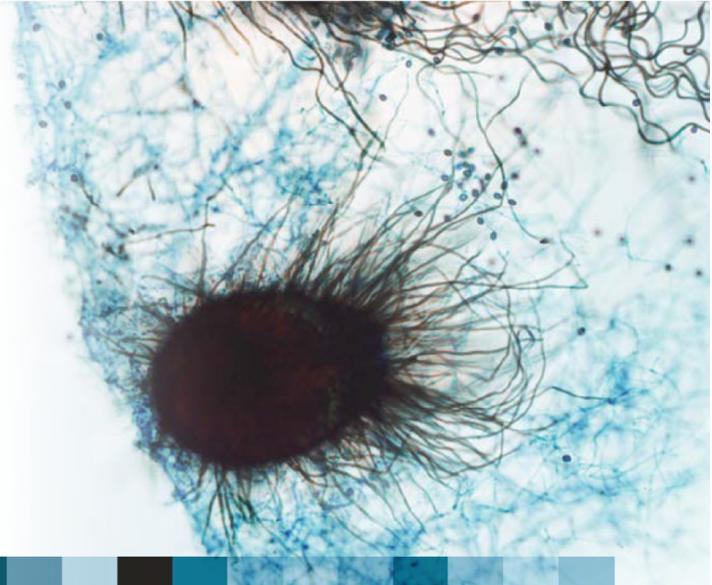


Outil d'aide à l'interprétation de rapports d'investigation de la contamination fongique



AUTEURS

Vicky Huppé, M. Sc. (microbiologie, santé environnementale et santé au travail)
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Jean-Marc Leclerc, M. Sc. (biologie)
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Michel Legris, M. Sc.
Secteur santé au travail, Direction régionale de santé publique de la Capitale-Nationale

Geneviève Marchand, Ph. D. (microbiologie et biochimie)
Prévention des risques chimiques et biologiques, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

AVEC LA COLLABORATION DE

Diane Langlois, M. Sc.
Programme en santé environnementale, Direction de santé publique du CISSS de la Montérégie-Centre

Pierre Chevalier, Ph. D.
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

Ann St-Jacques, M. Sc.
Secteur santé et environnement, Direction de santé publique du CIUSSS de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec

Philippe Dufresne, Ph. D., Mcb. A., RMCCM
Laboratoire de santé publique du Québec, Institut national de santé publique du Québec

Linda Pinsonneault, M.D., M. Sc., FRCPC
Secteur planification, évaluation-recherche, Direction de santé publique de l'Estrie

Mélanie Tailhandier, M. Sc.
Secteur environnement urbain et santé, Direction de santé publique du CIUSSS du Centre-Est-de l'Île-de-Montréal

RÉVISEURS

Marie-Alix d'Halewyn, consultante

Francis Lavoie, Mélissa St-Jean, Frédéric Valcin
Santé environnementale et sécurité des consommateurs, Santé Canada

Bernard Pouliot, Guylaine Morrier
Secteur Santé au travail, CISSS du Bas-Saint-Laurent

Caroline Lapointe
Commission scolaire de Montréal

Stéphane Perron
Secteur environnement urbain et santé, Direction de santé publique du CIUSSS du Centre-Est-de l'Île-de-Montréal

Jacques Lavoie
Prévention des risques chimiques et biologiques, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

Capucine Ouellet
Secteur Santé au travail, CIUSSS Centre-Sud-de-l'Île-de-Montréal

Maurice Poulin
Unité santé au travail, Institut national de santé publique du Québec

Laurence Côté Leclerc
Direction de l'expertise technique et du soutien à l'industrie de l'habitation, Société d'habitation du Québec

RÉVISION LINGUISTIQUE

Véronique Paquet
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

MISE EN LIGNE

Benoît Houle
Vice-présidence à la valorisation scientifique et aux communications, Institut national de santé publique du Québec

Jacques Munger
Vice-présidence à la valorisation scientifique et aux communications, Institut national de santé publique du Québec

Marie-Eve Levasseur
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les différentes personnes suivantes pour leur révision attentive de certains chapitres de ce document, soit : Stéfanie Gauthier, Louis Jacques (Secteur environnement urbain et santé, Direction de santé publique du CIUSSS du Centre-Est-de l'Île-de-Montréal), Regina de La Campa (Santé Canada), Marco Desjardins (Secteur santé et environnement, Direction de santé publique du CIUSSS de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec), Daria Pereg (Secteur santé et environnement, Direction régionale de santé publique de la Capitale-Nationale), Pierre Lajoie, Patrick Poulin (Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec).

Ce projet a bénéficié du soutien financier de Santé Canada.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

© Gouvernement du Québec (2016)

Avant-propos

Les professionnels du réseau de la santé publique (plus particulièrement les équipes de santé environnementale et de santé au travail) sont souvent appelés à émettre leur avis sur des rapports faisant état de résultats d'investigation de la contamination fongique dans les bâtiments. À cet égard, un des constats émis au cours des dernières années est que le contenu, la qualité et la rigueur de ces rapports sont très variables, rendant parfois difficile, voire impossible, une interprétation adéquate. C'est dans ce contexte qu'un groupe de travail a été mandaté par le comité sur l'air intérieur de la Table de concertation nationale en santé environnementale (TCNSE) pour rédiger un outil d'aide à l'interprétation de rapports d'investigation de la contamination fongique. Cet outil indique les informations que devraient contenir ces rapports ainsi que les aspects à prendre en considération afin de les interpréter de manière appropriée. **Il s'adresse d'abord aux professionnels de santé publique**, bien que certaines sections puissent également être utiles à d'autres secteurs potentiellement impliqués (ex. : habitation, municipal, scolaire, privé).

Même si ce document s'applique globalement à tout bâtiment (maison individuelle, immeuble à logements, école, garderie, édifice de bureaux, etc.), certains types représentent un contexte particulier pouvant faire exception. Pour les bâtiments industriels, par exemple, les bonnes pratiques décrites dans cet outil s'appliquent, à l'exception des parties du bâtiment où des procédés sont susceptibles d'émettre des contaminants microbiens dans l'air (ex. : usine de traitement des eaux usées). En ce qui concerne les hôpitaux, l'interprétation des résultats demeure la même que pour les autres milieux, à l'exception des zones sensibles où les mesures d'hygiène et de stérilité sont rehaussées (ex. : salles d'opérations ou chambres avec patients ayant un système immunitaire affaibli, tels que des patients greffés ou en soins intensifs) et lors de cas d'éclosions d'infections fongiques (ex. : aspergillose), où des particularités spécifiques doivent alors être considérées.

Les méthodes présentées dans cet outil sont celles jugées pertinentes dans le cadre d'une investigation de la contamination fongique. Ainsi, celles mises en œuvre pour évaluer la présence d'autres contaminants, utiles dans un contexte d'investigation de la qualité de l'air plus global (ex. : pour le formaldéhyde, le radon, le monoxyde de carbone, le dioxyde d'azote, etc.), n'y sont pas abordées. En raison des nombreuses difficultés que revêtent l'utilisation et l'interprétation des échantillonnages de l'air, les recommandations et constats émis s'appuient sur la position des organisations compétentes sur ce sujet et sur celle du groupe de travail.

Les références utilisées pour l'élaboration du présent outil proviennent d'organisations publiques nationales et internationales reconnues. Des articles scientifiques ont également été consultés de façon complémentaire pour documenter les aspects plus spécifiques (ex. : irrégularités thermiques). Il faut noter que son contenu s'appuie sur les connaissances actuelles dans le domaine de l'investigation fongique. Le lecteur doit donc tenir compte que celles-ci peuvent évoluer dans le temps, en particulier en ce qui a trait à l'échantillonnage environnemental.

Cet outil fournit des balises et des références afin de soutenir l'interprétation de rapports d'investigation fongique ainsi que la prise de décision qui en découle. Le lecteur doit toutefois considérer que chaque cas est unique et, qu'en complément aux informations fournies dans cet outil, **le jugement professionnel a toujours une place prépondérante.**

Table des matières

Liste des tableaux et figures.....	V
Glossaire	VII
Liste des sigles et acronymes	IX
Légende des icônes utilisées dans l'outil.....	XI
1 Moisissures et humidité excessive dans les bâtiments : lignes directrices et recommandations	1
1.1 Moisissures dans les bâtiments.....	1
1.2 Principales sources d'eau ou d'humidité excessive dans les bâtiments	2
1.3 Position des organismes.....	2
2 Fiches d'aide à l'interprétation de rapports d'investigation	5
2.1 Rappel de la démarche d'évaluation de la contamination fongique	5
2.1.1 But poursuivi	5
2.1.2 Principales étapes de la démarche.....	6
2.2 Interprétation de rapports d'investigation : généralités à considérer.....	12
2.3 Informations sur le bâtiment	14
2.3.1 Description	14
2.3.2 Interprétation	14
2.4 Observations de signes d'humidité excessive ou de contamination fongique	15
2.4.1 Description	15
2.4.2 Résultats rapportés.....	15
2.4.3 Interprétation	15
2.5 Mesure de l'humidité relative.....	16
2.5.1 Description	16
2.5.2 Résultats rapportés.....	17
2.5.3 Interprétation	17
2.6 Mesure de la moiteur	19
2.6.1 Description	19
2.6.2 Résultats rapportés.....	20
2.6.3 Interprétation	20
2.7 Mesure des irrégularités thermiques	22
2.7.1 Description	22
2.7.2 Résultats rapportés.....	22
2.7.3 Interprétation	22
2.8 Échantillonnage de surface.....	24
2.8.1 Description	24
2.8.2 Résultats rapportés.....	25
2.8.3 Interprétation	25
2.9 Échantillonnage de l'air.....	29
2.9.1 Description	29
2.9.2 Limites de l'échantillonnage de l'air.....	30
2.9.3 Résultats rapportés.....	32
2.9.4 Interprétation	32

3	Interprétation des résultats à l'égard de la protection de la santé des occupants	39
3.1	Facteurs à considérer pour la protection de la santé des occupants	39
3.1.1	Protection de la santé des occupants lorsqu'une contamination fongique est mise en évidence	40
3.1.2	Protection de la santé des occupants lors de travaux de remédiation	41
3.2	Considérations importantes si la relocalisation est envisagée	43
4	Références	45
5	Pour aller plus loin... (Annexes)	51
	Annexe 1 Références à consulter	53
	Annexe 2 Outils disponibles pour l'investigation des bâtiments	63
	Annexe 3 Autres contaminants de l'air intérieur	67
	Annexe 4 Sections et contenu types d'un rapport	71
	Annexe 5 Rapport type et liste de vérification	77
	Annexe 6 Écarts d'humidité relative recommandés	85
	Annexe 7 Exemples pratiques pour aider à interpréter les résultats d'échantillonnage de l'air	89
	Annexe 8 Survol de la nomenclature et de la taxonomie des moisissures	97
	Annexe 9 Autres méthodes d'analyse	103

Liste des tableaux et figures

Tableau 1	Principales méthodes d'échantillonnage des moisissures dans un contexte d'investigation fongique d'un bâtiment.....	24
Tableau 2	Principales méthodes d'échantillonnage de l'air dans un contexte d'investigation d'un bâtiment.....	30
Figure 1	Aspects à caractériser lors d'une démarche d'évaluation de la contamination fongique dans un bâtiment.....	6
Figure 2	Résumé de la démarche globale d'évaluation de la contamination fongique	6

Glossaire

(1-3)- D-glucane : polymère de glucose qui fait partie de la structure de la membrane de la majorité des moisissures et de quelques bactéries.

Analyse semi-quantitative : analyse approximative, à l'aide d'une échelle arbitraire, fournissant un ordre de grandeur, sans indiquer de valeur précise (ex. : 0, +, ++, +++).

Contamination fongique : prolifération (ou croissance) non contrôlée de moisissures sur les surfaces dans un bâtiment, par exemple sur les structures, les meubles ou autres matériaux qui présentent un excès d'humidité.

COVm : composés organiques volatils d'origine microbienne, produits par le métabolisme des moisissures. Seraient responsables de l'odeur particulière associée aux moisissures (odeur de « moisi »).

Efflorescence : dépôt blanchâtre de sels minéraux (ou de calcaire) en surface de matériaux (tels que la maçonnerie ou le béton), provoqué par la migration de l'eau ou l'évaporation vers la surface.

Ergostérols : composants de la paroi cellulaire des moisissures.

Humidimètre : appareil permettant de mesurer la teneur en eau d'une matière.

Humidité : vapeur d'eau dans l'air; quantité d'eau dans les matériaux.

Humidité excessive : condition d'humidité anormalement élevée, qu'elle soit dans l'air, dans les matériaux ou au sol, et qui favorise la prolifération des moisissures (ex. : humidité relative élevée ou accumulation d'eau).

Humidité relative : ratio de la quantité mesurée de vapeur d'eau dans l'air par rapport à la quantité de vapeur d'eau que l'air peut contenir lorsque saturé, à une température et une pression données. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau.

Hygromètre : instrument de précision servant à mesurer le degré d'humidité de l'air.

Moisissure : organisme microscopique, multicellulaire, du règne des champignons (mycètes).

Moiteur : quantité d'eau mesurée dans les matériaux.

Mycotoxines : métabolites secondaires produits par les champignons, notamment les moisissures, qui ont un effet toxique sur les humains, les animaux ou sur d'autres microorganismes. Certaines moisissures peuvent produire plusieurs mycotoxines, et certaines mycotoxines sont produites par plus d'une moisissure. Les conditions environnementales de croissance des moisissures ont une influence importante sur leur capacité de production.

Pont thermique : correspond à une zone dans l'enveloppe d'un bâtiment où la barrière isolante est absente ou rompue, et qui présente une résistance thermique moindre.

Problèmes associés à l'humidité excessive (dampness) : réfère à divers problèmes visibles, perçus ou mesurés, associés à la présence d'humidité excessive dans les bâtiments, par exemple : signes

visibles de prolifération microbienne (en particulier les moisissures), signes de dommages causés par l'eau (comme les cernes ou les taches), odeur de moisi, etc.

Psychromètre électronique : hygromètre, composé de deux capteurs ou de thermomètres, servant à mesurer la température et l'humidité relative de l'air. Aussi appelé thermohygromètre numérique ou sonde d'humidité et température de l'air.

Spore : cellule reproductrice qui facilite la dissémination et la propagation de la moisissure. La sporulation est le processus de formation et de libération des spores en présence de certaines conditions environnementales.

Spore cultivable : spore ou particule fongique capable de croître sur un milieu de culture et dans des conditions d'incubations données.

Thermographie infrarouge : appareil permettant de capter et de convertir en images le rayonnement infrarouge émis par un corps ou un objet (ex. : mur).

Liste des sigles et acronymes

ACC : Association canadienne de la construction

ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists

AIHA : American Industrial Hygiene Association

ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers

ASTM : American Society for Testing and Materials

CCNSE : Centre de collaboration nationale en santé environnementale

CDC : Centers for Disease Control and Prevention

CEAEQ : Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec

CO : monoxyde de carbone

CO₂ : dioxyde de carbone

COV : composés organiques volatils

CSST : Commission de la santé et de la sécurité du travail

DOHMH : New York City Department of Health and Mental Hygiene

DSP : Direction de santé publique

EPA : United States Environmental Protection Agency

FTE : fumée de tabac dans l'environnement

HEPA : *High Efficiency Particulate Air*

IICRC : Institute of Inspection, Cleaning and Restoration Certification

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec

IOM : Institute of Medicine

IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

MEES : Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur

MSSS : Ministère de la Santé et des Services sociaux

NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health

NO_x : oxydes d'azote

NO₂ : dioxyde d'azote

OMS : Organisation mondiale de la Santé

OSHA : Occupational Safety and Health Administration

O₃ : ozone

PM_{2,5} : particules fines inférieures à 2,5 micromètres

SCHL : Société canadienne d'hypothèques et de logement

UFC : unité(s) formatrice(s) de colonie

Légende des icônes utilisées dans l'outil



Indique les mises en garde et les informations importantes à prendre en compte



Indique les éléments importants à vérifier



Indique les lectures suggérées pour obtenir plus d'informations



Indique les outils pratiques suggérés

1 Moisissures et humidité excessive dans les bâtiments : lignes directrices et recommandations

Ce chapitre présente des informations générales sur la présence de moisissures et d'humidité excessive dans les bâtiments. Il expose également les lignes directrices et les recommandations des organisations reconnues dans le domaine à cet égard.

- Moisissures dans les bâtiments
- Principales sources d'eau ou d'humidité excessive dans les bâtiments
- Position des organismes

1.1 Moisissures dans les bâtiments

Les moisissures sont des microorganismes présents naturellement dans l'environnement. À l'extérieur, elles jouent un rôle dans la décomposition du matériel organique (ex. : feuilles mortes) et sont présentes notamment sur le sol. Leurs spores se retrouvent en suspension dans l'air extérieur et peuvent atteindre des concentrations élevées à certains moments de l'année (ex. : fin de l'été et à l'automne) ou lors d'activités particulières (tonte du gazon, ramassage des feuilles, etc.).

Les moisissures présentes dans l'air intérieur des bâtiments proviennent donc principalement de sources extérieures ^(1,2). Elles s'introduisent notamment par les systèmes de ventilation, les fenêtres et les portes ouvertes ^(3,4), ou elles sont véhiculées par les occupants (ex. : spores ou fragments fongiques présents sur les vêtements ou sous les souliers) ⁽⁵⁾ et les animaux de compagnie ⁽⁶⁾. Il existe également certaines sources de moisissures dans l'environnement intérieur résidentiel qui peuvent influencer les concentrations dans l'air, telles que les terreaux des plantes intérieures, les fruits pourrissants et les ordures ménagères en décomposition ⁽¹⁾.



Il est tout à fait normal de retrouver des moisissures dans l'air intérieur des bâtiments ou dans la poussière déposée, sous la forme de spores ou de fragments de mycélium, par exemple. Toutefois, **elles peuvent s'avérer problématiques lorsque les conditions ambiantes, en particulier la présence d'eau ou d'humidité excessive, sont favorables à leur croissance** ^(3,7-9). Conséquemment, l'humidité excessive persistante et la contamination fongique dans un bâtiment sont des conditions indésirables, d'une part parce qu'elles peuvent causer des dommages aux matériaux et, d'autre part, parce qu'elles peuvent altérer la qualité de l'air intérieur et causer des problèmes de santé chez les occupants ^(3,8,10-12).



L'avis scientifique [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) présente de plus amples informations sur les conditions nécessaires à la croissance des moisissures dans les bâtiments (éléments nutritifs, humidité et température) (INSPQ, 2002, p. 5-11).

1.2 Principales sources d'eau ou d'humidité excessive dans les bâtiments

La présence d'eau ou d'humidité excessive est le principal facteur à contrôler dans les bâtiments pour éviter la contamination fongique et la prolifération d'autres microorganismes associés ^(4,5,11,13). Les principales sources sont notamment ^(4,13-15) :

- l'eau de pluie ou souterraine, qui s'infiltré à l'intérieur du bâtiment en raison d'un mauvais drainage ou de défauts dans la fondation ou l'enveloppe (par exemple, un toit qui fuit, des fenêtres non étanches ou des fondations fissurées ou poreuses);
- les refoulements d'égouts;
- les fuites de plomberie, en raison, par exemple, d'un bris de tuyauterie, d'un joint non étanche ou d'une valve défectueuse;
- la condensation, résultant entre autres du contact entre une surface froide (ex. : isolation discontinue causant un pont thermique) et de l'air humide, ou d'une humidité relative très élevée favorisée par une ventilation insuffisante, voire absente;
- la vapeur d'eau, provenant par exemple des habitudes et des activités des occupants (ex. : douches multiples et/ou longues, cuisson prolongée des aliments, utilisation inadéquate d'humidificateurs, etc.);
- les problèmes de conception, d'utilisation et d'entretien du bâtiment, dont l'absence de ventilation dans le vide sanitaire, l'utilisation de matériaux de construction insuffisamment asséchés (ex. : béton, bois) ou, encore, l'absence, l'installation inappropriée, le fonctionnement inadéquat ou la mauvaise utilisation des systèmes de ventilation mécaniques à l'intérieur du bâtiment (centralisé, salles de bain, cuisine, etc.).

1.3 Position des organismes

+ **Il n'existe à l'heure actuelle aucune valeur guide d'exposition aux moisissures à l'intérieur des bâtiments non industriels** ^(11,12,16) (voir Encadré 1 pour le contexte particulier en milieu de travail et la protection de la santé respiratoire des travailleurs). En effet, à la lumière des connaissances scientifiques actuelles, il n'est pas possible de quantifier la relation entre l'exposition aux moisissures dans l'air et les effets sur la santé humaine. En présence de problèmes persistants d'humidité excessive et de contamination fongique, qu'ils soient visibles ou dissimulés derrière les matériaux, les organismes de santé et d'hygiène reconnus recommandent que des mesures correctives soient entreprises, et ce, peu importe les espèces de moisissures en cause ^(4,11-13,16,17).

Les raisons de l'absence de valeur guide d'exposition s'expliquent notamment par ^(4,7,11,12,17-19) :

- la variabilité de la susceptibilité des individus dans la réponse à l'exposition aux moisissures et à leurs composants;
- les divers effets potentiels sur la santé (irritatifs, allergiques, infectieux, toxiques) et leur gravité, qui peuvent différer selon l'espèce de moisissure;
- la diversité fongique potentiellement retrouvée dans les bâtiments et l'identification précise des espèces responsables d'effets sur la santé;
- la production de métabolites secondaires (ex. : mycotoxines, composés organiques volatils d'origine microbienne [COVm]) ainsi que la présence de composants de la paroi cellulaire des moisissures (β [1-3] – D-glucane, ergostérols, etc.), dont certains pourraient avoir des effets sur la santé;

- le manque de standardisation dans les méthodes d'échantillonnage pour mesurer les concentrations dans l'air.

Il faut noter que certaines limites quantitatives des concentrations de moisissures dans l'air intérieur ont déjà été publiées par le passé. Ces valeurs sont désormais jugées caduques puisqu'elles ne reflètent pas les connaissances scientifiques actuelles ⁽⁴⁾.

À titre d'exemple, l'ACGIH a déjà publié des concentrations limites de moisissures jugées « normales ». Cependant, ces limites ont été retirées et leur utilisation est maintenant jugée inappropriée, comme mentionné dans le guide publié en 2001 par l'IRSST ⁽¹⁹⁾ ainsi que dans le rapport de l'audit international tenu à Montréal en 2013 regroupant des experts dans le domaine ⁽¹⁸⁾.

Dans un document intitulé *Guide technique pour l'évaluation de la qualité de l'air dans les immeubles à bureau*, publié en 1995, Santé Canada proposait des limites quantitatives de spores dans l'air (UFC/m³), considérées comme des quantités typiques retrouvées dans des échantillons recueillis dans des immeubles de bureaux. Ces limites sont souvent interprétées à tort comme étant des lignes directrices pouvant être extrapolées à tous les types de bâtiments. Selon [Santé Canada](#), ce document est désormais obsolète et les valeurs indiquées « ne représentent pas un niveau sécuritaire de moisissure, ne s'appliquent pas aux maisons, et ne constituent en aucun cas une ligne directrice ou une recommandation de Santé Canada. » ⁽²⁰⁾.

La [ligne directrice¹ en vigueur de Santé Canada](#) concernant la présence de moisissures dans les bâtiments est la suivante :

Santé Canada considère que la croissance de moisissures dans les bâtiments d'habitation peut poser des risques pour la santé. Les risques pour la santé dépendent de l'exposition et, pour les symptômes reliés à l'asthme, de la sensibilisation allergique. Toutefois, le grand nombre d'espèces fongiques présentes dans les bâtiments et la grande variabilité interindividuelle de la réponse à l'exposition aux moisissures empêchent la détermination de valeurs guides d'exposition. Par conséquent, Santé Canada recommande :

- de contrôler l'humidité dans les résidences et d'y réparer rapidement toute fuite ou infiltration d'eau afin de prévenir la croissance des moisissures;
- de nettoyer en profondeur toute moisissure croissant dans les immeubles résidentiels, qu'elle soit visible ou non.

Ces recommandations s'appliquent, quelles que soient les espèces fongiques croissant dans les bâtiments.

Par ailleurs, en l'absence de valeurs guides d'exposition, les résultats de tests sur la présence de moisissures dans l'air intérieur des immeubles ne peuvent être utilisés pour évaluer les risques pour la santé des occupants de ces immeubles.

Par ailleurs, dans les règlements sur la salubrité et les nuisances de plusieurs municipalités du Québec, la présence de contamination fongique ou de conditions favorisant la croissance de moisissures dans les habitations représente généralement un facteur d'insalubrité à proscrire ⁽²¹⁾.

¹ Basées sur les connaissances scientifiques actuelles, les lignes directrices de Santé Canada font office de recommandations afin de guider les stratégies visant à réduire les risques à la santé associés aux contaminants de l'air intérieur.



Pour consulter les recommandations de Santé Canada ainsi que celles d'autres organisations de santé concernant les moisissures en milieu résidentiel :

[Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : moisissures](#) (Santé Canada, 2007).

[Position statement on mold and dampness in the built environment](#) (AIHA, 2013, p. 3-4).

[Position document on limiting indoor mold and dampness in buildings](#) (ASHRAE, 2013, p. 3).

[WHO guidelines for indoor air quality : dampness and mould](#) (OMS, 2009, p. 94). Les lignes directrices de l'OMS sont également énoncées dans le [résumé exécutif en français](#) (p. 3-4).

[Damp indoor spaces and health](#) (IOM, 2004, p. 14).

[Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) (INSPQ, 2002, p. 12 et 85).

Encadré 1 Contextes particuliers en milieu de travail

Des concentrations seuils sont parfois utilisées à titre indicatif dans un contexte de santé au travail **pour la protection de la santé des travailleurs**. Ces valeurs sont peu susceptibles de se retrouver dans un milieu autre qu'industriel (ex. : milieu résidentiel, milieu scolaire, édifices de bureaux), et elles ont été établies pour une population de travailleurs dont les caractéristiques physiques (ex. : état de santé, sensibilité) sont jugées différentes par rapport à d'autres groupes de population (ex. : enfants dans une garderie ou une école, patients dans un hôpital). Elles ont été proposées afin de déterminer la nécessité d'avoir recours à des équipements de protection respiratoire (ex. : port de respirateurs ou installation de systèmes d'épuration d'air) pour protéger la santé respiratoire des travailleurs ⁽²²⁾. Conséquemment, elles ne représentent pas une valeur limite pour les microorganismes présents dans l'air et **ne s'appliquent que dans certains contextes, en milieu de travail**.



Pour de plus amples informations, voir le [Guide sur la protection respiratoire contre les bioaérosols – recommandations sur le choix et l'utilisation](#) (IRSST, 2007).

2 Fiches d'aide à l'interprétation de rapports d'investigation

Ce chapitre décrit les éléments d'information à considérer afin de bien interpréter les résultats fréquemment retrouvés dans les rapports d'investigation de la contamination fongique.

- Rappel de la démarche d'évaluation de la contamination fongique
- Interprétation de rapports d'investigation : généralités à considérer
- Informations sur le bâtiment
- Observations de signes d'humidité excessive et de contamination fongique
- Mesure de l'humidité relative
- Mesure de la moiteur
- Mesure des irrégularités thermiques
- Échantillonnage de surface (incluant en vrac ou de procédé)
- Échantillonnage de l'air

2.1 Rappel de la démarche d'évaluation de la contamination fongique

Cette section fournit, à titre indicatif, un aperçu des principales étapes de la démarche d'investigation lorsqu'un problème d'humidité excessive et/ou de contamination fongique dans un bâtiment est soupçonné. Le lecteur pourra ainsi mieux comprendre l'interprétation qui en découle dans un rapport.



Pour en savoir davantage sur la démarche d'investigation :

Le manuel *Recognition, evaluation, and control of indoor mold* (AIHA, 2008, chapitres 5 à 13, p. 55-176).

Le rapport scientifique [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) (INSPQ, 2002, chapitre 3, p. 51-71).



L'annexe 1 présente une liste de références à consulter pour la gestion des problèmes associés à l'humidité excessive et à la qualité de l'air intérieur en général dans les bâtiments.

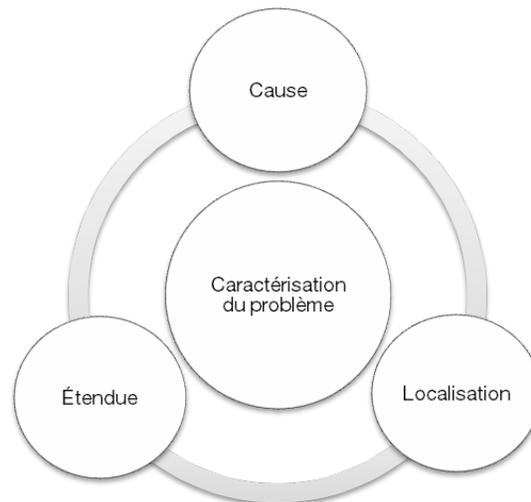
L'annexe 2 fournit une liste des principaux outils disponibles pour l'investigation des bâtiments, aidant à documenter les données recueillies lors de l'investigation du bâtiment.

2.1.1 BUT POURSUIVI

La démarche d'évaluation (faisant suite, par exemple, à une demande ou encore sur une base préventive) vise à vérifier et à caractériser la présence d'un problème de contamination fongique ainsi que les conditions propices à la prolifération de moisissures (présence d'eau ou d'humidité excessive) afin d'apporter, le cas échéant, les mesures correctives appropriées.

La figure 1 illustre les trois aspects importants à caractériser lors de la démarche d'évaluation, dans le but de bien définir la stratégie de décontamination, si requise. Il s'agit de **la cause, de la localisation et de l'étendue du problème** ⁽¹³⁾.

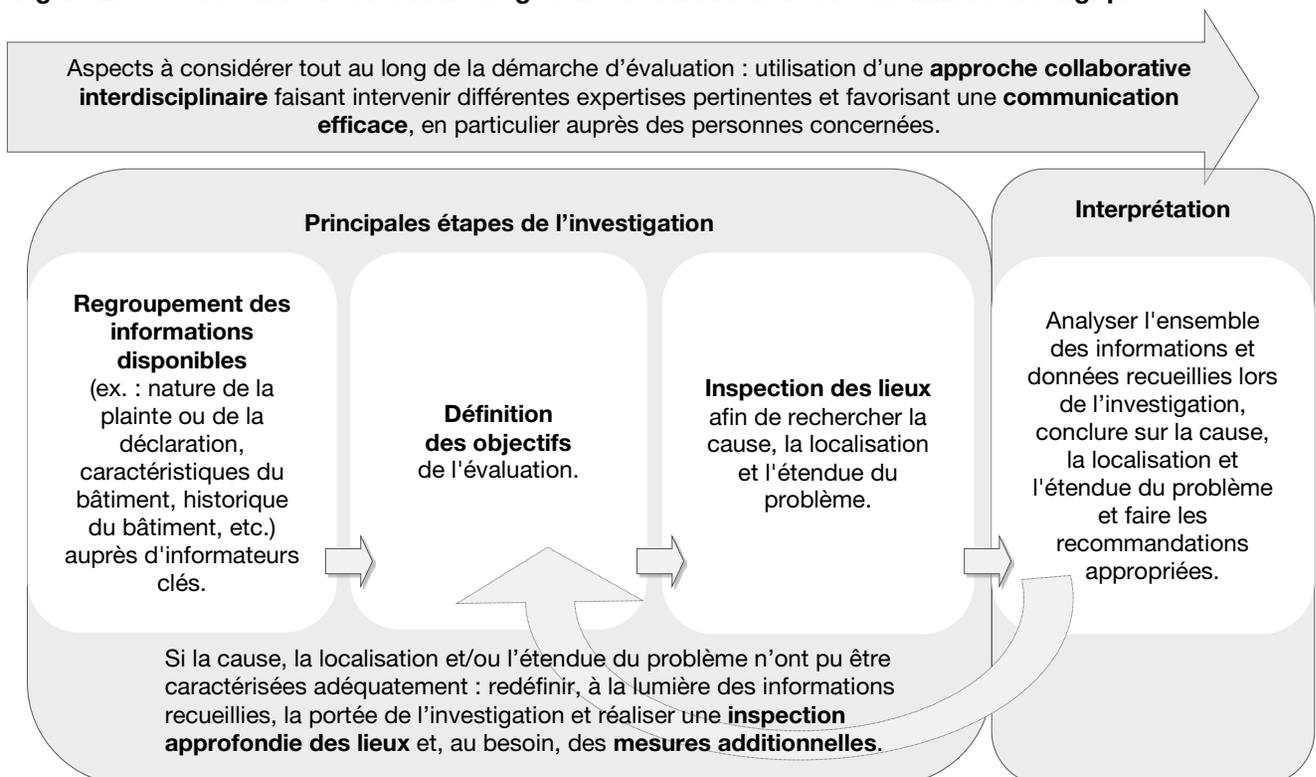
Figure 1 Aspects à caractériser lors d'une démarche d'évaluation de la contamination fongique dans un bâtiment



2.1.2 PRINCIPALES ÉTAPES DE LA DÉMARCHE

Afin d'identifier et de caractériser la cause, la localisation et l'étendue du problème, la démarche d'évaluation de la contamination fongique suit généralement les étapes globales présentées dans la figure ci-dessous.

Figure 2 Résumé de la démarche globale d'évaluation de la contamination fongique



Approche collaborative interdisciplinaire

Selon la situation et le type de milieu concerné (ex. : cas complexes, milieux mixtes), une démarche d'évaluation de la contamination fongique peut faire intervenir divers types de professionnels et de spécialistes, notamment des médecins ou des professionnels de santé publique, des microbiologistes, des hygiénistes du travail ou de l'environnement, des ingénieurs, des architectes, des techniciens en bâtiment, des inspecteurs municipaux, etc. Il est important de respecter en tout temps les champs de compétences des professionnels détenant l'expertise requise, tant lors du partage des tâches que pour l'interprétation des données issues de l'investigation fongique ⁽⁵⁾.

Par exemple, certaines investigations plus poussées (ex. : inspection d'un système de ventilation et de ses conduits, d'un toit ou d'un comble) exigent des compétences spécifiques. Il peut alors être nécessaire d'avoir recours à certains types d'expertises (ex. : spécialiste en ventilation, technicien en bâtiment) afin d'obtenir le service requis et de prévenir tout risque additionnel pour la santé des occupants, et tout dommage fortuit au bâtiment. Dans d'autres contextes, l'expertise d'un hygiéniste du travail ou de l'environnement, qui possède des connaissances plus spécifiques sur les contaminants potentiellement présents dans les bâtiments et sur les méthodes pour les mesurer, peut être requise pour procéder à l'interprétation d'échantillons environnementaux. Il en va de même pour un microbiologiste expérimenté dans l'analyse fongique et l'écologie des moisissures (voir les fiches sur l'échantillonnage de surface et l'échantillonnage de l'air). Similairement, l'évaluation des risques potentiels pour la santé des occupants (le cas échéant) doit être effectuée par des professionnels de la santé (ex. : médecins traitants, équipes de santé environnementale et de santé au travail des DSP).

Il peut donc être de mise de privilégier une approche favorisant la collaboration entre les différents experts potentiellement impliqués. Par exemple, les données recueillies par un hygiéniste du travail ou de l'environnement² sur l'exposition potentielle des occupants aux moisissures ou autres contaminants pourront être utilisées par un professionnel de la santé pour établir son diagnostic. De la même manière, l'information fournie par le professionnel de la santé sur l'état de santé d'un ou de plusieurs occupants pourra aider un hygiéniste à préciser sa démarche d'investigation (en l'orientant notamment sur les secteurs du bâtiment à investiguer) ^(13,15). Ce travail conjoint favorise également une meilleure communication des risques aux personnes potentiellement exposées.



Pour en savoir plus sur les rôles et responsabilités des divers intervenants impliqués dans la gestion de la contamination fongique :

Le [Guide de la prolifération des moisissures en milieu scolaire – Responsabilités et bonnes pratiques](#) présente les rôles et responsabilités des principaux intervenants en milieu scolaire (MEES, 2014, chapitre 8, p. 63-64).

Communication efficace

Une communication adéquate est un aspect important à ne jamais négliger tout au long de la démarche. Pour ce faire, les personnes concernées doivent être informées des résultats de l'investigation et des actions en cours ou à venir, et ce, aux moments appropriés. Cette considération est particulièrement importante pour les bâtiments publics, où la communication peut être plus complexe compte tenu des différents groupes de personnes possiblement impliquées (par exemple, les travailleurs, les étudiants, les parents, les gestionnaires du bâtiment).

² Dans un contexte québécois, d'autres types de professionnels peuvent être appelés à faire ce genre d'investigation, notamment les inspecteurs municipaux.

La communication interne – qui consiste à informer les personnes concernées – devrait, dans un premier temps, être assurée auprès de ces groupes, afin qu'ils aient une bonne compréhension de la situation. Leur implication dans la démarche peut s'avérer utile dans la résolution du problème. Quant à la communication externe, réalisée dans un deuxième temps, elle visera – si elle s'avère nécessaire – à informer la communauté et les médias locaux, entre autres. Une telle transparence permet d'éviter la circulation d'information erronée.



Pour en savoir plus sur la communication lors de la gestion de la contamination fongique :

Le guide [Creating healthy indoor air quality in schools](#) offre des conseils sur la façon de communiquer efficacement lors d'un événement en lien avec la qualité de l'air intérieur dans les écoles (EPA, 2003).

Le [Guide de la prolifération des moisissures en milieu scolaire – Responsabilités et bonnes pratiques](#) présente des aspects de communication à considérer en milieu scolaire (MEES, 2014, chapitre 7, p. 59-62).

Le manuel *Recognition, evaluation, and control of indoor mold* consacre des sections à la communication entre les occupants et les autres personnes impliquées lors de l'investigation et des activités de remédiation (AIHA, 2008, sections 6.1 et 14.4).

Regroupement des informations disponibles

Au début de la démarche d'investigation, un maximum d'information devrait généralement avoir été recueilli auprès d'un ou de plusieurs informateurs clés ⁽¹³⁾. Ces informateurs sont des personnes qui possèdent une bonne connaissance du bâtiment et, idéalement, de l'événement ayant conduit à l'investigation. Ce peut être le propriétaire, le gestionnaire du bâtiment, le responsable de l'entretien ou même un locataire.

Définition des objectifs

Sur la base des informations réunies et en collaboration avec les acteurs concernés (ex. : propriétaire, gestionnaire du bâtiment, investigateur, etc.), les objectifs de l'investigation doivent avoir été bien définis. Ces derniers permettront d'élaborer le plan d'investigation, notamment sa portée et ses limites (en d'autres termes, ce que la démarche inclut et exclut) ⁽¹⁴⁾, les endroits qui nécessiteront davantage d'attention lors de l'inspection des lieux ainsi que la méthodologie à employer pour confirmer la présence d'un problème d'humidité excessive et/ou de contamination fongique, sans oublier sa cause, sa localisation et son étendue.

Inspection des lieux

La recherche de la cause, de la localisation et de l'étendue du problème lors de l'inspection des lieux exige une observation minutieuse et une bonne compréhension des conditions favorisant la prolifération des moisissures. Elle nécessite également une bonne connaissance de la science du bâtiment ^(5,13) et des aspects liés à son architecture et à son opération (ex. : systèmes mécaniques). Bien que la démarche préconisée puisse différer selon la situation, les mêmes étapes générales énoncées ci-dessous devraient avoir été réalisées, peu importe le type de bâtiment ^(13,15) :



Examen visuel de l'extérieur et de l'intérieur du bâtiment (ex. : murs, plafonds, fondations, revêtements extérieurs, etc.) ainsi que de ses équipements (ex. : installations de chauffage, de ventilation et de climatisation, installations sanitaires, réservoirs d'eau chaude, etc.).

Cette étape vise à repérer tout signe de dommages (ex. : fuite de plomberie, fissure au mortier), défaut d'entretien ou problème de conception pouvant être la cause d'un problème d'eau ou d'humidité excessive.



Recherche et caractérisation de la présence de problèmes (actuels ou passés) d'humidité excessive (ex. : infiltration ou fuite d'eau) et de contamination fongique.

Cette étape consiste **d'abord à repérer visuellement** la présence de tous signes visibles ou perceptibles associés (ex. : présence visible de croissance de moisissures sur les surfaces, présence de taches ou de cernes témoignant de la présence passée ou actuelle d'eau, gondolements ou écailllements de peinture, odeurs de moisi, de terre ou de cave, etc.). En complément, des mesures telles que l'humidité relative et la moiteur sont souvent réalisées pour mieux caractériser le problème, c'est-à-dire pour aider à identifier la cause, la localisation et l'étendue ⁽¹³⁻¹⁵⁾.



Identification des sources potentielles de contaminants autres que les moisissures dans l'air intérieur (ex. : présence d'appareils de combustion, de matériaux avec présence soupçonnée d'amiante, de sources d'allergènes (chats, chiens, blattes, etc.).



Qu'une contamination fongique soit observée ou non, l'ensemble des facteurs qui peuvent altérer la qualité de l'air intérieur doit avoir été considéré lors de l'investigation du

bâtiment ⁽¹⁶⁾. En effet, il n'est pas inhabituel qu'un bâtiment présente plus d'un problème qui affecte la qualité de l'air intérieur ou la perception que les occupants en ont ⁽¹⁶⁾. D'autres contaminants que les moisissures peuvent être responsables d'une mauvaise qualité de l'air intérieur. L'excès d'humidité dans un bâtiment favorise non seulement la prolifération des moisissures, mais également la présence d'autres organismes (ex. : bactéries, acariens), en plus de favoriser l'émission de certains contaminants gazeux (ex. : formaldéhyde), qui peuvent eux aussi être la cause des problèmes de santé observés chez les occupants, ou y contribuer ^(11,16). Les problèmes de qualité de l'air intérieur peuvent également être causés ou amplifiés par d'autres facteurs, par exemple un taux d'échange d'air avec l'extérieur déficient ou une température inadéquate.



L'annexe 3 présente un résumé des autres contaminants de l'air intérieur potentiellement présents dans les bâtiments ainsi que quelques références à consulter pour obtenir plus d'information.

L'observation de contamination fongique ou d'humidité excessive lors de l'inspection des lieux est généralement suffisante pour réaliser une caractérisation adéquate du problème et justifier la mise en place de mesures correctives ^(4,15,23). Le choix de la stratégie de remédiation peut donc généralement être déterminé à la suite d'une inspection visuelle rigoureuse ⁽²³⁾, accompagnée, au besoin, de mesures de l'humidité relative et de la moiteur. Ainsi, en absence de contamination fongique visible, d'odeur, de plaintes des occupants ou de tout autre signe laissant croire à un problème de contamination fongique ou d'humidité excessive, il n'est habituellement pas pertinent de prolonger la démarche d'investigation plus loin.

Dans certains cas, l'investigation peut être poursuivie si la cause, l'étendue et la localisation du problème, nécessaires pour déterminer l'ampleur des mesures correctives à apporter, n'ont pu être bien caractérisées ⁽¹³⁾. Dans tous les cas, ces étapes supplémentaires ne doivent pas reporter indûment la

prise en charge des personnes affectées ainsi que la mise en place des mesures correctives qu'il convient d'apporter au bâtiment ⁽⁴⁾.

Inspection approfondie des lieux

Une inspection approfondie des lieux peut avoir été réalisée afin d'identifier et de caractériser la présence d'un problème d'humidité excessive ou d'une contamination fongique cachée (ex. : présence d'eau ou de prolifération de moisissures dans un mur, fuite non apparente de plomberie).

Cette étape peut simplement consister à retirer une partie du papier peint ou à accéder aux espaces confinés par des ouvertures existantes (ex. : conduit de ventilation, tuile ou carreau de plafond, prise de courant). Lorsqu'aucun autre moyen n'est disponible, des percées peuvent être pratiquées aux endroits suspectés ⁽²⁴⁾.



Inspection intrusive du plénum.
(Crédit photo : Michel Legris)

Ces opérations plus invasives (ou destructives) peuvent toutefois libérer certains contaminants potentiellement présents (ex. : fragments et spores de moisissures, fibres d'amiante, poussière de plomb dans la peinture) et représenter un risque additionnel pour la santé des occupants, des travailleurs et des investigateurs ^(13,14,16). C'est pourquoi il importe que les précautions nécessaires aient été prises (ex. : isolation du secteur concerné, ventilation, équipements de protection individuelle).

Mesures additionnelles

Échantillonnage environnemental

Des mesures additionnelles telles que l'échantillonnage environnemental (ex. : surface, air) peuvent également avoir été réalisées dans un contexte d'investigation approfondie.

+ Dans la plupart des cas, l'échantillonnage environnemental n'est pas nécessaire pour identifier et caractériser le problème ainsi que pour procéder à l'application des mesures correctives appropriées ^(12,23,25,26). En effet, lorsque les dommages causés par l'eau ou la contamination fongique sont visibles (après inspection intrusive ou non) et que la cause, la localisation et l'étendue du problème sont bien caractérisées, il est inutile de procéder à un échantillonnage environnemental; il faut corriger la situation, peu importe la ou les espèces fongiques en cause ^(7,12,25,27).

Si toutefois des échantillons environnementaux (de surface ou de l'air) ont été prélevés, cela doit avoir été fait dans le but de répondre à un objectif précis, et la stratégie d'échantillonnage doit avoir été bien définie. Il est également important de noter que la fiabilité des résultats obtenus dépend de la rigueur et du respect des bonnes pratiques, autant à l'égard des méthodes d'échantillonnage sur le terrain que des analyses en laboratoire.

+ Les analyses devraient avoir été confiées à des laboratoires accrédités afin de s'assurer qu'elles ont été effectuées adéquatement ^(7,23,25). Les laboratoires accrédités sont soumis périodiquement (tous les deux ans pour les accréditations offertes par des organismes québécois et l'AIHA) à un audit qui évalue le maintien des bonnes procédures d'analyse. Ces laboratoires doivent également se soumettre à des essais d'aptitude (*proficiency testing*); en cas de non-performance pour un domaine donné, l'analyse doit être confiée en sous-traitance à un laboratoire certifié pour ce domaine.

L'accréditation couvre uniquement l'analyse des échantillons en laboratoire, c'est-à-dire qu'elle ne comprend pas les aspects liés à l'échantillonnage sur le terrain (ex. : méthode de prélèvement, transport et conservation des échantillons, etc.). Elle ne peut donc pas garantir la qualité de l'échantillonnage effectué, les pratiques à cet égard n'étant toujours pas standardisées^(4,23). Il existe toutefois de bonnes pratiques qui sont énoncées dans plusieurs guides tels que ceux publiés par l'AIHA, l'IRSST et l'INSPQ^(4,5,13,28). Par ailleurs, tout échantillonnage devrait être effectué par un professionnel qualifié et ayant reçu une formation appropriée (ex. : hygiéniste du travail ou de l'environnement)^(4,7,16,23).

Soulignons ici que les trousse « maison » d'analyse de l'air (ou « kit d'analyse »), offertes au consommateur – et parfois disponibles en quincaillerie – sont à proscrire, notamment en raison de l'expertise nécessaire pour une utilisation appropriée (par exemple, à l'égard de l'emplacement et du nombre d'échantillonnages à effectuer, de même que de la gestion sécuritaire des géloses qui peuvent contenir une grande diversité et quantité de microorganismes, etc.), et parce qu'elles ne permettent aucune évaluation quantitative ni qualitative fiable des résultats.



Pour en savoir plus sur l'accréditation des laboratoires et le choix d'un professionnel qualifié :

Au Québec, le CEAEQ et l'IRSST, organismes québécois reconnus, offrent une accréditation pour les laboratoires œuvrant en microbiologie de l'air. La liste des [Laboratoires accrédités offrant des services d'analyse en microbiologie de l'air](#) (domaines 603 à 605 pour les moisissures) est disponible sur le site Internet du CEAEQ, conformément aux normes et exigences du Programme d'accréditation des laboratoires d'analyse (PALA) et selon la norme internationale ISO/CEI 17025.

Le site [Des clés pour améliorer la qualité de l'air de votre demeure](#) fournit des conseils pratiques pour identifier un professionnel qualifié (sous l'onglet *À propos de votre domicile/Bien choisir un expert ou une entreprise spécialisée*).

La présence soupçonnée de mэрule pleureuse, un champignon lignivore pouvant croître à l'intérieur des bâtiments, peut s'avérer problématique (entre autres pour l'intégrité du bâtiment). Celle-ci exige des considérations particulières lors de l'investigation, notamment à l'égard de l'échantillonnage environnemental (voir Encadré 2).

Encadré 2 Cas particulier de la mэрule pleureuse

La mэрule pleureuse (*Serpula lacrymans*) n'est pas une moisissure, mais plutôt un champignon macroscopique. Elle n'est pas considérée comme ayant des effets pathogènes ou infectieux pour les humains, cependant, les conditions d'humidité excessive nécessaires à sa prolifération peuvent favoriser également celle des moisissures. Par ailleurs, il est reconnu que la mэрule peut affecter de manière très importante les composants structuraux des bâtiments; c'est pourquoi sa présence exige des considérations très particulières à l'égard des travaux de décontamination. Compte tenu des conséquences et des implications importantes, **il est fortement recommandé** (contrairement aux moisissures) que la présence soupçonnée de mэрule pleureuse dans un bâtiment soit confirmée par un laboratoire accrédité. Pour ce faire, il suffit d'effectuer un prélèvement sur la surface soupçonnée d'en être atteinte (voir la fiche sur l'échantillonnage de surface).

Pour plus d'information sur la mэрule pleureuse (notamment les conditions de croissance et les moyens de l'éliminer) :



Le [Compendium sur les moisissures](#), spécifiquement la fiche de la *Serpula lacrymans* (INSPQ).

L'avis scientifique [La mэрule pleureuse \(*Serpula lacrymans*\) dans l'environnement intérieur et risque à la santé](#) (INSPQ, 2015).

Autres types de mesures additionnelles

La démarche d'investigation peut parfois avoir impliqué la vérification, par un ou des professionnels de la santé, de l'existence de problèmes de santé compatibles avec une exposition aux moisissures ⁽⁴⁾ (ex. : par une évaluation clinique sur une base individuelle ou par l'intermédiaire d'une enquête chez un ensemble d'individus).

La démarche d'investigation n'exige cependant pas toujours une telle enquête, ce type d'évaluation pouvant d'ailleurs comporter certaines limites. Conséquemment, la pertinence de procéder à cette étape est évaluée par les équipes de santé publique, et la procédure à suivre est adaptée selon le contexte et l'analyse de la situation. Dans tous les cas, seul un médecin est habilité à diagnostiquer un problème de santé.



De plus amples informations sur ce type d'évaluation sont disponibles dans les références suivantes :

Le document [Évaluation par des experts internationaux des pratiques de la Direction de santé publique concernant les problèmes de santé associés aux infiltrations d'eau dans les bâtiments – Actes de l'audit tenu en avril 2013](#) (DSP de Montréal, 2015, p. 19-22).

Le rapport scientifique [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) (INSPQ, 2002, chapitre 3.3, p. 63-67).

Enfin, d'autres types de mesures plus poussées (ex. : détermination de la pénétration de l'eau à travers les surfaces de maçonnerie) peuvent avoir été réalisées dans le cadre d'une démarche d'investigation de la contamination fongique. Celles-ci ne sont toutefois pas abordées dans cet outil.

2.2 Interprétation de rapports d'investigation : généralités à considérer

De façon générale, l'interprétation de rapports d'investigation fongique doit considérer les aspects importants mentionnés ci-dessous.



Un rapport d'investigation fongique d'un bâtiment représente un portrait de la situation à un moment précis dans le temps.

En effet, les résultats obtenus peuvent différer si l'inspection visuelle et les mesures environnementales ont été réalisées à un autre moment. Conséquemment, le rapport doit indiquer le moment précis où les observations et les mesures ont été effectuées. Il doit également présenter de manière factuelle les diverses conditions notées à ce même moment et pouvant être la cause du problème.



Les données colligées lors de l'investigation à l'aide des diverses méthodes de mesures et de prélèvements doivent toujours être interprétées en considérant l'ensemble des informations recueillies.

Ces informations incluent tout particulièrement les informations sur le bâtiment (c'est-à-dire les informations disponibles passées et présentes sur l'extérieur et l'intérieur) ainsi que les observations de signes d'humidité excessive ou de contamination fongique.



L'avis d'un ou de plusieurs professionnels expérimentés ayant une expertise pertinente peut être nécessaire pour interpréter adéquatement les résultats, tant positifs que négatifs.

La section *Approche collaborative interdisciplinaire* fournit de plus amples informations à ce sujet.



L'évaluation des risques avérés ou potentiels pour la santé des occupants du bâtiment, en lien avec la présence d'un problème de contamination fongique ou de conditions le favorisant, doit être réalisée par des professionnels de la santé, à la lumière de l'ensemble des informations disponibles.



Il peut arriver, lors de la démarche d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment, que les occupants soulèvent des préoccupations de santé ou se plaignent de symptômes qu'ils attribuent à l'état du bâtiment. De telles informations devraient être notées dans le rapport, particulièrement si elles sont la raison ayant motivé l'investigation du bâtiment. Par ailleurs, ces mêmes occupants devraient être confiés à leur médecin traitant ou à une clinique spécialisée en médecine du travail et de l'environnement afin qu'ils soient pris en charge individuellement. **Cependant, les rapports d'investigation de la contamination fongique de bâtiments réalisés par des firmes de consultants ne devraient jamais inclure d'appréciation sur un lien de causalité entre les symptômes rapportés par les occupants et l'état du bâtiment.**



Les informations incluses dans le rapport d'investigation doivent être suffisamment détaillées, claires et précises pour permettre l'élaboration d'un plan d'action pour le nettoyage ou la réhabilitation des lieux concernés, incluant les mesures de protection des travailleurs qui procéderont aux mesures correctives ⁽¹⁶⁾ ainsi que celles des occupants (ex. : mesures de confinement); au besoin, elles pourront aussi servir à l'élaboration de nouveaux objectifs pour une investigation plus approfondie.



Chaque situation est unique et le jugement professionnel aura toujours une place prépondérante dans l'interprétation.



L'annexe 4 présente, sous forme de grille, les sections et contenu types d'un rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment. Les informations générales qu'il devrait contenir sont exposées section par section, c'est-à-dire : contexte, objectifs, méthodologie (en particulier lorsque des appareils sont utilisés), résultats et interprétation (notamment les informations qui devraient figurer dans la légende accompagnant les photographies), recommandations et conclusions, références. Pour plus d'informations sur l'interprétation de données et de mesures spécifiques (ex. : mesures de l'humidité relative), le lecteur est invité à se référer aux fiches correspondantes.

L'annexe 5 présente un rapport type d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment avec, en marge, une liste de vérification des informations générales qui devraient s'y trouver.

2.3 Informations sur le bâtiment

2.3.1 DESCRIPTION

Les informations sur le bâtiment sont recueillies à partir d'entrevues réalisées avec des informateurs clés ainsi que durant l'examen du bâtiment lors de l'inspection visuelle des lieux. Elles comprennent entre autres ^(4,13,14) :

- le type de secteur (ex. : commercial, résidentiel, industriel, agricole), les caractéristiques du terrain (ex. : mauvais drainage, présence de pente vers les fondations du bâtiment) et la localisation du bâtiment (ex. : proximité de sources possibles d'agents microbiens telles qu'un site de compostage);
- l'âge et la vocation du bâtiment (ex. : hôpital, école, garderie, immeuble à logements) ainsi que toute modification d'utilisation des lieux (incluant les dates). Si le bâtiment est occupé par une clientèle vulnérable (ex. : personnes âgées, nourrissons et jeunes enfants, personnes souffrant de maladies respiratoires chroniques), il peut être utile que cette information soit incluse dans le rapport afin de mieux planifier les mesures de remédiation à mettre en place, le cas échéant;
- l'usage des pièces investiguées (ex. : chambre à coucher, salle de classe, gymnase), leur occupation (ex. : pièces occupées ou inoccupées) et les activités s'y produisant (ex. : activités sportives, rénovation, bricolage, préparation des repas);
- l'existence, le cas échéant, d'événements passés ou présents d'infiltration d'eau, de dommages structuraux (ex. : fuite de tuyauterie), de contamination fongique ou de plaintes des occupants (ex. : inconfort, symptômes et liens spatio-temporels potentiels avec le bâtiment concerné). Ces informations incluent la localisation, la date, la nature, l'ampleur et la durée des événements ainsi que les mesures de mitigation qui ont été effectuées, s'il y a lieu;
- le programme et les activités d'entretien du bâtiment, le cas échéant;
- les rénovations ou réparations antérieures (incluant dates et localisation) qui pourraient avoir eu une incidence sur la présence d'humidité excessive (ex. : agrandissement, réparation de la toiture, isolation accrue, rénovation majeure de la salle de bain, etc.), s'il y a lieu;
- l'état apparent du revêtement (ex. : présence de mortiers endommagés, de fissures importantes dans les fondations, de problèmes de qualité des joints des fenêtres et des portes);
- l'état apparent des installations mécaniques (ex. : systèmes de chauffage, de ventilation, de climatisation) ainsi que de leur programme d'entretien.

2.3.2 INTERPRÉTATION

Les informations (passées et présentes) sur l'entretien, les conditions, caractéristiques et usages du bâtiment investigué sont des données importantes à considérer afin de mieux cerner la cause, la localisation et l'étendue d'un éventuel problème. Les informations pertinentes sur le bâtiment devraient avoir été intégrées au rapport d'investigation et servir à l'interprétation globale du problème. L'analyse des plans originaux du bâtiment peut aussi être utile afin de repérer, par exemple, des problèmes potentiels de structure ou des défauts de conception.

2.4 Observations de signes d'humidité excessive ou de contamination fongique

2.4.1 DESCRIPTION

+ Les signes visuels ou perceptibles associés à des problèmes d'humidité excessive ou à la contamination fongique sont des informations primordiales à considérer dans l'interprétation d'un rapport d'investigation de la contamination fongique.

Ces signes ou indicateurs peuvent être, par exemple :

- cernes, taches, efflorescences³, zones humides, accumulation d'eau, bois en décomposition, matériaux détériorés ou autres signes de dommages associés à un dégât d'eau ou à une infiltration d'eau;
- condensation sur les murs ou les fenêtres;
- gondolement ou écaillage de la peinture, décollement de la tapisserie ou d'autres revêtements;
- odeur de moisi, de « terre », de « cave »;
- contamination fongique visible (ex. : taches de couleurs [noires, vertes, roses, etc.] avec texture floconneuse, laineuse, veloutée, etc.);
- présence de certains arthropodes (dont font partie les insectes) à l'intérieur du bâtiment, pouvant indiquer un excès d'humidité (ex. : cloportes, poissons d'argent [lépismes argentés], blattes, mille-pattes).



2.4.2 RÉSULTATS RAPPORTÉS

Les observations doivent être accompagnées de photos des surfaces affectées, incluant une légende claire sur la localisation, la date et l'heure de la prise des photos. Aussi, elles doivent être décrites de manière à pouvoir caractériser la cause, l'étendue et l'ampleur du problème. Par exemple, si une zone humide ou une contamination fongique confirmée ou soupçonnée est observée sur une surface lors de l'inspection, les résultats devraient préciser la superficie des surfaces atteintes (ex. : 1 mètre carré), leur répartition⁽⁴⁾ (ex. : étendue de la contamination, en continu ou formée de quelques taches ou points), leur localisation⁽¹⁴⁾ ainsi que leur apparence (ex. : couleur, texture, etc.).

2.4.3 INTERPRÉTATION

⇒ La présence dans un bâtiment d'une contamination fongique visible (en surface ou derrière les matériaux) ou de conditions d'humidité excessive persistante qui favorisent la prolifération des moisissures (ainsi que celle d'autres organismes) représente un risque potentiel pour la santé des occupants; la seule présence de ce risque justifie la mise en place de mesures pour rechercher la source du problème, l'éliminer et mettre en place des mesures correctives^(4,11,12,17).

³ La présence d'efflorescences peut être un indice de problèmes d'étanchéité et d'humidité non contrôlés (passé ou actuel) dont la source doit être recherchée. Sa présence ne doit toutefois pas être interprétée comme un indicateur de prolifération fongique, car l'efflorescence n'est pas de la moisissure, mais plutôt des dépôts de sels qui résultent de la migration ou de l'évaporation de l'eau vers la surface dans un matériau comme le béton ou la maçonnerie.

Les signes visibles (ou perceptibles) de contamination fongique ou de problèmes associés à l'humidité excessive (ex. : dommages causés par l'eau, odeur de moisissures, etc.) ont été associés à des effets sur la santé dans la littérature scientifique ^(29,30). Les études épidémiologiques indiquent que ces signes sont de meilleurs indicateurs de risque à la santé que les mesures quantitatives réalisées à l'aide de l'échantillonnage ^(11,31). En cas de doute, un échantillonnage de surface peut néanmoins être utile pour confirmer que les taches ou décolorations observées correspondent bien à une contamination fongique (voir la fiche sur l'échantillonnage de surface). L'absence de ces signes n'exclut toutefois pas la possibilité qu'un problème soit présent ⁽³⁾ (ex. : une contamination qui serait dissimulée à l'intérieur des murs).



La source du problème d'humidité excessive peut parfois être difficile à identifier et il importe, lors de l'interprétation des résultats, de considérer que certaines conditions étaient peut-être absentes au moment de l'inspection des lieux.

Les problèmes chroniques, qui sont actifs au moment de l'inspection (ex. : fuite de tuyauterie), sont généralement plus faciles à identifier. Les problèmes intermittents, qui surviennent à une période spécifique de l'année (ex. : condensation sur les surfaces en hiver) ou qui se manifestent lors de conditions particulières (ex. : toit qui fuit lorsqu'il pleut), peuvent ne pas avoir été décelés au moment de l'inspection ⁽¹³⁾.



L'annexe 4 présente, sous forme de grille, les sections et contenu types d'un rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment. Les informations générales qu'il devrait contenir sont exposées section par section, c'est-à-dire : contexte, objectifs, méthodologie (en particulier lorsque des appareils sont utilisés), résultats et interprétation (notamment les informations qui devraient figurer dans la légende accompagnant les photographies), recommandations et conclusions, références.

2.5 Mesure de l'humidité relative

2.5.1 DESCRIPTION

La mesure de l'humidité relative correspond au ratio de la quantité de vapeur d'eau dans l'air par rapport à la quantité de vapeur d'eau que l'air peut contenir à saturation, aux conditions de température et de pression au moment de la prise de mesure. Ces mesures sont généralement effectuées à l'aide d'un hygromètre ou d'un psychromètre électronique. Elles sont parfois utilisées parallèlement à l'inspection visuelle afin d'évaluer la contribution potentielle de l'humidité relative à la prolifération de moisissures ⁽¹³⁾.

La localisation des mesures dépend de l'objectif de l'investigation. Néanmoins, selon l'AIHA, la démarche devrait inclure des sites à proximité de la source soupçonnée d'humidité ⁽¹³⁾. Par ailleurs, les conditions météorologiques extérieures (ex. : journée pluvieuse ou humide) peuvent influencer les résultats des lectures prises à l'intérieur, surtout dans une situation où les fenêtres sont ouvertes et qu'il n'existe aucun contrôle de l'humidité à l'intérieur (ex. : déshumidificateur). Conséquemment, des mesures prises à l'extérieur du bâtiment peuvent aider à l'interprétation de celles effectuées à l'intérieur et contribuer à identifier un problème d'humidité excessive dans le bâtiment investigué.

2.5.2 RÉSULTATS RAPPORTÉS

Les résultats sont rapportés sous forme de pourcentage (%) et sont généralement accompagnés de mesures de température réalisées aux mêmes endroits.

2.5.3 INTERPRÉTATION



Afin d'assurer le confort des occupants et de minimiser la croissance fongique, il est généralement recommandé de maintenir l'humidité relative entre 30 % et 50 %.

Certaines valeurs minimales doivent être respectées afin d'assurer le confort des occupants. Selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail et le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST), la valeur minimale dans les édifices de bureaux ne doit pas descendre en dessous de 20 %⁴, afin d'éviter de l'inconfort causé par l'assèchement des muqueuses et de la peau^(32,33). En effet, des symptômes de sécheresse des yeux, du nez, de la gorge et de la peau peuvent être rapportés chez certaines personnes exposées à de faibles taux d'humidité relative⁽³⁴⁾.

Pour minimiser la prolifération fongique, la valeur maximale d'humidité relative devrait théoriquement être inférieure à 65 %, la valeur à ne pas dépasser variant entre 60 % et 70 % selon les organisations (voir Annexe 6 – Écarts d'humidité relative recommandés). Une lecture d'humidité relative au-delà de ces valeurs peut donc signifier une condition propice à la croissance de moisissures. Par ailleurs, une humidité relative élevée favorise le développement d'autres organismes tels que les bactéries et les acariens⁽¹¹⁾, ainsi que l'émission, par certains matériaux, de composés organiques volatils comme le formaldéhyde, un gaz irritant⁽³⁵⁾.



Une humidité relative inférieure à la plage de valeurs recommandées pourrait tout de même entraîner de la condensation sur les surfaces et favoriser le développement de moisissures, en particulier en hiver. Conséquemment, l'humidité relative devrait être maintenue assez basse en tout temps, pour prévenir la formation de condensation sur les surfaces^(3,10,23,25).

Lorsque la température extérieure est en dessous de -10 °C, la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) recommande de maintenir l'humidité relative à 30 % – voire à 25 % en conditions très froides – pour éviter la formation de condensation à la surface des fenêtres ou des murs froids⁽²⁵⁾. L'air chaud pouvant contenir davantage d'humidité que l'air froid, son contact avec une surface froide ou mal isolée peut entraîner la formation de condensation sur celle-ci, même si le taux d'humidité relative à l'intérieur respecte les valeurs recommandées. Alors qu'une telle situation observée de manière ponctuelle et sur une très courte période n'est généralement pas préoccupante, une condition chronique d'humidité relative élevée (observée de manière intermittente ou à répétition) peut résulter en une contamination fongique et doit être corrigée⁽²³⁾. Dans un tel contexte, une bonne ventilation peut contribuer à diminuer l'humidité relative.



Plusieurs facteurs peuvent influencer les mesures de l'humidité relative, à la hausse comme à la baisse. En plus des conditions météorologiques extérieures (l'humidité relative dans l'air ambiant étant plus élevée lors d'une journée pluvieuse, par exemple), certaines caractéristiques et conditions présentes à l'intérieur au moment de la prise de mesure peuvent avoir un impact sur les lectures et devraient être notées dans le rapport, notamment :

⁴ Selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail⁽³²⁾, ce pourcentage doit être maintenu pendant les heures d'ouverture, dans tout édifice de bureaux ou établissement commercial construit ou mis en exploitation après le 19 décembre 1979.

- le nombre d'occupants dans la pièce et leurs activités (ex. : cuisson des aliments, douches, compostage, utilisation d'un humidificateur ou d'un déshumidificateur);
- la température ambiante, l'air chaud pouvant contenir davantage d'humidité que l'air froid;
- les conditions de ventilation lors de la prise de mesure (ex. : présence et fonctionnement d'un système de ventilation central [et type de système], d'un ventilateur d'extraction dans la ou les salles de bain ou d'une hotte de cuisine, fenêtres ouvertes ou fermées, etc.);
- la présence d'un spa ou d'une piscine intérieure ou, encore, de nombreux végétaux en culture ou d'aquariums.

Les mesures de l'humidité relative peuvent aussi varier à l'intérieur d'une même pièce. Par exemple, la valeur notée au centre d'une pièce peut être différente de celle observée le long d'un mur extérieur, plus froid ^(3,4).



Des mesures de l'humidité relative qui se situent à l'intérieur de la plage de valeurs recommandées (entre 30 % et 50 %) indiquent généralement une condition normale. Elles n'excluent toutefois pas la présence d'un problème potentiel d'humidité excessive et/ou de contamination fongique. Il demeure donc important d'interpréter les résultats en considérant l'ensemble des informations disponibles.

Les conditions favorisant la prolifération fongique peuvent être transitoires ou intermittentes, et être absentes au moment de l'inspection des lieux. Conséquemment, il est important de considérer que les mesures d'humidité relative reflètent uniquement les conditions présentes au moment de l'investigation, et qu'elles peuvent différer si elles sont prises à un autre moment ⁽¹³⁾.

Par ailleurs, il convient de noter que, malgré l'absence de problèmes d'humidité relative au moment de l'inspection des lieux, il est possible que d'autres conditions pouvant favoriser la contamination fongique soient présentes, telles qu'un problème de moiteur dans les matériaux causé par une infiltration d'eau localisée.

Résumé des informations à vérifier

En accompagnement des résultats de mesures de l'humidité relative, certaines informations devraient être indiquées dans le rapport et peuvent être vérifiées afin d'assurer une interprétation adéquate, en particulier :

- les résultats des mesures de température réalisées, qui devraient être effectuées aux mêmes endroits que les mesures d'humidité relative;
- les endroits précis où les mesures ont été effectuées, par exemple à l'aide de photos;
- les conditions météorologiques extérieures (ex. : journée pluvieuse, température, humidité relative, etc.);
- les caractéristiques et conditions présentes à l'intérieur au moment de la prise de mesure et qui peuvent influencer les lectures.



Le document [L'air et l'humidité – Un guide pour comprendre et régler les problèmes d'humidité dans les habitations](#) fournit des informations sur les causes des problèmes d'humidité et de condensation et leurs solutions, ainsi que des listes de vérification des problèmes d'humidité en milieu résidentiel (SCHL, 2004).



L'annexe 4 présente, sous forme de grille, les sections et contenu types d'un rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment. Les informations générales qu'il devrait contenir sont exposées section par section, c'est-à-dire : contexte, objectifs, méthodologie (en particulier lorsque des appareils sont utilisés), résultats et interprétation (notamment les informations qui devraient figurer dans la légende accompagnant les photographies), recommandations et conclusions, références.

L'annexe 6 présente les écarts d'humidité relative recommandés par différentes organisations reconnues à l'intérieur des bâtiments.

2.6 Mesure de la moiteur

2.6.1 DESCRIPTION

La moiteur représente la quantité d'eau ou d'humidité dans les matériaux. Elle est généralement mesurée avec un détecteur de moiteur, aussi appelé humidimètre. Les deux principaux types d'appareils utilisés sont de type intrusif (aussi appelé *humidimètre à résistance électrique*, muni d'une sonde qui pénètre la surface du matériau testé) ou de type non intrusif (aussi appelé *humidimètre diélectrique ou capacitif*, muni d'un capteur déposé directement sur le matériau) ^(13,36,37). Le premier (intrusif) permet une mesure en profondeur du matériau testé, mais uniquement pour la partie comprise entre les deux sondes, alors que le deuxième (non intrusif) permet de vérifier la présence de la moiteur à la surface du matériau testé (et à une certaine profondeur, selon le modèle), par l'examen rapide d'une plus grande surface, sans percer le matériau ^(14,18,36,37).



Mesure de la moiteur sous une fenêtre où une infiltration d'eau est soupçonnée.
Crédit photo : Michel Legris

Les mesures de la moiteur peuvent s'avérer utiles lors de l'inspection visuelle pour cibler les zones du bâtiment sujettes à la prolifération des moisissures et pour ainsi mieux identifier la cause, la localisation et l'étendue du problème ^(4,13-15). Ces mesures sont généralement utilisées dans les contextes suivants :

- vérifier la présence d'humidité excessive sur un matériau ou à l'intérieur, sans signe apparent de moisissures ou de dommage causés par l'eau. Les mesures de la moiteur sont inutiles si le matériau est déjà mouillé au toucher, à moins que l'objectif ne soit de déterminer l'étendue du problème de moiteur;
- circonscrire la zone qui devra être asséchée ou les matériaux qui devront être enlevés à la suite d'un dégât d'eau;

- tester si un matériau contaminé par de la moisissure est toujours mouillé et, si tel est le cas, déterminer l'étendue du problème de moiteur en périphérie de la contamination.

2.6.2 RÉSULTATS RAPPORTÉS

L'appareil est généralement calibré pour une essence donnée de bois (ex. : pin, sapin) ^(13,36). Les lectures pour ce type d'appareil sont habituellement rapportées en pourcentage (%), et correspondent à des « mesures relatives du contenu en moiteur » (*relative reading in moisture content*) ou à des « équivalents en contenu de moiteur du bois » (*wood moisture equivalent*) lorsque les mesures sont effectuées sur un substrat autre que le bois (telles les plaques de plâtre). Les mesures réalisées sur les matériaux suspectés d'être humides sont généralement accompagnées de mesures prélevées sur des matériaux similaires non suspectés d'être humides, aux fins de comparaison et d'interprétation.

2.6.3 INTERPRÉTATION



L'analyse et l'interprétation des résultats sont habituellement réalisées en se basant sur plusieurs mesures et en comparant le matériau présumé humide avec des mesures comparatives prélevées sur un matériau similaire présumé non humide, si possible sur le même mur (voir exemple dans le rapport type présenté à l'annexe 5).

En effet, une mesure prise à un seul moment ou à un seul endroit donne peu d'indications sur la présence de moiteur excessive et le risque de contamination fongique. Divers paramètres peuvent faire varier les lectures, notamment ^(3,13,14,36,38) :

- les conditions de température et d'humidité relative. Par exemple, les fluctuations de température au cours d'une journée peuvent affecter la teneur en moiteur des matériaux. La saison et les conditions météorologiques peuvent également faire varier les lectures (ex. : les matériaux peuvent présenter une teneur en moiteur plus élevée l'été, lorsque l'humidité relative est plus importante);
- les types de matériaux examinés, qui peuvent présenter des caractéristiques distinctes quant au mouillage et au séchage et des susceptibilités différentes aux problèmes de moiteur;
- la présence de sels dissous ou de métaux dans les matériaux, qui pourrait conduire à de faux résultats positifs (selon le type de détecteur de moiteur utilisé).

De plus, le contenu en moiteur des matériaux peut varier de façon importante sur de courtes distances (quelques centimètres)^{5 (9)}. Il n'est donc pas juste d'assumer qu'une mesure prise à un endroit précis est la même quelques centimètres plus loin.



La détection de moiteur excessive dans un matériau n'est pas forcément accompagnée d'une contamination fongique.

Elle signifie plutôt une condition qui, sur une longue période ou si elle s'avère chronique, peut favoriser la croissance de moisissures. Par exemple, une mesure de moiteur élevée (lorsque comparée à une mesure effectuée sur un matériau considéré non humide), observée en association avec une source potentielle d'humidité excessive (ex. : défaut d'étanchéité, fuite de tuyauterie), peut indiquer la présence d'une situation favorable à la contamination fongique.

⁵ Ce constat est particulièrement observé avec les matériaux poreux ⁽¹³⁾.



L'absence de problème de moisissure dans les matériaux lors de l'inspection des lieux n'exclut pas la présence de contamination fongique. Il demeure donc important d'interpréter les résultats des mesures de la moisissure en considérant l'ensemble des informations disponibles.

Les résultats peuvent conduire à de faux résultats négatifs en présence d'un problème passé ou intermittent (ex. : une zone qui n'est plus mouillée, mais où il persisterait toutefois une contamination fongique entre les murs) ^(13,14,18). Conséquemment, de la même manière que pour les mesures de l'humidité relative, il est important de considérer que les mesures de la moisissure reflètent uniquement les conditions présentes au moment de la prise des mesures, ces dernières pouvant être différentes si prises à un autre moment.

Résumé des informations à vérifier

En accompagnement des résultats de mesures de la moisissure, certaines informations devraient être indiquées dans le rapport et peuvent être vérifiées afin d'assurer une interprétation adéquate, en particulier :

-
- les éléments essentiels au mode d'emploi de l'appareil (dont le degré de précision de l'appareil et les plages de lecture des mesures, qui peuvent varier selon le modèle);
- les résultats des mesures comparatives, c'est-à-dire des mesures prises sur un matériau similaire considéré non contaminé (ou non humide) provenant de la même pièce ou d'une autre pièce, dont les valeurs obtenues serviront de référence ^(13,14);
- les conditions météorologiques extérieures (ex. : journée pluvieuse, température, humidité relative, etc.);
- les caractéristiques et conditions présentes à l'intérieur au moment de la prise de mesures et qui peuvent influencer les lectures, en particulier la température et l'humidité relative;
- les endroits précis où les mesures ont été effectuées, par exemple à l'aide de photos.



Le document [Lignes directrices pour la mesure sur place de la teneur en humidité des matériaux de construction en bois](#) fournit des informations sur les types d'humidimètres électriques (SCHL, 2003, p. 2).



L'annexe 4 présente, sous forme de grille, les sections et contenu types d'un rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment. Les informations générales qu'il devrait contenir sont exposées section par section, c'est-à-dire : contexte, objectifs, méthodologie (en particulier lorsque des appareils sont utilisés), résultats et interprétation (notamment les informations qui devraient figurer dans la légende accompagnant les photographies), recommandations et conclusions, références.

2.7 Mesure des irrégularités thermiques

2.7.1 DESCRIPTION

La mesure des irrégularités (ou anomalies) thermiques est effectuée à l'aide de la thermographie infrarouge. Dans un contexte d'investigation de la contamination fongique, cette méthode peut être utilisée en complément de l'inspection visuelle afin de contribuer à l'identification de la présence de moiteur à l'intérieur des murs sans avoir à les ouvrir ou à les percer ⁽¹³⁾. Elle peut être utile pour faciliter le repérage des zones d'humidité excessive, en particulier à l'intérieur des structures des grands bâtiments ⁽³⁹⁾.

La réalisation de ce type de mesure et l'interprétation des résultats qui en découlent requièrent toutefois de bonnes connaissances (ex. : composants structuraux d'un bâtiment) ainsi qu'une formation préalable pertinente (ex. : fonctionnement de l'appareil, capacité à discriminer une zone humide d'autres types de problèmes).

2.7.2 RÉSULTATS RAPPORTÉS

Les résultats obtenus se présentent généralement sous forme d'images captées par l'appareil illustrant les différences de température observées (dans un spectre de couleur allant du bleu [plus froid] au rouge [plus chaud]), accompagnées de photos régulières du même endroit, à titre de comparaison ⁽⁴⁰⁾. Les zones présumées humides devraient aussi être accompagnées de mesures de la moiteur.

2.7.3 INTERPRÉTATION



Les irrégularités thermiques correspondent à des variations de température sur les surfaces (ex. : mur intérieur ou extérieur, plafond, etc.) ^(36,41), qui ne devraient pas être systématiquement associées à un problème de moiteur ou de contamination fongique.

Les irrégularités thermiques observées peuvent être causées par un problème d'humidité à l'intérieur des structures et ainsi révéler un problème potentiel de moiteur pouvant conduire à une contamination fongique ^(36,41). Elles peuvent également être causées par d'autres types de problèmes, notamment des défauts d'isolation (qui peuvent causer des ponts thermiques) ou des infiltrations d'air dans les composants de l'enveloppe extérieure ^(36,41). Ces conditions peuvent entraîner de la condensation sur les surfaces (en raison du contact de l'air chaud humide avec une surface froide) et, éventuellement, des problèmes de contamination fongique.

Les irrégularités thermiques peuvent aussi être occasionnées par d'autres phénomènes qui ne sont pas liés à un problème de moiteur, par exemple, l'eau froide qui circule dans les tuyaux ou, encore, l'air refroidi projeté par un climatiseur sur la surface ⁽³⁶⁾. Les irrégularités thermiques provoquées par une infiltration d'eau ou une zone de moiteur sont cependant habituellement caractéristiques; une personne bien formée est généralement en mesure de les distinguer par rapport à d'autres types de problèmes. Néanmoins, la détection d'irrégularités thermiques signifie la présence de zones suspectes qui devront être investiguées plus en profondeur, à l'aide d'autres mesures complémentaires (ex. : mesures de la moiteur) ou d'une inspection intrusive pour évaluer si elles sont contaminées par les moisissures ou si elles présentent un problème d'humidité excessive.



En raison des nombreux paramètres à considérer ainsi que des différents facteurs pouvant influencer les irrégularités observées, l'interprétation des données issues de la thermographie infrarouge doit être effectuée par un expert qualifié.

Plusieurs facteurs peuvent influencer les lectures, notamment la température ambiante, la vitesse des vents, la pluie, l'ensoleillement, les propriétés de rayonnement des matériaux, la distance de la prise de mesure par rapport au bâtiment, etc. ⁽⁴²⁾. Une formation appropriée ainsi que de bonnes connaissances sur les principes associés à cette technologie (ex. : principe de transfert de la chaleur, capacité à discriminer une zone humide par rapport à d'autres types de problèmes, etc.) et les divers paramètres qui peuvent influencer les résultats sont tributaires de l'utilisation de l'appareil et de l'interprétation des résultats qui en découlent ^(36,40-42). Il existe à cet égard une certification pour l'utilisation de la thermographie infrarouge (ex. : certification selon le processus de l'American Society for Nondestructive Testing [ASNT]) ⁽⁴²⁾.



L'absence d'irrégularités thermiques lors de l'inspection des lieux n'exclut pas la présence d'un problème de contamination fongique. Il demeure donc important d'interpréter les résultats de mesure des irrégularités thermiques en considérant l'ensemble des informations disponibles.

À l'instar des mesures de moiteur, les résultats peuvent conduire à de faux négatifs si, par exemple, une contamination fongique cachée est présente à l'intérieur des structures et que les matériaux examinés ne sont plus humides ou mouillés ⁽¹³⁾.

Résumé des informations à vérifier

En accompagnement des résultats de mesures des irrégularités thermiques, certaines informations devraient être indiquées dans le rapport et peuvent être vérifiées afin d'assurer une interprétation adéquate, en particulier :

-
- les résultats des mesures complémentaires (ex. : mesures de la moiteur) si des anomalies ont été détectées (afin de s'assurer que celles-ci sont bien associées à un problème d'humidité excessive ⁽³⁶⁾);
- les conditions météorologiques extérieures (ex. : température extérieure, précipitations, ensoleillement, vitesse des vents, etc.) ⁽⁴¹⁾;
- l'usage et l'interprétation de la thermographie infrarouge, effectués par un expert qualifié détenant une formation pertinente ⁽⁴²⁾.



La page Web [Thermographie – Analyse thermographique infrarouge \(IR\)](#) fournit quelques informations additionnelles sur le champ d'application de la thermographie infrarouge et sur la certification disponible (Gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada).



L'annexe 4 présente, sous forme de grille, les sections et contenu types d'un rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment. Les informations générales qu'il devrait contenir sont exposées section par section, c'est-à-dire : contexte, objectifs, méthodologie (en particulier lorsque des appareils sont utilisés), résultats et interprétation (notamment les informations qui devraient figurer dans la légende accompagnant les photographies), recommandations et conclusions, références.

2.8 Échantillonnage de surface

2.8.1 DESCRIPTION

Les principales méthodes d'échantillonnage des moisissures dans un contexte d'investigation d'un bâtiment sont décrites dans le tableau 1. Selon le type de prélèvement, deux méthodes d'analyse peuvent être utilisées, dont les résultats seront interprétés différemment, comme expliqué à la section interprétation.



Prélèvement d'un échantillon de surface à l'aide d'une lame autocollante.
Crédit photo : Michel Legris

Tableau 1 Principales méthodes d'échantillonnage des moisissures dans un contexte d'investigation fongique d'un bâtiment

Type de prélèvement	Méthode de prélèvement	Méthode d'analyse	Notes
Échantillonnage à l'aide d'une lame autocollante, suivi d'une analyse par examen microscopique direct.	Consiste à prélever, à l'aide d'une lame autocollante ⁶ , la surface d'un matériau où une contamination fongique est suspectée.	Réalisée par examen microscopique direct de l'échantillon. Vise à repérer des structures fongiques (ex. : spores, hyphes, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prélèvement généralement simple à réaliser; ■ Analyse suivant le prélèvement peut être réalisée rapidement; ■ Nécessite une bonne expérience du microbiologiste; ■ Examen difficile, voire impossible, en présence d'interférence (ex. : quantité importante de poussières ou de débris, densité de spores trop importantes, etc.)⁽⁴³⁾.
Échantillonnage à l'aide d'un écouvillon ou d'une éponge stériles, suivi d'une analyse par mise en culture.	Consiste à prélever, à l'aide d'un écouvillon ou d'une éponge stériles, une surface où une contamination fongique est soupçonnée.	Réalisée par mise en culture de l'échantillon sur un milieu favorisant la croissance des moisissures ⁽¹³⁾ , suivi d'un examen microscopique des colonies.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Délais d'obtention des résultats d'analyse plus longs, le temps d'incubation se situant généralement entre 5 et 10 jours; ■ Mise en culture doit se faire le plus tôt possible afin de préserver la viabilité de l'échantillon.
Échantillonnage en vrac (ou de procédé).	Consiste à prélever un morceau de matériau solide dont l'examen visuel a permis de soupçonner un dommage causé par l'eau ou une contamination par des moisissures.	Réalisée par un examen microscopique direct <u>et/ou</u> par une mise en culture de l'échantillon, selon les objectifs poursuivis. L'interprétation des résultats dépend de la méthode d'analyse utilisée.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Méthode qui vise habituellement les mêmes objectifs que l'échantillonnage de surface. Peut être utilisée lors de circonstances particulières, notamment : <ul style="list-style-type: none"> ■ si l'échantillonnage de surface est impossible ou difficile à réaliser sur le terrain (ex. : lorsque l'échantillon contient trop de matière [poussières ou débris] pouvant interférer avec l'analyse); ■ pour échantillonner plus en profondeur, par exemple la surface interne d'un mur ou d'une poutre; ■ pour confirmer les résultats d'un échantillonnage de surface.

⁶ Pour l'analyse par examen microscopique, le prélèvement peut aussi être réalisé avec d'autres outils, tels qu'une éponge ou un écouvillon stériles. Cependant, les analyses réalisées avec ce type de prélèvement sont plus subjectives et ne sont pas traitées dans le présent guide.

Échantillonnage des poussières déposées.	Consiste à prélever, à l'aide d'un aspirateur muni d'un filtre, les poussières déposées sur une surface.	Réalisée par mise en culture de l'échantillon sur un milieu favorisant la croissance des moisissures, suivi d'un examen microscopique des colonies.	 L'interprétation de ce type de résultats n'est pas traitée dans le présent outil. Cette méthode impose plusieurs limites qui compliquent l'interprétation des résultats dans le cadre d'une investigation fongique d'un bâtiment. La flore et la charge microbiennes présentes dans la poussière dépendent de plusieurs facteurs, tels que les déplacements des occupants ainsi que la fréquence et la qualité des travaux d'entretien ⁽¹³⁾ , et ne sont scientifiquement pas documentées.
--	--	---	---



Pour en savoir plus sur les stratégies d'échantillonnage de surface :

[Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail](#) (IRSST, 2012, p. 33-34).

Recognition, evaluation, and control of indoor mold (AIHA, 2008, p. 129 à 138 et p. 145 à 149).

2.8.2 RÉSULTATS RAPPORTÉS

Les résultats sont généralement rapportés de la manière présentée ci-dessous, selon la méthode d'analyse utilisée.

Analyse par examen microscopique direct

Les résultats sont rapportés sous forme de présence ou d'absence de contamination fongique (ou de prolifération de moisissures) sur la surface prélevée ou sous forme de décomptes semi-quantitatifs, selon la densité de structures fongiques. L'identification de certaines moisissures est possible, mais souvent limitée au genre ou au groupe (ex. : les genres *Aspergillus* et *Penicillium* ne pouvant généralement pas être distingués au microscope, ils sont rapportés *Aspergillus/Penicillium* groupe [ou *Aspergillus/Penicillium* like]).

Analyse par mise en culture

Les résultats sont généralement rapportés sous forme de présence ou d'absence des genres ou des espèces de moisissures présentes dans l'échantillon. Des résultats semi-quantitatifs peuvent aussi être indiqués, mais un résultat quantitatif en UFC est difficile à interpréter, car peu de surfaces sont complètement stériles.

2.8.3 INTERPRÉTATION



La présence de prolifération de moisissures sur une surface signifie que le matériau atteint est contaminé et qu'il doit être nettoyé ou retiré. Un simple examen visuel effectué par une personne détenant une expérience pertinente peut généralement suffire à déterminer la présence de contamination fongique sur une surface donnée. En cas de doute, l'analyse par **examen microscopique direct**, dont le prélèvement a été réalisé avec une lame autocollante, peut aider à confirmer ou à infirmer cette observation. L'interprétation des résultats qui en découle doit néanmoins toujours considérer les autres informations disponibles, dont les résultats de l'inspection visuelle ⁽⁴⁾ ainsi que la localisation exacte et le contexte du prélèvement.

La méthode d'échantillonnage de surface, suivie d'une analyse par examen microscopique direct, est utilisée pour confirmer la présence ou l'absence de prolifération visible de moisissures sur une surface soupçonnée d'être contaminée, par exemple pour vérifier si les décolorations ou les dépôts observés

sur une surface correspondent bien à une contamination fongique, et non à un autre phénomène (ex. : poussière, suie, efflorescence) ^(5,13,15). L'observation de quelques structures fongiques au microscope ne signifie pas nécessairement que le matériau concerné est contaminé. En effet, la présence de prolifération de moisissures sera déterminée au laboratoire par la densité de structures fongiques examinées au microscope, selon des critères prédéterminés. Certaines structures caractéristiques (ex. : hyphes) peuvent également indiquer que la prolifération active sur le matériau.

Il existe plus d'une méthode valable pour procéder à ce genre d'analyse, à condition que le laboratoire ait fait la démonstration de sa validité (ex. : fidélité, performance, etc.⁷). Un exemple de critères utilisés par l'IRSST est présenté dans l'encadré ci-dessous.

Encadré 3 Exemple de critères utilisés pour l'interprétation d'échantillonnage de surface suivi d'un examen microscopique direct

Selon la [Méthode 360](#) de l'IRSST ⁽⁴³⁾, un échantillon peut indiquer une prolifération fongique si au moins 31 des 100 champs observés au microscope (grossissement 400X-600X) comptent minimalement une structure fongique. Similairement, des décomptes semi-quantitatifs peuvent être rapportés avec cette méthode, selon le pourcentage de champs où au moins une structure fongique a été observée.

Le tableau ci-dessous montre les critères utilisés par l'organisme pour les décomptes semi-quantitatifs, où un résultat « ++ » ou « +++ » peut indiquer la présence de prolifération fongique sur la surface échantillonnée. Un résultat inférieur peut simplement signifier la présence de spores déposées sur la surface échantillonnée. Il importe en tout temps d'interpréter ces résultats en considérant l'ensemble des informations disponibles, en particulier celles issues de l'inspection des lieux.

Résultats attendus	Pourcentage de champs balayés
Négligeable	0 à 5 % (0 à 5 champs/100)
+	6 à 30 % (6 à 30 champs/100)
++	31 à 60 % (31 à 60 champs/100)
+++	61 à 100 % (61 à 100 champs/100)

Tableau adapté de Marchand *et al.*, 2009

Selon cette méthode, le décompte doit être effectué jusqu'à un maximum de 100 champs (si tous les champs sont négatifs) ou jusqu'à 31 champs positifs. En d'autres termes, avec cette méthode, le nombre de champs balayés ne devrait jamais être moins élevé que 31. **Il convient néanmoins de noter que d'autres méthodes et critères d'analyse peuvent être employés (selon le laboratoire) et être tout aussi valables. Dans tous les cas, il est important que ces informations et leur interprétation soient bien indiquées dans le rapport d'analyse.**

⁷ Pour plus d'information sur la procédure de validation d'une méthode d'analyse en microbiologie, voir le [Protocole pour la validation et la vérification d'une méthode d'analyse en microbiologie](#) (CEAEQ, 2012).

L'analyse d'un échantillon de surface réalisée avec un **milieu de culture** ne permet généralement pas de conclure à la présence de prolifération fongique sur le matériau. En effet, comme les moisissures sont omniprésentes dans l'environnement, il est normal de retrouver quelques spores viables déposées sur les matériaux. En conséquence, la présence de quelques UFC ne signifie pas nécessairement que le matériau est contaminé.

➡ La connaissance des espèces en prolifération sur une surface donnée n'est généralement pas utile dans un contexte d'investigation fongique ^(27,44).

En effet, comme spécifié à la section Principales sources d'eau ou d'humidité excessive dans les bâtiments, la seule confirmation d'une contamination fongique visible sur une surface est suffisante pour justifier la mise en place de mesures correctives, peu importe les espèces en cause. Il peut toutefois arriver, dans certains cas cliniques particuliers, que les informations concernant les espèces présentes sur une surface contaminée soient utilisées par le médecin afin de contribuer au diagnostic médical. Dans un tel cas, il importe de souligner, encore une fois, l'importance d'avoir recours à un laboratoire accrédité qui détient les compétences et l'expérience requises pour procéder à l'identification des espèces fongiques.

L'analyse par **examen microscopique direct** permet d'identifier certains genres ou groupes de moisissures (ex. : *Aspergillus/Penicillium* groupe [ou *Aspergillus/Penicillium* like]), mais permet rarement d'identifier les moisissures présentes à l'espèce (ex. : *Aspergillus fumigatus*). L'analyse par **mise en culture**, quant à elle, permet généralement d'identifier les espèces présentes sur la surface échantillonnée ^(13,45).

➡ Peu importe la méthode de prélèvement et d'analyse, les résultats d'échantillonnage de surface ne peuvent en aucun cas être extrapolés en une concentration de moisissures dans l'air (c'est-à-dire en nombre de particules par mètre cube d'air) ^(11,13,15,46).

En effet, la présence de spores sur une surface donnée ne signifie pas qu'elles se retrouveront éventuellement dans l'air et qu'il en résultera une exposition chez les occupants ^(11,13,15). Par ailleurs, il est possible que les genres et/ou espèces de moisissures retrouvés sur les surfaces ne soient pas les mêmes que ceux présents dans l'air de la même pièce ⁽⁴⁾.

Résumé des informations à vérifier

En accompagnement des résultats d'échantillonnage de surface, certaines informations devraient être indiquées dans le rapport et peuvent être vérifiées afin d'assurer une interprétation adéquate, en particulier :

-
- les objectifs ou les hypothèses de recherche à vérifier avec l'échantillonnage de surface, qui doivent être clairs et précis ^(5,18);
- l'échantillonnage réalisé par un professionnel (ex. : hygiéniste) qui possède une formation et une expérience pertinentes (ex. : qui connaît les limites de la méthode) ⁽²³⁾, selon un protocole reconnu;
- la localisation exacte des prélèvements effectués, appuyée par exemple par des photographies;

- le recours à un laboratoire accrédité pour l'analyse des échantillons (voir la fiche Rappel de la démarche d'évaluation de la contamination fongique), selon les protocoles prescrits ⁽²⁵⁾.

Si l'analyse des échantillons a été réalisée par **examen microscopique direct**, le rapport d'analyse du laboratoire devrait également indiquer :

-
- le nombre de champs de la lame qui a été balayé au microscope⁸ ainsi que le grossissement;
- la présence d'interférence pouvant influencer la capacité de détection des spores et d'autres structures fongiques (ex. : conidies, hyphes, etc.) en raison, par exemple, de la présence d'une grande quantité de poussières, de débris ou d'une densité trop importante de spores. L'interférence est évaluée selon la quantité de débris observée lors de l'analyse au microscope;
- les critères d'analyse utilisés par le laboratoire pour déterminer la présence de prolifération fongique (ou pour interpréter les décomptes semi-quantitatifs).

Si l'analyse des échantillons a été réalisée par **mise en culture**, le rapport d'analyse du laboratoire devrait également inclure :

-
- le type de milieu de culture choisi ainsi que les conditions d'incubation utilisées par le laboratoire.



Pour en savoir davantage sur les méthodes d'analyse des échantillonnages de surface et l'interprétation des résultats :

Le document [Évaluation de structures mycologiques par examen microscopique – MA-360](#) présente la méthode de l'IRSST pour l'analyse d'échantillons de surface par examen microscopique (IRSST, 2007).

Le document [Méthode d'échantillonnage et d'identification de bactéries et de moisissures par la méthode de prélèvements de surface – MA-343](#) présente la méthode d'analyse de l'IRSST pour la mise en culture et l'identification de bactéries et de moisissures à la suite d'un prélèvement de surface (étape préalable à la méthode MA-340) (IRSST, 2009).

Le document [Préparation des échantillons de matrices solides ou liquides – Évaluation des bactéries et moisissures cultivables – MA-342](#) présente la méthode d'analyse de l'IRSST pour la mise en culture et l'identification de bactéries et de moisissures à la suite d'un échantillonnage de procédé (ou en vrac) (étape préalable à la méthode MA-340) (IRSST, 2008).

⁸ Il peut arriver que ce décompte ne soit pas indiqué dans le rapport. Dans un tel cas, il est possible de demander à voir la méthodologie employée par le laboratoire, où cette information devrait alors être indiquée.

Le document [Identification des moisissures cultivables – MA-340](#) présente la méthode d'analyse de l'IRSST pour l'identification des moisissures mises en culture (étape suivante de la méthode MA-343 ou MA-342) (IRSST, 2008).

Le livre *Recognition, evaluation, and control of indoor mold* aborde certaines méthodes d'analyse des échantillonnages de surface (AIHA, 2008, p. 153 à 155 et p. 156 à 159).

L'avis scientifique [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) présente des informations sur l'interprétation d'échantillonnage de surface (INSPQ, 2002, p.60).



L'annexe 4 présente, sous forme de grille, les sections et contenu types d'un rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment. Les informations générales qu'il devrait contenir sont exposées section par section, c'est-à-dire : contexte, objectifs, méthodologie (en particulier lorsque des appareils sont utilisés), résultats et interprétation (notamment les informations qui devraient figurer dans la légende accompagnant les photographies), recommandations et conclusions, références.

2.9 Échantillonnage de l'air



De nombreuses organisations reconnues sont d'avis que l'échantillonnage de l'air n'est généralement pas nécessaire lors d'une investigation de la contamination fongique en milieu non industriel ^(4,18,25,47-50); les mesures correctives appropriées peuvent habituellement être apportées sur la base d'une inspection visuelle rigoureuse ^(25,50), accompagnée, au besoin, de mesures de l'humidité relative et de la moiteur. La présence confirmée d'une contamination fongique dont la cause, la localisation et l'étendue ont été bien caractérisées nécessite une action de décontamination et, dans un tel cas, un échantillonnage de l'air n'est pas nécessaire.

2.9.1 DESCRIPTION

L'échantillonnage de l'air est une méthode qui consiste à prélever un volume déterminé d'air sur une courte période de temps, avec un appareil à débit contrôlé. Le tableau suivant détaille les deux principales méthodes qui sont utilisées, selon le substrat sur lequel l'échantillon d'air sera projeté, et la méthode d'analyse employée.



Prolifération fongique sur un tuyau recouvert d'amiante.
Crédit photo : Michel Legris

Tableau 2 Principales méthodes d'échantillonnage de l'air dans un contexte d'investigation d'un bâtiment

Type de prélèvement	Méthode de prélèvement	Méthode d'analyse	Notes
Échantillonnage de l'air par impaction des spores et des autres structures fongiques (trappe à spore) et analyse par examen microscopique direct.	Consiste à prélever un volume déterminé d'air (15 litres/minute) durant une période de temps relativement courte (souvent de 10 à 30 minutes) avec un appareil à débit contrôlé. L'échantillon d'air est projeté directement sur des lames de verre avec membrane adhésive (cassettes de type « trappe à spores ») ou, plus rarement, sur des filtres de porosité ayant démontré leur capacité de rétention des spores.	Réalisée directement sur la lame par un examen microscopique direct.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Analyse suivant le prélèvement peut être réalisée rapidement; ■ Nécessite une grande expertise dans l'identification fongique au microscope ⁽¹³⁾; ■ Examen difficile, voire impossible, en présence d'interférence (ex. : quantité importante de poussières ou de débris, densité de spores trop importante, etc.) ⁽⁵¹⁾.
Échantillonnage de l'air par impaction des spores et des autres structures fongiques sur milieu gélosé (par exemple, de type Andersen) et analyse des colonies produites.	Consiste à prélever un volume déterminé d'air durant une courte période de temps (généralement de 1 à 10 minutes) à l'aide d'un appareil à débit contrôlé. L'air est projeté directement sur un milieu de culture	Réalisée par mise en culture de l'échantillon sur un milieu favorisant la croissance des moisissures, suivi d'un examen microscopique des colonies.	Délais d'obtention des résultats d'analyse peuvent être longs (temps d'incubation d'au moins 5 jours avant le dénombrement et délai supplémentaire d'environ 7 jours avant de pouvoir procéder à l'identification à la suite de la mise en culture pure).



Pour en savoir plus sur les stratégies d'échantillonnage de l'air :

[Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail](#) (IRSST, 2012, p. 31).

Recognition, evaluation, and control of indoor mold (AIHA, 2008, p. 139-145).

Field guide for the determination of biological contaminants in environmental samples (AIHA, 2005, p. 47-207).

2.9.2 LIMITES DE L'ÉCHANTILLONNAGE DE L'AIR

Plusieurs limites expliquent que l'échantillonnage de l'air ne soit habituellement pas recommandé dans un contexte d'investigation de la contamination fongique en milieu autre qu'industriel. Notamment, le temps requis pour procéder à l'échantillonnage de l'air et aux analyses peut être long et, conséquemment, retarder indûment la mise en place de mesures correctives ^(18,25). Par ailleurs, les coûts associés peuvent être très élevés, plusieurs échantillons étant nécessaires pour répondre aux hypothèses recherchées (échantillons à différents endroits et, au minimum, en double à chaque endroit).

Par ailleurs, les résultats ne sont pas toujours représentatifs de la situation et sont souvent difficiles à interpréter ^(18,23). En effet, de nombreux facteurs peuvent faire varier les résultats, par exemple :

- les variabilités méthodologiques et analytiques (ex. : variabilité sur le volume d'air prélevé, sur les décomptes, variabilité selon le type de méthode utilisée, etc.);
- les caractéristiques de l'environnement extérieur au moment du prélèvement d'échantillons comparatifs (voir Encadré 4), telles que les conditions météorologiques. Par exemple, la présence de vents peut influencer les concentrations de moisissures dans l'air. De la même manière, la pluie peut entraîner un effet de « lavage » de l'air extérieur ou remettre les particules déposées au sol en suspension dans l'air, ce qui aurait respectivement pour effet de sous-estimer ou de surestimer les concentrations réelles. Un échantillonnage dans de telles conditions devrait d'ailleurs être évité ⁽¹³⁾. Certaines activités en cours dans l'environnement immédiat peuvent également faire varier les résultats, notamment la tonte du gazon, le soufflage des feuilles et le balayage des rues;
- les caractéristiques de l'environnement intérieur à proximité du site d'échantillonnage, comme la présence et le nombre d'occupants, leurs activités et leurs déplacements⁹, les installations de ventilation en fonction, le délai depuis la fermeture des fenêtres¹⁰ et la présence de sources potentielles de moisissures (corbeille de fruits, ordures ménagères, plantes en pot, bac à compost, poussières sur le sol, etc.).

Enfin, les échantillonnages de l'air ne fournissent pas d'information valable pour évaluer les risques pour la santé des occupants ^(12,27,49). Comme mentionné précédemment, les signes visibles (ou perceptibles) de contamination fongique ou de problèmes associés à l'humidité excessive (ex. : croissance visible de moisissures sur une surface, dommages causés par l'eau, odeur de moisissures, etc.) seraient de meilleurs indicateurs du risque à la santé associé aux moisissures que les mesures quantitatives réalisées à l'aide de l'échantillonnage ^(11,31).

Ces différentes limites rendent les résultats d'échantillonnage de l'air très difficiles à interpréter dans un contexte d'investigation fongique et peuvent ainsi ne pas répondre aux attentes sous-jacentes. Conséquemment, l'échantillonnage de l'air ne devrait être considéré qu'en dernier recours, lors de certaines circonstances spécifiques, par exemple lorsqu'une contamination est soupçonnée et que sa présence n'a pu être confirmée visuellement par une inspection rigoureuse ^(7,8,16,23). En effet, s'il existe des signes qui permettent d'identifier la localisation du problème (ex. : historique ou signe d'infiltration d'eau), la bonne pratique consiste normalement à commencer par une inspection intrusive à l'endroit soupçonné afin de caractériser visuellement la présence et l'étendue du problème.



Si, nonobstant ces difficultés et ces mises en garde, des échantillonnages de l'air ont tout de même été réalisés (ex. : à la demande d'un médecin traitant, d'un gestionnaire ou d'un propriétaire de bâtiments, d'un juge ou de parents), les différentes limites énumérées précédemment doivent en tout temps avoir été considérées dans la démarche. Dans le cas contraire, **l'interprétation du rapport doit être très critique et faite avec une grande prudence. Il sera également nécessaire de tenir compte de l'ensemble des informations colligées lors de l'investigation (ex. : informations sur le bâtiment, observations issues de l'inspection visuelle) ainsi que des aspects décrits dans les prochaines sections afin de bien interpréter les résultats.**

⁹ Une personne circulant dans une pièce pourrait entraîner un changement de particules dans l'air de 30 fois sa concentration, seulement par la remise en suspension de ces dernières ⁽⁵⁾.

¹⁰ Selon l'AIHA (2005), par exemple, les échantillons peuvent être prélevés environ une heure après la fermeture des fenêtres dans les bâtiments ventilés naturellement.

2.9.3 RÉSULTATS RAPPORTÉS

Analyse par examen microscopique direct

Les résultats rapportés devraient indiquer :

- le nombre total des spores/m³ d'air dans chaque échantillon;
- le nombre de spores/m³ d'air pour chaque type de spores identifiées. L'identification est souvent limitée au genre ou au groupe. Par exemple, les genres *Aspergillus* et *Penicillium* sont rapportés « *Aspergillus/Penicillium* groupe » (ou *Aspergillus/Penicillium* like) car les spores sont similaires au microscope et ne peuvent donc pas être identifiées au genre. De plus, certains autres genres de moisissures peuvent se retrouver sous cette appellation).



Penicillium sp. observé au microscope.
Crédit photo : Geneviève Marchand

Analyse par mise en culture

Les résultats devraient notamment inclure ⁽⁵⁾ :

- le nombre total d'unités formatrices de colonie (UFC)/m³ d'air pour chaque échantillon prélevé;
- le nombre d'unités formatrices de colonie (UFC)/m³ d'air pour chaque espèce et/ou genre de moisissures identifiées.



Exemple de moisissures en croissance sur un milieu de culture (ou milieu gélosé)
Crédit photo : Michel Legris

2.9.4 INTERPRÉTATION



L'interprétation des résultats d'analyse des échantillonnages de l'air se base principalement sur la comparaison des types de moisissures (genres et espèces) et des quantités retrouvées dans l'environnement suspecté d'être contaminé, par rapport à celles retrouvées dans un secteur jugé non contaminé (échantillons comparatifs), par exemple l'air extérieur (voir Encadré 4) ^(4,7,11,13,19). Ainsi, pour l'analyse des échantillonnages de l'air, l'identification des espèces de moisissure sera utile afin de comparer la biodiversité retrouvée à l'intérieur et à l'extérieur ^(5,13).

Encadré 4 Sites de prélèvement des échantillons comparatifs

Si des échantillonnages de l'air ont été effectués dans le cadre d'une investigation fongique d'un bâtiment, il importe que des échantillons comparatifs aient été prélevés afin de comparer la diversité et les concentrations fongiques retrouvées dans le ou les secteurs soupçonnés d'être contaminés par rapport à un secteur supposé exempt de contamination fongique.

La principale source de moisissures à l'intérieur est l'air en provenance de l'extérieur. En l'absence de contamination fongique dans le bâtiment, il existe d'ordinaire une relation entre les concentrations de moisissures présentes dans l'air intérieur et l'air extérieur ^(1,2,5,52), et les concentrations retrouvées varient selon divers facteurs, soit les saisons, le moment de la journée et la localisation ⁽⁵⁾.

Conséquemment, en l'absence de neige au sol, des échantillons comparatifs doivent avoir été collectés à l'extérieur dans l'environnement immédiat du bâtiment (incluant les sites à proximité des prises d'air ou tout autre lieu significatif) aux fins de comparaison ⁽⁴⁾. Cette façon de faire permet d'indiquer si ce qui est retrouvé dans l'air intérieur est typique de ce qui est retrouvé dans l'air extérieur au moment de l'échantillonnage ⁽¹⁶⁾.

La concentration extérieure de moisissures et de leurs spores, ainsi que des genres et des espèces retrouvées, varie selon la période de l'année (ex. : début de l'été ou automne) et le type d'environnement (ex. : milieu urbain ou rural). Par exemple, les concentrations de moisissures dans l'air extérieur sont les plus élevées au cours de l'été et de l'automne ^(2,19,53).

Lorsque le sol est recouvert de neige et que les feuilles sont absentes des arbres, les concentrations de moisissures dans l'air extérieur diminuent de façon marquée ^(4,5,15,19,53). Leur contribution dans l'air intérieur en provenance de l'extérieur devient presque nulle, et il est alors conseillé que les échantillons comparatifs proviennent d'une pièce présumée non contaminée du même bâtiment où est réalisée l'investigation. Dans l'impossibilité d'avoir des échantillons comparatifs dans le même bâtiment, il peut arriver que les prélèvements soient réalisés dans un immeuble adjacent, idéalement de type et de vocation équivalents.



Deux sites d'échantillonnage ne pouvant être parfaitement similaires, l'analyse comparative ne devrait être réalisée que de manière semi-quantitative. Une contamination fongique inhérente à des conditions d'humidité excessive sera ainsi soupçonnée lorsque l'échantillon provenant de l'endroit présumé contaminé ^(4,7) :

- présente un nombre total de moisissures cultivables (UFC/m³) et/ou de spores (spores/m³) plus élevé que les échantillons comparatifs, en considérant les variabilités méthodologiques et les limites des méthodes utilisées;
- révèle une proportion relative des espèces différente de l'échantillon comparatif (même si les quantités totales diffèrent peu).



Pour de plus amples informations sur les moisissures retrouvées dans l'environnement intérieur :

Le [Compendium sur les moisissures](#) fournit de l'information sur les genres (ou espèces) de moisissures les plus fréquemment retrouvés dans les bâtiments et sur les effets sur la santé qui leur sont associés (INSPQ).

Le rapport scientifique [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) de l'INSPQ présente dans la section 1.3.1 les principales moisissures retrouvées dans l'environnement intérieur selon le type de substrat (tableau 2, p. 7) ainsi qu'une liste de genres de moisissures communément retrouvées dans les bâtiments avec un problème de contamination fongique (tableau 3, p. 8). Le tableau 4 (p. 11) fournit des exemples de moisissures hydrophiles.



L'annexe 7 présente, au moyen d'exemples pratiques pour aider à interpréter les résultats d'échantillonnage de l'air, les informations à considérer lors de l'interprétation.

L'annexe 8 présente un survol de la nomenclature et de la taxonomie des moisissures, ainsi que des appellations parfois utilisées par les laboratoires pour identifier certaines structures observées lors de l'analyse microscopique.



Les résultats devraient toujours être interprétés avec prudence; l'analyse comparative peut biaiser les résultats, notamment pour les raisons suivantes :

- les fluctuations temporelles et spatiales considérables des concentrations extérieures, qui nécessitent une interprétation pondérée utilisant un bon jugement et une connaissance de la biologie et de l'écologie des moisissures. En effet, des connaissances générales sur les moisissures sont une base essentielle à l'analyse des résultats d'échantillonnage de l'air et de leur interprétation ⁽¹³⁾;
- le statut inconnu de la pièce où les échantillons comparatifs ont été prélevés, le cas échéant (recommandé surtout si l'échantillonnage est réalisé en hiver, voir Encadré 4).



Selon la méthode d'analyse utilisée (par croissance sur milieu gélosé ou par examen microscopique direct), les dénombrements et la biodiversité obtenus lors de l'échantillonnage de l'air seront différents. Il convient également de noter que les éléments fongiques non viables (ou non cultivables), non détectés par la mise en culture, peuvent aussi avoir des propriétés toxiques, allergènes ou irritantes pouvant entraîner des effets à la santé chez les personnes exposées ^(4,11).

La méthode d'impaction des spores sur milieu gélosé permet une identification plus précise des moisissures, en identifiant certaines d'entre elles à l'espèce, ce que ne permet pas la méthode d'analyse par examen microscopique. Cependant, les concentrations et la diversité réelle de moisissures dans les échantillons mis en culture peuvent être sous-estimées, notamment pour les raisons suivantes ^(5,13,54) :

- l'envahissement de la surface du milieu de culture par certains microorganismes, qui peut amener un décompte imprécis et rendre impossible l'identification ou empêcher certaines espèces de croître par compétition. Par exemple, certaines moisissures peuvent croître lentement et ne pas avoir l'opportunité de se développer parce qu'elles sont dominées par celles qui croissent plus rapidement. Également, plusieurs moisissures produisent des métabolites secondaires, toxiques pour les autres moisissures;
- la capacité des moisissures à croître ou à sporuler sur le milieu de culture et dans les conditions d'incubation utilisées.

Pour ces raisons, les concentrations obtenues à la suite de l'analyse par microscopie directe vont être généralement plus élevées que celles résultant de l'analyse par décompte des colonies produites par la mise en culture, certaines moisissures non viables ou non cultivables n'étant pas détectées avec cette dernière méthode ⁽¹³⁾. La flore microbiologique cultivable (UFC/m³) peut représenter 10 %, voire aussi peu que 1 % de la flore microbiologique totale (spores/m³) ⁽⁵⁵⁾.



Comme les autres données et résultats de mesures effectuées dans un contexte d'investigation fongique, les résultats d'échantillonnage de l'air ne doivent jamais être interprétés seuls. Chaque cas est unique et l'interprétation doit toujours considérer l'ensemble des informations recueillies au cours de l'investigation, notamment les observations lors de la visite des lieux, l'historique du bâtiment et toute autre information pertinente telles que les mesures de l'humidité relative et de la moiteur ^(13,18,25).

En effet, une bonne connaissance des autres informations et observations sur le bâtiment ainsi que des conditions présentes lors de l'échantillonnage est essentielle afin de bien interpréter les résultats de l'analyse comparative. Par exemple, les résultats d'échantillonnage de l'air dans un bâtiment dont la ventilation est assurée de manière naturelle, par l'ouverture des fenêtres, ne seront pas interprétés de la même manière que ceux réalisés dans un bâtiment ventilé mécaniquement, dont l'air provenant de

l'extérieur est filtré. Dans ce dernier cas, la contribution provenant de l'air extérieur sera anticipée moindre et les échantillons prélevés à l'intérieur devraient, théoriquement, avoir une diversité similaire, mais une concentration moins élevée que ceux prélevés à l'extérieur ⁽¹³⁾.

Il peut également arriver, dans certaines circonstances, de retrouver dans des bâtiments exempts de contamination fongique des concentrations de moisissures dans l'air intérieur supérieures à celles retrouvées à l'extérieur, par exemple en raison d'une ventilation insuffisante, des activités des occupants lors de l'échantillonnage (qui peuvent causer une remise en suspension des particules dans l'air) ou d'un mauvais entretien ⁽⁶⁾. Une contribution plus importante en provenance de l'extérieur peut également être observée lors de certaines journées. Les concentrations présentes dans l'air l'intérieur peuvent ensuite demeurer élevées pendant un certain temps alors que celles retrouvées à l'extérieur ont diminué ⁽⁶⁾.



Dans le cas où les résultats laissent présager une contamination fongique, il est toujours nécessaire de rechercher et de confirmer visuellement la présence de la contamination, dans le but de caractériser la cause, la localisation et l'étendue du problème, puis d'apporter les mesures correctives appropriées ⁽¹³⁾.

Par ailleurs, certaines situations peuvent conduire à de faux résultats négatifs en raison, par exemple, de la présence possible d'éléments non viables dans l'air et/ou non détectables par une mise en culture, des limites inhérentes à la méthode utilisée, du choix des endroits échantillonnés, etc. ^(4,15). Des moisissures à un stade de croissance précoce peuvent par ailleurs être plus difficiles à déceler ⁽¹³⁾.



Les résultats devraient toujours être interprétés par des professionnels qui possèdent une expertise et une expérience pertinentes dans l'interprétation de telles données ⁽⁴⁾ (ex. : microbiologiste, hygiéniste du travail ou de l'environnement), et qui connaissent bien les limites associées à l'échantillonnage de l'air.

D'une part, les concentrations de moisissures dans l'air sont très variables dans le temps (même au cours d'une seule journée) ^(11,18,19,49) et dans l'espace ^(11,13). Tel un portrait, l'échantillonnage de l'air ne fournit qu'une information ponctuelle sur les conditions présentes au moment de l'échantillonnage. Par exemple, des courants ou des mouvements d'air (ex. : ventilation) influencent la dispersion dans l'air intérieur des spores déposées ou en croissance sur les surfaces. D'autres facteurs, tels que l'humidité relative et la température, interviennent dans le relâchement des spores dans l'environnement. Des échantillonnages réalisés sur d'autres sites ou à d'autres moments pourraient ainsi générer des résultats très différents.

D'autre part, la connaissance des genres de moisissures (ex. : *Stachybotrys*) ou d'autres mycètes (ex. : levures) nécessitant une teneur en eau importante pour croître peut fournir des informations utiles lors de l'interprétation des résultats (voir Encadré 5) ⁽⁶⁾.

Encadré 5 Interprétation de la présence de bactéries ou de levures dans les rapports d'investigation de la contamination fongique

Des données associées à la présence de bactéries et de levures sont fréquemment colligées dans les rapports d'investigation fongique.

Les **bactéries** dans l'air intérieur peuvent provenir de sources diverses telles que l'air extérieur et, tout particulièrement, des occupants eux-mêmes (notamment par les aérosols produits lors des éternuements, les squames en suspension dans l'air et la remise en suspension des poussières déposées). Certaines bactéries, telles que les mycobactéries et celles appartenant au genre

Streptomyces, pourraient également croître dans des conditions similaires à celles requises pour la prolifération des moisissures ⁽¹¹⁾. Par ailleurs, le taux de ventilation aurait une influence sur la contribution de ces différentes sources dans l'air intérieur ⁽⁵⁶⁻⁵⁹⁾. Ainsi, considérant les diverses sources de bactéries dans l'air intérieur, l'évaluation de la diversité et de la charge bactérienne dans l'air dans un contexte d'investigation fongique n'est généralement pas considérée utile, les résultats qui en découlent étant difficilement interprétables ⁽¹⁸⁾.

La présence de **levures** est également fréquemment détaillée dans les rapports d'investigation parce qu'elles se développent souvent sur les mêmes milieux de culture que les moisissures. Leur présence peut signifier des conditions d'humidité très élevée (présentes ou passées) dans le bâtiment investigué, qui favorisent la croissance de certaines levures. Toutefois, les levures sont rarement la cause d'effets sur la santé dans un contexte de contamination fongique d'un bâtiment ⁽⁴⁾.



Le site [Des clés pour améliorer la qualité de l'air de votre demeure](#) fournit des conseils pratiques pour identifier un professionnel qualifié (sous l'onglet *À propos de votre domicile/Bien choisir un expert ou une entreprise spécialisée*).

Résumé des informations à vérifier

En accompagnement des résultats de mesure d'échantillonnage de l'air, certaines informations devraient être indiquées dans le rapport et peuvent être vérifiées afin d'assurer une interprétation adéquate, en particulier :

-
- les objectifs ou les hypothèses recherchées avec l'échantillonnage de l'air, qui doivent être suffisamment clairs et précis ^(5,18);
- l'échantillonnage réalisé par un professionnel (ex. : hygiéniste) qui possède une formation et une expérience pertinentes (ex. : qui connaît les limites de la méthode) ⁽²³⁾, selon un protocole reconnu;
- le recours à des échantillons témoins (aussi appelés *contrôles négatifs ou blancs*), afin de s'assurer que les prélèvements n'ont pas été contaminés durant le processus d'échantillonnage. Ces témoins sont des géloses ou des membranes adhésives qui proviennent du même lot et qui suivent les échantillons en tout temps (ex. : transport, entreposage), sans toutefois que de l'air y ait été projeté. Un témoin pour chaque groupe de dix échantillons est recommandé ⁽²⁸⁾;
- le recours à des échantillons comparatifs (voir Encadré 4), prélevés à l'extérieur ou dans une pièce présumée non contaminée (le cas échéant) afin de comparer avec la ou les pièces soupçonnées d'être contaminées. L'absence de tels prélèvements constitue une faiblesse importante de la démarche puisqu'elle rend les résultats difficiles, voire impossibles à interpréter;
- la localisation exacte des prélèvements effectués, par exemple : hauteur de l'échantillonnage, proximité de la prise d'air (si des échantillons sont prélevés à l'extérieur et que le bâtiment est ventilé mécaniquement) ou autres détails sur la localisation susceptibles d'influencer les concentrations mesurées;

- les caractéristiques de l'environnement extérieur à proximité du site d'échantillonnage (surtout si des échantillons comparatifs sont prélevés à l'extérieur), spécialement si elles peuvent influencer les concentrations de moisissures dans l'air de manière ponctuelle; les conditions météorologiques (ex. : présence de vents, de pluie) et les activités en cours au moment de l'échantillonnage (ex. : tonte du gazon, soufflage des feuilles, balayage des rues) en sont quelques exemples;
- les caractéristiques de l'environnement intérieur à proximité du site d'échantillonnage, spécialement si elles peuvent influencer les concentrations de moisissures dans l'air de manière ponctuelle, par exemple la présence et le nombre d'occupants, les activités des occupants et leurs déplacements, les installations de ventilation en fonction, le délai depuis la fermeture des fenêtres, la présence de sources potentielles de moisissures (corbeille de fruits, ordures ménagères, plantes en pot, bac à compost, etc.);
- le recours à deux échantillons au minimum pour chaque site de prélèvement (en double) ^(5,13,15). Le moment où ces échantillons sont prélevés et le temps requis entre les échantillonnages dépendent du contexte et des objectifs poursuivis. Néanmoins, lorsque possible, des échantillons prélevés à des moments différents peuvent aider à évaluer la variabilité temporelle entre les échantillons ⁽⁵⁾;
- le recours à un laboratoire accrédité pour l'analyse des échantillons (voir la fiche Rappel de la démarche d'évaluation de la contamination fongique), selon les protocoles prescrits ⁽²⁵⁾.

Si l'analyse des échantillons a été réalisée par **examen microscopique direct**, le rapport d'analyse du laboratoire devrait également indiquer :

-
- le pourcentage de la lame qui a été balayé. À titre d'exemple, la bonne pratique énoncée dans la [Méthode 367](#) de l'IRSST est un décompte des particules fongiques effectué sur 100 % de la lame ⁽⁵¹⁾, sauf pour des échantillons où la charge fongique est très importante (un pourcentage en dessous de 100 % peut être acceptable, mais ne doit jamais être inférieur à 20 %);
- la présence d'interférence, qui peut influencer la capacité de détection des spores et des autres structures fongiques (ex. : en raison de la présence d'une trop grande quantité de pollens, de poussières ou de spores, qui empêche l'analyse ⁽⁴⁹⁾);
- la limite de détection de la méthode, qui permet de calculer la valeur minimale rapportée (voir Annexe 7 – Exemples pratiques pour aider à interpréter les résultats d'échantillonnage de l'air).

Si l'analyse des échantillons a été réalisée par **mise en culture**, le rapport d'analyse du laboratoire devrait également inclure :

- le facteur de correction utilisé (*positive hole correction*)¹¹ pour calculer le nombre total d'UFC/m³ d'air dans l'échantillon, s'il y a lieu (en présence d'une concentration importante de moisissures dans l'air);
- le type de milieu de culture et les conditions d'incubation utilisés par le laboratoire ⁽⁵⁾;
- la limite de détection de la méthode, qui permet de calculer la valeur minimale rapportée (voir Annexe 7 - Exemples pratiques pour aider à interpréter les résultats d'échantillonnage de l'air).



Pour en savoir plus sur les méthodes d'analyse des échantillonnages de l'air et l'interprétation des résultats :

Le document [Caractérisation et dénombrement des spores de moisissures prélevées par impaction sur cassette – MA-367](#) présente la méthode de l'IRSST pour l'analyse par examen microscopique des échantillons d'air (trappe à spores) (IRSST, 2008).

Le document [Dénombrement des bactéries et moisissures cultivables de l'air prélevées sur filtre de polycarbonate – MA-368](#) présente la méthode de l'IRSST pour l'analyse par mise en culture des échantillons d'air prélevés au moyen d'un filtre de polycarbonate (IRSST, 2011).

Le livre *Recognition, evaluation, and control of indoor mold* aborde des méthodes d'analyse des échantillonnages de l'air (AIHA, 2008, p. 155-159).

L'avis scientifique [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) présente des informations sur l'interprétation d'échantillonnages de l'air (INSPQ, 2002, p. 59-60).



L'annexe 4 présente, sous forme de grille, les sections et contenu types d'un rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment. Les informations générales qu'il devrait contenir sont exposées section par section, c'est-à-dire : contexte, objectifs, méthodologie (en particulier lorsque des appareils sont utilisés), résultats et interprétation (notamment les informations qui devraient figurer dans la légende accompagnant les photographies), recommandations et conclusions, références. L'annexe 9 présente les autres méthodes d'analyse disponibles ou en émergence, telles que les méthodes d'analyse moléculaire (ex. : ERMI) et de dosage enzymatique (ex. : mycometer). À l'heure actuelle, ces méthodes sont pour la plupart davantage utilisées dans un contexte de recherche.

¹¹ Lors de l'impaction d'une concentration importante de moisissures sur milieu gélosé, la probabilité que plus d'une spore soit projetée au même site de contact est importante. Dans une telle situation, il y aura compétition pour les nutriments présents dans la gélose, qui sont nécessaires à la croissance des moisissures. En conséquence, une seule des spores situées au même site de contact arrivera à croître sur le milieu, ce qui amènera une sous-estimation de la concentration réelle de moisissures dans l'échantillon. Pour cette raison, en présence d'une concentration élevée de moisissures dans l'air, le laboratoire devra utiliser un facteur de correction (défini selon une table de correction en fonction de la concentration mesurée) pour rapporter le nombre total d'UFC/m³ d'air. Ce facteur de correction ne doit toutefois pas être utilisé pour rapporter le nombre d'UFC/m³ d'air pour chaque espèce et/ou genre de moisissures identifiées. De cette manière, quand un tel facteur de correction est employé, la concentration totale d'UFC/m³ d'air sera plus élevée que l'addition des concentrations obtenues pour chaque espèce et/ou genre de moisissures identifiées.

3 Interprétation des résultats à l'égard de la protection de la santé des occupants

Ce chapitre présente les informations à considérer par la santé publique afin d'évaluer la présence potentielle d'un risque pour la santé des occupants.

- Facteurs à considérer pour la protection de la santé des occupants
- Considérations importantes si la relocalisation est envisagée

3.1 Facteurs à considérer pour la protection de la santé des occupants

De nombreuses organisations sanitaires sont d'avis qu'habiter ou travailler dans un bâtiment avec des problèmes persistants d'humidité excessive et de contamination fongique (en surface ou derrière les matériaux) peut entraîner des problèmes de santé, en particulier pour le système respiratoire ^(4,11,12,17,49). Les principaux effets sur la santé liés à l'exposition aux moisissures ainsi qu'aux autres problèmes associés à l'humidité excessive sont divers, notamment : irritations du nez et de la gorge, rhinites allergiques, sifflements respiratoires, toux, exacerbation de l'asthme ^(4,11,31,44,47). Il convient de préciser que la présence de tels symptômes non spécifiques ne signifie toutefois pas nécessairement qu'ils sont associés à une exposition aux moisissures.



Les lectures suivantes sont suggérées pour obtenir de plus amples informations sur les principaux effets sur la santé associés à l'exposition aux moisissures et aux autres problèmes associés à l'humidité excessive :

Le [Compendium sur les moisissures](#), en particulier l'onglet [Votre Santé](#), résume les effets sur la santé qui peuvent être associés aux moisissures (INSPQ).

La revue de la littérature scientifique [WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould](#) aborde les effets sur la santé associés aux problèmes d'humidité excessive et aux agents biologiques dans les bâtiments (OMS, 2009, p. 63-92 et p. 89-92 [synthèse des résultats]).

Le livre [Damp indoor spaces and health](#) examine les impacts sur la santé résultant de l'exposition aux moisissures et aux autres problèmes associés à l'humidité excessive dans l'environnement intérieur (IOM, 2004, p. 125-269 et p. 170-171 et 253-255 [résumés des conclusions]).

Le rapport scientifique [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#) aborde les effets sur la santé humaine (INSPQ, 2002, p. 15-48 et p.49 [conclusion du groupe de travail]). Un [résumé](#) du document est également disponible.

Conséquemment, la présence d'une contamination fongique visible (en surface ou dissimulée derrière les matériaux) et de conditions d'humidité excessive persistante qui favorisent la prolifération des moisissures représente un risque potentiel pour la santé; il est alors recommandé d'entreprendre des mesures pour rechercher la source du problème et l'éliminer ^(4,11,12,17).

Parallèlement, lorsqu'une contamination fongique est mise en évidence dans un bâtiment, la protection de la santé des occupants doit aussi être considérée et peut aller, dans certaines circonstances, jusqu'à recommander leur retrait du milieu contaminé. **Cette décision est formulée selon le jugement professionnel et se base sur un ensemble d'informations clés** présentées dans les sections

suivantes et qui découlent de l'investigation du bâtiment de même que de l'évaluation clinique des occupants (évaluation médicale individuelle).

 En l'absence de seuil ou de ligne directrice spécifique permettant de recommander de façon systématique le retrait des occupants d'un bâtiment contaminé, chaque situation demandera de la part des intervenants concernés (ex. : médecins traitants, équipes de santé publique, propriétaires ou gestionnaires, inspecteurs municipaux) une analyse globale et concertée de la situation tout en faisant preuve de discernement et de jugement professionnel.

3.1.1 PROTECTION DE LA SANTÉ DES OCCUPANTS LORSQU'UNE CONTAMINATION FONGIQUE EST MISE EN ÉVIDENCE

De façon générale, il n'est pas fréquent que les occupants doivent quitter les lieux lors de la découverte d'une contamination fongique. Toutefois, lorsque c'est le cas, la décision de retirer les occupants du milieu contaminé est prise en considérant les informations clés présentées ci-dessous, c'est-à-dire sur une base individuelle, selon les données médicales concernant la sensibilité et l'état de santé des occupants ⁽⁴⁾, ainsi qu'à la lumière des données à propos de l'exposition potentielle des occupants.

Sensibilité et état de santé des occupants

En raison de leur sensibilité ou de leur état de santé, certaines personnes doivent faire l'objet d'une attention particulière lorsqu'une contamination fongique est mise en évidence dans un bâtiment, en particulier celles qui peuvent être affectées plus sévèrement ou voir leur condition s'aggraver par une exposition aux moisissures. Ce groupe inclut les personnes sensibilisées aux moisissures et/ou à d'autres contaminants présents dans le bâtiment investigué, et qui sont susceptibles d'avoir une réaction importante lorsqu'elles y sont exposées (ex. : par la manifestation de symptômes associés à l'asthme, à la rhinosinusite chronique, etc.). Il inclut également les nourrissons et les jeunes enfants, les aînés, les personnes ayant des problèmes respiratoires (asthme, tuberculose, maladie pulmonaire obstructive chronique [MPOC], fibrose kystique, etc.), ainsi que les personnes ayant un système immunitaire affaibli (avec le virus de l'immunodéficience humaine [VIH], en chimiothérapie, patients greffés, etc.) ^(4,47,48,60).

Ainsi, la présence de personnes sensibles dans le bâtiment requiert une approche plus conservatrice à l'égard de leur protection. Par ailleurs, les occupants qui ont des préoccupations par rapport à leur santé ou qui présentent des symptômes potentiellement associés à l'état des lieux devraient être confiés à un médecin ^(8,18,27,49). Il pourrait être justifié de retirer une personne de l'environnement contaminé si le médecin a des motifs de croire qu'elle souffre de problèmes de santé possiblement liés à l'état du bâtiment ⁽¹⁹⁾. L'University of Connecticut Health Center ajoute qu'une relocalisation devrait également être mise de l'avant dans les cas où la condition de santé semble s'aggraver, particulièrement si elle peut être irréversible (ex. : asthme, pneumopathie d'hypersensibilité) ⁽⁶¹⁾.



Pour de plus amples informations :

Le document [Tests cliniques disponibles pour l'évaluation des effets potentiels de l'exposition aux contaminants de l'air intérieur sur les symptômes respiratoires liés à l'asthme chez l'enfant](#) présente une description sommaire de ces tests ainsi que les recommandations des groupes d'experts (INSPQ, 2010).

La [Clinique interuniversitaire de santé au travail et de santé environnementale](#) (CISTE) de Montréal facilite l'accès à des ressources spécialisées dans ce domaine. Les médecins de cette clinique peuvent aider à vérifier s'il existe un lien entre les symptômes ressentis par un patient et son environnement (incluant le milieu de travail).

L'article du BISE [Médecine du travail et de l'environnement : de la pratique clinique à la santé publique](#) présente davantage d'information sur cette clinique ainsi que sur la discipline de médecine du travail et de l'environnement (INSPQ, 2008).

Exposition potentielle aux moisissures ou à d'autres contaminants

L'évaluation de l'exposition potentielle des occupants peut être complexe. En effet, elle est influencée par divers facteurs qui doivent être examinés afin de prendre une décision éclairée concernant la protection de la santé des occupants. Ces facteurs sont notamment :

- **l'ampleur des surfaces atteintes** par la contamination fongique. Plus l'étendue de la surface contaminée est importante, plus le potentiel d'exposition des occupants augmente ⁽²³⁾. Par exemple, la présence d'un peu de moisissures sur le rebord des fenêtres ne constitue pas une situation inquiétante, mais indique néanmoins que des mesures correctives devraient être apportées (ex. : nettoyer adéquatement les surfaces atteintes, abaisser le taux d'humidité à l'intérieur, changer les fenêtres désuètes ou de mauvaise qualité) ⁽¹⁰⁾. À l'inverse, de grandes surfaces contaminées par des moisissures représentent une préoccupation importante de santé publique, en plus de causer des dommages aux matériaux atteints ⁽⁷⁾. Par exemple, une contamination généralisée des lieux (ex. : contamination importante de plusieurs pièces) milite en faveur d'un retrait des occupants. Ainsi, l'étendue des surfaces affectées par la contamination fongique est un facteur à considérer pour estimer l'importance du problème à l'égard de la santé publique et, possiblement, décider du retrait des occupants du milieu ⁽⁸⁾.
- **le potentiel de dispersion de la contamination** vers les espaces occupés, en tenant compte, par exemple, des différences de pression dans le bâtiment, de la proximité des occupants de la zone de contamination, des déplacements d'air par le réseau de ventilation et du degré de confinement de la contamination. À titre d'exemple, la présence d'une contamination fongique à proximité d'une grille ou à l'intérieur des conduits de ventilation peut favoriser sa propagation vers les espaces occupés. Dans ce dernier cas, il est recommandé que des mesures soient prises immédiatement pour éviter la dispersion (ex. : ne pas actionner l'appareil; procéder au nettoyage des conduits) ⁽⁷⁾. Une contamination fongique dissimulée derrière un mur (non visible lors d'une inspection visuelle non intrusive) est une situation qui peut aussi représenter un risque d'exposition pour les occupants ⁽¹⁸⁾, dont l'importance varie selon les circonstances (ex. : selon l'ampleur des surfaces affectées, les différences de pression dans le bâtiment, les activités des occupants, les types de matériaux de construction et leur assemblage, la présence d'orifices, etc.) ^(13,14).

3.1.2 PROTECTION DE LA SANTÉ DES OCCUPANTS LORS DE TRAVAUX DE REMÉDIATION

Les mesures entourant la protection des occupants sont particulièrement importantes à considérer lors des travaux de remédiation, en raison des risques qu'ils peuvent représenter pour leur santé et leur sécurité. Certaines stratégies doivent être mises de l'avant afin d'éviter la contamination d'autres parties du bâtiment ainsi que de réduire les risques pour la santé des occupants et de celle des travailleurs chargés de procéder aux mesures correctives ⁽⁶²⁾. Celles-ci sont présentées dans les paragraphes ci-dessous.



Planifier adéquatement l'application des mesures correctives.

Certaines mesures de précaution de base devraient d'abord être prises avant la mise en place des travaux correctifs, et ce, peu importe le degré de sensibilité ou l'état de santé des occupants. Selon les lignes directrices émises par le DOHMH, la zone faisant l'objet de travaux de remédiation devrait demeurer inoccupée, que la surface contaminée soit d'une superficie importante (supérieure à 100 pieds carrés) ou moindre et circonscrite (inférieure à 10 pieds carrés) ⁽²³⁾. L'EPA et l'OSHA ajoutent que, dans

les situations où la contamination couvre de grandes surfaces¹², le plan de remédiation peut inclure une relocalisation temporaire de certains ou de l'ensemble des occupants^(8,26). Il est également conseillé, lorsque possible, de planifier et d'effectuer les travaux de remédiation durant les heures où les occupants sont absents des lieux^(8,26), par exemple les fins de semaine ou lors des périodes de vacances.

De plus, avant de commencer tout travail de remédiation, une considération importante doit être portée à la présence potentielle d'autres contaminants dans le bâtiment (ex. : amiante, peinture contenant du plomb, etc.), qui peuvent causer un risque additionnel à la santé⁽²³⁾ (voir Annexe 2 – Outils disponibles pour l'investigation des bâtiments). D'autres risques physiques potentiels associés aux travaux sont à considérer, notamment lorsque le bruit produit est significatif et que l'affaiblissement des structures est possible. Dans certains cas, des mesures de protection supplémentaires doivent être prises pour les travailleurs en vertu de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST)⁽⁶³⁾, en s'assurant que celles-ci protègent également les occupants.

Enfin, certaines situations rencontrées au cours des travaux correctifs peuvent conduire à une révision de la planification et des décisions prises en ce qui concerne la protection de la santé des occupants, par exemple lorsque la contamination fongique a été sous-estimée ou que d'autres contaminants présents n'avaient pas été détectés avant l'ouverture des murs. Des travaux plus compliqués et plus longs que prévu (ex. : en raison de l'état ou de l'âge du bâtiment qui requiert des travaux d'envergure pour sa remise en état) ou des délais d'intervention repoussés en raison d'impératifs organisationnels⁽³⁹⁾ peuvent aussi amener à revoir la planification.



Éloigner les personnes sensibles de la zone faisant l'objet de travaux correctifs.

Les personnes sensibles (voir la section Protection de la santé des occupants lorsqu'une contamination fongique est mise en évidence) devraient être relocalisées ou gardées éloignées d'une pièce faisant l'objet de travaux correctifs, jusqu'à ce que ces derniers soient terminés et que les lieux soient redevenus salubres^(13,16,47). Cette recommandation vise à éviter toute exposition aux spores ou aux autres structures fongiques susceptibles d'être remises en suspension lors des travaux correctifs; cette recommandation est également valable lors d'une inspection intrusive, susceptible de libérer davantage de contaminants dans l'air.

La vocation du bâtiment ou de l'endroit affecté par la contamination est donc une considération importante, certains types de bâtiments abritant davantage de personnes vulnérables (ex. : garderie, école, centre d'hébergement et de soins de longue durée [CHSLD], hôpital, etc.)⁽¹³⁾. Selon le type, la gravité et l'étendue des effets sur la santé rapportés par les occupants, il pourrait être envisagé de les relocaliser lors de travaux correctifs^(8,24).



Utiliser des équipements de protection individuelle et des mesures de confinement.

La capacité à contenir ou à minimiser l'aérosolisation¹³ des poussières, des spores et d'autres fragments fongiques lors des travaux de remédiation doit aussi être assurée pour la protection des occupants et des travailleurs, en fonction des paramètres physiques de l'endroit^(8,26). Par exemple, les méthodes de remédiation abrasives sont susceptibles de générer des aérosols, ce qui peut entraîner des concentrations élevées de contaminants dans l'air⁽³⁶⁾. D'autres méthodes de remédiation peuvent aussi représenter un risque pour la santé lorsqu'elles font appel, entre autres, à des fongicides, à l'ozone, à

¹² Voir les recommandations du [New York City Health Department of Health and Mental Hygiene](#) (2008) pour la définition d'une grande surface contaminée.

¹³ Dispersion de particules très fines dans l'air susceptibles d'être inhalées.

l'hypochlorite de sodium (qui entre dans la composition de l'eau de javel) ou au dioxyde de chlore; l'efficacité de certaines de ces méthodes est de plus en plus remise en question ^(16,19,23).

Il convient également de porter une attention particulière lors du perçage ou de l'ouverture des murs lorsque ces derniers sont soupçonnés de renfermer une contamination fongique. Dans certains cas, lorsque la contamination est importante, il est généralement nécessaire de procéder aux travaux de remédiation sous confinement et en pression négative, par exemple. L'ajout ou l'optimisation de la ventilation mécanique dans les secteurs non contaminés (sans transfert aux secteurs contaminés) peut être un autre élément à considérer à titre de mesures temporaires ou permanentes. Cela permet de diluer la concentration de contaminants dans l'air et de réduire le risque d'exposition potentielle pour les occupants, en complément aux autres travaux ou mesures à effectuer (ex. : correction de la source du problème d'eau ou d'humidité excessive, retrait de matériaux visiblement contaminés, nettoyage des surfaces avec un aspirateur muni d'un filtre HEPA¹⁴, fermeture de pièces représentant un risque particulier, ouverture plus fréquente des fenêtres, etc.).



Effectuer le suivi des travaux afin de s'assurer que la source du problème a été corrigée et que les surfaces contaminées par les moisissures ont été nettoyées ou retirées de manière adéquate.

Selon les conclusions de l'audit international tenu à Montréal en 2013 ⁽¹⁸⁾, la meilleure façon de déterminer si les travaux effectués sont adéquats et que les personnes peuvent réintégrer les lieux est d'obtenir une information détaillée et en conformité avec ce qui a été fait tout au long du processus, afin de pouvoir vérifier si les travaux effectués correspondent aux bonnes pratiques. Ceci demande toutefois une connaissance précise de la nature du problème, de ce qui a été fait pour le corriger ainsi que des recommandations émises selon la nature et l'ampleur du problème.



Les détails techniques ainsi que les rôles et responsabilités associés à la remédiation d'un bâtiment dépassent les objectifs du présent outil. Toutefois, certains ouvrages offrent de plus amples informations sur le sujet, notamment :

Le document *IICRC S520 – Standard and reference guide for professional mold remediation* (IICRC, 2008).

Le document [Guidelines on assessment and remediation of fungi in indoor environments](#) (DOHMH, 2008).

3.2 Considérations importantes si la relocalisation est envisagée

Si, sur la base des informations disponibles et de la situation qui prévaut, il est envisagé de relocaliser les occupants afin de protéger leur santé, les modalités de relocalisation doivent tenir compte de certains facteurs, notamment :

- **La vulnérabilité ou la fragilité de certaines personnes**, telles que les personnes handicapées ou à mobilité réduite, les aînés, les personnes à faible revenu, les jeunes enfants, les personnes ayant un problème de santé mentale, les immigrants sans statut, les personnes dépendantes d'un service essentiel à proximité (ex. : service de garde, transport scolaire, services spécialisés, etc.).

¹⁴ Dispositif de haute efficacité permettant de capter les particules en suspension dans l'air de la taille du micromètre (rétention de 99,97 % des particules de taille supérieure à 0,3 µm).

- **L'anxiété et la réticence des occupants par rapport à une relocalisation.** La relocalisation peut entraîner des changements substantiels pour les occupants, notamment à l'égard de la distance les séparant de leur milieu résidentiel ou de la modification de leur routine.
- **Le statut ou l'état souvent inconnu des lieux de relocalisation.** Le risque de transférer les occupants dans un milieu présentant lui aussi des problèmes de contamination fongique ou un autre problème de salubrité doit aussi être considéré.
- **L'indisponibilité d'un bâtiment convenable et abordable.** Il peut s'avérer difficile d'identifier ou d'obtenir un logement de remplacement correspondant aux besoins des personnes à relocaliser.

Compte tenu des répercussions psychologiques, physiques et sociales associées à une relocalisation, ainsi que de son impact médiatique potentiel, la communication est une considération importante, particulièrement lorsque les occupants sont déplacés en vue de travaux de remédiation. Lors de l'examen des options de relocalisation, il importe de faciliter le processus de relocalisation des occupants en leur expliquant clairement les raisons qui motivent les travaux correctifs, leurs impacts anticipés et les échéanciers projetés. Lorsque possible, il faut informer à l'avance les occupants des modalités de relocalisation ⁽⁶⁾.

4 Références

- (1) NEVALAINEN, A., M. TÄUBEL et A. HYVÄRINEN (2015). « Indoor fungi: companions and contaminants », *Indoor Air*, vol. 25, n° 2, p. 125-156.
- (2) SHELTON, B. G., K. H. KIRKLAND, W. D. FLANDERS et G. K. MORRIS (2002). « Profiles of airborne fungi in buildings and outdoor environments in the United States », *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 68, n° 4, p. 1743-1753.
- (3) AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (2013). *Position document on limiting indoor mold and dampness in buildings*, Atlanta, Géorgie. Également disponible en ligne : <https://www.ashrae.org/about-ashrae/position-documents>.
- (4) Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur. Auteurs : Marie-Alix d'Halewyn, Jean-Marc Leclerc, Norman King et al. Montréal : INSPQ, 2002, 159 p.
- (5) HUNG, L.-L., J. D. MILLER et H. K. DILLON (2005). *Field guide for the determination of biological contaminants in environmental samples*, American Industrial Hygiene Association.
- (6) HORNER, W. E., C. BARNES, R. CODINA et E. LEVETIN (mars 2008). « Guide for interpreting reports from inspections/investigations of indoor mold », *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 121, n° 3, p. 592-597.e7.
- (7) AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (2011). « Facts about mold », [en ligne], <<https://www.aiha.org/publications-and-resources/TopicsofInterest/Hazards/Pages/Facts-About-Mold.aspx>> (consulté le 11 juin 2015).
- (8) UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2008). *Mold remediation in schools and commercial buildings*.
- (9) UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2008). *A brief guide to mold, moisture, and your home*.
- (10) SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHEQUES ET DE LOGEMENT (2011, rév. 2014). *Information sur la moisissure pour les constructeurs et les rénovateurs d'habitations des Premières Nations*.
- (11) HESELTINE, E., et J. ROSEN (2009). *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*, World Health Organisation (dir.), Copenhague, Organisation mondiale de la Santé.
- (12) SANTÉ CANADA (2007). *Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel : moisissures*, Ottawa, Santé Canada.
- (13) PREZANT, B., D. M. WEEKES, J. D. MILLER (2008). *Recognition, evaluation, and control of indoor mold*, American Industrial Hygiene Association (dir.), Fairfax, Virginie, AIHA.
- (14) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (2014). *ASTM D7338 - 14 - Standard guide for assessment of fungal growth in buildings*.
- (15) MACHER, J., et H. A. AMMANN (1999). *Bioaerosols: assessment and control*, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (dir.), Cincinnati, Ohio, ACGIH.

- (16) AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (2013). « Position statement on mold and dampness in the built environment », [en ligne], <<https://www.AIHA.org/government-affairs/PositionStatements/P-Mold-03-26-13.pdf>> (consulté le 11 juin 2015).
- (17) INSTITUTE OF MEDICINE (2004). *Damp indoor spaces and health*, 335 p.
- (18) JACQUES, L., N. SAVARD, Y. FRENETTE *et al.* (2015). *Évaluation par des experts internationaux des pratiques de la Direction de santé publique concernant les problèmes de santé associés aux infiltrations d'eau dans les bâtiments : actes de l'audit tenu en avril 2013*, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal (dir.), Montréal, Direction de santé publique.
- (19) GOYER, N., J. LAVOIE, L. LAZURE et G. MARCHAND (2001). *Les bioaérosols en milieu de travail : guide d'évaluation, de contrôle et de prévention*, Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.
- (20) SANTE CANADA (2014). « La moisissure dans l'air intérieur – Santé de l'environnement et du milieu de travail », [en ligne], <<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/poll/mould-moisissure/fact-info-fra.php>> (consulté le 11 juin 2015) [N'est plus disponible].
- (21) Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). L'insalubrité dans l'habitation: vers une approche commune au Québec?, [en ligne], dans *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE)*, <<https://www.inspq.qc.ca/bise/article-principal-l-insalubrite-dans-l-habitation-vers-une-approche-commune-au-quebec>>. Auteurs : Christine Dufour-Turbis, Marie-Eve Levasseur, Jean-Marc Leclerc et Pierre Lajoie. Québec : INSPQ, 2015, p. 1-8.
- (22) LAVOIE, J., Y. CLOUTIER, J. LARA et G. MARCHAND (2007). *Guide sur la protection respiratoire contre les bioaérosols – recommandations sur le choix et l'utilisation*, Montréal, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.
- (23) NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH AND MENTAL HYGIENE (2008). *Guidelines on assessment and remediation of fungi in indoor environments*.
- (24) ASSOCIATION CANADIENNE DE LA CONSTRUCTION (2004). *Lignes directrices sur les moisissures pour l'industrie canadienne de la construction. ACC 82 – 2004*, Association canadienne de la construction.
- (25) SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT (2011, rév. 2014). *Information sur la moisissure pour les gestionnaires d'habitation des Premières Nations*, 64 p.
- (26) U.S. DEPARTMENT OF LABOR - OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA) (2010, rév. 2013). « A brief guide to mold in the workplace », dans *Safety and health information bulletins* <<https://www.osha.gov/dts/shib/shib101003.html>> (consulté le 1^{er} juillet 2015).
- (27) CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (2009, rév. 2014). « Basic facts - molds in the environment », dans *Mold – General Information*, [en ligne], <<http://www.CDC.gov/mold/faqs.htm>> (consulté le 22 juin 2015).
- (28) DROLET, D., et G. BEAUCHAMP (2012). *Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail*, [en ligne], Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 8^e éd., <<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/t-06.pdf>>.

- (29) JAAKKOLA, M. S., R. QUANSAH, T. T. HUGG *et al.* (2013). « Association of indoor dampness and molds with rhinitis risk: a systematic review and meta-analysis », *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 132, n° 5, p. 1099-1110.e18.
- (30) QUANSAH, R., M. S. JAAKKOLA, T. T. HUGG *et al.* (2012). « Residential dampness and molds and the risk of developing asthma: a systematic review and meta-analysis », *PLoS ONE*, vol. 7, n° 11.
- (31) MENDELL, M. J., A. G. MIRER, K. CHEUNG *et al.* (2011). « Respiratory and Allergic Health effects of dampness, mold, and dampness-related agents: a review of the epidemiologic evidence », *Environmental Health Perspectives*, vol. 119, n° 6, p. 748-756.
- (32) GOUVERNEMENT DU QUEBEC (juin 2015). *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, [en ligne], <http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/S_21/S2_1R13.HTM> (consulté le 23 juin 2015).
- (33) GOUVERNEMENT DU CANADA, et CENTRE CANADIEN D'HYGIENE ET DE SECURITE AU TRAVAIL (2015). « Confort thermique au bureau : Réponses SST », [en ligne] <http://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.html> (consulté le 14 juillet 2015).
- (34) SOCIETE CANADIENNE D'HYPOTHEQUES ET DE LOGEMENT (2004, rév. 2015). *L'air et l'humidité – Un guide pour comprendre et régler les problèmes d'humidité dans les habitations*, [en ligne], <<http://www.cmhc-SCHL.gc.ca/odpub/pdf/61227.pdf?lang=fr>> (consulté le 22 octobre 2015).
- (35) SANTE CANADA (2015). « Le formaldéhyde », [en ligne], <<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/in/poll/construction/formaldehyde-fra.php#a3>> (consulté le 26 mai 2016).
- (36) INSTITUTE OF INSPECTION, CLEANING AND RESTORATION CERTIFICATION (2008). *IICRC S520 - Standard and reference guide for professional mold remediation*.
- (37) SOCIETE CANADIENNE D'HYPOTHEQUES ET DE LOGEMENT (2003). « Lignes directrices pour la mesure sur place de la teneur en humidité des matériaux de construction en bois », *Le point en recherche*, n° 03-112.
- (38) LEGRIS, M. (2013). *CS-102-04 : Moisture variation in walls and interiors floors of a bungalow all year long (moisture related to molds)*, *Biosafety and environmental microbiology I session*, American Industrial Hygiene Conference and Exposition.
- (39) GASTALDY, P., et MEMBRES DU COMITE D'APPUI (2014). *Guide de gestion de la prolifération des moisissures en milieu scolaire – Responsabilités et bonnes pratiques – Prévention, investigation et décontamination*, Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.
- (40) BALARAS, C. A., et A. A. ARGIRIOU (2002). « Infrared thermography for building diagnostics », *Energy and buildings*, vol. 34, p. 171-183.
- (41) ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION (1983). *Norme internationale ISO 6781 : Isolation thermique – Détection qualitative d'irrégularités thermiques dans des enveloppes de bâtiments – Méthode infrarouge*, Allemagne; Pays-Bas.
- (42) CANADA. TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX (2014). « Thermographie – Analyse thermographique infrarouge (IR) », [en ligne], <<http://www.tpsgc-pwgsc.gc.ca/biens-property/sngp-npms/bi-rp/tech/ir-fra.html>> (consulté le 30 juin 2015).

- (43) MARCHAND, G., M.-C. BARRETTE et J. LESAGE (2007). *Évaluation de structures mycologiques par examen microscopique – MA-360*, [en ligne], Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, <<http://www.IRSST.qc.ca/media/documents/PubIRSST/M-360.pdf>> (consulté le 9 juillet 2015).
- (44) Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Compendium sur les moisissures. Auteurs : Marie-Alix d'Halewyn et Pierre Chevalier. INSPQ, [en ligne], <<https://www.INSPQ.qc.ca/moisissures>> (consulté le 30 octobre 2015).
- (45) MARCHAND, G., M.-C. BARRETTE et J. LESAGE (2008). *Identification des moisissures cultivables – MA-340*, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.
- (46) CLEMENTS, L., et M. SHUM (2014). « Trousse d'outils du CCNSE pour l'enquête sur les moisissures », dans *Centre de collaboration nationale en santé environnementale*, [en ligne], <<http://www.ccnse.ca/documents/guide/trousse-d%E2%80%99outils-du-ccnse-pour-%E2%80%99enqu%C3%AAt-sur-les-moisissures>> (consulté le 18 décembre 2015).
- (47) SANTÉ CANADA (2015). « Réduisez l'humidité et les moisissures », [en ligne], <<http://canadiensensante.gc.ca/healthy-living-vie-saine/environnement-environnement/air/contaminants/mould-moisissures-fra.php>> (consulté le 7 avril 2016).
- (48) GOUVERNEMENT DU CANADA (2014). « Prendre en charge des problèmes d'humidité et de moisissure dans votre demeure », [en ligne], <<http://canadiensensante.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/mould-home-maison-moisissure/index-fra.php>> (consulté le 30 juin 2015).
- (49) NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (2012). *NIOSH Alert: preventing occupational respiratory disease from exposures caused by dampness in office buildings, schools, and other nonindustrial buildings*.
- (50) CHAMORRO, A. (2008). *Guidelines on assessment and remediation of fungi in indoor environments*, New York City Department of Health and Mental Hygiene.
- (51) MARCHAND, G., M.-C. BARRETTE et J. LESAGE (2008). *Caractérisation et dénombrement des spores de moisissures prélevées par impaction sur cassette – MA-367*, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.
- (52) BURGE, H. A., et C. A. ROGERS (2000). « Outdoor allergens », *Environmental Health Perspectives*, vol. 108, n° Suppl 4, p. 653-659.
- (53) ROBERGE, B. (2004). *Manuel d'hygiène du travail : du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque*, Association québécoise pour l'hygiène, la santé et la sécurité du travail (dir.), Mont-Royal, Québec, Modulo-Griffon.
- (54) MARCHAND, G., M.-C. BARRETTE et J. LESAGE (2011). *Dénombrement des bactéries et moisissures cultivables de l'air prélevées sur filtre de polycarbonate – MA-368*, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail.
- (55) MANDAL, J., et H. BRANDL (2011). « Bioaerosols in indoor environment-a review with special reference to residential and occupational locations », *Open Environmental and Biological Monitoring Journal*, vol. 4, p. 83-96.
- (56) ADAMS, R. I., M. MILETTO, S. E. LINDOW et al. (2014). « Airborne bacterial communities in residences: similarities and differences with fungi », *PLoS ONE*, vol. 9, n° 3.

- (57) KEMBEL, S. W., J. F. MEADOW, T. K. O'CONNOR *et al.* (2014). « Architectural design drives the biogeography of indoor bacterial communities », *PLoS ONE*, vol. 9, n° 1.
- (58) MEADOW, J. F., A. E. ALTRICHTER, S. W. KEMBEL *et al.* (2014). « Indoor airborne bacterial communities are influenced by ventilation, occupancy, and outdoor air source », *Indoor Air*, vol. 24, n° 1, p. 41-48.
- (59) HOSPODSKY, D., J. QIAN, W. W. NAZAROFF *et al.* (2012). « Human occupancy as a source of indoor airborne bacteria », *PLoS ONE*, vol. 7, n° 4.
- (60) MINISTERE DE LA SANTE ET DES SERVICES SOCIAUX (2015). « Moisissures », dans *Santé environnementale*, [en ligne], <<http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?moisissures>> (consulté le 1^{er} juillet 2015).
- (61) STOREY, E., K. H. DANGMAN, P. SCHENCK *et al.* (2004). *Guidance for clinicians on the recognition and management of health effects related to mold exposure and moisture indoors*, Farmington, CT, University of Connecticut Health Center, Division of Occupational and Environmental Medicine, Center for Indoor Environments and Health.
- (62) PALATY, C., et M. SHUM (2014). *Recommandations pour l'élimination des moisissures – examen des données probantes*, dans *Centre de collaboration nationale en santé environnementale*, [en ligne], <http://www.CCNSE.ca/sites/default/files/Elimination_moisissures_examen_donnee_probante_mars_2014_draft.pdf> (consulté le 9 novembre 2015).
- (63) SIROIS, P., M. COTE et T. MICHAUD (2007). « Présence de moisissures? Ne laissez pas moisir la situation, réagissez! », *Prévenir aussi*, vol. 22, n° 3, p. 2-4.

5 Pour aller plus loin... (Annexes)

Cette section présente des références, des exemples pratiques et des listes de vérification afin d'obtenir des informations plus détaillées sur l'interprétation de rapports et la gestion des problèmes d'humidité excessive et de contamination fongique dans les bâtiments.

Annexe 1 Références à consulter	53
Annexe 2 Outils disponibles pour l'investigation des bâtiments	63
Annexe 3 Autres contaminants de l'air intérieur	67
Annexe 4 Sections et contenu types d'un rapport	71
Annexe 5 Rapport type et liste de vérification	77
Annexe 6 Écarts d'humidité relative recommandés	85
Annexe 7 Exemples pratiques pour aider à interpréter les résultats d'échantillonnage de l'air	89
Annexe 8 Survol de la nomenclature et de la taxonomie des moisissures	97
Annexe 9 Autres méthodes d'analyse	103

Annexe 1

Références à consulter

Les pages suivantes présentent des références pertinentes à consulter pour obtenir de plus amples informations sur la gestion des problèmes associés à l'humidité excessive et à la qualité de l'air intérieur dans les bâtiments, selon le milieu.

En milieu de garde et en milieu scolaire



Référence : CSST (2000). [La qualité de l'air dans les services de garde préscolaires : guide d'intervention](#), 36 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : guide présentant les principaux éléments à considérer pour que les actions entreprises aient un impact véritable sur la qualité de l'air dans les services de garde destinés à la petite enfance.



Référence : Direction de la santé publique de Québec, et Fédération des commissions scolaires du Québec et Centrale des syndicats du Québec (2000). [Guide de prévention et d'intervention sur la qualité de l'air en milieu scolaire](#), 32 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : guide de prévention et d'intervention sur la qualité de l'air intérieur adapté au milieu scolaire et destiné aux équipes de prévention et d'intervention associées à la santé et à la sécurité du travail des commissions scolaires, ainsi qu'au personnel et à la direction des établissements scolaires.



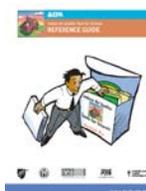
Référence : EPA (2016). « Creating healthy indoor air quality in schools », [en ligne], <<https://www.epa.gov/iaq-schools>> (consulté le 12 avril 2016).

Objectifs et destinataires : page d'information destinée aux gestionnaires d'écoles afin de les aider à préserver une bonne qualité de l'air intérieur.



Référence : EPA (2009). [Indoor air quality tools for schools coordinator's guide – A guide to implementing an IAQ program](#), 64 p.

Objectifs et destinataires : trousse incluant des ressources, des outils et des recommandations afin d'aider les gestionnaires d'écoles à implanter un plan de gestion de la qualité de l'air intérieur (QAI), à identifier et à résoudre les problèmes de QAI existants de même qu'à les prévenir.



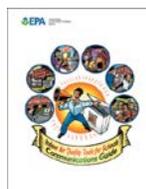
Référence : EPA (2009). [Indoor air quality tools for schools reference guide](#), 95 p.

Objectifs et destinataires : guide visant à aider les gestionnaires d'écoles à prévenir et à résoudre la majorité des problèmes de qualité de l'air intérieur avec un minimum de coûts et d'implication.



Référence : EPA (2008). [Mold remediation in schools and commercial buildings](#), 48 p.

Objectifs et destinataires : document présentant des recommandations sur la décontamination et le nettoyage des moisissures dans les écoles et les bâtiments commerciaux. Destiné aux gestionnaires d'immeubles ainsi qu'aux responsables de l'entretien de bâtiments commerciaux et scolaires.



Référence : EPA (2003). [Indoor air quality tools for schools – communications guide](#), 25 p.

Objectifs et destinataires : guide offrant des idées et des ressources pour le développement et la réalisation d'activités de communication des bénéfices de participer à un programme de gestion de la qualité de l'air intérieur. Les thèmes abordés sont, notamment, la communication efficace, de façon proactive ou réactive.



Référence : MELS-Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2014). [Gestion de la prolifération des moisissures en milieu scolaire : responsabilités et bonnes pratiques](#), 66 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : guide destiné au milieu scolaire visant à vulgariser et à documenter les bonnes pratiques dans le domaine de la prévention, de l'investigation et de la décontamination de la prolifération fongique dans les écoles.



Référence : MELS-Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (2014). [Document de référence : la qualité de l'air dans les établissements scolaires](#), 14 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : document de référence destiné aux organismes scolaires rappelant les lignes directrices et les principaux éléments à considérer pour assurer la qualité de l'air intérieur des lieux d'apprentissage, tout en soulignant l'importance du rôle des usagers à cet égard.



Référence : Santé Canada (2003). [Qualité de l'air intérieur – Outils de la trousse d'action pour les écoles canadiennes](#), 197 p. [document archivé].

Objectifs et destinataires : trousse fournissant un processus et des outils pour aider les écoles à prévenir, à identifier et à évaluer la majorité des problèmes d'air intérieur de même qu'à y répondre, en engendrant un minimum de coûts et d'implication. Basée sur celle développée par l'EPA et adaptée pour les écoles canadiennes.

En milieu résidentiel



Référence : EPA (2008). [A brief guide to mold, moisture, and your home](#), 16 p.

Objectifs et destinataires : guide à l'intention des propriétaires et des locataires fournissant de l'information et des conseils sur la façon de remédier aux problèmes de moisissures dans leur domicile et de les prévenir.



Référence : MSSS (2016). « Reconnaitre et éliminer les moisissures dans la maison », dans *Portail santé mieux-être*, [en ligne], <<http://sante.gouv.qc.ca/conseils-et-prevention/reconnaitre-et-eliminer-les-moisissures-dans-la-maison>> (consulté le 11 avril 2016).

Objectifs et destinataires : informations destinées au grand public sur les moisissures ainsi que les conseils pour les éviter et les éliminer.



Référence : MSSS (2016). « Problèmes de santé causés par les moisissures », dans *Portail santé mieux-être*, [en ligne], <<http://sante.gouv.qc.ca/problemes-de-sante/problemes-de-sante-causes-par-les-moisissures>> (consulté le 11 avril 2016).

Objectifs et destinataires : informations destinées au grand public sur les symptômes associés aux moisissures, les personnes à risque ainsi que sur les moyens de prévenir l'exposition.



Référence : MSSS (2001). [Guide d'intervention intersectorielle sur la qualité de l'air intérieur et la salubrité dans l'habitation québécoise](#), 171 p. [en cours de révision].

Objectifs et destinataires : lignes directrices sur l'investigation et l'élimination des moisissures dans l'environnement intérieur, à l'intention des consultants en environnement et des propriétaires et gestionnaires de bâtiment.



Référence : Santé Canada (2015). « Réduisez l'humidité et les moisissures », [en ligne], <<http://canadiensensante.gc.ca/healthy-living-vie-saine/environnement-environnement/air/contaminants/mould-moisissures-fra.php>> (consulté le 11 avril 2016).

Objectifs et destinataires : informations pour le grand public sur les moisissures, les risques pour la santé ainsi que les moyens de les prévenir et de les nettoyer.



Référence : Santé Canada (2015). « Prendre en charge des problèmes d'humidité et de moisissure dans votre demeure », [en ligne], <<http://canadiensensante.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/mould-home-maison-moisissure/index-fra.php>> (consulté le 11 avril 2016).

Objectifs et destinataires : informations pour le grand public sur les moisissures et les différentes étapes pour les nettoyer. Fournit également une liste de vérification des mesures de prévention.



Référence : Santé Canada (2010). [Les moisissures et votre santé : ce que vous devez savoir pour une maison en santé – Information à l'intention des membres des communautés des Premières Nations](#), 20 p.

Objectifs et destinataires : guide à l'intention des communautés des Premières Nations afin de les informer des risques à la santé associés aux moisissures et de les aider à les reconnaître, les éliminer et les prévenir dans leur domicile.



Référence : SCHL (2014). [Information sur la moisissure pour les gestionnaires d'habitations des Premières Nations](#), 64 p.

Objectifs et destinataires : guide destiné aux gestionnaires d'habitations des Premières Nations dans le but de les aider à reconnaître un problème de moisissures et à prendre les mesures nécessaires pour le régler.



Référence : SCHL (2014). [Information sur la moisissure pour les résidents des Premières Nations](#), 28 p.

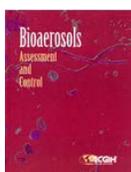
Objectifs et destinataires : guide destiné aux occupants des Premières Nations afin de les aider à reconnaître un problème de moisissures et à prendre les mesures nécessaires pour le régler.



Référence : SCHL (2008). *Combattre la moisissure – guide pour les propriétaires-occupants*, 10 p. [document archivé].

Objectifs et destinataires : guide destiné aux propriétaires-occupants afin de les aider à reconnaître un problème de moisissures et à prendre les mesures nécessaires pour le régler.

En milieu de travail



Référence : ACGIH (1999). *Bioaerosols : assessment and control*, 322 p.

Objectifs et destinataires : guide pour l'investigation et le contrôle des bioaérosols en milieu de travail, destiné notamment aux hygiénistes industriels, aux spécialistes de l'environnement intérieur, aux professionnels de la santé au travail, ainsi qu'aux professeurs et aux gestionnaires.



Référence : CDC (2013). « Dampness and mold in buildings », dans *Workplace Safety and Health Topics, Indoor Environmental Quality*, [en ligne], <<http://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/mold.html>> (consulté le 11 avril 2016).

Objectifs et destinataires : informations destinées aux travailleurs, aux gestionnaires et aux propriétaires de bâtiments sur les moisissures, les symptômes qui y sont associés et les actions à

entreprendre lorsqu'un problème de contamination fongique est constaté. Fournit également une liste de ressources à consulter sur les moisissures.



Référence : IRSST (2012). [Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail](#), 8^e éd., 136 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : guide technique décrivant la stratégie et les méthodes pour mesurer l'exposition des travailleurs à des gaz, fumées, vapeurs ou poussières (courte section sur les bioaérosols aussi incluse) afin de permettre l'implantation de moyens de contrôle adéquats. S'adresse aux intervenants en hygiène du travail au Québec.



Référence : IRSST (2001). [Les bioaérosols en milieu de travail : guide d'évaluation, de contrôle et de prévention](#), 57 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : guide technique décrivant l'approche préconisée par l'IRSST pour l'évaluation, le contrôle et la prévention de l'exposition aux bioaérosols en milieu de travail, dans le but d'harmoniser les façons de faire. S'adresse davantage aux hygiénistes industriels.



Référence : MSSS (2011). [Guide de qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux : répertoire des guides de planification immobilières](#), 106 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : outil de référence et de gestion afin de permettre aux gestionnaires d'immeubles, au personnel d'entretien des bâtiments et des équipements, ainsi qu'aux intervenants en santé et en sécurité du travail une prise en charge efficace et efficiente de la qualité de l'air intérieur à toutes les étapes du cycle de vie d'un bâtiment et de ses systèmes.



Référence : OSHA (2006). [Preventing mold-related problems in the indoor workplace: a guide for building owners, managers and occupants](#), 21 p.

Objectifs et destinataires : document fournissant des informations de base sur les moisissures, leurs sources, et les problèmes de santé qui y sont associés en milieu de travail. Destiné aux propriétaires et aux gestionnaires de bâtiments ainsi qu'à leurs occupants.

Général



Référence : ACC (2004). [Lignes directrices sur les moisissures pour l'industrie canadienne de la construction](#), 33 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : lignes directrices nationales pour aider les entrepreneurs à minimiser la croissance potentielle de moisissures et à instaurer des pratiques de décontamination efficaces.



Référence : AIHA (2013). [Position statement on mold and dampness in the built environment](#), 12 p.

Objectifs et destinataires : déclaration de l'AIHA sur la présence d'humidité excessive et de moisissures dans l'environnement intérieur. Document destiné aux professionnels qui effectuent des investigations et des travaux de décontamination de moisissures dans le cadre de leurs fonctions.



Référence : AIHA (2011). [Facts about mold](#), 11 p.

Objectifs et destinataires : déclarations d'un consensus d'experts à propos des aspects importants de l'état de connaissance de la science actuelle. Informations pratiques basées sur une vaste expertise des problèmes de moisissures. Document destiné au grand public et aux professionnels.



Référence : AIHA (2008). *Recognition, evaluation, and control of indoor mold*, 253 p.

Objectifs et destinataires : guide destiné aux hygiénistes industriels pour l'évaluation et la correction des problèmes de moisissures dans les bâtiments.



Référence : ASHRAE (2013). [Position document on limiting indoor mold and dampness in buildings](#), 22 p.

Objectifs et destinataires : position de l'ASHRAE sur la gestion des moisissures, le contrôle de l'humidité excessive et persistante ainsi que la réduction des risques associés à la croissance microbienne à l'intérieur. Document destiné aux professionnels du milieu de la construction et des procédés industriels.



Référence : ASTM (2011). *Standard guide for assessment of fungal growth in buildings*, 9 p.

Objectifs et destinataires : guide fournissant des informations sur l'investigation de la contamination fongique dans les bâtiments.



Référence : CDC (2009). « Basic Facts », dans *Mold, General information*, [en ligne], <<http://www.cdc.gov/mold/faqs.htm>> (consulté le 11 avril 2016).

Objectifs et destinataires : informations destinées au grand public sous forme de questions/réponses sur les moisissures, les moyens de prévenir l'exposition et le besoin de procéder à un échantillonnage de l'air.



Référence : CCNSE (2014). « Trousse d'outils du CCNSE pour l'enquête sur les moisissures », dans *Centre de collaboration nationale en santé environnementale*, [en ligne], <<http://www.ccnsse.ca/documents/guide/trousse-d%E2%80%99outils-du-ccnsse-pour-l%E2%80%99enqu%C3%AAtre-sur-les-moisissures>> (consulté le 18 décembre 2015).

Objectifs et destinataires : outils destinés aux intervenants de santé publique et de santé environnementale pour détecter la présence de moisissures et pour interpréter des rapports d'analyse de laboratoire.



Référence : DOHMH (2008). [Guidelines on assessment and remediation of fungi in indoor environments](#), 22 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : révision des lignes directrices existantes basée sur une revue de la littérature sur les moisissures et sur les commentaires d'un groupe d'experts dans le domaine. À l'intention des propriétaires et des gestionnaires de bâtiments, des consultants du domaine de l'environnement ou toute autre personne concernée ou intéressée par la prolifération des moisissures à l'intérieur.



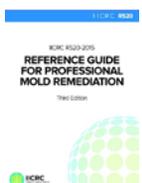
Référence : DSP de l'Agence de la santé et des services sociaux de Montréal (2015). [Évaluation par des experts internationaux des pratiques de la Direction de santé publique concernant les problèmes de santé associés aux infiltrations d'eau dans les bâtiments – Actes de l'audit tenu en avril 2013](#), 42 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : évaluation de l'approche de la DSP de Montréal sur la gestion des problèmes associés à la contamination fongique. Inclut une série de recommandations qui ont pour objectif de guider les interventions futures dans le domaine.



Référence : IICRC. (2015). ANSI-IICRC S520 standard for professional mold remediation – third edition.

Objectifs et destinataires : document de référence qui complète le R520 en résumant les principales méthodes et procédures pour la remédiation de la contamination fongique dans les bâtiments. Destiné principalement aux professionnels de l'industrie impliqués dans cette problématique.



Référence : IICRC. (2015). IICRC R520 reference guide for professional mold remediation – third edition.

Objectifs et destinataires : document de référence qui complète le S520 en fournissant des informations plus détaillées pour la remédiation de la contamination fongique dans les bâtiments. Destiné principalement aux professionnels de l'industrie impliqués dans cette problématique.



Référence : INSPQ (2011). « Compendium sur les moisissures », [en ligne], <<https://www.INSPQ.qc.ca/moisissures>> (consulté le 30 octobre 2015).

Objectifs et destinataires : fiches destinées aux médecins, aux chercheurs, aux professionnels de la construction et au grand public visant à mieux connaître certaines moisissures en milieu intérieur ainsi que leurs effets sur la santé.



Référence : INSPQ (2002). [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#), 105 p. + annexes

Objectifs et destinataires : revue de la littérature sur les risques à la santé associés aux moisissures en milieu intérieur et description de la démarche de gestion des cas de contamination. S'adresse principalement aux intervenants du réseau de la santé ainsi qu'aux partenaires susceptibles de participer à la gestion de cas de contamination fongique.



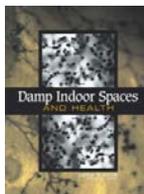
Référence : Briand E. pour Institut de veille sanitaire (InVS) (2010). [Guide de gestion de la qualité de l'air intérieur : établissements recevant du public](#), Paris, France, 43 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : guide visant à permettre aux responsables d'établissements recevant du public d'anticiper au mieux la mise en œuvre et la gestion d'analyses de l'air intérieur éventuelles, puis de leur apporter des éléments concrets pour la prévention et la gestion de la qualité de l'air intérieur.



Référence : Kermarec F., Heyman C., Dor F. pour Institut de veille sanitaire (InVS) (2010). [Diagnostic et prise en charge des syndromes collectifs inexplicables](#), Saint-Maurice, France. 45 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : guide destiné aux experts scientifiques et techniques exposant les bases d'une évaluation et d'une gestion des syndromes collectifs inexplicables afin de les aider à identifier les grandes étapes de la démarche, les points d'investigation à considérer et les pièges à éviter.



Référence : IOM (2004). [Damp indoor spaces and health](#), 335 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : revue de la littérature sur la relation entre l'exposition à des environnements avec une contamination fongique ou des problèmes d'humidité excessive, et sur la manifestation d'effets sur la santé, en particulier les symptômes respiratoires et allergiques. Suggère également des recommandations ou des lignes directrices sur les interventions de santé publique, ainsi que sur les perspectives de recherche.



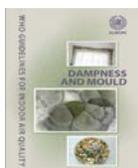
Référence : NIOSH (2012). [NIOSH Alert : Preventing occupational respiratory disease from exposure caused by dampness in office buildings, schools, and other nonindustrial buildings](#), 18 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : publication décrivant les problèmes respiratoires pouvant être associés à la présence d'humidité excessive dans les bâtiments. Fournit également des recommandations sur la manière d'identifier et de prévenir les problèmes d'humidité excessive dans les bâtiments et les symptômes associés, en plus d'y remédier.



Référence : University of Connecticut, Health Center (2004). [Guidance for clinicians on the recognition and management of health effects related to mold exposure and moisture indoors](#), 70 p. + annexes.

Objectifs et destinataires : outils pour aider les cliniciens à évaluer le lien entre les problèmes de santé observés et l'environnement.



Référence : OMS (2009). [WHO guidelines for indoor air quality dampness and mould](#), 131 p. + annexes. [Voir aussi le [résumé exécutif disponible en français](#)].

Objectifs et destinataires : revue des faits scientifiques sur les problèmes de santé associés aux agents biologiques et à l'humidité dans les bâtiments. Résume également l'information disponible sur les conditions qui déterminent la présence de moisissures et les mesures pour contrôler leur prolifération à l'intérieur. Les bâtiments tant publics que privés sont visés, sauf les bâtiments dans lesquels s'opèrent des processus de production particuliers ainsi que les hôpitaux.

Annexe 2

Outils disponibles pour l'investigation des bâtiments

Le tableau suivant propose des outils de base disponibles pour colliger les données recueillies lors de l'investigation d'un bâtiment. Certains n'incluent que la cueillette d'informations de base auprès des personnes clés ou la visite des lieux, alors que d'autres combinent les deux.

Ces outils sont présentés selon leur provenance (Québec, Canada et international) puis selon leur année de publication.

Nom de l'outil	Brève description	Bâtiments cibles	Utilisateurs cibles	Provenance
<i>Données à recueillir lors d'une évaluation environnementale de base</i>	Liste (ou aide-mémoire) des informations à collecter lors d'une évaluation environnementale de base : historique et inspection de l'intérieur et de l'extérieur du bâtiment (1 page).	Tout type de bâtiment	Intervenants du réseau de la santé et leurs partenaires ^a	INSPQ, 2002 , Annexe 2.1.
<i>Modèle de grille pour l'inspection visuelle de dégâts d'eau et de contamination fongique</i>	Grille d'inspection visuelle de l'intérieur du bâtiment visant à vérifier les sources possibles de contamination fongique. Utile pour une visite sommaire des lieux et dans les cas de signes ou de contamination visibles (2 pages).	Tout type de bâtiment	Intervenants du réseau de la santé et leurs partenaires ^a	INSPQ, 2002 , Annexe 2.2.
<i>Inspection détaillée d'un bâtiment lors d'une contamination microbienne</i>	Protocole détaillé des différentes étapes d'une démarche d'inspection approfondie des lieux (historique du bâtiment, inspection visuelle intérieure et extérieure, techniques spécialisées et instrumentation) (7 pages).	Milieu de travail	Intervenants du réseau de la santé et leurs partenaires ^a	INSPQ, 2002 , Annexe 2.4.
<i>Questionnaire environnemental sur la qualité de l'air intérieur et la salubrité en milieu résidentiel</i>	Liste de vérification des sources possibles de contamination de la qualité de l'air et d'insalubrité, élaborée pour un contexte d'intervention téléphonique (9 pages).	Milieu résidentiel	Intervenants de première ligne ^b	MSSS, 2001 , Annexe 3.
<i>Rapport type d'inspection à l'usage de l'inspecteur municipal</i>	Rapport d'inspection incluant la documentation de la plainte et une grille d'inspection de l'intérieur et de l'extérieur du bâtiment visant à vérifier les sources possibles de contamination fongique (10 pages).	Milieu résidentiel	Inspecteurs municipaux	MSSS, 2001 , Annexe 9.
<i>Liste d'inspection de bâtiment</i>	Liste d'inspection de bâtiment qui vise à identifier des signes visibles ou des conditions favorables aux problèmes d'humidité excessive ou à la contamination fongique (9 pages).	Non spécifié	Non spécifié	CCNSE, 2014 , p. 7-15.
<i>Formulaire d'inspection visuelle</i>	Formulaire d'inspection visuelle qui vise à consigner la présence de signes d'humidité excessive ou de contamination microbienne pour chaque pièce ou zone du bâtiment (1 page).	Non spécifié	Non spécifié	CCNSE, 2014 , p. 16.
<i>Formulaire d'évaluation</i>	Formulaire d'évaluation de l'humidité et de la contamination microbienne pour chaque pièce ou zone du bâtiment. Peut être utilisé pour vérifier si les problèmes constatés ont été résolus (1 page).	Non spécifié	Non spécifié	CCNSE, 2014 , p. 17.

Nom de l'outil	Brève description	Bâtiments cibles	Utilisateurs cibles	Provenance
<i>Outil d'investigation de la présence de moisissures</i>	Grille d'inspection (historique et inspection de l'intérieur et de l'extérieur du bâtiment) des sources possibles de contamination fongique (20 pages).	Milieu résidentiel des Premières Nations ou autres	Gestionnaires d'habitations	SCHL, 2011A (révisé en 2014), p. 36.
<i>Liste de vérification</i>	Liste de vérification visant à prévenir et à détecter les problèmes d'humidité et de moisissures (9 pages).	Milieu résidentiel des Premières nations ou autres	Occupants	SCHL, 2011B (révisé en 2014), p. 15.
<i>Liste de vérification visant à confirmer visuellement la présence de moisissures dans un bâtiment existant</i>	Liste de vérification visant à déterminer la présence de moisissures dans un bâtiment (4 pages).	Non spécifié	Non spécifié	ACC 82, 2004 , Annexe A.
<i>Walkthrough Inspection Checklist</i>	Liste de vérification des conditions qui peuvent affecter la qualité de l'air intérieur dans les écoles. S'accompagne d'un feuillet d'instructions (2 pages).	Milieu scolaire	Personnes familières avec les opérations du bâtiment (ex. : responsable de l'entretien)	EPA, 2012 .

^a Partenaires : inspecteurs municipaux, professionnels de l'habitation, gestionnaires d'édifices publics, etc.

^b Personnes appelées à intervenir directement auprès de la population ou à informer celle-ci en matière de qualité de l'air intérieur et de salubrité dans l'habitation.

Annexe 3

Autres contaminants de l'air intérieur

Le tableau ci-dessous présente une liste de contaminants potentiellement présents dans l'air intérieur des bâtiments ainsi que quelques références à consulter pour obtenir de plus amples informations (ACGIH, 1999; OMS, 2009; AIHA, 2011 et 2013).

Contaminants	Références
<i>Contaminants chimiques et radiologiques</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Contaminants associés à la FTE, à une combustion incomplète, à une utilisation (ex. : manque d'entretien) ou à une installation inadéquate d'appareils à combustion (ex. : poêle, cuisinière, foyer, fournaise, chauffeuse alimentés au bois, à l'huile ou au gaz). Ces contaminants comprennent notamment les particules en suspension, le CO et les NO_x. ■ COV émis par la FTE, les matériaux de construction ou de rénovation (ex. : panneaux agglomérés, colles, vernis, peinture), le mobilier, les produits d'entretien, etc. Le formaldéhyde, par exemple, est un gaz irritant dont les concentrations sont plus importantes dans les bâtiments récemment construits ou rénovés, et qui est davantage libéré en présence de température et d'humidité élevées. ■ Gaz, vapeurs ou particules générés à la suite d'une utilisation ou d'un entreposage inadéquats de produits chimiques, de poussières émises par certaines activités ou provenant de l'extérieur. Ces contaminants incluent notamment les particules, l'O₃, les NO_x et le radon. ■ Autres contaminants pouvant se retrouver dans l'air intérieur, tels que : amiante contenu dans certains matériaux de construction et isolants (ex. : panneaux d'isolation, carreaux de plafond et de sol, flocage, isolant de vermiculite); pesticides provenant de l'utilisation de produits pour l'éradication d'organismes indésirables (ex. : pyréthriinoïdes); plomb présent dans les poussières contenant des résidus de peinture à base de plomb (utilisée avant 1976); etc. ■ CO₂ provenant de l'activité humaine et animale, dont les concentrations varient selon le taux d'échange d'air et le nombre d'occupants présents (ANSES, 2013; CCHST, 2015). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ La page Conseils et prévention du Portail santé mieux-être du MSSS présente des informations sur la prévention de l'exposition à divers contaminants de l'air intérieur tels que le monoxyde de carbone, le radon domiciliaire et l'amiante. ■ Les lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel de Santé Canada (2015) présentent des limites d'exposition ou des recommandations pour divers contaminants, dont le benzène, le CO, le formaldéhyde, les particules fines, le naphthalène, le NO₂, l'O₃, le radon et le toluène. ■ L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur en France contient des fiches sur divers polluants tels que les COV, le CO, les NO_x, l'O₃ et les particules. ■ Le standard 62.1-2013 de l'ASHRAE sur la ventilation pour une qualité de l'air intérieur acceptable peut être consulté sur le site de l'ASHRAE dans la section « Preview ASHRAE Standards ». Ce document propose des valeurs de concentrations de CO₂ à ne pas dépasser à l'intérieur des bâtiments pour assurer le confort et la santé des occupants.
<i>Contaminants biologiques</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Microorganismes, autres que des moisissures (ex. : levures, bactéries, virus), issus de sources diverses, incluant les occupants eux-mêmes et leurs activités, les excréments d'animaux (ex. : oiseaux, chauves-souris), etc. Ces contaminants comprennent par exemple <i>Cryptococcus neoformans</i> et <i>Histoplasma capsulatum</i>. ■ Allergènes d'origine biologique, par exemple ceux provenant des chats, des chiens, des acariens, des coquerelles (ou blattes) ou des pollens provenant de l'extérieur (herbe à poux, graminées, arbres). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les sites Internet de l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC) et des Centers for Disease Control and Prevention (CDC) fournissent de plus amples informations sur les risques associés à certaines levures et moisissures pathogènes présentes au Québec. ■ L'Observatoire de la qualité de l'air intérieur en France contient des fiches sur diverses sources d'allergènes.

Références

- ACGIH-MACHER, J., et H. A. AMMANN (1999). *Bioaerosols: assessment and control*, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (dir.), Cincinnati, Ohio, ACGIH.
- AIHA-AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (2011). « Facts about mold », [en ligne], <<https://www.aiha.org/publications-and-resources/TopicsofInterest/Hazards/Pages/Facts-About-Mold.aspx>> (consulté le 11 juin 2015).
- AIHA-AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (2013). « Position statement on mold and dampness in the built environment », [en ligne], <<https://www.AIHA.org/government-affairs/PositionStatements/P-Mold-03-26-13.pdf>> (consulté le 11 juin 2015).
- ANSES-AGENCE NATIONALE DE SECURITE SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (2013). *Concentrations de CO2 dans l'air intérieur et effets sur la santé*, Anses.
- CCHST-CENTRE CANADIEN D'HYGIENE ET DE SECURITE AU TRAVAIL (2015). « Fiches d'information Réponses SST – Dioxyde de carbone », [en ligne], <http://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/carbon_dioxide.html> (consulté le 25 juin 2015).
- OMS-HESELTINE, E., et J. ROSEN (2009). *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*, World Health Organisation (dir.), Copenhague, Organisation mondiale de la Santé.

Annexe 4

Sections et contenu types d'un rapport

Sections du rapport	Description	Informations à vérifier et exemples	<input checked="" type="checkbox"/>
	Lorsque disponible et pertinente au contexte, toute information sur le bâtiment pouvant avoir un lien avec le développement de moisissures ou la présence d'humidité excessive doit être intégrée au rapport.		
Méthodologie (<i>Comment?</i>)	La méthode employée doit servir à répondre aux objectifs fixés. Elle devrait être suffisamment détaillée dans le rapport pour permettre de reproduire l'investigation, au besoin.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Description de la stratégie employée pour répondre aux objectifs de l'investigation; <input type="checkbox"/> ■ Précision des limites associées à la démarche employée; <input type="checkbox"/> ■ Description des aspects suivants, si des instruments ou équipements sont utilisés (ex. : pour des mesures d'humidité ou de moiteur) : <ul style="list-style-type: none"> ○ types de mesures/prélèvements et analyses effectués, <input type="checkbox"/> ○ appareils ou équipements utilisés (incluant le manufacturier et le modèle), calibrations et vérifications de l'étalonnage effectuées, échelle utilisée ainsi que leurs limites (ou marges d'erreur), <input type="checkbox"/> ○ mesures/prélèvements comparatifs et mesures témoins (aussi appelés « contrôles négatifs » ou « blancs »), le cas échéant, <input type="checkbox"/> ○ lignes directrices ou valeurs de références utilisées, le cas échéant (et leurs références associées), <input type="checkbox"/> ○ heure et localisation spécifiques des mesures, supportée par un plan, des photos, un tableau ou une description détaillée. Si une caméra d'inspection est utilisée (pour visualiser les endroits plus difficiles d'accès), il est important que les endroits où les percées intrusives ont été effectuées soient mentionnés dans le rapport, <input type="checkbox"/> ○ nombre de prises de mesures/prélèvements effectués à chacune des localisations, <input type="checkbox"/> ○ conditions présentes au moment de la prise de mesure qui peuvent influencer les résultats (ex. : conditions météorologiques, activités dans la pièce, nombre d'occupants, système de ventilation central en fonction ou non, portes ou fenêtres ouvertes, etc.); <input type="checkbox"/> ■ Identification des aspects suivants, si des échantillonnages sont effectués : <ul style="list-style-type: none"> ○ méthodes d'analyse utilisées, <input type="checkbox"/> ○ laboratoire qui effectue les analyses. <input type="checkbox"/> 	

Sections du rapport	Description	Informations à vérifier et exemples	<input checked="" type="checkbox"/>
Résultats et interprétation	Les résultats à l'égard de la présence de tout signe de contamination fongique ou de conditions favorisant leur croissance (ex. : moisissures visibles, signes de dégâts d'eau, odeurs, mesures de moiteur, etc.), incluant les détails sur leur localisation et leur étendue, devraient être clairement indiqués dans le rapport et être accompagnés de leur interprétation.	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="748 258 1365 338">■ Toute information permettant d'établir la cause, la localisation et l'étendue du problème; <input type="checkbox"/> <li data-bbox="748 338 1365 438">■ Dessins ou plans du bâtiment (si disponibles) qui permettent de localiser les observations recueillies ainsi que les mesures effectuées; <input type="checkbox"/> <li data-bbox="748 438 1365 779">■ Photographies des observations (ex. : taches, cernes, croissance visible de moisissures), prélèvements et mesures effectuées permettant de visualiser et de préciser l'apparence, l'ampleur et la localisation des problèmes constatés. Des vidéos (bien que moins fréquemment utilisés), peuvent être employés pour visualiser l'emplacement des observations ou des ouvertures, par exemple. À noter que le respect de la vie privée demeure important et qu'il est inutile d'utiliser des photographies d'objets personnels ou de situations non liées au problème investigué; <input type="checkbox"/> <li data-bbox="748 779 1365 1241">■ Légendes claires sur le contexte ainsi que la localisation exacte des observations, des prélèvements et des mesures effectuées, en accompagnement des photographies incluses dans le rapport. Cette information est particulièrement importante puisque certaines données peuvent varier considérablement sur de courtes distances (ex. : mesures de moiteur). Au besoin, les légendes peuvent inclure des éléments de comparaison (ex. : une règle ou un crayon) permettant d'évaluer les dimensions respectives des objets ou des surfaces photographiées. Si les photos ont été fournies par une autre personne que l'investigateur (ex. : locataire, propriétaire), les légendes doivent spécifier qui les a prises et à quel moment (date et heure); <input type="checkbox"/> <li data-bbox="748 1241 1365 1472">■ Sources potentielles d'autres contaminants de l'air intérieur, le cas échéant, afin d'aider à l'interprétation des résultats et de guider le choix des mesures correctives (ex. : présence de matériaux susceptibles de contenir de l'amiante, présence d'appareils de combustion susceptibles de générer du monoxyde de carbone, activités susceptibles de générer des contaminants, etc.); <input type="checkbox"/> <li data-bbox="748 1472 1365 1577">■ Résultats des analyses de laboratoire, s'il y a lieu (les résultats peuvent être résumés dans le rapport, mais les certificats d'analyse doivent être annexés). <input type="checkbox"/> 	
Conclusions et recommandations	Cette section doit conclure sur la présence confirmée ou soupçonnée d'une contamination fongique et/ou d'un problème persistant d'humidité excessive et préciser la cause, la localisation et l'étendue du problème constaté.	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="748 1577 1365 1869">■ Conclusion : <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="797 1619 1365 1682">○ indique si les objectifs énoncés ont été répondus par les données recueillies, <li data-bbox="797 1682 1365 1869">○ n'inclut aucune spéculation quant au lien entre l'état du bâtiment et les symptômes rapportés par les occupants; 	

Sections du rapport	Description	Informations à vérifier et exemples	☑
	Le cas échéant, des recommandations réalistes et pertinentes sont émises.	<ul style="list-style-type: none"> ■ En présence confirmée ou soupçonnée d'une contamination fongique ou d'un problème persistant d'humidité excessive favorable à la prolifération des moisissures, les conclusions ou les recommandations du rapport sont complétées par un plan de remédiation ou servent à l'élaboration de nouveaux objectifs pour une investigation plus approfondie. 	☐
Références	<p>Les références appuyant les méthodes utilisées et l'interprétation des résultats doivent être clairement citées dans le rapport d'investigation, et il importe d'y porter une attention particulière.</p> <p>Si les références s'avèrent inadéquates, les informations incluses dans le rapport ou la démarche utilisée pourraient être désuètes ou inappropriées, ce qui pourrait entraîner une interprétation erronée des résultats.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Les références devraient présenter les caractéristiques suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ○ citées aux endroits appropriés dans le document, ○ issues de publications officielles provenant d'organismes crédibles et reconnus (ex. : Santé Canada, INSPQ, AIHA, IRSST, etc.), ○ les plus récentes possibles. 	☐
			☐
			☐

Références

AIHA-AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (2008). *Recognition, evaluation, and control of indoor mold*, 253 p.

ASTM-AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (2014). *ASTM D7338 – 14 – Standard guide for assessment of fungal growth in buildings*.

IICRC-INSTITUTE OF INSPECTION, CLEANING AND RESTORATION CERTIFICATION (2008). *IICRC S520 – Standard and reference guide for professional mold remediation*, 237 p.

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). [Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur](#). Auteurs : Marie-Alix d'Halewyn, Jean-Marc Leclerc, Norman King et al. Montréal : INSPQ, 2002, 159 p.

ROBERGE, B., ET ASSOCIATION QUEBECOISE POUR L'HYGIENE, LA SANTE ET LA SECURITE DU TRAVAIL (dir.) (2004). *Manuel d'hygiène du travail: du diagnostic à la maîtrise des facteurs de risque*, Mont-Royal, Québec, « Modulo-Griffon ».

Annexe 5

Rapport type et liste de vérification

Cette annexe présente un exemple type de rapport d'investigation de la contamination fongique d'un bâtiment avec, en marge, une liste de vérification des informations générales qui devraient s'y trouver.

<input checked="" type="checkbox"/> Informations à vérifier	Contenu type
<input type="checkbox"/> Identification de l'entreprise mandatée pour réaliser l'investigation. <input type="checkbox"/> Identification du client. <input type="checkbox"/> Identification de la personne responsable de l'investigation. <input type="checkbox"/> Mandat confié à l'entreprise et justifications de l'investigation. <input type="checkbox"/> Personnes présentes lors de l'investigation. <input type="checkbox"/> Date et heure de l'investigation. <input type="checkbox"/> Informations sur le bâtiment permettant de mieux comprendre l'origine, l'importance et la localisation du problème (voir Section 3.1). <input type="checkbox"/> Documentation pertinente existante, le cas échéant. <input type="checkbox"/> Objectifs (ou hypothèses) clairs et suffisamment précis pour bien comprendre l'objet de l'investigation.	<p>Moisissures 101 100, boulevard Taschereau Gatineau (Québec) G0V 1B5</p> <p>1. CONTEXTE</p> <p>L'école primaire <i>J'aime Apprendre</i>, située au 1020, rue de l'Espoir, a engagé la firme <i>Moisissures 101</i> pour vérifier s'il y a présence de contamination fongique dans le local 345 de l'école, et pour identifier, le cas échéant, la source responsable de son développement. Ce contrat a été confié à la suite de plaintes rapportées quant à la présence de moisissures et d'odeurs dans ledit local. L'investigation a été réalisée par Madame Rita Lafrance, hygiéniste, le 20 novembre 2014, entre 13 h et 17 h, en présence du responsable de l'entretien de l'école, Monsieur Armand Lafontaine.</p> <p>Juste avant l'inspection, des rencontres avec le directeur et le concierge de l'établissement ont permis d'apporter des précisions sur les problèmes rapportés. Certaines conditions et caractéristiques du bâtiment, qui peuvent avoir un lien avec les problèmes de contamination fongique observés, ont aussi été mises en lumière.</p> <p>Selon le directeur de l'école et le concierge de l'établissement, « une odeur de terre et d'humidité » est perceptible depuis quelques semaines dans le local 345 de l'établissement, qui sert exclusivement aux réunions hebdomadaires des professeurs. Ce sont ces derniers qui ont remarqué des taches noires correspondant possiblement à de la contamination fongique sur le cadrage de bois au rebord des fenêtres. Quant aux autres locaux, ils ne servent qu'à l'enseignement aux enfants. Aucune autre activité particulière n'y est réalisée, mis à part la classe de maternelle (local 224), où des activités de bricolage sont fréquemment effectuées.</p> <p>À la suite de l'inspection et des échanges avec le concierge, il a été constaté que la ventilation dans l'école est réalisée de façon naturelle (ouverture périodique des fenêtres) puisqu'il n'y a aucun système de ventilation mécanique centralisé dans cette école.</p> <p>2. OBJECTIFS POURSUIVIS</p> <p>Considérant les informations recueillies lors de l'entrevue avec le directeur et le concierge de l'établissement, les hypothèses recherchées dans le cadre de cette investigation sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Est-ce que les taches noires observées par le personnel dans le local 345 correspondent à une contamination fongique? ■ Si oui, quelles sont la source et la localisation du problème d'humidité responsable de la contamination fongique observée? ■ Est-ce que des problèmes de prolifération de moisissures sont observés ailleurs dans le bâtiment?

<input checked="" type="checkbox"/> Informations à vérifier	Contenu type
<input type="checkbox"/> Description de la stratégie employée pour répondre aux objectifs poursuivis. <input type="checkbox"/> Limites associées à la démarche. <input type="checkbox"/> Si des instruments ou équipements sont utilisés : <ul style="list-style-type: none"> ■ types de mesures/prélèvements et analyses effectués, ■ mesures/prélèvements comparatifs et mesures témoins, le cas échéant, ■ appareils utilisés, vérifications de l'étalonnage effectuées, échelle utilisée ainsi que leurs limites (ou marges d'erreur), ■ lignes directrices ou valeurs de référence utilisées, ■ localisation spécifique des mesures, supportée par un plan, des photos ou une description détaillée, ■ conditions présentes au moment de la prise de mesures qui peuvent influencer les résultats (ex. : conditions météorologiques, activités des occupants lors des prélèvements, etc.), ■ nombre de prises de mesures effectuées à chacune des localisations. 	<h3>3. MÉTHODOLOGIE</h3> <p>Pour vérifier ces hypothèses, une inspection visuelle rigoureuse des lieux a d'abord été réalisée, à l'extérieur comme à l'intérieur du bâtiment, dans l'objectif d'identifier tout signe de contamination fongique ou d'infiltration d'eau. L'inspection visuelle rigoureuse est une étape très importante de la démarche d'investigation (DOHMH, 2008).</p> <p>Lors de l'inspection, la journée était ensoleillée et la température à l'extérieur était de 2 °C. Afin de vérifier la présence d'humidité excessive dans les matériaux, des mesures de moiteur ont d'abord été effectuées à plusieurs endroits dans le bâtiment, au moyen d'un humidimètre. L'humidimètre permet de mesurer la quantité d'eau ou d'humidité présente dans les matériaux. L'appareil utilisé était le « Moisture Meter 300 » de la compagnie <i>Fizt</i>. L'étalonnage de l'appareil a été vérifié et les données ont été interprétées telles que spécifiées par le manufacturier.</p> <p>Cet appareil étant calibré pour des essences spécifiques de bois (pin, sapin, etc.), les valeurs affichées sur l'appareil sont justes uniquement si les mesures sont effectuées sur le type de bois pour lequel l'appareil a été étalonné. Il est possible d'appliquer des facteurs de correction, mais la grande variété de composants structuraux (gypse, plâtre, préfini, bois, etc.) rend hasardeuse leur utilisation à des fins de mesures précises. Par contre, il s'avère intéressant d'utiliser les données en comparant des surfaces sèches (faible taux d'humidité) et celles que l'on soupçonne de contenir de l'humidité en excès (taux d'humidité élevé). Des mesures comparatives ont ainsi été effectuées sur des matériaux similaires dans un local où aucun signe d'humidité excessive, de prolifération fongique ou de dommage structural n'a été observé (local 333). À noter que, lorsque le taux d'humidité du matériau testé est inférieur à 6, l'humidimètre affiche souvent 0.</p> <p>Au Canada, il n'existe aucune recommandation à l'égard d'un seuil quantitatif d'exposition aux moisissures à l'intérieur des bâtiments (Santé Canada, 2007). En raison des dommages structuraux et des problèmes de santé auxquels ils sont associés, plusieurs organisations recommandent que toute présence de contamination par les moisissures ou toute condition favorisant leur croissance soit corrigée (OMS, 2009; Santé Canada, 2007; INSPQ, 2002).</p>
<input type="checkbox"/> Informations permettant d'établir la cause, la localisation et l'étendue du problème (ex. : distribution et taille des taches observées). <input type="checkbox"/> Sources potentielles d'autres contaminants de l'air intérieur, le cas échéant.	<h3>4. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION</h3> <h4>4.1. Inspection visuelle</h4> <p>L'inspection a permis de constater que les taches noires observées autour de la fenêtre du local 345 correspondent bien à une contamination fongique (voir <i>photos 1 et 2</i> à l'Annexe 1). La surface atteinte par les moisissures était sur le cadrage de bois au rebord de la fenêtre ainsi qu'au plafond, tout juste au-dessus de la fenêtre. La taille de la surface atteinte par la contamination était approximativement de 2 m².</p> <p>Lors de l'inspection, de la condensation était présente sur la fenêtre. Un problème d'étanchéité des fenêtres a été observé dans ce même local. Cette condition favorise l'infiltration et la condensation d'eau et semble être la cause de la prolifération fongique observée sur le cadrage de la fenêtre.</p> <p>La présence de cernes sur le rebord de deux autres fenêtres (fenêtres des locaux 348 et 351) indiquait également un problème d'étanchéité à ces endroits au moment de l'inspection. Aucun signe de contamination fongique n'a été observé dans ces locaux (ni ailleurs dans le bâtiment). Néanmoins, cette condition pourrait causer des infiltrations d'eau et, éventuellement, des problèmes de contamination fongique.</p>

<input checked="" type="checkbox"/> Informations à vérifier	Contenu type																																																		
<p><input type="checkbox"/> Si des analyses de laboratoire ont été réalisées, les résultats sont joints au rapport d'investigation dans leur intégralité (les résultats peuvent être résumés dans le rapport, mais les certificats d'analyse doivent être annexés).</p> <p><input type="checkbox"/> Conclusion indique si les objectifs ont été répondus ou non par les données recueillies.</p> <p><input type="checkbox"/> Conclusion n'inclut aucune spéculation quant au lien entre l'état du bâtiment et les symptômes rapportés par les occupants.</p>	<p>4.2. Mesures de moiteur</p> <p>Des mesures de moiteur ont été réalisées autour des fenêtres des locaux 345, 348 et 351 afin de caractériser l'étendue du problème d'humidité autour de ces dernières (voir Tableau 1). Lorsque comparées aux mesures témoins prélevées sur des matériaux similaires (local 333), les mesures réalisées dans le local 345 indiquent qu'un excès de moiteur est présent autour de la fenêtre et que ce problème s'étend jusqu'au gypse autour de la fenêtre, soit jusqu'à 20 cm en dessous et au-dessus du cadre de bois, et environ 10 cm du cadre de bois pour les deux autres côtés. Un excès de moiteur a également été noté sur les cadres des fenêtres des locaux 348 et 351.</p> <p>Tableau 1 Mesures de moiteur prélevées autour des fenêtres des locaux 345, 348, 351 et 333 le 20 novembre 2014 entre 14 h et 14 h 45</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Local (utilisation et n°)</th> <th>Photo</th> <th>Type de surface</th> <th>Moiteur (%)</th> <th>Heure de la mesure</th> <th>Remarques et observations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">Réunions des professeurs (345)</td> <td rowspan="4"></td> <td>Bois (milieu)</td> <td>22</td> <td rowspan="4">14 h</td> <td rowspan="4"> <ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de prolifération fongique autour de la fenêtre (surface atteinte environ 2 m²); ■ Problème d'étanchéité observé autour de la fenêtre; ■ Présence de condensation sur la fenêtre. </td> </tr> <tr> <td>Bois (coin bas)</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Gypse (20 cm coin bas de la fenêtre)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Enseignement 4 (333)</td> <td rowspan="3"></td> <td>Bois (milieu)</td> <td>8</td> <td rowspan="3">14 h 20</td> <td rowspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> ■ Local témoin; ■ Fenêtre en bon état. </td> </tr> <tr> <td>Bois (coin bas)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">Enseignement 5, 6, 7 (348)</td> <td rowspan="4"></td> <td>Bois (milieu)</td> <td>16</td> <td rowspan="4">14 h 30</td> <td rowspan="4"> <ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de cernes autour de la fenêtre indiquant un problème d'étanchéité. </td> </tr> <tr> <td>Bois (coin bas)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Enseignement 8, 9 (351)</td> <td rowspan="3"></td> <td>Bois (milieu)</td> <td>8</td> <td rowspan="3">14 h 40</td> <td rowspan="3"> <ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de cernes autour de la fenêtre indiquant un problème d'étanchéité. </td> </tr> <tr> <td>Bois (coin bas)</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>5. CONCLUSION</p> <p>Les résultats indiquent que les taches observées autour de la fenêtre du local 345 correspondent bien à une contamination fongique. Il est probable que celle-ci soit attribuable à un problème d'étanchéité de la fenêtre. Aucun autre signe de prolifération de moisissures n'a été observé dans l'école. Cependant, des problèmes d'étanchéité aux fenêtres des locaux 348 et 351 ont également été notés, ce qui représente une condition qui peut favoriser l'infiltration d'eau et la croissance de moisissures.</p>	Local (utilisation et n°)	Photo	Type de surface	Moiteur (%)	Heure de la mesure	Remarques et observations	Réunions des professeurs (345)		Bois (milieu)	22	14 h	<ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de prolifération fongique autour de la fenêtre (surface atteinte environ 2 m²); ■ Problème d'étanchéité observé autour de la fenêtre; ■ Présence de condensation sur la fenêtre. 	Bois (coin bas)	18	Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	12	Gypse (20 cm coin bas de la fenêtre)	6	Enseignement 4 (333)		Bois (milieu)	8	14 h 20	<ul style="list-style-type: none"> ■ Local témoin; ■ Fenêtre en bon état. 	Bois (coin bas)	8	Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6	Enseignement 5, 6, 7 (348)		Bois (milieu)	16	14 h 30	<ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de cernes autour de la fenêtre indiquant un problème d'étanchéité. 	Bois (coin bas)	10	Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6	Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6	Enseignement 8, 9 (351)		Bois (milieu)	8	14 h 40	<ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de cernes autour de la fenêtre indiquant un problème d'étanchéité. 	Bois (coin bas)	7	Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6
Local (utilisation et n°)	Photo	Type de surface	Moiteur (%)	Heure de la mesure	Remarques et observations																																														
Réunions des professeurs (345)		Bois (milieu)	22	14 h	<ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de prolifération fongique autour de la fenêtre (surface atteinte environ 2 m²); ■ Problème d'étanchéité observé autour de la fenêtre; ■ Présence de condensation sur la fenêtre. 																																														
		Bois (coin bas)	18																																																
		Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	12																																																
		Gypse (20 cm coin bas de la fenêtre)	6																																																
Enseignement 4 (333)		Bois (milieu)	8	14 h 20	<ul style="list-style-type: none"> ■ Local témoin; ■ Fenêtre en bon état. 																																														
		Bois (coin bas)	8																																																
		Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6																																																
Enseignement 5, 6, 7 (348)		Bois (milieu)	16	14 h 30	<ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de cernes autour de la fenêtre indiquant un problème d'étanchéité. 																																														
		Bois (coin bas)	10																																																
		Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6																																																
		Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6																																																
Enseignement 8, 9 (351)		Bois (milieu)	8	14 h 40	<ul style="list-style-type: none"> ■ Présence de cernes autour de la fenêtre indiquant un problème d'étanchéité. 																																														
		Bois (coin bas)	7																																																
		Gypse (10 cm coin bas de la fenêtre)	6																																																

<input checked="" type="checkbox"/> Informations à vérifier	Contenu type
<p><input type="checkbox"/> En présence confirmée ou soupçonnée d'une contamination fongique ou d'un problème persistant d'humidité excessive favorable à la prolifération des moisissures, les conclusions ou les recommandations du rapport sont complétées par un plan de remédiation ou servent à l'élaboration de nouveaux objectifs pour une investigation plus approfondie.</p> <p><input type="checkbox"/> Références citées proviennent d'organismes crédibles et sont les plus récentes possibles.</p>	<p>6. RECOMMANDATIONS</p> <p>En réponse aux problèmes identifiés, les mesures suivantes devraient être appliquées dès que possible :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Corriger les problèmes d'étanchéité aux fenêtres des locaux 345, 348 et 351; ■ Bien nettoyer ou retirer les surfaces affectées par les moisissures dans le local 345 en se référant au protocole utilisé (ex. : celui décrit par le Service d'hygiène de la ville de New York [2008], l'IICRC [2008], etc.); ■ Bien assécher ou retirer les surfaces présentant un excès de moiteur; ■ Informer le personnel des résultats de l'investigation; ■ Effectuer un suivi adéquat des travaux afin de s'assurer de la qualité des mesures correctives apportées. <p>7. RÉFÉRENCES</p> <p>AIHA-AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (2013). Position statement on mold and dampness in the built environment, 12 p.</p> <p>DOHMH-NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH AND MENTAL HYGIENE (2008). Guidelines on assessment and remediation of fungi in indoor environments, 22 p. + annexes.</p> <p>IICRC-INSTITUTE OF INSPECTION, CLEANING AND RESTORATION CERTIFICATION (2008). <i>IICRC S520 - Standard and Reference Guide for Professional Mold Remediation</i>, 237 p.</p> <p>Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Les risques à la santé associés à la présence de moisissures en milieu intérieur. Auteurs : Marie-Alix d'Halewyn, Jean-Marc Leclerc, Norman King et al. Montréal : INSPQ, 2002, 159 p.</p> <p>OMS-ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (2009). WHO guidelines for indoor air quality dampness and mould, 131 p. + annexes.</p> <p>SANTÉ CANADA (2007). Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel – Moisissures, 3 p.</p>

<input checked="" type="checkbox"/> Documents à joindre	Contenu type
<p><input type="checkbox"/> Photographies des observations, incluant, au besoin, des éléments de comparaison permettant d'évaluer les dimensions des objets photographiés, et accompagnées de légendes claires sur le contexte, la date et l'heure ainsi que la localisation exacte.</p> <p><input type="checkbox"/> Dessins ou plans du bâtiment, si disponibles.</p>	<p>ANNEXE 1 – PHOTOS DES OBSERVATIONS ET DES MESURES EFFECTUÉES LE 20 NOVEMBRE 2014</p>  <p>Photo 1 : contamination fongique observée autour de la fenêtre du local 345 lors de l'investigation. (Crédit photo : Michel Legris)</p>  <p>Photo 2 : contamination fongique observée autour de la fenêtre du local 345 lors de l'investigation. (Crédit photo : Michel Legris)</p>  <p>Photo 3 : mesure de moiteur prise à 14 h 10 sur le bas du cadrage de la fenêtre du local 345. (Crédit photo : Michel Legris)</p>

<input checked="" type="checkbox"/> Documents à joindre	Contenu type
	 <p data-bbox="586 663 1386 741">Photo 4 : fenêtre du local 333, qui a été utilisée comme témoin pour les mesures de moiteur lors de l'investigation. (Crédit photo : Michel Legris)</p> <p data-bbox="586 772 1377 819"><i>N. B. : les photos fournies ici sont à titre d'exemple. Les photos 5 à 9 citées dans le rapport n'ont pas été incluses dans l'annexe.</i></p>

Annexe 6

Écart d'humidité relative recommandés

Le tableau ci-dessous résume les plages de valeurs d'humidité relative à l'intérieur des bâtiments recommandées par différentes organisations reconnues.

Organisations	Écarts d'humidité relative recommandés	Remarques
AIHA (2008)	<ul style="list-style-type: none"> ■ De 30 % à 70 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pour minimiser la prolifération de moisissures dans le milieu résidentiel.
ASHRAE (2013)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 65 % ou moins. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pour les systèmes mécaniques pourvus d'une capacité de déshumidification.
DOHMH (2008)	<ul style="list-style-type: none"> ■ En dessous de 65 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pour diminuer le risque de prolifération fongique. Cependant, la formation de condensation sur des surfaces froides peut survenir à un pourcentage plus bas. L'humidité relative devrait être maintenue suffisamment basse pour empêcher la formation de condensation.
EPA (2008a et 2008b)	<ul style="list-style-type: none"> ■ En dessous de 60 %, idéalement de 30 % à 50 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ En milieu résidentiel et scolaire.
MELS (2014)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Humidité relative minimale (réglementaire) : 20 % : <ul style="list-style-type: none"> ○ été : de 30 % à 80 %, ○ hiver : de 30 % à 50 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Paramètres de confort retenus par le MELS; ■ Humidité relative minimale correspond à la valeur réglementaire (dictée par le Règlement sur la santé et la sécurité du travail [chapitre S-2.1, r. 13]) pendant les heures d'ouverture pour tout édifice de bureaux ou établissement commercial construit ou mis en exploitation après le 19 décembre 1979.
MSSS (2005)	<ul style="list-style-type: none"> ■ De 30 % à 60 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pour le confort et pour diminuer le risque de contamination fongique.
Observatoire sur la qualité de l'air intérieur (France, s.d.)	<ul style="list-style-type: none"> ■ De 40 % à 70 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs optimales pour une température située entre 18 et 22°C.
Santé Canada (2015)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Été : environ 50 %; ■ Hiver : environ 30 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ En milieu résidentiel.
SCHL (2011 et 2015)	<ul style="list-style-type: none"> ■ De 30 % à 50 % : <ul style="list-style-type: none"> ○ durant les grands froids : 30 % ou moins, si T < -10°C [30 %, voire 25 % dans les régions extrêmement froides]; ○ en hiver : ne devrait jamais excéder 45 %. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pour prévenir la condensation aux fenêtres durant la saison de chauffage.

Références

- AIHA-AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION (2008). *Recognition, evaluation, and control of Indoor Mold*. 253 p.
- ASHRAE-AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. (2013). *Ventilation for acceptable indoor air quality*. ANSI-ASHRAE Standard 62.1-2013. 58 p.
- DOHMH-NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH AND MENTAL HYGIENE (2008). [Guidelines on assessment and remediation of fungi in indoor environments](#), 22 p. + annexes.
- EPA-UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2008a). [Mold remediation in schools and commercial buildings](#), 48 p.
- EPA-UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2008b). [A brief guide to mold, moisture, and your home](#), 16 p.
- MELS-MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (2014). [La qualité de l'air dans les établissements scolaires – Document de référence](#), 14 p. + annexes.
- MSSS-MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (2005). [La qualité de l'air intérieur dans les établissements du réseau de la santé et des services sociaux](#).
- OBSERVATOIRE SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR [s.d.]. « Normes et valeurs guides. Paramètres de confort. », [en ligne], <<http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx?idarchitecture=182>> (consulté le 9 janvier 2015).
- SANTÉ CANADA (2015). « Réduisez l'humidité et les moisissures », [en ligne], <<http://canadiensensante.gc.ca/healthy-living-vie-saine/environnement-environnement/air/contaminants/mould-moisissures-fra.php>> (consulté le 11 avril 2016).
- SCHL-SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT (2014). [Information sur la moisissure pour les gestionnaires d'habitations des Premières Nations](#), 64 p.
- SCHL-SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT (2015). « Problèmes d'humidité et de qualité de l'air », [en ligne], <http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/co/love/aihuprso/aihuprso_001.cfm> (consulté le 9 janvier 2015).

Annexe 7

**Exemples pratiques pour aider à interpréter les résultats
d'échantillonnage de l'air**

Afin de faciliter l'interprétation des résultats quantitatifs d'échantillonnage de l'air, des informations peuvent être vérifiées. Certaines sont relativement simples et sont présentées ci-dessous :

- Volume d'air échantillonné et pourcentage de la lame dénombré;
- Concentration unitaire de base, qui correspond à la concentration dans l'air (par m³) équivalente à une spore ou à une moisissure détectée avec la méthode;
- Valeur minimale rapportée (VMR), qui correspond à la valeur la plus basse qui peut être mesurée;
- Variabilité dans les dénombrements obtenus entre plusieurs échantillons prélevés au même endroit.

Ces informations devraient normalement être indiquées ou pouvoir être vérifiées à partir des informations fournies dans le rapport d'analyse du laboratoire. Les sections suivantes illustrent de quelle manière les obtenir et les interpréter.



Il importe de rappeler que plusieurs autres informations et paramètres doivent être considérés lors de l'interprétation d'échantillonnage de l'air (ex. : caractéristiques du bâtiment, diversité fongique retrouvée dans les échantillons, etc.), tels que détaillés à la section 2.9.4 sur l'interprétation de résultats d'échantillonnage de l'air.

1. Volume d'air échantillonné et pourcentage de la lame dénombré

Le volume d'air échantillonné et le pourcentage de la lame dénombré sont des informations importantes à connaître afin de mieux interpréter les résultats d'échantillonnage de l'air. Elles permettent notamment de calculer les concentrations obtenues dans l'air (par m³) ainsi que d'autres informations importantes pour l'interprétation de rapports, telles que la concentration unitaire de base et la valeur minimale rapportée (VMR).

Des exemples de calcul de la concentration dans l'air sont présentés ci-dessous afin d'illustrer de quelle manière le volume d'air échantillonné et le pourcentage de la lame dénombré peuvent influencer les résultats obtenus.

La concentration dans l'air se calcule de la manière suivante (en sachant qu'un volume échantillonné de 1000 L correspond à 1 m³ d'air) :

$$\text{Concentration} = \frac{\text{spores observées sur la lame ou UFC observées sur la gélose}}{\text{Volume d'air filtré [L]}} \times 1000 \text{ L/m}^3$$

Cette formule prend en considération que les spores ont été dénombrées sur 100 % de la lame et qu'un volume échantillonné de **1000 L correspond à 1 m³ d'air**.

Si le volume d'air échantillonné n'est pas fourni dans le rapport, il peut être calculé de la manière suivante :

$$\text{Débit d'air échantillonné [L/min]} \times \text{durée [min]}$$

EXEMPLE AVEC LA MÉTHODE DE MESURE DES SPORES TOTALES (SPORES/M³)

Calcul de la concentration dans l'air

La méthode décrite spécifie qu'un échantillonnage de l'air par impaction a été prélevé pendant 10 minutes à un débit de 15 L/min. L'analyse qui suit a été réalisée par examen microscopique, en effectuant le décompte des structures fongiques sur 100 % de la lame.

Le volume d'air échantillonné dans cet exemple se calcule de la manière suivante :

$$15 \text{ L/min} \times 10 \text{ min} = \mathbf{150 \text{ L}}$$

Conséquemment, pour calculer la concentration dans l'air équivalente à un décompte de 15 spores sur la lame, par exemple, le laboratoire a utilisé la formule suivante :

$$\frac{15 \text{ spores observées sur la lame}}{150 \text{ L}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{100 \text{ spores/m}^3}$$

Concentration obtenue en modifiant le volume d'air échantillonné

Avec le prélèvement d'un volume d'air plus élevé (par exemple, 300 L), la concentration équivalente à un décompte de 15 spores sur 100 % de la lame aurait été moins élevée :

$$\frac{15 \text{ spores observées sur la lame}}{300 \text{ L}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{50 \text{ spores/m}^3}$$

Avec le prélèvement d'un volume d'air moins élevé (par exemple, 75 L), la concentration équivalente à un décompte de 15 spores sur 100 % de la lame aurait été plus élevée :

$$\frac{15 \text{ spores observées sur la lame}}{75 \text{ L}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{200 \text{ spores/m}^3}$$

Concentration obtenue en modifiant le pourcentage de la lame dénombré

Si les 15 spores dénombrées avaient été observées sur 50 % de la lame avec un volume échantillonné de 150 L, la concentration dans l'air correspondante aurait été plus élevée :

$$\frac{15 \text{ spores observées sur la lame}}{150 \text{ L d'air} \times \% \text{ de la lame observée [50\%]}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{200 \text{ spores/m}^3}$$

EXEMPLE AVEC LA MÉTHODE DE MESURE DES MOISSURES CULTIVABLES (UFC/M³)*

Calcul de la concentration dans l'air

La méthode décrite spécifie qu'un échantillonnage de l'air a été réalisé pendant 5 minutes par impaction directe sur milieu gélosé à un débit de 28,3 L/min.

Le volume d'air échantillonné dans cet exemple se calcule de la manière suivante :

$$28,3 \text{ L/min} \times 5 \text{ min} = \mathbf{141,5 \text{ L}}$$

Conséquemment, pour calculer la concentration dans l'air équivalente à un décompte de 15 UFC sur la gélose, par exemple, le laboratoire a utilisé la formule suivante :

$$\frac{15 \text{ UFC sur la gélose}}{141,5 \text{ L}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{106 \text{ UFC/m}^3}$$

Concentration obtenue en modifiant le volume d'air échantillonné

Pour un volume d'air prélevé plus élevé (par exemple, 226,4 L, soit d'une durée de 8 minutes), la concentration équivalente à un décompte de 15 spores sur 100 % de la lame aurait été moins élevée :

$$\frac{15 \text{ UFC sur la gélose}}{226,4 \text{ L}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{66 \text{ UFC/m}^3}$$

Pour un volume d'air prélevé moins élevé [par exemple, 56,6 L, soit d'une durée de 2 minutes], la concentration équivalente à un décompte de 15 UFC sur la gélose aurait été plus élevée :

$$\frac{15 \text{ UFC sur la gélose}}{56,6 \text{ L}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{265 \text{ UFC/m}^3}$$

* Cet exemple s'applique pour l'impaction directe sur milieu gélosé; si l'impaction est réalisée sur filtre (méthode utilisée dans un contexte où la concentration fongique dans l'air est soupçonnée d'être très élevée, par exemple dans certains milieux industriels), il importe de considérer le volume d'extraction (volume de liquide utilisé pour extraire les moisissures du filtre) et le volume d'étalement (volume de liquide étalé sur le milieu de culture) utilisés, comme décrit dans la méthode analytique 368 de l'IRSSST : [Dénombrement des bactéries et moisissures cultivables de l'air prélevées sur filtre de polycarbonate](#).

2. Concentration unitaire de base

La concentration unitaire de base est la concentration obtenue lorsqu'une seule UFC ou spore est comptée pour l'échantillon. Cette information permet de connaître le nombre de spores qui ont été dénombrées sur la lame, ou le nombre de colonies qui ont été dénombrées dans la boîte de Pétri lors de l'analyse en laboratoire. Le calcul est identique à celui de la concentration dans l'air, sauf qu'il est effectué avec un compte de spores ou d'UFC toujours égal à 1.

Il est possible de la calculer à partir des données suivantes fournies dans le rapport :

- Volume d'air échantillonné (voir Section 1);
- Si examen microscopique : pourcentage de la lame qui a été balayé (habituellement 100 %).

La concentration unitaire de base se calcule de la manière suivante :

$$\frac{1 \text{ spore observée sur la lame ou 1 UFC dans la boîte de Pétri}}{\text{Volume d'air échantillonné [L]}} \times 1000 \text{ L/m}^3$$

Pour calculer la concentration dans l'air, il est donc possible d'appliquer la formule suivante :

$$\text{Unité de base} \times \text{nombre de spores ou UFC observées}$$



La concentration unitaire de base dépend du volume d'air prélevé et, si applicable, du pourcentage de la lame dénombré. Ainsi, pour un volume d'air échantillonné différent ou un décompte de la lame inférieur à 100 % la valeur minimale rapportée est différente (voir exemples fournis dans la Section 1).

EXEMPLE AVEC LA MÉTHODE DE MESURE DES SPORES TOTALES (SPORES/M³)

Informations disponibles dans le rapport

La méthode décrite spécifie que le volume d'air échantillonné est de 150 L. L'analyse a été réalisée par examen microscopique, en effectuant le décompte des structures fongiques sur 100 % de la lame.

Calcul

$$\text{Concentration unitaire de base : } \frac{1 \text{ spore observée sur la lame}}{150 \text{ L d'air}} \times 1000 \text{ L/m}^3 \approx \mathbf{7 \text{ spores/m}^3 \text{ d'air}}$$

À partir d'une concentration rapportée pour un échantillon donné, par exemple 14 spores/m³, il est possible de calculer le nombre de spores dénombrées dans l'échantillon, en divisant cette concentration (14 spores/m³) par la concentration unitaire de base (7 spores/m³) :

$$\text{Nombre de spores dénombrées dans l'échantillon : } \frac{14 \text{ spores/m}^3}{7 \text{ spores/m}^3} = \mathbf{2 \text{ spores dénombrées sur la lame}}$$

Interprétation

Chaque spore observée correspond à la concentration de 7 spores/m³ d'air. Par exemple, un décompte de 1 spore correspond à une concentration de 7 spores/m³ d'air, alors qu'un décompte de 2 spores correspond à 14 spores/m³ d'air. Conséquemment, si une concentration de 7 spores/m³ obtenue dans un échantillon est comparée à une concentration de 14 spores/m³ obtenue dans un échantillon prélevé à un autre endroit, il peut apparaître à première vue que l'un révèle une concentration plus élevée que l'autre. Néanmoins, en connaissant la concentration unitaire de base (7 spores/m³), il est possible de constater qu'**ils ne diffèrent que d'un seul compte de spore sur la lame.**

EXEMPLE AVEC LA MÉTHODE DE MESURE DES MOISSURES CULTIVABLES (UFC/m³)

Informations disponibles dans le rapport

La méthode décrite spécifie que le volume d'air échantillonné est 141,5 L (5 minutes à 28,3 L/min).

Calcul

$$\text{Concentration unitaire de base : } \frac{1 \text{ UFC observée sur la gélose}}{141,5 \text{ L d'air}} \times 1000 \text{ L/m}^3 \approx \mathbf{7 \text{ UFC/m}^3 \text{ d'air}}$$

À partir d'une concentration rapportée pour un échantillon donné, par exemple 14 UFC/m³, il est possible de calculer le nombre de spores dénombrées dans l'échantillon, en divisant cette concentration (14 UFC/m³) par la concentration unitaire de base (7 UFC/m³) :

$$\text{Nombre de spores dénombrées dans l'échantillon : } \frac{14 \text{ UFC/m}^3}{7 \text{ UFC/m}^3} = \mathbf{2 \text{ UFC dénombrées dans la boîte de Pétri}}$$

Interprétation

Chaque UFC observée correspond à la concentration de 7 UFC/m³ d'air. Par exemple, un décompte de 1 UFC correspond à une concentration de 7 UFC/m³ d'air, alors qu'un décompte de 2 correspond à 14 UFC/m³ d'air. Conséquemment, si une concentration de 7 UFC/m³ obtenue dans un échantillon est comparée à une concentration de 14 UFC/m³ obtenue dans un échantillon prélevé à un autre endroit, il peut apparaître à première vue que l'un révèle une concentration plus élevée que l'autre. Néanmoins, en connaissant l'unité de base (7 UFC/m³), il est possible de constater qu'**ils ne diffèrent que d'un seul compte de colonie sur la gélose.**

3. Valeur minimale rapportée

La valeur minimale rapportée (VMR) correspond à la valeur la plus basse qui peut être mesurée selon la méthode utilisée. Ceci signifie qu'une concentration inférieure à la VMR dans l'air ne peut pas être rapportée avec la méthode utilisée.

Il arrive fréquemment que les concentrations de spores ou de moisissures indiquées dans les rapports d'analyse de laboratoire se situent près de la VMR, en particulier lorsque celles-ci sont présentées pour chaque espèce et/ou genre identifiés. Dans ce contexte, si le rapport présente une concentration correspondant à la VMR, il faut comprendre que celle-ci correspond à la limite de la méthode.

Dans l'éventualité où la VMR n'est pas fournie par le laboratoire, il est possible de la calculer à partir des données suivantes fournies dans le rapport :

- Limite de détection de la méthode d'analyse;
- Volume d'air échantillonné;
- Si examen microscopique : pourcentage de la lame qui a été balayé (habituellement 100 %).

La VMR se calcule de la manière suivante :

$$\frac{\text{Limite de détection de la méthode d'analyse}}{\text{Volume d'air échantillonné [L]}} \times 1000 \text{ L/m}^3$$



La VMR dépend donc du volume d'air prélevé et, si applicable, du pourcentage de la lame dénombré. Conséquemment, pour un volume d'air échantillonné différent ou un décompte de la lame inférieur à 100 %, si applicable, la VMR est différente.

EXEMPLE AVEC LA MÉTHODE DE MESURE DES SPORES TOTALES (SPORES/M³)

Informations disponibles dans le rapport

La méthode décrite spécifie que le volume d'air échantillonné est de 150 L.

L'analyse qui suit a été réalisée par examen microscopique en effectuant le décompte des structures fongiques sur 100 % de la lame. Le laboratoire spécifie que la limite de détection de cette méthode d'analyse est de 2 spores.

Calcul

$$\text{VMR} : \frac{2 \text{ spores détectées sur la lame}}{150 \text{ L d'air}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{13 \text{ spores/m}^3}$$

Interprétation

Dans cet exemple, si la concentration dans l'air d'une pièce est inférieure à 13 spores/m³, il y a de fortes chances qu'aucune spore ne soit détectée lors de l'analyse dans un échantillon prélevé de 150 litres (par exemple, 10 minutes à un débit de 15 litres/minute). L'absence de spore sur la lame lors de l'analyse doit ainsi être rapportée de la manière suivante : < 13 spores/m³.

EXEMPLE AVEC LA MÉTHODE DE MESURE DES MOISSURES CULTIVABLES (UFC/M³)

Informations disponibles dans le rapport

La méthode décrite spécifie que le volume d'air échantillonné est 141,5 L.

La limite de détection de cette méthode est de 1 UFC. En effet, il est possible de voir une colonie de moisissures sur la gélose si elle est présente.

Calcul

$$\text{VMR} : \frac{1 \text{ UFC observée sur la gélose}}{141,5 \text{ L d'air}} \times 1000 \text{ L/m}^3 = \mathbf{7 \text{ UFC/m}^3}$$

Interprétation

Dans cet exemple, si la concentration dans l'air d'une pièce est inférieure à 7 UFC/m³, il y a de fortes chances qu'aucune spore ne soit détectée lors de l'analyse dans un échantillon prélevé de 141,5 litres (par exemple, 5 minutes à un débit de 28,3 litres/minute). L'absence d'UFC dans la boîte de Pétri lors de l'analyse sera rapportée de la manière suivante : < 7 UFC/m³. Par ailleurs, puisque la limite de détection de la méthode est de 1 UFC, la VMR et la concentration unitaire de base ont la même valeur (7 UFC/m³) pour cette méthode.

4. Variabilité dans les dénombrements obtenus

Il est également pertinent de vérifier la variabilité dans les dénombrements obtenus entre plusieurs échantillons prélevés au même endroit. Pour ce faire, les informations à connaître sont les suivantes :

- Au moins deux échantillons ont été prélevés au même endroit (en double);
- Concentrations obtenues pour chaque échantillon prélevé à un même endroit*.

* Si un nombre important d'échantillons ont été prélevés au même endroit, une valeur d'écart-type peut également être rapportée. L'écart-type est une mesure de dispersion autour de la moyenne.

Pour plus d'information, visitez la section [Variance et écart-type](#) sur le site de Statistique Canada (*page archivée*).

EXEMPLE AVEC LA MÉTHODE DE MESURE DES MOISSURES CULTIVABLES (UFC/m³)

Informations disponibles dans le rapport

Les résultats présentés dans le rapport incluent le tableau suivant :

Moisissures cultivables (UFC/m ³)	Site de prélèvement A			Site de prélèvement B		
	Échantillon n° 1	Échantillon n° 2	Moyenne	Échantillon n° 1	Échantillon n° 2	Moyenne
<i>Moisissure X</i>	442	177	310	177	194	186

Interprétation

À première vue, si la concentration moyenne de 310 UFC/m³ obtenue au site de prélèvement A est comparée à la concentration moyenne de 186 UFC/m³ obtenue au site de prélèvement B, il apparaît que l'un révèle une concentration près de deux fois plus élevée que l'autre.

La connaissance des valeurs obtenues pour chaque échantillon prélevé au même endroit peut toutefois conduire à certains bémols dans l'interprétation des données. Par exemple, l'analyse indiquerait une grande variabilité entre les prélèvements réalisés au site A, qui peut entre autres être causée par des conditions météorologiques différentes lors des deux échantillonnages. Dans ce cas, l'interprétation doit être effectuée avec prudence. En effet, l'étendue des valeurs obtenues au site A rend difficile la comparaison avec celles obtenues au site B et ne permet donc pas de conclure hors de tout doute à une différence significative entre les deux sites. Cet exemple **illustre donc bien l'importance de réaliser plus d'un prélèvement au même site d'échantillonnage.**

Annexe 8

Survol de la nomenclature et de la taxonomie des moisissures

Nomenclature

Le nom donné aux moisissures est en latin et composé de deux mots : le premier correspond au genre et le deuxième à l'espèce. Il doit toujours s'écrire en italique; le genre avec une lettre majuscule et l'espèce avec une lettre minuscule. De plus, l'espèce est toujours précédée du genre. Par exemple, pour la moisissure *Aspergillus versicolor*, le premier mot « *Aspergillus* » réfère au genre et le deuxième mot « *versicolor* » réfère à l'espèce.

Voici quelques autres appellations pour identifier les moisissures et parfois utilisées dans les rapports de laboratoire :

- spp. : abréviation désignant plusieurs espèces. Par exemple, *Aspergillus* spp. signifie que plusieurs espèces appartenant au genre *Aspergillus* sont présentes dans l'échantillon, mais que l'identification des espèces n'a pas été ou n'a pu être réalisée;
- sp. : abréviation désignant une espèce. Par exemple, *Aspergillus* sp. signifie qu'une espèce donnée appartenant au genre *Aspergillus* est présente dans l'échantillon, mais que l'identification de l'espèce n'a pas été ou n'a pu être réalisée;
- groupe (ou « like ») : appellation donnée lorsque la moisissure ne peut être identifiée ni à l'espèce ni au genre. Par exemple, *Aspergillus/Penicillium* groupe (ou « like ») signifie que l'analyse ne permet pas de distinguer si la moisissure identifiée appartient au genre *Aspergillus* ou *Penicillium*. Utilisée entre autres dans les méthodes de mesures des spores (ex. : examens microscopiques directs).

Développement et principales structures impliquées

La prolifération d'une moisissure débute par la déposition d'une spore sur une surface. En présence des conditions environnementales nécessaires à sa croissance (présence de nutriments et de suffisamment d'eau), la spore déposée peut ainsi germer et produire de longs filaments appelés « **hyphes** ». La masse formée par ces hyphes se nomme « **mycélium** ». Ultérieurement, de nouvelles **spores** sont produites par la moisissure en croissance sur la surface, puis dispersées dans l'air. Les spores étant des cellules reproductrices (à l'image du pollen pour les plantes), elles vont éventuellement se déposer sur d'autres surfaces et, si les conditions environnementales sont favorables, la germination pourra de nouveau se produire.

Ces informations sur le développement des moisissures permettent de mieux comprendre certaines appellations parfois utilisées dans les rapports d'analyse des laboratoires pour identifier certaines structures observées lors de l'analyse. En voici quelques exemples :

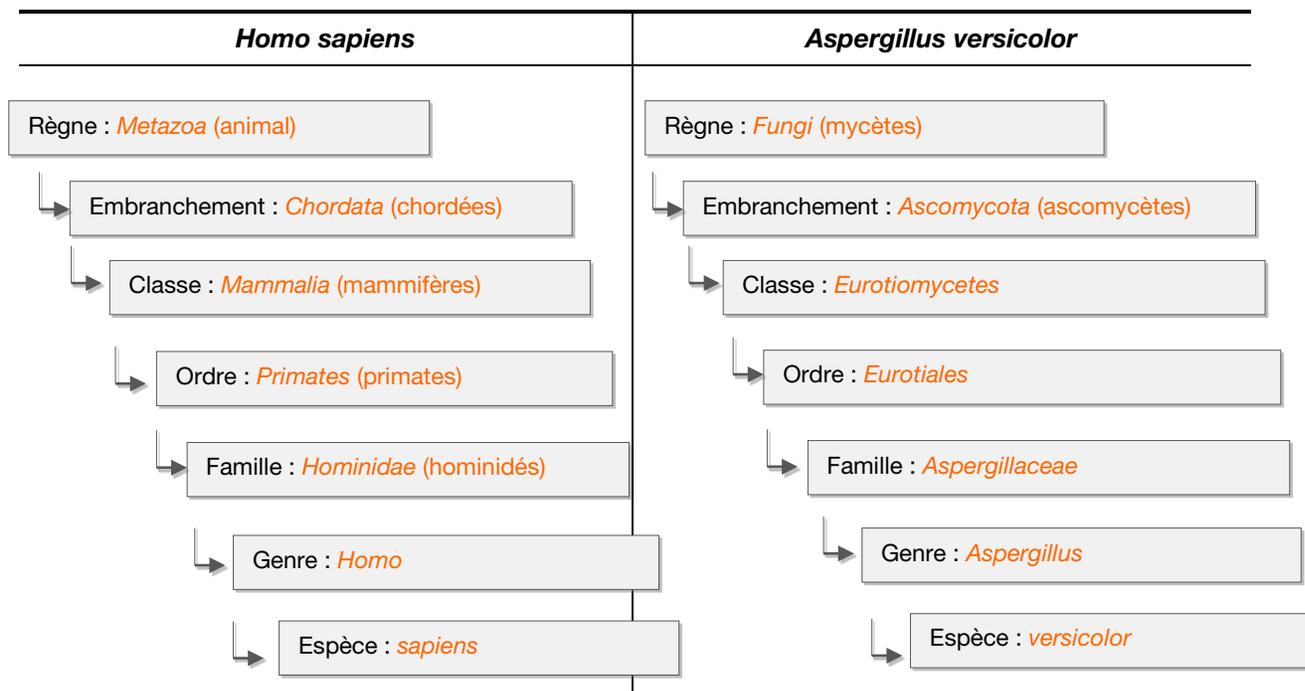
Appellations	Explication
<ul style="list-style-type: none"> ■ Spore non identifiée ou spore inconnue. 	La présence de ce type d'appellation dans un rapport signifie que des spores ont été détectées lors de l'analyse, sans que le laboratoire soit capable d'en faire l'identification.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Fragment d'hyphe (<i>hyphal fragment</i> ou <i>fungal hyphal fragments</i>); ■ Fragments de mycélium coloré (<i>pigmented mycelial fragments</i>); ■ Fragments de mycélium transparent ou hyalin (<i>hyaline mycelial fragments</i>). 	La présence de ce type d'appellation dans un rapport signifie que des fragments d'hyphe et de mycélium ont été détectés lors de l'analyse, sans que le laboratoire ne soit capable d'en faire l'identification.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Mycélium stérile (<i>mycelia sterilia</i>)*; ■ Souche qui ne produit pas de spores (<i>non-sporulating isolates</i>). 	Il peut arriver que les conditions de croissance en laboratoire ne soient pas optimales pour permettre la production de spores par la moisissure. Dans un tel cas, des appellations telles que « mycélium stérile » ou « souche qui ne produit pas de spores » figureront dans le rapport d'analyse.

* *mycelia sterilia* n'est pas une espèce de moisissure, mais s'écrit en italique puisque c'est l'appellation qui lui est donnée en latin.

Taxonomie

Les moisissures font partie du règne des mycètes (*fungi*), dans lequel se trouvent des champignons macroscopiques et des champignons microscopiques (telles que les moisissures et les levures). À l'intérieur de ce règne se trouvent divers embranchements (notamment les ascomycètes et les basidiomycètes), qui sont par la suite divisés en différentes classes, et ainsi de suite.

La figure ci-dessous compare la taxonomie de l'être humain (*Homo sapiens*) à celui d'une espèce de moisissure (*Aspergillus versicolor*) afin d'illustrer la signification des différentes catégories de classification (règne, embranchement, classe, etc.).



Source : [National Center for Biotechnology Information \(NCBI\)](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy), Taxonomy.

Les moisissures retrouvées dans l'air se trouvent sous divers regroupements du règne des mycètes, dont les principaux sont abordés dans les paragraphes suivants :

- Ascomycètes** : plusieurs moisissures retrouvées dans l'air font partie de cet embranchement, notamment celles appartenant aux genres suivants : *Cladosporium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* et *Stachybotrys*. D'autres moisissures, qui contaminent la nourriture, font aussi partie des ascomycètes, telles que *Neurospora crassa* (moisissure du pain) et *Claviceps purpurea* (parasite du seigle qui cause la maladie de l'ergot). Quelques champignons macroscopiques, dont certains sont comestibles, sont aussi des ascomycètes, par exemple les morilles et les truffes. Chez les ascomycètes, la reproduction asexuée est assurée par des **conidiospores** alors que la reproduction sexuée l'est par des **ascospores**.
- Basidiomycètes** : cet embranchement inclut plusieurs champignons macroscopiques tels que les polypores, les vesses-de-loup, les chanterelles et les amanites, qui sont retrouvés dans les forêts du Québec. Il inclut également l'espèce *Serpula lacrymans* (mérule pleureuse), un champignon macroscopique envahissant qui peut s'attaquer aux composants en bois des maisons en présence de certaines conditions environnementales (ex. : humidité excessive). La « rouille » (*rust*), maladie des végétaux, fait également partie de l'embranchement des basidiomycètes, tout comme certaines levures telles que *Cryptococcus neoformans* (notamment

retrouvée dans les fientes d'oiseaux et pouvant causer des infections chez l'humain). La reproduction asexuée produit des **conidiospores** comme chez les ascomycètes, alors que la reproduction sexuée produit des **basidiospores**.

- **Zygomycètes** : certaines moisissures retrouvées dans l'air intérieur se retrouvent parmi cet embranchement, par exemple des espèces appartenant aux genres *Mucor*, *Rhizopus* et *Absidia*. Certaines espèces de l'ordre des *Mucorales* ont également une importance clinique et peuvent causer des infections opportunistes chez l'humain (appelées *mucormycoses*). La reproduction sexuée de ce groupe forme des **zygospores** (et nécessite la rencontre de deux hyphes compatibles), alors que la reproduction asexuée amène la production de **sporangiospores**.

Références

AGENCE DE LA SANTE PUBLIQUE DU CANADA (2015). « Fiches techniques santé-sécurité : agents pathogènes, et évaluation des risques », [en ligne], <<http://www.phac-aspc.gc.ca/lab-bio/res/psds-ftss/index-fra.php>> (consulté le 15 juillet 2015).

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (2014). « Types of Fungal Diseases », [en ligne], <<http://www.cdc.gov/fungal/diseases/index.html>> (consulté le 17 juillet 2015).

GUARRO J., GENÉ J., STCHIGEL A. M. (1999). « Developments in Fungal Taxonomy », *Clin Microbiol Rev.*, 12:454-500.

LUGAUSKAS A., KRIKTAPONIS A., SVEISTYTE L. (2004). « Airborne fungi in industrial environments – potential agents of respiratory diseases », *Ann Agric Environ Med*, 11:19-25.

MYCOLOGUE PUBLICATIONS (2011). Fungi - « The fifth kingdom », dans *All about fungi*, [en ligne], <<http://www.mycolog.com>> (consulté le 16 juillet 2015).

National Center for Biotechnology Information. « Taxonomy », [en ligne], <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy>>.

PRESCOTT L. M., HARLEY J. P., KLEIN D. A. (2003). *Microbiologie*, 2^e éd. française, Éditions De Boeck Université, Bruxelles, 1137 p.

Annexe 9

Autres méthodes d'analyse

D'autres méthodes d'analyse des moisissures, disponibles ou en développement, sont parfois utilisées dans certains contextes particuliers. Quelques-unes sont présentées dans cette section à titre informatif.

Mesure des composants structuraux ou métaboliques des moisissures

Il existe des méthodes qui visent la détection de composés qui font partie de la paroi cellulaire des moisissures ou qui sont générés par leur métabolisme, notamment la mesure **des composés organiques volatils d'origine microbienne (COVm), des mycotoxines, de l'ergostérol ou du $\beta(1-3)$ -D-glucane**. Cependant, comme ces méthodes sont encore expérimentales et que les résultats sont difficiles à interpréter, leur utilisation n'est pour le moment pas recommandée dans un contexte d'investigation fongique (Jacques *et al.*, 2015). Ces méthodes sont plus fréquemment utilisées à des fins de recherche.

Méthodes d'analyse moléculaire, protéomique et enzymatique

Certaines méthodes d'analyse pourraient être applicables prochainement dans le cadre de services analytiques offerts au Québec pour les moisissures, notamment :

- La **PCR** (« polymerase chain reaction »), qui permet de détecter des microorganismes présents dans un échantillon sans avoir à les mettre en culture. Cette approche peut être utilisée pour faire la détection non spécifique à l'aide de marqueurs universels bactériens ou fongiques (ex. : ADN ribosomal) ou pour la détection d'organismes ciblés par des marqueurs spécifiques au genre ou à l'espèce, et ce, de manière plus rapide que la mise en culture. Cependant, elle ne permet pas le dénombrement des moisissures présentes dans l'échantillon. À l'heure actuelle, ces analyses sont davantage utilisées dans un contexte de recherche.
- La **qPCR** (« quantitative polymerase chain reaction »), qui est une méthode dérivée de la PCR, permet de faire la quantification des microorganismes présents. Selon les marqueurs utilisés, il est possible d'utiliser l'indice ERMI (« Environmental Relative Moldiness Index ») développé par l'EPA (2014) pour aider à l'interprétation. Cette méthode est actuellement testée par l'IRSST pour être utilisée en contexte québécois. Elle permet un meilleur niveau quantitatif de détection que la mise en culture (les moisissures non viables ou non cultivables étant détectées); cependant, elle est aussi plus sélective, c'est-à-dire que les genres et/ou espèces non ciblés dans le test ne seront pas détectés (Nevalainen *et al.*, 2015). L'EPA recommande que cette méthode ne soit utilisée que dans un contexte de recherche (EPA, n.d.).
- La **métagénomique**, qui vise à détailler le contenu génétique d'un échantillon issu d'un environnement complexe (ex. : dans un prélèvement d'air ou des dépôts de poussières). Cette approche s'appuie sur les technologies de séquençage de deuxième génération qui permettent l'identification des espèces présentes et leur quantification relative dans l'échantillon via le séquençage direct à haut débit de l'ADN présent. En mycologie, cette analyse se limite pour l'instant à quelques laboratoires de recherche spécialisés puisqu'elle est trop dispendieuse et qu'elle nécessite des analyses bio-informatiques complexes. Néanmoins, des travaux publiés ont démontré l'intérêt de cette approche (Adams *et al.*, 2013; Amens *et al.*, 2010; Visagie *et al.*, 2014), et son utilisation éventuelle en mycologie environnementale semble inéluctable à moyen terme.
- La **spectrométrie de masse par MALDI-TOF** (*Matrix-assisted laser desorption/ionization - Time of flight mass spectrometry*), qui permet l'identification des microorganismes à partir du profil protéomique spécifique à chacune des espèces. Cette méthode d'identification nécessite une mise en culture, mais présente l'avantage d'être peu dispendieuse et rapide, en plus de ne pas requérir de connaissances approfondies en mycologie. À l'heure actuelle, les banques de spectres disponibles pour la mycologie se limitent principalement aux levures et aux champignons

filamenteux d'importance médicale. Le développement de nouvelles banques de données pourrait être utile et faciliter l'identification d'espèces en mycologie environnementale.

- Le « **mycometer** », qui est un appareil permettant de faire le dosage d'une enzyme spécifique au métabolisme fongique par spectrométrie. La présence de cette activité enzymatique permet de mettre en évidence la présence de moisissures sur une surface et, depuis tout récemment, dans l'air également. Cet appareil est principalement utilisé en Europe, bien que disponible également en Amérique, incluant le Québec.

Références

ADAMS, R. I., A. S. AMEND, J. W. TAYLOR et T. D. BRUNS (2013). « A unique signal distorts the perception of species richness and composition in high-throughput sequencing surveys of microbial communities: a case study of fungi in indoor dust », *Microb Ecol*, vol. 66, n° 4, p. 735-741.

AMEND, A. S., K. A. SEIFERT, R. SAMSON et T. D. BRUNS (2010). « Indoor fungal composition is geographically patterned and more diverse in temperate zones than in the tropics », *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 107, n° 31, p. 13748-13753.

EPA-UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (n.d.). « The environmental relative moldiness index: a research tool », [en ligne], <<https://www.epa.gov/air-research/environmental-relative-moldiness-index-research-tool>> (consulté le 23 juin 2015).

JACQUES, L., N. SAVARD, Y. FRENETTE *et al.* (2015). *Évaluation par des experts internationaux des pratiques de la Direction de santé publique concernant les problèmes de santé associés aux infiltrations d'eau dans les bâtiments : actes de l'audit tenu en avril 2013*, Agence de la santé et des services sociaux de Montréal (dir.), Montréal, Direction de santé publique.

NEVALAINEN, A., M. TÄUBEL et A. HYVÄRINEN (2015). « Indoor fungi: companions and contaminants », *Indoor Air*, vol. 25, n° 2, p. 125-156.

VISAGIE, C. M., Y. HIROOKA, J. B. TANNEY *et al.* (2014). « Aspergillus, Penicillium and Talaromyces isolated from house dust samples collected around the world », *Stud Mycol*, vol. 78, p. 63-139.

Centre d'expertise
et de référence

www.inspq.qc.ca