

L'Institut canadien de conservation (ICC) considère que les renseignements suivants sont à la fois utiles et pertinents pour la recherche en conservation ou à des fins de référence. Ce contenu a été fourni ici à titre de matériel archivé, ce qui signifie qu'il n'est pas assujéti aux normes Web du gouvernement du Canada. Pour obtenir une version dans un autre format, veuillez communiquer avec l'ICC (www.cci-icc.gc.ca).

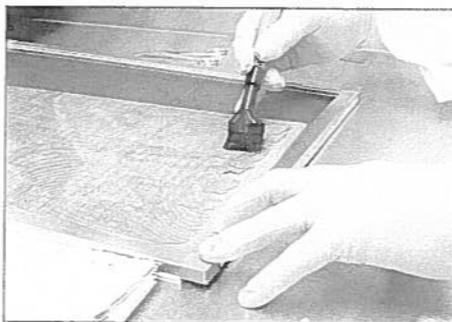
The Canadian Conservation Institute (CCI) considers the following information to be useful and relevant for conservation research or reference purposes. This content has been provided here as archived material, which means it is not subject to Government of Canada Web Standards. To request an alternate format, please contact CCI (www.cci-icc.gc.ca).

CANADIAN
CONSERVATION
INSTITUTE



INSTITUT
CANADIEN DE
CONSERVATION

Prévention des moisissures et récupération des collections : Lignes directrices pour les collections du patrimoine



Prévention des moisissures et récupération des collections : lignes directrices visant les collections du patrimoine

par Sherry Guild et Maureen MacDonald

©Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux, Canada, 2004

Publié par
L'Institut canadien de conservation
Ministère du Patrimoine canadien
1030, chemin Innes
Ottawa (Ontario) K1A 0M5
Canada

N° de catalogue : NM95-55/26-2004F
ISBN 0-662-75716-5

Also available in English
*Mould Prevention and Collection Recovery:
Guidelines for Heritage Collections*

Imprimé au Canada

Bulletins techniques de l'ICC

L'Institut canadien de conservation, situé à Ottawa, publie ses Bulletins techniques occasionnellement, afin de diffuser les renseignements relatifs aux techniques et principes de conservation les plus récents aux conservateurs et aux restaurateurs des objets culturels du Canada. Les auteurs accueilleront avec intérêt les commentaires qui leur seront adressés.

Résumé

Les moisissures dans les collections du patrimoine peuvent endommager les objets et poser un danger pour la santé des employés. Le Bulletin technique présente de l'information sur la morphologie des moisissures, la prévention de la croissance de moisissures, les mesures à prendre en cas de contamination et les dangers pour la santé. On explique comment enlever les moisissures présentes sur les objets et on y décrit l'équipement de protection nécessaire lorsqu'une personne travaille dans un milieu contaminé ou avec des objets contaminés.

Auteurs

Sherry Guild a fait des études en beaux-arts à l'Université de Guelph (Ontario) et est diplômée du programme en techniques de restauration d'œuvres d'art du Collège Sir Sandford Fleming de Peterborough (Ontario). Depuis 1984, elle est restauratrice au sein de la Division du traitement et du développement, Laboratoire des œuvres sur papier, de l'Institut canadien de conservation (ICC), où elle se spécialise en restauration des œuvres d'art sur papier. Depuis 1999, M^{me} Guild conseille les clients sur la récupération des objets contaminés par des moisissures.

Maureen MacDonald est employée depuis 1981 par les Services de conservation préventive de l'ICC. Elle s'intéresse notamment aux instruments de mesure des conditions ambiantes, aux matériaux de filtration des rayons ultraviolets et aux matières biologiques. Elle a mené un projet sur la caractérisation microscopique de peaux archéologiques gelées et étudié les techniques de préparation des spécimens d'histoire naturelle. Membre de l'Association canadienne pour la conservation et la restauration des biens culturels (ACCR) depuis 1981, elle en a été nommée membre d'honneur à vie en 1998. Elle a été secrétaire du conseil d'administration de l'ACCR de 1987 à 1990 et trésorière de 1990 à 1992. Toujours au sein de l'ACCR, elle a présidé le Comité des adhésions de 1992 à 1996 et le Comité du congrès de l'ACCR de 2000, tenu à Ottawa. Actuellement, elle se consacre à l'étude des moisissures et des matériaux qui en sont affectés.



Table des matières

Préface	i
1. Prévention des moisissures	1
1.1. Les moisissures	1
1.2. Comment empêcher la prolifération des moisissures dans une collection	6
1.3. Apparition de moisissures — Premières interventions	11
1.4. Enquêtes sur la prolifération fongique	12
1.5. Effets sur la santé	15
2. Récupération des collections	17
2.1. Équipement de protection personnelle	17
2.2. Le nettoyage des objets contaminés	22
2.3. Le nettoyage des réserves	28
2.4. Techniques de nettoyage et considérations concernant certains objets	28
2.5. Considérations postnettoyage	28
Conclusion	29
Remerciements	29
Notes de fin	33
Fournisseurs	34
Sites Web et autres sources d'information	35
Bibliographie	36

Préface

Le présent bulletin technique contient des renseignements généraux sur les infestations de moisissures¹ affectant les collections d'objets d'art et d'histoire; il est destiné aux dépôts d'archives, aux bibliothèques et aux musées.

Il y est question de la morphologie des moisissures, de la prévention de leur prolifération, des mesures à prendre en présence de moisissures et des risques pour la santé en cas d'exposition. On y explique comment éliminer les moisissures présentes sur des objets et on y décrit l'équipement de protection personnelle dont il convient de se vêtir lorsque l'on est appelé à travailler dans un milieu infesté de moisissures ou à manipuler un objet contaminé.

Il n'est pas question, dans le présent bulletin, du traitement des objets contaminés par des produits chimiques (p. ex. thymol, éthanol, ortho-phénylphénol) ou par des méthodes non chimiques (p. ex. rayons gamma, rayons ultraviolets, micro-ondes). Pour obtenir des renseignements sur ces sujets, prière de consulter des ouvrages sur la conservation². Désormais, il est généralement déconseillé d'employer des produits chimiques pour traiter des objets à valeur patrimoniale. Quoique ces produits étaient utilisés autrefois, leur efficacité et leurs effets nuisibles possibles sur les objets et sur la santé humaine n'ont pas fait l'objet d'études approfondies dans certains cas. De plus, il importe de savoir que le simple fait de tuer les organismes fongiques n'a habituellement pas pour effet de neutraliser leurs propriétés antigéniques ou toxiques. Autrement dit, les moisissures mortes qui persistent sur les objets continuent de poser un risque pour la santé; de surcroît, il n'existe pas de traitement chimique qui parvienne à maîtriser de façon permanente ou résiduelle la croissance des moisissures. C'est pour ces raisons que la tendance veut désormais que l'on évite d'utiliser des produits chimiques pour traiter les collections infestées de moisissures³.

Tout traitement destiné à combattre une infestation de moisissures devrait consister principalement en des mesures qui maintiennent le taux d'humidité ambiante et la teneur en humidité de l'objet à des niveaux inférieurs à ceux propices à la prolifération des moisissures. De plus, il faut éliminer soigneusement les moisissures présentes

et veiller à réduire la concentration de spores sur les objets contaminés.

Les renseignements que contient ce bulletin technique quant aux niveaux de contamination par les moisissures et à l'équipement de protection personnelle recommandé sont inspirés des lignes directrices en vigueur dans le milieu en matière d'élimination des moisissures dans les bâtiments. Les sources suivantes ont notamment été consultées.

- Santé Canada. *Contamination fongique dans les immeubles publics : guide facilitant la détermination et la gestion des problèmes*. Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, Ottawa, Direction de la santé environnementale, Santé Canada, juin 1995.
- Manitoba. *Lignes directrices pour l'inspection, l'évaluation et l'élimination des moisissures dans les lieux de travail*, Winnipeg, Division de la sécurité et de l'hygiène du travail, Travail et Immigration Manitoba, mars 2001.
- New York, Service municipal de la santé. *Guidelines on Assessment and Remediation of Fungi in Indoor Environments*, New York, avril 2000.

Cependant, il n'est pas question dans le présent bulletin technique de l'élimination des moisissures dans les immeubles, leurs enveloppes ou les systèmes de chauffage, de ventilation ou de climatisation. Pour plus d'information à ce sujet, prière de consulter les spécialistes en la matière.

Remarque : il est fortement conseillé de lire le présent bulletin technique au complet et de peser soigneusement l'information présentée avant d'entreprendre le traitement de collections infestées de moisissures. Dans le doute, consulter des spécialistes. Les moisissures peuvent constituer une grave menace pour la santé : la recherche médicale sur leurs effets sur les êtres humains est d'ailleurs en plein essor. Par conséquent, en présence de moisissures, il faut considérer qu'il existe un risque pour la santé. Les personnes qui travaillent avec des objets contaminés doivent aussi veiller à rester au fait de la recherche sur le sujet.

1. Prévention des moisissures

1.1 Les moisissures

Il est question, dans cette section, de la nature des moisissures, de leur mode de croissance, des conditions dans lesquelles elles prolifèrent, de la viabilité des spores et des éléments qui en déclenchent la prolifération. Le présent bulletin technique ne porte pas sur les mesures à prendre pour éliminer les moisissures dans les bâtiments. Toutefois, les moisissures, ou plus précisément les conditions susceptibles à leur prolifération, constituent un risque pour les collections. C'est pour cette raison que les mesures de détection des spores sont présentées ici de même que les concentrations susceptibles d'être présentes dans les milieux fermés, ainsi qu'un tableau qui rend compte des sources possibles de moisissures dans les bâtiments et des facteurs favorables à leur prolifération.

Qu'est-ce qu'une moisissure?

Les moisissures font partie du règne des champignons. Il existe des milliers d'espèces de champignons, y compris les levures – organismes unicellulaires – et les champignons, qui sont pluricellulaires. La majorité des moisissures se situent plus ou moins entre ces deux extrêmes. Les moisissures exercent une fonction importante dans le cycle naturel. Contrairement aux plantes, elles ne contiennent pas de chlorophylle, ce qui signifie qu'elles ne peuvent fabriquer leurs propres nutriments par photosynthèse du dioxyde de carbone et de l'eau. La plupart des moisissures sont saprophytes : elles se nourrissent de matières organiques, soit mortes, soit en état de décomposition, dont plantes, nourriture, feuilles, etc., et c'est également sur ces matières qu'elles prolifèrent. Elles se nourrissent exclusivement en digérant le substrat (ou la surface) sur lequel elles croissent. Quelques moisissures sont des parasites alors que d'autres existent en relation de symbiose avec leur hôte. Leur croissance est aussi appelée moisissure. Le mildiou, terme souvent employé pour désigner les moisissures présentes dans les maisons, est en fait un champignon parasite qui ne croît que sur les plantes vivantes.

Au microscope, une moisissure ressemble à une toile formée de rameaux fins. Ces filaments entrelacés s'appellent « hyphes » et l'ensemble qu'ils forment s'appelle « mycélium ». Les moisissures croissent à partir de spores microscopiques dont certaines sont désignées par le terme « conidies⁴ ». Les conidies sont produites à l'étape de la reproduction sexuelle d'une structure spécialisée ou d'un carpophore qui s'appelle « conidiophore ». La forme de la spore est fonction de l'espèce. Elle peut être ronde, étirée, oblongue, cylindrique, en faucille, unicellulaire ou pluricellulaire, etc. En général, l'identification confirmée des moisissures dépend de la présence de spores et de carpophores. Selon l'espèce, la longueur des spores varie entre 1 et 200 μm [un micron (μ) égale un millionième de mètre ou 1/25 000 de pouce]. Même les plus grosses spores sont suffisamment légères pour couvrir des longues distances portées par les courants d'air.

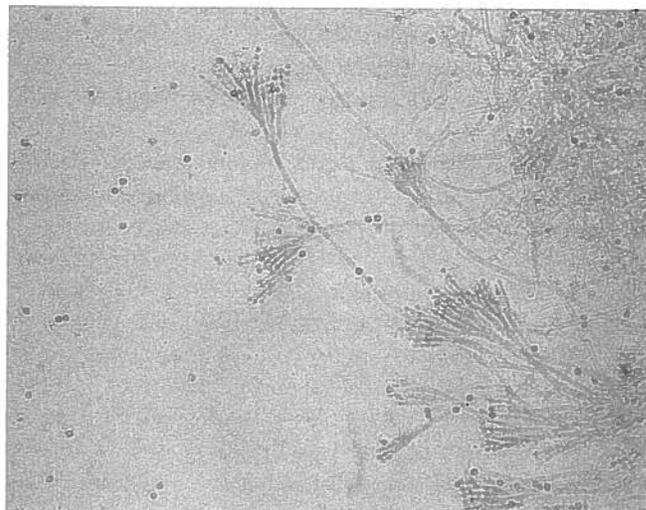


Figure 1. Conidies et conidiophores de l'espèce *Penicillium*.

Dans les régions tempérées du Canada, les espèces de moisissures les plus communes sont *Cladosporium*, *Alternaria*, *Aspergillus* et *Penicillium*, les deux dernières se trouvant le plus souvent à l'intérieur. Ces espèces sont dites filamenteuses ou conidiales. Les spores (conidies) se forment à l'extrémité de structures en forme de rameaux qui s'appellent conidiophores (figure 1). En général, on trouve les mêmes espèces de moisissures dans les bâtiments et à l'extérieur, mais dans le second cas, les concentrations sont nettement moindres.

Croissance des moisissures

Les moisissures peuvent croître dans des conditions ambiantes très diverses. Lorsque le milieu est favorable à la germination, les spores gonflent et un filament germinatif pousse vers l'extérieur. Dans le cas de la plupart des moisissures, cette réaction est provoquée par un changement important de température ou par une hausse de l'humidité. Le filament germinatif est une cellule végétative qui s'allonge à mesure qu'elle évalue la teneur en humidité et en nutriments du substrat. Si la teneur en humidité est suffisante, le filament germinatif continue de s'allonger et se divise en rameaux. Ces rameaux se multiplient et forment les hyphes. En croissant, les hyphes forment une colonie de filaments entrecroisés que l'on appelle « mycélium ». Selon la texture et la porosité de la matière sur laquelle la moisissure prolifère, les hyphes pénètrent plus ou moins profondément le substrat (figure 2). La sporulation, soit la production de carpophores et de spores, peut être causée par un changement des conditions de prolifération du mycélium (Griffin, 1981). Des hyphes spécialisés se transforment en conidiophores et, à maturité, ceux-ci dégagent des spores dans l'air, et le cycle recommence.

Les conditions suivantes peuvent notamment amorcer la sporulation :

- épuisement des nutriments;
- production de sous-produits chimiques;
- fluctuations de l'éclairage et de la température.

Les moisissures prolifèrent vers l'extérieur depuis un point central (figure 3). Le centre du mycélium meurt en premier et ce pour deux raisons :

- l'épuisement des nutriments;
- la production de différents produits chimiques pendant le métabolisme, ceux-ci empêchant la réapparition des moisissures à des endroits auparavant infestés.

Ces mécanismes sont tels que les hyphes ne cessent de proliférer vers l'extérieur, à la recherche de nouveaux nutriments. La nouvelle pousse, qui est habituellement

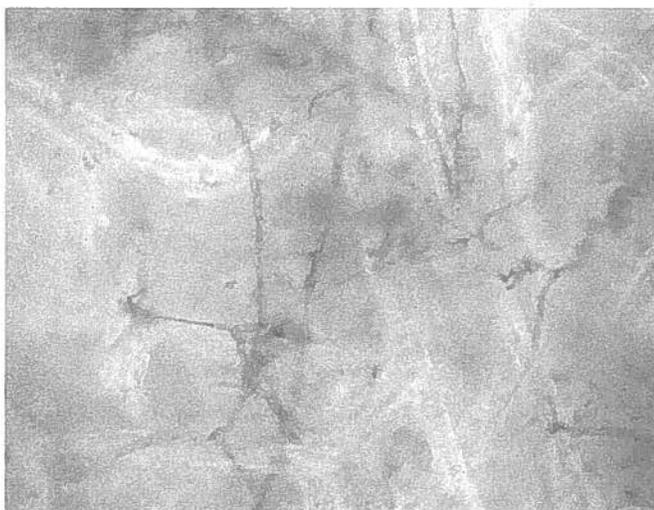


Figure 2. Hyphes et spores enchâssés dans des fibres de papier.

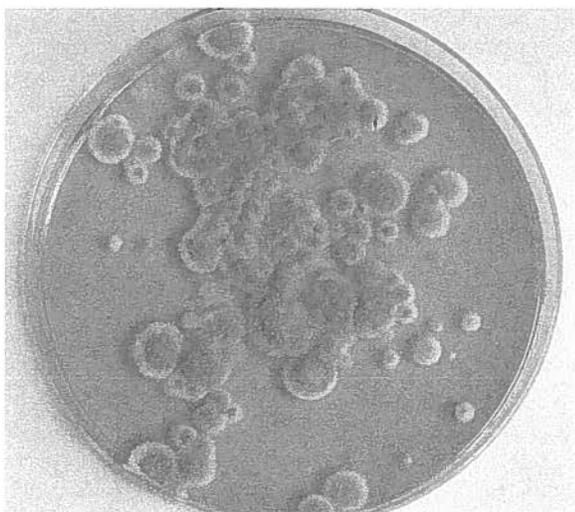


Figure 3. Boîte de Pétri contenant des moisissures.

blanche, se trouve sur le pourtour des moisissures. Le centre du mycélium peut se colorer : c'est signe de la formation de spores. L'altération de la couleur peut aussi signifier un changement de l'acidité du substrat. À mesure que les spores mûrissent, la couleur de l'ensemble peut aussi changer.

Conditions nécessaires à la prolifération

Nutriments

Les nutriments dont les moisissures ont besoin pour proliférer sont élémentaires et proviennent des matières organiques. Les enzymes décomposent le substrat pour former les nutriments requis, qui sont absorbés au travers des parois des hyphes. Ces nutriments sont dérivés de sucres simples, d'amidons, de petits peptides et de substances complexes à base de carbone, comme les amino-acides. Les moisissures peuvent sécréter un nombre incroyable d'enzymes qui peuvent digérer n'importe quelle matière organique, qu'elle soit d'origine végétale ou animale. Par contre, les moisissures peuvent aussi proliférer sur des matières inorganiques, comme le verre ou les métaux, si celles-ci présentent des résidus superficiels de matières organiques.

Humidité

Plusieurs conditions doivent exister pour qu'une spore de moisissure puisse croître. La première et la plus importante d'entre elles est l'existence d'une source d'humidité suffisante et soutenue. Les espèces de moisissures ont toutes besoin d'une quantité minimum d'eau pour que la spore gonfle et amorce sa germination. Cette eau provient du substrat. Les particules d'eau en suspension dans l'air, mesurée par l'humidité relative (HR), influencent la teneur en eau du substrat. L'humidité présente dans le substrat est la seule source d'eau dont dispose la moisissure.

Les biologistes emploient le terme « activité de l'eau » (a_w), exprimée sous forme de fraction de 1 (Ayerst, 1969). L'activité de l'eau renvoie à l'humidité relative d'équilibre (HRE) de l'air qui entoure la matière ou qui est présent dans ses pores. On mesure l'HRE en plaçant la matière dans un contenant hermétique puis en mesurant le taux d'HR de l'air emprisonné lorsqu'il s'est écoulé suffisamment de temps pour que l'équilibre se fasse. Un taux d'HR de 90 % signifie que l'HRE est de 90 %, ce qui se traduit par une a_w de 0,9. La plupart des moisissures ne prolifèrent pas à moins que l' a_w du substrat ne soit de 0,75 ou plus (Onions *et al.*, 1981). (Cette valeur est détaillée plus loin dans le présent bulletin.)

Température

Les moisissures peuvent proliférer à une large fourchette de températures, comme en témoigne leur présence dans les réfrigérateurs. La plupart des spores croissent à des températures variant de 4 à 30 °C (39 à 86 °F). La vitesse de croissance des moisissures peut changer en fonction de la température : elle est plus lente aux températures inférieures ou supérieures à la température optimale. En général, les collections d'objets à caractère patrimonial

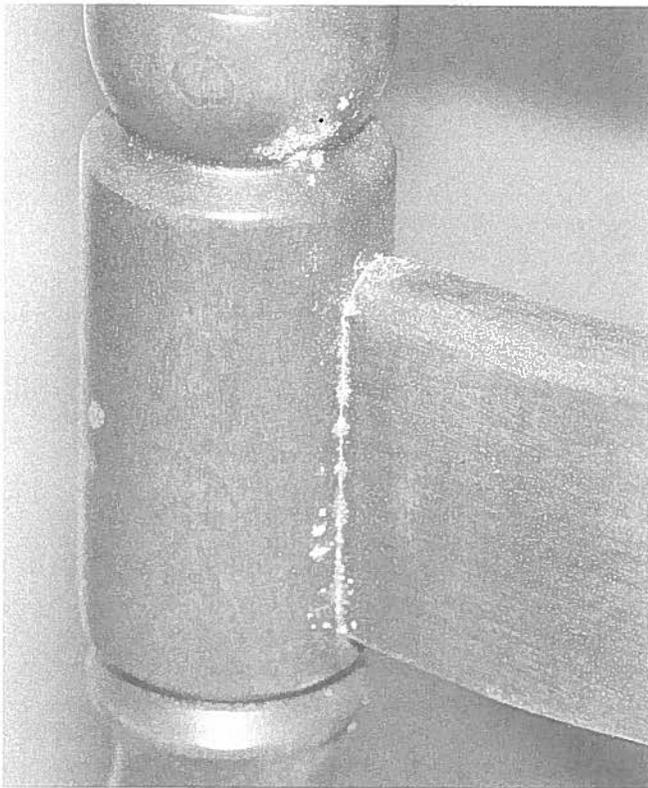


Figure 4. Exemples de moisissures sur de la nourriture et sur des objets.

sont entreposées à des températures variant entre 15 et 25 °C (59 et 77 °F), températures idéales à la prolifération des moisissures. (Il est important de remarquer qu'au Canada, les collections qui sont conservées pendant l'hiver dans des locaux non chauffés, où la température est inférieure à 0 °C [32 °F], ne sont donc pas susceptibles à la croissance de moisissures avant le printemps.) Si les objets sont provisoirement exposés à des températures légèrement inférieures ou supérieures aux températures optimales à la croissance des moisissures, celles-ci deviennent dormantes puis elles recommencent à proliférer avec le retour des conditions optimales à leur croissance. Les températures

inférieures au point de congélation stoppent la croissance des moisissures, mais il demeure que certaines spores peuvent tolérer une exposition prolongée à des températures extrêmement basses ou élevées. Par contre, la viabilité des spores est affectée par des cycles alternants de congélation et de dégel.

pH

Le pH (acide, neutre ou alcalin) du substrat influe sur la germination, la couleur et la croissance des moisissures. La gamme de pH du substrat qui se prête à la germination des spores varie de 2 à 9, avec une valeur optimale de 4 à 7. Bien des objets de collection tombent dans cet intervalle. Diverses interventions prises pour modifier le pH, comme le lessivage ou la désacidification, n'ont pas d'effet sur les moisissures. Comme dans le cas de la teneur en humidité, différentes moisissures sont activées par des pH différents. Le pH du substrat est généralement modifié par les agents chimiques dégagés pendant le métabolisme, comme les métabolites, les enzymes et les exsudats.

Circulation de l'air

La circulation de l'air est importante pour stabiliser le taux d'HR. En effet, lorsque l'air circule bien, il est moins probable que se forme un microclimat caractérisé par un taux d'HR faible ou élevé. En cas de dégâts causés par l'eau, un bon courant d'air sec accélère l'évaporation et le séchage; dès lors, le substrat est moins susceptible de retenir de l'eau, condition favorable à la prolifération des moisissures. Dans certains cas, par exemple le séchage à l'air d'objets humides, la circulation de l'air peut compter parmi les facteurs qui contribuent ou non à la croissance des moisissures. Un mouvement d'air suffisant, que l'on ressent comme un « courant d'air », contribue à prévenir la prolifération des moisissures.

Éclairage

L'influence de la lumière sur la prolifération des moisissures est méconnue. Certaines études révèlent que la lumière influe ainsi sur les moisissures : elle peut entraver la croissance, elle peut influencer la direction et la vitesse de la prolifération et elle peut affecter la production de certains composés (toxines et composés organiques volatils). De plus, la lumière peut jouer sur les procédés de reproduction des moisissures. Certaines espèces ne peuvent se passer de lumière alors que pour d'autres, elle n'est pas nécessaire.

Les objets qui sont entreposés dans l'obscurité pour en retarder la dégradation ne risquent pas plus d'être contaminés par des moisissures que ceux qui sont rangés à un endroit illuminé. La lumière ne joue pas un rôle critique dans le contrôle de la prolifération des moisissures dans les locaux : les éléments déterminants sont les nutriments, l'humidité et la température (Shaughnessy *et al.*, 1999). Par contre, les moisissures peuvent proliférer pendant longtemps sans être remarquées si l'on n'inspecte pas régulièrement les réserves ou les locaux qui sont rarement fréquentés. De plus, la circulation naturelle de l'air est

moindre dans les réserves obscures, ce qui peut encourager la croissance des moisissures.

Viabilité

La croissance des spores dormantes (ou inactives) ne s'amorce pas tant que la quantité d'eau et de nutriments dont elles ont besoin n'est pas présente. Les spores vieillissent en attendant que les conditions de croissance optimale se présentent, et leur viabilité décroît. Les spores de certaines espèces de moisissures demeurent viables pendant maintes années tandis que d'autres ne persistent que quelques heures. Dans le cas d'une gamme précise d'espèces de moisissures, les conditions ambiantes ont beaucoup d'influence sur la viabilité des spores. Les changements de température, de l'HR et des rayonnements affectent la viabilité, de même que la présence de nombreux agents chimiques, comme les fongicides. La viabilité des spores des espèces *Aspergillus* et *Penicillium* peut atteindre 10 ans (Sussman et Halvorson, 1996).

On croit également que les spores de certaines espèces de moisissures sont activées par des agents chimiques, par exemple des détergents ou des solvants organiques (par exemple l'acétone et les mélanges d'éthanol et d'eau). Cette action est méconnue. Il se peut que l'activation des spores soit due au fait que les agents chimiques agissent comme agents mouillants (Griffin, 1981).

Concentrations de spores

Toutes les spores de moisissures proviennent de l'air extérieur. Les spores en suspension dans l'air se déposent sur les objets, peu importe d'où ceux-ci proviennent, où ils circulent, où ils sont mis en réserve, où ils sont exposés. Par conséquent, il est important de se rappeler que les objets ne sont jamais complètement libres de spores. Les espèces de moisissures varient selon les régions du monde et selon les saisons. Les concentrations de spores présentes dans l'air varient également selon les saisons, la température, l'HR et les endroits. Toutes les moisissures ont un milieu de prédilection et des nutriments qu'elles préfèrent pour proliférer. Dans les zones tempérées de l'Amérique du Nord et les climats comparables, les spores sont plus actives du printemps à l'automne, période pendant laquelle les concentrations de spores à l'extérieur sont les plus fortes. Dans les régions où le climat diffère, comme les tropiques, les concentrations de spores peuvent être élevées à longueur d'année ou elles peuvent être plus ou moins fortes à différents moments, selon les saisons humides ou les pluies. Dans les zones tropicales, les espèces *Aspergillus* et *Penicillium* dominent, par rapport aux zones tempérées de la planète (Mullins, 2001).

Les espèces de moisissures présentes à l'intérieur devraient être comparables à celles qui se trouvent à l'extérieur. Dans un milieu intérieur sain normal, les concentrations de spores sont nettement inférieures à celles relevées à l'extérieur. Il a été signalé qu'aux périodes de pointe,

la concentration de particules fongiques à l'extérieur peut atteindre $10^4/m^3$ (Miller, 2001). Les installations de conditionnement de l'air intérieur filtrent une partie des spores présentes dans l'air extérieur, selon l'efficacité du filtre présent.

Les concentrations suivantes, mesurées en UFC/m³ (unités formant colonie au mètre cube), sont considérées comme acceptables pour l'occupation par des êtres humains d'immeubles à bureaux ou d'établissements (Santé Canada, 1995) :

- 50 UFC/m³ d'une seule espèce autre que *Cladosporium* ou *Alternaria spp*;
- 150 UFC/m³ d'une combinaison d'espèces trouvées dans l'air extérieur (les concentrations plus élevées sont indicatrices de filtres sales ou inefficaces, ou d'autres problèmes);
- 500 UFC/m³ de l'espèce *Cladosporium* en été seulement (les concentrations plus élevées sont indicatrices de filtres sales ou inefficaces, ou d'autres problèmes).

Si les contrôles de la qualité de l'air intérieur révèlent la présence d'une moisissure qui ne se trouve pas à l'extérieur à cette époque de l'année, il peut exister une source intérieure, dite amplificateur fongique, qui prolifère soit dans l'immeuble, soit dans la collection. Les concentrations plus élevées peuvent indiquer un problème d'humidité ou d'autres conditions favorables à la prolifération des moisissures qui se sont déjà étendues à la collection ou qui l'atteindront éventuellement. Il faut donc prendre sur-le-champ des mesures pour remédier à la situation.

Les fortes concentrations de certaines espèces de moisissures constituent un risque pour la santé. Généralement, le fait de respirer de l'air qui contient une combinaison normale de spores n'a pas d'incidence sur les personnes en bonne santé. Par contre, si une collection (ou un bâtiment) est contaminée, la concentration de spores peut excéder de beaucoup la concentration normalement présente dans l'air extérieur, ce qui peut causer des troubles de santé chez les sujets hypersensibles. (Les troubles de santé sont abordés à la **Section 1.5 Effets sur la santé**, p. 15.) Le cas échéant, il faut effectuer des vérifications plus poussées pour isoler la source de la contamination.

Détection

Les moisissures souvent présentes sur le pain ou d'autres aliments se reconnaissent par leur apparence duveteuse, leur couleur ou leur odeur. Les moisissures présentes sur les objets ont essentiellement la même apparence et la même odeur. L'odeur que l'on détecte est celle du composé organique volatil microbien (COVM). La surface duveteuse est souvent noire ou blanche, mais peut être autrement colorée selon le substrat sur lequel pousse la moisissure. La moisissure est formée de filaments fins qui s'appellent « hyphes ». En période de croissance active, la tache de moisissure est humide et s'étale si on l'effleure.

Les moisissures présentes sur les objets peuvent être dormantes. Lorsqu'elles sont sèches, elles peuvent avoir l'apparence d'une tache de couleur, d'une bavure ou de saletés. Si on les effleure, elles peuvent s'étaler. Les objets qui présentent des traces visibles de contacts avec de l'eau peuvent renfermer des moisissures. Si les moisissures ont été récemment exposées à l'eau et que les facteurs critiques à la prolifération fongique sont présents, la croissance peut reprendre. S'il s'écoule suffisamment de temps sans que les facteurs critiques à la prolifération fongique ne soient présents, les hyphes peuvent mourir. À l'état dormant, les moisissures ne dégagent pas leur odeur caractéristique. Bien que les moisissures dormantes ne menacent pas l'objet pour l'instant, elles continuent de constituer un risque pour la santé. En effet, même à l'état dormant ou non viable, les moisissures conservent leurs propriétés allergisantes et toxigènes.

Comme on l'a mentionné plus haut, l'odeur de moisi peut indiquer un problème de prolifération fongique. Cette odeur peut notamment se caractériser ainsi :

- odeur d'humidité, de renfermé;
- odeur de grenier ou de cave;
- odeur d'urine de chat;
- odeur de vieux sacs en jute;
- odeur rappelant celle des cosses de pois mange-tout.

Certaines odeurs sont particulières à des espèces *Aspergillus* et *Penicillium* (Burge, 1995). Les alcools, esters, terpènes et cétones comptent parmi les COVM qui entrent dans la composition de ces odeurs.

Bien entendu, on trouve souvent des moisissures dans les caves ou les espaces d'entreposage souterrains. Les caves et sous-sols sont habituellement humides, poussiéreux et sombres et l'air y est stagnant. Ces quatre conditions, et n'importe quel endroit où elles sont présentes, sont propices à la prolifération des moisissures. Le plus souvent, ces endroits sont souterrains, leur plancher est en terre battue, on y trouve des vides sanitaires, et leurs murs en ciment ou en pierre laissent passer des gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. De plus, il fait généralement plus frais dans les sous-sols, mais aussi plus humide, et l'air y circule mal. Les vides sanitaires sont habituellement mal ventilés, ce qui crée des poches de forte humidité constante. Il est important, pendant toute l'année, d'assurer une bonne ventilation au moyen d'un système approprié et bien entretenu. Les bouches de ventilation doivent être ouvertes pendant la saison chaude et fermées pendant l'hiver. Pour calculer les exigences de ventilation, voir ASHRAE, 1985.

Les moisissures peuvent également proliférer là où il y a eu saturation par l'eau. Des incidents comme une fuite causée par un bris de canalisation ou un toit, un refoulement d'égouts, une panne du système de chauffage, de ventilation ou de climatisation (CVC) et les incendies et inondations peuvent hausser le taux d'HR et amorcer la prolifération de moisissures. Une chute importante de la température peut aussi augmenter le taux d'HR. Les coins extérieurs des bâtiments, là où le toit et les planchers joignent les murs, sont aussi susceptibles d'être plus froids et plus humides. Si ces conditions ne sont pas rectifiées rapidement (dans les 48 heures), les moisissures peuvent commencer à proliférer.

Les saletés et la poussière sont hygroscopiques (c'est-à-dire qu'elles aiment l'eau) et constituent une source de nutriments pour les moisissures. Si les collections sont poussiéreuses, l'apparition de moisissures est plus probable. Les spores et fragments de moisissures, comme les hyphes et le mycélium, se déposent sur les objets à différentes vitesses, celles-ci étant fonction de la taille des particules présentes dans l'air. La vitesse de dépôt des spores sur les surfaces, où elles s'agglomèrent à la poussière et aux saletés, varie de 0,5 cm/s à 2,8 cm/s (Mullins, 2001; Tétreault, 2003). La figure 6 illustre la taille de divers polluants aéroportés.

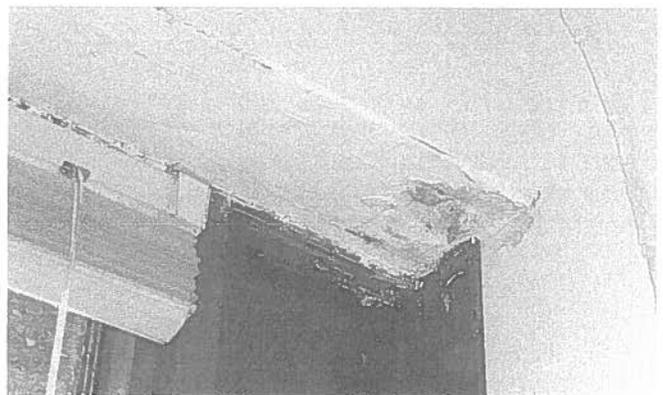


Figure 5. Matériaux de construction endommagés par l'eau.

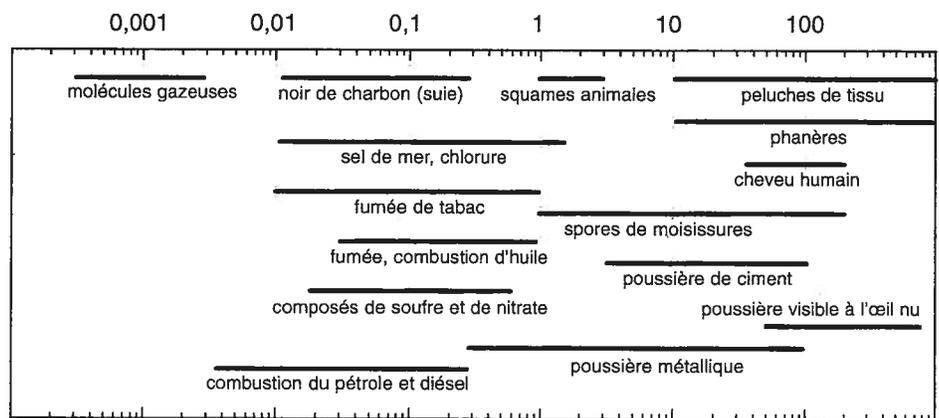


Figure 6. Schéma illustrant la taille en microns (µm) des particules de matières diverses.

Les conditions de mise en réserve peuvent parfois contribuer à la prolifération des moisissures sur les objets. Le carton, le bois, les colles et les apprêts suffisent à nourrir les moisissures. Les caisses, particulièrement les cartons ou les caisses en bois posés sur un plancher froid ou qui touchent les murs extérieurs en ciment, en absorbent l'humidité, ce qui peut encourager la prolifération des moisissures. Les moisissures qui se forment sur le contenant peuvent en contaminer le contenu ainsi que le milieu environnant, y compris les objets présents. De même, le mobilier en bois ou les peintures entassées contre un mur extérieur en ciment sont des milieux propices aux moisissures. On déconseille d'entreposer les objets directement sur le sol ou en les posant contre des murs de maçonnerie extérieurs.

Les objets rangés dans des boîtes en carton qualité archive et dans des enveloppes de papier et de plastique sont mieux protégés contre les moisissures, dans une certaine mesure, que ceux qui sont laissés à l'air libre. Les boîtes ou les contenants faits de matériaux hygroscopiques, comme le papier, le carton ou le bois, protègent les objets d'une augmentation du taux d'HR ambiant pendant une courte période. Cependant, si le taux d'HR reste élevé pendant une période prolongée, cela suffit à augmenter l'activité de l'eau de l'objet placé dans le contenant à un point où les moisissures peuvent proliférer. Tout contact entre le contenant (ou l'objet qu'il renferme) et l'eau pose un risque grave. Les objets placés dans des contenants hermétiques et imperméables (par exemple un sac ou un contenant en polyéthylène) sont protégés des hausses subites du taux d'HR ambiant et des contacts directs avec l'eau. Bien entendu, il faut absolument que l'objet soit sec lorsqu'on l'introduit dans le contenant; il faut également que sa teneur normale en eau ne puisse augmenter l'HRE dans le contenant à un taux excédant 65 %. Si les périodes pendant lesquelles le taux d'HR est élevé sont prolongées, le personnel devrait inspecter régulièrement les objets entreposés dans des contenants (de papier ou de plastique) pour vérifier si des moisissures sont présentes.

Il est important de savoir que les objets rangés dans des contenants de polyéthylène finissent par atteindre l'équilibre avec le taux d'HR ambiant de la salle où ils se trouvent (Strang, 2001).

Les deux premières colonnes du tableau 1 (p. 7) sont reprises de Macher (1999) et rendent compte des sources possibles de contamination par les bioaérosols (moisissures, bactéries, virus, etc.) dans les immeubles ainsi que des facteurs qui contribuent à la prolifération des moisissures. Le technicien des systèmes d'immeubles ou la personne responsable de l'entretien du bâtiment et de son système de conditionnement de l'air devrait être au courant de ces facteurs pouvant causer des problèmes. La troisième colonne rend compte de programmes ou de mesures qui peuvent être adoptés pour éviter que de tels problèmes ne surviennent.

1.2 Comment empêcher la prolifération des moisissures dans une collection

Comme les spores de moisissures imprègnent l'air, il est impossible de les éliminer entièrement d'un bâtiment, d'une collection, des réserves et des salles d'exposition. Elles sont portées par les courants d'air et certaines se déposent à la surface des objets, sur le sol, sur les murs, sur le plafond et sur le mobilier. Elles pénètrent dans les bâtiments par le système de conditionnement de l'air, les portes et les fenêtres ouvertes et sur les gens et les articles qui entrent dans le bâtiment.

Le moyen le plus efficace de prévenir les dommages aux objets ainsi que les effets nuisibles sur la santé humaine consiste à créer un milieu et autres conditions qui entravent la prolifération des moisissures. La présente section est donc consacrée aux mesures qui peuvent être prises pour éviter la prolifération des moisissures dans une collection ou dans un bâtiment.

Facteurs devant être maîtrisés

Abaisser la concentration de spores à l'intérieur

Il est possible de réduire la concentration de spores à l'intérieur d'un bâtiment, mais non de les éliminer complètement. Les mesures suivantes peuvent être prises à ce chapitre, entre autres (Flannigan, 2001) :

- la fermeture des fenêtres et des portes réduit de 2 % la concentration de spores de source extérieure;
- l'utilisation d'un système central de climatisation réduit de 5 % la concentration de spores de source extérieure;
- l'emploi de filtres électrostatiques réduit de 3 % la concentration de spores de source extérieure.

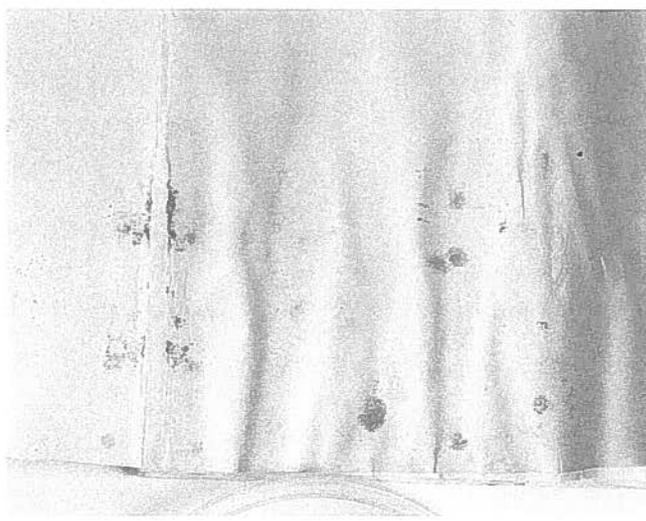


Figure 7. Livre endommagé par l'eau sur lequel des moisissures ont proliféré.

Tableau 1. Entretien des systèmes d'immeubles et des systèmes mécaniques

Source	Facteurs propices	Mesures préventives
Extérieur du bâtiment	<ul style="list-style-type: none"> • pénétration d'eau par des fissures, etc., mauvaise inclinaison du terrain aux abords du bâtiment, gouttières (soit obstruées, soit trop proches du bâtiment), enveloppe extérieure (murs) endommagée • pénétration d'organismes nuisibles (la majorité des moisissures se trouvent dans la poussière ou dans les matières organiques qui jonchent le sol; les organismes nuisibles qui habitent ces milieux sont porteurs de spores) 	<ul style="list-style-type: none"> • réparer sur-le-champ toutes les sources de fuites provenant de l'extérieur du bâtiment • programmes d'entretien et d'inspection des surfaces extérieures du bâtiment, etc. (gouttières, joints d'étanchéité des portes, etc.)
Air extérieur	<ul style="list-style-type: none"> • proximité de zones agricoles, de chantiers de construction, de centres de compostage, d'usines d'épuration des eaux 	<ul style="list-style-type: none"> • orienter les entrées d'air à l'opposé des sources de contamination • fermer les fenêtres et les portes qui donnent sur les sources de contamination
Systèmes CVC, entrées d'air	<ul style="list-style-type: none"> • sources de bioaérosols composés de matières végétales mortes, infestation par des organismes nuisibles, excréments d'organismes nuisibles, humidité due à l'eau stagnante, évaporation émanant des condenseurs et des tours de refroidissement se trouvant à proximité de l'entrée d'air du bâtiment 	<ul style="list-style-type: none"> • inspections régulières de la zone où se trouve l'entrée d'air du bâtiment et programme de nettoyage périodique
Filtres	<ul style="list-style-type: none"> • humidité, défaut d'ajustement, faible efficacité 	<ul style="list-style-type: none"> • programme d'entretien régulier et de remplacement périodique des filtres
Échangeur de chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • entretien laissant à désirer (saletés, accumulation excessive d'eau dans les bacs, mauvais écoulement, matériau d'isolation sonore humide, eau stagnante dans les humidificateurs) 	<ul style="list-style-type: none"> • programme d'entretien et de nettoyage réguliers
Gaines de répartition et conduits d'air	<ul style="list-style-type: none"> • humidité, impossibilité d'accéder aux humidificateurs, dépôts superficiels de saletés 	<ul style="list-style-type: none"> • programme d'entretien et de nettoyage réguliers
Diffuseurs de climatisation	<ul style="list-style-type: none"> • dépôts superficiels, rouille (indicatrice d'un problème d'humidité), prolifération microbienne, mélange d'air laissant à désirer 	<ul style="list-style-type: none"> • programme d'inspection et de nettoyage réguliers
Locaux occupés - dommages causés par l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • antécédents de fuites du toit, débordements, problèmes de plomberie, odeur de moisi • besoin de nettoyer sans cesse les tapis, taux d'humidité excessif (> 65 %) 	<ul style="list-style-type: none"> • réparer les fuites, nettoyer les débordements, rectifier les problèmes de plomberie sur-le-champ
Condensation constante	<ul style="list-style-type: none"> • défaut de l'isolation ou du pare-vapeur, pénétration d'air chaud et humide de l'extérieur qui se condense sur les surfaces exposées à la climatisation (plus froides) ce qui cause la formation de gouttelettes d'eau sur les fenêtres, les murs extérieurs et les surfaces fraîches, ainsi que le phénomène opposé, soit la condensation de l'air intérieur tiède et humide sur les matériaux plus frais qui forment l'enveloppe extérieure du bâtiment (murs) 	<ul style="list-style-type: none"> • faire fonctionner un déshumidificateur l'été, lorsque la climatisation est en marche • baisser les taux d'humidité ambiante pendant l'hiver
Climatiseurs portatifs	<ul style="list-style-type: none"> • défaut d'entretien, accumulation de saletés, accumulation d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • choisir un appareil de la taille voulue selon l'espace à refroidir, programme d'inspection et de nettoyage réguliers (bacs)
Plantes d'intérieur	<ul style="list-style-type: none"> • arrosage excessif, prolifération de moisissures sur les feuilles, la terre ou les pots 	<ul style="list-style-type: none"> • éliminer les plantes d'intérieur dans la mesure du possible, éviter de trop les arroser
Tapis	<ul style="list-style-type: none"> • tapis ayant déjà été détrempés, saletés, nettoyage laissant à désirer, lavage fréquent des tapis sans ventilation suffisante pour qu'ils sèchent rapidement, les spores s'accumulent dans les tapis (action électrostatique) 	<ul style="list-style-type: none"> • programme de nettoyage régulier, remplacement ou nettoyage professionnel des tapis auparavant endommagés, assurer une bonne ventilation pour que les tapis sèchent rapidement
Cloisons en tissu, rideaux et mobilier	<ul style="list-style-type: none"> • objets ayant déjà été détrempés, nettoyage laissant à désirer saletés, accumulation de spores (action électrostatique) 	<ul style="list-style-type: none"> • programme de nettoyage régulier, remplacement ou nettoyage professionnel des articles auparavant endommagés
Humidificateurs et déshumidificateurs portatifs	<ul style="list-style-type: none"> • défaut d'entretien, négligence des bacs 	<ul style="list-style-type: none"> • choisir des appareils de la taille voulue selon la superficie visée, programme d'entretien et de nettoyage réguliers

Sources de nutriments

Lorsqu'on les décompose en sucres simples, en amino-acides et en petits peptides, bien des objets deviennent des sources de nourriture adéquates pour les moisissures. Les objets à base de matières organiques ou dont certains composants sont organiques, comme le papier (cellulose, colles et revêtements), certains supports, la toile à relier, le cuir, la vannerie, le bois, les meubles capitonnés, le coton, le lin, la laine et les matériaux photographiques, sont définitivement des sources de nourriture. Certains objets non organiques peuvent aussi risquer de moisir en raison de leur âge ou de dépôts superficiels de poussières, de saletés, de restes d'insectes et d'huiles laissées par les doigts. Dans la mesure du possible, il faut éliminer les sources de nutriments propices à la prolifération de moisissures en assurant le nettoyage et l'entretien de la collection, des réserves et des salles d'exposition. La poussière est une importante source de spores fongiques et de nutriments.

Humidité

Comme on l'a signalé plus haut, l'humidité est indispensable à la germination et à la prolifération des moisissures. Comme il est pratiquement impossible d'éliminer du milieu toutes les sources possibles de nutriments, le taux d'humidité ambiant devient le facteur le plus facile à maîtriser. Pour éviter la prolifération de moisissures, il faut absolument éviter deux circonstances qui y contribuent : les pointes d'HR très fortes, qui amorcent la germination des spores, et les périodes prolongées d'HR élevée, propices à la prolifération des moisissures.

La figure 8 rend compte du rapport entre l'HR/ a_w et la croissance des moisissures (Michalski, 2000) :

- à un taux d'HR de 65 %, $0,65 a_w$, des expériences durant trois ans ne présentent pas de prolifération visible de moisissures;
- à un taux d'HR de 75 %, $0,75 a_w$, la prolifération est visible au bout de deux à trois mois;
- à un taux d'HR de 80 à 90 %, $0,80$ à $0,90 a_w$, la prolifération se remarque au bout de trois à cinq jours.

Selon ces données, on conclut que l'on peut ignorer les courtes périodes pendant lesquelles le taux d'HR est « élevé » dans chaque intervalle donné, à condition que la durée en question soit nettement inférieure aux périodes stipulées ci-dessus et au terme desquelles on observe une prolifération des moisissures.

Manifestement, le risque que les objets soient endommagés par les moisissures augmente plus ils sont exposés

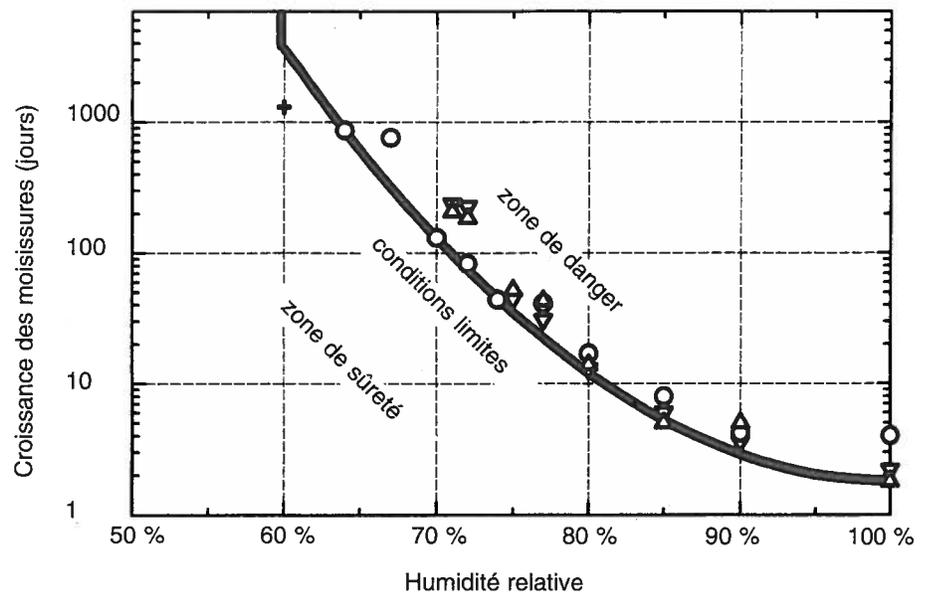


Figure 8. Le schéma rend compte du temps qui s'écoule avant que la prolifération des moisissures ne soit visible à l'œil nu, en supposant un matériau hautement susceptible conservé à 25 °C et un taux d'HR qui a atteint les valeurs suivantes (mais qui n'a pas chuté pour les atteindre).

longtemps à un taux d'HR élevé; ce risque dépend également de la mesure dans laquelle l'objet peut absorber la vapeur d'eau. Il est possible de réduire grandement le risque de prolifération des moisissures sur les objets en rangeant ceux-ci dans des contenants. Il faut alors se demander combien de temps chaque contenant parvient à protéger l'objet qu'il renferme des taux d'humidité élevés. Dans les milieux non régulés, des contenants comme des cartons scellés ne protègent les objets que pendant une période très courte. Pour protéger les objets à plus longue échéance, il faut les ranger dans des contenants de plastique hermétiques. Une fois que l'activité de l'eau parvient à $0,75 a_w$ ou plus, les contenants ou les cartons cessent de protéger les objets des moisissures. Les objets qui ont déjà absorbé de la vapeur d'eau prennent du temps à sécher. Bien que le milieu à l'intérieur du contenant atteigne éventuellement un niveau d'équilibre avec les conditions à l'extérieur du contenant, les objets réagiront plus lentement. Par conséquent, pour un certain temps, les objets peuvent avoir un niveau d'humidité suffisant pour la prolifération de moisissures. Deux propriétés régissent le milieu dans les contenants : la vitesse à laquelle les gouttelettes d'eau en suspension dans l'air pénètrent le contenant et la capacité de l'objet à résister à l'humidité interne et à l'activité de l'eau.

La figure 9a rend compte du temps nécessaire pour que l'humidité pénètre les barrières (de quelques heures à une année). Même une fois les objets rangés dans des sacs de polyéthylène, il faut maintenir la température ambiante de façon à empêcher la prolifération de moisissures dans les sacs. Voici certaines suggestions en la matière (Strang, 2001) :

- ranger dans des sacs des objets dont l'HRE est inférieure à 65 % et éviter les hausses de température qui porteraient l'HRE à plus de 65 %;
- ne pas ranger dans des sacs des objets dont l'HRE est supérieure à 65 %;
- ne pas entreposer les sacs sur une tablette ou un comptoir froid pour éviter de causer une baisse de température qui augmenterait l'HR dans la partie du sac la plus proche de la tablette;
- ne pas entreposer les sacs à un endroit où l'HR est élevée parce que l'eau finira par imprégner le sac. Cependant, la perméation ralentit considérablement si l'objet est enveloppé dans un matériau qui le protège de l'HR et si le volume d'air emprisonné est faible par rapport au volume de l'objet enveloppé.

La figure 9b illustre les situations susmentionnées qui peuvent se produire dans le cas des objets placés dans des sacs. Un changement de température ambiante entraîne un changement dans l'HRE. Si l'objet a été emballé alors que l'HR ambiante était de 55 % (I) et que la température ambiante chute de 15 °C, l'HR à l'intérieur du sac passera à 80 % (F). Une augmentation de 15 °C fera chuter l'HR à l'intérieur du sac à 35 % (C).

Il n'existe pas de méthode ou d'instrument unique qui permette de mesurer la teneur en humidité de tous les substrats. On peut procéder comme suit pour mesurer l'HRE : ranger l'objet dans un contenant transparent et hermétique pour qu'il soit possible de lire un hygromètre placé dans le contenant avec l'objet; attendre le temps voulu pour que l'équilibre se fasse. La valeur affichée à l'hygromètre correspond au taux d'HR égal à la teneur en humidité/activité de l'eau de l'objet.

On utilise souvent le taux d'HR ambiant pour exprimer le potentiel de prolifération des moisissures. Si le taux d'HR demeure inférieur à 60 %, il est logique de penser que les valeurs de l'activité de l'eau (a_w) correspondantes du substrat se limitent à 0,6, soit le taux d' a_w le plus faible auquel certaines moisissures commencent à proliférer. En limitant l' a_w des matériaux faisant partie des collections patrimoniales

à des valeurs inférieures à 0,75 (tel qu'indiqué par Michalski, 1993), on se trouve à prévenir la prolifération rapide des moisissures. En revanche, il faut toujours chercher à maintenir le taux d'activité de l'eau à une valeur inférieure à 0,6.

En cas de pénétration d'eau ou de hausse du taux d'HR, il faut prendre le plus rapidement possible des mesures correctrices efficaces. Le personnel doit se tenir prêt à intervenir pour éliminer la source d'humidité pour

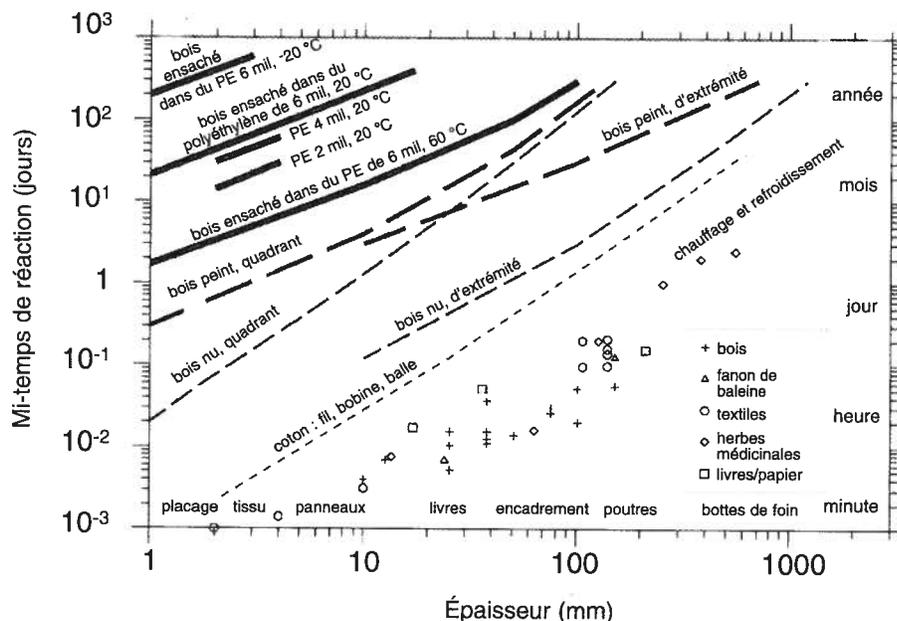


Figure 9a. Courbe des mi-temps de réaction.

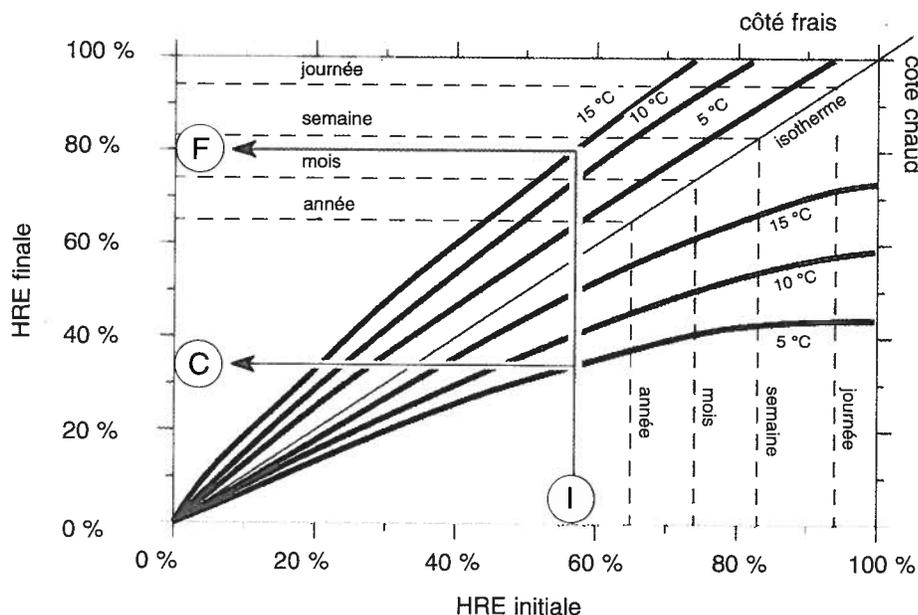


Figure 9b. Changements à l'HRE initiale causés par des variations de température.

éviter une infestation de moisissures ou pour la maîtriser si elle est inévitable.

Climatisation

Lorsque l'air dans le bâtiment est climatisé, il faut absolument faire en sorte que le taux d'HR ambiant ne dépasse pas 60 %. À cette fin, on peut se servir de déshumidificateurs pour compléter le système de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC).

Les climatiseurs portatifs qui s'installent dans les fenêtres doivent être choisis en fonction de la superficie à refroidir. Généralement, ces climatiseurs fonctionnent par cycles. L'air chaud et humide circule sur un serpentin de refroidissement, ce qui a pour effet de le refroidir. L'humidité contenue dans l'air se condense et l'eau s'écoule dans un bac de récupération. Le cycle du climatiseur est tel que le compresseur s'allume et s'éteint et que le givre accumulé sur le serpentin de refroidissement fond. L'eau résultante s'écoule dans le bac. Comme l'air chaud continue de circuler autour du serpentin de refroidissement et du bac de récupération, il absorbe une part d'humidité qui est ensuite transférée dans la pièce. Pour réguler le taux d'humidité ambiant, il est donc souhaitable de compléter le climatiseur avec un déshumidificateur. Les déshumidificateurs conçus pour usage à domicile dont la capacité est cotée à 200 pieds cubes à la minute suffisent à assécher une superficie de 12 000 pieds cubes (autrement dit, l'appareil est en mesure de renouveler l'air dans la pièce une fois l'heure). En revanche, il faut savoir que les déshumidificateurs ne fonctionnent pas efficacement lorsque la température est inférieure à 18 °C (65 °F) ou que le taux d'HR est de moins de 35 %. Certains appareils pourvus d'un dessiccateur continuent de fonctionner correctement à des températures inférieures à 18 °C (65 °F). Le déshumidificateur doit avoir la capacité voulue selon la superficie de la salle et il faut vider régulièrement les bacs de récupération des déshumidificateurs et des climatiseurs.

Circulation de l'air

Si le fait de réguler le taux d'HR ambiant pour qu'il demeure inférieur à 60 % suffit à ce que les matériaux restent secs, cela ne suffit cependant pas à prévenir la prolifération des moisissures à certains endroits plus frais (par exemple les murs extérieurs et les coins) ni à éviter les fuites d'eau qui peuvent élever à plus de 70 % le taux d'HR à proximité du substrat (Flannigan et Miller, 1993). Par exemple, dans une pièce où il fait 20 °C (68 °F) et où le taux d'HR est de 60 %, la température superficielle d'un mur extérieur peut être de 15 °C (60 °F) et le taux d'HR résultant, de 80 %. Ce mur absorbe l'humidité ambiante, ce qui pousse l' a_w de 0,60 à 0,80, condition qui se prête à la prolifération de certaines moisissures. Si la température superficielle du mur atteint le point de rosée⁵, la condensation résultante peut permettre la prolifération de moisissures en dépit du fait que le taux d'HR ambiant ne dépasse pas les valeurs visées. Pour parer au problème, il suffit de veiller à une bonne circulation de l'air. Il est très

important de ne pas ranger les cartons près d'un mur extérieur froid sinon ils absorbent l'humidité et les moisissures risquent de proliférer (figure 11). Par conséquent, les enceintes de rangement, les objets et autres matériaux devraient être placés à entre 35 et 45 cm (15 à 18 po) des murs extérieurs, ce qui a l'avantage de faciliter le nettoyage des espaces, de permettre à l'air de circuler et de donner accès au mur advenant la pénétration d'eau.



Figure 10. Le positionnement incorrect des enceintes de rangement bloque la circulation de l'air.

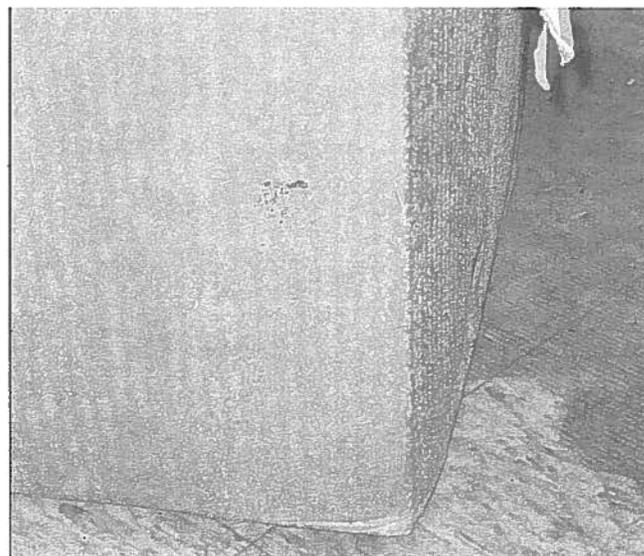


Figure 11. Un carton moisi.

Température

Dans maints bâtiments, la température est régie par le confort des personnes, et elle est réglée entre 18 et 24 °C (65 à 75 °F), valeurs qui correspondent malheureusement aux conditions optimales à la prolifération des moisissures. Par conséquent, aux endroits qui ne sont pas normalement occupés par des êtres humains (par exemple les musées saisonniers ou les réserves permanentes), il est dans l'intérêt des collections d'abaisser la température et de veiller à ce que le taux d'HR reste inférieur à 60 %.

Liste de contrôle des mesures préventives

La liste de contrôle des mesures préventives qui suit peut servir à créer un milieu stable et à prévenir la prolifération des moisissures dans une collection.

- Veiller à ce que le taux d'HR reste inférieur à 60 % (éviter notamment les chutes de température).
- Assurer une bonne circulation de l'air.
- Inspecter régulièrement les objets exposés et mis en réserve.
- Éliminer la poussière en suivant un programme de nettoyage périodique des planchers, des tablettes, des vitrines et de la surface des matériaux comme les cartons, les revêtements de plastique, etc.
- Isoler les objets nouvellement reçus, les inspecter et, au besoin, les nettoyer pour éliminer la poussière et les saletés avant de les ranger avec le reste de la collection.
- Prendre des mesures pour éviter les fuites d'eau dans le bâtiment et la collection.
- Instituer des programmes réguliers d'entretien des systèmes de régulation des conditions ambiantes, des humidificateurs et des déshumidificateurs portatifs.
- Ne jamais introduire de plantes ou de nourriture là où les objets sont exposés ou mis en réserve.

Après une fuite d'eau, il faut immédiatement prendre des mesures pour empêcher la prolifération des moisissures.

- Dès le premier signe de prolifération dans une collection, isoler l'objet ou les objets contaminés puis trouver la cause et la neutraliser.
- Commencer sur-le-champ (dans les 48 heures) le nettoyage de l'eau accumulée.
- Si le taux d'HR dépasse 60 %, faire circuler l'air et ramener le taux d'HR à moins de 40 % avec un déshumidificateur jusqu'à ce que les matériaux affectés soient secs. Cela fait, ramener progressivement le taux d'HR au taux habituel.
- Pour abaisser rapidement le taux d'HR et sécher l'endroit affecté, on peut faire pénétrer de l'air plus sec provenant d'une autre pièce ou de l'extérieur.
- Formuler un plan d'intervention en cas de catastrophe et, quand il y a lieu, être prêt soit à sécher à l'air libre les objets endommagés par l'eau, soit à les congeler et ce, dans les 48 heures suivant la fuite.

1.3 Apparition de moisissures - Premières interventions

Cette section explique la marche générale à suivre lorsque des moisissures infestent une collection d'objets à valeur patrimoniale. Il s'agit d'un guide qui convient en cas d'infestation de petite ou de moyenne envergure. En cas d'infestation importante, ou si des moisissures toxiques sont présentes ou soupçonnées, d'autres mesures s'imposent et il faut faire appel à des experts à l'externe.

Protéger le personnel

Il faut prendre des mesures préventives pour protéger le personnel qui travaille sur place. Les personnes qui souffrent d'allergies ou d'asthme devraient éviter tout contact avec les matériaux infestés et ne pas fréquenter les endroits où des moisissures sont présentes. Prière de consulter les **Section 1.5 Effets sur la santé** (p. 15) et **Section 2.1 Équipement de protection personnelle** (p. 17) pour obtenir des précisions à ce sujet.

Isoler les objets

Isoler les objets contaminés. S'ils sont nombreux, isoler l'endroit où se trouve la collection pour éviter que les spores ne pénètrent les zones non infestées ainsi que le reste du bâtiment. On peut isoler les objets en les plaçant dans des boîtes ou des sacs hermétiques et ainsi contenir la contamination. Les objets de grande dimension peuvent être enveloppés dans des feuilles de plastique. Pour sceller l'espace contaminé, obstruer la porte avec des feuilles de plastique ou de polyéthylène fixées avec du ruban adhésif de 5 cm (2 po) de large et bloquer les bouches de retour d'air pour éviter que les spores ne pénètrent dans les espaces non contaminés du bâtiment par les conduits d'air.

Isoler les objets et les endroits affectés et y limiter l'accès pour réduire l'exposition des personnes aux moisissures. Les gens qui pénètrent à l'endroit isolé ou qui ouvrent les emballages scellés contenant des objets devraient systématiquement porter l'équipement de protection



Figure 12. On couvre des livres et des rayons pour contenir la prolifération des spores.

personnelle (EPP) recommandé. (Voir la **Section 2.1 Équipement de protection personnelle**, p. 17).

Déterminer l'étendue de l'infestation, songer aux ressources disponibles et décider si l'infestation peut être contenue par des moyens internes ou s'il faut faire appel à des ressources extérieures. À ce chapitre, s'adresser à un restaurateur qui sait quoi faire en cas d'infestation de moisissures et comment s'occuper des objets contaminés.

Trouver et éliminer l'agent causal

Trouver la source de la prolifération des moisissures et prendre sur-le-champ des mesures pour rectifier le problème, y compris abaisser le taux d'HR, augmenter la circulation de l'air, abaisser la température de la pièce et éponger les flaques d'eau.

Neutraliser les moisissures

La prolifération des moisissures est en phase active si celles-ci semblent humides et s'étalent quand on les effleure ou si elles dégagent une odeur sucrée ou de moisi. Il faut prendre des mesures pour stopper la croissance des moisissures et éviter que les objets ne soient davantage endommagés. Abaisser le plus rapidement possible l'humidité ambiante et la teneur en eau des matériaux. S'il s'agit d'objets, les sécher à l'air libre ou les congeler, techniques qui sont abordées plus loin. Au besoin, faire appel à une entreprise spécialisée en séchage avec des dessiccateurs pour sécher les installations et le mobilier affectés, par exemple les tapis, les tentures, etc.

Une fois l'objet sec, on peut en enlever la moisissure.

La **Section 2. récupération des collections** (p. 17) détaille les procédés, les techniques et le matériel de nettoyage. Si l'on ne peut procéder immédiatement au nettoyage, isoler l'objet sec en le rangeant dans un contenant hermétique pour éviter la dispersion des spores inactives, mais encore viables.

Séchage à l'air libre

Pour sécher les objets à l'air libre, abaisser le taux d'HR et augmenter la circulation de l'air. Les spores de la plupart des espèces de moisissures se dégagent facilement dans l'air. Sécher à l'air libre les objets humides ou trempés qui présentent des moisissures de sorte que les spores ne peuvent se disperser. Si seulement quelques objets sont affectés, les ranger dans des sacs ou des boîtes ou les envelopper et les transporter ailleurs pour éviter la dispersion des spores. Prendre des mesures pour éviter la dispersion des spores dans le reste du bâtiment : sceller les bouches de retour d'air et, si possible, ouvrir les fenêtres pour chasser à l'extérieur l'air de la pièce. Transporter les objets affectés dans une salle isolée, sommairement meublée et qui sera facile à nettoyer plus tard. Laisser les objets sécher à l'air libre ou sous des ventilateurs. Positionner les ventilateurs pour qu'ils ne soufflent pas directement sur les objets pour limiter la dispersion des spores et aussi pour ralentir le séchage et ainsi limiter la déformation des objets, comme les petites fissures qui peuvent résulter lorsque la teneur en eau d'un objet diminue abruptement. Les objets qui présentent une

épaisse couche de matière organique, ou ceux qui sont formés d'éléments divers (incrustations ou placage), sont les plus susceptibles d'être assujettis à des contraintes physiques importantes pendant le séchage à l'air libre, contraintes qui peuvent causer des dommages. Une fois les objets secs, consulter la **Section 2. Récupération des collections** (p. 17) qui détaille les techniques de nettoyage des objets, du mobilier et des réserves.

S'il est impossible de sécher les objets à l'air libre sans disperser les spores, il est préférable de congeler les objets affectés et de les sécher quelques-uns à la fois dans une hotte ou de les faire sécher à l'extérieur. Le séchage à l'air libre à l'extérieur doit se faire les jours où le temps est dégagé, loin des gens et des entrées d'air du bâtiment.

Congélation

La congélation permet de tuer rapidement les moisissures qui sont en phase de croissance active. Bien que les filaments des moisissures gèlent et se brisent lorsqu'elles sont congelées, les spores supportent les températures froides et demeurent viables.

Bien des objets endommagés par l'eau ou moisissus peuvent être congelés. Cette technique a l'avantage d'éliminer le besoin pressant de sécher rapidement et sans danger tous les objets mouillés. Il est possible de congeler de nombreux objets à la fois lorsqu'on peut se procurer un congélateur de grande dimension. Les congélateurs-chambres, dans lesquels on peut pénétrer, peuvent être loués, de même que les camions frigorifiques que l'on conduit ensuite sur les lieux. Ces recours permettent de reporter à plus tard – lorsque le personnel est organisé et a obtenu les locaux, le temps, les ressources et les personnes nécessaires – le séchage des objets, travail intensif si jamais il en fut.

1.4 Enquêtes sur la prolifération fongique

On entreprend une enquête sur la prolifération fongique dans un immeuble lorsque les gens se plaignent de problèmes de santé ou de symptômes, qu'il y a des signes de prolifération de moisissures, que l'on détecte une odeur de moisi ou que de l'eau s'est infiltrée dans une collection ou dans le bâtiment. À l'intérieur, l'enquête peut consister en une inspection visuelle, la collecte d'échantillons en surface ou en vrac ou l'échantillonnage de l'air. La méthode retenue est fonction des protocoles en vigueur sur la qualité de l'air intérieur (QAI) en ce qui a trait aux enquêtes sur la prolifération fongique à l'intérieur. Les lignes directrices et les pratiques en la matière ont paru dans les documents suivants :

- Santé Canada. *Contamination fongique dans les immeubles publics : guide facilitant la détermination et la gestion des problèmes*. Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, Ottawa, Direction de la Santé environnementale, Santé Canada, juin 1995.
- Macher, J. (dir.). *Bioaerosols Assessment and Control*, Cincinnati (Ohio), American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1999.

L'enquête peut aussi inclure une étude des antécédents de l'immeuble pour trouver des données susceptibles d'expliquer ou de situer les dommages d'eau antérieurs qui ont permis la prolifération de moisissures qui n'ont pas encore été remarquées visuellement. Lorsque les gens se plaignent de problèmes de santé, on peut effectuer une évaluation de santé ou une entrevue. Les conséquences néfastes sur la santé peuvent être liées à une activité précise ou à un endroit où la moisissure prolifère. Les experts sur la qualité de l'air peuvent se servir des données ainsi recueillies pour trouver plus facilement l'origine de la contamination.

En général, en cas d'infestation dans une collection, il n'est pas nécessaire d'identifier la moisissure pour intervenir, pour enlever les moisissures présentes sur les objets ou pour effectuer le traitement des objets endommagés. L'identification des moisissures est régie par des raisons précises, par exemple si l'on craint un danger pour la santé ou si certains employés ont des problèmes de santé.

Les sections qui suivent contiennent des renseignements de base sur les techniques et le matériel qui servent à effectuer les enquêtes sur la prolifération fongique à l'intérieur. Pour obtenir plus d'information, prière de consulter la littérature.

Inspection visuelle

L'inspection visuelle consiste à visiter un immeuble ou une collection afin d'évaluer, par la vue et l'odorat, la qualité de l'air intérieur. Diverses observations peuvent être faites pendant cette visite, notamment sur la présence d'humidificateurs, de flaques d'eau stagnante et de matériaux endommagés par l'eau, sur l'entretien, sur la ventilation et sur les taux élevés d'HR. L'inspection visuelle est bien souvent la première étape des enquêtes sur la qualité de l'air intérieur et les observations qu'elle permet de recueillir suffisent parfois de preuve justifiant l'élaboration d'un plan de mesures correctrices visant un bâtiment ou une collection.

Échantillonnage des surfaces et en vrac

On peut prélever des échantillons en surface par raclage ou procéder à un échantillonnage en vrac (prélèvement de petits morceaux de matières contaminées, comme les cloisons sèches ou les tapis) pour effectuer des essais. Dans un cas comme dans l'autre, l'analyse des échantillons se fait soit par contact direct avec le milieu de croissance, soit par dilution de l'échantillon suivie de la distribution d'une quantité précise sur le milieu de croissance. Après une période d'incubation (habituellement de sept jours), les colonies de moisissures sont identifiées et comptées. Les moisissures sont identifiées soit au niveau du genre⁶, par exemple *Aspergillus*, soit à celui de l'espèce, par exemple *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor*. En présence de certains genres de moisissures, il peut y avoir lieu de procéder à l'identification au niveau de l'espèce pour vérifier si la moisissure est toxico-gène. Ce degré d'identification est nécessaire lorsque l'on soupçonne un danger ou une préoccupation en matière de santé.

Les résultats des analyses sont exprimés en unités totales formant colonie (UFC). Chaque espèce présente est exprimée selon un pourcentage du total. En général, les laboratoires rendent compte des échantillons de surface sous forme d'unités formant colonie au centimètre carré de la surface d'échantillonnage (UFC/cm²). Les échantillons en vrac sont exprimés en unités formant colonie au gramme de matière prélevée (UFC/g).

L'échantillonnage des surfaces et en vrac peut être utile pour confirmer la présence de certaines espèces de moisissures. Ainsi, la présence de l'espèce *Stachybotrys chartarum* (auparavant désignée *Stachybotrys atra*) est difficile à mesurer dans des échantillons d'air parce que ses spores, en phase de croissance, sont mouillées et collantes et passent donc difficilement en suspension dans l'air. Une fois qu'elles sont sèches et pulvérulentes, elles peuvent être soulevées dans l'air, mais elles ne tardent pas à retomber en raison de leur masse. On trouve habituellement ces spores à la surface (horizontale) des meubles ou sur les planchers. Dans bien des cas, *Stachybotrys chartarum* ne peut être dépistée que par échantillonnage en vrac ou par un échantillonnage agressif⁷ de l'air.

Échantillonnage de l'air

L'échantillonnage de l'air permet de détecter une concentration supérieure à la normale de spores de moisissures dans un milieu donné. On aura recours à cette technique lorsque la présence de moisissures n'est pas manifeste, par exemple lorsque la prolifération des moisissures est invisible, mais que les gens présentent des symptômes physiques inexpliqués qui peuvent être attribuables à une exposition à des bioaérosols.

Lorsque l'on prélève un échantillon de l'air intérieur, il faut prélever en même temps un échantillon de l'air extérieur, à des fins de comparaison (échantillon témoin). En général, lorsque l'échantillonnage révèle une concentration fongique supérieure à l'intérieur, ou que les types d'espèces de moisissures présentes à l'intérieur sont différentes de celles trouvées à l'extérieur, ou les deux, il y a lieu d'approfondir l'enquête. Divers documents contiennent des directives sur l'interprétation des résultats de l'analyse des échantillons d'air, notamment :

- Santé Canada. *Contamination fongique dans les immeubles publics : guide facilitant la détermination et la gestion des problèmes*, Ottawa, 1995.
- Dillon, H.K., P.A. Heinsohn et J.D. Miller (dir.). *Field Guide for the Determination of Biological Contaminants in Environmental Samples*, American Industrial Hygiene Association, 1996.
- Macher, J. (dir.). *Bioaerosols Assessment and Control*, Cincinnati (Ohio), American Conference of Government Industrial Hygienists, 1999.

Les moisissures ne se détectent pas toutes par échantillonnage de l'air. En effet, un échantillon d'air suffit uniquement à indiquer la présence d'un bioaérosol

au moment de l'échantillonnage. Cette technique est utile quand on l'emploie avant et après la prise de mesures correctrices. On peut aussi l'employer pendant l'exécution de telles mesures, si une partie de l'immeuble est occupée, pour confirmer que la qualité de l'air est conforme aux normes fixées pour l'occupation humaine.

L'échantillonnage de l'air pour détecter la présence de moisissures nécessite l'emploi de matériel spécialisé. Les hygiénistes du travail et experts en qualité de l'air, suivant le protocole établi par le fabricant de ce matériel, se servent de ces instruments spécialisés.

Méthode de collecte de spores viables

La collecte et la culture de spores de moisissures viables ont été beaucoup utilisées. Les données que cette technique a permis de recueillir ont servi à compiler une base de données qui se prête à la comparaison des résultats. Cette technique permet également de distinguer les organismes les uns des autres, en dépit des inconvénients qu'elle présente. Le choix du milieu de croissance peut causer des erreurs. Par exemple, certains organismes peuvent mal proliférer dans certains milieux de croissance tandis que d'autres peuvent présenter des capacités compétitives différentes aux autres espèces de moisissures recueillies. Ces facteurs peuvent influencer le résultat final. De plus, cette technique exige du temps : il faut habituellement sept jours pour cultiver l'échantillon initial, mais il n'est pas rare d'atteindre 15 à 20 jours. Si les spécimens qui croissent rapidement envahissent ceux qui croissent moins vite, il peut être nécessaire d'effectuer des cultures secondaires. Enfin, cette technique ne permet pas de détecter les spores non viables ou stériles présentes dans le milieu intérieur, spores qui peuvent avoir des effets néfastes sur la santé.

Un échantillonneur d'air aspire un volume d'air donné pendant une période donnée. L'air est aspiré à travers un filtre pourvu de pores d'une taille précise puis projeté contre la surface d'un milieu de culture, propice à la prolifération biologique, qui prend la forme d'une bande ou d'une plaque. L'échantillonneur Anderson qui sépare les particules selon leur granulométrie et l'échantillonneur centrifuge Reuter sont deux exemples d'appareils servant à contrôler la qualité de l'air intérieur.

Une fois les échantillons recueillis, la bande ou la plaque est retirée de l'échantillonneur et l'échantillon est incubé aux températures optimales à la prolifération des moisissures pendant une période donnée, habituellement sept jours. Après ce délai, on examine la plaque ou la bande et on effectue le décompte et l'identification des espèces présentes. Les résultats de l'analyse sont exprimés en unités formant colonie au mètre cube d'air échantillonné (UFC/m³).

Méthodes de collecte de spores non viables

Les méthodes de collecte de spécimens non viables, comme les pièges à spores ou les rubans, permettent de prélever des particules en suspension dans l'air, mais l'échantillon

n'est pas cultivé par la suite. Ces méthodes de collecte ont l'avantage net de donner des résultats dans les 48 heures suivant le prélèvement. Elles sont aussi utiles parce qu'elles permettent de détecter des organismes qui ne prolifèrent pas dans un milieu de croissance ou dont la croissance est particulièrement entravée par d'autres organismes, ou les deux. Par conséquent, elles peuvent aboutir à une représentation plus complète de la composition fongique totale des spores présentes (viables et non viables). En revanche, ces méthodes ne permettent pas de faire la distinction entre des espèces qui produisent des spores semblables du point de vue morphologique.

Les pièges à spores, comme l'Air-O-Cell fabriqué par Zefon International et le MK3, font intervenir des instruments spécialisés pour prélever des matières dans l'air et les recueillir sur une surface collante ou une lame enduite d'un milieu de collecte. La lame peut ensuite être examinée au microscope pour compter les spores présentes. Comme les attributs physiques (taille, forme, texture) de la plupart des spores sont assez caractéristiques, on parvient à une identification générale. De plus, certaines moisissures, comme *Stachybotrys chartarum*, présentent un nombre limité d'espèces et se prêtent donc facilement à l'identification grâce à cette technique d'échantillonnage.



Figure 13. Échantillonneur d'air Anderson à une étape, avec boîte de Pétri.

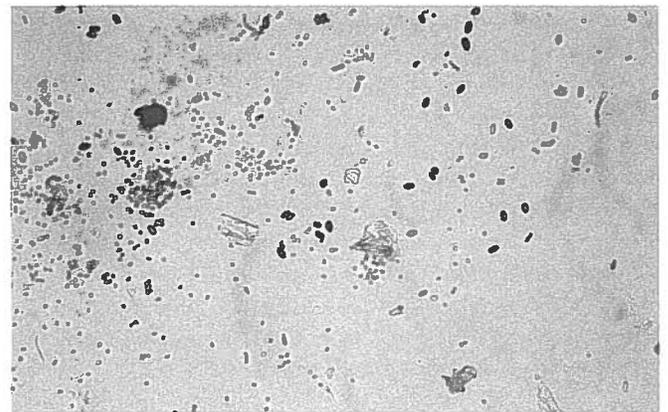


Figure 14. Lame d'un échantillon de spores, et autres particules prélevées dans l'air grâce à un piège.

Dans certains cas, on recommande de compléter l'échantillonnage avec des cultures pour identifier les espèces de moisissures et confirmer si elles sont toxigènes.

Interprétation des résultats

Les techniques d'échantillonnage exigent toutes des connaissances et une expertise spécialisées. Elles relèvent de spécialistes techniques qualifiés qui confient les analyses à des laboratoires agréés⁸. L'identification des moisissures devrait être faite par une personne formée en mycologie. Santé Canada a publié les directives suivantes pour faciliter l'interprétation des résultats de l'analyse des échantillons d'air et déterminer s'il y a ou non contamination microbienne du milieu intérieur :

- *Guide technique pour l'évaluation de la qualité de l'air dans les immeubles à bureaux*, 1993.
- *Contamination fongique dans les immeubles publics : guide facilitant la détermination et la gestion des problèmes*, 1995.

L'expert en qualité de l'air et le laboratoire rédigent un rapport d'analyse et le transmettent au client. En général, quand ce rapport est solidement conçu, il aborde les aspects suivants :

- description des méthodes d'échantillonnage;
- date et heure auxquelles les échantillons ont été prélevés et dates auxquelles ils ont été traités;
- endroit où chaque échantillon a été prélevé (numéro de la pièce, emplacement dans la pièce);
- nombre total de particules;
- nombre de particules selon les genres et les espèces de moisissures.

De plus, on doit signaler dans le rapport si des espèces toxigènes sont présentes. Le cas échéant, le rapport doit inclure un avertissement qui stipule que ces moisissures peuvent constituer une menace pour la santé, suivi de recommandations sur les mesures correctrices à prendre et l'équipement de protection personnelle requis. Une liste des sources consultées pour identifier les moisissures devrait compléter le rapport.

1.5 Effets sur la santé

Les moisissures sont omniprésentes. En général, les concentrations normales de moisissures n'affectent pas les personnes en bonne santé. Cependant, dans un milieu contaminé, l'exposition aux moisissures augmente le risque d'effets néfastes sur la santé. Les réactions sont variées et dépendent de la nature des espèces en cause, des produits métaboliques qu'elles dégagent, de la concentration présente et de la durée d'exposition aux moisissures et à leurs sous-produits et de la susceptibilité des sujets affectés. Quelque 8 % de la population sont prédisposés à réagir en cas d'exposition à des moisissures. De même, les personnes qui souffrent d'asthme ou de troubles respiratoires, d'allergies ou d'une allergie aux moisissures ou encore de

déficiences immunitaires, et celles qui prennent des stéroïdes, risquent d'être affectées. Plusieurs études ont montré que la présence de moisissures dans les maisons a des effets sur la santé des occupants (Brunekreef *et al.*, 1999; Santé Canada, 1995; Dales *et al.*, 1991a, b). Lorsque des grandes superficies sont visiblement infestées de spores, les symptômes sont décuplés. Une étude en particulier a montré que les personnes dont l'épiderme est sensible aux spores sont plus susceptibles de crises d'asthme graves (O'Hallaren *et al.*, 1991).

En général, les effets des moisissures sur la santé se classent dans les catégories suivantes : irritation, allergie, affection toxigène et infection (Ammann, 2001).

Irritations

Les composés organiques volatils microbiens (COVM), comme les alcools, aldéhydes, esters et cétones à chaîne courte, sont dégagés par certaines moisissures. Ils sont à l'origine de l'odeur caractéristique d'humidité ou de terre que dégagent les bâtiments humides. Quoique les effets sur la santé de l'exposition aux COVM n'aient pas fait l'objet d'études approfondies, ces composés pourraient être à l'origine des maux de tête, des étourdissements et de l'irritation des yeux et des muqueuses dont se plaignent les personnes qui habitent ou qui travaillent dans des immeubles infestés de moisissures (Levetin, 1995).

Allergies

On sait très bien que les moisissures sont sources d'allergènes (toute substance qui cause une réaction allergénique). De nombreuses spores, voire toutes, contiennent des allergènes. Les spores conservent leurs propriétés allergéniques même lorsqu'elles sont inactives. Autrement dit, l'exposition à une moisissure dormante peut causer une réaction allergénique. Les personnes qui sont allergiques aux moisissures peuvent présenter des symptômes au niveau du système respiratoire ou de l'épiderme en cas d'exposition aux moisissures ou à leurs sous-produits.

Les personnes qui souffrent d'asthme ou d'allergies, ou celles qui ont acquis une sensibilité après une exposition prolongée à des matières moisies ou à un milieu contaminé, lorsqu'elles aspirent des spores, peuvent présenter des symptômes semblables à ceux du rhume des foins, donc écoulement nasal, éternuements, rougeur et démangeaison des yeux et dermatite (éruption cutanée). Lorsqu'une personne en bonne santé est exposée pour la première fois à des moisissures, elle peut présenter n'importe lequel de ces symptômes, mais de façon moins prononcée. En cas d'exposition répétée, sa sensibilité peut augmenter et les symptômes sont alors plus évidents. Lorsque la sensibilité mue en allergie, celle-ci peut devenir permanente et durer toute la vie.

Même si le rapport de cause à effet de l'exposition aux spores de moisissures et de la réaction allergène conséquente est prouvé, on ignore les seuils exacts correspondant à la sensibilisation et à l'apparition

de symptômes. Les personnes qui manipulent des matières contaminées devraient savoir que le risque augmente avec la fréquence et la durée d'exposition aux moisissures. De surcroît, l'exposition peut aggraver des affections déjà présentes, comme l'asthme.

Les médecins effectuent des tests d'allergies qui réagissent à des allergènes fongiques précis. Seulement quelques allergènes fongiques sont disponibles pour les tests; par conséquent, si un résultat positif indique une sensibilité à un antigène fongique précis, cela ne veut pas forcément dire qu'un résultat négatif élimine entièrement la possibilité d'une allergie fongique chez les sujets susceptibles (Ammann, 2001).

Toxicité

On appelle « mycotoxines » les substances que produisent naturellement certaines moisissures et qui causent une réaction toxique. Les moisissures ne produisent pas toutes des mycotoxines, mais c'est le cas de bien des espèces. Les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Stachybotrys* se trouvent habituellement dans les milieux intérieurs et l'on sait qu'ils produisent des mycotoxines. L'échantillonnage et l'identification des espèces de moisissures effectués par un mycologue peuvent permettre de vérifier si une moisissure est toxique. La toxicité n'est pas fonction de la viabilité des spores; autrement dit, des spores non viables peuvent être source de toxines.

L'ingestion ou l'inhalation des mycotoxines, ainsi que leur contact avec l'épiderme, peuvent avoir divers effets sur la santé. Selon le type de mycotoxines et la nature de l'exposition, ces effets varient de l'irritation des muqueuses à des éruptions cutanées, des étourdissements, des nausées, l'immunosuppression, des anomalies congénitales et des cancers. Pratiquement tous les documents abordant les mycotoxines sont consacrés à leur ingestion; le rôle des mycotoxines inhalées dans les affections humaines est actuellement à l'étude. Vu la gravité possible des maladies résultantes, on recommande de limiter dans toute la mesure du possible l'exposition aux mycotoxines (Burge et Otten, 1999).

Infections

Les infections dues à l'exposition aux moisissures trouvées dans les milieux intérieurs sont rares, mais

elles peuvent se produire chez les sujets susceptibles, par exemple les personnes qui souffrent de troubles immunitaires liés à une maladie ou à un médicament. Par exemple, *Aspergillus fumigatus* est un pathogène faible pouvant causer des infections, dites aspergilloses, chez les personnes qui y sont susceptibles. Les infections peuvent affecter la peau, les yeux, les poumons ou d'autres organes et systèmes (Summerbell, 2001). D'autres moisissures peuvent aussi causer des infections systémiques, dont *Coccidioidomycosis*, *Histoplasmosis* et *Blastomycosis*. Ces moisissures prolifèrent dans le sol ou peuvent être portées par les chauves-souris et les oiseaux, mais on ne les trouve généralement pas dans les milieux intérieurs (Dales et Miller, 2001). Les excréments d'oiseaux ou de chauves-souris accumulés dans les entrées d'air, les conduits ou les salles contiennent souvent des agents fongiques pathogènes virulents. Ces organismes ne peuvent pas tous être détectés de façon fiable par échantillonnage de l'air ou des excréments. Par conséquent, les accumulations d'excréments d'oiseaux et de chauves-souris doivent automatiquement être considérées comme une dangereuse source d'agents fongiques pathogènes et il faut prendre les mesures nécessaires pour les enlever de façon sécuritaire (Santé Canada, 1995).

Symptômes

Les symptômes suivants, entre autres, peuvent résulter d'une exposition à des concentrations anormales de moisissures dans les milieux intérieurs, y compris les moisissures toxicogènes (Johanning et Landsbergis, 1999) :

- irritation nasale, brûlure, démangeaisons, congestion nasale, écoulement nasal avec saignement, irritation de la gorge et mal de gorge;
- toux, difficulté à respirer, respiration bruyante, congestion et constriction pulmonaire;
- migraines, troubles de concentration, irritabilité, étourdissements, fatigue;
- brûlure, irritation, brouillage de la vue;
- brûlure, éruption cutanée;
- légère fièvre, symptômes de grippe.

Les personnes qui souffrent de ces symptômes, qui peuvent indiquer une exposition à des concentrations anormales de moisissures dans les milieux intérieurs, devraient consulter leur médecin.

2. Récupération des collections

Cette section indique au lecteur comment enlever les moisissures présentes sur les objets. Il y est aussi question de l'équipement de protection personnelle (EPP) que l'on recommande de porter lorsqu'on travaille dans un milieu infesté de moisissures ou que l'on manipule des objets moisis.

Avant de prendre des mesures de récupération, suivre les directives exposées à la **Section 1.3 Apparition de moisissures — Premières interventions** (p. 11). Cette section détaille les mesures générales à prendre en réaction à une infestation de moisissures dans une collection d'objets à valeur patrimoniale, y compris l'identification de l'agent causal et la prise de mesures pour le neutraliser, la marche à suivre pour protéger le personnel et isoler les objets affectés et la façon de procéder pour stopper la prolifération végétative des moisissures sur les objets.

2.1 Équipement de protection personnelle

Les moisissures posent un grave danger pour la santé, c'est pourquoi on évitera, dans toute la mesure du possible, d'y exposer des êtres humains. On décrit plus loin l'EPP que devraient porter les personnes qui manipulent des objets moisis ou qui travaillent à des endroits infestés de moisissures. Selon les règlements sur la santé et la sécurité au travail en vigueur au Canada (aux échelons fédéral, provincial et territorial), les employeurs doivent prendre toutes les précautions raisonnables pour protéger le travailleur. De plus, les employeurs devraient dispenser une formation sur la manipulation et le nettoyage en toute sécurité des objets infestés de moisissures ainsi que sur la façon correcte de porter et d'entretenir l'EPP. Il incombe ensuite aux employés de suivre ces consignes.

Le niveau minimum de protection personnelle recommandé dans le présent bulletin technique (voir le **Tableau 2. Équipement de protection personnelle recommandé**, p. 21) est calculé en fonction de la superficie totale de l'espace visiblement contaminé par des moisissures : petite (<0,3 m²), moyenne (0,3–3 m²), grande (3–10 m²) ou très grande (>10 m²). Ces niveaux ont été estimés à partir de la documentation sur l'assainissement en cas de présence de moisissures dans les immeubles (Santé Canada, 1995; ministère du travail du Manitoba, 2000; département de la santé de la ville de New York, 2000). Ils ne sont pas fondés sur une analyse des effets sur la santé. Il n'existe pas de recherches concluantes, pour l'instant, quant aux seuils de protection personnelle qui conviennent selon la superficie contaminée, exprimée en mètres carrés (Environmental Protection Agency, 2001). En cas de doute sur le niveau de protection personnelle qui convient, consulter des experts en matière de santé et de sécurité.

On conseille aussi de consulter un fournisseur d'équipement de protection réputé pour obtenir de

l'information sur des produits précis. Certaines entreprises emploient des conseillers techniques qui ont reçu une formation spécialisée pour pouvoir conseiller les clients sur le choix du matériel de protection personnelle.

L'EPP dont il convient de se munir, lorsque l'on doit travailler avec des moisissures, est décrit dans les sections qui suivent.

Protection des voies respiratoires

Le National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) des États-Unis est l'unique organisation en Amérique du Nord qui s'occupe de contrôler et de certifier les appareils de protection respiratoire. Par conséquent, ses normes servent de modèle aux organismes fédéraux et provinciaux responsables de la santé et sécurité au travail. En vertu d'une nouvelle norme adoptée en juillet 1998, il existe neuf classifications d'appareils de protection respiratoire à adduction d'air filtré, selon l'efficacité du filtre et les limites d'emploi.

En général, en cas d'infestation de moisissures dans une collection, les filtres à particules de série N (N signifiant non résistant à l'huile) conviennent. Les filtres dits N100 offrent la plus grande protection contre les particules. Ces filtres sont également appelés filtres HEPA⁹ (haute efficacité contre les particules). Lorsqu'on détecte une odeur de moisissure, on recommande d'utiliser un filtre à haute efficacité contre les particules muni d'une cartouche de protection contre les vapeurs organiques. Ces cartouches sont détaillées plus loin au paragraphe *Protection des voies respiratoires et composés organiques volatils microbiens* (p. 19).

Les appareils de protection respiratoire, y compris ceux qui sont jetables, devraient être essayés et vérifiés par une personne compétente¹⁰ pour en mesurer le bon ajustement. Il pourrait être utile de disposer de plusieurs styles et tailles d'appareil de protection respiratoire pour trouver le meilleur ajustement. Il faut toujours ranger ces appareils à un endroit propre ou dans un sac pour éviter l'accumulation de particules sur l'appareil. À la fin de chaque journée, les appareils de protection respiratoire devraient être nettoyés en suivant les directives du fabricant. Les filtres usés des appareils de protection respiratoire constituent un milieu propice à la prolifération des moisissures. Pour parer au problème, aérer l'appareil et les filtres avant de les ranger dans un sac hermétique.

Certaines personnes ne peuvent supporter de porter un masque complet ou un demi-masque jetable pour protéger les voies respiratoires. Les moustaches et barbes, ou les visages de forme irrégulière, peuvent empêcher un bon contact entre l'appareil et le visage. D'autres personnes peuvent être incapables de porter un appareil de protection respiratoire pour des raisons de santé ou un motif

psychologique. Par exemple, les claustrophobes peuvent être très mal à l'aise avec un tel appareil.

Il faut absolument porter un appareil de protection respiratoire approprié lorsqu'on travaille avec des agents mouillants ou de nettoyage (par exemple cartouches de protection contre les vapeurs organiques lorsqu'il y a fortes concentrations de javellisant).

Appareils de protection respiratoire jetables munis d'un filtre à particules

Les appareils de protection respiratoire jetables sont peu coûteux et n'exigent aucun entretien, mais pour qu'ils fonctionnent efficacement, il faut lire attentivement et suivre à la lettre les consignes du fabricant. Pour qu'un appareil jetable soit correctement ajusté, suivre les directives données sur l'emballage. Par exemple, dans le cas de la plupart de ces appareils, il faut sceller le masque sur le visage en faisant glisser sur le nez, de haut en bas, la partie du masque prévu pour le nez, jusqu'à ce que le masque s'ajuste.

Les appareils de protection respiratoire jetables ne conviennent pas à tout le monde. Si le masque est mal ajusté au visage, il peut en fait augmenter la concentration de spores inhalées. Ces appareils ne conviennent donc pas pour les personnes qui ont une barbe ou une moustache. Malgré

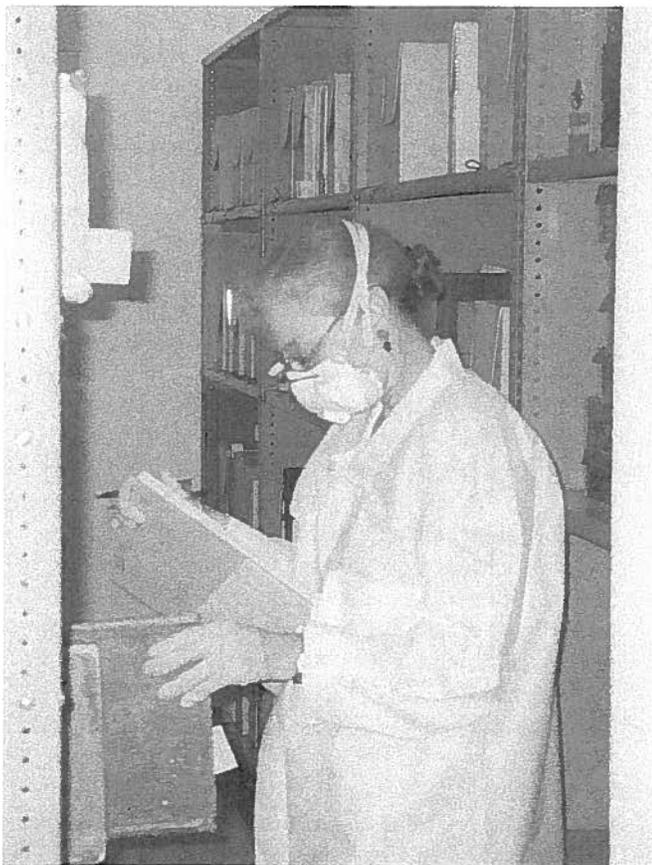


Figure 15. Cette restauratrice porte un appareil de protection respiratoire jetable à filtre à particules N100, un sarrau de laboratoire et des gants pour inspecter une collection que l'on soupçonne infestée de moisissures.

que bien des marques d'appareils de protection respiratoire jetables n'existent qu'en une seule taille, certains modèles MSA (Affinity Pro N95 et N100) sont offerts en cinq tailles différentes.

Il peut être difficile de trouver des lunettes de protection qui peuvent être portées avec un appareil de protection respiratoire jetable ou il peut être encombrant de porter les deux ensemble. Le problème est encore pire si la personne porte aussi des verres correcteurs. Certains appareils de protection respiratoire se combinent mieux que d'autres avec les lunettes de protection.

Si l'on se sert plus d'une fois d'un appareil de protection respiratoire jetable, il faut s'assurer de l'aérer après l'emploi et de le ranger à un endroit propre. Introduire des mouchoirs de papier propres dans l'appareil pour qu'il reste propre. Si un appareil de protection respiratoire est endommagé ou sale ou si la personne qui le porte a de la difficulté à respirer, il faut jeter l'appareil.

Demi-masques

Un demi-masque est formé d'une pièce faciale assemblée qui couvre la bouche et le nez. Des cartouches, choisies selon le risque environnemental, se fixent sur la pièce faciale. Les cartouches sont soit à particules, soit de type combiné. Les demi-masques sont plus coûteux que les appareils de protection respiratoire jetables, mais ils sont réutilisables puisque l'on peut remplacer les cartouches. Il existe différents styles, formes et tailles de demi-masques.

Les demi-masques ne conviennent pas aux personnes qui portent une moustache ou une barbe. De même, il est difficile, voire impossible, de porter des lunettes de protection avec un demi-masque. Les lunettes de protection sont encore plus difficiles à ajuster dans le cas des personnes qui portent des verres correcteurs.

Masques complets

Un masque complet est formé d'une pièce faciale assemblée qui couvre la bouche, le nez et les yeux. Des cartouches, choisies selon le risque environnemental, se fixent sur la pièce faciale. Les cartouches sont soit à particules, soit de type combiné. Les masques complets sont réutilisables : il suffit de remplacer les cartouches au besoin. Les masques complets existent en divers styles et tailles et sont fabriqués de matériaux divers.

Les masques complets ne conviennent pas aux personnes qui portent une moustache ou une barbe. Il n'est pas nécessaire de porter des lunettes de protection avec le masque complet, mais l'étanchéité du masque peut être compromise si la personne porte des verres correcteurs. Il peut être nécessaire de faire appel à un technicien expert en appareils de protection respiratoire pour trouver le masque complet qui s'ajuste le mieux pour chaque personne. En cas de prolifération massive de moisissures, on recommande le port d'un masque complet ou d'un appareil respiratoire à adduction d'air filtré.

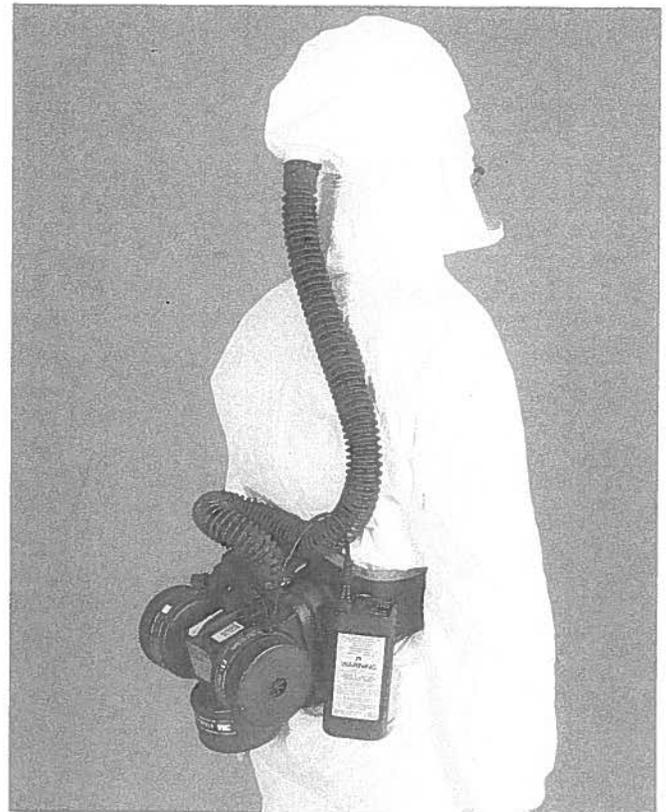


Figure 16. Deux types d'appareils respiratoires à adduction d'air filtré, le 3M Air-Mate HEPA 12 (à gauche). On peut voir à droite une restauratrice portant le modèle 3M Breathe-Easy. Le tuyau respiratoire qui s'adapte à l'appareil, vendu par le fabricant, sert ici à connecter une cagoule jetable à l'appareil respiratoire.

Appareils respiratoires à adduction d'air filtré

Un appareil respiratoire à adduction d'air filtré est un respirateur à pression positive intermittente qui fournit un débit continu d'air filtré. L'appareil respiratoire à adduction d'air filtré est complété par une pile, un ventilateur, un moteur et une cartouche qui sont portés à la ceinture. L'air filtré est inspiré par un conduit fixé à la pièce faciale. L'appareil peut être porté sans interruption pendant huit heures, après quoi les piles doivent être rechargées. Ce type d'appareil protège les personnes qui portent une moustache ou une barbe et n'exige pas un ajustement d'essai. Ces appareils sont pourvus de différentes formes de casques et peuvent être munis de différentes cartouches et combinaisons de cartouches. Les casques et les cagoules en Tyvek sont les moins chers, sont jetables et offrent un maximum de protection. Les appareils respiratoires à adduction d'air filtré sont plus coûteux que d'autres appareils, mais ils sont recommandés en cas de prolifération massive de moisissures.

Deux modèles d'appareil respiratoire à adduction d'air filtré valent mention : l'appareil 3M Breathe-Easy et le 3M Air-Mate HEPA 10 et HEPA 12. Les deux derniers sont moins chers, mais ne fonctionnent uniquement qu'avec un filtre HEPA. La cagoule distingue l'Air-Mate 10 de l'Air-Mate 12. Dans le premier cas, une cape qui couvre les épaules prolonge la cagoule. L'Air-Mate 12 est muni d'une cagoule. Le modèle Breathe-Easy est le plus cher,

mais il est plus polyvalent parce qu'il est possible d'y adjoindre des cartouches diverses ou des cartouches combinées (par exemple, un filtre HEPA et une cartouche de protection contre les vapeurs organiques). Si l'on achète également le tuyau respiratoire qui s'adapte à l'appareil, il devient possible de porter celui-ci avec l'une ou l'autre des cagoules Tyvek.

Protection des voies respiratoires et composés organiques volatils microbiens

Certaines moisissures produisent des métabolites volatils¹¹ qui sont à l'origine d'odeurs nauséabondes, y compris l'odeur de « moisi » caractéristique des endroits ou des objets humides. De nombreux différents types de composés ont été identifiés, mais il demeure que les principaux composés organiques volatils sont des alcools et des aldéhydes à chaîne courte. Les effets sur la santé de l'exposition aux composés organiques volatils microbiens (COVM) n'ont pas fait l'objet d'études poussées. Ces composés pourraient causer des maux de tête, des étourdissements et l'irritation des yeux et des muqueuses (Levetin, 1995).

En présence d'une odeur de moisissure, on recommande d'utiliser un filtre HEPA combiné à une cartouche de protection contre les vapeurs organiques. Les cartouches de protection contre les vapeurs organiques, et non les appareils de protection respiratoire ou les cartouches à



Figures 17. La façon correcte d'enlever des gants après avoir manipulé des matières moisies. On retourne le premier gant tout en l'enlevant. Ce premier gant est ensuite mis en boule et posé sur la paume de la main encore gantée. On enlève le second gant en le retournant. Cette technique réduit la dispersion des spores de moisissures et enveloppe les surfaces contaminées des gants.

filtres contre les particules, protègent des COVM. Certains appareils de protection respiratoire jetables qui protègent contre les particules sont pourvus d'un dispositif d'atténuation des vapeurs organiques nuisibles et peuvent convenir dans certaines circonstances. Il est possible de munir certains appareils de protection respiratoire à demi-masque ou à masque complet et certains appareils respiratoires à adduction d'air filtré avec un ensemble filtre HEPA et cartouche de protection contre les vapeurs organiques qui protège contre les COVM.

Lunettes de protection

Lorsque l'on est exposé à des moisissures, il faut aussi porter des lunettes de protection. Les lunettes appropriées et recommandées ne sont pas ventilées et doivent s'agencer avec un masque jetable ou un demi-masque. Les personnes qui portent des verres correcteurs peuvent éprouver de la difficulté à trouver des lunettes de protection qui s'ajustent étroitement tout en étant confortables. Le cas échéant, elles peuvent opter pour un masque complet ou un appareil respiratoire à adduction d'air filtré.

Lorsque l'on travaille avec des agents mouillants ou des solutions de nettoyage (par exemple, de fortes

Gants

On recommande aux personnes qui manipulent des matières moisies de porter des gants de protection. En raison du risque d'allergie au latex, les gants en vinyle (PVC) ou en nitrile sont recommandés. Les gants jetables sont remplacés au besoin. En cas de déchirure, changer immédiatement de gants. On enlève les gants jetables en rabattant le poignet du gant sur la paume pour l'enlever tout en le retournant. Une fois la première main libérée, rouler le premier gant en boule et le poser sur la paume de la main toujours gantée. Enlever le second gant de la même façon que le premier, celui-ci se trouvant alors emprisonné dans le second gant usé. Cette technique réduit la dispersion des spores de moisissures, d'une part en emprisonnant un gant dans l'autre et d'autre part en les retournant à l'envers de sorte que la surface non contaminée du gant (celle qui était en contact direct avec la main) se retrouve à l'extérieur. Toujours se laver les mains avec du savon et de l'eau après avoir touché des matières contaminées, même si on les a touchées avec des gants.

Il faut porter des gants appropriés lorsqu'on travaille avec des agents mouillants ou des solutions de nettoyage [c'est-à-dire des gants en vinyle (PVC) ou en nitrile épais en cas de fortes concentrations d'eau de Javel]. Les gants

Tableau 2. Équipement de protection personnelle recommandé (EPP)

Équipement de protection personnelle	Niveau 1 : petits espaces isolés (<0,3 m ² de moisissures visibles)	Niveau 2 : espaces isolés moyens (<0,3 m ² de moisissures visibles)	Niveau 3 : grands espaces isolés (<0,3 m ² de moisissures visibles)	Niveau 4 : contamination massive (<0,3 m ² de moisissures visibles)
Protection minimale des voies respiratoires	• respirateur jetable N95 ou N100	• respirateur N100 à demi-masque	• respirateur N100 à masque complet	• respirateur N100 à masque complet ou appareil respiratoire à adduction d'air filtré muni d'un filtre HEPA
Autre équipement	• gants jetables et lunettes de protection	• gants jetables, lunettes de protection et vêtements de protection	• gants jetables et vêtements de protection avec couverture et couvre-chaussures	• gants jetables et vêtements de protection avec couverture et couvre-chaussures
Protection supplémentaire	équipement de protection voulu pour les voies respiratoires, les yeux et les mains en cas d'utilisation d'agents mouillants ou de nettoyage (p. ex. fortes concentrations d'eau de Javel)			
Autres commentaires	• un respirateur jetable muni d'une cartouche de protection contre les vapeurs organiques nuisibles pour les COVM peut convenir	• une cartouche de protection contre les vapeurs organiques pour les COVM peut être appropriée		• une cartouche de protection contre les vapeurs organiques pour les COVM peut être appropriée • dans le cas d'une contamination massive, il faut probablement faire appel à des spécialistes pour assurer la récupération de la collection
	• le port du demi-masque, des gants, des lunettes de protection et des vêtements de protection est recommandé pour tous les travaux de récupération des collections, peu importe leur envergure, lorsque la présence de moisissures toxigéniques est soupçonnée ou confirmée			

Vêtements de protection

Tout le personnel exposé à des moisissures doit porter des vêtements de protection appropriés et correctement ajustés et attachés. On recommande le port de combinaisons, de couvre-cheveux et de couvre-chaussures lorsque des concentrations importantes de spores de moisissures risquent d'être dégagées dans l'air. On recommande que les vêtements de protection soient jetables, mais les vêtements réutilisables (sarraus de laboratoire ou combinaisons) peuvent convenir en cas d'infestations de petite et de moyenne envergure. Les vêtements de protection doivent être enlevés avant de quitter l'espace contaminé et lavés à l'eau chaude et à l'eau de Javel.

Comment se débarrasser des EPP jetables

Il n'existe pas d'exigences particulières quant à la façon de se débarrasser des EPP contaminés. Il faut toujours faire preuve de prudence quand on manipule et que l'on jette les EPP contaminés. Mettre les vêtements, gants et autres équipements jetables dans des sacs à ordures en plastique épais (6 mil) ou dans des sacs de plastique plus mince doublés. Sceller les sacs et les placer dans un contenant à ordures à l'extérieur du bâtiment.

Protecteurs d'oreilles

Lorsque le nettoyage des moisissures exige l'utilisation prolongée d'un aspirateur, le bruit peut poser un problème

de santé et de sécurité. Au besoin, on peut donc porter des protecteurs d'oreilles. L'intensité du son se mesure en décibels — dB(A). À entre 120-130 dB(A), le bruit est douloureux; au-dessus de 140 dB(A), il y a risque de dommage permanent de l'ouïe. Selon le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST), bien des organismes de réglementation recommandent un niveau sonore pondéré de 85-90 dB(A) comme limite d'exposition au bruit en une journée de travail de huit heures.

Les fabricants d'aspirateurs fournissent la cote de niveau sonore de leurs appareils. Ainsi, l'aspirateur Nilfisk (n° de modèle 8C-1950) est coté à moins de 70 dB(A) à une distance de 1,8 m (6 pi). Si l'on choisit de porter des bouchons d'oreilles, ils doivent être changés tous les jours pour réduire le risque de contamination microbienne par les moisissures.

Protection du dos

Lorsque les travaux de récupération exigent de déplacer des cartons lourds, il y a risque de lésion au dos. Selon des recherches faites par le CCHST, les lésions au dos sont à l'origine du tiers de toutes les absences au travail et de 40 % des coûts de compensation des travailleurs blessés. Le CCHST recommande de limiter à 20 kg les poids que doivent déplacer les travailleurs. Au-delà de cette limite, l'effort que doit fournir le dos est excessif. Le risque de lésion au dos est encore plus grand lorsque les travailleurs déplacent des charges lourdes dans un

endroit confiné, ce qui les oblige à se retourner et à pivoter en même temps qu'ils soulèvent une charge. Le CCHST recommande également que les travailleurs qui doivent soulever ou transporter à la main des charges pesant plus de 10 kg suivent une formation spéciale pour apprendre comment soulever une charge de façon sécuritaire. Dans certaines circonstances, il peut être nécessaire de porter une ceinture de soutien lombaire.

2.2 Le nettoyage des objets contaminés

Cette section est consacrée aux techniques de nettoyage des objets infestés de moisissures. L'information présentée ici peut servir à formuler un plan de récupération des collections ou à évaluer un plan préparé par des experts à l'externe. En revanche, il ne faut pas oublier qu'en cas d'infestation de moisissures, les circonstances varient d'un établissement à l'autre : il peut donc s'avérer nécessaire de modifier ou d'adapter l'information présentée ici. Dans la mesure du possible, il faut faire appel à l'expérience et au jugement d'experts pour évaluer le degré de contamination ainsi que le plan de récupération proposé.

Les musées, archives et bibliothèques sont confrontés à un problème supplémentaire dans la mesure où dans leur domaine, les objets moisissés sont généralement nettoyés et conservés, ce qui va à l'encontre des mesures conseillées dans le cas de l'assainissement d'un immeuble infesté de moisissures, où l'on recommande de jeter toutes les matières poreuses affectées.

Moyennant les précautions voulues, il est possible de nettoyer sans danger des infestations de moisissures de petite (<0,3 m²), moyenne (0,3–3 m²) et grande (3–10 m²) envergure. Par contre, il pourrait arriver qu'après avoir pris connaissance de l'information présentée ici, il soit impossible de parer à l'infestation sans faire appel à des spécialistes. Le cas échéant, s'adresser à des professionnels qui ont l'expérience des cas d'infestations de moisissures pour décider des mesures qu'il convient de prendre.

En cas d'infestation massive (>10 m²) d'une collection, on conseille de faire appel à des spécialistes. En effet, il peut être nécessaire d'effectuer un échantillonnage de l'air, une inspection des lieux et une évaluation des risques pour la santé, tâches qui relèvent d'experts. Un restaurateur qui connaît les techniques de récupération des objets infestés de moisissures peut fournir des conseils sur la façon la plus sûre et la plus appropriée d'éliminer les moisissures ou sur les services de nettoyage externes auxquels on peut avoir recours. Dans les cas d'infestation massive, l'enlèvement des moisissures suppose l'emploi d'une structure de confinement pour minimiser la dispersion des spores, l'utilisation d'appareils de nettoyage et d'EPP spécialisés et le respect de procédures particulières.

Aucune recherche ne prouve la supériorité d'une technique de nettoyage particulière selon le degré de contamination.

L'information présentée ici constitue uniquement une ligne directrice générale et est sujette à l'évaluation par des spécialistes qui ont déjà été appelés à nettoyer des objets moisissés ou à travailler dans des milieux contaminés.

Avant le nettoyage

Avant d'entamer les travaux de nettoyage, il faut songer aux considérations suivantes :

- les personnes souffrant d'allergies, de troubles cardiaques, de troubles respiratoires comme l'asthme ou de troubles immunitaires ne devraient pas manipuler ou nettoyer des objets infestés de moisissures;
- il faut porter l'EPP approprié;
- les appareils de protection respiratoire devraient être essayés et ajustés à l'avance;
- les mesures de sécurité voulues devraient être en place pour protéger le personnel et le milieu de travail;
- le matériel de nettoyage devrait être sur place et les pratiques de nettoyage devraient être décidées à l'avance;
- il faut se servir des solutions de nettoyage et de désinfection qui conviennent;
- un lavabo pour se laver les mains devrait se trouver à proximité de l'espace de travail et le personnel devrait s'en servir avant de le quitter;
- il faut examiner les objets pour vérifier s'ils présentent des pièces lâches et soit les remettre en place immédiatement pour éviter qu'elles ne se détachent pendant le nettoyage, soit les ranger dans des sacs, en notant leur position sur l'objet, pour les remettre en place plus tard;
- il faut être prêt à consigner le détail de toutes les mesures prises; les traitements effectués pour enlever les moisissures devraient être notés et ces documents devraient être versés au dossier de l'objet; il faut consigner des détails comme les conditions ambiantes qui ont pu causer la prolifération des moisissures, les méthodes de nettoyage employées et l'identification des moisissures, si celle-ci a été faite.

Procéder délicatement et, en cas de doute, consulter des spécialistes. Si les concentrations de moisissures s'avèrent supérieures aux évaluations originales, il faut être prêt à interrompre les travaux et à réévaluer la situation. Le cas échéant, il faut être prêt à changer l'EPP, à modifier la démarche ou à solliciter de l'aide à l'externe, selon les besoins.

Est-il possible d'enlever les moisissures?

Avant de tenter le nettoyage d'un objet, prendre des mesures pour neutraliser la prolifération végétative des moisissures. Voir la **section 1.3 Apparition de moisissures — Premières interventions** (p. 11) pour plus d'information sur la façon de procéder à cet égard. Faire un essai avec une petite brosse, sur une petite surface, pour voir si les moisissures s'enlèvent facilement. Dans bien des cas, les moisissures dormantes peuvent être enlevées à l'aide d'un aspirateur et d'une brosse. Par contre, un aspirateur et une brosse ne suffisent pas à enlever les taches laissées

par les moisissures sur un objet. Celles-ci doivent faire l'objet d'un traitement aux mains d'un restaurateur et peuvent s'avérer très tenaces, voire impossibles à enlever.

Prévenir la dispersion des spores de moisissures

Les spores de moisissures sont facilement soulevées et portées par les courants d'air ou par les systèmes CVC; elles peuvent aussi voyager sur les gens et ainsi pénétrer d'autres parties d'une collection ou les espaces non contaminés d'un bâtiment. Il faut donc prendre des mesures pour éviter la dispersion des spores de moisissures et la contamination par les objets infestés de ceux qui ne le sont pas ou qui ont déjà été nettoyés (Florian, 2000).

Ces mesures incluent notamment les suivantes :

- dans la mesure du possible, faire sécher les matériaux infestés mouillés dans une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1;
- si ce n'est pas possible faute de disposer du matériel nécessaire et qu'il faut faire sécher à l'intérieur des objets infestés mouillés, prendre des précautions pour éviter la dispersion des spores de moisissures en couvrant les objets avec du papier de soie pendant qu'ils sèchent; le papier de soie emprisonne les spores à mesure que l'objet sèche et les empêche de se disperser dans l'air; si l'on se sert de ventilateurs pour faire sécher des objets moisissés, choisir un faible flux d'air et détourner le ventilateur de l'objet;
- isoler et entreposer les objets contaminés secs dans des contenants hermétiques ou les envelopper dans des feuilles de plastique épais en attendant de pouvoir les nettoyer;
- développer les objets ou ouvrir les contenants à un endroit désigné pour le nettoyage des moisissures (c'est-à-dire dans une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1, ou à l'extérieur);
- utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA;
- au besoin, positionner l'aspirateur pour que la sortie d'air se trouve hors de l'espace contaminé;
- les objets qui se trouvent dans la pièce ou à l'endroit infesté de moisissures, ou à proximité, et qui ne semblent pas contaminés devraient néanmoins être nettoyés parce qu'ils peuvent être contaminés même si les moisissures ne sont pas visibles à l'œil nu;
- nettoyer ou jeter les matériaux d'emballage contaminés;
- nettoyer et désinfecter le matériel de nettoyage, les outils, l'espace d'entreposage et le mobilier;
- enlever les vêtements de protection en les retournant à l'envers;
- il n'existe pas d'exigences particulières quant à la façon de se débarrasser des matériaux moisissés (par exemple EPP jetable, matériaux d'emballage, sacs et filtres d'aspirateurs); pour jeter des matériaux contaminés, les introduire directement dans des sacs à ordures en plastique épais (6 mil) ou dans des sacs à ordures en plastique mince doublés, sceller les sacs et les placer dans un bac à ordures à l'extérieur du bâtiment;

- se laver les mains avec de l'eau tiède et du savon immédiatement après avoir enlevé les gants de protection;
- interdire la consommation de nourriture, de boissons, de gomme à mâcher et de tabac à l'endroit réservé au nettoyage des objets.

Choix de l'endroit désigné pour le nettoyage

Si possible, nettoyer les objets contaminés par des moisissures à l'intérieur, dans une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1. **On déconseille l'utilisation d'un aspirateur ou d'une brosse à l'intérieur sans avoir également recours à une enceinte de confinement.**

S'il n'est pas possible d'avoir accès à une hotte fermée ou à une enceinte de biosécurité de classe 1, il est parfois possible de nettoyer les objets à l'extérieur. Choisir une journée dégagée et sèche; s'installer loin des gens et des prises d'air extérieur du bâtiment. Porter l'EPP approprié. Une fois les objets propres ou la journée achevée, nettoyer et désinfecter toutes les surfaces de travail, les outils et le matériel avant de les ramener à l'intérieur. Introduire les matériaux contaminés (comme l'EPP jetable ou les matériaux d'emballage des objets) directement dans des sacs à ordures en plastique épais (6 mil) ou dans des sacs à ordures en plastique mince doublés, sceller les sacs et les placer dans un bac à ordures à l'extérieur du bâtiment.

Si le temps ne se prête pas à un nettoyage à l'extérieur, les objets secs peuvent être enveloppés dans du plastique ou rangés dans un contenant hermétique puis conservés dans un milieu qui ne se prête pas à la prolifération des moisissures en attendant que le temps devienne plus propice à un nettoyage en plein air. En entreposant les objets contaminés dans ces conditions, on se trouve à stopper la prolifération des moisissures et donc la détérioration des objets.

Matériel et outils

Le matériel et les outils qui servent à nettoyer les objets incluent notamment un aspirateur muni d'un filtre HEPA et les accessoires complémentaires, des brosses, une hotte fermée à pression négative et une enceinte de biosécurité de classe 1.

Nettoyage à l'aspirateur

Un nettoyage soigné à l'aspirateur est un des moyens les plus efficaces d'éliminer les moisissures et de réduire le nombre de spores présentes sur un objet. Ce nettoyage doit cependant être systématique et approfondi. Il faut passer l'aspirateur sur tout l'objet, pas seulement aux endroits où les moisissures sont visibles. En effet, les moisissures peuvent proliférer invisiblement, à des endroits inattendus. Si possible, passer l'objet à l'aspirateur au moins à deux reprises : travailler dans une direction la première fois, puis perpendiculairement à celle-ci la seconde.

On peut envisager d'utiliser les techniques suivantes au moment du nettoyage à l'aspirateur :

- tenir l'embout de l'aspirateur près de l'objet, mais sans y toucher;
- pour le nettoyage des objets plats ou fragiles, recouvrir l'embout de l'aspirateur d'une toile fine;
- fixer une brosse miniature ou une brosse d'aspirateur sur l'embout de l'aspirateur;
- déloger les moisissures tenaces avec une brosse à soies douces, en brossant en direction de l'embout de l'aspirateur.

Faire preuve de vigilance : il ne faut pas que l'embout de l'aspirateur touche accidentellement l'objet. La succion d'un aspirateur appliquée directement sur un objet risque de l'endommager. Trouver un moyen de retenir le tuyau de l'aspirateur à un endroit donné pendant le déplacement de l'objet, pour éviter qu'il ne soit dans le chemin. Lorsque le nettoyage se fait dans une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1, le tuyau et l'embout contaminés de l'aspirateur, à l'instar des autres outils de nettoyage, doivent demeurer dans l'enceinte de sécurité.

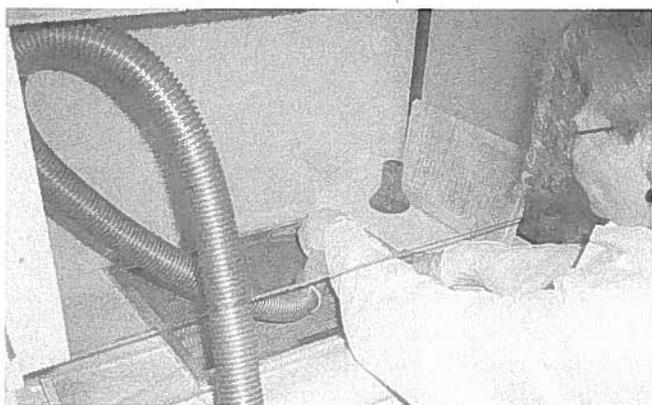


Figure 18. Une restauratrice travaillant dans une enceinte de biosécurité de classe 1. L'embout de l'aspirateur est fixé en place pour éviter un contact accidentel avec l'objet et conserver l'embout contaminé dans l'enceinte.

Aspirateur muni d'un filtre HEPA et accessoires

Lorsqu'il s'agit de nettoyer un objet infesté de moisissures, l'aspirateur donne de bons résultats. En effet, il prélève plus de spores que le nettoyage avec un balai ou une brosse. Pour éviter la dispersion des spores de moisissures dans le milieu environnant, on conseille fortement d'utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA. Il est aussi préférable de choisir un aspirateur dont la vitesse est réglable, pour pouvoir réguler la force d'aspiration.

Il faut changer les sacs d'aspirateur quand ils sont à moitié pleins pour éviter une baisse de la force de succion, à intensité maximale, de l'appareil. Le changement du sac devrait se faire à l'extérieur, dans la hotte fermée ou dans l'enceinte de biosécurité de classe 1.

Il faut aussi avoir soin de porter l'EPP approprié pendant le changement du sac, pour éviter une exposition accidentelle aux spores de moisissures. Jeter les sacs d'aspirateur et les filtres contaminés en les introduisant dans des sacs à ordures en plastique épais (6 mil) ou dans des sacs à ordures en plastique mince doublés, sceller les sacs à ordures et les placer dans un bac à ordures à l'extérieur du bâtiment.

Changer le filtre HEPA et le préfiltre de l'aspirateur en suivant les consignes du fabricant. Changer les filtres à l'extérieur, dans une hotte fermée ou dans une enceinte de biosécurité de classe 1, en portant l'EPP approprié. Essuyer le plan de travail, l'extérieur de l'aspirateur et le tuyau de l'aspirateur avec un linge humide pour éliminer les spores de moisissures qui ont pu s'y déposer.

Noter la date à laquelle les filtres de l'aspirateur ont été changés, dans un registre ou dans le manuel d'utilisation de l'appareil. Selon la fréquence d'utilisation de l'aspirateur et le degré de contamination, un filtre HEPA reste efficace pendant plusieurs années. Les préfiltres doivent être changés plus souvent. Si les préfiltres sont changés régulièrement, les filtres HEPA durent plus longtemps.

Une trousse d'outils miniatures est un accessoire d'aspirateur utile. Ce genre de trousse contient des petites brosses et des petits suceurs ainsi qu'un adaptateur qui permet de les fixer à n'importe quel aspirateur. Ces trousse, peu coûteuses, se vendent dans les magasins de machines à coudre, d'ordinateurs et d'aspirateurs.

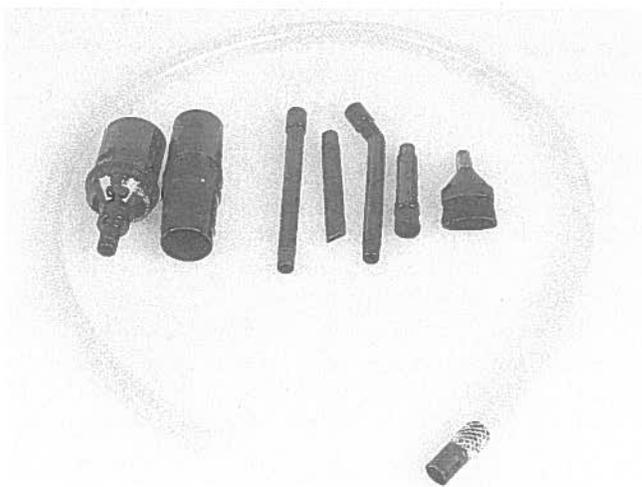


Figure 19. Trousse d'outils de nettoyage miniatures pour l'aspirateur.

Pour le nettoyage à l'aspirateur de nombreux objets, on peut se servir d'un écran protecteur formé d'un morceau de moustiquaire en fibre de verre tendu sur un cadre en métal. On le pose sur l'objet pendant le nettoyage : il l'empêche de glisser et le protège tout en permettant d'appliquer l'embout de l'aspirateur proche de l'objet. Comme l'écran

protège l'objet pendant le nettoyage à l'aspirateur, il convient de l'utiliser pour nettoyer des objets plats et fragiles. Dans le cas d'un objet de grandes dimensions, on se sert du même écran, mais en procédant section par section. Les vitriers et fabricants de fenêtres sont en mesure de fabriquer des écrans protecteurs sur mesure. Il n'est pas obligatoire que l'écran soit tendu sur un cadre, mais il faut alors en recouvrir les bords coupants pour protéger l'objet, par exemple avec du ruban sergé cousu en place. Il est plus rapide de recouvrir les bords de l'écran avec du ruban-cache, à condition que le bord gommé ne soit aucunement exposé.

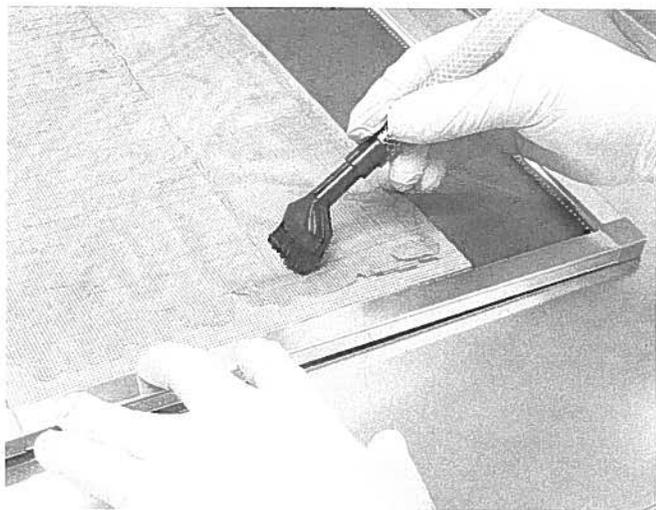


Figure 20. Restaurateur se servant d'un écran protecteur et d'un aspirateur dont l'embout est muni d'une petite brosse, réglé à la moindre force d'aspiration, pour nettoyer un papier fragile.

Il est pratique courante, lorsque l'on passe des objets à l'aspirateur, d'en couvrir l'embout avec une pièce de moustiquaire pour éviter d'aspirer des petites pièces lâches éventuellement présentes. Cette technique évite la perte de ces pièces et convient pour le nettoyage à l'aspirateur de la plupart des objets tridimensionnels. Lorsqu'il s'agit de nettoyer des objets plats et fragiles, l'écran protecteur décrit précédemment offre une mesure de protection supplémentaire.

Un suceur d'aspirateur en forme d'entonnoir ou de cloche peut être utile pour éliminer les moisissures. Comparativement à un tuyau d'aspirateur droit, ce genre d'accessoire est conçu de façon à uniformiser le mouvement de l'air, ce qui en améliore l'efficacité et le taux d'extraction en plus de capter une plus forte proportion de particules. Il est plus utile encore si on l'utilise en même temps qu'une brosse pour repousser les moisissures vers le suceur de l'aspirateur.

Brosses

On doit se servir de brosses à soies fermes, mais non dures. Il est utile d'avoir à portée de main un assortiment

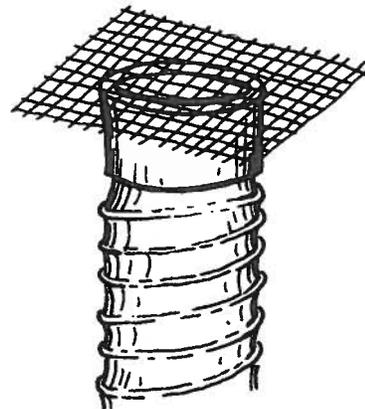
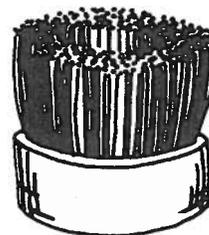


Figure 21. Un écran protecteur placé sur l'embout de l'aspirateur.



Figure 22. Un restaurateur se sert d'un suceur en forme de cloche et d'une brosse douce pour éliminer des moisissures tenaces d'un objet en papier.

de brosses peu coûteuses, de largeurs différentes, pour pouvoir choisir celle qui convient le mieux selon l'objet à nettoyer. Au besoin, recouvrir la virole (la bande de métal qui fixe les soies au manche de la brosse) avec du ruban de plomberie en téflon pour éviter que le bord aiguisé du métal n'égratigne l'objet par inadvertance. Les brosses qui servent à enlever des moisissures devraient être étiquetées pour indiquer qu'elles sont réservées à cette utilisation, pour éviter que l'on ne s'en serve pour nettoyer des objets qui ne sont pas moisis.

Hottes fermées à pression négative

Une hotte fermée à pression négative est conçue afin d'emprisonner les vapeurs et les gaz dangereux dégagés dans la hotte et de les ventiler hors de l'édifice. On peut nettoyer les objets infestés de moisissures en les passant à l'aspirateur dans une hotte fermée à pression négative. Une fois qu'ils sont propres, il faut nettoyer et désinfecter l'intérieur de la hotte fermée pour éviter que les objets qui y seront placés plus tard ne soient contaminés par les moisissures.

Enceinte de biosécurité de classe 1

Une enceinte de biosécurité de classe 1 est une enceinte ventilée destinée à protéger les personnes parce que le flot d'air intérieur est orienté dans la direction opposée à celle dans laquelle se trouve l'utilisateur. Ce type d'enceinte est conforme aux lignes directrices en matière de santé et de sécurité lorsque l'on travaille avec des moisissures (Santé Canada, 1996). L'enceinte est munie d'un filtre HEPA pour protéger le milieu environnant. Quand elle est en marche, l'air ambiant est aspiré par le devant de l'enceinte pour empêcher le dégagement d'aérosols dans la pièce. Avant d'être évacué de l'enceinte, l'air est forcé au travers d'un filtre HEPA d'évacuation; l'air recirculé dans la pièce ne contient donc pas de matières particulaires. Une enceinte de biosécurité de classe 1 n'est pas une hotte fermée pour produits chimiques et ne peut donc servir en présence de solvants.

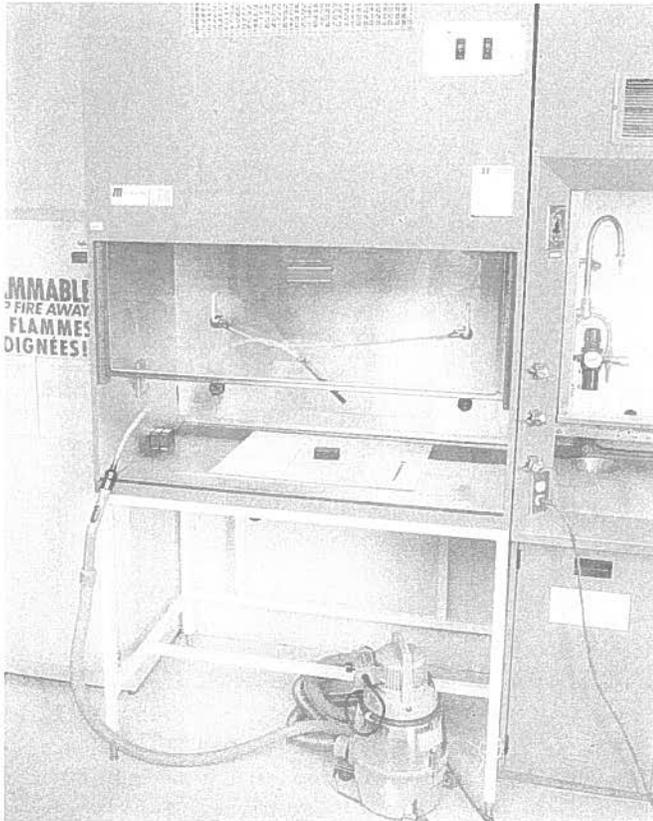


Figure 23. Enceinte de biosécurité de classe 1 Microzone et aspirateur muni d'un filtre HEPA, avec force d'aspiration variable.

Si possible, le nettoyage des objets moisiss devrait se faire dans une enceinte de biosécurité de classe 1. Avant d'utiliser une enceinte de biosécurité de classe 1, il est recommandé de la faire certifier conforme aux normes fixées par l'Institute of Environmental Science, en faisant appel à un technicien de contrôle qualifié. La vitesse d'entrée de l'air et l'efficacité du filtre HEPA devraient être contrôlées. Dans des conditions normales, l'enceinte devrait faire l'objet d'un contrôle annuel. Si elle est munie d'un préfiltre, il peut être nécessaire de le changer régulièrement pour que l'enceinte continue de fonctionner efficacement. Le filtre HEPA devrait être changé par le certificateur. Selon l'intensité de l'usage, les filtres HEPA sont habituellement changés aux cinq ans. Si l'on déplace l'enceinte de biosécurité de classe 1, elle devrait être certifiée de nouveau.

Il est rare que les enceintes de biosécurité de classe 1 vendues dans le commerce soient suffisamment grandes pour accommoder les objets de grande dimension. Au besoin, on peut envisager de consulter les fabricants de ces produits pour voir s'ils peuvent construire une enceinte sur mesure, adaptée aux besoins de l'utilisateur¹². L'alternative est de s'installer à l'extérieur pour nettoyer les objets de grande dimension infestés de moisissures.

Comment travailler avec une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1

Suivre les pratiques recommandées dans le cas des hottes de laboratoire. Par exemple, éloigner tous les appareils et outils d'au moins 15 cm de la face de la hotte (il est utile de poser une bande indicatrice sur l'établi, à titre de rappel visuel) et ne pas mettre la tête dans la hotte pendant le dégagement de contaminants. Pour que l'air circule le plus efficacement possible, ne pas bloquer les fentes de la hotte ni l'encombrer d'objets superflus.



Figure 24. Enceinte de sécurité munie d'un filtre HEPA, conçue spécialement pour les objets de grande dimension.

Outre les consignes de sécurité à suivre lorsque l'on travaille dans une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1, il est important d'adopter une procédure de nettoyage qui empêche la dispersion des spores de moisissures hors de la hotte de laboratoire. Ainsi, il faut éviter de débarrasser les objets moisissés ou de les retirer de leur contenant tant qu'ils ne sont pas placés dans la hotte fermée ou l'enceinte de biosécurité de classe 1. Les marches à suivre peuvent varier selon les projets de nettoyage et parfois selon le nombre et le type d'objets à nettoyer. Toutefois, si l'on prend des précautions, il n'est pas nécessaire de prendre des mesures de protection des voies respiratoires pendant le nettoyage des objets contaminés dans une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1. Par contre, il reste nécessaire de porter des vêtements et des gants de protection.

On recommande le nettoyage à l'aspirateur ou l'emploi combiné de l'aspirateur et d'une brosse pour repousser les moisissures en direction de l'embout de l'aspirateur. Cette technique limite la salissure de l'intérieur de la hotte fermée ou de l'enceinte de biosécurité de classe 1, ce qui peut éventuellement en réduire la fréquence de nettoyage.

Quand et comment nettoyer et désinfecter les outils, l'équipement et les plans de travail

Pour éliminer les spores de moisissures des outils, de l'équipement et des plans de travail, d'une hotte fermée ou d'une enceinte de biosécurité, commencer par faire un nettoyage avec un aspirateur muni d'un filtre HEPA. Ensuite, nettoyer les surfaces avec un détergent liquide, puis avec une solution désinfectante. Utiliser des chiffons jetables ou laver les chiffons en tissu après avoir terminé le nettoyage.

Détergent liquide

On peut essuyer ou laver les plans de travail, les outils et l'équipement avec une solution d'eau et de détergent liquide. Un détergent pour emploi ménager convient.

Solution désinfectante

On peut désinfecter les plans de travail, les outils et l'équipement avec une solution d'eau et d'eau de Javel. On recommande d'utiliser une solution à 0,5 % d'hypochlorite de sodium (eau de Javel) comme agent désinfectant¹³ (Maheux, 2002). On la dilue en mêlant 1 L d'hypochlorite de sodium à 5 % (5 % est la concentration d'eau de Javel la plus répandue) avec 9 L d'eau pour obtenir un volume total de 10 L. On peut également diluer 250 mL d'eau de Javel dans 2,25 L d'eau pour faire 2,5 L de solution désinfectante. Dans les deux cas, l'eau de Javel est diluée à raison de 1 pour 10.

Bien mouiller la surface à nettoyer avec la solution désinfectante. Pour désinfecter complètement les surfaces, il faut que la solution désinfectante repose pendant 15 à 20 minutes. Lorsque l'on se sert d'une solution

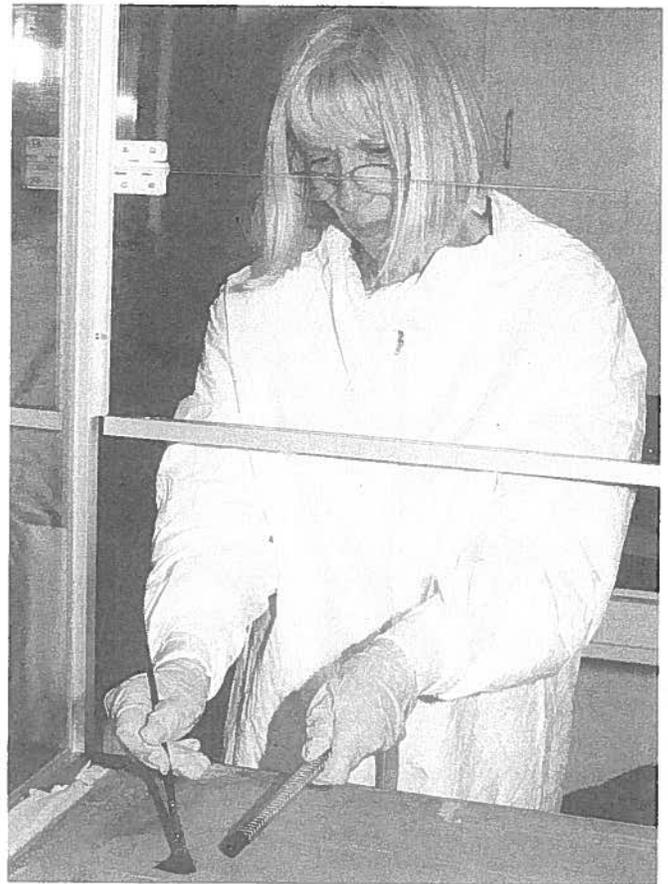


Figure 25. Une restauratrice travaille dans une enceinte de sécurité munie d'un filtre HEPA.

désinfectante, il faut veiller à porter l'EPP qui convient, à se protéger les voies respiratoires et à porter des gants et des lunettes de protection contre les éclaboussures. Dès que l'eau de Javel et l'eau sont mêlées, le pouvoir désinfectant de la solution commence à s'amenuiser; il faut donc veiller à préparer uniquement la quantité de solution requise. Ne jamais mêler d'eau de Javel avec de l'ammoniaque ou avec des produits de nettoyage qui contiennent de l'ammoniaque. Le contact de ces deux substances cause le dégagement de vapeurs toxiques.

Fréquence de nettoyage et étiquetage de l'équipement

Lorsque les opérations de récupération durent plusieurs jours ou semaines, nettoyer les plans de travail et les outils deux ou trois fois par semaine. Désinfecter une fois par semaine.

Une fois que toutes les moisissures ont été éliminées, nettoyer, désinfecter et sécher complètement l'équipement et les plans de travail, y compris l'aspirateur, les accessoires et brosses d'aspirateur, les écrans protecteurs et les brosses. Les petits outils manuels, accessoires d'aspirateur et brosses peuvent être rangés dans des contenants hermétiques. Étiqueter le contenant pour indiquer qu'il contient du matériel servant à l'élimination

des moisissures. Les brosses peu coûteuses ou usées peuvent être jetées, en les considérant comme des déchets contaminés.

2.3 Le nettoyage des réserves

Lorsque l'envergure de l'infestation de moisissures varie de petite à grande, il faut veiller à isoler la réserve affectée, à y limiter l'accès et à en couvrir l'entrée avec des feuilles de polyéthylène tant que l'endroit n'a pas fait l'objet d'un nettoyage approfondi. Si l'infestation est massive, des mesures supplémentaires s'imposent. Le cas échéant, on conseille de consulter des spécialistes.

Rechercher la cause de la prolifération des moisissures et rectifier le problème avant de remettre les objets dans la réserve. Nettoyer et désinfecter la réserve avant d'y replacer les objets, y compris les murs, le plancher, le plafond, le mobilier et tout ce qui s'y trouve, par exemple étagères, livres, papiers, tapis, parures de fenêtres et ordinateurs. On peut essuyer délicatement les surfaces externes d'un ordinateur avec une solution de détergent liquide. L'intérieur du boîtier des ordinateurs est typiquement très poussiéreux à cause du ventilateur qui s'y trouve pour assurer le refroidissement des composantes. Il peut être nécessaire de nettoyer l'intérieur d'un ordinateur qui a été exposé à un milieu infesté de moisissures. Le cas échéant, s'adresser à une entreprise qui se spécialise dans le nettoyage d'ordinateurs.

Employer les solutions de nettoyage et désinfectante décrites plus haut, en prenant les précautions qui s'imposent et en portant l'EPP qui convient.

Utiliser des techniques de nettoyage qui ne dérangent pas la poussière. Essuyer les surfaces rigides, comme le plancher, les murs et les étagères en métal, avec un chiffon humide. Passer à l'aspirateur, avec un appareil muni d'un filtre HEPA, les surfaces poreuses, comme les parures de fenêtres, les papiers, les meubles capitonnés. Si le nettoyage des réserves se fait à l'aspirateur, placer celui-ci à l'extérieur de la pièce et utiliser un long tuyau pour passer l'aspirateur, afin de minimiser les mouvements d'air dans la réserve et de déranger le moins possible la poussière. Passer l'aspirateur à plusieurs reprises, en travaillant perpendiculairement d'une fois à l'autre, pour aspirer les spores de moisissures résiduelles. Inspecter les conduits, les filtres et les serpentins d'échange thermique des systèmes de CVC et autres systèmes du bâtiment ou de la pièce. Au besoin, les faire nettoyer et désinfecter.

Les objets dont la surface est poreuse, comme les cartons de rangement, qui sont infestés de moisissures devraient être jetés en les traitant comme des objets contaminés et remplacés. Si le niveau d'infestation est de moyen à élevé, passer l'extérieur des sacs à ordures à l'aspirateur avant de les emporter à l'extérieur du bâtiment en empruntant l'itinéraire le plus direct pour ce faire.

2.4 Techniques de nettoyage et considérations concernant certains objets

Le nettoyage soigné et intégral avec un aspirateur muni d'un filtre HEPA constitue l'une des techniques les plus efficaces d'élimination des moisissures présentes sur les objets. Quand c'est possible, on peut faire appel à d'autres techniques de nettoyage pour réduire encore plus la concentration finale de spores.

Le tableau 3 (p. 30) contient des renseignements supplémentaires et rend compte d'autres techniques de nettoyage dans le cas de types précis d'objets.

2.5 Considérations postnettoyage

Après avoir nettoyé les objets et les espaces de travail, la collection récupérée doit être surveillée et le risque que les objets continuent de présenter pour la santé doit être géré.

Surveillance de la collection

Les objets qui ont été infestés de moisissures et qui ont été nettoyés sont plus susceptibles à la prolifération de moisissures que les objets qui n'ont jamais été affectés. Il faut inspecter visuellement les objets à intervalles réguliers (p. ex. tous les six mois); si la collection est volumineuse, l'inspection portera sur un échantillon. Advenant un taux d'HR élevé ou la pénétration d'eau, les objets qui ont déjà été infestés par des moisissures devraient être inspectés en premier.

Préoccupations pour la santé après le nettoyage

Que veut dire « propre »? Pour l'instant, on ignore dans quelle mesure les matériaux auparavant infestés puis nettoyés continuent de poser un risque pour la santé. Un nettoyage attentif et soigné élimine les moisissures. Un nettoyage attentif et exhaustif à l'aspirateur réduit la concentration totale de spores présentes sur l'objet. Malheureusement, mise à part l'inspection visuelle, il n'existe pas pour l'instant de méthode simple qui permette de vérifier dans quelle mesure le nettoyage a été efficace. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il est si important d'effectuer un nettoyage attentif et complet, en se servant de l'équipement qui convient et en suivant les recommandations en la matière.

Néanmoins, même une fois qu'un objet a été soigneusement nettoyé, il restera probablement des spores et des fragments de moisissures, particulièrement dans le cas de substrats poreux comme le papier, ce qui peut poser un problème de santé pour certaines personnes. La susceptibilité individuelle varie selon la prédisposition génétique, l'âge, l'état de santé général et les expositions concurrentes et répétées.

Il n'existe pas de lignes directrices sur la manipulation des objets auparavant infestés qui ont été nettoyés. Il peut donc être avisé de faire preuve de prudence lorsque l'on

manipule et que l'on utilise ces objets. Ainsi, on peut identifier l'objet de façon que les utilisateurs puissent prendre des précautions avant de le toucher, par exemple en enfilant des gants jetables avant de manipuler l'objet et en se lavant les mains avec de l'eau et du savon après l'avoir touché.

Il peut arriver que l'information que contiennent des livres, des papiers ou des documents moisiss soit saisie, dans des conditions contrôlées, sur un autre support (p. ex. photocopies). Dans certains cas, il peut être nécessaire d'effectuer un nettoyage sommaire pour obtenir une meilleure qualité à la reproduction. Si l'on conserve l'original, il faut veiller à l'étiqueter soigneusement pour indiquer la présence de moisissures et à l'entreposer dans des conditions qui ne sont pas propices à la prolifération des moisissures.

Conclusion

Les moisissures constituent une grave menace pour la santé et il faut donc prendre toutes les mesures nécessaires pour limiter l'exposition des personnes aux moisissures.

Les mesures prises pour combattre une infestation de moisissures doivent viser d'abord la régulation du milieu. En cas d'infestation de moisissures dans une collection à valeur patrimoniale, il faut procéder à l'élimination systématique des moisissures visibles ainsi qu'à la réduction de la quantité de spores présentes sur les objets. Moyennant les précautions voulues, les infestations de moisissures de petite (<0,3 m²), de moyenne (0,3–3 m²) et de grande envergure (3–10 m²) dans une collection peuvent être

nettoyées en toute sécurité en suivant les directives fournies dans le présent bulletin technique. En cas d'infestation de très grande envergure (>10 m²), on conseille de s'adresser à des spécialistes. Dans le doute, toujours faire appel à des spécialistes pour choisir la meilleure façon de procéder.

Remerciements

Les auteures remercient les personnes suivantes qui ont généreusement donné de leur temps pour revoir le présent document et offrir des conseils : M. Cavaliere, professeur de biologie au Département de biologie du Gettysburg College (Pennsylvanie); Diana Hobart Dicus, restauratrice d'objets en pratique privée exerçant à Boise (Idaho); Mary-Lou Florian, adjointe de recherche au Royal British Columbia Museum, Victoria (Colombie-Britannique); Luc Maheux, gestionnaire, Unité de la surveillance en milieu de travail, Programme de santé au travail et de sécurité du public, Santé Canada; Hanna Szczepanowska, restauratrice d'œuvres sur papier, Anthropology Conservation Lab, National Museum of Natural History, Washington (D.C.) et professeure adjointe au Département d'anthropologie, George Washington University de Washington (D.C.).

Les auteures remercient également leurs collègues au sein de la Division du traitement et du développement et de la Division des services de conservation préventive de l'ICC qui ont commenté ce manuscrit, particulièrement Carole Dignard, qui en a fait une révision approfondie et qui a encouragé les auteures, Tom Strang et Stefan Michalski, qui ont précisé les questions de conservation préventive, et Michael Harrington, de son soutien et ses encouragements.

Tableau 3. Nettoyage des objets infestés par les moisissures

Le tableau qui suit est fourni uniquement à titre d'indication générale. Prière de consulter le corps du document pour obtenir des précisions sur le nettoyage à l'aspirateur, l'équipement de protection personnelle (EPP) et les questions de santé et de sécurité liées au nettoyage des objets infestés de moisissures. Prendre les mesures nécessaires pour neutraliser les moisissures végétales avant de nettoyer les objets. Voir la **Section 1.3 Apparition de moisissures – Premières interventions** (p. 11) pour plus d'information sur la façon de neutraliser les moisissures présentes sur les objets. Avant d'entreprendre un traitement destiné à éliminer des moisissures, inspecter soigneusement l'objet pour en évaluer l'état et pour repérer des éléments lâches ou fragiles, le cas échéant. En présence de tels éléments, les fixer en place ou prévoir le nécessaire pour pouvoir les introduire dans des sacs et en consigner l'emplacement s'ils se détachent de l'objet. Être prêt à noter les mesures prises. En effet, tout traitement visant l'élimination de moisissures devrait être consigné et la documentation conservée. Le nettoyage à l'aspirateur ou avec une brosse n'élimine pas les taches laissées sur les objets par les moisissures. Le nettoyage de ces taches, qui peuvent s'avérer très tenaces, voire impossibles à enlever, doit être confié à un restaurateur. Pour décider si des mesures de nettoyage autres qu'élémentaires (nettoyage à l'aspirateur et brossage) sont possibles, voir les Notes de l'ICC correspondantes. Les restaurateurs doivent consulter des ouvrages sur la conservation pour trouver de l'information sur les traitements spécialisés qui permettent d'éliminer les moisissures ou les taches présentes sur les objets.

Objet	Mesures à prendre
Objets endommagés par l'eau	<p>Manipuler délicatement les objets parce qu'ils risquent d'être fragiles. Il est possible de sécher certains objets en abaissant le taux d'HR ambiant et en augmentant la circulation d'air. Les objets moisissés doivent être séchés à l'air libre de façon à éviter la dispersion des spores de moisissures à proximité des personnes ou dans un édifice. Par exemple, si l'on se sert de ventilateurs pour sécher un objet, les régler à basse vitesse et ne pas les orienter directement sur l'objet; couvrir celui-ci avec du papier de soie qui sert à emprisonner les spores qui se soulèvent de l'objet pendant le séchage. On peut également choisir de sécher les objets à l'extérieur ou dans une hotte fermée ou une enceinte de biosécurité de classe 1. Une fois les moisissures neutralisées, on peut nettoyer l'objet en suivant les consignes données dans le présent tableau et ailleurs dans le bulletin technique.</p> <p>La congélation stoppe la prolifération des moisissures. Ainsi, dans bien des cas, les objets endommagés par l'eau peuvent être congelés, puis lyophilisés ou séchés à l'air libre à un moment opportun ou quand les circonstances le permettent. La congélation tue les hyphes (filaments vivants) des moisissures, mais les spores (éléments reproducteurs) ne sont pas détruites. À l'état dormant, les spores de moisissures supportent des températures de congélation, mais elles résistent moins bien à un cycle congélation-décongélation. En revanche, l'alternance congélation-décongélation tue les spores de moisissures actives. Cette méthode convient donc dans le cas de maints objets endommagés par l'eau ou moisissés, à condition qu'ils puissent être congelés puis soit lyophilisés, soit séchés à l'air libre. Prière de consulter des ouvrages sur la conservation qui abordent les mesures de recouvrement des collections d'objets patrimoniaux après une catastrophe pour obtenir des précisions sur le sujet.</p>
Livres	<p>Inspecter l'extérieur et l'intérieur des couvertures, le dos et les pages des livres pour repérer les traces de moisissures. Les moisissures risquent de ramollir et de fragiliser le papier et le carton des couvertures : il faut donc manipuler et nettoyer les livres avec prudence. Si des moisissures sont présentes sur les pages du livre, il faut inspecter et nettoyer chacune des pages affectées. Si les pages intérieures ne sont pas affectées, garder l'ouvrage fermement clos pendant le nettoyage de son extérieur. Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA pour nettoyer le bord des pages intérieures et des cartons de couverture. Des outils miniatures sont utiles pour nettoyer les petits interstices dans le dos du livre. Passer l'aspirateur sur tout le livre pour réduire la concentration totale de spores. Au besoin, essuyer les cartons de couverture avec un linge humide ou sec après avoir terminé le nettoyage à l'aspirateur pour éliminer les spores de moisissures résiduelles. Jeter les chiffons usés ou les laver.</p> <p>Pour plus d'information sur le soin et le nettoyage des livres, et notamment sur la marche à suivre pour les passer à l'aspirateur, voir la Note de l'ICC n° 11/7 <i>Le soin des livres</i>.</p>
Papier	<p>Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Si le papier est fragile, le passer délicatement à l'aspirateur en le protégeant avec un écran. Passer le recto et le verso du papier à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores.</p> <p>Après le nettoyage à l'aspirateur, on conseille de nettoyer la surface du papier avec des gommes à effacer recommandées pour éliminer les spores enchâssées et fragments de moisissures ainsi que les saletés qui pourraient nourrir d'autres moisissures à l'avenir. Après cette étape, les gommes à effacer seront contaminées par les spores de moisissures. En éliminer soigneusement toutes les traces de l'objet et le sceller dans un papier que l'on jettera à la poubelle. Voir le Bulletin technique de l'ICC n° 11, <i>Techniques de nettoyage à sec du papier</i>, pour plus d'information sur le nettoyage superficiel.</p> <p>Le lavage, le nettoyage avec un solvant, les traitements aux enzymes et le blanchiment sont d'autres options en matière de traitement du papier. Par contre, ils doivent être exécutés par un restaurateur spécialisé dans le traitement des œuvres sur papier. Même après ces traitements supplémentaires, les taches laissées par les moisissures peuvent persister.</p>
Objets placés dans des contenants (p. ex. dans des cartons, des chemises, des malles)	<p>Retirer le ou les objets de leur contenant. Les nettoyer en suivant les consignes données dans le présent tableau et ailleurs dans le bulletin technique. Inspecter le contenant pour vérifier s'il présente des traces de moisissures. Avant de le jeter, s'assurer qu'il n'a pas de valeur en soi. Si c'est le cas, le nettoyer et le conserver. Autrement, jeter le contenant moisi et ranger l'objet dans un contenant neuf. Recopier sur le nouveau contenant toute information inscrite sur l'ancien. Les boîtes en Coroplast ou en Cor-X peuvent être nettoyées, désinfectées, séchées et réutilisées.</p>

Objet	Mesures à prendre
Parchemin ou papier vélin	<p>Le parchemin et le vélin sont très sensibles aux fluctuations du taux d'HR. Les documents risquent d'être pliés, fragiles et collés ensemble. On ne doit déplier les documents en parchemin et en vélin que lorsqu'ils ont fait l'objet d'une humidification prudente.</p> <p>Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Si le document est fragile, utiliser un écran protecteur pour le passer à l'aspirateur. Passer tout le document à l'aspirateur, recto et verso, pour réduire la concentration totale de spores. Parce que le parchemin et le vélin sont si sensibles à l'humidité, il faut éviter de les nettoyer avec des produits humides. Après le nettoyage à l'aspirateur, il peut être possible de nettoyer la surface du papier avec des gommages recommandés pour éliminer les spores enchâssées et fragments de moisissures ainsi que les saletés qui pourraient nourrir d'autres moisissures à l'avenir. Après cette étape, les gommages à effacer seront contaminés par les spores de moisissures. En éliminer soigneusement toutes les traces de l'objet et les sceller dans un papier que l'on jettera à la poubelle. Voir le Bulletin technique de l'ICC n° 11, <i>Techniques de nettoyage à sec du papier</i>, pour plus d'information sur le nettoyage superficiel.</p> <p>Les documents peuvent comporter des sceaux faits de cire ou de gomme laque. Ceux-ci peuvent être cassants et il faut les brosser délicatement plutôt que de les nettoyer à l'aspirateur.</p> <p>Les reliures de vélin et de parchemin qui sont en bon état peuvent être nettoyées en suivant la même technique que pour nettoyer un livre. Voir la Note de l'ICC n° 11/7 <i>Le soin des livres</i> pour plus d'information sur le soin des reliures de vélin et de parchemin.</p>
Photographies	<p>Éliminer les moisissures superficielles en employant des techniques douces, par exemple un brossage avec une brosse à soies douces ou un nettoyage avec un aspirateur muni d'un filtre HEPA et d'une brosse miniature. Ne pas utiliser d'eau ou de solutions aqueuses parce que les moisissures peuvent rendre les émulsions solubles à l'eau.</p> <p>La gélatine, principal ingrédient de l'émulsion des pellicules et des clichés photographiques, est aussi une excellente source de nutriments pour les moisissures qui souvent prolifèrent là où des empreintes digitales sont présentes sur les pellicules et les clichés parce que les sels transférés par l'épiderme créent un milieu humide localisé. Comme il est déconseillé de traiter les photographies avec un fongicide, il est important de réguler le taux d'HR aux endroits où elles sont entreposées. Autrement, un réfrigérateur sans givre approprié constitue un excellent microclimat pour entreposer les photographies en couleurs et en noir et blanc. Ranger les photographies dans des enveloppes ou des cartons et placer le tout dans des sacs de polyéthylène – ou envelopper les contenants avec du polyéthylène – et sceller le tout avec du ruban adhésif pour le congélateur avant de placer les photographies dans le réfrigérateur sans givre (Wilhelm, 1993). Consulter un restaurateur spécialisé dans le domaine pour obtenir plus d'information sur ce genre d'entreposage.</p>
Supports magnétiques	<p>Disques compacts : retirer le disque moisi de la collection et le placer dans un milieu à faible humidité en attendant de pouvoir le nettoyer. On recommande une température de moins de 23 °C et un taux d'HR inférieur à 50 % HR (acceptable jusqu'à 20 %). Nettoyer le disque avec un aspirateur muni d'un filtre HEPA. Brosser les moisissures tenaces en un mouvement radial (perpendiculaire aux sillons du disque), en direction de l'embout de l'aspirateur. Une fois le disque nettoyé, en faire une copie. Conserver l'original dans un milieu qui n'est pas propice à la prolifération des moisissures.</p> <p>Disquettes : nettoyer l'étui de la disquette avec un aspirateur muni d'un filtre HEPA. Retirer la disquette de son étui en consultant le Bulletin technique n° 25 de l'ICC qui détaille la façon de procéder pour ce faire. Suivre la même méthode de nettoyage que pour les disques compacts (ci-dessus), mais en brossant la disquette en un mouvement circulaire.</p> <p>Bandes magnétiques : retirer les bandes affectées de la collection. Les placer dans un milieu à faible humidité en attendant de pouvoir les nettoyer. On recommande une température de moins de 23 °C et un taux d'HR inférieur à 50 % HR (acceptable jusqu'à 20 %). Pour éliminer les moisissures des bandes enroulées, les nettoyer avec un aspirateur muni d'un filtre HEPA. Éviter tout contact direct entre l'embout de l'aspirateur et la bande. Brosser les moisissures tenaces avec une brosse à soies douces. On conseille de passer la bande dans un bobineur-nettoyeur parce que les moisissures sont très envahissantes et aptes à proliférer entre les couches de bande enroulée. On peut ensuite copier la bande sur un nouveau support. Conserver l'original dans un milieu qui n'est pas propice à la prolifération des moisissures. Enfin, nettoyer le matériel pour éviter de contaminer d'autres bandes (Iraci, 2002).</p> <p>Il existe d'autres techniques de nettoyage, par exemple pour enlever les dépôts tenaces sur les disques compacts, les disquettes et les bandes magnétiques. Voir le Bulletin technique de l'ICC n° 25, <i>La récupération des supports d'information modernes : disques compacts, bandes magnétiques et disquettes</i>, pour plus d'information.</p>
Négatifs, diapositives, microfilms et microfiches	<p>Éliminer les moisissures superficielles en brossant délicatement l'objet avec une brosse à soies douces ou une brosse miniature fixée à un aspirateur muni d'un filtre HEPA.</p> <p>Retirer les diapositives de leur monture (en verre, en carton ou en plastique), les nettoyer et les glisser dans une nouvelle monture. Porter des gants en coton propres pour éviter de laisser des empreintes sur la pellicule.</p> <p>Pour plus d'information, s'adresser à un restaurateur.</p>
Matériaux friables (p. ex. pastel, craie, fusain, pigments poudreux sur un objet)	<p>Peu importe la technique de nettoyage employée, les matériaux friables risquent d'être décollés. L'enlèvement des moisissures, en admettant qu'il soit possible, exige un fort degré de dextérité et de précision ainsi que l'utilisation d'outils fins. Il est préférable de consulter un restaurateur spécialiste en la matière.</p> <p>Les liants naturels qui entrent dans la fabrication des pastels les rendent particulièrement propices à la prolifération des moisissures. La surface d'un pastel est très fragile. Ces œuvres comptent parmi les plus délicates à traiter en cas de prolifération de moisissures.</p>

Objet	Mesures à prendre
Peintures	Neutraliser la croissance des moisissures. Éviter les changements brusques du milieu environnant ainsi que les milieux très secs, deux facteurs qui risquent de causer le fendillement des peintures à l'huile; abaisser graduellement le taux d'HR, en l'espace d'une ou de deux heures, et sans aller au-dessous d'un taux d'HR de 40 %. Envelopper la peinture, sans la serrer, pour éviter la dispersion des spores de moisissures. Consulter un restaurateur des peintures pour obtenir des conseils supplémentaires. Vu la structure complexe des peintures, des dommages permanents peuvent résulter des moindres tentatives de nettoyage, même les plus délicates, effectuées par du personnel non formé. Prière de consulter les Notes de l'ICC n ^{os} 10/1 <i>Nettoyage des peintures : précautions</i> et 10/13 <i>Règles générales visant la manipulation des tableaux</i> pour obtenir des précisions sur le sujet.
Textiles	Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Si le textile est fragile, le passer délicatement à l'aspirateur en le protégeant avec un écran protecteur. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur, l'envers et l'endroit, pour réduire la concentration totale de spores. Les traitements de conservation, comme le lessivage ou le nettoyage à sec, peuvent éliminer les spores enchâssées et les fragments de moisissures, ainsi que les taches et les saletés qui peuvent servir à nourrir d'autres moisissures. Voir les Notes de l'ICC n ^{os} 13/7, <i>Lavage des textiles de coloration naturelle</i> , 13/9 <i>Les détergents anioniques</i> , 13/15 <i>Les moisissures et les textiles</i> et 13/13 <i>Nettoyage à sec des textiles de collection</i> pour plus de renseignements. Le lessivage ou le nettoyage à sec ne parviennent pas toujours à éliminer complètement les taches laissées par les moisissures.
Vannerie (objets faits de matières végétales tissées)	Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores. Inspecter l'objet pour voir s'il présente des pigments poudreux ou des signes d'utilisation (p. ex. des graines) avant de le passer à l'aspirateur. Ces éléments sont importants et il faut avoir soin de ne pas les modifier ou les supprimer. S'ils sont présents, consulter un restaurateur avant de nettoyer l'objet. Pour de l'information sur d'autres techniques de nettoyage, voir la Note de l'ICC n ^o 6/2, <i>Entretien de la vannerie</i> .
Cuir	Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores. Voir la Note de l'ICC n ^o 8/1, <i>Nettoyage du cuir moisi</i> , pour obtenir des précisions sur le sujet.
Bois	Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores. Lorsque l'on passe l'aspirateur sur des meubles, enlever tous les tiroirs et ouvrir les portes pour bien nettoyer l'intérieur, ainsi que le dessous et toutes les faces du meuble. Les surfaces en placage endommagées par l'eau peuvent être lâches ou détachées du substrat, en plus d'être cassantes. Pour éviter la perte de ces éléments, utiliser une brosse à soies douces pour déloger délicatement les moisissures, en les repoussant vers l'embout de l'aspirateur. Ne pas oublier de poser un écran protecteur sur l'embout de l'aspirateur. Il existe d'autres techniques de nettoyage, comme le nettoyage superficiel et les tampons humides pour le bois nu et un chiffon humide ou un nettoyage avec un solvant pour les surfaces peintes en bon état. Voir les Notes de l'ICC n ^{os} 7/1 <i>Le soin et le nettoyage du bois nu</i> et 7/2 <i>Entretien du fini des meubles</i> pour obtenir des précisions sur le sujet.
Ivoire, os, corne et bois d'animaux	Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores. D'autres techniques de nettoyage sont abordées dans la Note de l'ICC n ^o 6/1 <i>Entretien des objets en ivoire, en os, en corne et en bois de cervidé</i> .
Verre et céramique	Les résidus organiques sur les surfaces non poreuses sont propices à la prolifération des moisissures. Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores. Les objets en verre et en céramique qui sont en bon état peuvent être lavés à titre de nettoyage supplémentaire. Voir la Note de l'ICC n ^o 5/1 <i>Le soin de la céramique et du verre</i> , pour plus d'information sur la façon de procéder.
Métaux	Les résidus organiques sur les surfaces non poreuses sont propices à la prolifération des moisissures. Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores. Pour de l'information sur d'autres techniques de nettoyage, voir les Notes de l'ICC n ^{os} 9/3 <i>Nettoyage, polissage et cirage des objets de laiton et de cuivre</i> , 9/4 <i>Le soin des pièces de monnaie et des médailles</i> , 9/6 <i>Le soin et le nettoyage du fer</i> , 9/7 <i>Le soin de l'argent</i> et 9/9 <i>Le soin des objets en zinc</i> .
Caoutchouc et plastiques	Les résidus organiques sur les surfaces non poreuses sont propices à la prolifération des moisissures. Utiliser un aspirateur muni d'un filtre HEPA et, au besoin, une brosse pour déloger les moisissures tenaces. Des accessoires miniatures pour l'aspirateur peuvent être utiles. Passer tout l'objet à l'aspirateur pour réduire la concentration totale de spores. Pour de l'information sur d'autres techniques de nettoyage, voir la Note de l'ICC n ^o 15/1 <i>La préservation des objets en caoutchouc ou en plastique</i> .

Notes de fin

1. Les moisissures, membres du règne des champignons, sont des organismes qui se nourrissent de matières organiques. Le terme englobe moisissures, levures et champignons. Dans le présent document, le terme « moisissures » désigne micromycètes et champignons.
2. Voir par exemple V. Daniels et B. Boyd, « The Yellowing of Thymol in the Display of Prints », *Studies in Conservation*, n° 31 (1986), p. 156-158; Mary-Lou Florian, *Heritage Eaters: Insects & Fungi in Heritage Collections*, Londres, James & James Ltd., 1997; Ralph Gustafson, « Fungicidal Efficacy of Selected Chemicals in Thymol Cabinets », *Journal of the AIC*, n° 29 (1990), p.153-168; M. Nittérus, « Fungi in Archives and Libraries - A Literary Survey », *Restaurator*, n° 21 (2000), p. 25-40; M. Nittérus, « Ethanol as Fungal Sanitizer in Paper Conservation », *Restaurator*, n° 21 (2000), p. 101-115; T. Strang et J. Dawson, *Le contrôle des moisissures dans les musées*, Bulletin technique n° 12, Ottawa, Institut canadien de conservation, 1991; J. Wellheiser, *Nonchemical Treatment Processes for Disinfestation of Insects and Fungi in Library Collections*, Munich, K.G. Saur, IFLA Publication n° 60, 1992.
3. Pour plus d'information sur l'emploi des biocides pour contrôler les moisissures, voir Environmental Protection Agency, « Remediation », dans *Mold Remediation in Schools and Commercial Buildings*, Washington (D.C.), Office of Air and Radiation, Indoor Environments Division, 2001, p. 19-26; E.C. Cole et Karin K. Foarde, « Biocides and Antimicrobial Agents », chapitre 16 dans *Bioaerosols: Assessment and Control* (J. Macher, dir.), Cincinnati (Ohio), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1999.
4. Les conidies sont les spores asexuées qui se forment à l'extrémité des hyphes. Elles sont plus souvent présentes dans l'air que les spores sexuées spécialisées dégagées par certaines des mêmes moisissures. Dans le présent texte, on emploie le terme « spore », qui est plus répandu.
5. Le point de rosée est la température à laquelle l'humidité présente dans l'air se condense au contact d'une surface.
6. Le genre désigne un groupe relativement restreint d'organismes semblables. Il se subdivise en espèces.
7. Pour effectuer un échantillonnage agressif de l'air, on procède habituellement en dérangeant l'air avec de l'air comprimé dégagé soit en direction du sol; soit sur une surface horizontale, de sorte que les spores et les matières qui s'y sont déposées se retrouvent dans l'air d'où elles peuvent être prélevées.
8. L'American Industrial Hygiene Association offre un programme de contrôle et d'agrément des laboratoires, soit l'Environmental Microbiology Proficiency Analytical Testing (EMPAT) et l'Environmental Microbiological Laboratory Accreditation Program (EMLAP). Un laboratoire qui participe à l'un ou l'autre de ces programmes, ou aux deux, est considéré comme ayant fait preuve d'un haut niveau d'expertise et de compétence.
9. Le terme « HEPA » s'applique aux filtres qui ont fait l'objet d'un contrôle pour confirmer qu'ils captent 99,97 % des particules de 0,3 micron de diamètre.
10. Une personne qualifiée a réussi le cours requis sur l'ajustement d'essai des appareils de protection respiratoire. Ces cours, selon l'Association canadienne de normalisation, sont souvent offerts par les fabricants d'appareils de protection respiratoire.
11. Un métabolite est une substance nécessaire au métabolisme ou qui résulte d'une transformation métabolique. Le métabolisme est un ensemble de transformations chimiques qui s'accomplit dans les tissus d'un organisme vivant et qui produit de l'énergie.
12. Le présent bulletin technique ne traite pas en profondeur des hottes fermées et des enceintes de biosécurité de classe 1. Pour plus d'information sur la conception et les vitesses frontales qui conviennent dans le cas des hottes fermées et des enceintes de biosécurité de classe 1, voir *Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice*, 24^e éd., Cincinnati (Ohio), American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2001; *Lignes directrices en matière de biosécurité en laboratoire*, 2^e éd., Ottawa, Bureau de la sécurité des laboratoires, Direction générale de la santé de la population et de la santé publique, 1996.
13. La recommandation concernant l'emploi d'une solution d'hypochlorite de sodium comme produit désinfectant se retrouve également dans le *Manuel de sécurité biologique en laboratoire*, 2^e éd., Genève (Suisse), Organisation mondiale de la Santé (OMS), 1993, et dans E.C. Cole et Karin K. Foarde, « Biocides and Antimicrobial Agents », chapitre 16, section 16.2.4.2, « Hypochlorites » dans *Bioaerosols: Assessment and Control* (J. Macher, dir.), Cincinnati (Ohio), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1999.

Fournisseurs

Équipement de protection personnelle (EPP)

(y compris les appareils de protection respiratoire, les lunettes de protection, les gants, les vêtements de protection, les cagoules et couvre-chaussures, les protecteurs d'oreilles et les ceintures de soutien lombaire)

Fisher Scientifique - Produits sécurité
1 800 234-7437
www.fishersci.ca

Lab Safety Supply
1 800 356-0783 (Canada et É.-U.)
1 800 356-2501 (assistance technique)
(608) 754-7160 (international)
www.labsafety.com

Association canadienne de normalisation
(complément d'information sur les appareils de protection respiratoire)
Norme Z94.4-02 de la CSA
« Choix, utilisation et entretien des respirateurs »
(416) 747-4000 ou 1 800 463-6727

Aspirateurs munis d'un filtre HEPA

Certains aspirateurs pour usage à domicile sont munis d'un filtre HEPA et peuvent suffire pour les petits travaux de nettoyage. S'adresser aux quincailleries, magasins à rayons et magasins d'aspirateurs de la région.

Carr McLean
461, avenue Horner
Toronto (Ontario)
M8W 4X2
1 800 268-2123
1 800 268-2138 (en français)
www.carrmclean.ca

Nilfisk-Advance Canada Company
396, avenue Watline
Mississauga (Ontario)
L4Z 1X2
Tél. : (905) 712-3260
Télééc. : (905) 712-3255

Nilfisk-Advance America Inc.
300 Technology Drive
Malvern, PA 19355
États-Unis
Tél. : (610) 647-6420
Télééc. : (610) 647-6427
www.pa.nilfisk-advance.com

Lab Safety Supply
1 800 356-0783 (Canada et É.-U.)
1 800 356-2501 (assistance technique)
(608) 754-7160 (international)
www.labsafety.com

Accessoires en forme de cloche ou d'entonnoir pour l'aspirateur

Cet embout peut être fabriqué sur mesure.

Safe-T-Air Inc.
1137, rue Tighe
C.P. 36
Manotick (Ontario)
K4M 1A2
(613) 692-2070

Petits embouts pour l'aspirateur

Vendus dans les magasins d'articles de couture, les magasins d'ordinateurs et les magasins d'aspirateurs.

Brosses

Quincailleries ou magasins de fournitures d'artistes.

Moustiquaires, chiffons de ménage, sacs à ordures (épais)

Quincailleries, magasins à rayons et supermarchés de la région.

Hypochlorite de sodium (Au Canada, l'eau de Javel pour usage ménager contient habituellement 5 % d'hypochlorite de sodium)

Quincailleries et supermarchés de la région.

Enceintes de biosécurité de classe 1

Microzone Corporation
C.P. 11336, succursale H
25F, chemin Northside
Nepean (Ontario)
K2H 7V1
(613) 829-1433

Labconco Corporation
8811 Prospect Avenue
Kansas City, MO 64132
États-Unis
1 800 821-5525
www.lanconco.com

Enceinte de sécurité conçue sur mesure avec une hotte munie d'un filtre HEPA

Design Filtration Inc.
101-195, chemin Stafford Ouest
Nepean (Ontario)
K2H 9C1
(613) 820-9686
www.designfiltration.com

Sites Web et autres sources d'information

Renseignements généraux

Santé Canada

Contamination de l'air intérieur

www.hc-sc.gc.ca/francais/vsv/environnement/air_interieur.html

Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)

Qualité de l'air à l'intérieur des habitations

www.cmhc-schl.gc.ca/fr/amquablo/masadedu/masadedu_010.cfm

Combattre la moisissure - Guide pour les propriétaires-occupants

www.cmhc-

schl.gc.ca/fr/coreenlo/coprge/insevoma/cf_08.cfm

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST)

www.cchst.ca/reponsesst/biol_hazards/iaq_mold.html#_1_6

Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis

Biological Pollutants in Your Home

www.epa.gov/iaq/pubs/bio_1.html

A Brief Guide to Mold, Moisture, and Your Home

www.epa.gov/iaq/molds/images/moldguide.pdf

Mold Resources

www.epa.gov/iaq/molds/moldresources.html

Mold Remediation in Schools and Commercial Buildings

www.epa.gov/iaq/molds/mold_remediation.html

American Industrial Hygiene Association (AIHA)

Mold Resources

www.aiha.org/GovernmentAffairs-PR/html/prmoldsources.htm

Lignes directrices

Santé Canada

Contamination fongique dans les immeubles publics : guide facilitant la détermination et la gestion des problèmes

www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/qualite_air/pdf/fongique.pdf

Travail et Immigration Manitoba,

Division de la sécurité et de l'hygiène du travail

Lignes directrices pour l'inspection, l'évaluation et l'élimination des moisissures dans les lieux de travail

www.gov.mb.ca/labour/safety/publication/guidelines/mould/mouldguide.fr.pdf

New York City Department of Health

Bureau of Environmental & Occupational Disease Epidemiology

Guidelines on Assessment and Remediation of Fungi in Indoor Environments

www.ci.nyc.ny.us/html/doh/html/epi/moldrpt1.html

Laboratoires

AIHA Accredited Labs

www.aiha.org/LaboratoryServices/html/accred.htm

Aerotech Labs

www.aerotechlabs.com/index.asp

Environmental Microbiology Laboratory, Inc.

www.emlab.com

Paracel Laboratories Inc.

www.indoorairq.com

www.ccil.com/paracel.doc

Divers

Stachybotrys chartarum: The Toxic Indoor Mold

www.apsnet.org/online/feature/stachybotrys/

Le *Mold Reporter* est un bulletin qui renseigne ses lecteurs sur des sources d'information fiables, en plus d'encourager les échanges sur les dossiers de l'heure. Distribué par abonnement, le bulletin est publié six fois par an par Abbey Publications, Inc., 7105 Geneva Drive, Austin, Texas 788723, États-Unis. Courriel : abbeypub@flash.net

Bibliographie

- AMMANN, H. *Is Indoor Mold Contamination a Threat to Health?* www.doh.wa.gov/ehp/oehas/mold.html (juin 2003).
- ASHRAE. *ASHRAE Handbook, 1985 Fundamentals*, Atlanta, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., 1985.
- — — —. *ASHRAE Handbook, 1999 Heating, Ventilating and Air-Conditioning Applications*, Atlanta, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., 1999.
- AYERST, G. « The Effects of Moisture and Temperature on Growth and Spore Germination in Some Fungi », *Journal of Stored Products Research*, n° 5 (1969), Pergamon Press.
- BRUNEKREEF, B. *et al.* « Home Dampness and Respiratory Morbidity in Children », *American Review of Respiratory Diseases*, n° 140 (1989).
- BURGE, H.A. *Bioaerosols*, Boca Raton (Floride), Center for Indoor Air Research, CRC Press Inc., 1995.
- — — — et J. OTTEN. « Mycotoxins », dans *Bioaerosols: Assessment and Control* (sous la direction de J. Macher), Cincinnati (Ohio), American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1999.
- DALES, R.E., R. BURNETT et H. ZWANENBURG. « Adverse Effects in Adults Exposed to Home Dampness and Molds », *American Review of Respiratory Diseases*, n° 143 (1991a).
- — — —, H. ZWANENBURG, R. BURNETT et C.A. FRANKLIN. « Respiratory Health Effect of Home Dampness and Molds among Children », *American Journal of Epidemiology*, n° 134 (1991b).
- — — — et J.D. MILLER. « Building-related Illness: Epidemiological and Case-related Evidence », dans *Microorganisms in Home and Indoor Work Environments* (sous la direction de B. Flannigan, R.A. Samson et J.D. Miller), Londres et New York, Taylor and Francis, 2001.
- DICUS, D.H. « One Response to a Collection-Wide Mold Outbreak: How Bad Can it Be - How Good Can it Get? » *Journal of the AIC*, n° 39 (2002), p. 85-105.
- DILLON, H.K., P.A. HEINSOHN et J.D. MILLER (dir.). *Field Guide for the Determination of Biological Contaminants in Environmental Samples*, American Industrial Hygiene Association, 1996.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. « Table 2: Mold Remediation Guidelines », dans *Mold Remediation in Schools and Commercial Buildings*, Washington (D.C.), Office of Air and Radiation, Indoor Environments Division, 2001, p. 12-15.
- FLANNIGAN, B. et J.D. MILLER. *Humidity and Fungal Contaminants, Proceedings: Bugs, Mold & Rot II: A Workshop on Control of Humidity for Health, Artifacts and Buildings*, Champaign-Urbana (Illinois), National Institute of Building Sciences, 1993.
- FLORIAN, M.E. « Aseptic Technique: A Goal to Strive for in Collection Recovery of Mouldy Archival Material and Artifacts », *Journal of the AIC*, n° 39 (2000), p. 107-115.
- — — —. *Heritage Eaters: Insects & Fungi in Heritage Collections*, Londres, James & James Ltd., 1997.
- — — —. *Fungal Facts: Solving Fungal Problems in Heritage Collections*, Londres (R.-U.), Archetype Publications, 2003.
- GRIFFIN, D.H. *Fungal Physiology*, New York, John Wiley and Sons, 1981.
- IRACI, J. *La récupération des supports d'information modernes : disques compacts, bandes magnétiques et disquettes*, Bulletin technique n° 25, Ottawa, Institut canadien de conservation, 2002.
- JOHANNING, E. et P. LANDSBERGIS. « Clinical Findings Related to Indoor Fungal Exposure - Review of Clinical Data of Specialty Clinic », dans *Bioaerosols, Fungi and Mycotoxins: Health Effects, Assessment, Prevention and Control* (sous la direction de E. Johannning), Albany (New York), Eastern New York Occupational & Environmental Health Center, 1999.
- LEVETIN, E. « Fungi », dans *Bioaerosols* (sous la direction de H.A. Burge), Boca Raton (Floride), Center for Indoor Air Research, CRC Press Inc., 1995.
- MACHER, J. (dir.). *Bioaerosols: Assessment and Control*, Cincinnati (Ohio), American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1999.
- MAHEUX, L. Communication personnelle, gestionnaire, Unité de la surveillance en milieu de travail, Programme de santé au travail et de sécurité du public, Santé Canada, 2002.

- MANITOBA, TRAVAIL ET IMMIGRATION. *Lignes directrices pour l'inspection, l'évaluation et l'élimination des moisissures dans les lieux de travail*, Winnipeg, Travail et Immigration Manitoba, Division de la sécurité et de l'hygiène du travail, 2000.
- MICHALSKI, S. « Relative Humidity: A Discussion of Correct/Incorrect Values », dans les prétirages pour la 10^e réunion triennale du Comité de l'ICOM pour la conservation, Washington (D.C.), 22-27 août 1993 (sous la direction de J. Bridgland), Paris, 1993.
- — — —. *Directives concernant l'humidité et la température dans les archives du Canada*, Bulletin technique n° 23, Ottawa, Institut canadien de conservation, 2000.
- MILLER, D.J. « Mycological Investigations of Indoor Environments », dans *Microorganisms in Home and Indoor Work Environments* (sous la direction de B. Flannigan, R.A. Samson et J.D. Miller), Londres et New York, Taylor and Francis, 2001.
- MULLINS, J. « Microorganisms in Outdoor Air », dans *Microorganisms in Home and Indoor Work Environments* (sous la direction de B. Flannigan, R.A. Samson et J.D. Miller), Londres et New York, Taylor and Francis, 2001.
- NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH. *Guidelines on Assessment and Remediation of Fungi in Indoor Environments*, New York, New York City Department of Health, 2000.
- OGDEN, S. *Preservation of Library and Archival Materials: A Manual*, Andover (Massachusetts), Northeast Document Conservation Center, 1994.
- O'HALLAREN, M.T., S.W. YUNGINGER, K.P. OFFORD, et al. « Exposure to Aeroallergen as a Possible Precipitating Factor in Respiratory Arrest in Young Patients with Asthma », *New England Journal of Medicine*, n° 324 (1991).
- ONIONS, A.H.S., D. ALLSOPP et H.O.W. EGGINS. *Smith's Introduction to Industrial Mycology*, 7^e éd., Londres, Edward Arnold, 1981.
- PRICE, L. *Managing a Mold Invasion: Guidelines for Disaster Response*, Technical series 1, Philadelphie, Conservation Center for Art and Historic Artifacts, 1994.
- SAMSON, R.A., E.S. HOEKSTRA, J.C. FRISVAD et O. FILTENBORG. *Introduction to Food and Airborne Fungi*, Utrecht, 2000.
- SANTÉ CANADA. *Contamination fongique dans les immeubles publics : guide facilitant la détermination et la gestion des problèmes*. Comité consultatif fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, Ottawa, Direction de la santé environnementale, Santé Canada, 1995.
- — — —. « Classification des agents biologiques en fonction du risque », chapitre 4, et « Niveaux de confinement physique », chapitre 5, dans *Lignes directrices en matière de biosécurité en laboratoire*, 2^e éd., Ottawa, Bureau de la sécurité des laboratoires, Direction générale de la santé de la population et de la santé publique, 1996, p. 11-28, 29-37.
- SHAUGHNESSY, R., P.R. MOREY et E.C. COLE. « Prevention and Control of Microbial Contamination », dans *Bioaerosols: Assessment and Control* (sous la direction de J. Macher), Cincinnati (Ohio), American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1999.
- STRANG, T.J.K. « Principles of Heat Disinfection », dans *Integrated Pest Management for Collections: Proceedings of 2001: A Pest Odyssey* (sous la direction de H. Kingsley et al.), Londres, James and James, 2001.
- SUMMERBELL, R. « Respiratory Tract Infections Caused by Indoor Fungi », dans *Microorganisms in Home and Indoor Work Environments* (sous la direction de B. Flannigan, R.A. Samson et J.D. Miller), Londres et New York, Taylor and Francis, 2001.
- SUSSMAN, A.S. et H.O. HALVORSON. *Spores: Their Dormancy and Germination*, New York, Harper & Row, 1966.
- SZCZEPANOWSKA, H. « Biodeterioration of Art Objects on Paper », *The Paper Conservator*, n° 10 (1986), p. 31-39.
- — — — et C.M. LOVETT, JR. « Fungal Stains on Paper: Their Removal and Prevention », dans *The Conservation of Far Eastern Art* (sous la direction de J.S. Mills, P. Smith et K. Yamasaki), Londres, Institut international pour la conservation des objets d'art et d'histoire, 1988, p. 13-14.
- — — —. « A Study of the Removal and Prevention of Fungal Stains on Paper », *Journal of the AIC*, n° 31 (1992), p. 47-160.
- — — — et W. MOMAW. « Laser Stain Removal of Fungus-induced Stains from Paper », *Journal of the AIC*, n° 33 (1994), p. 25-32.
- TÉTREAULT, J. *Polluants dans les musées et les archives : évaluation des risques, stratégies de contrôle et gestion de la préservation*, Ottawa, Institut canadien de conservation, 2003.
- WILHELM, H. *The Permanence and Care of Color Photographs: Traditional and Digital Color Prints, Color Negatives, Slides, and Motion Pictures*, Grinnell (Iowa), Preservation Publishing Company, 1993, p. 560-561, 658.

