux installations de ce bâtiment ont-ils été égarés? oui/non
   c) Les manuels de fonctionnement et d'entretien du système de chauffage, de ventilation et de climatisation de cet immeuble ont-ils été égarés? oui/non
   d) Le système de chauffage, de ventilation et de climatisation est-il soumis à un programme d'entretien périodique? oui/non

2. A-t-on récemment remplacé la moquette dans certaines pièces? oui/non
   a) Dans l'affirmative, les odeurs ont-elles persisté pendant plus d'une semaine après la pose? oui/non
   b) Si OUI, décrire les lieux.

   _____

   _____

3. A-t-on récemment repeint certaines pièces? oui/non
   a) Dans l'affirmative, les odeurs ont-elles persisté pendant plus d'une semaine après l'application de la peinture? oui/non
   b) Si OUI, décrire les lieux.

   _____

   _____

4. A-t-on récemment procédé à un nettoyage, ou procède-t-on régulièrement à des travaux de nettoyage qui requièrent de grandes quantités de solvants ou de substances chimiques? oui/non
   a) Si OUI, quels produits utilise-t-on?

   _____

5. L'immeuble possède-t-il une installation centrale de chauffage ou un chauffe-eau à combustible? oui/non
   a) Peut-on observer des signes de fuite des gaz de combustion de la chaudière dans la chaufferie, la salle des conduits de fumée ou les aires adjacentes? oui/non
   b) Peut-on sentir l'odeur des gaz de combustion dans la pièce? oui/non

6. L'immeuble dispose-t-il d'un garage de stationnement fermé? oui/non
   a) A-t-on constaté que l'installation de ventilation ne fonctionnait pas? oui/non
   b) Est-ce qu'on interrompt la ventilation pendant certaines périodes? oui/non
   c) L'installation de ventilation est-elle contrôlée? oui/non
   d) Y a-t-il des capteurs de monoxyde de carbone dans le garage pour régir la ventilation? oui/non
   e) Dans l'affirmative, ont-ils été étalonnés dernièrement? oui/non
   f) Les conduits d'admission d'air et d'extraction sont-ils obstrués? oui/non
   g) L'effet de tirage aspire-t-il l'air du garage jusque dans l'immeuble? (Vérifier au niveau des portes d'accès) oui/non

7. L'immeuble compte-t-il un vide-ordures aboutissant au local de réception? oui/non
   a) La ventilation y est-elle arrêtée ou inefficace? oui/non
   b) L'air du local de réception des ordures ou du vide-ordures se déplace-t-il vers le reste de l'immeuble? oui/non
   c) Y règne-t-il une odeur déplaisante ou un relent de moisissure? oui/non

8. L'immeuble offre-t-il une piscine, une baignoire à hydromassage ou une salle de conditionnement physique? oui/non
   a) L'entretien et le nettoyage semblent-ils irréguliers ou insuffisants? oui/non
   b) Y a-t-il des taches de moisissure sur les murs, les plafonds, les planchers, les appareils sanitaires ou les articles comme les rideaux de douche? oui/non
   c) Les murs, les planchers, les fenêtres et les plafonds présentent-ils de la condensation? oui/non
   d) L'humidité semble-t-elle élevée? oui/non
   e) Des produits biodégradables (comme le bois) sont-ils souvent mouillés? oui/non

9. L'immeuble comporte-t-il un sous-sol, une zone sous-jacente ou un vide sanitaire en terre? oui/non
   a) Y a-t-il des aires occupées à proximité? oui/non
      Si OUI, décrire les lieux.

      _____

      _____

   b) Ces aires sont-elles dépourvues de ventilation? oui/non
      Y règne-t-il des odeurs de moisi? oui/non

10. Y a-t-il des pièces dont les murs ou le plancher est percé par un puisard, des conduites de gaz ou d'eau, des fissures, etc.? oui/non
   a) Dans l'affirmative, décrire les lieux :

      _____

      _____

   b) Ces pièces sont-elles dépourvues de ventilation? oui/non
   c) Y règne-t-il des odeurs de moisi? oui/non

11. Les murs de l'immeuble renferment-ils de la mousse isolante? oui/non
   a) Il s'agit de polyuréthane / de polystyrène / d'urée-formaldéhyde / d'un type inconnu.

12. Les plans précisent-ils l'utilisation de l'amiante pour calorifuger les tuyaux ou ignifuger l'ossature? oui/non
   a) Si OUI, l'inspection a-t-elle permis de déceler des fibres en suspension près des conduits et de l'équipement de traitement de l'air? oui/non

13. L'immeuble a-t-il déjà subi une inondation ou un débordement quelconque? oui/non

14. Présente-t-il des signes de problèmes d'humidité tels que :
   a) des taches ou de l'humidité sur les murs, le plancher, le plafond? oui/non
   b) des moquettes tachées, rayées ou détrempées? oui/non

c) des odeurs de moisi? oui/non

II FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS MÉCANIQUES ET DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE, DE VENTILATION ET DE CLIMATISATION

Si l'immeuble compte deux tours ou deux ailes, ou plus, chacune commandée par une installation différente, remplir cette formule pour chacune d'elles.

15. Décrire les installations de ventilation.

_____

_____

_____

_____

16. La quantité d'air frais utilisée par l'installation de ventilation est-elle la même à longueur d'année? oui/non

17. L'installation de ventilation de l'immeuble est-elle à recyclage d'air? oui/non
    a) Le système de chauffage, de ventilation et de climatisation est-il pourvu d'un cycle économiseur? oui/non
    b) Quel pourcentage maximal d'air frais utilise-t-il? ____%
    c) Quel pourcentage minimal d'air frais utilise-t-il? ____%
    d) Quel est le pourcentage d'air frais actuellement? ____%

18. L'air est amené aux étages par :
    un système à débit constant / un système à débit d'air variable / des pompes à chaleur / une autre installation / installation inconnue.

19. Y a-t-il un dispositif de pressurisation des corridors? oui/non
    a) Le mouvement d'air entre le corridor et les appartements est-il inversé? oui/non

20. À quelle degré maintient-on la température du réservoir alimentant l'immeuble en eau chaude? ____°C

21. Le système de chauffage, de ventilation et de climatisation de l'immeuble est-il muni de bouches d'admission d'air frais distinctes? oui/non
    a) Des bouches se trouvent-elles à moins de trois étages au-dessus d'une rue à grande circulation? oui/non
    b) Des bouches se trouvent-elles à moins de 10 mètres (30 pieds) de l'entrée ou de la sortie du garage de stationnement? oui/non
    c) Des bouches se trouvent-elles à moins de 10 mètres (30 pieds) des bouches d'évacuation de cet immeuble ou d'un bâtiment adjacent? oui/non
    d) Les bouches se trouvent-elles à proximité d'eau stagnante ou d'une tour de refroidissement? oui/non
    e) Des débris organiques se sont-ils accumulés près des bouches? oui/non
    f) Trouve-t-on d'autres sources de pollution près de l'une ou l'autre des bouches? oui/non

22. L'admission d'air frais de cet immeuble est-elle dotée d'un dispositif de filtration de la poussière? oui/non
    a) Est-ce qu'il manque des filtres? oui/non
    b) Les filtres sont-ils changés moins souvent que ce que recommande le fabricant? oui/non
    c) Les filtres s'ajustent-ils si mal que l'air peut se faufiler sur les bords? oui/non
    d) Les filtres sont-ils enchevêtrés ou encrassés? oui/non
    e) Les filtres sont-ils mouillés? oui/non

23. Utilise-t-on des humidificateurs à vapeur d'eau dans cet immeuble? oui/non
    a) Ces humidificateurs sont-ils supposés fonctionner en cette période de l'année? oui/non
    b) Fonctionnent-ils en ce moment? oui/non
       Dans l'affirmative, répondre à la question ci-dessous :
       c) Les bacs des humidificateurs sont-ils bouchés au point de nuire à l'écoulement de l'eau? oui/non
    d) Les bacs des humidificateurs contiennent-ils une substance visqueuse? oui/non
    e) Peut-on y sentir une odeur de moisi? oui/non
    f) Y a-t-il de la moisissure dans les conduits situés près des humidificateurs? oui/non
    g) Y a-t-il formation de mousse dans les humidificateurs? oui/non
    h) L'eau est-elle dure dans la région? oui/non
    i) Si oui, y a-t-il des dépôts de sédiments sur les robinets? oui/non
    j) Souffle-t-on les poussières de sédiment dans les conduits après avoir gratté les robinets pour en retirer les dépôts? oui/non

24. Utilise-t-on des humidificateurs à injection de vapeur dans cet immeuble? oui/non
    a) Ces humidificateurs sont-ils censés fonctionner en cette période de l'année? oui/non
    b) Fonctionnent-ils en ce moment? oui/non
       Dans l'affirmative, répondre à la question ci-dessous :
       c) Introduit-on des produits chimiques dans la chaudière ou dans les tuyaux pour prévenir la corrosion? oui/non
          Si OUI, indiquer le nom des produits :

          _____
          _____
          _____
          _____

25. Cet immeuble est-il pourvu d'une installation de refroidissement de l'air? oui/non
    a) Cette installation est-elle supposée fonctionner en cette période de l'année? oui/non
    b) Cette installation fonctionne-t-elle actuellement? oui/non
       Dans l'affirmative, répondre à la question suivante :
       c) Les bacs d'eau de condensation sont-ils nettoyés moins d'une fois par semaine? oui/non
    d) Y a-t-il une matière visqueuse ou une prolifération quelconque dans les bacs? oui/non
    e) Les serpentins de refroidissement sont-ils encrassés? oui/non
    f) Le système exhale-t-il des odeurs de moisi? oui/non

26. Les conduits ou les plénums de ventilation sont-ils calorifugés? oui/non
    a) L'isolant se trouve-t-il à l'intérieur, donc directement exposé à l'air qui circule? oui/non
    b) S'est-il écoulé plus de cinq ans depuis le dernier nettoyage des conduits ou des plénums? oui/non

27. Les conduits présentent-ils des signes de condensation? oui/non
    (Vérifier d'abord les zones froides près des bouches d'admission et après avoir laissé refroidir les serpentins.)

III FEUILLE D'OBSERVATIONS
APPARTEMENTS OU ZONES CONCERNÉS

N° : _____

À quel secteur de l'immeuble les observations suivantes s'appliquent-elles? Prière d'indiquer le numéro d'étage, de pièce ou d'appartement ou alors décrire brièvement (exemple : rez-de-chaussée, problème généralisé, etc.).

_____

_____

Répondre à toutes les questions en encerclant le «oui», le «non» ou l'une des réponses suggérées.

28. Observations générales

    a) Les murs ou les plafonds portent-ils des taches d'humidité ou des traces de moisissure? oui/non
    b) Les moquettes, les rideaux ou autres sont-ils humides? oui/non
    c) Y a-t-il beaucoup de plantes en pots dans cette aire? oui/non
    d) Les plantes, les pots ou la terre présentent-ils des signes de moisissure? oui/non
    e) Les plantes semblent-elles infestées de mites? oui/non
    f) Y a-t-il des animaux dans l'appartement? oui/non
    g) Peut-on sentir des odeurs particulières? oui/non
    h) Laquelle des odeurs suivantes y correspond le mieux? gaz d'échappement / fumée de diesel / chaufferie / appareil de chauffage / animaux / odeurs corporelles / moisi / produit chimique / solvant / ciment ou plâtre (humide) / poussière / craie
    i) Les occupants utilisent-ils des ventilateurs pour accentuer le mouvement de l'air? oui/non
    j) Y a-t-il beaucoup de poussière sur les surfaces planes? oui/non
    k) Remarque-t-on des signes de condensation sur les murs et les fenêtres oui/non

29. Y a-t-il des **diffuseurs d'air**? oui/non
    a) Peut-on remarquer l'un ou l'autre des signes suivants autour des diffuseurs? moisissure / poussière de craie / saletés oui/non
    b) Les diffuseurs sont-ils obstrués par des meubles, du papier ou d'autres objets? oui/non

30. Trouve-t-on des **ventilateurs d'extraction** ou des **aérateurs à lames** dans l'appartement ou dans la zone concernée? oui/non
    a) Leur débit semble-t-il insuffisant? oui/non
    b) Y a-t-il des saletés autour des aérateurs à lames? oui/non
    c) L'un ou l'autre de ces aérateurs est-il obstrué par des meubles, du papier ou d'autres objets? oui/non

31. A-t-on ajouté une moquette ou des meubles neufs au cours des trois derniers mois? oui/non

32. Trouve-t-on de grandes surfaces couvertes de panneaux de particules ou de l'ameublement et des articles de décoration fabriqués avec ce matériau? oui/non

33. Y a-t-il une cuisinière à gaz? oui/non
    a) A-t-on prévu des conduits d'évacuation pour les gaz de combustion produits par la cuisinière? oui/non
    b) La cuisinière est-elle employée sans que le ventilateur d'extraction ne soit mis en marche? oui/non

34. Y a-t-il un foyer à bois ou à gaz dans cette zone? oui/non
    a) Semble-t-il mal ventilé? oui/non
    b) L'alimentation en air semble-t-elle insuffisante? oui/non

35. Y a-t-il un appareil de chauffage autonome (à gaz ou au kérosène)? oui/non
    Dans l'affirmative,
    a) Cet appareil fonctionne-t-il dans une zone mal ventilée? oui/non
    b) Peut-on percevoir une odeur de produits de combustion dans la pièce? oui/non
    c) L'air de la pièce est-il réintroduit au lieu d'être évacué directement à l'extérieur? oui/non

36. Y a-t-il un réfrigérateur dans le logement? oui/non
    a) Peut-on voir des signes de moisissure dans le réfrigérateur? oui/non
    b) Le tuyau de drainage du réfrigérateur est-il bouché? oui/non
    c) Le bac de dégivrage est-il humide et moisi? oui/non
    d) Le serpentin du condenseur est-il poussiéreux? oui/non

37. Y a-t-il de la moisissure sur les carreaux, les murs ou le plafond de la salle de bains? oui/non

38. Trouve-t-on un humidificateur ou un déshumidificateur dans le logement? oui/non
    a) Le bac, les serpentins et l'eau se trouvant dans ces appareils présentent-ils une accumulation de poussière, de matière visqueuse ou de moisissure? oui/non

39. Peut-on observer de petites fuites régulières à proximité de l'évier, de la toilette, de la baignoire ou des égouts? oui/non

40. Les retraits mécaniques ou électriques ou autres voies d'entrée pour les contaminants extérieurs sont-ils peu étanches? oui/non

QUESTIONNAIRE PORTANT SUR LES PLAINTES DES OCCUPANTS

Quelle section de l'immeuble est l'objet du plus grand nombre de plaintes? Indiquer le numéro d'étage, de pièce ou d'appartement ou alors décrire brièvement (exemple : rez-de-chaussée, problème généralisé, etc.).

_____

_____

Les réponses que vous donnerez aux questions ci-dessous s'appliqueront à cet endroit. Lorsqu'un choix est proposé, encercler la réponse convenant le mieux. Inscrire votre propre réponse aux endroits indiqués. L'espace nécessaire est fourni.

1. Quelle est la température habituelle de ce lieu?
   correcte / trop élevée / trop basse / parfois trop chaud, parfois trop froid

2. Décrire la qualité habituelle de l'air dans cette pièce.
   correct / courants d'air / stagnant / renfermé / vicié / sec

3. Y a-t-il des odeurs qui vous dérangent à cet endroit? oui/non
   Si OUI, à quelle fréquence sentez-vous ces odeurs?
   rarement / à l'occasion / souvent / constamment
   Laquelle des odeurs suivantes y correspond le mieux?
   gaz d'échappement / fumée de diesel / chaufferie / appareil de chauffage / odeurs corporelles / moisi / produit chimique / solvant / ciment ou plâtre (humide) / poussière ou craie
   Selon-vous, qu'est-ce qui est à l'origine de l'odeur?
   _____

4. Pouvez-vous régler l'un ou l'autre des problèmes susmentionnés? Comment? oui/non

5. Y a-t-il déjà eu un «dégât d'eau» comme une inondation ou un débordement dans cette partie de l'immeuble, à cet étage ou au-dessus de celui-ci? oui/non

6. Avez-vous des antécédents d'allergies? oui/non
   Dans l'affirmative, de quel genre d'allergie s'agit-il?
   respiratoire / cutanée / alimentaire / autre
   Vos allergies empirent-elles lorsque vous vous trouvez dans cet immeuble? oui/non

7. Parmi les symptômes suivants, lesquels sont selon vous sont causés par ce bâtiment?
   maux de tête / fatigue / étourdissements / vertiges / nausées / problèmes gastriques / irritation de la peau / sécheresse des yeux / démangeaisons oculaires / larmoiements / vue brouillée / embarras de la respiration nasale / écoulement nasal / éternuements / maux de gorge / sécheresse de la gorge / problèmes thoraciques / toux / asthme

8. À quel moment de la journée les symptômes se manifestent-ils avec le plus de force?
   matin / après-midi / soir / nuit / tout le temps pareil
   Durant quels jours de la semaine vous plaignez-vous le plus?
   la semaine / la fin de semaine / tout le temps pareil

9. Les symptômes coïncident-ils avec les activités de nettoyage ou d'entretien ou les suivent-ils? oui/non
   Si OUI, décrire l'activité.

_____
_____
_____
_____

Commentaires :

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

3.1 Résumé de l'évaluation

En général, trois facteurs doivent être pris en considération avant de décider si le problème de qualité de l'air est suffisamment grave pour poursuivre l'investigation. On peut se les rappeler en retenant le sigle OViP qui signifie **O**ccupants, **V**entilation inadéquate et **P**olluants. La présence des occupants est importante. En effet, on peut parfois tolérer des problèmes dans des pièces inoccupées comme les locaux techniques de sous-sol. Le niveau de ventilation fourni à un local doit généralement être équivalent à la concentration de contaminants produits dans cette pièce. La capacité de la ventilation doit donc être déterminée en tenant compte de ces deux derniers facteurs.

Les listes de contrôle sont conçues de telle sorte qu'une réponse affirmative reflète un problème potentiel qui n'est pas nécessairement existant. Pour les questions qui les complètent, plus on trouve de «oui», plus les chances de découvrir un problème sont grandes. Les notes suivantes correspondent aux numéros de question de la formule d'évaluation et fournissent quelques indications sur le processus de décision.

Numéro de question :	
1	Clarifie l'utilité de l'information sur laquelle se fonde l'évaluation.
2 à 14	Évaluent les sources de pollution dans l'immeuble. Les préoccupations particulières possibles par question vont comme suit :
2 à 4	Composés organiques volatils
5	Produits de combustion émanant des appareils de chauffage
6	Monoxyde de carbone provenant des garages de stationnement
7	Odeurs et contamination biologique associées aux ordures
8	Humidité et prolifération de moisissure qui en découle
9	Radon et prolifération de moisissure causée par l'humidité
10	Radon
11	MIUF
12	Amiante
13 et 14	Prolifération de moisissure

II Fonctionnement des installations mécaniques et du système de chauffage, de ventilation et de climatisation

15 à 19 Ces questions établissent de quelle sorte de ventilation mécanique contrôlée est pourvu l'immeuble. Bien souvent, les tours d'habitation sont dépourvues de systèmes de circulation, comptant sur un système de pressurisation de corridor pour assurer la ventilation par infiltration naturelle.

20 Si la température est supérieure à 60 °C, les bactéries Legionella ne peuvent ni survivre, ni se reproduire.

21 Le monoxyde de carbone peut représenter un problème si les bouches d'admission surplombent une rue à grande circulation ou sont situées près d'un embarcadère ou d'un garage de stationnement reconnu pour constituer une source de pollution potentielle. L'air contaminé sortant d'une bouche d'évacuation peut retourner à l'intérieur du bâtiment si les bouches d'admission et d'évacuation sont trop près les unes des autres. Les débris organiques ou l'eau stagnante peuvent entraîner une contamination biologique.

22 Les particules peuvent être une source de problème en l'absence de filtres ou si ces derniers ne sont pas entretenus. Des filtres constamment humides peuvent favoriser la prolifération de la moisissure.

23 La contamination biologique peut être engendrée par les humidificateurs à vapeur d'eau si les bacs ne sont pas nettoyés. Si l'eau renferme une grande quantité de minéraux dissous, il est possible que des problèmes de particules surgissent.

24 Les produits chimiques servant à protéger la chaudière ou les tuyaux de vapeur peuvent pénétrer dans le circuit de ventilation et être distribués dans tout l'immeuble.

25 Une contamination biologique peut se produire si l'installation de climatisation n'est pas nettoyée régulièrement. Cette situation survient surtout lorsque l'eau stagnante de condensation contribue à la prolifération bactérienne ou biologique.

26 Les particules ou les fibres des matériaux isolants (surtout la saleté) apparaissant dans les conduits peuvent parfois s'accumuler si les conduits sont calorifugés de l'intérieur.

27 La prolifération biologique peut être le résultat de la condensation. Les odeurs en sont un signe externe. L'observation directe peut être difficile.

28 Les observations générales fournissent des indices sur d'éventuels problèmes.

29. Rechercher des signes de saleté dans les conduits laissant entrevoir la présence de particules pouvant obstruer les bouches d'admission d'air et occasionner une mauvaise distribution de l'air.

30	Même remarque que précédemment, sauf qu'il s'agit ici du circuit d'extraction au lieu du circuit d'admission.
31 à 32	On est surtout préoccupé par les composés organiques volatils de formaldéhyde dégagés par les colles et les solvants d'ameublement.
33 à 35	Produits de combustion
36 à 39	Sources habituelles de contamination fongique.
40	On recherche des voies d'entrée possibles pour les contaminants engendrés à l'extérieur de l'appartement.

4.0 MÉTHODES DE MESURE

4.1 Instruments de mesure suggérés

Dans la plupart des cas, les résultats de l'évaluation préliminaire précisent quels contaminants doivent être mesurés dans un immeuble particulier. Lorsqu'on désire utiliser un nécessaire d'essai convenant à un large éventail de bâtiments, nous suggérons de faire appel aux instruments de mesure décrits ci-dessous. Ces choix sont fondés sur la pertinence, la précision, la simplicité et le coût des appareils.

Il faut généralement évaluer la **température** et **l'humidité**. On dispose de divers outils pour mesurer l'humidité. Buchan, Lawton, Parent Ltd. a obtenu de bons résultats avec des psychromètres ventilés relativement simples. En outre, un certain nombre d'instruments électroniques, dont le plus connu est le Vaisala HMI, série 31, sont précis et faciles d'emploi. Nous déconseillons le psychromètre manuel à rotation, car la précision dépend trop de l'opérateur.

La pompe à échantillonnage GASTEC et les tubes réactifs pour **dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, ozone, formaldéhyde** et **solvants hydrocarburés** peuvent être de bons outils de dépistage. La précision des tubes n'est que de ± 25 p. 100 et certains tubes, surtout en ce qui concerne les solvants hydrocarburés, ne sont pas suffisamment sensibles pour détecter les faibles concentrations de polluants qui pourraient être préoccupantes quant aux effets à long terme. Ils sont néanmoins faciles à utiliser et décèlent les problèmes graves à peu de frais.

Un **mesureur de gaz carbonique à infrarouge** (Buchan, Lawton, Parent Ltd. a recours au Nova 305 SBDL, mais il existe plusieurs autres appareils qui sont considérés comme satisfaisants par Travaux publics Canada, dont le Fuji ZFP5, l'Horiba APBA 210 et le GASTEC R1-411).

Un **détecteur électro-chimique de monoxyde de carbone**. (Buchan, Lawton, Parent Ltd. utilise le Nova 305 SBDL à double usage. Travaux publics Canada a déterminé que l'appareil de mesure CO 260 de la société Industrial Scientific Devices était satisfaisant. Au moins une entreprise de location offre ce type d'appareil.)

Un appareil d'échantillonnage chimique de **formaldéhyde**. Lorsqu'on est à cours de temps, Travaux publics Canada recommande d'utiliser la trousse de mesure du formaldéhyde de la firme STC, laquelle emploie un échantillonneur à barbotage passif et des comprimés réactifs individuels. Cette méthode est relativement simple et autosuffisante. Pour les locaux résidentiels, un échantillonnage prolongé est tout indiqué. À cet égard, l'échantillonneur PF1 de Air Quality Research Incorporated convient tout à fait, mais requiert les services d'un laboratoire et, par conséquent, peut s'avérer relativement coûteux pour n'importe quelle quantité. C'est toutefois un appareil reconnu et très facile à utiliser.

Parmi les appareils électroniques servant à mesurer les **particules inhalables**, on en trouve qui font appel au principe de la diffusion de la lumière ou de la masse piézoélectrique. Ces instruments ne conviennent vraiment pas aux faibles niveaux de particules aixquels on est en droit d'attendre dans un appartement. Nous ne suggérons donc pas de mesurer les particules régulièrement à moins de soupçonner la présence d'un problème. Dans ces cas, il est même plus facile d'avoir recours à la méthode gravimétrique en prenant un échantillon d'air à travers un filtre. Le filtre doit être pesé avant et après l'échantillonnage afin de déterminer le poids des particules recueillies. Les pompes à échantillonnage sont relativement coûteuses (soit environ 1 500 $), mais au moins une compagnie de location les loue à l'unité ou en groupes de cinq à des tarifs quotidiens raisonnables. La poussière peut être examinée au microscope afin d'établir si elle renferme de l'amiante ou d'autres matières spécifiques.

Les échantillonneurs de **radon** se présentent sous diverses formes. Les contenants à charbon sont les plus populaires, mais Buchan, Lawton, Parent Ltd. préfère le système «**R.A.D.**», une méthode d'échantillonnage actif qui mesure les descendants du radon (les résultats sont donnés en niveaux opérationnels [WL]). Le temps d'exposition du système R.A.D. est habituellement d'une semaine.

L'évaluation de la **contamination biologique** ne peut pas vraiment être considérée comme une technique de mesure simple. Certaines méthodes d'échantillonnage (comme l'échantillonneur Anderson ou le Biotest RCS) fournissent une estimation du niveau de particules aériennes pouvant proliférer en colonies de moisissures sur les plaques ou les bandes à la gélose. Les résultats peuvent être trompeurs et il faudra en fin de compte déterminer l'espèce et la source de l'inoculum. Les échantillons de matériaux contaminés doivent être envoyés à un expert aux fins d'analyse. (Buchan, Lawton, Parent Ltd. a recours aux services de la firme Residential and Industrial Fungal Detection Service, située au 4, Birkett Street, à Nepean (Ontario) K2J 2V8). Si l'on soupçonne une contamination biologique, des échantillons doivent être prélevés selon les quantités suivantes dans les zones suspectes déterminées lors de l'évaluation préliminaire.

Quantité et type d'échantillon requis pour une estimation de la contamination biologique

Eau stagnante : échantillon de 30 mL recueilli dans un flacon stérile.

Poussière (provenant des conduits, etc.) : échantillons de 2 à 5 mL recueillis dans un flacon stérile.

Murs et plafonds : L'échantillon idéal consisterait en un morceau de 200 mm x 200 mm du matériau à analyser. Lorsque ce n'est pas praticable, on pourra fournir quelques écailles de peinture dans un flacon de pilules ou dans un contenant à pellicule photographique.

Moquette : Si la moquette doit être jetée, on suggère de faire analyser plusieurs échantillons de 200 mm x 200 mm que l'on expédiera dans des enveloppes séparées. Si ce n'est pas possible, prélever, à l'aide d'un couteau bien tranchant ou de ciseaux et de pinces, plusieurs morceaux de fibres tachées sur le revers de jute. Transporter les échantillons dans un flacon à pilules ou dans un contenant à pellicule photographique.

À cause des coûts nécessaires au prélèvement d'échantillons de **composés organiques volatils**, on ne peut le considérer comme une «évaluation simple». Cependant, si l'on s'associe à un laboratoire qui effectue des analyses de composés organiques volatils, le prélèvement des échantillons pourra se faire par des non-initiés. Si le laboratoire fournit le matériel d'échantillonnage, il faudra suivre les instructions fournies.

Au lieu d'évaluer des contaminants particuliers, pour obtenir des données sur la qualité générale de l'air intérieur, on peut aussi procéder à un dosage biologique comme celui mis au point par la société Bioquest International. On utilise des tubes absorbants passifs pour prélever des gaz et des particules organiques. On introduit le mélange qui en résulte dans des colonies de nématodes. En comparant la prolifération de la colonie à une colonie de contrôle, on arrive à déterminer la qualité globale de l'air.

On trouvera davantage de détails sur cet équipement plus loin dans cette section ainsi que des renseignements sur les niveaux cibles pour les gaz mesurés, les fournisseurs, la sensibilité et la précision.

4.2 Où et quand mesurer

Si les listes de contrôle permettent de soupçonner des problèmes de qualité de l'air potentiels justifiant une confirmation au moyen d'une analyse, l'investigateur entreprendra la seconde étape, à savoir une évaluation au moyen d'instruments de mesure simples. Pour déterminer la concentration des polluants, il ne suffit pas de prélever des échantillons là où les listes de contrôle ont décelé un problème et au moment le plus pratique. Les données ainsi recueillies pourraient se révéler sans aucune valeur pour les raisons suivantes :

- La gravité du problème peut varier selon le moment de la journée et le jour de la semaine.
- L'air de l'extérieur change d'un endroit à l'autre et cette variable influe sur l'air intérieur.
- L'équipement pourrait être défectueux.

Pour réaliser une évaluation efficace, il importe de prélever les échantillons au bon moment et d'établir une base de contrôle pour les données. On prendra donc des mesures en certains endroits (zones de contrôle) qui serviront à comparer les résultats des échantillonnages en zone d'essai. Cette méthode permet de tenir compte des variations de la qualité de l'air extérieur et de parer à d'éventuels problèmes d'équipement.

Les zones de contrôle appropriées incluent :

- les bouches d'admission d'air;
- une autre zone extérieure (si l'air d'admission risque d'être déjà contaminé);
- des endroits à l'intérieur où l'on suppose que l'air est exempt du polluant dont on tente de déterminer la présence.

Les zones d'essai doivent comprendre :

- o les endroits désignés par les listes de contrôle qui pourraient contenir les polluants à mesurer;
- o les endroits faisant l'objet de plaintes (les polluants peuvent se déplacer à l'intérieur d'un immeuble en suivant des voies surprenantes)
- o les bouches d'extraction.

Le contrôle des polluants provenant de l'ossature de l'immeuble, de l'ameublement, des articles de décoration ou de la ventilation (le formaldéhyde, certains produits chimiques volatils, la contamination biologique, etc.) peut être fait à n'importe quel moment. En revanche, il est préférable de mesurer les polluants qui sont occasionnés par les occupants (comme le dioxyde de carbone) ou leurs activités (passe-temps, nettoyage, stationnement, etc.) lorsque ces activités ont eu lieu.

La période de l'année doit aussi être prise en considération. Si le bâtiment dispose d'une installation de ventilation à débit variable, le débit d'air frais risque d'être vraisemblablement plus faible durant les périodes très froides ou très chaudes. Les concentrations de polluants, par conséquent, seront généralement plus élevées au milieu de l'hiver et de l'été. Certaines sources sont saisonnières : les humidificateurs et les appareils de chauffage en hiver, les installations de climatisation et le pollen en été, et ainsi de suite.

Nous avons suggéré des critères généraux permettant de choisir les lieux et les périodes d'évaluation. Le lecteur trouvera au Tableau 4.1 une description plus détaillée des endroits convenant au prélèvement des échantillons de contrôle. Le Tableau 4.2, pour sa part, énumère les endroits et les périodes appropriés pour la prise des mesures d'essai. Ce tableau est basé sur les sources de polluants et les endroits faisant l'objet de plaintes qui ont été déterminés par les listes de contrôle.

Les zones de contrôle ne servent pas à mesurer la température, l'humidité relative et le débit d'air puisque ces paramètres sont commandés par les installations mécaniques de l'immeuble. Il faut s'attendre à ce que les valeurs obtenues à l'intérieur diffèrent de celles obtenues à l'extérieur.

Il est habituellement préférable de procéder aux mesures d'essai et de contrôle en même temps tout en prenant soin de choisir un moment convenable pour les zones d'essai.

Tableau 4.1

ZONES DE CONTRÔLE CONVENABLES POUR MESURER LES POLLUANTS

Polluant	*Zone de contrôle convenable*
Dioxyde de carbone	- bouches d'admission d'air (non contaminées) - extérieur; au niveau du sol ou sur le toit - intérieur; zone inoccupée
Monoxyde de carbone	- bouches d'admission d'air (non contaminées) - extérieur; toit ou étage supérieur - intérieur; au-dessus du deuxième étage
Formaldéhyde	- bouches d'admission d'air (non contaminées) - extérieur; toit ou étage supérieur du côté de l'immeuble où se trouvent les filtres à particules - intérieur; zone inoccupée
Particules	- bouches d'admission d'air (non contaminées) - extérieur; toit ou étage supérieur du côté de l'immeuble où se trouvent les filtres à particules - intérieur; zone inoccupée
Radon	- extérieur; zone couverte (que ni la pluie, ni le vent ne peuvent atteindre - intérieur; au-dessus du deuxième étage
Composés organiques volatils	- bouches d'admission d'air (non contaminées) - extérieur; au niveau du sol ou sur le toit - intérieur; loin des zones où l'on a établi la présence de sources de polluant
Contamination biologique	- bouches d'admission d'air (non contaminées) - extérieur; sur le toit - intérieur; zone exempte de moisissure, d'eau ou de plantes

Tableau 4.1

ZONES D'ESSAI ET PÉRIODES IDÉALES POUR MESURER LES POLLUANTS ET LES AUTRES PARAMÈTRES

Polluant ou paramètre	*Zone d'essai*	*Période de mesure*
Dioxyde de carbone	- sources de polluant	- période d'occupation intense - lorsque le taux d'air frais est bas - moment où des produits de combustion peuvent être engendrés
Monoxyde de carbone	- sources de polluant - zones objets des plaintes - cages d'escaliers communiquant avec les sources - conduits d'évacuation	- lorsque le taux d'air frais est bas - moment où des produits de combustion peuvent être engendrés
Formaldéhyde	- sources de polluant (bâtiment) - zones objets de plaintes	- lorsque le taux d'air frais est bas
Particules	- sources de polluant - zones objets de plaintes - conduits d'évacuation	- période où l'on soupçonne la présence du polluant
Radon	- sources de polluant	- lorsque le taux d'air frais est bas
Composés organiques volatils	- sources de polluant (bâtiment) - zones objets des plaintes - conduits d'évacuation	- lorsque le taux d'air frais est bas
Composés organiques volatils	- sources de polluant (activité) - zones objets des plaintes - conduits d'évacuation	- fin de matinée - fin d'après-midi - lorsque le taux d'air frais est bas - après des travaux de nettoyage ou d'entretien
Contamination biologique	- sources de polluant (bâtiment) - zones objets des plaintes	- lorsque le taux d'air frais est bas - été
Humidité	- air d'alimentation - zones objets des plaintes	- milieu de l'hiver - milieu de l'été
Mouvement d'air	- près des diffuseurs	- pendant que le système de ventilation fonctionne

4.3 Contaminants et méthodes de mesure

Les pages qui suivent fournissent de l'information sur les contaminants dont il est question dans le présent rapport et sur les méthodes de mesure suggérées par les auteurs ainsi que par les Services d'architecture et de génie de Travaux publics Canada.

En général, on a le choix entre plusieurs instruments ou méthodes pour une même analyse. La disponibilité d'un instrument ou d'une méthode pèsera beaucoup dans la balance lorsque l'utilisateur arrêtera son choix. Pour chaque contaminant, des «Remarques à l'intention de l'utilisateur» offrent quelques conseils concernant l'instrument ou la méthode choisi pour mesurer la contamination de l'air intérieur. On présume dans ces instructions que l'utilisateur a obtenu et lu le manuel de fonctionnement de l'instrument en question.

4.3.1 Méthodes de mesure simples

Contaminants :	**TEMPÉRATURE et HUMIDITÉ**
Sources :	Système de chauffage, de ventilation et de climatisation et problèmes d'aération
Limite d'exposition admissible : (pour les habitations)	*Humidité :* Santé et Bien-être social Canada HR entre 30 et 80 p. 100 en été HR entre 30 et 95 p. 100 en hiver ASHRAE HR entre 25 et 65 p. 100 *Température :* Hiver - entre 20 et 24 °C Été - entre 22 et 26 °C
Instrument :	VAISALA HMI-31/HMP-31UT (1 000 $)
Fournisseur :	Hoskins Scientific 1156 Speers Road Oakville (Ontario)
Entreprises de location :	
Principe de fonctionnement :	Température : Thermistance à base de platine HR : condensateur à film mince polymérique
Sensibilité :	Température : de - 40 °C à + 80 °C HR : de 0 à 100 p. 100
Précision :	Température : ± 0,3 °C HR : ± 2 p. 100 entre 0 et 80 p. 100, ± 3 p. 100 entre 80 et 100 p. 100
Autres méthodes ou instruments	Psychromètres ventilés Solomat, série MPM

Contaminant :	**DIOXYDE DE CARBONE (CO_2)**
Sources :	Métabolisme humain, combustion
Limite d'exposition admissible :	*Santé et Bien-être social Canada - 3 500 ppm* Limite suggérée pour les bureaux - 1 000 ppm
Concentration type en milieu intérieur :	de 400 à 600 ppm
Effets sur la santé :	Maux de tête, étourdissements, vertiges
Instruments :	- NOVA 305 SBDL, 306, 390 (3 500 $) - Fuji ZFP5 (3 300 $) - Horiba APBA 210 (4 200 $) - GASTEC RI-411 (3 400 $)
Fournisseurs :	NOVA Analytical Systems Inc. 7, Lansdowne Avenue Hamilton (Ontario) Safety Supply Canada Analygas System Ltd., Scarborough Levitt-Safety Ltd.
Entreprises de location :	
Principe de fonctionnement :	On prélève de l'air non dispersif dans l'infrarouge et on le fait traverser un faisceau infrarouge. La concentration de CO_2 est mesurée par le détecteur et le résultat exprimé en ppm.
Sensibilité :	Entre 0 et 3 000 ppm
Précision :	$\pm$ 5 % à échelle réelle
Délai pour obtenir les résultats :	Aucun
Autres méthodes ou instruments	Tube de détection ou pompe manuelle GASTEC ou Drager (150 $) (25 $ pour 10 tubes) Précision d'environ $\pm$ 25 %

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

Les instruments de mesure à infrarouge sont maintenant la norme pour déterminer les concentrations du dioxyde de carbone dans l'air ambiant. L'utilisateur doit toutefois prendre deux précautions. Ces appareils prennent du temps à se réchauffer et ils sont sujets à des dérives causées par le temps, la température et le transport. Ils doivent donc être étalonnés avec soin.

L'étalonnage requiert deux points de mesure connus afin d'établir le «zéro» et la «sensibilité». On peut obtenir la valeur du gaz à la pression zéro de deux façons : soit en ayant recours à de l'azote à l'état gazeux (puisqu'il est exempt de CO_2), soit en utilisant un épurateur pour enlever le CO_2 de l'air. La première méthode est préférable pour l'étalonnage au banc, mais l'épurateur pourrait être plus avantageux sur le terrain. Le second point de mesure nécessite un gaz d'étalonnage dont on connaît la quantité de CO_2 dans l'azote à l'état gazeux. La concentration de CO_2 dans le gaz d'étalonnage doit se trouver à la limite supérieure de la sensibilité attendue. Dans le cas de la qualité de l'air intérieur, une valeur de 1 000 ppm est appropriée.

L'instrument doit être étalonné au banc avant et après chaque journée d'essai. Il faut aussi vérifier le «zéro» sur le terrain, et c'est là qu'un épurateur peut s'avérer particulièrement utile.

Bien que les méthodes d'étalonnage puissent varier légèrement d'un instrument à l'autre, elles se résument à peu près à ceci :

- Mettre l'instrument en marche et le laisser fonctionner pendant au moins 15 minutes pour qu'il puisse se réchauffer.

- Remplir un sac de plastique de 2 ou 3 litres de gaz à la pression zéro et l'attacher à la conduite d'entrée. Attendre que l'instrument se stabilise (habituellement de 5 à 10 minutes).

- Avec le bouton de calage de l'instrument, régler la lecture à 0 ppm.

- Transférer 2 ou 3 litres de gaz d'étalonnage dans un sac de plastique et attacher ce dernier à une conduite d'entrée. Attendre que l'instrument se stabilise, puis régler, au moyen du bouton de sensibilité, la lecture de sorte qu'elle corresponde à la quantité connue de CO_2 se trouvant dans le gaz d'étalonnage.

- Faire repasser le gaz à la pression zéro dans l'instrument et rajuster le zéro s'il y a lieu. Si l'ajustement requis est assez considérable, il faudra peut-être rajuster la sensibilité à l'aide du gaz d'étalonnage et vérifier de nouveau le zéro jusqu'à ce que l'utilisateur estime que l'instrument lit les deux points avec la précision désirée.

Sur le terrain, il faudra rajuster le zéro au moyen du gaz à la pression zéro ou de l'épurateur. Il est souhaitable, mais pas absolument nécessaire, de vérifier la limite supérieure de sensibilité à l'aide du gaz d'étalonnage.

Se rappeler que l'instrument requiert beaucoup de temps pour se réchauffer et ce, même après une interruption momentanée. La plupart des instruments sont dotés d'un bloc-piles et d'un cordon d'alimentation. Si l'on prévoit prendre des mesures pendant toute une journée, il serait préférable d'effectuer le plus grand nombre d'essais possible en utilisant le cordon d'alimentation. Ceci dit, si l'instrument fonctionne à piles, il devra être laissé en marche en tout temps afin d'éviter d'attendre qu'il se réchauffe entre chaque essai.

Contaminant :	**MONOXYDE DE CARBONE (CO)**
Sources :	Tuyaux d'échappement des voitures et des camions, appareils de chauffage à mazout ou au kérosène.
Limite d'exposition admissible :	*Santé et Bien-être social Canada* 25 ppm, 1 h - 11 ppm, 8 h
Concentration type en milieu intérieur :	de 0,5 à 2 ppm
Effets sur la santé :	Maux de tête, altération de l'acuité visuelle et de l'activité cérébrale. La mort survient à 1 000 ppm.
Instruments :	- NOVA 305, 306, 390 SBDL (3 500 $) - Moniteur CO 260 (1 125 $) - Industrial Scientific Devices
Fournisseurs :	NOVA Analytical Systems Inc. 7, Lansdowne Avenue Hamilton (Ontario) Safety Supply Canada
Entreprises de location :	Moniteur CO 260 : Hazco Canada Inc. 6567, Mississauga Road Mississauga (Ontario) K5N 1A6
Principe de fonctionnement :	Le CO passe dans un milieu de diffusion puis est capté par une électrode électrocatalytique, ce qui engendre un courant électrique proportionnel à la concentration du gaz.
Sensibilité :	Entre 0 et 1 000 ppm
Précision :	$\pm$ 1 ppm
Autres méthodes ou instruments	Tube réactif ou pompe manuelle GASTEC ou Drager (150 $) (25 $ pour 10 tubes) Précision d'environ $\pm$ 25 %

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

Les détecteurs électro-chimiques de monoxyde de carbone doivent être étalonnés. Ils sont moins sensibles que les détecteurs de CO_2 à infrarouge et on n'ajuste habituellement pas leur sensibilité. On doit toutefois faire vérifier le zéro de façon périodique à l'aide d'un gaz à la pression zéro (azote à l'état gazeux) ou d'un épurateur. Nombre de ces instruments nécessitent un long temps de préchauffage et doivent se réchauffer de 15 à 30 minutes avant le début des mesures. Puisque ces instruments exigent très peu de courant électrique, leur pile interne peut être utilisée toute une journée sans problème.

Contaminant :	**FORMALDÉHYDE (CH_2O)**
Sources :	MIUF, matériaux de construction (moquettes, panneaux de particules, tissus), liquides de nettoyage, adhésifs.
Limite d'exposition admissible :	*Santé et Bien-être social Canada* Niveau cible - 0,05 ppm Niveau d'intervention - 0,1 ppm ASHRAE - moyenne de 0,1 ppm pendant 8 heures
Concentration type en milieu intérieur :	de 0,02 à 0,1 ppm
Effets sur la santé :	Irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures.
Instruments :	- Échantillonneur sept jours AQRI PF1 (40 $ chacun)
Fournisseurs :	ORTECH International Sheridan Park Research Community 2395, Speakman Drive Mississauga (Ontario) L5K 1B3 Air Quality Research Inc. 901, Grayson Street Berkeley, CA 94710 Air Technology Labs Inc. 548, Mallard Circle Fresno, CA 93710
Entreprises de location :	
Principe de fonctionnement :	Les vapeurs de formaldéhyde pénètrent dans le contenant jusqu'à un papier imprégné d'une substance chimique absorbante. Le formaldéhyde est par la suite extrait en laboratoire et on est alors en mesure de déterminer l'exposition pondérée en fonction du temps.
Sensibilité :	Entre 0,02 et 10,0 ppm
Précision :	$\pm$ 25 %
Autres méthodes ou instruments	Trousse de mesure du formaldéhyde de la firme STC (100 échantillons pour 750 $)

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

Pour la plupart des mesures en milieu résidentiel, on suggère d'avoir recours au dosimètre passif PF1 de l'Air Quality Research Institute. Il ressemble à un flacon de pilules. Il s'agit de retirer le couvercle du dosimètre et de le laisser sur place pendant environ une semaine. On doit alors replacer le couvercle et l'envoyer à un laboratoire aux fins d'analyse. Au Canada, ces

échantillonneurs sont fournis et analysés par quelques laboratoires commerciaux, dont ORTECH International, à Toronto. Ils sont offerts en trousses de deux unités. Une étiquette collée sur chaque dosimètre permet d'inscrire l'heure et la date où l'on a ouvert et refermé le contenant. On fournit également un ruban ainsi qu'une punaise pour pouvoir accrocher l'échantillonneur au plafond, sur les appareils d'éclairage ou sur les meubles. Puisque l'échantillonneur procède par diffusion de l'air, il ne faut pas qu'il soit suspendu près des bouches de distribution du système de chauffage ou de ventilation à cause des courants d'air. Il ne doit pas non plus être suspendu à moins de 6 pouces des murs ou près des fenêtres. Chaque trousse contient un mode d'emploi.

Contaminant : **RADON**

Sources : Produit de la décomposition de l'uranium, le radon monte du sol et est souvent emprisonné dans les habitations. Matériaux de construction : brique, pierre.

Limite d'exposition admissible :

Santé et Bien-être social Canada
20 pCi/L ou 0,1 WL
ASHRAE (EPA)
4 pCi/L ou 0,02 WL

Concentration type en milieu intérieur : S/O

Effets sur la santé : Risque accru de cancer du poumon (mésothéliome).

Instruments : Pompe R.A.D. M-1 - exposition durant une semaine

Fournisseurs :

R.A.D. Service and Instruments Ltd.
Unit 208, 40, Silver Star Blvd
Scarborough (Ontario) M1V 3L3

Entreprises de location :

Principe de fonctionnement : L'air passe dans un filtre qui retient les particules auxquelles sont fixées les descendants du radon. À mesure que ces descendants se décomposent, ils laissent des traces sur un détecteur alpha. Ces traces sont par la suite comptées manuellement en laboratoire.

Sensibilité : S/O

Précision : ± 20 %

Autres méthodes ou instruments

Détecteurs «Alpha Tech» pour une période de 6 mois (entre 30 et 50 $)

Barringer Laboratories
5735, McAdam Road
Mississauga (Ontario)
L4Z 1N9

Bubble Technologies Inc
Highway 17
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0

Contenant à charbon R.A.D. (20 $) - échantillonneur pour courte période

Alpha Nuclear Co.
1125, Derry Road est
Mississauga (Ontario) L5T 1P3

Direct Reading (de 3 000 à 5 000 $)

Pylon Electronic
147, Colonnade Road
Ottawa (Ontario)
K2E 7L9

Thompson & Nielsen Ltd.
4019, avenue Carling
Phase I, bureau 202
Kanata (Ontario)
K2K 2A3

EDA Instruments Inc.
4, Thorncliffe Park Drive
Toronto (Ontario) M4H 1H1

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

L'appareil R.A.D. de mesure des descendants du radon est préférable aux contenants à charbon, car son principe d'échantillonnage actif est moins sensible aux effets très localisés.

Le système R.A.D. fait appel à une petite pompe à air ressemblant à une pompe d'aquarium et n'est donc pas silencieux. Le bruit produit est tout de même assez faible et cause rarement des désagréments importants.

On peut se procurer le système R.A.D. directement de cette entreprise, à l'adresse figurant à la page précédente, ou par l'entremise de Buchan, Lawton, Parent Ltd. L'ensemble comprend la pompe et la tête de mesure. Il faut noter la date et l'heure où l'on met la pompe en marche. Celle-ci se branche dans une prise de 110 volts. S'assurer qu'elle n'est pas branchée dans une prise munie d'un interrupteur. À la fin de l'échantillonnage, soit environ une semaine (cette période peut varier de trois jours à un mois), on débranche l'appareil, on note la date et l'heure et on retourne le tout au fournisseur. Il peut s'écouler de deux à trois semaines avant d'obtenir les résultats.

4.3.2 Techniques de mesure complexes

Les notes qui suivent portent sur les mesures qui requièrent habituellement les services d'un spécialiste (donc relativement onéreuses) et qui ne sont pas recommandées dans toutes les situations. Habituellement, on y fait appel lorsque l'évaluation préliminaire permet de soupçonner un problème.

Contaminant :	**PARTICULES INHALABLES**
Sources :	Fumée du tabac, combustion incomplète, travaux de rénovation.
Limite d'exposition admissible :	*Santé et Bien-être social Canada* 100µg/m³: pendant 1 h 40 µg/m³: moyenne sur une longue période
Concentration type en milieu intérieur :	de 30 à 200 µg/m³ de 20 à 30 µg/m³ dans un milieu sans fumée
Effets sur la santé :	Varient selon la nature physique et chimique des particules. Possibilité d'accroissement du risque de cancer du poumon.
Instruments :	Méthode gravimétrique avec pompe (1 800 $) et filtre de 37 mm en acétate de cellulose
Fournisseurs :	Safety Supply Levitt Safety
Entreprises de location :	Hazco Canada Inc. 6547, Mississauga Road Mississauga (Ontario) L5N 1A6
Principe de fonctionnement :	On pompe l'air à travers un filtre à un débit connu pendant 4 à 6 heures. Le filtre est pesé dans un laboratoire avant et après la mesure et on peut ainsi connaître la masse des particules.
Sensibilité :	
Précision :	
Autres méthodes ou instruments	Digital Dust Counter MDA-PDC-1 (8 700 $) Moniteur de masse piézoélectrique (Modèle TSI 3500; 7 000 $)

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

L'analyse gravimétrique des filtres est facile à réaliser pourvu que l'on dispose de l'équipement approprié. En principe, une quantité connue d'air est pompée à travers un filtre dont on connaît le poids. Lorsqu'on pèse le filtre de nouveau, une fois l'échantillon prélevé, la différence donne la masse totale de particules filtrées. Les pompes à air étalonnées requises sont assez perfectionnées et coûteuses, mais on peut les louer. Les filtres de 37 mm en acétate de cellulose ainsi que les cassettes sont offertes par la plupart des fournisseurs d'équipement de sécurité. Les pompes à air doivent être étalonnées et réglées à un débit approprié, soit généralement 2 litres par minute. L'équipement d'étalonnage peut consister en un simple barboteur ou en un calibrateur spécial comme le «Mini-Buck», lequel accélère le processus en éliminant le calcul des débits et le chronométrage.

La période idéale d'échantillonnage dépend de la charge de l'air en particules. Dans la plupart des applications résidentielles, un échantillonnage de moins de quatre heures ne donnera probablement pas une charge significative en particules.

La pesée des filtres nécessite des balances de précision, mais les laboratoires bien équipés sont nombreux. Il faut préparer les filtres avant les deux pesées (soit avant et après l'échantillonnage) en les plaçant dans un milieu dont l'humidité et la température sont contrôlés. Cette précaution élimine la possibilité que le filtre s'alourdisse en retenant de l'eau dans un milieu humide.

Les particules recueillies par le filtre peuvent être examinées à l'aide d'un microscope pour déterminer si elles renferment des particules biologiques, comme des spores de moisissure et du pollen, ou des fibres ou cristaux d'amiante. Cette étape n'est habituellement pas nécessaire pour déterminer la qualité de l'air intérieur des tours d'habitation.

Contaminant :	**AMIANTE**
Sources :	Matériaux de construction, carreaux de plafond, isolation.
Limite d'exposition admissible :	*ACGIH* 0,5 fibre par cc d'amosite 2,0 fibres par cc de chrysotile
Concentration type en milieu intérieur :	S/O
Effets sur la santé :	Risque accru de cancer du poumon (mésothéliome) Amiantose
Instruments :	Pompe pour échantillonnage d'air avec filtre à air de 37 mm en acétate de cellulose (à pores de 0,8 µm)
Fournisseurs :	Millipore (filtres) Levitt Safety ou Safety Supply (pompes)
Entreprises de location :	
Principe de fonctionnement :	On pompe l'air à travers un filtre à un débit connu pendant 4 à 6 heures. Ensuite, on envoie l'échantillon au laboratoire pour une numération des fibres microscopiques.
Sensibilité :	0,1 à 60 fibres par cc
Précision :	± 20 %
Autres méthodes ou instruments	Microscopie électronique par transmission

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

Se référer aux Remarques à l'intention de l'utilisateur de la section «Particules inhalables».

Contaminant :	**AGENTS MICROBIENS AÉRIENS ; MOISISSURE**
Sources :	Air extérieur et sol Humidificateurs mal vidés ou mal entretenus Surfaces humides des installations de chauffage, de ventilation et de climatisation Meubles, articles de décoration et carreaux de plafond endommagés à la suite d'une inondation
Limite d'exposition admissible :	*ACGIH* 1 000 UFC (unités formant colonie) par m^3 d'air 1 000 000 de moisissures par gramme de poussière 100 000 moisissures par mL d'eau stagnante ou de matière visqueuse AGRICULTURE CANADA <50 UFC/m^3, 2 espèces, ou <150 UFC/m^3, 3 espèces, ou <500 UFC/m^3
Concentration type en milieu intérieur :	moins de 200 UFC/m^3, été moins de 50 UFC/m^3, hiver
Effets sur la santé :	Les réactions allergiques aux moisissures peuvent causer de l'essoufflement, de la toux, des éternuements, des démangeaisons oculaires et des écoulements nasaux.
Instruments :	Échantillonneur d'air centrifuge Biotest RCS (2 300 $) avec bande de gélose rose bengale (150 $ pour une boîte de 50 unités)
Fournisseurs :	Gelman Sciences 2535, rue De Miniac Montréal (Québec) H4S 1E5
Entreprises de location :	
Principe de fonctionnement :	Les spores fongiques aspirés dans l'échantillonneur sont projetés par centrifugation sur une bande supportant un milieu nutritif (gélose). Après incubation, les colonies obtenues sont comptées et identifiées.
Sensibilité :	
Précision :	Volume d'air mesuré $\pm$ 2 %
Autres méthodes ou instruments	Échantillonneur Andersen pour particules viables avec pompe.

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

L'échantillonneur Biotest RCS est facile à utiliser, mais les données sont difficiles à interpréter. Travaux publics Canada s'en sert depuis un certain nombre d'années comme instrument d'essai standard pour l'analyse des spores fongiques aériens dans les immeubles à bureaux. Le ministère recommande de procéder comme suit :

- Stériliser les pales du ventilateur puis les essuyer avec un tampom imbibé d'éthanol. Cette opération doit être effectuée au début de l'échantillonnage et pour chaque division importante du bâtiment, à chaque étage par exemple.

- Dénuder la bande de gélose en relevant l'emballage-coque de quelques centimètres. Sans toucher la bande de gélose avec les doigts, la retirer de son enveloppe et l'insérer du côté de la gélose dans le tambour de l'instrument.

- Régler la durée d'échantillonnage à 4 minutes.

- Placer l'instrument à l'endroit voulu et le mettre en marche. Ne pas déplacer l'instrument pendant l'échantillonnage. Il s'arrêtera tout seul lorsque le délai établi sera écoulé.

- Une fois l'échantillonnage terminé, retirer la bande de l'instrument et le replacer dans l'emballage original, le côté gélose faisant face à la coque de l'emballage.

- Sceller l'ouverture avec du ruban adhésif et identifier l'échantillon à l'aide d'un marqueur gras. Les bandes peuvent être conservées dans une glacière pendant le transport vers le laboratoire où l'on procédera à l'incubation, à l'examen des unités formant colonie et à l'identification des espèces.

La difficulté réside dans la nécessité de disposer d'un personnel compétent pour identifier les espèces. Buchan, Lawton, Parent Ltd. fait appel aux services de Residential Insdustrial Fungal Detection Services, située au 4, Birkett Street, à Nepean, (Ontario). Des chercheurs universitaires peuvent aussi se charger de cette analyse.

En réalité, l'évaluation des résultats des épreuves biologiques obtenus avec cet appareil relève des spécialistes. On ne peut donc pas qualifier cette méthode de mesure de «simple».

Contaminant :	**COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS**
Sources :	Produits de bâtiment, peintures, produits de scellement, colles, etc. De nombreux produits de nettoyage
Limite d'exposition admissible :	*Non définie au Canada*
Concentration type en milieu intérieur :	Moins de 2 mg/m^3 de COV totaux
Effets sur la santé :	
Instruments :	Tubes de charbon activé à travers desquels on aspire l'air à échantillonner que l'on analyse ensuite par chromatographie gazeuse.
Fournisseurs :	Levitt-Safety Safety Supply
Entreprises de location :	Hazco Canada (pompes seulement) 5667, Mississauga Road Mississauga (Ontario) K5N 1A6
Principe de fonctionnement :	L'air à analyser est aspiré à travers des tubes absorbants de charbon activé que l'on envoie au laboratoire pour l'analyse. Les contaminants concentrés peuvent être désorbés et analysés par chromatographie gazeuse seulement ou en ayant en plus recours à la spectométrie de masse.
Sensibilité :	
Précision :	
Autres méthodes ou instruments	Certains instruments à infrarouge peuvent donner des mesures sur place de nombreux composés organiques volatils, notamment le Moran 1B. Cependant, cet instrument de 30 000 $ doit être utilisé par un spécialiste.

Remarques à l'intention de l'utilisateur :

La mesure des composés organiques volatils n'est pas vraiment ardue. Le plus difficile, c'est d'analyser les résultats. Il s'agit d'aspirer, à l'aide d'une pompe, un volume d'air connu à travers des tubes absorbants de charbon activé que l'on peut facilement se procurer auprès d'un fournisseur d'équipement de sécurité. Les tubes, de même que les renseignements sur le volume d'air aspiré, doivent être remis à un laboratoire capable de désorber et d'analyser leur contenu par chromatographie gazeuse seulement ou en ayant en plus recours à la spectométrie de masse. ORTECH International, à Toronto, offre ce genre de service, mais il n'est pas le seul.

Le débit de l'échantillonnage est d'environ 0,5 litre par minute et la durée peut varier. Plus l'échantillonnage se fait sur une longue période, plus l'échantillon sera concentré et plus il sera facile de le mesurer. On recommande des périodes d'échantillonnage de 20 à 30 heures, surtout si l'analyse se limite à la chromatographie gazeuse. ORTECH peut analyser des échantillons de seulement 10 litres (20 minutes) à 0,5 litre par minute grâce à l'association chromatographie gazeuse et spectométrie de masse.