

La mэрule pleureuse (*Serpula lacrymans*) dans l'environnement intэrieur et risque ą la santэ

AVIS SCIENTIFIQUE

Septembre 2015

Le ministэre de la Santэ et des Services sociaux du Quэbec (MSSS) a sollicitэ l'Institut national de santэ publique du Quэbec (INSPQ) pour rэdiger un avis scientifique visant ą dэterminer si le champignon lignivore, appelэ mэрule pleureuse, peut constituer un risque pour la santэ physique des occupants d'habitations contaminэes.

Pour rэaliser cet avis, les auteurs ont interrogэ des bases de donnэes usuelles (ex. : Pubmed, Web of Science et Google Scholar), puis procэdэ ą l'analyse des documents recensés. Afin d'obtenir un portrait de la problэmatique sur le territoire quэbécois, ils ont aussi effectuэ une revue mэdiatique et consultэ des partenaires du rэseau de la santэ publique, de l'habitation et du domaine de la foresterie.

Sommaire

| | |
|--|---|
| Biologie de la mэрule pleureuse | 2 |
| Liens potentiels avec la santэ des occupants | 3 |
| Conclusion | 5 |

Mise en contexte

Au cours des derniэres annэes, quelques cas de contamination de bātiments par la mэрule pleureuse (*Serpula lacrymans*), un champignon lignivore, ont été observés sur le territoire des directions de santэ publique suivantes : Mauricie et Centre-du-Quэbec, Outaouais, Chaudiэre-Appalaches et Bas-Saint-Laurent. Sur la base des informations recensées, il s'agit de cas isolés.

Bien que la mэрule soit l'objet d'une attention particuliэre depuis seulement quelques annэes au Quэbec, elle a été identifiэe dans plusieurs villes canadiennes depuis le milieu des annэes 1940 (donnэes compilées ą la suite de signalements faits par la population pour identifier la source de divers problэmes dans les habitations¹). La prэsence de ce champignon n'est donc pas un phэnomэne rэcent ou émergent au Quэbec (communication personnelle, Pierre DesRochers, Service canadien des foręts).

Lorsqu'une telle situation survient, cela peut susciter de l'inquiэtude chez les rэsidents, compte tenu notamment de l'ampleur potentielle des dэgātс que peut provoquer ce champignon ą la structure du bātiment. Par ailleurs, il semble que ces situations entraınen des interrogations dans le voisinage immэdiat en raison de la propagation apprэhendэe du champignon aux bātiments situés ą proximitэ.

¹ Ces informations sont tirées des collections d'herbiers mycologiques dans lesquels les donnэes concernant la collecte du champignon sont colligées.

Biologie de la mэрule pleureuse

Serpula lacrymans (anciennement *Merulius lacrymans*) ou mэрule pleureuse (mэрule), fait partie de l'embranchement des basidiomycэtes, qui sont des champignons macroscopiques, aussi connus sous le nom de « champignons ą chapeau » (Schmidt, 2006; Prescott *et al.*, 2003). C'est un champignon lignivore, c'est-ą-dire qui se nourrit de bois et entraęne de ce fait sa dэcomposition. La mэрule se retrouve presque exclusivement dans les bętements; elle a ętэ retrouvэe en milieu naturel ą quelques endroits prэcis seulement, notamment en Asie et dans le nord de la Californie (Kausarud *et al.*, 2007). D'autres types de champignons lignivores peuvent se retrouver dans les bętements, mais la mэрule revęt une importance particuliэre, puisqu'elle est considэrэe comme la plus destructrice et la plus difficilement contręlable (Schmidt, 2007; Singh, 1999).

La mэрule attaque autant les bois feuillus que rэsineux (Krzyzanowski *et al.*, 1999; Thibault, 1989; Walchli, 1973; Diller et Huang, 1956). Cependant, le substrat le plus susceptible d'ętre attaquэ et de subir des dommages est le bois mou de rэsineux (Watkinson et Eastwood, 2012; Schmidt, 2006; Singh, 1994; 1996), tel que retrouvэ frэquemment dans les constructions rэsidentielles. Au dэbut de sa croissance, la mэрule s'ętend sous forme d'un mycэlium² blanc, mince et translucide ou ępais et de consistance ouateuse ou laineuse (Fraiture, 2008; Schmidt, 2006). L'exposition ą certains facteurs environnementaux, tels que la lumiэre, lui confэre des taches teintэes (ex. : de couleur jaune ou mauve); ultэrieurement, elle se transforme en un rэseau de canaux gris-brun (Schmidt, 2006; Singh, 1999). Le mycэlium se propage en surface ainsi qu'ą l'intэrieur du bois et de la maęonnerie (Watkinson and Eastwood, 2012; Krzyzanowski *et al.*, 1999), principalement dans des zones confinэes et peu ventilэes du soubassement et du rez-de-chaussэe (ex. : vides sanitaires, derriэre les murs) (Schmidt, 2006; 2007).

Эventuellement, lorsque les conditions du milieu deviennent dэфavorables ą la production de mycэlium (par exemple, diminution de l'humiditэ), des structures en forme de crępe, appelэes sporophores ou fructifications, se forment, notamment stimulэes par la

prэsence de lumiэre (Fraiture, 2008; Schmidt, 2006; Thibault, 1989). Ces sporophores peuvent mesurer quelques dizaines de centimэtres, voire jusqu'ą deux mэtres de large (Garon *et al.*, 2013; Schmidt, 2006; Singh, 1999), mais leur taille est gэnэralement de 10 ą 50 cm (Pomerleau, 1980). Elles sont de couleur grisątre, brun fauve ou ocre rougeątre, avec une marge blanche (Garon *et al.*, 2013; Fraiture, 2008; Thibault, 1989; Pomerleau, 1980). La marge laisse suinter des gouttelettes d'eau, d'oų l'adjectif « pleureuse ». C'est souvent la formation de ces sporophores sur les surfaces exposэes telles que la maęonnerie, les plinthes et les cadres de portes qui permet de remarquer la prэsence de la mэрule dans un bętiment, alors que les surfaces non apparentes et confinэes sont dэją colonisэes (Schmidt, 2006).

Les sporophores produisent de grandes quantitэs de spores sexuэes, les basidiospores (Garon *et al.*, 2013; Thibault, 1989), qui sont libэрэes dans l'atmosphэre et dэposэes sur les surfaces avoisinantes. La production de basidiospores dans un bętiment contaminэ serait le principal mэcanisme de dispersion de la mэрule (Watkinson and Eastwood, 2012; Fraiture, 2008; Schmidt, 2006). La prolifэration du mycэlium serait restreinte ą l'intэrieur du bętiment contaminэ ou dans le sol sous ce dernier, bien que selon certains auteurs, il pourrait ęgalement s'introduire dans les bętements par du bois infectэ ou les semelles de chaussures (Schmidt, 2007; [Doi, 1991 et Walchli, 1980 dans Schmidt, 2006]). La mэрule se dэveloppe en produisant du mycэlium, mais d'autres structures favorisent son dэveloppement et sa survie : les rhyzomorphes ou cordons mycэliens (Garon *et al.*, 2013; Fraiture, 2008; Krzyzanowski *et al.*, 1999), qui peuvent atteindre plusieurs mэtres de longueur (Schmidt, 2007), et les arthrospores (Watkinson and Eastwood, 2012; Schmidt, 2007), qui permettent au champignon de survivre jusqu'au retour de conditions environnementales favorables dans les bois infectэs ou dans les fondations de maęonnerie.

Pour initier la colonisation de la mэрule dans un bętiment (par la germination des spores dэposэes sur les surfaces, par exemple), certaines conditions environnementales doivent ętre prэsentes. Malgrэ certaines croyances ą l'effet que la mэрule pourrait initier sa croissance sur des substrats secs, **il est dэsormais bien ętabli que la prэsence d'humiditэ en excэs dans le substrat est une condition nэcessaire** (Schmidt,

² Le mycэlium est un ensemble de filaments (appelэs hyphes) qui permet au champignon d'absorber les элэments nutritifs dont il a besoin (Schmidt, 2006).

2006; 2007; Singh, 1999). La croissance et le processus de dэgradation du bois par la mэрule cessent lorsque la source à l'origine du problэme d'humiditэ est corrigэe dans les btiments, et que les matэriaux mouillэs sont assэchэs (Schmidt, 2007). Le nom de « champignon de la pourriture sэche » (*dry rot*), souvent donnэ à la mэрule, rэfэre  l'état de dэgradation du bois aprэs qu'il ait эtэ attaquэ par ce champignon (Singh, 1994; 1999).

Selon les donnэes compilэes par Schmidt (2006; 2007), l'activitэ de l'eau³ (a_w) minimale pour la croissance et la dэgradation du bois par la mэрule serait de 0,970, alors qu'aucune croissance n'aurait эtэ observэe à une a_w de 0,960. Dans une эtude plus rэcente rэalisэe en laboratoire, la croissance optimale de la mэрule aurait эtэ observэe à une a_w de 0,993, alors que l' a_w minimale permettant une croissance se situait entre 0,948 et 0,963⁴, selon les conditions expэrimentales (Maurice *et al.*, 2011). Par ailleurs, la mэрule serait capable de dэgrader le bois lorsque la teneur en humiditэ⁵ de ce dernier se situe entre 26 % et 240 %, avec un optimum entre 45 % et 140 % (Schmidt, 2007). Conséquemment, la prэvention et l'эlimination de toute source d'humiditэ excessive, ainsi que l'assэchement des matэriaux mouillэs ou affectэs par l'humiditэ, reprэsentent la mesure la plus efficace à considэrer pour prэvenir et contrôler la croissance de la mэрule dans un btiment (Watkison et Eastwood, 2012; Schmidt, 2007).

La particularitэ de la mэрule est qu'elle est capable de s'infiltrer à travers les joints de maonnerie et de transporter sur de longues distances (plusieurs mэtres), par les cordons de son mycэlium, l'eau et les nutriments du substrat humide qu'elle a colonisэ (Watkinson and Eastwood, 2012; Schmidt, 2007; Singh, 1999; Morris, s.d.), lui permettant ainsi d'attaquer des matэriaux secs

ailleurs dans le btiment contaminэ, en particulier dans des zones peu ventilэes (Garon *et al.*, 2013; Watkison et Eastwood, 2012; Schmidt, 2006; 2007; Singh, 1999). Cette spэcificitэ biologique fait de la mэрule un champignon trэs envahissant une fois qu'il a colonisэ un btiment; la confirmation de sa prэsence nэcessite donc des considэrations particuliэres à l'эgard de l'эtendue des mesures correctives à apporter.

La croissance de la mэрule serait optimale aux environs de 20 °C (Maurice *et al.*, 2011; Schmidt 2006), alors qu'elle serait ralentie à 26 - 27 °C et arrэtэe aux environs de 27-28 °C (Schmidt, 2006). Dans des conditions expэrimentales en laboratoire, la tempэrature optimale de croissance obtenue эtait de 20 °C, alors qu'une croissance minimale et un arrэt de croissance ont эtэ observэs autour de 1 à 5 °C et 25 °C, respectivement. Cette caractэristique explique d'ailleurs la distribution de ce champignon dans les rэgions  climat tempэрэ, notamment en Europe (rэgions situэes au nord, à l'est et au centre), au Japon, en Corée, en Inde, au Pakistan, en Sibэrie, en Nouvelle-Zélande, au sud de l'Australie, au Mexique, au nord des États-Unis ainsi qu'au Canada (Schmidt, 2006; Singh, 1999).

Considэrant les particularitэs biologiques de la mэрule, les conditions importantes à contrôler dans un btiment pour prэvenir la croissance et les dommages causэs par ce dernier sont la tempэrature, la ventilation et, tout particuliэrement, l'humiditэ (Watkison et Eastwood, 2012; Schmidt, 2007; Singh, 1999). Les types de btiments à risque identifiэs dans la littэrature sont ceux inoccupэs pendant de longues pэriodes, qui ont эtэ nэgligэs ou qui ont fait l'objet de peu d'entretien, mal ventilэs ainsi que ceux qui ont subi des dommages structuraux permettant l'infiltration d'eau (Watkison et Eastwood, 2012; Schmidt, 2006). La mэрule ne reprэsente donc pas un risque notable pour les btiments entretenus sur une base rэguliэre, sans problэme d'humiditэ persistant, et suffisamment ventilэs (Watkison et Eastwood, 2012).

Liens potentiels avec la santэ des occupants

Comme prэcisэ dans la section prэcédente, la mэрule n'est pas une moisissure, mais plutôt un champignon; il ne possэde donc pas les mэmes caractэristiques physiologiques que les moisissures, situation qui revэt

³ L'activitэ de l'eau (a_w) est le rapport entre la pression de vapeur d'eau d'un produit donnэ et celle de l'eau pure à la mэme tempэrature. C'est la quantitэ d'eau libre dans un substrat qui est disponible, notamment pour la croissance microbienne.

⁴ Une a_w supэrieure à 0,95 est considэrэe trэs эlevэe et correspond à un milieu ayant une grande quantitэ d'eau libre (qui peut se manifester par la prэsence d'eau qui suinte ou de condensation).

⁵ La teneur en humiditэ du bois, dэterminэe par la mэthode gravimétrique, consiste à comparer le poids du matэriau humide avec celui du mэme matэriau assэchэ. Par exemple, une teneur en humiditэ de 200 % signifie qu'une piэce de bois a deux fois son poids comparativement à son эtat anhydre (sec). Le point de saturation des fibres du bois, qui est d'эviron 30 %, est considэrэ comme le seuil critique pour la dэcomposition du bois (Schmidt, 2007). Dans l'environnement intэrieur, le bois a généralement une teneur en humiditэ entre 8 et 14 % (Conseil canadien du bois, 2000).

une certaine importance quant aux effets potentiels sur la santé humaine.

La présente recension des écrits scientifiques et médicaux montre qu'il existe très peu de documents pertinents publiés en ce qui concerne les effets sanitaires associés à la mérule. Les quelques publications et documents recensés rapportent surtout de possibles allergies respiratoires chez des personnes ayant déjà des problèmes d'hypersensibilité multiple (polysensibilisation), suite à une exposition à des spores ou à des fragments de mérule.

En Grande-Bretagne, Frankland *et al.* (1951) ont rapporté que 20 % d'un groupe de personnes ayant diverses allergies (comme la rhinite allergique), recrutées dans la clinique externe d'un hôpital, avait une réaction positive à une solution allergénique composée d'extraits de mérule (essais par cuti-réaction [« prick test »] et par test intradermique). Herxheimer *et al.* (1966), qui ont utilisé la méthode intradermique chez 200 personnes souffrant d'allergies saisonnières, rapportent que 3 d'entre elles (1,6 %) ont réagi positivement à un test de provocation bronchique réalisé avec des extraits nébulisés de mérule (*M. lacrymans* dans le texte de l'article).

Ultérieurement, Herxheimer *et al.* (1969) ont évalué 19 personnes avec de l'asthme saisonnier (ou ayant une aggravation de symptômes asthmatiques lors de la saison pollinique) en utilisant l'épreuve intradermique et par provocation bronchique. Quatorze (14) patients ont eu une réaction positive à la mérule ainsi qu'à d'autres basidiomycètes; les auteurs ont conclu que les basidiospores ou les fragments de ces champignons peuvent contribuer au déclenchement ou à l'apparition des allergies saisonnières. Plus récemment, en Pologne, dans le cadre d'une étude sur la sensibilisation à une vingtaine d'allergènes chez 105 patients asthmatiques, 24 % ont démontré une cuti-réaction positive à la mérule, comparativement à 10 % chez des témoins non asthmatiques (Niedoszytko *et al.*, 2007).

Il faut noter ici que le point commun de ces études est que les personnes concernées étaient déjà sensibilisées à divers allergènes et qu'une réponse clinique à des fragments ou à des spores de mérule peut s'inscrire dans un contexte de polysensibilisation (sensibilisation à de multiples allergènes, situation fréquente chez les sujets atopiques). Plusieurs personnes polysensibilisées

se révèlent polyallergiques, manifestant des signes cliniques en présence d'antigènes variés. À titre d'exemple, chez 2 434 patients polysensibilisés étudiés par Pham-Thi *et al.* (2012), 80 % étaient sensibilisés aux acariens, 75 % aux graminées, 50 % aux phanères d'animaux, 57 % aux pollens d'arbres, 23 % aux pollens d'herbacées, et 17 % aux moisissures, démontrant ainsi que la polysensibilisation accompagnée de polyallergie est une caractéristique fréquente chez de telles personnes.

Au Chili, dans les années 1970, un cas présumé d'alvéolite allergique (pneumonite d'hypersensibilité) a été attribué à la mérule chez une personne ayant une dyspnée apparue de manière insidieuse. Le patient avait des précipitines sériques, des anticorps (IgG et IgE) ainsi qu'une réaction cutanée positive (intradermique) à la mérule (O'Brian *et al.*, 1978). En Australie, Bryant et Rogers (1991) ont rapporté des réactions positives à divers tests (cuti-réaction, détection des précipitines et provocation bronchique) à la suite d'une exposition à un mélange de spores de moisissures et de mérule chez 12 individus souffrant d'alvéolite allergique. La mérule a été retrouvée dans huit habitations des personnes investiguées; parmi ces individus, cinq avaient des précipitines sériques contre la mérule, alors que trois ont manifesté une baisse tardive du volume respiratoire expiré maximal lorsqu'exposés à des extraits de mérule. Les auteurs ne concluent toutefois pas à une alvéolite allergique spécifiquement associée à la mérule, faisant ressortir la présence concomitante de moisissures dans le milieu de vie des personnes investiguées, et de possibles réactions synergiques.

Précisons finalement qu'il n'existe actuellement aucune indication à l'effet que la mérule engendre des symptômes d'irritation ou d'inflammation, qu'elle produit des mycotoxines, ou qu'elle a la capacité de provoquer des infections respiratoires, cutanées ou aux muqueuses⁶; de plus, aucune composante allergène spécifique n'a été identifiée chez ce champignon (Institut national de santé publique du Québec, 2015; Mold Bacteria Facts, s.d.).

⁶ La mérule ne peut pas croître à la température interne du corps (37 °C), ce qui explique notamment l'absence de cas d'infection chez l'humain.

La présente revue de littérature est cohérente avec celle de Pottier *et al.* (2014), à savoir qu'il n'existe pas de publications scientifiques ou médicales pertinentes autres que celles recensées ici. Ces deux revues mettent en évidence le très faible nombre de publications scientifiques associant la mérule à des effets sanitaires potentiels.

Pottier *et al.* (2014) ainsi que Garon *et al.* (2013) précisent que les divers symptômes cliniques rapportés par les occupants des bâtiments investigués, dans une étude sur des bâtiments dégradés notamment par la mérule, n'étaient pas nécessairement corrélés avec la présence de spores de ce champignon. Ils ont notamment mis en évidence que les bâtiments contaminés par des champignons lignivores le sont aussi par de nombreuses moisissures, compte tenu de la présence de conditions environnementales favorisant la croissance de ces deux groupes de mycètes (humidité élevée, moiteur importante ou présence d'eau en permanence); ces conditions sont bien connues comme étant favorables à la croissance de moisissures, lesquelles peuvent avoir des effets sur la santé physique des humains (Andersen *et al.*, 2011; D'Halewyn *et al.*, 2002). Garon *et al.* (2013) insistent notamment sur la prise en compte de l'omniprésence de nombreuses espèces de moisissures identifiées dans leur enquête, en mentionnant « l'implication primordiale des moisissures » pour expliquer les effets à la santé chez les occupants d'un certain nombre de bâtiments investigués.

Dans le contexte des informations scientifiques et médicales colligées et connues à ce jour, il n'existe pas d'évidence que la mérule est un champignon pathogène ou infectieux pour l'humain ou qu'il produise des toxines. En ce qui concerne de possibles effets allergiques, la littérature scientifique et médicale est très ténue et ne fournit pas d'évidences claires. L'absence de publication à ce sujet depuis de nombreuses années renforce ce constat. Conséquemment, il appert que la possibilité d'un lien entre une exposition à des spores ou à des fragments de mérule et des effets spécifiques particuliers sur la santé physique humaine est très peu probable.

Conclusion

La mérule possède des spécificités biologiques qui en font un champignon envahissant dans les habitations, en présence de certaines conditions environnementales. En particulier, la présence d'un substrat humide est nécessaire pour initier et favoriser sa croissance, de même que la dégradation subséquente du bois. Le contrôle des sources d'humidité, jumelé à une bonne ventilation, représente donc les principales mesures à considérer pour contrôler et prévenir la croissance de la mérule dans les bâtiments. En conséquence, ce champignon ne représente pas un risque particulier pour les bâtiments entretenus sur une base régulière, sans problème d'humidité persistant et suffisamment ventilés.

Jusqu'à ce jour, la mérule a surtout été étudiée par les mycologues ainsi que par des professionnels du bâtiment en raison des dommages qu'elle peut causer à ses composantes structurales. En ce qui concerne les informations scientifiques et médicales connues, la mérule ne peut pas être considérée comme un champignon pathogène, infectieux ou toxique pour l'humain. Par ailleurs, il n'y a pas, à l'heure actuelle, d'évidences que l'exposition à des spores ou à des fragments de mérule entraîne des effets particuliers au système respiratoire, comme des allergies ou d'autres réactions d'hypersensibilité. La mérule représente donc davantage une préoccupation à l'égard des dommages qu'elle peut causer à la structure et à l'intégrité du bâtiment. Rappelons également que les conditions favorables à la croissance de la mérule (en particulier l'excès d'humidité) peuvent aussi favoriser le développement d'autres organismes, telles que les moisissures, qui peuvent parfois causer des problèmes de santé.

Références

Andersen, B., Frisvad, J.C., Sondergaard, I., Rasmussen, I.S., Larsen, L.S. (2011). Associations between fungal species and water-damaged building materials. *Appl Environ Microbiol.*, 77 : 4180-4188.

Bryant, D. H. and Rogers, P. (1991). Allergic alveolitis due to wood-rot fungi. *Allergy Proc.*, 12[2], p. 89-94.

Conseil canadien du bois. (2000). L'humiditэ et les bętiments ą ossature de bois. Bulletin sur la performance du bętiment. Numэro 1.

D'Halewyn, M.A., Leclerc, J.M., King, N., Bэlanger, M., Legris, M., Frenette, Y. (2002). *Les risques ą la santэ associэs ą la prэsence de moisissures en milieu intэrieur*. Institut national de santэ publique du Quэbec. 105 p.

Diller, J.D., Huang, S.W. (1956). Further results on the vertical advance of two 'house decay' fungi in artificially infested timbers. *Phytopathology*, 46 : 467.

Fraiture, A. (2008). Introduction ą la mycologie domestique - Les champignons qui croissent dans les maisons. *Rev Cercle Mycol Brux.*, 28 : 25-56.

Frankland, A. W. and Hay, M. J. (1951). Dry rot as a cause of allergic complaints. *Acta Allergologica IV.*, p. 186-200.

Garon, D., Andrэ, V., Pottier, D., Rioult, J.P., Bourreau, A., Duhamel, C., Bouchart, V., Veritэ, P. (2013). *Эtude de la contamination fongique de bioaэrosols dans les habitations dэgradэes par la mэрule (Serpula lacrymans) et les moisissures : эvaluation de l'exposition humaine et impact gэnotoxique (MYCOAEROTOX)*. Programme PRIMEQUAL 2 – Rapport de fin de contrat. Universitэ de Caen Casse-Normandie. 91 p. + annexes.

Herxheimer, H., Hyde, H. A., and Williams, D. A. (1966). Allergic asthma caused by fungal spores. *Lancet*, 1[7437], p. 572-573.

Herxheimer, H., Hyde, H. A., and Williams, D. A. (1969). Allergic asthma caused by basidiospores. *Lancet*, 2[7612], p. 131-133.

Institut national de santэ publique du Quэbec (INSPQ) (2015). *Compendium sur les moisissures – Serpula lacrymans*. Accessible au : <http://www.inspq.qc.ca/compendium-moisissures/serpula-lacrymans>. Page consultэe le 1^{er} juin 2015.

Kauserud, H. Svegården, I.B., Saetre, G.P., Knudsen, H., Stensrud, Ø., Schmidt, O., Doi, S., Sugiyama, T., Högberg, N. (2007). Asian origin and rapid global spread of the destructive dry rot fungus *Serpula lacrymans*. *Mol Ecol.*, 16 : 2250-3360.

Krzyzanowski, N., Oduyemi, K., Jack, N., Ross, N.M., Palfreyman, J.W. (1999). The management and control of dry rot: a survey of practitioners' views and experiences. *J Environ Manag.*, 57 : 143-154.

Maurice, S., Coroller, L., Debaets, S., Vasseur, V., Le Floch, G., Barbier, G. (2011). Modelling the effect of temperature, water activity and pH on the growth of *Serpula lacrymans*. *J Appl Microbiol.*, 111 : 1436-1446.

Mold Bacteria Facts. (s. d.).

<http://www.moldbacteriafacts.com/what-is-mold/occurrence-and-significance-of-dry-rot-fungus-serpula-lacrymans/>. Consultэ le 1^{er} juin 2015.

Morris, P.I. [S] d. [C]. *Understanding Biodeterioration of Wood in Structures*. Forintek Canada Corp., Rapport, 24 p.

Niedoszytko, M., Chelminska, M., Jassem, E., and Czestochowska, E. (2007). Association between sensitization to *Aureobasidium pullulans* (*Pullularia* sp) and severity of asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol.*, 98[2], p. 153-156.

O'Brien, I. M., Bull, J., Creamer, B., Sepulveda, R., Harries, M., Burge, P. S., and Pepys, J. (1978). Asthma and extrinsic allergic alveolitis due to *Merulius lacrymans*. *Clin Allergy.*, 8[6], p. 535-542.

Pham-Thi, N., Bousiquier, P., Chartier, A. (2012) Polysensibilisation aux pneumallergэnes : эtude des profils cliniques et des modalitэs de prescription d'immunothэrapies. Quelle immunothэrapie pour les patients polysensibilisэs ? Rэsultat d'une enquэte nationale des pratiques auprэs des allergologues. *Revue française d'allergologie*, 52 : 3-10.

Pomerleau, R. (1980). *Flore des champignons au Quэbec et rэgions limitrophes*. Les Эditions La Presse, Montrэal, Quэbec, Canada, p. 231.

Pottier, D., Andrэ, V., Rioult, J.-P., Bourreau, A., Duhamel, C., Kientz-Bouchart, V., Richard, E., Guibert, M., Veritэ, P., Garon, D. (2014) Airborne molds and mycotoxins in *Serpula lacrymans* – damaged homes. *Atmospheric Pollution Research*, 5 : 325-334.

Prescott, L.M., Harley, J.P., Klein, D.A. (2003). *Microbiologie. 2^э эdition française*, Эditions De Boeck Universitэ, Bruxelles. 1137 p.

Schmidt, O. (2006). *Wood and tree fungi – Biology, damage, protection and use*. Springer, Berlin Heidelberg New York.

Schmidt, O. (2007). Indoor wood-decay basidiomycetes: damage, causal fungi, physiology, identification and characterization, prevention and control. *Mycol Progress.*, 6 : 261-279.

Singh, J. (1994). Nature and extent of deterioration in buildings due to fungi. Dans : Singh, Building mycology: management of decay and health in buildings. *E & FN Spon.*, p. 30-52.

Singh, J. (1999). Review: dry rot and other wood-destroying fungi: their occurrence, biology, pathology and control. *Indoor Built Environ.*, 8 : 3-20.

Thibault, M. (1989). *250 champignons du Quэbec et de l'est du Canada*. ditions du Trэcarrэ, Saint-Laurent, Quэbec, Canada, p. 241.

Walchli O. (1973). The resistance of various wood species against attacks by the dry rot fungus (*Merulius lacrimans* (Wulf.) Fr.). *Holz als Roh- und Werkstoff*, 31 : 96-102.

Watkinson, S. (1994). The physiology and decay in buildings morphology of fungal. Dans : Singh, Building mycology: management of decay and health in buildings. *E & FN Spon.*, p. 53-71.

Watkinson, S.C., Eastwood, D.C. (2012). *Serpula lacrymans*, wood and buildings. *Adv Appl Microbiol.*, 78 : 121-149.

La mérule pleureuse (*Serpula lacrymans*) dans l'environnement intérieur et risque à la santé

AUTEURS

Pierre Chevalier, Ph.D., microbiologie

Vicky Huppé, M. Sc. microbiologie

Jean-Marc Leclerc, M. Sc. biologie

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

AVEC LA COLLABORATION DE

Pierre DesRochers, Ph.D., génie forestier
Service canadien des forêts, Centre de foresterie des Laurentides,
Ressources Naturelles Canada

MISE EN PAGE

Julie Douville, agente administrative
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie,
Institut national de santé publique du Québec

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

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

Dépôt légal – 3^e trimestre 2015
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
Bibliothèque et Archives Canada
ISBN : 978-2-550-74019-3 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2015)