

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).

Bulletin technique 29

CANADIAN
CONSERVATION
INSTITUTE



INSTITUT
CANADIEN DE
CONSERVATION

La lutte contre les ravageurs des biens culturels



Patrimoine
canadien Canadian
Heritage

Canada

La lutte contre les ravageurs des biens culturels.

par Tom Strang et Rika Kigawa

©Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux, Canada, 2009

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

N° de catalogue : CH57-3/1-29-2009F
ISSN 0706-4152
ISBN 978-0-660-97336-4

Also available in English
Combatting Pests of Cultural Property

Imprimé au Canada

Bulletins techniques de l'ICC

L'Institut canadien de conservation publie périodiquement ses Bulletins techniques afin que les conservateurs et les restaurateurs d'objets culturels canadiens ainsi que les spécialistes en soin des collections du monde entier soient informés des principes et des techniques de conservation actuels. Les auteurs accueillent avec plaisir tout commentaire.

Résumé

Les ravageurs peuvent grandement endommager les collections, les édifices et les objets historiques, que ce soit sur le plan esthétique ou sur celui de l'intégrité structurale. Pour les protéger des ravageurs, on doit tenir compte de l'environnement où se trouve la collection et prendre des mesures de confinement, de dépistage et d'intervention ainsi que des mesures correctives. Les stratégies de conservation préventive visent à réduire les pertes de valeur au fil du temps. Les pratiques de lutte intégrée s'inscrivent dans le cadre de ce processus. L'établissement d'un milieu de travail sécuritaire et l'atténuation des effets nocifs de l'exposition des objets aux produits chimiques constituent des préoccupations de fond. La réduction de l'ampleur et de la fréquence du problème permet de mesurer l'efficacité des mécanismes de lutte ou des traitements. Dans ce bulletin technique, on présente les principaux ravageurs que l'on trouve dans des collections et on décrit une démarche structurée en matière de lutte intégrée. On propose une méthode d'enquête ainsi que des mesures correctives à appliquer selon l'infestation constatée afin de faciliter la mise sur pied d'un programme de lutte intégrée pour une grande variété de collections, qu'il s'agisse de sites extérieurs ou d'installations modernes de préservation.

Auteurs

Tom Strang est scientifique principal en conservation à l'Institut canadien de conservation, ministère du Patrimoine canadien, à Ottawa (Canada).

Rika Kigawa est directrice, Section des sciences biologiques, Centre des sciences de la conservation, Institut national de recherche pour les biens culturels, à Tokyo (Japon).

Remerciements

Les auteurs remercient les personnes suivantes pour leur contribution au contenu et à la production du présent bulletin technique : David Pinniger, Jean Tétreault, Elisabeth Joy, Edwinna von Baeyer, Barbara Patterson, Jean-Michel Johnson, Bill Conly et Sophie Georgiev, ainsi que tous les participants aux ateliers de l'Institut canadien de conservation sur la lutte intégrée.



Table des matières

Ravageurs	1
Organismes non ravageurs	1
Sous-types de ravageurs	1
Microorganismes	1
Insectes	3
Rongeurs	4
Oiseaux et chauves-souris	4
Vulnérabilité des collections aux infestations de ravageurs	5
Attraits pour les ravageurs	5
Vulnérabilité aux moisissures	5
Vulnérabilité aux insectes	6
Vulnérabilité aux rongeurs	8
Vulnérabilité aux oiseaux et aux chauves-souris	8
Mesures de lutte	8
Éviter	10
Empêcher	11
Détecter	14
Intervenir	16
Récupérer	18
Stratégies de lutte	21
Étude de cas 1 : Rongeurs vivant dans une galerie d'art d'une grande ville	22
Étude de cas 2 : Apparition de moisissures dans un musée en milieu rural	22
Étude de cas 3 : Infestation d'insectes dans une collection d'uniformes donnée à un musée municipal	23
Étude de cas 4 : Insectes perceurs du bois dans un musée agricole en milieu rural	24
Guides de mise en application	24
Conception d'un programme de lutte intégrée	25
Niveaux 0 à 6. Effectuer une évaluation de lutte intégrée afin d'établir un plan d'action	25
Échelles progressives des éléments de lutte intégrée	25
Niveau 0 — Milieu extérieur, librement accessible aux agents nocifs	27
Niveau 1 — Protection assurée uniquement par un toit ou une bâche	28
Niveau 2 — Toit, murs, et portes mal assujetties	29
Niveau 3 — Habitation élémentaire	30
Niveau 4 — Bâtiment commercial, adapté	31
Niveau 5 — Bâtiment spécialisé	32
Niveau 6 — Bâtiment de conservation	33
Échelles progressives des éléments de lutte intégrée	34
Guides de mise en application de la lutte thermique	36
Estimation de la durée et de la température requises pour la lutte thermique	36
Lutte par le froid dans un congélateur horizontal ou à l'extérieur	40
Boîte de désinfestation thermique	41
Capteur pour désinfestation à l'énergie solaire	42
Oreiller pour désinfestation à l'énergie solaire	44
Bibliographie	46
Guides d'identification	47
Glossaire	47

Liste des tableaux

Tableau 1 – Matières, objets et principaux insectes nuisibles.....	6
Tableau 2 – Principaux insectes nuisibles et signes de leur présence	7
Tableau 3 – Principaux rongeurs nuisibles.....	8
Tableau 4 – Mesures à prendre pour éviter les problèmes de ravageurs	10
Tableau 5 – Mesures visant à empêcher l'intrusion de ravageurs.....	12
Tableau 6 – Détection des ravageurs.....	14
Tableau 7 – Trousse de détection des ravageurs.....	15
Tableau 8 – Tenue de dossiers à l'appui des activités de lutte intégrée	16
Tableau 9 – Méthodes d'intervention visant à éliminer les ravageurs	17
Tableau 10 – Comparaison de différentes méthodes de traitement	19
Tableau 11 – Mesures favorisant la récupération après une infestation	20
Tableau 12 – Mesures de lutte élémentaires – risques élevés habituels.....	20
Tableau 13 – Mesures de lutte intermédiaires – risques élevés et moyens habituels	21
Tableau 14 – Mesures de lutte avancées – tous les risques perçus.....	21

Ravageurs

Les ravageurs¹ sont des organismes vivants capables d'altérer, d'endommager et de détruire des biens culturels (voir la figure 1).

En raison de la progression de l'occupation humaine et de l'activité agricole, de nombreux ravageurs se sont adaptés à notre milieu de vie et se sont taillé une place dans nos bâtiments. Ils se sont répandus dans le monde entier et ont proliféré, à la faveur des activités humaines comme les échanges commerciaux et les voyages.

Les microorganismes, les insectes et les rongeurs représentent la majorité des ravageurs qui touchent le patrimoine culturel. Ces trois principaux sous-types de ravageurs constituent des risques importants dans le milieu tempéré nord que connaît le Canada. D'autres ravageurs, comme les oiseaux percheurs, les mollusques (xylophages marins), les lézards, les chauves-souris et d'autres mammifères envahissants, peuvent causer d'importants dommages à certains endroits, mais leur présence n'est pas aussi répandue dans les lieux abritant des collections à l'échelle de la planète.

Il existe 830 075 espèces d'insectes décrites, 100 800 espèces de champignons et 4 496 espèces de mammifères (Lecointre et Le Guyader, 2006). Bien que les ravageurs ne représentent qu'une fraction de ces espèces, leur énumération exhaustive dépasse le cadre du présent document. On définira donc les « ravageurs » de façon générale, en indiquant leur sous-type et en fournissant quelques exemples courants. Les stratégies de lutte intégrée ne seront cependant pas simplifiées outre mesure.

Organismes non ravageurs

Dans la nature, les organismes entretiennent des relations de dépendance et de compétition. Ainsi, certains organismes dits « bénéfiques » (araignées, scolopendres et guêpes parasites) se nourrissent de ravageurs. Si on regarde de près, on peut constater la présence de ces organismes non ravageurs dans les collections. Comme dans le cas des ravageurs, leur présence peut être indésirable, causant de légers dégâts et indiquant que le milieu abritant une collection n'est pas suffisamment hermétique.

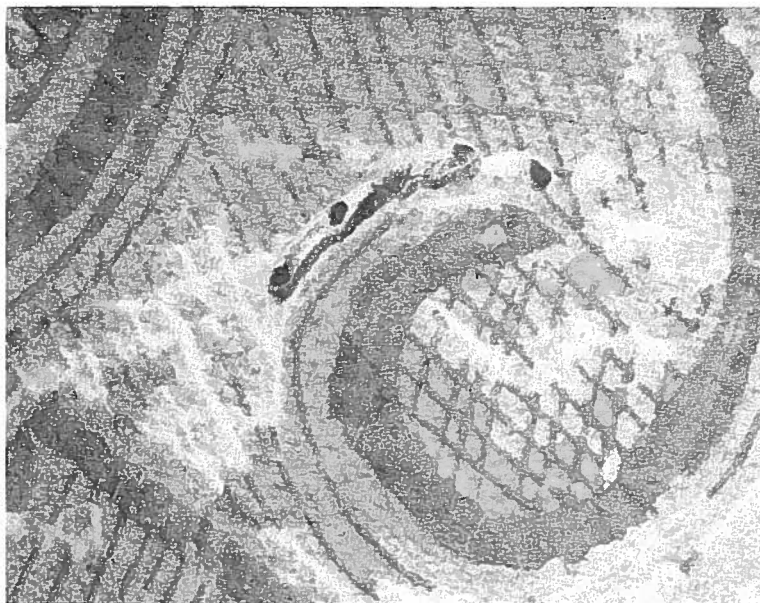


Figure 1. Des larves de dermestidés se sont nourries des éléments décoratifs de cette mitaine en cuir naskapie à cause de la grande valeur nutritive du liant utilisé pour les pigments.

On peut également constater la présence d'organismes non ravageurs et « non bénéfiques » dans des collections (p. ex. les cloportes et les mille-pattes). Ces organismes signalent parfois l'existence d'un problème de ravageurs en raison de leur association à certaines conditions environnementales ou à la présence de brèches dans les bâtiments. On peut juger leur présence indésirable pour les raisons susmentionnées. De plus, ils peuvent servir de proie à certaines espèces de ravageurs. On lutte donc habituellement contre ces organismes, de préférence en empêchant leur intrusion.

Sous-types de ravageurs

On peut catégoriser les ravageurs selon leur classification biologique ou selon les matières auxquelles ils s'attaquent. La première étape essentielle pour déterminer les limites biologiques intrinsèques des ravageurs consiste à les identifier correctement. Ces limites sont ensuite exploitées pour combattre les organismes en question. Il est à noter que les matières attaquées varient à l'intérieur des sous-types. En outre, certaines espèces peuvent avoir des attributs spécialisés leur permettant de tirer parti des moyens de lutte intégrée, ou d'y résister.

Microorganismes

Les espèces de champignons (moisissures) et de bactéries sont nombreuses et très répandues. Les spores de moisissures et de bactéries peuvent être

¹ Cette définition exclut les activités humaines, habituellement appelées « actes de vandalisme ».

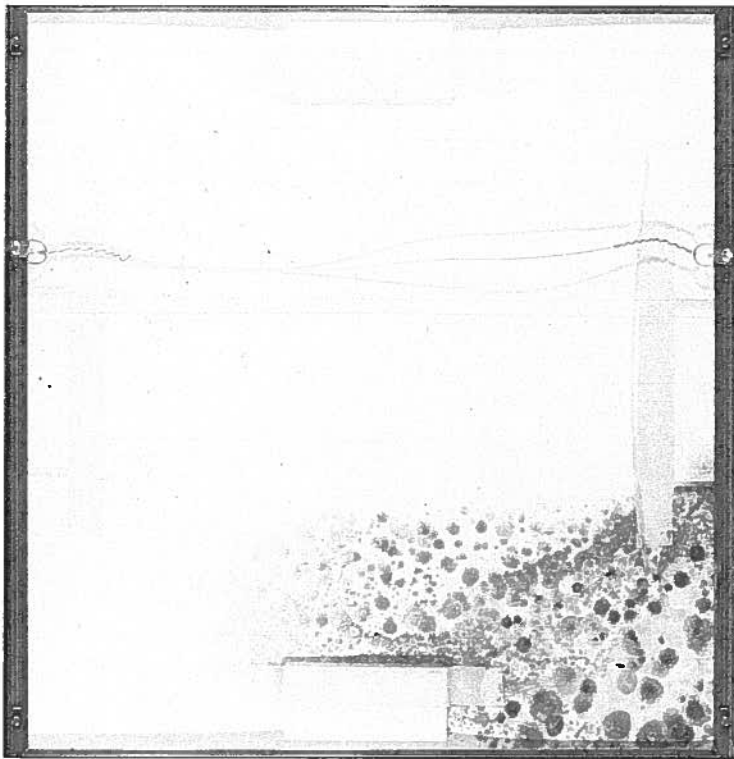


Figure 2. Colonies de moisissures au dos d'une œuvre encadrée. Leur distribution illustre les effets d'un microclimat créé par la variation de distance entre le panneau arrière du cadre et le mur humide où il était accroché. Là où cette distance était grande (partie supérieure), la ventilation par convection a empêché l'humidité d'augmenter au point de permettre la formation de moisissure. Là où la distance était faible (partie inférieure), la ventilation par convection était restreinte; l'humidité a donc pu se communiquer au panneau arrière et favoriser la formation de moisissure.

aéroportées ou transportées avec d'autres particules. Ce sont normalement les eaux de crue contaminées qui donnent lieu à l'introduction de bactéries dans les aires de collections, ou encore les eaux stagnantes à l'intérieur des bâtiments. Les hyphes fongiques constituent l'étape destructrice des moisissures : leur activité tache et digère les objets (voir la figure 2).

Pour survivre, les bactéries ont besoin d'eau : l'humidité relative (HR) doit demeurer très élevée, tout comme la teneur en humidité du substrat, ce qui est le cas notamment dans les milieux submergés. À l'exception des bactéries qui produisent des spores (mécanisme de survie qui accroît fortement le caractère pathogène du tétanos, du botulisme, du charbon, etc.), il est possible de restreindre de façon notable la plupart des risques liés aux bactéries en évitant le maintien d'un taux d'humidité élevé ou la saturation. On peut lutter contre de nombreuses espèces de bactéries en maintenant une HR inférieure à 90 %, et stopper toute croissance en maintenant une HR inférieure à 70 %. Dans le cas des microorganismes, on décrit normalement l'HR du point de vue de l'activité de l'eau (voir le passage

sur les moisissures ci-après). Parmi les autres facteurs pouvant favoriser le développement de colonies de bactéries, mentionnons la température, la valeur nutritive et le pH du substrat. Certains risques bactériens précis sont associés à la contamination par le sol, par des animaux morts ou infectés, par l'eau stagnante, par des fluides riches en nutriments ou par des eaux usées. Des dangers tels que le charbon, la maladie des légionnaires et le botulisme peuvent alors se déclarer. Le rétablissement de conditions défavorables à la croissance bactérienne ne garantit cependant pas la destruction des bactéries pathogènes ou de leurs toxines : toute personne travaillant avec des matières suspectes doit donc bien se protéger.

Le manque d'eau affecte moins les moisissures que les bactéries. La formation de moisissures est cependant tributaire de l'eau disponible dans le substrat. De nombreuses spores de moisissures ont besoin d'une HR avoisinant la saturation pour commencer à germer, et une présence continue d'humidité pour survivre. Une fois que les hyphes se sont développés, même les moisissures des espèces les plus résistantes ont besoin d'un taux d'humidité relative d'au moins 65 % pour poursuivre leur croissance. Les hyphes végétatifs (sous forme de trames fibreuses et de filaments appelés mycéliums) ont besoin de nutriments et digèrent le

substrat. Certains champignons qui s'attaquent au bois peuvent transporter l'eau par de longs faisceaux d'hyphes, ce qui rend leur croissance possible loin d'un milieu humide. Les spores des champignons sont produites au-dessus de la structure végétative (la trame mycélienne) par des organes spécialisés. Ces spores sont aisément diffusées par les courants atmosphériques et par le contact avec des humains et d'autres organismes.

Si l'humidité provient de l'air contenant de la vapeur d'eau, la moisissure peut survivre dans des matériaux riches en nutriments entreposés à une HR supérieure à 65 %. La formation de moisissures s'accélère lorsque l'HR dépasse 75 % et devient intense si elle est supérieure à 85 %. En fin de compte, une immersion dans de l'eau peut freiner la croissance de moisissures, car on réduit ainsi la disponibilité d'oxygène. La déshumidification entrave également la formation de moisissures, car elle limite la quantité d'eau disponible dans le substrat. Dans la documentation sur la science de l'alimentation, on désigne cette condition limitante comme l'« activité de l'eau »,

valeur numérique correspondant à l'HR exprimée sous forme de fraction (p. ex. : HR de 75 % = A_w de 0,75). En présence d'un réservoir d'humidité (p. ex. le sol), la teneur en humidité de la matière en contact avec le réservoir (p. ex. un seuil en bois) doit être réduite pour prévenir la pourriture. Lorsqu'on emploie un humidimètre pour déterminer si une matière organique est propice à la formation de moisissures, l'HR limite favorisant une telle croissance (disons 65 %) doit être convertie en teneur en humidité équivalente au moyen d'une isotherme de sorption correspondant à cette matière.

Les microorganismes digèrent, tachent, affaiblissent, transportent de l'humidité (p. ex. champignons responsables de la pourriture sèche) et attirent des insectes nuisibles en modifiant et en augmentant la valeur nutritive des objets. En plus des effets pathogènes liés aux infections, les bactéries et les champignons présentent des risques pour la santé humaine : des concentrations élevées ou une exposition chronique peuvent causer des allergies ou des problèmes respiratoires graves. On recommande fortement aux travailleurs d'utiliser un équipement de protection individuel en présence de contamination microbienne. Pour en savoir plus, consulter Strang et Dawson (1991a). Pour connaître les recommandations actuelles concernant les travailleurs en contact avec des collections contaminées par des moisissures, consulter Guild et MacDonald (2004).

Insectes

Les insectes et autres arthropodes sont les ravageurs les plus nombreux. En raison de leur spécialisation, de leur petite taille, de leur mobilité, de leur capacité sensorielle et de leur fécondité, les insectes nuisibles représentent une menace constante pour les collections (voir la figure 3).

Les insectes peuvent avoir des besoins alimentaires très spécifiques. Les risques qu'ils représentent doivent donc être catégorisés selon le type de matière, et non le type d'objet. Les insectes sont normalement présents dans la nature et peuvent se frayer un chemin jusque dans les collections. Ils peuvent également s'introduire dans les collections par l'intermédiaire d'objets infestés qui sont prêtés ou nouvellement acquis, à la façon des insectes nuisibles

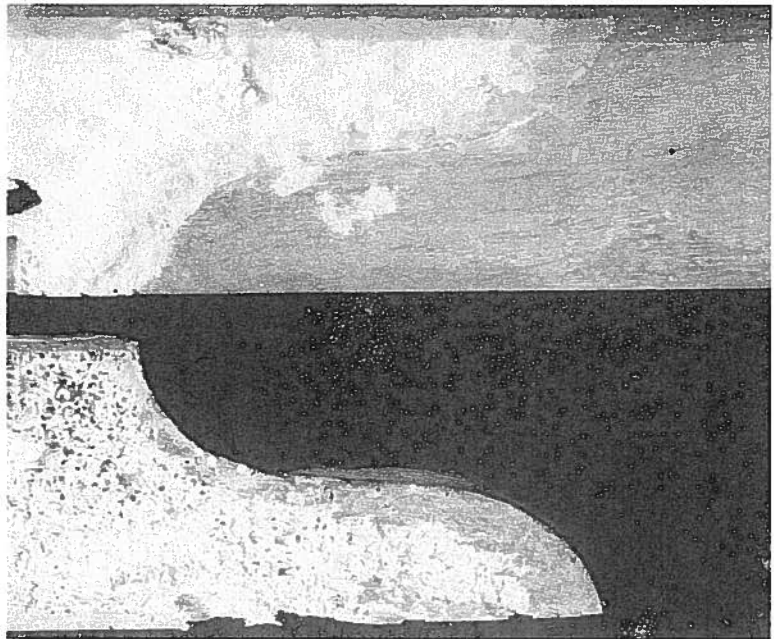


Figure 3. Des larves d'anobiidés ont dévoré une grande partie du support en bois de cet abattant de table. Elles ont cependant laissé très peu de traces de leur activité sur les surfaces vernies exposées.

qui voyagent dans le monde à la faveur des échanges commerciaux et des voyages.

Les insectes n'ont pas tous le même cycle évolutif. Les deux principaux sont les suivants :

- œuf → larve → pupe → adulte;
- œuf → nymphe → adulte.

Les stades de larve et de nymphe sont marqués par une alimentation et une croissance plus ou moins constantes. Il en résulte de multiples mues, à mesure que l'insecte devient trop grand pour son tégument (exosquelette). Chez certaines espèces, les adultes ne s'alimentent pas (p. ex. teigne des vêtements), se nourrissent d'autres aliments que les larves (p. ex. dermestidés) ou sont tout aussi voraces que les larves (p. ex. stégobie des pharmacies).² La pupaison peut se produire à une certaine distance du substrat nourricier, réduisant ainsi les risques de prédation. Les adultes peuvent aussi se déplacer pour trouver un partenaire (les dermestidés adultes se rencontrent sur des fleurs, où ils se nourrissent de pollen). Chez de nombreuses espèces d'insectes, les phéromones jouent un rôle déterminant dans la rencontre des partenaires (p. ex. teigne des vêtements, coléoptères perceurs du bois). Certains insectes se répandent rapidement dans les collections, tandis que d'autres demeurent généralement à un même endroit et infestent les mêmes matières pendant plusieurs générations. Les risques de propagation sont toutefois toujours présents.

² Les termites et certains insectes perceurs du bois hébergent des microorganismes symbiotiques qui les aident à digérer des matières autrement incontestibles.

Dans leur quête de nourriture et d'abri, les insectes, et moins fréquemment les autres arthropodes, peuvent causer des dommages allant d'une contamination accessoire à la destruction complète de matières organiques. Certains insectes forent également des galeries dans les mousses plastiques souples et les matières composées de minéraux pour y pondre leurs œufs ou s'y transformer en nymphes. D'autres insectes transmettent des maladies aux humains. La présence d'agents pathogènes d'origine alimentaire, de fragments d'insectes et de matières fécales dans les collections peut provoquer des réactions allergiques chez les humains. Par conséquent, lorsqu'on travaille avec des matériaux moisiss, il faut prendre des précautions semblables à celles que l'on prend pour la manipulation d'objets contaminés par des insectes.

Rongeurs

Les rongeurs sont les mammifères nuisibles les plus répandus dans les domaines agricole et commercial. On les trouve habituellement à proximité des agglomérations urbaines et rurales. L'Alberta fait cependant exception à la règle : son programme de dératisation, entrepris il y a longtemps à l'échelle de la province, a été très efficace. Les rats et les souris sont d'excellents grimpeurs, fousisseurs, nageurs et rongeurs. Ils sont aussi très féconds. Comme ces animaux sont attirés par la nourriture et les déchets humains, on doit souvent lutter contre eux dans les bâtiments abritant des collections. Le rayon de leur domaine vital fait habituellement entre 20 et 60 mètres, parfois plus.

Les souris occupent habituellement un territoire d'un rayon de vingt mètres, voire même un territoire plus petit à l'intérieur d'un bâtiment, mais il arrive aussi que ce territoire s'étende jusqu'à deux kilomètres. En raison de leur rythme de reproduction rapide, elles doivent se disperser à la recherche de ressources (nourriture, eau et matières pour la construction du nid), qu'elles peuvent aisément trouver dans les salles abritant des collections. Les rats forment aussi des colonies. Ils vivent à l'extérieur dans des réseaux structurés de terriers ou nichent dans les bâtiments. Comme l'activité des rongeurs nuisibles est fortement liée à la disponibilité de la nourriture, les mesures de lutte visent souvent à rendre les ressources alimentaires inaccessibles.

Les rongeurs doivent constamment ronger des matières non comestibles pour user et aiguiser leurs dents, qui croissent continuellement. Ils cachent de la nourriture en vue d'une consommation ultérieure, urinent pour marquer leurs pistes et laissent

des matières fécales derrière eux lors de leurs explorations. Ils laissent aussi des traces graisseuses le long de leurs pistes, causent des dégâts en récoltant des matières pour construire leurs nids et s'aménagent des refuges dans des lieux abrités (voir la figure 4).

Les cadavres, les poils et les matières fécales de rongeurs attirent les insectes se nourrissant de kératine et de protéines, qui peuvent à leur tour se répandre dans les collections. Comme les déchets de rongeurs peuvent être la source d'un certain nombre de maladies humaines; le port d'appareils de protection respiratoire et de vêtements de protection est recommandé lorsqu'on doit nettoyer des matières contaminées par des rongeurs.

Oiseaux et chauves-souris

Plusieurs espèces d'oiseaux se perchent ou nichent sur les bâtiments. Leurs nids et leurs déjections souillent et dégradent les structures. Ces souillures attirent les insectes se nourrissant de kératine et de protéines. Les nids abritent également des parasites. L'exposition aux poussières de source aviaire (provenant des déjections, des plumes et du matériel de construction des nids) peut favoriser le développement de zoonoses virales et bactériennes (p. ex. la chlamydie chez les pigeons et la volaille) et causer des réactions allergiques chroniques. Ces raisons, auxquelles s'ajoutent les inconvénients associés aux déjections d'oiseaux dans les lieux publics, justifient que l'on veuille chasser ces animaux (il s'agit la plupart du temps de bandes



Figure 4. Les rats ont laissé des traces graisseuses caractéristiques sur les murs où ils se frottent constamment lors de leurs déplacements dans leur domaine vital.

Photo : Department of Integrated Pest Management – University of Aarhus. (Département de lutte intégrée – Université d'Aarhus).

de pigeons). L'inhalation des poussières provenant des accumulations de déjections d'oiseaux (p. ex. dans les combles) peut présenter des risques microbiens pour la santé humaine (p. ex. l'histoplasmosse et la cryptococcose). Une protection respiratoire complète, des vêtements de protection et l'application subséquente de mesures d'assainissement sont donc de mise lorsqu'on doit pénétrer dans des lieux ainsi contaminés ou éliminer de tels déchets (Strang, 1991b). Plusieurs méthodes de prévention peuvent empêcher les oiseaux de se percher dans des endroits vulnérables (voir la figure 5).



Figure 5. La bande hérisson installée sur cet édifice à valeur patrimoniale protège les gens et la structure contre les souillures.

Les chauves-souris trouvent refuge dans les combles et les cavités des murs accessibles de l'extérieur. Elles peuvent entrer par des ouvertures mesurant plus de 5 mm. Leurs déjections peuvent poser des risques similaires à ceux engendrés par les déjections des oiseaux, et doivent être éliminées de manière tout aussi sécuritaire. Pour obtenir des conseils élémentaires sur l'exclusion des oiseaux et des chauves-souris, voir Strang (1991b); pour des conseils sur la sécurité personnelle, voir Guild et MacDonald (2004.)

Vulnérabilité des collections aux infestations de ravageurs

Attraits pour les ravageurs

Un objet culturel peut répondre à un besoin qu'un ravageur chercherait normalement à satisfaire (nourriture, eau ou matériel pour le nid) dans son environnement naturel.

Les traces laissées par les infestations peuvent aller des amas de soie aux matières fécales desséchées, en passant par les taches d'urine et les nids d'oiseaux, de guêpes maçonnes et de guêpes à papier. Ces effets superficiels peuvent endommager de façon permanente le fini délicat de certains objets, ou favoriser les attaques microbiennes.

Les dépôts et les sels en surface attirent les ravageurs et les aident à satisfaire leurs besoins d'alimentation ou de grignotage. Les ravageurs se nourrissent de ces

matières, et non des objets eux-mêmes. La conception de certains objets peut les rendre encore plus attrayants pour les ravageurs en facilitant leur accès (p. ex. bois de bout dont la surface grossière, exposée, permet aux insectes perceurs du bois de pondre leurs œufs) et en leur procurant un abri. Les résidus en surface peuvent aussi rehausser l'attrait que suscitent les objets. Peu importe les facteurs en cause, c'est la capacité des insectes à reconnaître les matières et à les exploiter qui favorise les dommages.

Dans le présent document, on précise le degré de vulnérabilité des matières et les risques liés aux ravageurs pour certaines catégories d'objets représentatifs (voir le tableau 1, p. 6, qui porte sur des types de matières courants dans les collections).

Vulnérabilité aux moisissures

Lorsque les conditions propices sont réunies – degré d'humidité élevé et dispersion des nutriments –, toutes les surfaces organiques et inorganiques peuvent être colonisées par des moisissures. Les matières cellulosiques (p. ex. du papier) et protéiniques (p. ex. du parchemin) humides sont les plus touchées, car elles sont entièrement digestibles et relativement tendres. De plus, leurs cellules poreuses – là où se produit la contamination microbienne (p. ex. hyphes fongiques invasifs, spores minuscules à forte pigmentation) – peuvent être difficiles à nettoyer. Comme les objets en papier et en parchemin recèlent souvent beaucoup d'information (texte, illustrations, etc.), l'effet obscurcissant de l'action microbienne peut entraîner de graves altérations. Les moisissures

peuvent aussi se former sur des surfaces inorganiques en présence de nutriments et d'humidité. Il faut une formation et du matériel spécialisés pour pouvoir identifier les microorganismes et déterminer les risques qu'ils représentent pour les gens et les objets. Savoir distinguer les moisissures superficielles des poussières et autres souillures peut également être utile et contribuer à orienter les décisions en matière de conservation préventive.

Vulnérabilité aux insectes

Compte tenu de la spécialisation dont les insectes font preuve dans leurs comportements alimentaire, reproducteur et fouisseur, la vulnérabilité des collections varie considérablement d'une espèce à l'autre. Certains insectes sont toutefois des généralistes et peuvent infester des catégories de matériaux apparentées. Au tableau 1, on présente une classification approximative des principaux risques.

Les insectes ont des habitudes d'alimentation spécialisées en raison des adaptations évolutives

particulières de leurs pièces buccales, de leur appareil digestif et de leurs symbiotes (microorganismes vivant dans le tube digestif des insectes, qui convertissent la cellulose en sucres assimilables). Ainsi, divers insectes sont attirés par les grains secs et le papier contrecollé avec de la colle d'amidon. Bien que ces deux éléments contiennent une bonne part d'amidon, les charançons sont plus enclins à attaquer les grains secs, tandis que les lépismes sont davantage attirés par le papier contrecollé à base d'amidon. Les préférences s'expliquent par la structure différente des pièces buccales de ces insectes.

Les objets souillés sont plus susceptibles d'être attaqués, surtout s'ils sont faits de soie ou de coton. Les insectes ne se nourrissent habituellement pas de ces tissus, à moins que des matières nutritives n'y soient ajoutées.

Au tableau 1, on énumère les matières vulnérables ainsi que les insectes nuisibles qui risquent de s'y attaquer. Au tableau 2, on décrit les insectes du tableau 1.

Tableau 1 – Matières, objets et principaux insectes nuisibles

Matières	Domages causés à des objets représentatifs	Insectes nuisibles communs
Cellulosiques : matières solides (p. ex. poutres, livres rangés sur des rayons)	Trous forés dans le corps d'ouvrage et la couverture rigide de livres ou dans des articles et des meubles en bois. Structures de bois affaiblies par des galeries, surtout près du bois de bout (assemblages) : poutres, poteaux, pieux, seuils, chevrons et revêtements de sol.	Insectes nuisibles attaquant le bois de charpente, lyctidés (bois de feuillus seulement), anobiidés, cérambycidés, fourmis charpentières, termites (présents au Canada seulement dans le sud de l'Ontario et de la Colombie-Britannique). On trouve également de nombreux insectes perceurs du bois dans le bois pourri et le bois exposé à l'humidité à l'extérieur.
Cellulosiques : surfaces de papier	Couvertures de livres, œuvres d'art, lettres, papier peint et revêtement isolant grignotés ou dévorés.	Lépismes, blattes, psoques.
Fibres végétales et parties de fleurs, feuilles, écorce	Spécimens d'herbier, corbeilles, cordages et objets faits de fibres grossières.	Lasioderme du tabac (<i>Lasioderma serricorne</i>), stégobie des pharmacies (<i>Stegobium paniceum</i>), <i>Reesa vespulae</i> , ptinidés.
Amidons	Mines creusées dans les semences et les céréales entreposées. Consommation de joints de colle de pâte.	Charançons, pyrales indiennes de la farine, blattes, lépismes.
Kératine : poils, fourrure, griffes, corne, fanons	Domages causés aux vêtements de fourrure, aux broderies en poil, aux décorations de piquants de porc-épic et aux spécimens d'histoire naturelle.	Teignes des vêtements et dermestidés.
Collagène : peau, cuir, parchemin	Vêtements, cordage de babiche, sacs, peaux de tambour, joints de colle et reliures de livres.	De nombreux dermestidés, généralement des espèces des genres <i>Anthrenus</i> et <i>Attagenus</i> , le <i>Thyodrias contractus</i> , et des ptinidés.
Objets humides et moisiss	Papier d'archives ou œuvres d'art avec micromoisissures portant des traces de grignotage.	Psoques et lathridiidés.

Tableau 2 – Principaux insectes nuisibles et signes de leur présence

Nom commun	Signes de présence et caractéristiques	Nom latin
Lyctes	Petits trous ronds creusés dans le bois et sciure farineuse. Les adultes, brunâtres et de petite taille, ne s'attaquent qu'au bois de feuillus. Répartis à l'échelle du Canada.	<i>Lyctus brunneus</i> et autres espèces
Anobie ponctué, lasioderme du tabac, stégobie des pharmacies	Petits trous ronds creusés dans le bois et sciure granulaire. Les anobiidés se trouvent le plus souvent dans les objets de bois d'origine européenne, mais certaines espèces indigènes s'attaquent aux structures. <i>Lasioderma serricorne</i> et <i>Stegobium paniceum</i> représentent une menace importante aux matériaux organiques d'une collection.	<i>Anobium punctatum</i> , <i>Lasioderma serricorne</i> , <i>Stegobium paniceum</i>
Cérambycidés, Perceur du vieux bois	Trous et cavités de forme ovale de grande dimension forés dans les poutres. Les espèces de cérambycidés attaquent le bois d'œuvre au Canada. La plupart d'entre eux ne s'attaquent pas à du bois desséché. Si un certain nombre d'espèces de cérambycidés introduites causent aujourd'hui des dommages aux feuillus et aux résineux, seul l' <i>Hylotrupes bajulus</i> (perceur du vieux bois) peut représenter un grave problème dans les collections muséales en raison de sa capacité de s'attaquer au bois desséché. En gros, il se limite à la région orientale des États-Unis.	<i>Hylotrupes bajulus</i>
Nacerde	On a constaté la présence de nacerdes sur des sites patrimoniaux canadiens où l'on trouve du bois d'œuvre mou ou des déchets du moulin à bois.	<i>Nacerdes melanura</i>
Perceur à tête plate	Trous de grande dimension et de forme ovale dans des poutres. On a déjà vu des buprestides de couleur métallique émerger de poutres dans des collections et sur des lieux historiques, parfois de nombreuses années après la coupe du bois. Il est peu probable qu'ils s'attaquent à du bois desséché.	<i>Buprestis aurulenta</i>
Anthrène bigarré des tapis, attagène des tapis, dermeste des peaux, anthrène des tapis	Larves velues à bandes brunes rampant sur divers objets, exuvies larvaires sur des fourrures, des plumes, des tas de sciure ou d'excrément et des cheveux dans des fonds de tiroir. Se trouvent parmi les insectes les plus répandus dans les collections. Les dermestidés se nourrissent de débris dans les nids et de restes d'animaux morts. Les adultes sont associés aux fleurs sauvages. Dans les musées d'histoire naturelle, on se sert de colonies de <i>Dermestes maculatus</i> pour le nettoyage de spécimens.	<i>Anthrenus verbasci</i> , <i>Thyodrias contractus</i> , <i>Attagenus unicolor</i> , <i>Dermestes maculatus</i> <i>Anthrenus scrophularia</i>
Teigne des vêtements, teigne porte-case	Petites larves (chenilles) blanches dans des abris soyeux ou aplatis sur des surfaces, canaux creusés dans du tissu de laine, ou perforations. Souvent présentes dans des collections historiques; très dévastatrices. Les adultes sont petits, blanchâtres, et leurs ailes sont frangées. On les confond parfois avec des infestations de pyrales indiennes de la farine (graines et céréales concassées), mais le <i>Plodia interpunctella</i> a des « épaules » cuivrées.	<i>Tineola bisselliella</i> , <i>Tinea pellionella</i>
Lépisme	Surfaces creusées ou trous déchiquetés dans du papier. Larves et adultes argentés, en forme de poisson. Les lépismes possèdent deux antennes recourbées et trois appendices caudaux effilés.	<i>Lepisma saccharina</i>
Blatte germanique	Les larves et les adultes sont bruns, avec deux bandes sombres sur le thorax. Ces insectes sont très féconds. Ils sont attirés par les dégâts de nourriture et préfèrent les matières amidonnées. Peuvent toucher des objets faits de colles d'amidon.	<i>Blatella germanica</i>
Psoque	Insecte minuscule, translucide, à abdomen renflé, habituellement aptère. Les psoques préfèrent les milieux humides, mais peuvent s'accommoder d'endroits secs pendant quelques semaines. Friand des impuretés microbiennes sur du papier. Sa présence constitue un avertissement d'un milieu humide.	<i>Liposcelis</i> spp.
Fourmi noire gâte-bois (ou fourmi charpentière)	Grosse fourmi noire, habituellement aperçue au printemps. Cette fourmi fore des galeries dans les arbres pourris ou des poutres, rejetant des sciures qui ressemblent à du bran de scie. Peut constituer une importante menace aux poutres d'immeubles historiques, aux clôtures et aux arbres vulnérables sur le terrain.	<i>Camponotus pennsylvanicus</i> , <i>Camponotus herculeanus</i> , <i>Camponotus modoc</i>
Termites	Insecte souterrain. Les larves se fabriquent parfois des tubes pour se protéger. Les adultes peuvent voler, comme les fourmis. À la différence des fourmis, les termites ont une taille forte. Les termites ne représentent qu'une menace dans quelques régions du Canada (au sud de l'Ontario, de la Colombie-Britannique et du Manitoba). S'ils ne s'attaquent pas encore aux objets du patrimoine canadien, leur présence représente néanmoins un danger possible.	<i>Reticulitermes flavipes</i> , <i>Reticulitermes hesperus</i>

Vulnérabilité aux rongeurs

Les rongeurs endommagent tout ce qu'ils peuvent grignoter ou utiliser pour construire leur nid, y compris l'isolant en fibre de verre. Ils peuvent transporter des substances nocives dans leur gueule sans risque de les avaler. Toute matière se trouvant sur le chemin des rongeurs en quête de nourriture est inévitablement souillée par leur urine et leurs boulettes fécales. Tout objet de collection contenant de l'amidon, des protéines ou des lipides (aliments de prédilection des rongeurs) peut être consommé, endommagé, souillé ou déplacé. En plus de se constituer des garde-manger, les rongeurs utilisent des aires communes de défécation, pratique qui peut entraîner encore plus de dommages lorsque l'endroit choisi se trouve à l'intérieur d'un objet ou à sa surface. Au tableau 3, on présente une liste des principaux rongeurs nuisibles.

Vulnérabilité aux oiseaux et aux chauves-souris

Cette catégorie de ravageurs est plus dommageable pour les structures à valeur patrimoniale que pour les objets de collection. Si les activités de nidification ne sont pas limitées, elles amènent divers problèmes – souillures, insectes nuisibles, cadavres et odeurs – qui constituent un désagrément, ou encore présentent carrément des risques pour la santé.

Seulement 3 des 19 espèces de chauves-souris répertoriées au Canada cherchent habituellement

refuge dans des bâtiments : la petite chauve-souris brune, la grande chauve-souris brune et la chauve-souris de Yuma (Strang et Dawson, 1991b). De même, seules quelques espèces d'oiseaux peuvent occasionner des problèmes importants : le pigeon biset, le moineau domestique, l'étourneau sansonnet et certaines espèces d'hirondelles (Strang et Dawson, 1991b).

Mesures de lutte

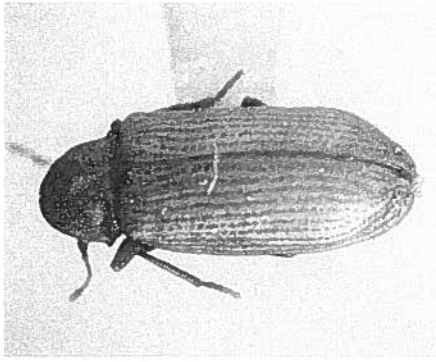
Il est possible de contrer les effets nuisibles des ravageurs. Il suffit de prendre sans délai des mesures simples et efficaces d'entretien et d'assainissement pour empêcher les ravageurs d'entrer dans les espaces abritant des collections et de s'y répandre. Les programmes de dépistage systématique permettent de déceler les problèmes sans tarder et d'appliquer des mesures d'intervention adaptées dans le but de limiter les dégâts et d'éliminer les organismes nuisibles.

Des mesures particulières de prévention des dommages peuvent souvent être prises pour lutter contre de nombreux types de ravageurs. Dans les tableaux qui suivent, un code désigne les sous-types de ravageurs concernés en fonction des situations courantes et des mesures préventives décrites. Ce code utilise les symboles suivants :

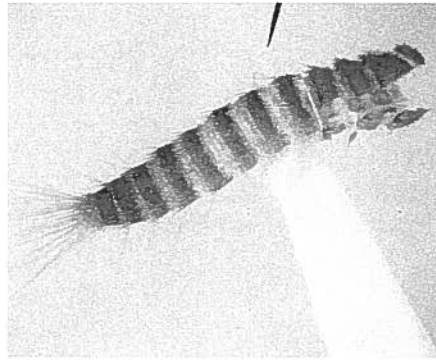
- microorganismes 
- rongeurs 
- insectes 
- oiseaux et chauves-souris 

Tableau 3 – Principaux rongeurs nuisibles

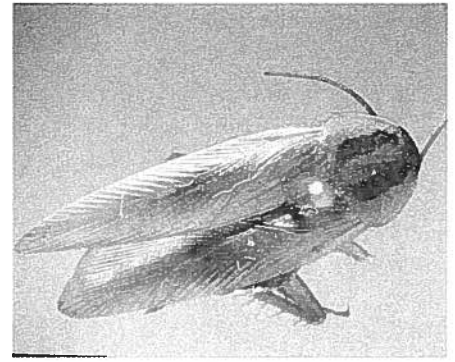
Nom commun	Description	Nom latin
Rat surmulot ou rat d'égout	Rongeur omnivore d'une longueur de 30 à 45 cm; pelage brun, ventre gris clair, museau arrondi, petites oreilles épaisses.	<i>Rattus norvegicus</i>
Rat noir	Rongeur omnivore d'une longueur d'environ 42 cm; pelage noir ou brun-gris, ventre plus clair, museau pointu, grandes oreilles minces.	<i>Rattus rattus</i>
Souris commune	Rongeur omnivore, mais préférant les céréales, d'une longueur de 17,5 cm; pelage gris brunâtre, ventre gris, museau pointu et grandes oreilles.	<i>Mus musculus</i>
Souris sylvestre	Rongeur préférant se nourrir de graines et d'insectes, d'une longueur de 15 à 20 cm; pelage brun, ventre et dessous de la queue blanc, grands yeux protubérants, grandes oreilles rondes. Peut hiverner dans les bâtiments. Principale préoccupation : lien entre la souris sylvestre et le hantavirus, qui présente un risque pour la santé et peut être transmis par les matières fécales et la salive.	<i>Peromyscus maniculatus</i>



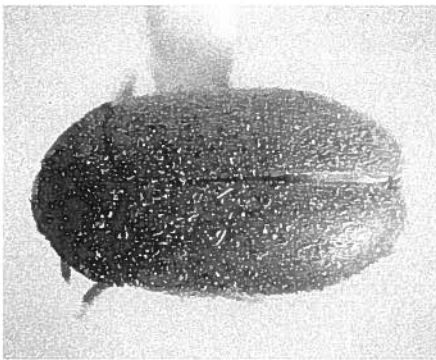
Anobium punctatum
(anobie ponctué), adulte.



Attagenus spp.,
dépouille larvaire.



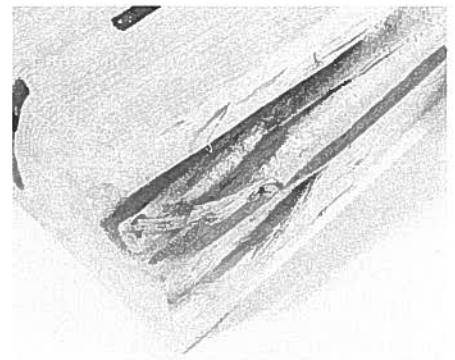
Blatella germanica
(blatte germanique).



Stegobium paniceum
(stégobie des pharmacies), adulte.



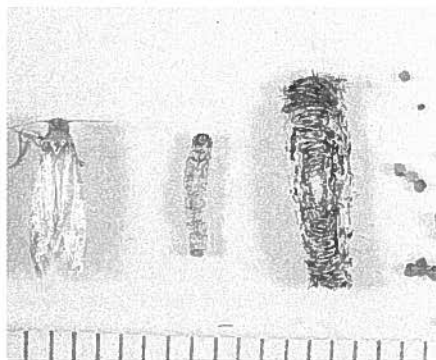
Tineola bisselliella (teigne des
vêtements), étapes et excréments.



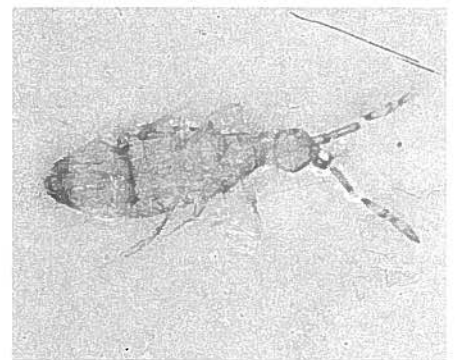
Camponotus spp.
(fourmi charpentière) et ses galeries.



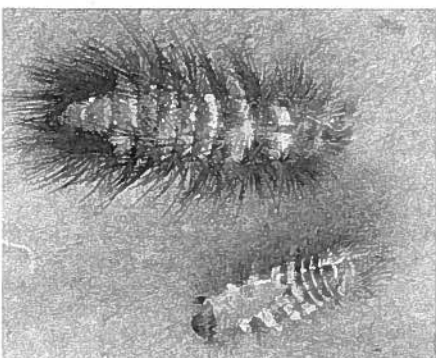
Anthrenus scrophularia
(anthrène des tapis), adulte.



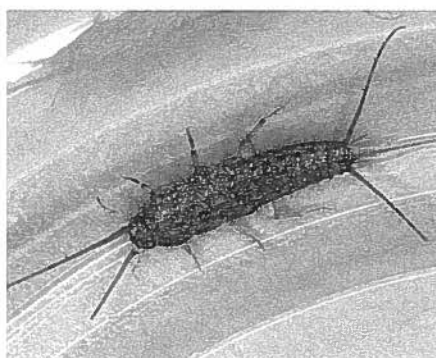
Tinea pellionella
(teigne porte-case), étapes.



Liposcelis spp.
(psoque ou pou des livres)



Anthrenus scrophularia,
dépouille larvaire.



Lepisma saccharina
(lépisme).



Souris piégée au moment
d'endommager l'isolant du grenier.

Éviter

Éviter ou éliminer les substances qui attirent les ravageurs – ou en atténuer les effets – afin de les priver de tout soutien essentiel au maintien de la vie. Les objets de collection sont souvent faits de matières susceptibles d'attirer les ravageurs. L'objectif de la lutte intégrée est de s'assurer que les réserves et les lieux d'exposition ne favorisent pas la présence de ravageurs (voir la figure 6). Au tableau 4, on fournit des précisions à ce sujet.



Figure 6. Dans cette petite réserve, encombrée et mal aménagée, on peut difficilement assurer la lutte intégrée ou effectuer toute autre tâche.

Tableau 4 – Mesures à prendre pour éviter les problèmes de ravageurs

Ravageurs	Situation à éviter	Mesure à prendre
 	Les dégâts de nourriture et les aliments à découvert (amidon, protéines et lipides) attirent tous les types de ravageurs.	Séparer les aires d'alimentation des lieux où se trouvent les collections. Encourager l'utilisation de récipients hermétiques pour l'entreposage des aliments. Nettoyer sans tarder tous les dégâts de nourriture et les lieux où l'on a servi des aliments. Dans les expositions éducatives, s'assurer que les articles pouvant servir de nourriture (p. ex. animaux empaillés), font l'objet d'inspections régulières aux fins de la lutte intégrée. Voir l'étude de cas 1, page 22.
 	Les sources d'humidité sont propices aux infestations par les champignons, les bactéries, les rongeurs et certains insectes. Les eaux stagnantes peuvent aussi, dans une moindre mesure, attirer les oiseaux nuisibles.	Éliminer autant que possible les eaux stagnantes. Tenir compte de la présence d'eau dans le cadre du programme de détection afin de déceler les problèmes en amont (p. ex. moisissures autour des fontaines extérieures). Inspecter les puisards et les drains qui se trouvent dans les réserves de collections afin de vérifier s'ils n'abritent pas de lépismes ou d'autres ravageurs. Assurer un drainage adéquat de toutes les structures afin de prévenir les problèmes d'humidité dans les fondations.
  	Les résidus de nourriture, de sueur et de sang sur les objets attirent les ravageurs.	Les résidus alimentaires sur les tissus, les corbeilles, les contenants, etc., attirent les insectes et les rongeurs, qui chercheront à s'en nourrir ou à les grignoter. En nettoyant ces objets, on réduit leur attrait pour les ravageurs, de même que les risques d'attaque microbienne en présence d'humidité. Cependant, si le résidu fait partie intégrante du contexte historique à préserver, on doit plutôt empêcher les ravageurs d'y avoir accès.
  	Nourrir délibérément les animaux entraîne des problèmes de ravageurs.	L'alimentation inutile d'animaux (p. ex. des pigeons des villes) les encourage à se jucher sur les structures, à les souiller et à y faire leur nid, en plus de favoriser, dans les collections, la présence d'insectes nuisibles (p. ex. teigne des vêtements et dermestidés) qui se nourrissent des résidus laissés par les oiseaux. Lorsque des oiseaux utilisent en permanence une structure pour se percher ou nidifier, le risque d'attirer des insectes nuisibles est élevé. Si un plan d'interprétation comprend des volets alimentaires, on doit réduire les risques en s'assurant d'appliquer les principes de la lutte intégrée dans la zone concernée et en rangeant les produits alimentaires de façon appropriée.
 	Une teneur élevée en humidité favorise des infestations par les bactéries, les moisissures et certaines espèces d'insectes (lépismes, psoques).	Déshumidifier les réserves pour maintenir l'HR sous un taux maximum saisonnier de 75 %, pour une mise en réserve de moins de deux mois, et inférieure à 65 % pour une mise en réserve à long terme, ce qui réduit la teneur en humidité des objets à un degré convenable. On peut également placer les objets fragiles dans des contenants scellés étanches à la vapeur durant la saison sèche et les y laisser pendant toute la saison humide (Strang, 1998).
  	Tout encombrement indique une zone non inspectée, qui peut favoriser la présence de rongeurs et d'insectes. En présence d'humidité, un encombrement permanent aggrave les problèmes de moisissures en multipliant les surfaces pouvant être contaminées dans les endroits vulnérables.	Réduire l'encombrement en rangeant les objets sur des étagères ou des palettes propres. Assurer une bonne visibilité le long des murs, où passent fréquemment les rongeurs. Cette précaution peut également faciliter le nettoyage des dégâts d'eau, la détection des intrus et les évacuations d'urgence.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Tableau 4 – Mesures à prendre pour éviter les problèmes de ravageurs (suite)

Ravageurs	Situation à éviter	Mesure à prendre
	Taux d'humidité élevé (HR supérieure à 65 %).	Un taux d'humidité élevé est essentiel au cycle évolutif des microorganismes et de certaines espèces d'insectes. En maintenant un taux d'humidité inférieur à 65 % à longueur d'année, on évite les conditions favorables aux bactéries, aux moisissures et à la prolifération de certains insectes (p. ex. les psocques). De même, si on maintient la concentration de l'alcool à 70 % (pourcentage en volume) dans le cas d'une solution éthanol-eau et à 40 % dans une solution isopropanol-eau, on peut empêcher l'action microbienne qui provoque la détérioration des collections en milieu liquide.
	La lumière attire les insectes volants nocturnes vers les bâtiments et à l'intérieur de ceux-ci.	Disposer l'éclairage extérieur en vue d'atténuer cet effet, sans toutefois compromettre la sécurité. Utiliser l'éclairage pour attirer les insectes loin des accès aux bâtiments. Les insectes sont fortement attirés par les sources d'éclairage à vapeur de mercure. Les sources d'éclairage extérieur écoénergétiques à vapeur de sodium à haute pression attirent moins les insectes. La nuit, réduire les sources d'éclairage intérieur qui sont visibles de l'extérieur.
	Les dermestidés adultes se nourrissent et se reproduisent dans les fleurs sauvages.	S'assurer qu'il n'y a pas d'insectes dans les fleurs sauvages qu'on apporte dans un bâtiment, ou carrément interdire cette pratique. Les fleurs coupées provenant de fleuristes de bonne réputation et les plantes d'intérieur soigneusement entretenues présentent beaucoup moins de risques, mais doivent être éliminées aux premiers signes de présence de phytoravageurs.
	La présence de pollen ou de poils dans la poussière peut être propice aux insectes.	La propreté générale réduit les sources d'aliments disponibles pour les ravageurs, et augmente l'efficacité des mesures de détection et des traitements pesticides. Passer l'aspirateur chaque année sous les armoires. Certaines particules minérales reconnues pour leurs propriétés pesticides nuisent à la survie des insectes (préparations en poudre de terre de diatomées ou de silice synthétique).
	Certaines parties extérieures des bâtiments attirent les oiseaux, qui viennent s'y percher et y faire leurs nids.	Empêcher les oiseaux de se percher ou de nidifier sur les bâtiments en utilisant des méthodes telles que l'installation de filets. L'aménagement d'habitats favorables loin des bâtiments (cabanes d'oiseaux ou dortoirs à chauves-souris) peut faciliter la quête de juvéniles et de sites de nidification, et être bénéfique pour les espèces en péril.
	Les insectes perceurs de bois présents dans des structures essentielles (bâtiments, meubles de la réserve, vitrines d'exposition, caisses).	Utiliser des produits de bois manufacturé (contre-plaqué, poutres laminées) et éviter les éléments de bois massif, sauf s'ils ont été séchés au séchoir, processus qui détruit les insectes perceurs (voir la Norme internationale pour les mesures phytosanitaires NIMP 15). Éviter de réutiliser du bois de charpente, à moins qu'il soit séché au séchoir ou traité.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Empêcher

Isoler les objets de valeur des ravageurs en utilisant des matériaux résistant aux organismes nuisibles, et des méthodes visant à retarder ou à empêcher l'accès à ces objets. Utiliser le bâtiment comme principale barrière de protection. Tenter d'établir des couches de protection supplémentaires en mettant à profit la conception architecturale, qui comporte des barrières à l'accès des ravageurs, facilite les inspections et l'application de mesures correctives (voir Imholte, 1999), et prévoit des armoires hermétiques pour des spécimens. Pour empêcher la pénétration de ravageurs, examiner soigneusement les joints d'étanchéité et les raccordements des bâtiments et en assurer régulièrement l'entretien (voir la figure 7). La liste des mesures permettant d'empêcher l'accès aux ravageurs est présentée au tableau 5 (p. 12).

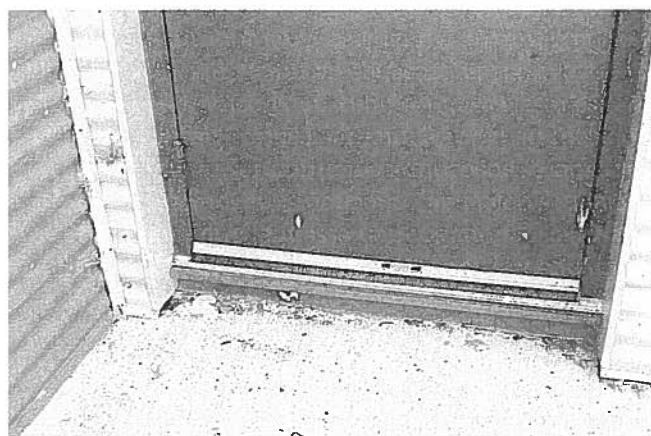


Figure 7. L'installation d'un coupe-froid de qualité sur une porte extérieure contribue grandement à empêcher les ravageurs de pénétrer à l'intérieur, même lorsque les insectes et les araignées sont très actifs près des sources d'éclairage nocturne. La présence de résidus près de la porte indique qu'un nettoyage en profondeur est nécessaire.

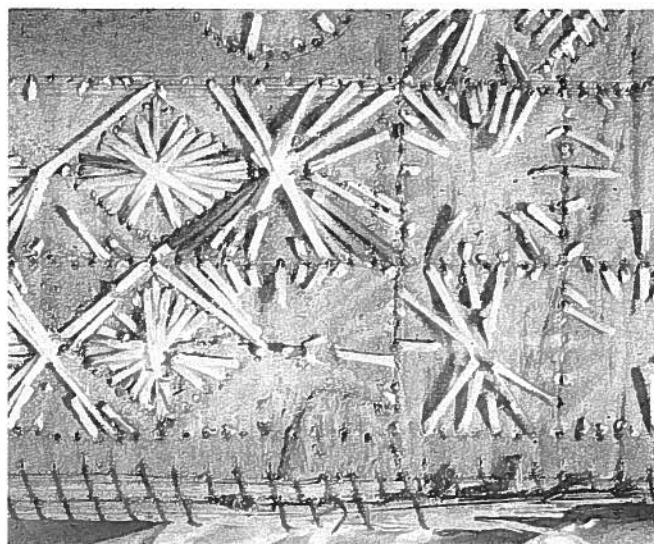
Tableau 5 – Mesures visant à empêcher l'intrusion de ravageurs

Ravageurs	Situation nécessitant une intervention	Mesure à prendre
  	Risques pour la santé découlant de la manipulation de moisissures, d'objets contaminés par des matières fécales ou de carcasses de rongeurs.	Prévenir les problèmes de santé. Les matières fécales et les carcasses d'animaux présentent des risques d'infections virales et bactériennes. La poussière provenant d'insectes constitue une cause importante de réactions allergiques (Strang et Dawson, 1991a, 1991b). Il faut donc porter un appareil de protection respiratoire approuvé, des gants et une combinaison protectrice ou jetable lorsqu'on travaille dans des bâtiments ou avec des objets contaminés par des moisissures, ou avec des collections infestées d'insectes ou de rongeurs.
 	Points faibles des bâtiments qui laissent entrer certains ravageurs.	Colmater les fissures d'une largeur de plus de 1 mm dans les fondations (0,3 mm dans les zones où il y a des termites). Sceller les espaces entre les revêtements de sol continus et les murs. Installer des bandes de calfeutrage autour des fenêtres à châssis mobile et à la base des portes. Installer un grillage métallique sur les événements extérieurs afin d'empêcher les animaux d'y entrer (grillage métallique de 6 mm contre les souris, treillis de 1 mm contre la plupart des insectes nuisibles).
  	Armoires en métal ou en bois non hermétiques, pouvant laisser entrer des ravageurs.	Utiliser des matériaux résistant aux ravageurs (p. ex. des caoutchoucs de silicone robustes) pour maintenir l'étanchéité des joints des portes. S'assurer que les accessoires (p. ex. pattes niveleuses, poignées encastrées ou événements) ne compromettent pas le caractère hermétique des meubles en raison de la présence de perforations non obturées. S'assurer que les objets sont exempts de ravageurs avant de les ranger.
 	Boîtes d'archivage en carton non scellées contenant des dossiers ou des objets.	Les ravageurs peuvent entrer dans les boîtes d'archivage en carton par le trou servant de poignée ou par l'espace laissé par un couvercle mal ajusté. Fermer hermétiquement ces boîtes à l'aide de ruban adhésif. Les objets qui s'y trouvent doivent être enveloppés dans une membrane en polyéthylène pour plus de sûreté lorsque les risques sont élevés. Les parois des boîtes en carton peuvent être entamées par des ravageurs (rongeurs et certains insectes), mais elles protègent le contenu contre l'urine et les matières fécales des rongeurs. S'assurer que les objets sont exempts de ravageurs avant de les ranger.
 	Objets de grande dimension ou de forme irrégulière, dont il faut assurer la protection.	Utiliser des pellicules résistant aux ravageurs (rouleaux de feuilles ou sacs de plastique préformés) : le polyéthylène offre une bonne barrière de protection pouvant durer jusqu'à 10 ans; le poly(téréphtalate d'éthylène), comme le Melinex ou le Mylar, offre une meilleure protection sur plusieurs décennies. Les sacs protègent les objets contre l'urine et les matières fécales que laissent les rongeurs au cours de leurs explorations, mais n'empêchent pas ces derniers d'en ronger le contenu. Fermer les sacs hermétiquement par thermoscellage ou par replis successifs nets. Les sacs fermés avec soin peuvent résister aux insectes à court terme. La capacité des insectes à perforer le plastique dépend de leurs attributs, et de la robustesse inhérente du plastique. La présence de plis augmente beaucoup la vulnérabilité du plastique aux perforations d'insectes : les plis offrent aux insectes des endroits où ils peuvent facilement s'accrocher et ronger. S'assurer que les objets sont exempts de ravageurs avant de les ranger. Ne pas ranger d'objets ensachés dans des endroits où il y a des fluctuations de température, qui peuvent créer des zones d'humidité propices à la formation de moisissures (Strang, 2001).
 	Éléments structuraux offrant un refuge et pouvant servir de perchoirs ou de sites de nidification.	Recouvrir tout site pouvant servir de perchoir d'un filet anti-oiseaux de nylon noir. Obturer les cheminées inutilisées au moyen d'un capuchon de tôle placé à même le toit. Pour les cheminées en service, installer un grillage afin d'empêcher les oiseaux d'y entrer. Utiliser des bandes hérisson pour empêcher les oiseaux de se percher sur les poutres et les autres éléments structuraux.
  	Flacons contenant de petits objets.	Les flacons de verre à couvercle vissé résistent bien aux insectes, à condition que le sceau intérieur soit bien ajusté au rebord du contenant. Les larves de la teigne des vêtements peuvent pénétrer par des ouvertures de 0,1 mm et plus. Les couvercles hermétiques conçus pour contenir les liquides sont généralement sûrs.
  	Quarantaine.	Toute barrière efficace, allant d'un sac à une pièce isolée, peut servir à mettre un objet en quarantaine en attendant de pouvoir le traiter pour tuer les ravageurs qui l'infestent. Contrôler l'accès à cet espace pour éviter de rompre la quarantaine. Parallèlement, mettre en œuvre des méthodes de lutte appropriées afin de protéger toutes les collections non infestées. Les nouvelles acquisitions et les objets empruntés peuvent présenter des risques dans une réserve par ailleurs exempte de ravageurs.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris



Un nid de guêpe maçonne défigure cette sculpture.



Des larves de teignes des vêtements ont rongé cette broderie en piquants de porc-épic.



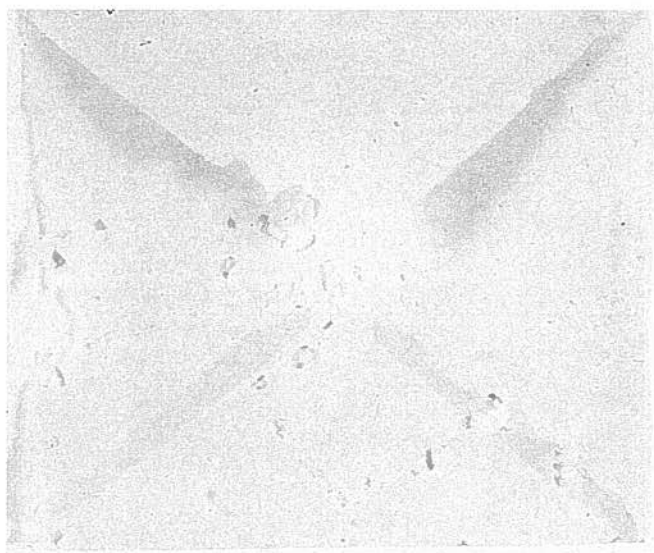
Les larves de dermestidés se nourrissent de corps d'insectes piégés avant de s'en aller.



Cet anobiidé adulte n'a pas réussi à se détacher de la sculpture peinte.



Domages à des textiles que causent les teignes des vêtements.



Des lépismes ont rongé et perforé cette enveloppe.

Détecter

La détection des ravageurs repose sur le principe suivant : « plus l'avertissement est précoce, plus le traitement est simplifié ». Faciliter les méthodes de détection dans les réserves et les lieux d'exposition en prévoyant un moyen d'accès pour le personnel et en évitant de créer des cavités invisibles. Ces considérations sont également importantes dans une perspective d'assainissement.

L'utilisation de pièges et l'inspection directe sont des moyens efficaces de déceler les problèmes de ravageurs (voir la figure 8, p. 15). Encourager le plus grand nombre possible d'employés à rechercher régulièrement des ravageurs en leur offrant des séances d'information élémentaires sur la lutte intégrée et en mettant en place un système convivial pour le signalement des problèmes de ravageurs. Au tableau 6, on présente une liste de méthodes de détection des ravageurs.

Tableau 6. Détection des ravageurs

Ravageurs	Méthodes de détection	Mesure à prendre
   	Identification.	Apprendre à reconnaître les ravageurs! Cette connaissance permet d'intervenir de manière appropriée et efficace. Pour gagner du temps et éviter les frustrations, se limiter à l'information nécessaire (reconnaissance précise des risques). Apprendre à distinguer les moisissures de la poussière, des saletés et des taches, et à reconnaître les insectes nuisibles (voir le tableau 2, p. 7). Conserver une collection de spécimens identifiés, pour les besoins de comparaison et de formation. Se procurer des guides et des clés d'identification pour aider le personnel à identifier les ravageurs. Apprendre à reconnaître les rongeurs par leurs déjections et à repérer leurs traces d'urine au moyen d'une lampe UV. Apprendre à repérer les traces graisseuses laissées par les rongeurs et les chauves-souris, qui indiquent les chemins et les voies d'accès le plus souvent utilisés. Une loupe simple, mais puissante, facilite grandement le travail. Au tableau 7, on présente le contenu d'une trousse d'identification élémentaire.
   	L'inspection visuelle fournit des renseignements détaillés.	Comme les réserves et les présentoirs dissimulent souvent des objets à la vue, il faut pouvoir entrer dans les pièces ou ouvrir les contenants pour détecter la présence de ravageurs. Les programmes d'inspection visuelle permettent de s'assurer que les collections peu exploitées demeurent exemptes de ravageurs. L'utilisation de papier blanc sans acide pour tapisser le fond des tiroirs et les étagères facilite grandement le repérage des cadavres de petits insectes, des poils et des déjections. On peut réduire ou éviter des infestations endémiques en procédant à une inspection visuelle annuelle et en prenant des mesures d'intervention efficaces. Une lampe de poche puissante est indispensable pour repérer les signes d'infestation tels que la présence de déjections et de toiles d'araignée. Inspecter les appuis de fenêtre et les appareils d'éclairage à la recherche de coléoptères adultes. S'il y a de nombreux objets à inspecter, établir un ordre de priorité. Inspecter d'abord les objets contenant les substances les plus vulnérables aux ravageurs, ceux qui possèdent une grande valeur et ceux qui sont placés dans des structures qui n'offrent qu'une piètre protection.
 	Le piégeage permet d'obtenir des renseignements lorsqu'il est impossible de voir les ravageurs.	Utiliser des pièges adhésifs pour les insectes. Dans le cas des rongeurs, utiliser des pièges adhésifs, des pièges à ressort ou des cages (à captures multiples ou à capture unique) afin de déceler la présence de ravageurs et de déterminer leur type, leur répartition possible et leur fréquence. Les pièges sont particulièrement utiles pour confirmer la présence de rongeurs dans les bâtiments de grande taille. Les principaux endroits à surveiller sont les zones près des portes extérieures, les aires de préparation d'aliments, les zones de déchets, les puits, les locaux techniques, les saignées et le long des murs dans les réserves.
	Utilisation d'appâts aux phéromones, d'appétitifs et de substances sémiocchimiques.	L'utilisation d'appâts augmente l'efficacité des pièges, que les ravageurs pourraient autrement ne trouver que par hasard. On ne trouve sur le marché que quelques appâts aux phéromones pour les ravageurs habituels des musées, mais ils sont généralement efficaces pour attirer les insectes mâles. Les appétitifs et autres substances sémiocchimiques améliorent l'efficacité des pièges dans le cas des espèces d'insectes qui se déplacent à la recherche de nourriture (p. ex. les dermestidés et les blattes). Comme les appâts aux phéromones sont destinés à des espèces précises, cette méthode comporte des limites. Il faut donc s'assurer d'utiliser le bon appât et de suivre le mode d'emploi recommandé pour le ravageur en cause.
  	La tenue de dossiers permet de mieux connaître les secteurs vulnérables et les coûts engagés, et dresse un historique des problèmes de lutte intégrée et des traitements utilisés au sein de l'organisation.	Établir un registre des ravageurs (voir le tableau 8, p.16). Noter les progrès accomplis en dressant des listes simples et en notant les totaux au fil du temps. Utiliser des plans pour démontrer clairement l'existence de problèmes récurrents et structurer l'information en vue de l'application de mesures correctives.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

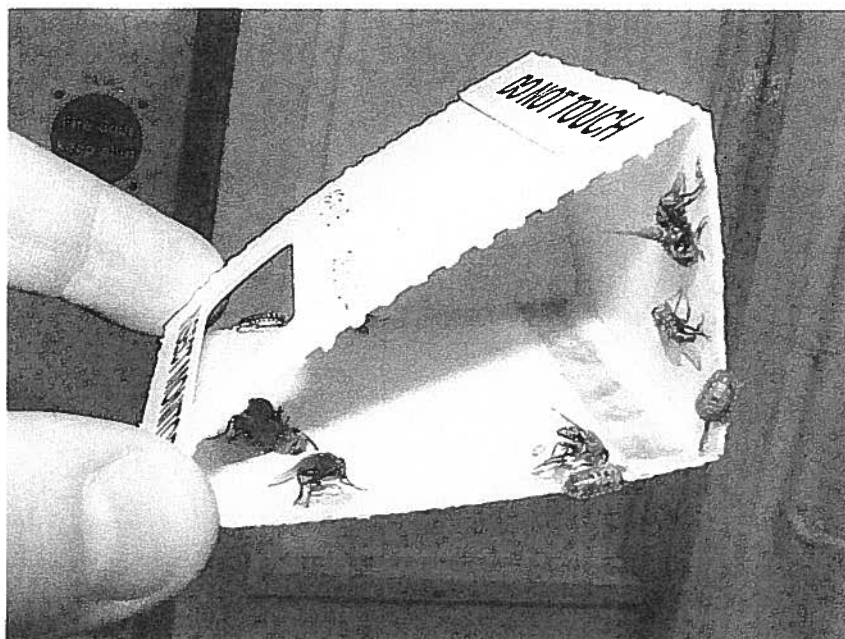


Figure 8. Ce piège à insectes adhésif s'insère à la jonction du mur et du plancher et permet d'intercepter les insectes en mouvement. En inspectant et en remplaçant régulièrement de tels pièges, on peut identifier les ravageurs qui se trouvent dans le bâtiment et déterminer ceux qui risquent d'endommager les collections.

Voici les principaux endroits que l'on doit surveiller :

- les réserves
- les vitrines d'exposition (en dessous et à l'intérieur)
- les aires de restauration
- les locaux techniques
- les sous-sols
- les entrées
- les foyers

En cas d'infestation, surveiller également d'autres endroits. Pour en savoir plus sur les programmes de détection, voir Strang (1996a, 1996b) et Pinniger (2004). Consulter également la bibliographie, qui présente des guides d'identification, visant à faciliter l'acquisition de connaissances à l'interne.

Pour faciliter la détection de ravageurs, réunir le matériel décrit au tableau 7 et le placer dans une trousse pratique.

Tableau 7 – Trousse de détection des ravageurs

Matériel	Objectif et utilisation
Loupe	Discerner les caractéristiques de petits insectes et distinguer les moisissures de la poussière. Grossissement suggéré : 7 à 20 X.
Lampe de poche puissante	Éclairer les endroits sombres et les objets placés sous la loupe. Utiliser un éclairage de côté pour créer des ombres, qui aideront à repérer les insectes morts et les excréments de rongeurs.
Pincettes et spatule	Prélever des échantillons sans les endommager et éviter les risques d'exposition.
Petits contenants et sacs transparents	Ranger et annoter les échantillons d'insectes et autres preuves d'infestation pour référence ou confirmation ultérieure de l'identité des spécimens.
Marqueur permanent à pointe fine	Étiqueter les contenants en y inscrivant le lieu, la date, le contenu et autres données utiles.
Lampe UV et lunettes de protection contre les rayons UV	Utiliser une petite lampe UV à piles pour repérer les traces d'urine laissées par les rongeurs. Porter des lunettes de protection et éviter d'exposer inutilement la peau aux rayons UV.
Pièges à rongeurs	Placer les pièges à des endroits stratégiques et les vérifier souvent pour guetter les signes d'activité. Remplacer les pièges après la capture de rongeurs.
Pièges à insectes	Placer les pièges à des endroits stratégiques et les vérifier souvent pour guetter les signes d'activité. Remplacer régulièrement les pièges après la capture des premiers insectes (afin d'éviter que les insectes morts deviennent une source d'alimentation pour des larves de dermestidés), ou lorsqu'ils deviennent inutilisables.
Guides d'identification	Consulter la liste des ouvrages suggérés dans la bibliographie. Faire l'acquisition de clés d'identification et de guides pertinents à l'échelle locale et établir sa propre collection d'espèces nuisibles et non nuisibles identifiées.

Tableau 8 – Tenue de dossiers à l'appui des activités de lutte intégrée

Champ	Objectif
Emplacement	L'emplacement des pièges doit être indiqué sur un plan d'étage. Ces emplacements peuvent être permanents ou temporaires. Les ravageurs choisissent souvent des habitats précis dans les bâtiments. Les données sur les emplacements permettent de repérer les zones problématiques et les sources d'infestation, ou de voir si les ravageurs sont disséminés un peu partout en petit nombre.
Type de piège	Le type de piège utilisé, la marque, la conception et les appâts employés peuvent tous avoir une incidence sur les résultats obtenus contre différents organismes nuisibles. La consignation de ces renseignements permet de dégager des tendances et de mieux choisir et utiliser les pièges par la suite.
Numéro d'identification du piège	Attribuer à chaque piège un « numéro de série » afin de le distinguer des autres de façon permanente dans une base de données. Les numéros d'identification deviennent nécessaires si les pièges font l'objet d'une collecte générale avant d'être ensachés, congelés (pour tuer les insectes) et examinés plus tard, à un moment propice et dans un lieu convenable.
Date d'installation et d'enlèvement des pièges	La période de piégeage correspond à un échantillonnage dans le temps. Cette donnée est essentielle si l'on veut présenter une série chronologique montrant les fluctuations ou les tendances annuelles.
Objets endommagés	Le repérage, par inspection visuelle, des objets endommagés permet de leur appliquer un traitement approprié.
Traitement	Consigner le type de traitement, le protocole suivi, les coûts engagés en temps et en argent, ainsi que les dates de traitement afin de s'assurer que le problème est réglé conformément à l'éthique en matière de conservation. Ces données permettent de vérifier l'efficacité des traitements.
Ravageurs	Dresser la liste des organismes nuisibles et non nuisibles trouvés et préciser leur stade de développement (p. ex. larve ou adulte). Utiliser un niveau de description comprenant les risques que présente chaque ravageur pour la collection. Cette liste est utile au moment de proposer des mesures correctives efficaces.
Dénombrement	Indiquer le nombre de ravageurs trouvés, qu'ils soient morts ou vivants. Au fil du temps, cette information permet de déterminer l'ampleur d'une infestation en cours, ainsi que le niveau « normal » d'activité de ravageurs une fois que des mesures de lutte sont mises en place.
Commentaires	Noter tout dommage à un piège, toute anomalie observée, etc.
Observateur	Dans les grandes entreprises, ce renseignement permet de trouver la personne ayant consigné les données.

Au tableau 8, on énumère les données élémentaires requises pour établir des dossiers efficaces sur le piégeage et l'inspection visuelle. La tenue de bons dossiers permanents touchant l'activité des organismes nuisibles permet de déceler les problèmes récurrents et d'en assurer le suivi, ou de prouver que l'application de mesures correctives a bel et bien réglé les problèmes de ravageurs. On peut consigner séparément les données sur le piégeage et les inspections visuelles, pourvu que ces données puissent être utilisées de façon coordonnée pour faire connaître les résultats. Les dossiers sur papier peuvent suffire, mais les fichiers électroniques permettent d'utiliser des logiciels graphiques et de présentation qui facilitent le traitement des données et l'analyse des résultats.

Intervenir

L'élimination des ravageurs dans les structures, les objets et le matériel d'appoint nécessite une planification rigoureuse et l'application de mesures appropriées (voir la figure 9). Il convient avant tout

d'utiliser des méthodes efficaces, respectueuses de l'environnement et peu coûteuses. Au tableau 9, on présente une liste d'interventions en fonction du sous-type de ravageur ciblé.



Figure 9. On peut utiliser des congélateurs horizontaux ou des congélateurs-chambres pour désinfecter la plupart des collections. D'autres systèmes peuvent aussi être utilisés à petite ou à grande échelle, selon la situation. Photo : R. Kigawa.

Tableau 9 – Méthodes d'intervention visant à éliminer les ravageurs

Ravageurs	Méthodes d'intervention	Mesures à prendre
	Prise de mesures d'assainissement pour réduire les populations de ravageurs.	Appliquer systématiquement les mesures des étapes Éviter et Empêcher . Enlever les ravageurs et les déjections en les ramassant à la main, à l'aide d'un balai, ou en passant l'aspirateur. Le balai et le balai à laver sont moins efficaces que l'aspirateur pour enlever la plupart des ravageurs.
	Isolement des problèmes pour faciliter la protection, la quarantaine et le traitement.	Placer les objets dans des contenants ou des sacs scellés pour isoler et décomposer les problèmes en éléments gérables en vue du traitement.
	Déshumidification pour éliminer les risques.	La formation de moisissures exige une HR supérieure à 65 % (ou une teneur en humidité équivalente pour chaque matériau). La modification des paramètres de ventilation et l'installation de déshumidificateurs réfrigérants ou absorbants efficaces pour baisser le taux d'humidité à longueur d'année réduiront les dommages causés par les moisissures. Voir l'exemple présenté dans l'étude de cas 2, page 22.
	Déshumidification pour réduire la possibilité de survie des ravageurs.	Les insectes qui recherchent l'humidité (p. ex. les lépismes, les psocides et les lathridiidés) ont besoin d'un taux d'humidité élevé pendant au moins une partie de leur cycle évolutif. En éliminant l'humidité dans les murs, les sous-sols, les combles et les locaux techniques à longueur d'année, on réduit le nombre de ces insectes.
	Élimination ou restriction de la présence d'eau au sol.	L'eau absorbée par les structures organiques accélère la contamination fongique. Utiliser des barrières étanches, installer des matériaux qui drainent l'eau loin du site et élever des structures pour isoler le matériau absorbant du sol sont trois stratégies permettant de ralentir la contamination fongique.
	Exposition des ravageurs au froid pour les exterminer ou lutter contre eux.	Placer l'objet touché dans un sac en polyéthylène ou dans un contenant étanche à la vapeur et le maintenir à une température de -30 à -20 °C (scénario le plus prudent) pendant une ou deux semaines. Le maintien d'une température de -20 °C pendant une semaine entraîne la mort de la plupart des insectes nuisibles qui infestent les musées (Strang, 1992). Pour lutter contre les insectes nuisibles, il n'est pas nécessaire de maintenir une température inférieure à -40 °C, qui risque d'exercer une contrainte thermique sur les objets composites sensibles à la température (p. ex. les objets faits de métal et de bois de placage). L'entreposage permanent en chambre froide à moins de 10 °C atténue les risques de dommages causés par les insectes, mais accroît les risques d'humidité et de formation de moisissures, qui peuvent devenir catastrophiques si le taux d'humidité n'est pas régulé par l'ensachage, des installations techniques ou une intervention rapide en cas de panne du système. Les collections générales renferment très peu d'objets qui ne peuvent être exposés au froid. Voir l'étude de cas 3, page 23.
	Exposition des ravageurs à la chaleur pour les exterminer.	Chauffer l'objet à 55 °C pendant une ou plusieurs heures. La durée de l'exposition est établie en fonction de l'épaisseur maximale de l'objet, ou déterminée par mesure directe. Pour obtenir des directives détaillées concernant la désinfestation thermique, consulter Strang (1995, 2001). Placer l'objet dans un sac étanche à l'eau pour prévenir son dessèchement. On peut soumettre sans danger une grande variété d'objets à un traitement thermique. On peut également utiliser la chaleur du soleil à cette fin (Strang, 1995, 2001). Se reporter à la section <i>Guides de mise en application de la lutte thermique</i> , à la page 36. Les procédés thermiques commerciaux assurent la régulation du taux d'humidité dans la chambre de traitement : il n'est donc pas nécessaire d'utiliser des sacs individuels. Les supports de bois utilisés pour les produits destinés à l'exportation, tels que les palettes et les caisses, font désormais l'objet d'un traitement thermique qui supprime les ravageurs du bois d'œuvre, et sont estampillés « HT » (Agence canadienne d'inspection des aliments, NIMP 15). Voir l'étude de cas 4, page 24.
	Fumigation pour exterminer des ravageurs.	Fumiger les objets à l'aide de dioxyde de carbone ou d'azote dans des bulles de plastique ou des chambres de fumigation approuvées à cette fin. La fumigation à l'azote au moyen de désoxygénants tels que Ageless peut être réalisée dans de petits sacs de plastique thermoscellables étanches à l'oxygène (Maekawa et Elert, 2003). L'emploi de gaz toxiques comme fumigants n'est pas souhaitable en raison de leur incidence sur l'environnement et la santé et de leur interaction chimique avec les objets. Au Canada, il existe peu de fumigants de ce type que l'on peut utiliser pour traiter les objets de musée ou les structures.
	Application de fongicides pour exterminer des ravageurs.	À l'aide de fongicides, on peut traiter sur place le bois attaqué par des champignons. Les borates, qui comptent parmi les produits les moins toxiques, continuent de pénétrer le matériau après l'application, mais sont lessivés par les eaux de surface. D'autres fongicides résiduels peuvent être colorés, moins pénétrants ou à usage restreint. Les agents stérilisants, tels que les solutions diluées d'hypochlorite de sodium (0,5 %) ou les solutions d'éthanol à 70 %, peuvent être utilisés sur les surfaces dures, aux endroits qui ne sont pas en contact direct avec les objets. Les composés d'ammonium quaternaire que l'on trouve dans des solutions nettoyantes peuvent également tuer les microorganismes, mais ont parfois des incidences sur des métaux. Il ne faut donc pas les utiliser directement sur des objets. L'efficacité des solutions nettoyantes biocides dépend du temps de contact.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Tableau 9 – Méthodes d'intervention visant à éliminer les ravageurs (suite)

Ravageurs	Méthodes d'intervention	Mesures à prendre
	Application de pesticides pour exterminer des ravageurs.	Les pyréthroïdes (p. ex. la perméthrine), les carbamates (p. ex. le bendiocarbe) et autres produits semblables s'appliquent généralement par pulvérisation d'une solution liquide de produit chimique dans un diluant. Il s'agit normalement de préparations d'émulsions aqueuses, mais on trouve également des émulsions à base de solvants. On recommande de traiter les plinthes, les fissures, les crevasses et les cavités. Il est fortement déconseillé d'asperger des objets (directement ou indirectement), car cela pourrait produire des taches ou des dommages dus à l'action mécanique ou chimique. Les pesticides ont des vitesses d'action variables, mais leur degré d'efficacité diffère selon l'espèce et le stade de développement, en fonction de leur mode de transmission aux insectes nuisibles, et de leur mode d'ingestion et d'absorption par ceux-ci. Les pesticides sont homologués pour utilisation contre certains ravageurs et ils ne peuvent être utilisés à d'autres fins (Dawson, 1992).
	Application de dessiccants pour exterminer des ravageurs.	Utiliser les poudres de silice synthétique et de diatomées spécialement formulées pour la lutte contre les insectes afin d'éliminer les refuges des ravageurs. Souffler simplement ces produits dans les zones problématiques et les saupoudrer sous les objets d'expositions permanentes. Les particules sont de plus grande taille que celles qui posent de graves risques pour la santé humaine en cas d'exposition chronique par inhalation. Il est toutefois nécessaire de porter un équipement de protection lorsqu'on utilise ces poudres. Certaines d'entre elles contiennent également des pesticides très puissants.
	Piégeage pour réduire une population de rongeurs.	Appâter des pièges à ressort et les fixer solidement au plancher dans les endroits où passent les rongeurs. Ces pièges assurent normalement une mise à mort rapide. Les pièges adhésifs sont efficaces : ils n'ont pas de détente qui peut se dérégler. Il existe des lignes directrices touchant leur utilisation sans cruauté, notamment le retrait rapide d'animaux pris au piège et leur mise à mort rapide s'ils sont encore vivants pour éviter de les faire souffrir. Dans les zones à forte densité de rongeurs, les cages à captures multiples peuvent en éliminer un plus grand nombre que les cages à capture unique. Les pièges permettant de capturer l'animal vivant ne garantissent pas l'élimination permanente des rongeurs, car ceux-ci peuvent revenir sur les lieux après avoir été libérés. Pour bien piéger les rongeurs et les éliminer d'un bâtiment, il est essentiel de rendre les lieux hermétiques, sinon les rongeurs continueront d'y pénétrer.
	Utilisation d'appâts pour rongeurs afin d'exterminer ceux-ci.	Les appâts toxiques (p. ex. la warfarine) sont livrés dans des points d'appât afin d'éviter tout empoisonnement involontaire d'animaux domestiques et d'humains. On déconseille l'utilisation d'appâts toxiques dans les collections, et ce, pour deux raisons : primo, les rongeurs empoisonnés peuvent mourir dans des cavités de l'immeuble ou dans les espaces abritant des collections et attirer des insectes très nuisibles; secundo, les rongeurs peuvent transporter des appâts empoisonnés et d'autres matières (p. ex. de l'isolant en fibre de verre) dans leur gueule sans les avaler. Ils peuvent ainsi accumuler des appâts à l'extérieur des points d'appât, créant un risque d'empoisonnement pour les humains. On utilise plus fréquemment les points d'appât à l'extérieur, à la périphérie des bâtiments. Mise en garde : les appâts rodenticides portent des couleurs (bleu, rouge, vert) que l'on trouve couramment dans les aliments, notamment les bonbons destinés aux enfants. De plus, de nombreuses préparations d'appât rodenticide attirent également des insectes nuisibles. Il faut donc éliminer les appâts lorsque leur utilité décroît.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Au tableau 10, on présente des avantages et des inconvénients de différentes méthodes de traitement afin d'aider le personnel à choisir la méthode qui correspond le mieux à leur installation.

Récupérer

La lutte intégrée doit être effectuée par un coordonnateur ayant la responsabilité et les ressources voulues pour améliorer les pratiques de gestion des ravageurs au sein de l'établissement (voir la figure 10). L'absence de coordination et de continuité ne fait qu'aggraver les problèmes de ravageurs. Au tableau 11 (p. 20), on présente des situations qui surviennent fréquemment à la suite d'une infestation, ainsi que des mesures de récupération applicables.

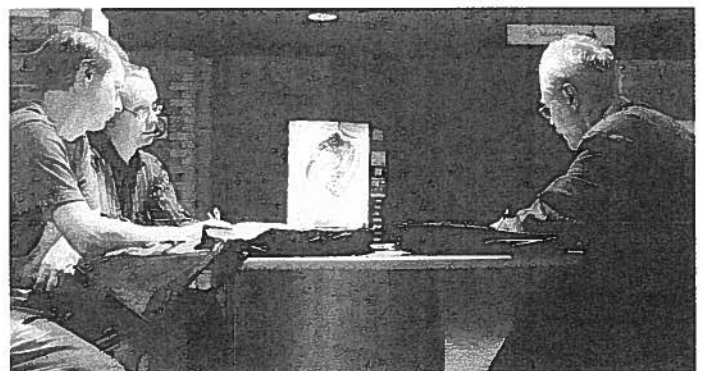


Figure 10. Le personnel de musée peut incorporer des éléments de la lutte intégrée à ses activités quotidiennes ou accorder une attention particulière à la lutte intégrée au moment où surviennent des incidents importants. L'ajout de principes de lutte intégrée aux activités constitue un équilibre entre des préoccupations excessives d'une part, et l'obligation d'intervenir rapidement en pleine infestation, d'autre part.

Tableau 10. Comparaison de différentes méthodes de traitement

Traitement utilisé contre les insectes nuisibles	Avantages et Inconvénients
Chauffage entre 55 et 60 °C : La durée d'exposition dépend surtout de l'épaisseur de l'objet. Se reporter à la section <i>Guides de mise en application</i> (p. 24). Placer l'objet dans un sac étanche à la vapeur ou dans un contenant équivalent pour confiner les ravageurs et éliminer le risque de variation du taux d'humidité pendant le chauffage. L'utilisation de fardage (feuilles de fibres naturelles) peut être nécessaire dans le cas de structures spatiales³ afin d'accroître la régulation de l'humidité, ou encore d'approvisionner de l'air climatisé humide pendant le traitement (en règle générale, un taux d'HR 15 % supérieur au taux ambiant). Diverses méthodes de chauffage peuvent être utilisées : chauffage par rayonnement, chauffage à air pulsé ou chaleur solaire (Strang, 2001).	Avantages : Efficacité quasi universelle contre tous les insectes. Technologie très répandue. Délai de traitement court. Efficacité démontrée à diverses échelles – qu'il s'agisse d'un simple objet ou de tout un bâtiment. Inconvénients : Logistique de confinement pour assurer l'existence d'un écran pare-vapeur afin de limiter les variations du taux d'humidité et de réduire les pertes thermiques, surtout lorsqu'on traite de structures de grande taille. Dans ce cas, la circulation d'air pulsé dans des conduits d'air et l'établissement de nombreux points de surveillance sont nécessaires.
Refroidissement à -20 °C pendant deux semaines ou à -30 °C pendant une semaine. Placer l'objet dans un sac étanche à la vapeur ou dans un contenant équivalent pour confiner les ravageurs, réduire le risque de variation du taux d'humidité et éliminer le risque de condensation au moment du réchauffement (Strang, 1992, 1997). S'assurer que l'air circule librement autour de l'objet dans la chambre froide pour prévenir la formation de « ponts thermiques » relativement chauds. Si les objets touchent la paroi de la chambre, ils deviennent partie intégrante de l'isolation de celle-ci, permettant à la chaleur provenant de l'extérieur de se transmettre aux objets. Dans la mesure du possible, réduire soigneusement l'épaisseur des objets empilés, pliés ou roulés avant le traitement, de façon à exposer la surface la plus grande à l'air froid (p. ex. dans le cas de livres ou de tapis). Surveiller si possible la température de l'objet le plus épais, pour garantir l'atteinte de la température optimale. Se reporter à la section <i>Guides de mise en application</i> (p. 24).	Avantages : Technologie très répandue; les congélateurs domestiques conviennent bien. Les températures hivernales de certaines régions sont suffisamment basses (-25 °C ou moins), pourvu que les objets aient passé un mois à une température confortable pour les humains (c.-à-d. 22 °C) avant d'être exposés au froid afin d'interrompre la dormance des insectes. Méthode efficace contre la plupart des insectes nuisibles qu'on trouve dans les musées, si ces insectes ne sont pas déjà adaptés à des environnements froids. Inconvénients : Logistique nécessaire pour confiner les gros objets. Toutefois, il est souvent possible de louer un camion frigorifique à cette fin. La durée minimale d'exposition au froid dépend beaucoup plus des caractéristiques des espèces en cause que dans le cas de l'exposition à la chaleur. Il n'est donc pas recommandé de réduire le temps d'exposition, à moins de bien connaître les espèces et leur réaction.
Atmosphères contrôlées (faible teneur en O₂) : Exposer les objets pendant une à trois semaines à des atmosphères contenant très peu d'oxygène (les insectes succombent à l'anoxie lorsque la teneur en oxygène est inférieure à 0,1 %, ce qui constitue un paramètre couramment utilisé dans la lutte intégrée). Soulignons que ce sont les insectes perceurs du bois qui tolèrent le mieux l'anoxie; leur élimination requiert donc des durées d'exposition plus longues. Pour appliquer cette technique de fumigation dans les lieux de grande dimension, on utilise de l'azote comprimé (N₂). Pour ce qui est des lieux de plus petite taille, on se sert plutôt de sorbants. Les films étanches à l'oxygène sont thermoscellables et ne peuvent être utilisés qu'une seule fois ou quelques fois. Évacuer l'air des sacs au moyen d'azote à taux d'humidité contrôlé pour préserver le sorbant. Pour obtenir des directives détaillées, voir Maekawa et Elert (2003).	Avantages : On peut créer un milieu anoxique à la température ambiante (c.-à-d. supérieure à 20 °C) au moyen de sacs plastiques transparents ou métallisés. L'entreposage d'objets dans ces sacs à long terme les protège des réinfestations possibles et des autres agents délétères tels que les contaminants aéroportés, l'eau et les fluctuations du taux d'humidité. Inconvénients : L'efficacité se trouve grandement réduite lorsque les températures sont moyennement fraîches (inférieures à 20 °C). La protection qu'offrent les sacs de milieu anoxique peut être compromise s'ils présentent des fuites ou des sceaux défectueux. Les milieux à faible teneur en oxygène ont également une incidence sur certaines matières colorantes (réduction chimique), mais ce phénomène s'observe surtout à long terme, et non sur les périodes requises pour l'application de mesures de lutte intégrée.
Atmosphères contrôlées (CO₂) : Exposer les objets pendant une à trois semaines à des atmosphères contenant du dioxyde de carbone (une concentration de 60 à 90 % de CO₂ en volume provoque une hypercarbie mortelle). Les insectes perceurs du bois sont normalement ceux qui tolèrent le mieux l'hypercarbie; leur élimination requiert donc des durées d'exposition plus longues. Confiner le CO₂ dans une enceinte rigide (chambre de fumigation) ou dans une enceinte souple conçue pour la fumigation au CO₂ (Warren, 2001).	Avantages : La fumigation au dioxyde de carbone peut se faire en présence d'oxygène résiduel. Ainsi, la présence de minuscules fuites dans l'enceinte ne compromet pas la fumigation d'objets de grande taille, pourvu que, dans l'ensemble, la concentration et la circulation du gaz traitant soient maintenues. Inconvénients : L'efficacité se trouve grandement réduite lorsque les températures sont moyennement fraîches (inférieures à 20 °C). Le dioxyde de carbone est homologué comme fumigant et pose un risque d'asphyxie pour les humains. L'utilisation de détecteurs et de méthodes appropriés est requise. Le dioxyde de carbone est un gaz pénétrant ayant des effets physiologiques sur les mammifères à de faibles concentrations. De plus, il est facilement adsorbé par le béton. L'enceinte doit être spécialement conçue pour contenir le CO₂. Respecter des mesures pour la sécurité des personnes. Les cérambycidés résistent très bien aux taux élevés de CO₂.

³ Objets dont la construction crée un grand espace vide par rapport à ses composantes.

Au moment d'ensacher de tels objets, il en résulte un important volume d'air que l'on doit tamponner.

Tableau 11 – Mesures favorisant la récupération après une infestation

Ravageurs	Situation	Mesure à prendre
	Absence de plan de lutte intégrée.	Élaborer un programme de lutte intégrée qui tient compte des principaux risques au sein de votre installation, qui assure une détection précoce de tout incident, et qui assure la prise mesures d'intervention adéquates. Continuer d'ajouter les pratiques de lutte intégrée à l'entretien habituel des collections. Grâce à ce travail, on peut faire passer une infestation grave ou chronique à un problème bénin.
	Assainissement et nettoyage à la suite d'événements.	L'infestation par des rongeurs est fortement liée à la présence de nourriture et de déchets humains. Les dégâts de nourriture et les déchets attirent également d'autres ravageurs. S'assurer que le personnel nettoie bien les salles immédiatement après tout événement, y compris les événements où l'on sert de la nourriture, et qu'il enlève les ordures. Prévoir ces dépenses de nettoyage dans les ententes de location. Surveiller et favoriser le respect de ces consignes.
	Assainissement et nettoyage des zones infestées.	Réduire les risques de fausse alerte d'une nouvelle infestation en procédant à un nettoyage après toute infestation précédente, notamment en enlevant les insectes morts. Inscrire dans les registres tout renseignement pertinent concernant l'ampleur de l'infestation, les objets endommagés, les sources probables et le coût des mesures de récupération, en temps et en argent.
	Détermination de ce qui a pu se produire dans le cadre d'une politique de lutte intégrée.	Déterminer comment les ravageurs se sont introduits, la raison expliquant l'échec de la quarantaine, s'il faut appliquer des méthodes de suppression de façon plus poussée et s'il faut modifier certaines politiques ou méthodes particulières.
	Consignation du du degré coût et d'efficacité des méthodes utilisées.	Pendant le traitement d'une infestation, il faut consigner les pertes subies dans la collection, le coût des activités – en temps et en argent – ainsi que les personnes-ressources utiles, pour référence ultérieure. Dans les établissements où le roulement du personnel est élevé, ces données sont utiles pour planifier les futures interventions. Les dossiers économiques peuvent souligner l'importance de maintenir un programme de lutte intégrée en permanence, et servir à étayer les demandes de crédits budgétaires.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Tableau 12 – Mesures de lutte élémentaires – risques élevés habituels

Ravageurs	Stratégies, activités et infrastructure
	Réduire le taux d'HR sous 75 % par temps chaud et humide (surtout pendant les mois d'été) et, de préférence, sous 65 % pour une mise en réserve à long terme d'année. Un taux d'humidité plus faible permet de restreindre de façon importante le potentiel de développement. Une baisse de la température et de faibles fluctuations du taux d'humidité pendant le reste de l'année permettent de limiter encore davantage la croissance. Un déshumidificateur réfrigérant peut convenir si sa capacité correspond au volume de la pièce (ou le dépasse) et si celle-ci est isolée de l'environnement extérieur.
	Éviter de laisser les produits alimentaires facilement accessibles. Utiliser des contenants à l'épreuve des ravageurs pour protéger les objets vulnérables (voir les suggestions dans la section Empêcher , à la page 11). Prévoir une inspection visuelle chaque année, vers la fin de l'été ou à l'automne, pour déceler les signes de présence d'insectes dans les collections en réserve. Le cas échéant, appliquer des mesures de lutte telles que l'ensachage ou l'utilisation d'un congélateur horizontal. Dans le cas de nouvelles acquisitions, on conseille une mise en quarantaine et un traitement. Pour les articles très vulnérables en exposition permanente (p. ex. fourrures exposées dans des maisons historiques), on conseille d'appliquer chaque année un traitement par refroidissement.
	Éviter de laisser les produits alimentaires facilement accessibles. Boucher toute brèche extérieure, ne laissant aucune ouverture d'une largeur supérieure à 5 mm. Protéger les événements au moyen d'un épais grillage métallique inoxydable. Ne pas fermer les orifices de ventilation importants au moyen de panneaux, car il faut maintenir une circulation d'air adéquate. De plus, s'assurer de bien boucher les trous de plus de 5 mm dans les fondations et les combles afin d'éviter que des mammifères grimpeurs ou fouisseurs entrent dans le bâtiment. Il arrive souvent que les rongeurs entrent dans les bâtiments à la fin de l'automne afin de s'y réfugier pour l'hiver. Il faut donc être attentif aux signes de leur présence à cette période de l'année. Le cas échéant, mettre en place un programme de piégeage et rendre le bâtiment plus hermétique afin de réduire la population de rongeurs à l'intérieur des murs.
	Réparer ou fermer toute brèche extérieure par où les chauves-souris et les oiseaux peuvent pénétrer dans le bâtiment (ne laissant aucune ouverture d'une largeur supérieure à 5 mm, comme pour les rongeurs), ou y installer un grillage métallique. Installer un filet anti-oiseaux pour les empêcher d'utiliser des sites extérieurs comme perchoirs. Bloquer l'accès aux sites possibles de nidification, mais tenir compte des périodes de nidification des espèces protégées, le cas échéant. Les lois du Canada protègent les chauves-souris et les oiseaux chanteurs de la prédation humaine. Certains règlements établis à l'échelle locale autorisent le retrait de spécimens d'une propriété privée, mais la saison de reproduction des espèces menacées ne peut être perturbée, et ce n'est qu'après cette période qu'on peut bloquer l'accès à un site de nidification. De même, on ne doit pas déranger des chauves-souris qui hibernent. Il faut donc fermer les ouvertures au mois d'avril, ou à n'importe quel moment en octobre ou en novembre (Strang et Dawson, 1991b).

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Stratégies de lutte

Les diverses stratégies présentées aux tableaux 12, 13 et 14 – visant à atténuer les dommages que provoquent les principaux sous-types de ravageurs – touchent différents aspects : lieux, bâtiments, installations et méthodes. Elles mettent l'accent

sur des éléments clés dans le contexte canadien. Pour obtenir des conseils sur la conception d'un programme de lutte intégrée, consulter Pinniger (2004), ainsi que Strang et Kigawa (2006). Cette dernière source a été adaptée et intégrée au présent document sous forme de guide de lutte intégrée, en fonction des niveaux de contrôle allant de 0 à 6 (voir p. 25).

Tableau 13 – Mesures de lutte intermédiaires – risques élevés et moyens habituels

Ravageurs	Stratégies, activités et infrastructure
	Maintenir l'HR sous les 65 % à longueur d'année pour éliminer la formation de moisissures et de bactéries dans les espaces intérieurs. Dans la zone tempérée Nord, cependant, il faut maintenir le taux d'humidité relative dans les bâtiments chauffés et habités à près de 30 % afin d'éviter la formation éventuelle de moisissures à l'intérieur des cavités de murs isolés, à moins qu'on ait installé un écran pare-vapeur vraiment étanche. La filtration de l'air extérieur au moyen d'un système CVC standard (niveau de filtration MERV 14) (Tétreault, 2003) réduit la concentration de spores. Installer des dispositifs de détection d'eau afin d'alerter le personnel de toute accumulation d'eau ou d'inondation dans les zones vulnérables d'un bâtiment.
	Utiliser des pièges adhésifs placés à des endroits stratégiques comme moyen d'effectuer une vérification trimestrielle de l'activité des insectes. Effectuer chaque année une inspection visuelle des collections. Utiliser un congélateur horizontal pour mettre en quarantaine les nouvelles acquisitions et les objets prêtés (ensacher les objets).
	Mettre en place un programme de piégeage intérieur et des mesures efficaces d'empêchement pour détecter la présence des rongeurs et les éliminer. Éviter d'utiliser des points d'appât, car les carcasses de rongeurs empoisonnés et certains appâts attirent les insectes nuisibles. De plus, malgré toutes les précautions prises lors de la conception des points d'appât, les rongeurs sont capables de déplacer des appâts empoisonnés.
	Appliquer les mesures de lutte élémentaires recommandées.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Tableau 14 – Mesures de lutte avancées – tous les risques perçus

Ravageurs	Stratégies, activités et infrastructure
	Utiliser un système CVC à haut rendement pour la filtration de l'air (niveau de filtration MERV 15 ou plus) (Tétreault, 2003) afin de réduire la concentration de spores et d'atténuer les risques de formation de moisissures liés aux dégâts d'eau ou aux pannes de système CVC.
	Mettre les déchets de cuisine dans une chambre froide (exigence du Code du bâtiment du Québec) ou les placer sans délai dans un compacteur à l'extérieur. Les matériaux utilisés pour la construction des bâtiments, comme le métal et les dalles de béton, sont conçus pour empêcher l'entrée d'insectes. Placer les objets de valeur très fragiles dans des armoires ou des contenants hermétiques tels que des bocaux, des boîtes de plastique ou des flacons. Détecter la présence d'insectes en plaçant des pièges adhésifs dans tout le bâtiment, particulièrement dans les zones à haut risque. Effectuer une inspection annuelle complète des collections et des salles pour y déceler de l'activité d'insectes. Établir une représentation graphique de l'activité des insectes (on peut utiliser diverses méthodes, allant des documents sur papier aux systèmes d'information géographique) afin de s'assurer que les mesures de lutte couvrent tous les points d'activité observés. Sceller les réserves afin d'empêcher les insectes d'y entrer. Concevoir les réserves de façon à permettre le maintien d'une température entre 10 °C et 15 °C, afin de limiter l'activité d'insectes dans le cas des collections très vulnérables rangées dans un système de rayonnage ouvert (p. ex. herbier, spécimens de grands mammifères). Mettre en quarantaine toutes les nouvelles acquisitions, les objets prêtés et les objets visiblement endommagés par des insectes, et leur appliquer un traitement approprié (traitement sous atmosphère contrôlée ou lutte thermique). Appliquer des mesures de lutte à tous les objets des collections (des moucheron aux éléphants). Dans les grands établissements, il peut être nécessaire d'imposer des sanctions pour tout non-respect délibéré des règles de mise en quarantaine, et ce, en raison des risques élevés que cela engendre pour les collections vulnérables et en réserve, ou en raison du coût des mesures correctives.
	Installer des portes à l'épreuve des rongeurs (portes hermétiques en métal). Prendre certaines mesures à l'extérieur; par exemple, utiliser des compacteurs de déchets à l'épreuve des rongeurs ou appliquer des mesures d'assainissement des environs. Mettre en place un programme de détection, comme il est recommandé dans le cas des mesures de lutte élémentaires et intermédiaires.
	Appliquer les mesures de lutte élémentaires recommandées.

Légende :  = microorganismes  = insectes  = rongeurs  = oiseaux et chauves-souris

Étude de cas 1 : Rongeurs vivant dans une galerie d'art d'une grande ville

Souris infestant la cuisine de la « salle du donateur » d'une galerie d'art, située à quelques centaines de mètres de toute réserve, près des salles de sculptures et de l'atrium principal, où se tiennent les événements pendant lesquels on sert de la nourriture (voir la figure 11).

Dangers :

- Tout contact avec des agents pathogènes liés aux excréments de rongeurs peut rendre un donateur malade.
- Risque raisonnable de nidification des souris dans des articles de tissu entreposés (p. ex. costumes utilisés dans le cadre d'activités d'interprétation, objets d'art textile, rembourrage) si la colonie s'établit.

Voies d'accès des souris :

- Trous de plus de 5 mm dans la structure du bâtiment, causés par des projets de construction nécessitant l'ouverture de murs extérieurs.
- Déchets à l'air libre dans un parc adjacent, servant d'alimentation aux souris, qui sont alors attirées dans le bâtiment.
- Joints mal scellés du réseau d'égout municipal ou des tuyaux de vapeur, espaces sous les portes de secours et les portes du quai de chargement.

Mesures de lutte à court terme

Retrait des denrées alimentaires non emballées de l'armoire, et entreposage dans des récipients hermétiques. Élimination des déchets dans des récipients fermés. Lancement de la collecte quotidienne des déchets. Découverte du trou d'accès des souris, et fermeture d'un passage ouvert dans le mur, le long du tuyau de vidange de l'évier. Installation de pièges à ressort dans la cuisine et les pièces voisines – reliées par la saignée – pour tuer les souris.

Mesures de lutte à long terme

Une représentation graphique à partir des registres mensuels du spécialiste de la lutte intégrée de l'établissement indique un nombre constant de rongeurs

piégés chaque mois pendant plusieurs années. Différents scénarios sont donc possibles : pénétration fréquente d'un petit nombre de souris, qui ne survit pas au programme de piégeage; succès mitigé de la reproduction de la population interne; disposition limitée d'appâts empoisonnés dans les endroits fermés au public, qui empêche une croissance exponentielle. Cependant, des pratiques d'exclusion améliorées et de piégeage continu sont nécessaires pour réduire le nombre de prises annuelles à zéro.

Étude de cas 2 : Apparition de moisissures dans un musée en milieu rural

Les employés d'un musée saisonnier en milieu rural, situé dans une ancienne école communautaire, ont découvert de la moisissure sur de nombreux objets et à la surface de murs au moment où ils préparaient l'ouverture printanière du musée (voir la figure 12, à la page 23). En raison d'une menace constante de vandalisme, ils avaient dû barricader les fenêtres à guillotine et les portes extérieures avec des planches, lors de la fermeture l'automne précédent. Ce faisant, ils ont involontairement modifié la ventilation de l'édifice en limitant le taux d'échange d'air. Au printemps, le temps humide a grandement augmenté l'humidité ambiante intérieure, franchissant l'enveloppe poreuse du bâtiment et provenant du plancher de dalles sur terre-plein construit sur

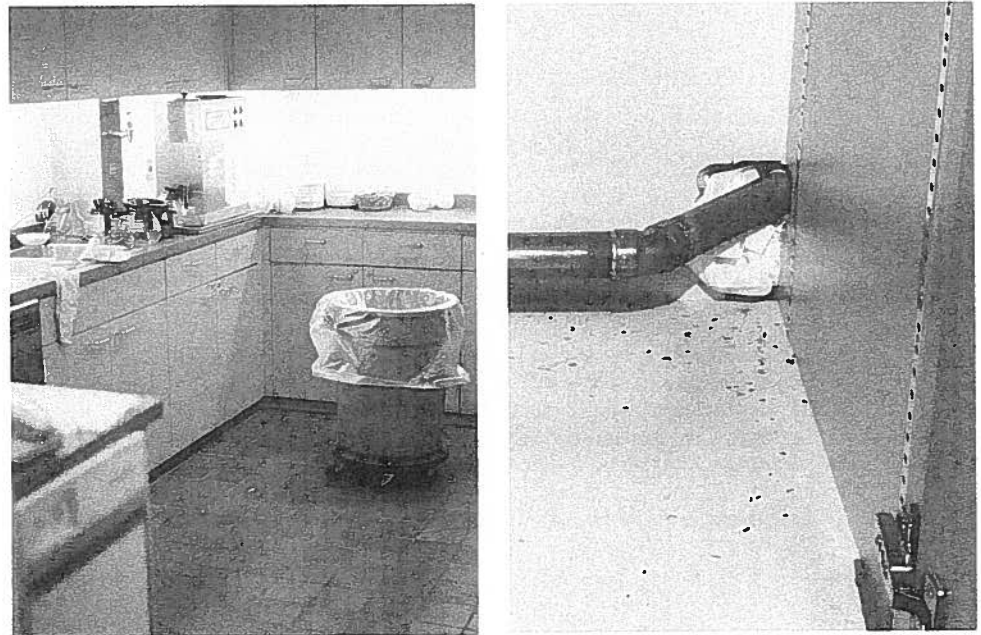


Figure 11. Les cuisines constituent un attrait pour les rongeurs, qui peuvent y entrer par une saignée mal obstruée ou en se glissant sous les portes. La plupart des problèmes de rongeurs sont associés aux denrées alimentaires dans les bâtiments. À droite, on peut voir des excréments de souris dans une armoire. Le trou d'accès a été mal bouché avec du papier froissé.

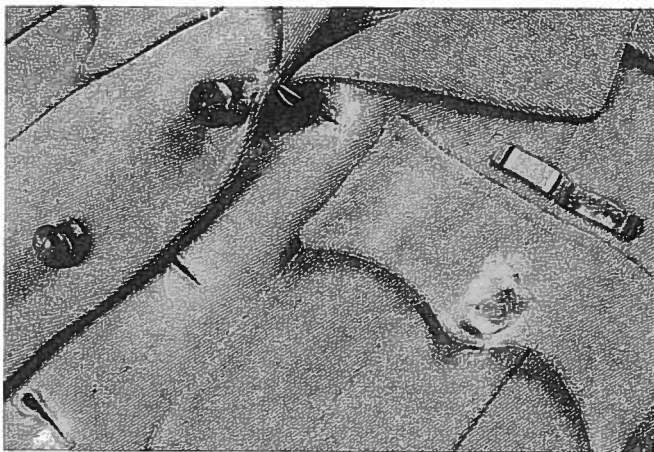


Figure 12. Les moisissures ont souvent l'apparence de taches blanchâtres, mais elles peuvent également être colorées. Sur la photo, les moisissures croissent grâce à la valeur nutritive des huiles sur les boutons de cuir.

l'emplacement d'une ancienne scierie. Cet établissement avait laissé une grande quantité de résidus de sciage dans le sol. Pendant l'hiver, on a réduit le chauffage au minimum dans la zone centrale afin de prévenir le gel des tuyaux, laissant ainsi les anciennes salles de classe sans chauffage. Dans les édifices partiellement chauffés, les moisissures se propagent à partir des zones chauffées pour s'accumuler dans les zones fraîches. Cette situation, combinée à une forte humidité interne et à des températures diurnes plus élevées au cours des mois précédant l'ouverture du musée, a favorisé la germination de spores de moisissures sur les objets.

Mesures de lutte à court terme

L'ouverture d'une porte dans le corridor central menant à un grenier bien ventilé a permis d'améliorer la ventilation dans le bâtiment et d'éliminer l'excès d'humidité. Le choix de réduire la compartimentation et d'ouvrir toutes les portes intérieures pour permettre la ventilation par le grenier a augmenté temporairement le risque de propagation d'incendie.

Mesures de lutte à long terme

Installer des grilles métalliques dans les fenêtres pour assurer la sécurité pendant la période de fermeture (au lieu du revêtement en contreplaqué utilisé auparavant). Faire l'achat de déshumidificateurs et les utiliser lorsque le musée est fermé (coût de l'achat et du fonctionnement de l'équipement). Pour permettre un fonctionnement sans surveillance, il faut raccorder les déshumidificateurs portatifs à un tuyau d'évacuation, au moyen d'un simple boyau souple. La capacité des déshumidificateurs

doit correspondre au volume du bâtiment (Strang et Dawson, 1991a). Les déshumidificateurs fonctionnent moins souvent en hiver (leur rendement est diminué par les basses températures), mais sont entièrement suffisants pendant la saison critique du printemps. Ouvrir l'édifice plus tôt au printemps pour assurer une bonne ventilation et une détection précoce des problèmes (augmentation des heures de travail du personnel sur les lieux). Nettoyer également les objets selon les recommandations d'un restaurateur, et nettoyer les surfaces dures à l'aide de détergents biocides.

Étude de cas 3 : Infestation d'insectes dans une collection d'uniformes donnée à un musée municipal

On a trouvé des teignes dans une collection nouvellement acquise d'uniformes, composée de centaines d'articles (voir la figure 13). Le musée municipal n'a ni les ressources financières ni l'infrastructure permanente pour effectuer un traitement. Il choisirait l'aliénation de la collection plutôt que de risquer la propagation de l'infestation en intégrant ces pièces à la collection sans les traiter.

Mesures à court terme

Mise en quarantaine de la collection en plaçant les pièces dans des sacs à poubelle en polyéthylène, des sacs à feuilles, ou des contenants étanches

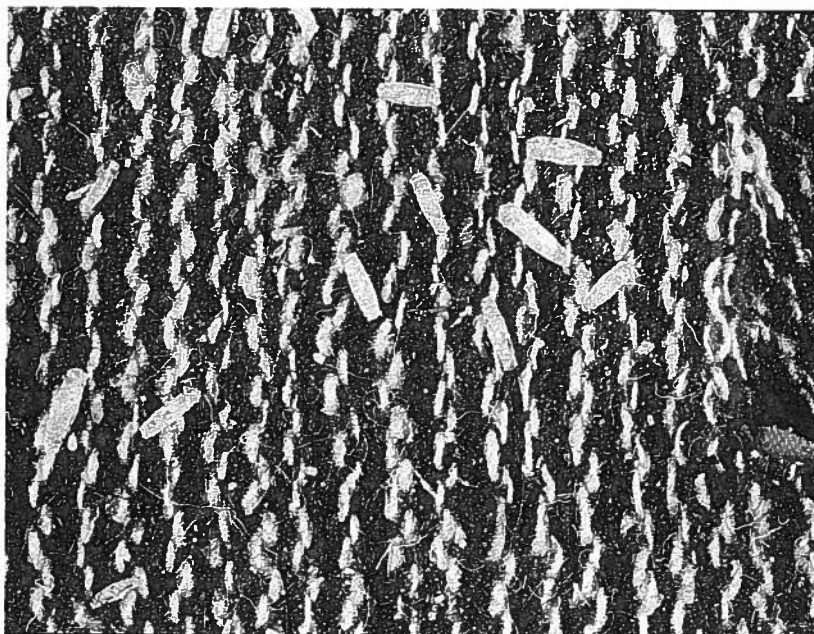


Figure 13. Les teignes porte-case peuvent être difficiles à voir, car leur fourreau est fait du matériel qu'elles mangent.

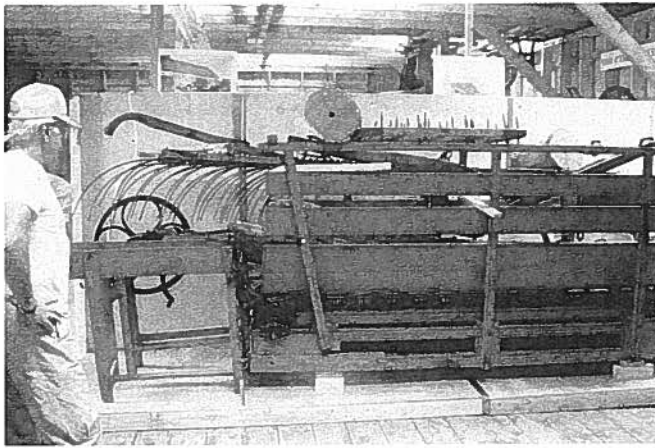


Figure 14. Des objets placés dans une caisse en contreplaqué isolée qui a été chauffée à l'air et gardée à une température entre 55 à 60 °C, jusqu'à ce que les articles les plus épais aient été assez chauffés. Ce traitement a permis de tuer tous les insectes.

comparables. Identification précise des sacs avec les avertissements suivants : « ARTICLES EN QUARANTAINE (INSECTES) – NE PAS JETER » ou « ARTICLES INFESTÉS DE TEIGNES – NE PAS OUVRIR ». De plus, inscription sur les sacs du nom de la personne responsable, de ses coordonnées et de la date d'ensachage. Ces mesures ont permis de contenir le danger en attendant le traitement.

Mesures à long terme

Recours à des conditions hivernales pour traiter toute la collection au froid en la plaçant sur le toit du musée, mettant à profit la superstructure de la gaine d'ascenseur, qui procurait un espace ombragé orienté au nord. Placement des articles en quarantaine dans des sacs sur des palettes couvertes d'une bâche afin d'éliminer la possibilité d'un contact avec le toit, ce qui aurait pu réchauffer les articles. Enveloppés dans une autre bâche pour les protéger contre les vents forts, les articles ont été exposés à des températures basses (température prévue : moins de -20 °C toute la journée pendant plusieurs jours). La collection a été exposée le plus longtemps possible; l'élimination des teignes porte-case exige un traitement d'au moins trois jours, mais un délai d'une semaine est préférable. Les articles ont ensuite été ramenés à l'intérieur, réchauffés durant la nuit et examinés pour y déceler des insectes vivants. Ils ont également été nettoyés avant d'être ajoutés à la collection du musée.

Comme autre solution possible, on peut traiter individuellement les articles infestés en les plaçant dans des congélateurs domestiques, tout en conservant les autres articles en quarantaine dans des sacs, afin de prévenir la propagation du ravageur. Il est parfois possible d'utiliser gratuitement de l'espace

dans un congélateur commercial ou de louer un camion frigorifique. Une intervention de la sorte peut correspondre aux mesures prises dans le cadre d'un plan d'urgence. Il serait donc avantageux de prévoir de tels services au préalable.

Étude de cas 4 : Insectes perceurs du bois dans un musée agricole en milieu rural

Les collections de machinerie et d'outils agricoles en bois d'un musée agricole en milieu rural ont été sévèrement touchées par une grave infestation de lyctidés. Une entreprise locale de lutte intégrée demandait 300 \$ pour évaluer le problème – montant dont ne disposait pas le musée.

Mesures à court terme

À la suite d'une consultation avec l'Institut canadien de conservation (ICC), le conseiller provincial en matière de conservation a supervisé la construction, par des professionnels bénévoles, d'une chambre de désinfestation thermique sécuritaire et efficace (voir la figure 14). Le matériel et l'équipement de chauffage de l'air reçus en don ont été assemblés sur les lieux. Le personnel a traité plusieurs chargements d'objets de diverses tailles, en raison d'un traitement d'une durée de sept heures par jour, et ce, sous surveillance constante. En raison de la quantité importante de matériaux produisant un effet auto-tampon, l'équilibre hydrique est resté constant dans la chambre fermée hermétiquement (Strang, 2001).

Mesures à long terme

Comme les lyctidés sont présents dans la région et sont associés au bois mort, il faut consigner toute activité ultérieure d'insectes dès qu'on la découvre, et les articles touchés doivent faire l'objet d'un traitement à basse température, ou encore d'un traitement thermique localisé. Il faut également effectuer périodiquement un nettoyage minutieux du musée et des objets pour déceler toute présence d'insectes. En outre, il est nécessaire de faire une inspection de la structure du bâtiment pour veiller à ce que les éléments en bois dur ne soient pas touchés par des insectes nuisibles.

Guides de mise en application

Les guides suivants visent à aider les établissements à concevoir un premier programme de lutte intégrée. Ils ont été conçus pour permettre leur adaptation à une grande variété de situations. Il existe également des guides de procédures visant l'éradication de ravageurs particuliers, indiquant comment suivre simplement et correctement les diverses étapes.

Conception d'un programme de lutte intégrée

Dans cette section, on décrit un programme de lutte intégrée élémentaire. Chaque tableau présente une situation reconnaissable, accompagnée de recommandations en matière de lutte intégrée. On peut utiliser les tableaux pour évaluer rapidement l'état actuel et pour prendre note des éléments à inclure dans le plan de lutte intégrée destiné à une collection.

Niveaux 0 à 6. Effectuer une évaluation de lutte intégrée afin d'établir un plan d'action

Photocopier les tableaux pour pouvoir les annoter. Déterminer le niveau qui correspond le mieux à votre situation, d'après l'en-tête du tableau. Lire ensuite les titres de la colonne de gauche (« Site », « Bâtiment », « Équipement et matériel » et « Mesures ») pour voir si les descriptions s'appliquent à peu près à votre situation. À l'aide d'un surligneur, faire ressortir les caractéristiques s'appliquant à votre situation (colonne de gauche). Si les termes du tableau correspondant à votre situation (niveau) ne sont pas applicables, chercher dans les tableaux adjacents des termes plus appropriés et les surligner. Les mesures indiquées dans la colonne de droite (« plan B »), à côté des éléments que vous avez surlignés, sont des interventions ou des modifications raisonnables qui aideront à assurer un degré de protection plus élevé.

Le transfert de la collection de son niveau actuel vers un niveau plus élevé peut constituer une solution aux problèmes de ravageurs. Il s'agit souvent du « plan A » idéal pour un établissement, parce qu'il permet de régler de nombreux problèmes concernant notamment l'entretien des collections et les expositions. Dans un « plan A », on trouve différents degrés d'intervention. À titre d'exemple, la rénovation d'un édifice pour obtenir de nouveaux espaces de réserve ou des espaces supplémentaires représente une proposition bien plus coûteuse que de simplement changer de place des chariots de bois, en les déplaçant d'un endroit à découvert pour les abriter sous un appentis déjà existant. Les deux

mesures peuvent améliorer la préservation à long terme contre les mécanismes biologiques et autres détériorations mais, dans les deux cas, les pièces demeurent vulnérables à certains égards.

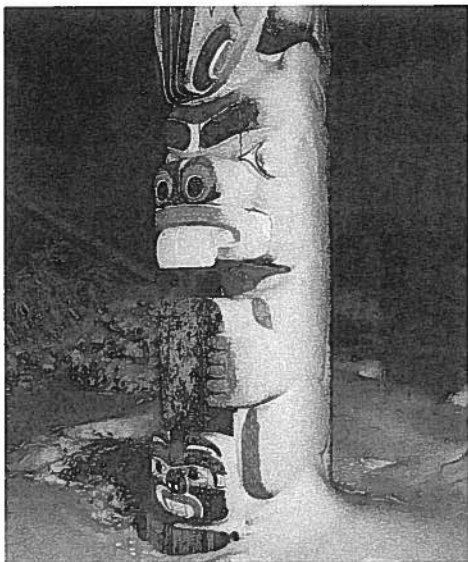
On a établi la colonne du plan B pour indiquer la façon de lutter contre les ravageurs dans une situation donnée, si on ne peut pas envisager une solution du plan A dans l'immédiat ou si sa mise en vigueur est impossible. En utilisant les suggestions mentionnées au plan B, déterminer si, dans votre établissement, on effectue les interventions décrites ou si les modifications proposées y existent déjà. Selon leur conception, les colonnes du plan B proposent des mesures correctives où elles seraient les plus efficaces et n'entraîneraient pas d'efforts inutiles.

Pour illustrer ce qui peut découler d'une situation non réglée et les changements possibles que peut entraîner un programme de lutte intégrée ou des traitements de lutte intégrée, on donne en exemple le pronostic et la détérioration prévisible.

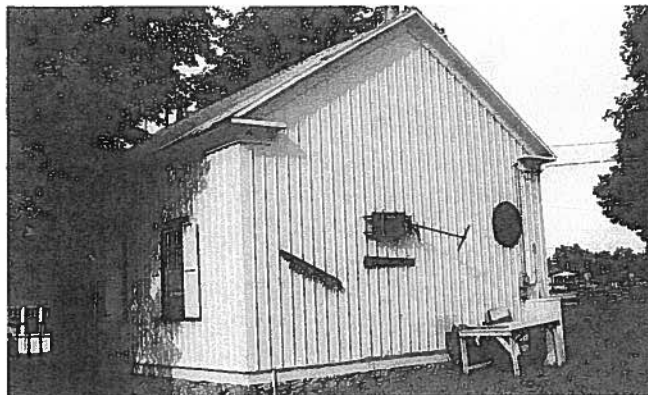
Pour une description complète de la démarche et de la justification à l'origine de ces tableaux, consulter Strang et Kigawa (2006).

Échelles progressives des éléments de lutte intégrée

À la suite de la description des niveaux 0 à 6, on trouve deux tableaux. Chacune de leurs colonnes représente une échelle de la qualité croissante d'activités et de caractéristiques selon les niveaux (situations physiques 0 à 6). En surlignant les éléments correspondants à votre situation, vous pouvez utiliser ces échelles comme moyen bref et structuré de répertorier les caractéristiques de votre établissement et les mesures qui y sont en place. Vous obtiendrez ainsi un résumé des caractéristiques freinant les ravageurs. Vous pouvez également utiliser les échelles pour indiquer les zones d'amélioration possible en regardant la caractéristique qui suit, sur l'échelle croissante de qualité, celle décrivant votre situation dans la colonne. À titre d'exemple (p. 34), passez de la caractéristique « À l'abri de la pluie et du soleil » (niveau 1) à « À l'abri des intempéries; peut être chauffé l'hiver » (niveau 3).



Niveau 0 : un mât totémique à l'extérieur.



Niveau 3 : une ancienne petite école transformée en musée du centenaire.



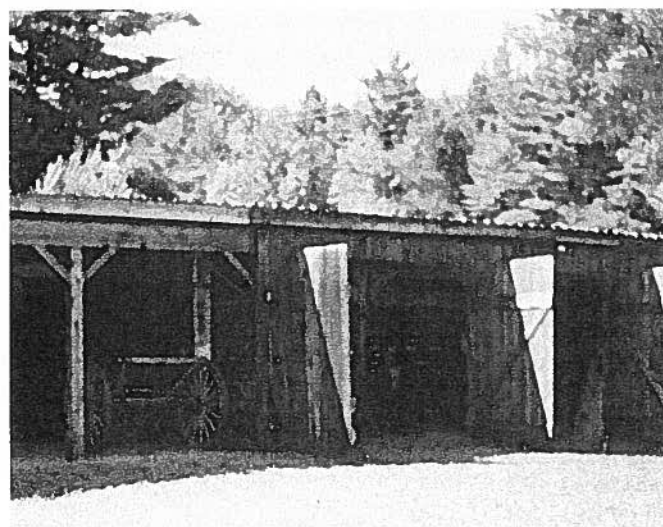
Niveau 4 : une ancienne boulangerie transformée en musée de la technologie.



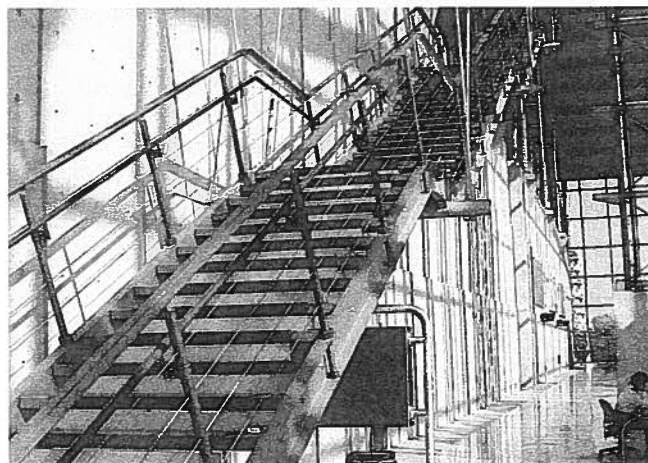
Niveau 1 : une machine agricole couverte d'une bâche.



Niveau 5 : un musée centenaire situé sur la grande place d'une ville.



Niveau 2 : une remise construite sur du gravier.



Niveau 6 : archives nationales conçues comme un immeuble à l'intérieur d'un immeuble.

Niveau 0 — Milieu extérieur, librement accessible aux agents nocifs

Ce niveau représente une situation où aucune mesure de préservation n'est appliquée. Servant de niveau de référence, il permet d'évaluer l'efficacité des aménagements effectués pour combattre les ravageurs. Le plan B présente les premières mesures à prendre pour réduire les incidences de ravageurs dans cette situation.

Situation typique	Plan B
Exemples : Extérieur d'un bâtiment, mât totémique, sculpture publique.	
Site : Extérieur, rural ou urbain, pouvant être abrité par des arbres, des bâtiments ou le relief du terrain. Peut être bien ou mal drainé, exposé aux vents ou abrité de ceux-ci. En milieu urbain, il s'agit vraisemblablement d'espaces publics. En milieu rural, il peut s'agir d'endroits isolés, peu fréquentés.	Si le site est clairement problématique, on peut envisager une certaine modification de l'environnement : par exemple, élaguer la végétation envahissante qui nuit aux structures, abriter des ravageurs ou favoriser un taux d'humidité élevé en faisant de l'ombre. Élaguer les vignes grimpantes qui altèrent ou obscurcissent le bâtiment, créent un risque d'incendie, etc.
Bâtiment : Sans enceinte extérieure; complètement exposé aux intempéries à longueur d'année; objet posé directement sur le sol.	Dans une perspective de préservation, bien des éléments justifient la mise à l'abri d'objets. Si une telle mesure est impossible, il faut envisager des techniques de protection in situ. Utiliser un filet anti-oiseaux ou un revêtement (tôle, bâche) pour bloquer l'accès aux ravageurs si l'objet est exposé aux intempéries, si des débris s'y amassent ou si l'objet abrite des animaux (dans le cas notamment de machinerie lourde ou de bâtiments abandonnés). Dans la mesure du possible, installer des capuchons de protection (p. ex. au sommet des poteaux et aux extrémités des poutres exposées) pour empêcher les oiseaux de s'y percher et pour réduire la quantité de déchets favorisant la pourriture qu'ils y laissent.
Équipement et matériel : Aucun.	Isoler du sol les objets sujets à la pourriture; les placer p. ex. sur du gravier tassé, une surface revêtue, un étau en bois traité avec un fongicide ou un insecticide, une petite plinthe en béton, ou une structure bloquant l'humidité (comme une couche de tôle entre un poteau et un pilier). Si la tôle dépasse sur l'axe horizontal, la replier vers le bas pour éviter que les éclaboussures d'eau ne s'infiltrant dans le joint). Utiliser ces solutions pour réduire le contact avec le sol, retarder l'infestation par des champignons et restreindre la pénétration d'insectes fouisseurs. Les barrières de tôle qui séparent le bois des éléments de fondation forceront les termites à creuser leurs galeries le long du revêtement, où elles seront facilement décelables, et obligera les fourmis charpentières à se déplacer sur des surfaces visibles, ce qui facilite leur détection.
Mesures : Aucune. Objet laissé à lui-même.	Éliminer régulièrement les salissures, les accumulations de terre (qui favorisent le développement rapide de l'activité biologique), ainsi que toute prolifération en surface, notamment le lichen, la moisissure et la mousse. Examiner l'objet pour déceler d'éventuels signes d'infestation par des insectes, surtout des insectes perceurs du bois. Toute activité d'insectes perceurs peut entraîner un effondrement de la structure. Au besoin, utiliser des pesticides ou des fongicides à action résiduelle. Rendre le bois étanche pour réduire l'absorption d'humidité. L'efficacité de la mesure est maximale si l'agent d'étanchéité utilisé est appliqué sur une surface lisse, ou sur du bois neuf, peu endommagé par les intempéries. Les surfaces détériorées sont propices à la formation de voies de pénétration que l'eau peut emprunter. Dans cet état, le bois est vulnérable aux infestations par les champignons. Il faut répéter les traitements de surface à intervalles réguliers, à mesure que la surface s'abîme avec le temps. Soulignons que le passage de l'eau à la surface du bois peut lessiver les traitements fongicides et insecticides à base de borate. Toutefois, le borate solide – sous forme de bâtonnets ou de copeaux insérés dans des cavités percées dans le bois – a besoin d'humidité pour pénétrer profondément dans le bois et en assurer la protection. Les agents de préservation fongicides ou insecticides peuvent tacher les surfaces. Il convient donc d'effectuer des essais au préalable. On peut déterrer des sections enfouies d'objets, y appliquer un fongicide approuvé, et améliorer le drainage en surface. Les attaques les plus fulgurantes de la part de ravageurs se produisent généralement dans le sol, juste au-dessus de la nappe phréatique, où le sol est encore oxygéné.
Pronostic : Vulnérabilité maximale aux infestations d'algues, de champignons, de rongeurs et d'insectes. Utilisation chronique comme perchoir par les oiseaux et les chauves-souris. Effets sur l'ensemble de la structure attribuables à l'exploitation, par des ravageurs, des matières qui conviennent à leur mode de vie.	Limitation des attaques par les algues, les champignons, les rongeurs et les insectes; utilisation réduite de la structure comme perchoir par les oiseaux. Les risques d'atteintes superficielles ou profondes demeurent, car l'objet est exposé aux éléments. Toutefois, les mesures de détection et d'assainissement ont permis de réduire les dommages.
Détérioration prévisible : Effets ou dommages visibles au bout d'une saison; aussi rapides que la décomposition d'un arbre, d'un cadavre de mammifère ou d'insecte ou encore d'une feuille morte. Colonisation, en quelques années, des éléments les plus résistants par des algues, des mousses, des champignons et des végétaux. Les effets prévus se manifestent au bout de quelques années dans le cas d'éléments robustes, et au bout de quelques jours dans le cas d'éléments fragiles. Les parties abritées de l'objet conservent certaines caractéristiques, comme on l'explique au niveau 1, mais finissent par céder à l'attaque des agents nocifs.	Effets ou dommages visibles au bout d'une saison. Les effets prévus se manifestent au bout d'une dizaine d'années dans le cas d'éléments robustes, et au bout de quelques jours dans le cas d'éléments fragiles. Les parties abritées de l'objet conservent certaines caractéristiques, comme on l'explique au niveau 1, mais finissent par céder à l'attaque des agents nocifs.

Niveau 1 — Protection assurée uniquement par un toit ou une bâche

Un élément architectural, un revêtement ou une partie de l'objet lui-même procure un abri élémentaire contre la pluie et les rayons du soleil frappant à la verticale. Dans votre plan d'action, inclure les mesures pertinentes du plan B associé au niveau 0.

Situation typique	Plan B
Exemples : Enceinte peu résistante (galerie d'aérage, abri pour voitures). Le dessus de l'objet est abrité par un toit en appentis ou une bâche.	
Site : Extérieur, rural ou urbain, pouvant être exposé aux vents ou encore abrité par des arbres, des bâtiments ou le relief du terrain. Peut être bien ou mal drainé.	Si le site est clairement problématique, on peut envisager une certaine modification de l'environnement : par exemple, élaguer la végétation envahissante qui nuit aux structures, abriter des ravageurs ou favoriser un taux d'humidité élevé en faisant de l'ombre. Élaguer les vignes grimpantes qui altèrent ou obscurcissent la structure ou l'objet. Éliminer tout élément clairement susceptible d'attirer les ravageurs, par exemple les contenants à déchets ouverts. S'assurer que le toit peut résister aux vents forts ou aux accumulations importantes de neige.
Bâtiment : Présence d'un toit ou d'une bâche au-dessus de l'objet; pas de murs entiers. La structure procure une protection contre la pluie directe, empêche les infestations importantes de champignons, et limite l'infestation d'insectes perceurs du bois, qui nécessitent de la moisissure pour s'installer. Cependant, la structure attirera des oiseaux nicheurs, des rongeurs et des insectes cherchant un abri. N'empêche pas la pénétration de rongeurs, d'oiseaux ou d'insectes.	Un toit doit recouvrir l'objet pour le protéger contre la pluie tombant à l'oblique. Nota : l'air humide monte, car il est plus léger que l'air sec (la vapeur d'eau est plus légère que l'oxygène et l'azote, lesquels sont les principaux constituants de l'air). Si on utilise des bâches pour recouvrir un objet, il faut assurer une aération près de l'arête supérieure, afin d'éviter qu'une forte humidité ne s'installe de manière prolongée. Une bâche en plastique qui ne permet pas l'aération à l'arête forme une coupole au dessus de l'objet, sous laquelle l'humidité est emprisonnée. Il vous faudra peut-être contenir l'humidité en provenance du sol ou du plancher de dalles sur terre-plein en installant d'abord une bâche protectrice sous l'objet.
Équipement et matériel : Aucun. Le contenu de l'enceinte est placé directement sur la terre ou le gravier, ou est à demi-enfoui.	Si possible, isoler les objets du sol ou du gravier à l'aide d'une petite plinthe, ou installer une barrière contre l'humidité afin de réduire l'apport d'humidité attribuable au contact avec le sol. Veiller à ce que la barrière puisse s'égoutter correctement, afin d'éviter que des flaques d'eau ne se forment contre l'objet.
Mesures : Aucune mesure de lutte contre les ravageurs, à part les caractéristiques de la construction originale conférant une certaine protection contre ces derniers (p. ex. bardeaux métalliques, peinture). Peu de mesures d'assainissement du site, sauf contre les effets exercés par le vent et les intempéries.	Considérer les aménagements recommandés selon le plan B associé au niveau 0.
Pronostic : Envahissement par les rongeurs ou les oiseaux en un an, attaque de la structure par les insectes en moins de dix ans, apparition de moisissures en surface dans les dix ans. Les objets abrités demeurent largement accessibles à de nombreux ravageurs.	Allongement notable de la durée de vie des éléments en bois de petite taille grâce aux traitements fongicides ou à la rupture du contact entre le bois et le sol, surtout dans le cas d'essences qui se détériorent rapidement. Réduction de la présence de nids d'animaux et de certains insectes perceurs du bois altérant la structure. Élimination, en grande partie, de la contamination par les champignons, grâce à la faible teneur en humidité des objets abrités. La colonisation des surfaces par des moisissures, des mousses, des lichens et des algues demeure un risque en milieu humide.
Détérioration prévisible : Effets ou dommages visibles au bout d'une saison. Les effets prévus se manifestent dans un délai allant d'une décennie à un siècle, dans le cas d'éléments robustes, au bout de plusieurs années, dans le cas d'éléments mous, et au bout de quelques mois, dans le cas d'éléments fragiles. Les parties abritées de l'objet conservent certaines caractéristiques, comme on l'explique au niveau 2.	Allongement notable de la durée de vie des éléments en bois grâce aux traitements fongicides. Des effets visibles apparaissent au bout de plusieurs années dans le cas d'éléments mous, et au bout de quelques mois dans le cas d'éléments fragiles. Les parties abritées de l'objet conservent certaines caractéristiques, comme on l'explique au niveau 2.

Niveau 2 — Toit, murs, et portes mal assujetties

Ce niveau offre une meilleure protection contre les éléments. Le contenu peut être exposé à la précipitation poussée par le vent, aux rayons obliques du soleil, aux vents extrêmes, aux particules de sol soufflées par le vent, à la neige, aux spores et aux graines. Dans votre plan d'action, inclure les mesures pertinentes des niveaux précédents.

Situation typique	Plan B
Exemples : Enceinte peu résistante ou passable : dépendance, remise, habitation mal entretenue.	
Site : Habituellement rural, parfois urbain. Le drainage peut avoir été amélioré grâce à une légère surélévation du terrain sous les fondations ou le long des fondations. Les fondations souterraines ne sont pas étanches. La structure peut être saine si le toit a été bien entretenu; autrement, on peut prévoir des dommages structuraux.	Dans la mesure du possible, débarrasser les murs de toute racine envahissante, afin de réduire les dommages causés par l'humidité et d'empêcher les racines d'endommager les fondations du bâtiment. Enlever le bois mort pouvant se trouver à proximité afin de réduire l'incidence des organismes perceurs du bois ainsi que le risque de chute de branches mortes sur la structure. Améliorer le drainage s'il y a accumulation d'eau le long des fondations ou infiltration d'eau dans le bâtiment après une chute de pluie.
Bâtiment : Murs, bois, bardage poreux, portes rudimentaires mal ajustées, sol de terre battue ou recouvert de planches, de contreplaqué, de gravier, d'asphalte ou d'une plateforme cimentée distincte. La structure n'empêchera pas les ravageurs fouisseurs ou les rongeurs tenaces de s'attaquer au bâtiment, car ses matériaux et ses murs ne sont pas robustes. Protège contre les précipitations poussées par le vent, et prévient donc la contamination importante par des champignons. N'arrête pas les insectes, puisqu'il y a des brèches dans la structure. Peut empêcher la pénétration de gros rongeurs et d'oiseaux, mais les brèches permettent aux animaux de petite taille de pénétrer dans le bâtiment pour s'y abriter. Peut attirer les oiseaux percheurs et nicheurs dans les saillies de toit, et les insectes dans les matériaux de construction.	L'installation de filets anti-oiseaux par-dessus les saillies de toit ou d'un grillage sur les ouvertures, dans la mesure du possible, permet de limiter les possibilités d'accès pour les animaux, ainsi que l'accumulation de débris autour et à l'intérieur du bâtiment. Tenir compte des besoins de protection physique (p. ex. améliorer simultanément la sécurité et la protection contre les ravageurs) au moment de la fabrication de l'enceinte. Améliorer ou réparer l'enveloppe extérieure si elle est endommagée.
Équipement et matériel : Le contenu placé directement sur le plancher dur peut s'imprégner de l'humidité provenant du sol, ce qui peut favoriser la croissance de champignons.	La présence d'étagères rudimentaires limite le transfert d'humidité du sol ou de la dalle de fondation aux objets. En plaçant les objets sur des étagères, on réduit le risque que les ravageurs les découvrent. S'il n'y a pas d'étagères convenables, utiliser au moins des palettes traitées thermiquement ou du bois enveloppé de feuilles de plastique pour éviter tout contact entre les objets et l'humidité provenant d'un sol de terre. Pour prévenir les dommages causés par les infiltrations d'eau et l'humidité persistante, ne pas poser les articles lourds et encombrants directement sur le sol, mais les placer plutôt sur des socles de béton ou des blocs de bois traité sous lesquels on a installé une barrière contre l'humidité, afin d'empêcher son transfert aux objets. Veiller à ce que les objets lourds ne s'enfoncent pas dans le sol, car cela les rendrait directement accessibles aux microorganismes et autres ravageurs s'attaquant au bois.
Mesures : Élimination des nids d'animaux. L'entretien autour du bâtiment consiste à tailler les herbes et le feuillage tous les mois ou une fois par année.	Le balayage régulier des espaces intérieurs élimine les débris poussés par le vent et les nids d'araignées. Éliminer les nids de guêpes et d'oiseaux dès leur découverte. Recouvrir d'une bâche de tissu (perméable à l'humidité) tout objet dont la forme irrégulière rend le nettoyage difficile. On réduit ainsi l'accumulation de poussière, on empêche les mouches de tacher les surfaces, on permet le séchage à la suite de périodes humides, et on réduit la croissance de moisissures en surface.
Pronostic : Prévoir des chiures de mouches, des invasions de rongeurs, du grignotage par des insectes, et la présence d'insectes sur les objets en réserve, surtout dans les endroits encombrés dont le contenu n'est pas souvent déplacé ou examiné. S'attendre également à l'apparition de taches d'humidité ou à la présence de champignons à la suite de fortes pluies accompagnées de vents. Les ravageurs peuvent circuler librement, donc tous les objets entreposés peuvent être touchés.	Élimination des nids d'animaux altérant la structure pour réduire leur nombre, et lutte précoce contre les attaques de ravageurs par l'utilisation de pesticides ciblés, ou d'autres méthodes physiques.
Détérioration prévisible : Les effets prévus se manifestent dans un délai de 100 ans, dans le cas d'éléments robustes, de 10 ans, dans le cas d'éléments mous, et dans un délai d'un an, dans le cas d'éléments fragiles.	Fréquence réduite des attaques de nombreux insectes, par rapport à une situation de moindre protection. Activité microbienne minime, et activité considérablement réduite en surface.

Niveau 3 — Habitation élémentaire

Habitation humaine offrant une protection raisonnable contre les effets du climat et une régulation approximative de l'environnement intérieur grâce à un chauffage ou une ventilation élémentaire. Dans votre plan d'action, inclure les mesures pertinentes des niveaux précédents.

Situation typique	Plan B
Exemples : Enceinte acceptable : immeubles de style occidental, datant jusqu'au début des années 1900; bâtiments publics, notamment des églises et des palais. Bâtiments publics historiques, lieux de culte et sanctuaires correctement entretenus.	
Site : Jardins paysagés, allées piétonnières, rues. Drainage vers des fossés à découvert, chaussées, égouts rudimentaires.	Limiter la croissance des arbres et des arbustes le long de la structure pour protéger les fondations vulnérables aux racines envahissantes des plantes.
Bâtiment : Effort raisonnable déployé pour procurer au bâtiment une enveloppe intégrale afin de le protéger des intempéries et le rendre habitable avec un certain confort au cours du cycle climatique annuel. Si le bâtiment est doté d'un système de chauffage élémentaire, les ouvertures sont normalement petites, mais le revêtement extérieur permet l'intrusion fréquente ou fortuite de ravageurs. Les entrées sont fermées par des portes simples; le bâtiment a des fenêtres à guillotine mal assujetties, doublées ou non de moustiquaires. L'espace entre les murs de séparation à l'intérieur et le plancher peut abriter des insectes. Les foyers ouverts, les conduits de fumée, les vides sous les planchers et le grenier sommairement finis permettent aux oiseaux, aux rongeurs et aux insectes d'accéder aux vides dans la structure. Il peut y avoir une certaine aération naturelle permettant de faire varier la température ou l'humidité à l'intérieur, mais il n'y a pas de climatisation.	Utiliser des portes moustiquaires et installer des moustiquaires aux fenêtres afin de réduire l'entrée d'insectes et de permettre la ventilation. Colmater les brèches dans la structure et réduire les espaces autour des ouvertures habituelles (portes, fenêtres) à moins de 5 mm, afin d'empêcher l'entrée de rongeurs. Veiller à ce que les gouttières soient munies de descentes pluviales acheminant l'eau bien à l'écart des fondations, réduisant ainsi le risque de croissance de moisissures. Installer un grillage sur les conduits de fumée désaffectés, à même le toit, afin d'empêcher les oiseaux et les insectes d'y pénétrer. Utiliser des feuilles de plastique épais comme revêtement de sol en terre battue dans les vides sanitaires clos. Assurer une bonne ventilation grillagée de l'espace pour y réduire l'humidité, sinon les éléments en bois de la structure risquent d'être attaqués par les champignons et les insectes.
Équipement et matériel : Les objets sont exposés à l'intérieur du bâtiment de manière à reproduire leur utilisation originale (intérieur historique), mais d'autres objets se trouvent dans des pièces fermées, sur des étagères ou dans des boîtes partiellement ou complètement ouvertes. Par souci de sécurité, certains objets peuvent se trouver dans des armoires, mais la résistance de l'enceinte aux ravageurs est plutôt faible.	Placer les objets vulnérables aux insectes dans des vitrines d'exposition ou des armoires bien scellées (veiller à ce que toute brèche ne dépasse pas 0,3 mm). Envisager l'utilisation de déshumidificateurs portatifs pour maintenir le taux d'humidité relative sous les 75 % par temps humide passager (p. ex. sur une période de 2 mois), et sous les 65 % dans les régions au climat humide à longueur d'année. Pour réduire l'incidence des ravageurs, envisager l'utilisation de sacs en polyéthylène (placés pendant la saison sèche) ou, dans le cas d'articles mous en réserve, les recouvrir d'une bâche en tissu. Ranger les pièces fragiles dans des boîtes à couvercle ou dans des armoires.
Mesures : Nettoyage au printemps et à l'automne, nettoyage à l'aspirateur et époussetage des pièces exposées si l'on constate une accumulation de poussière.	Ne pas placer des objets dans des endroits souterrains s'il est impossible d'y assurer une bonne ventilation ou une protection adéquate contre les inondations. Inspecter les greniers et les sous-sols chaque année pour détecter de graves problèmes de ravageurs. Ces espaces répondent habituellement mieux aux besoins des ravageurs que les étages habités.
Pronostic : Diverses salles peuvent être touchées, et des infestations récurrentes de ravageurs s'attaquant au papier et aux tissus sont également possibles. La mise en réserve dans des sous-sols humides ou des greniers chauds est à proscrire si l'on souhaite assurer la conservation des objets.	Réduction des problèmes chroniques d'infestation de mouches et de dermestidés grâce à la surveillance étroite des greniers. Réduction des problèmes liés aux lépismes et aux souris grâce à la surveillance étroite des conditions ambiantes dans les sous-sols et les vides sanitaires.
Détérioration prévisible : Les effets prévus se manifestent à l'intérieur d'un délai équivalent à la durée de vie du bâtiment, dans le cas d'éléments robustes, de quelques décennies à un siècle, dans le cas d'éléments mous, et de quelques années dans le cas d'éléments fragiles.	Réduction des dommages causés par les rongeurs, les insectes et les champignons grâce à l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment et à l'assainissement régulier des lieux.

Niveau 4 — Bâtiment commercial, adapté

Structures municipales adaptées, destinées au logement d'un grand nombre de personnes, à des procédés industriels ou à l'administration publique. Les bâtiments historiques présentent une architecture élaborée.

Dans votre plan d'action, inclure les mesures pertinentes des niveaux précédents.

Situation typique	Plan B
Exemples : Enceinte de bonne qualité : bâtiment à vocation professionnelle, commerciale ou administrative pouvant être utilisé comme musée, comme dépôt d'archives ou comme galerie d'art.	
Site : Drainage assuré près des murs de fondation, mais dans l'ensemble, le site n'est peut-être pas en mesure de résister aux changements climatiques extrêmes sur un cycle de 100 ans, ou il est touché par des éléments nuisibles provenant des propriétés avoisinantes, qui attirent fortement certains ravageurs.	Dans la planification de l'aménagement du site, inclure des moyens de réduire la possibilité d'inondations et d'éliminer les endroits pouvant servir d'habitat aux rongeurs.
Bâtiment : Souvent doté d'un revêtement extérieur minéral (p. ex. pierre, brique). Possède plusieurs portes extérieures, un vestibule ou un hall d'entrée distinct. Les portes simples, comme les sorties de secours, sont fermées hermétiquement à l'aide de joints brosse, de bandes en caoutchouc, et de métal à l'épreuve des rongeurs. Le bâtiment est doté d'un système CVC pour la climatisation, le chauffage et la ventilation à air pulsé.	Rendre les portes, les fenêtres et les autres ouvertures davantage hermétiques afin d'empêcher les ravageurs d'entrer dans le bâtiment. Améliorer la capacité des cloisons intérieures à entraver la circulation des rongeurs en réduisant la taille des espaces laissés sous les portes et en installant un grillage par-dessus les ouvertures.
Équipement et matériel : Il y a des contenants à ordures à l'extérieur, ou un quai de chargement spécialement réservé à l'enlèvement des ordures (le quai s'ouvre sur l'extérieur par une porte, mais il est isolé du corridor par une porte intérieure bien ajustée). Utilisation importante de vitrines d'exposition. Toutes ne sont pas forcément à l'épreuve des insectes, mais elles réduisent néanmoins considérablement le risque de pénétration de ces organismes. Toutes les collections se trouvent sur des étagères ou des palettes. L'encombrement de certaines zones des réserves peut rendre leur inspection difficile. Certaines pièces peuvent se trouver dans des couloirs en raison d'un manque d'espace.	Aménager un espace clos, permettant la mise en quarantaine d'objets nouvellement reçus et la désinfestation des nouvelles acquisitions. Se procurer un congélateur horizontal, une bulle de fumigation au CO ₂ ou une chambre de traitement à l'azote. Donner à plusieurs membres du personnel une formation sur l'utilisation adéquate et sécuritaire de cet équipement et sur l'observation de la réglementation applicable. Tenir compte de la nécessité de procéder à des inspections lors du déménagement des collections.
Mesures : Inspection visuelle élémentaire de la collection par rapport à son utilisation, plutôt que dans le cadre de tournées d'inspection systématique. Utilisation minime de pièges dans les zones dotées d'importantes ouvertures sur l'extérieur. Mesures d'assainissement annuel des réserves se limitant à un nettoyage à l'aspirateur, mais seulement dans les corridors, et non sous les étagères basses. Nettoyage plus fréquent des galeries d'exposition, mais la poussière, les débris, les poils, etc. s'accumulent néanmoins dans les zones d'accès restreint.	Procéder à un nettoyage annuel, éviter tout encombrement, passer l'aspirateur sous les étagères, inspecter les collections rarement visitées. Établir une quarantaine et exterminer les ravageurs avant l'introduction des objets dans les collections. S'il y a un programme de lutte intégrée bien en place et si le nombre d'organismes nuisibles sur le site est faible, ce sont les nouvelles collections qui constituent la principale source d'infestation possible, en plus des emballages utilisés et des activités de restauration. Procéder quotidiennement à l'enlèvement des ordures (surtout les déchets alimentaires), et nettoyer immédiatement les dégâts. Embaucher un spécialiste de la lutte intégrée pour le nettoyage des zones alimentaires publiques. Embaucher également un tel spécialiste pour le nettoyage des réserves, mais seulement si elles sont gravement infestées et nécessitent une décontamination (pulvérisation sur les plinthes uniquement; éviter la fumigation généralisée et l'application de pesticides sur les objets). Utiliser un programme de piégeage pour détecter les organismes nuisibles. Si le bâtiment est raisonnablement hermétique, le piégeage donnera plus d'indications sur le degré d'infestation des collections que sur le type d'animaux qui pénètrent dans le bâtiment un jour donné.
Pronostic : S'attendre à des infestations localisées de ravageurs, attribuables à l'introduction d'organismes nuisibles en même temps que des objets, plutôt qu'à leur infiltration dans le bâtiment. L'introduction involontaire d'insectes est plus fréquente que celle de rongeurs.	Réduction des infestations récurrentes des matières textiles, de la fourrure, des peaux et du cuir. Un certain degré d'infestation chronique peut demeurer au cours de l'année, mais les infestations seront sans doute moins fréquentes et moins graves.
Détérioration prévisible : Les effets prévus se manifestent dans un délai équivalent à la durée de vie du bâtiment, dans le cas d'éléments robustes, d'un siècle, dans le cas d'éléments mous et de quelques décennies, dans le cas d'éléments fragiles.	Infestations moins fréquentes d'insectes qu'aux niveaux de protection précédents.

Niveau 5 — Bâtiment spécialisé

Bâtiment conçu comme musée, galerie d'art ou dépôt d'archives; construction appuyée sur une planification accrue, incorporant des politiques et des caractéristiques pour incorporer la lutte intégrée aux mesures visant à combattre les autres agents de détérioration. Dans votre plan d'action, inclure les mesures pertinentes des niveaux précédents.

Situation typique	Plan B
Exemples : Bâtiment spécialement conçu comme musée, dépôt d'archives ou galerie d'art. L'enceinte renforcée répond aux exigences en matière de conservation. Bâtiment commercial amélioré, possédant des espaces et des caractéristiques adaptés à la mise en réserve et à l'exposition de collections.	
Site : L'aménagement du site comprend l'établissement d'un périmètre à l'intérieur duquel les risques existant dans le voisinage sont maîtrisés grâce à une modification de l'environnement (p. ex. établissement de zones tampons, présence limitée d'eau stagnante, taille du feuillage dense afin de réduire les risques d'incendie).	
Bâtiment : Conçu en tenant compte des besoins en matière de lutte intégrée. Par exemple, une chambre munie de congélateurs, présence d'espaces de quarantaine, possibilité de fumigation sous atmosphère contrôlée. Revêtement de sol lisse, convexe à la jonction avec les murs, pour faciliter le nettoyage. Fini clair et bon éclairage favorisant la détection d'organismes nuisibles. Murs extérieurs faits de matériaux à l'épreuve des ravageurs, peu d'espaces laissés au moment de la construction, afin de réduire les pertes en CVC et les problèmes de moisissure dans les murs.	Les fentes dans lesquelles on découvre des insectes sont bouchées à l'aide d'un agent d'étanchéité approprié. Les joints étanches des fenêtres sont entretenus promptement afin d'éviter l'humidité dans les murs et, lorsqu'on constate qu'une porte extérieure est mal installée ou que son matériau est en train de céder, on corrige sans tarder la situation. Amener la filtration du système CVC à un niveau MERV 9 afin d'y empêcher le transport de spores de moisissures et de pollen.
Équipement et matériel : L'utilisation de nombreuses armoires accroît la nécessité d'effectuer périodiquement des inspections visuelles. De nombreux objets ne sont pas exposés; par conséquent, en l'absence de telles inspections, les infestations peuvent demeurer ignorées pendant un certain temps. Le nettoyage sous les vitrines d'exposition ne constitue pas une priorité dans les galeries permanentes. La fréquentation intense entraîne une accumulation de déchets, ce qui peut favoriser les organismes nuisibles. En raison de leur degré d'étanchéité (interstices mesurant entre 0,1 et 0,3 mm), les vitrines d'exposition sont à l'épreuve des insectes. Capacité d'effectuer le traitement d'un grand nombre d'artefacts à la fois dans des congélateurs-chambres (-25 à -30 °C), ou d'effectuer de la fumigation sous atmosphère contrôlée.	Les techniques d'exposition utilisant des présentoirs ou des dioramas permanents sont des exemples de configurations susceptibles de fournir des cachettes aux organismes nuisibles, à proximité d'endroits de forte fréquentation par les visiteurs. Envisager de réduire ces risques de colonisation par les ravageurs à long terme en prévoyant un accès aux présentoirs et aux endroits dissimulés, sous les montages. Nettoyer périodiquement ces cavités pour en retirer les débris (notamment les fibres, la poussière et les débris de nourriture). Jeter sans délai les déchets alimentaires dans des contenants fermés, qu'il faut vider chaque jour afin de diminuer le risque d'attirer des souris.
Mesures : Inspection systématique et approfondie pour déceler la présence d'organismes nuisibles. Utilisation généralisée de pièges adhésifs pour détecter des ravageurs. Installation de dispositifs anti-oiseaux sur la structure. Embauche d'un spécialiste de la lutte intégrée pour désinfecter l'aire de restauration sur les lieux. Le personnel permanent de nettoyage et de sécurité n'a pas de formation sur les pratiques de lutte intégrée. Les nouvelles acquisitions sont mises en quarantaine, inspectées et font l'objet d'un traitement contre les ravageurs. Les prêts d'objets à l'échelle internationale doivent être emballés dans des matériaux qui respectent les restrictions en matière d'importation et d'exportation conçues pour limiter la propagation des ravageurs du bois. Pour l'emballage, n'utiliser que du bois certifié (traité thermiquement) ou des produits du bois exempts.	Dans des établissements de grande taille, envisager la mise en place d'un système de lutte intégrée par zones, indiquant les secteurs les plus vulnérables, où il faut prendre des précautions et des mesures de protection particulières pour éviter les problèmes de ravageurs. Effectuer une inspection visuelle annuelle des objets les plus vulnérables et précieux. Donner à tous les membres du personnel permanent une formation de base sur la lutte intégrée afin de les sensibiliser aux problèmes de ravageurs et aux méthodes de prévention. Il est bien connu qu'un degré élevé de propreté dans les réserves permet de réduire la présence d'organismes nuisibles. Procéder à un nettoyage annuel des secteurs peu fréquentés, y compris les espaces sous les étagères, dans les réserves.
Pronostic : Infestations sporadiques associées aux événements et aux espaces n'abritant pas des collections. Les vieilles armoires d'entreposage peuvent être davantage la cible d'infestations en raison de leur caractère poreux, et parce que les organismes nuisibles vivent dans les endroits très encombrés.	Des problèmes de ravageurs sporadiques touchent les nouvelles collections ou les retours d'objets prêtés.
Détérioration prévisible : Les effets prévus se manifestent dans un délai semblable pour les éléments robustes et les éléments mous, et dans un délai d'un siècle pour les éléments fragiles.	Infestations sporadiques moins fréquentes grâce à l'intervention rapide et aux mesures efficaces.

Niveau 6 — Bâtiment de conservation

Installation abritant des collections et dont la principale fonction est d'en assurer la conservation à long terme. Offrant une excellente protection, elle comporte des couches successives qui préviennent les dangers habituels et sa conception permet de résister aux catastrophes. Dans votre plan d'action, inclure les mesures pertinentes des niveaux précédents.

Situation typique	Plan B
Exemples : Enceinte conçue sur mesure pour de la conservation; comporte toute la gamme des caractéristiques réduisant les problèmes de ravageurs, par exemple un espace réfrigéré abritant un herbier, une réserve renfermant des fourrures à valeur ethnographique, et l'utilisation d'armoires hermétiques pour les collections.	
Site : Construction conçue pour résister aux extrêmes climatiques susceptibles de se produire sur 100 ans. Gestion des plantations à l'extérieur, et entretien du périmètre à des fins d'assainissement conformément au plan B, niveau 0. Utilisation de techniques propres aux usines de transformation des aliments, par exemple l'aménagement de bordures en gravier sur toile géotextile (sous-couche de tissu spécialisé qui limite le déplacement du sol) afin de réduire les pressions exercées par les rongeurs (Imholte, 1984). Mur extérieur protégé par des gouttières, tel que décrit au plan B, niveau 1.	
Bâtiment : Clairement conçu en fonction des besoins de conservation des collections. Au cours de la construction, établir un lien de confiance entre les spécialistes de la conservation et les professionnels de la construction pour pouvoir discuter de ces besoins au moment de la prise de décisions et de l'exécution de certains détails. Un corridor formant un périmètre autour des réserves préserve mieux celles-ci contre les effets de l'environnement extérieur qu'un simple mur. Les joints du béton coulé, de la dalle et des murs sont scellés et bien entretenus. Les réserves sont à l'écart des zones de forte fréquentation humaine. Une bande installée au bas des portes intérieures empêche la circulation d'insectes. L'installation de saignées pour le passage des câbles et des tuyaux réduit le nombre d'ouvertures dans les murs. Les trous sont bouchés avec des matériaux appropriés, de manière à bien isoler les pièces les unes des autres. La poussière est enlevée à l'aide d'un aspirateur central, ou d'aspirateurs portatifs munis de filtres HEPA. Toutes les armoires de l'immeuble sont hermétiques. Si une quantité importante d'objets se trouve sur des rayonnages ouverts, le système CVC doit être conçu pour éliminer les contaminants particuliers et les spores. Des installations de lutte intégrée près du quai de chargement servent à la mise en quarantaine et aux traitements. Elles permettent également d'entreposer l'emballage d'expositions itinérantes. Pièce réfrigérée pour les déchets de cuisine et les ordures.	Munir le système CVC de filtres d'un niveau allant jusqu'à MERV 13, permettant d'éliminer les contaminants particuliers, y compris les déjections d'acariens de la poussière. Prévoir le maintien de températures basses (15 °C) dans les réserves afin d'inhiber l'activité des insectes et de réduire le taux de détérioration chimique. Cette solution demande toutefois une conception soignée, un entretien scrupuleux et une certaine consommation d'énergie. Compte tenu des attentes très élevées touchant le rendement de l'enveloppe du bâtiment, le projet de construction comporte un contrôle rigoureux de détails, tels que des écrans pare-vapeur. La structure et son contenu sont désinfectés avant l'occupation, ce qui exige une coordination des activités de lutte intégrée au moment d'installer la collection.
Équipement et matériel : Installation de pièges lumineux afin d'éloigner les insectes du quai de chargement. Des écrans ou des rideaux anti-oiseaux reliés à la remorque des camions empêchent l'entrée de la plupart des ravageurs lorsque les portes sont ouvertes. Installations appropriées (congélateur maintenu entre -20 et -30 °C, chambre de fumigation sous atmosphère contrôlée, chambre de traitement thermique) pour la désinfestation des nouvelles acquisitions.	Inspection et entretien annuels pour assurer l'intégrité des armoires. Utilisation de contenants quasi hermétiques (récipient à pellicule) pour la mise en réserve à long terme de la plupart des articles fragiles ou précieux. Objets désinfestés placés dans des endroits (réfrigérés ou sous atmosphère modifiée) à l'épreuve des ravageurs. Utilisation de congélateurs-chambres dotés d'une source d'alimentation de secours pour la lutte intégrée habituelle.
Mesures : Correction rapide des failles dans la structure, et colmatage de toute fissure. Transposition des données concernant l'installation régulière de pièges près des ouvertures de chaque pièce et dans les collections vulnérables sur un graphique, pour permettre l'analyse à long terme. Inspection visuelle annuelle des collections vulnérables. Maintien des réserves à une température confortable pour les humains (ce qui n'entrave pas l'infestation par des organismes nuisibles). Stérilisation, désinfection, fumigation, nettoyage et inspection du contenu (au besoin, en fonction de la durée prévue d'entreposage) avant de le sceller ou de le placer dans des contenants hermétiques, à l'épreuve des ravageurs. Les articles placés dans des sacs, des flacons ou des boîtes sont rangés dans des armoires à l'épreuve des organismes nuisibles. Inspections visuelles effectuées chaque année, afin de vérifier l'étanchéité des emballages et l'absence de ravageurs. Pour ce qui est de la mise en réserve dans un lieu réfrigéré, tous les objets sont placés dans des contenants pouvant résister à une panne du système de réfrigération et au mouvement de l'humidité. En cas de défaillance mécanique, il existe un plan de reprise des activités. Les nouveaux employés reçoivent une formation sur les politiques et les méthodes de lutte intégrée. Un comité de lutte intégrée assure les échanges professionnels et les discussions avec les membres du personnel qui découvrent des ravageurs (gardiens de sécurité, personnel d'entretien et personnel du service d'alimentation).	
Pronostic : Peu de problèmes de ravageurs dans les réserves. Le piégeage au sol est plus efficace, en matière de détection, que l'inspection visuelle des armoires. Quelques ravageurs trouvés dans les galeries d'exposition en raison de la fréquentation des lieux par les humains et de la présence de services alimentaires.	Problèmes de ravageurs sporadiques, touchant principalement les nouvelles collections et les retours de prêts.
Détérioration prévisible : Les dommages causés par des ravageurs sont minimes sur la durée de vie prévue des structures de réserve pour les objets robustes ou fragiles. La conservation des objets à long terme dépend de la volonté des autorités culturelles de préserver ceux-ci, de l'intégrité structurelle du bâtiment et de l'approvisionnement en énergie requis pour assurer les services nécessaires.	

Échelles progressives des éléments de lutte intégrée

L'en-tête de chaque colonne indique les activités et les éléments structuraux ayant une incidence sur la lutte intégrée dans les installations abritant des collections. Utiliser ces en-têtes pour repérer les éléments que possède votre établissement. Remarquer l'échelle implicite de qualité correspondant aux niveaux 0 à 6 des tableaux précédents.

Empêcher									
Niveau et situation	Exemples	Environnement	Site	État de l'objet	Déchets alimentaires	Éclairage	Plantes	Assainissement	
[0] Milieu extérieur	Mâts totémiques, machinerie agricole	Climat et météo propres à la région	Aucune modification	Infesté	Éparpillés à l'intérieur et à proximité de l'objet	Lumière naturelle ambiante ou éclairage public	Les plantes à fleurs et le bois mort à proximité sont des sources d'insectes nuisibles	Pas de nettoyage, sauf sous l'action des intempéries et du vent	
[1] Toit ou bâche	Sanctuaires, sous une corniche	À l'abri de la pluie et du soleil	Peut être en hauteur; drainage du toit		Regroupés dans des contenants ouverts		Taille de la végétation envahissante (réduction des dommages liés à l'humidité)	Le balayage à sec soulève la poussière, mais peut nuire à certains insectes	
[2] Toit, murs, et portes mal assujetties	Lieux de culte, remises, granges	À l'abri (dans une certaine mesure) de la saleté et de la neige poussées par le vent	Drainage rudimentaire des fondations	Propre	Regroupés dans des contenants fermés	Certain degré d'éclairage intérieur	Taille des arbres envahissants (réduction des dommages liés aux racines)	L'encombrement des lieux procure des refuges aux ravageurs et nuit à l'inspection	
[3] Habitation élémentaire	Maisons historiques, églises, lieux de culte	À l'abri des intempéries, peut être chauffé l'hiver	Drainage souterrain des fondations	Assaini	Enlevés chaque semaine de contenants extérieurs	Quelques lumières installées à l'extérieur	Éviter les fleurs sauvages, ou s'assurer de l'absence d'insectes avant de les apporter à l'intérieur	Nettoyage à l'aspirateur et avec un balai à laver humide pour ramasser la poussière et les insectes	
[4] Bâtiment commercial, adapté	Archives publiques, galeries d'art privées	Environnement régulé par CVC pour éviter les extrêmes		Désinfesté	Retirés de l'intérieur chaque jour, enlevés chaque semaine des contenants fermés, à l'extérieur	Éclairage de sécurité au-dessus des portes	Politique de restriction des infestations comprenant l'inspection, le traitement, ainsi que l'interdiction de végétaux à risque élevé (surtout les fleurs sauvages cueillies aux environs)	L'encombrement se limite à certaines salles de travail	
[5] Bâtiment spécialisé	Musées provinciaux et nationaux, datant jusqu'au début des années 1900	Environnement régulé par CVC en fonction des exigences d'une occupation humaine à longueur d'année	Drainage des eaux de crue sur l'ensemble du site		Compacteur extérieur (à l'épreuve des rongeurs)	Lumières peu attirantes pour les ravageurs (peu d'UV) à l'extérieur	À proximité du bâtiment, à l'extérieur : aucune plante à fleurs. À l'intérieur : seulement des fleurs coupées de serre ou des plantes d'intérieur saines dans un sol stérilisé	Un système d'aspirateur central (sac de collecte dans une pièce fermée) isole la poussière et les insectes ramassés	
[6] Bâtiment de conservation	Centres de conservation des collections	Environnement régulé par CVC pour répondre aux besoins de préservation des objets (maintien de températures basses pour lutter contre les ravageurs)	Conçu pour résister aux extrêmes climatiques sur un cycle de 100 ans		Dépôt d'ordures intérieures hermétiquement (lieu refroidi) pour empêcher l'entrée de rongeurs et d'insectes	Lumières attirantes pour les insectes éloignent ceux-ci des murs extérieurs et des ouvertures; pièges lumineux près des entrées		Aspirateur HEPA portatif, ou système d'aspirateur central muni de filtres	
[7] Qualité suprême		Optimal pour tous les objets		Stérile	Aucune production de déchets alimentaires		Aucune plante attirant les ravageurs	Approvisionnement en air pur	

Échelles progressives des éléments de lutte intégrée (suite)

Niveau	Empêcher				Détecter	Intervenir		Récupérer
	Barrières physiques	Résistance physique	Enceinte	Rangement		Entretien	Mesures de suppression	
[0]	Aucune barrière contre les ravageurs	Propre au matériau dont est fait l'objet	Propre à la conception de l'objet	Objets à même le sol	Aucune inspection	Aucun entretien	Prédiateurs, maladies, intempéries	Aucune mesure de récupération, aucune comptabilisation des coûts
[1]	La structure peut servir de perchoir pour les oiseaux	Revêtement facile à grignoter ou à infiltrer		Objets posés sur des plinthes ou des palettes	Visite annuelle	Remplacement du toit ou de la bache	Traitement de l'ensemble de la collection avec des pesticides à action résiduelle et des fumigants	
[2]	Des brèches peuvent permettre l'entrée de rats et d'oiseaux	Revêtement grignoté par des rongeurs et des insectes	Boîtes en carton	Objets posés sur du gravier, ou sur une dalle de béton	Observation aléatoire au cours de l'utilisation	Réparation de la structure s'il y a lieu	Application de pesticides particuliers, en fonction d'infestations précises	
[3]	Des brèches peuvent permettre l'entrée de souris; des moustiquaires aux fenêtres et aux portes empêchent l'entrée d'insectes		Coffres, sacs en tissu, bocaux, commodes, armoires, armoires béantes	Objets posés sur les étagères du garde-manger, sur le plancher en bois, sur un tapis	Visite quotidienne, inspections en cas d'infestation	Réparation des joints d'étanchéité extérieurs, s'il y a lieu	Basse température facilement atteinte (régulation du risque d'humidité, surveillance des éventuelles fuites de frigorigène)	Nettoyage en profondeur à la suite d'une infestation afin de faciliter la détection d'infestations ultérieures dans le cadre d'un programme d'inspection
[4]	Des brèches peuvent permettre l'entrée de gros insectes	Revêtement minéral (pierre, brique) moins exposé aux attaques de rongeurs et d'insectes	Armoires en bois étanche, vitrines d'exposition de qualité commerciale, sacs à l'épreuve d'insectes (polyéthylène)	Objets surélevés du sol au moyen d'étagères en bois ou en métal étanche	Inspection périodique de l'extérieur et de l'intérieur; mise en quarantaine et inspection visuelle d'objets dès leur arrivée	Réparation des joints d'étanchéité intérieurs et de la structure, afin de répondre aux besoins en matière de conservation d'objets en empêchant l'entrée de ravageurs	Fumigation sous atmosphère contrôlée, accroissement de la capacité de traitement (tenir compte des risques liés à l'approvisionnement en gaz sous haute pression)	Analyse du coût des problèmes de lutte intégrée; comptabilisation des dépenses en immobilisations et des coûts de la prestation extérieure de services
[5]	Des brèches peuvent permettre l'entrée de petits insectes	Revêtement minéral ou métallique empêche l'entrée de rongeurs et d'insectes	Certaines armoires en métal hermétiques; les autres sont des armoires en bois comportant des interstices	Objets surélevés du sol en béton verni au moyen d'étagères en bois ou en métal étanche	Utilisation de pièges à rongeurs et à insectes afin de repérer les zones problématiques; inspection des objets vulnérables	Amélioration de la structure extérieure pour répondre aux besoins en matière de conservation	Traitement à température élevée, accroissement du débit (régulation du vieillissement thermique progressif accéléré)	Améliorations physiques encadrées par la planification des immobilisations (éléments passifs)
[6]	Périmètre contrôlé bloquant les insectes (un corridor délimitant le périmètre facilite la détection)	Revêtement presque sans joint, à l'épreuve des rongeurs et des insectes	Armoires en métal avec joints d'étanchéité; rayonnage mobile permet de nettoyer toute la surface du plancher	Rayonnage mobile	Inspection visuelle des collections fragiles chaque année	Remplacement des vieilles composantes avant leur défaillance		Améliorations apportées aux procédures (éléments actifs); comptabilisation des coûts de main-d'œuvre interne
[7]	Hermétique	Boîte métallique	Contenu des armoires placé dans des cannettes, flacons ou boîtes hermétiques	Entreposage haute densité avec récupération robotisée	Inspection visuelle de tous les objets chaque année			

Guides de mise en application de la lutte thermique

Contrairement à la fumigation et à l'utilisation de pesticides, la lutte intégrée par des moyens thermiques peut être utilisée par quiconque sait comment s'y prendre. Nous présentons ci-dessous un guide simple qui sert à déterminer la température et la durée nécessaires pour obtenir de bons résultats avec la lutte thermique, et pour créer un environnement propre à tuer les insectes nuisibles.

Estimation de la durée et de la température requises pour la lutte thermique

Lorsqu'il s'agit d'un recours à la lutte thermique, la question qui se pose le plus souvent est la suivante : Combien de temps? On donne ci-dessous des précisions qui devraient permettre la prise de décisions éclairées.

La figure 15 (p. 38) illustre la durée nécessaire pour tuer différents insectes par des moyens thermiques. Les deux lignes figurant dans le graphique montrent la gamme de durées et de températures habituellement utilisées pour le traitement thermique. L'échelle temporelle logarithmique est en jours, mais on y indique également d'autres unités courantes. Pour ceux qui ne connaissent pas bien la notation logarithmique, le premier intervalle marqué d'une coche à la suite de la valeur de 10^1 (10 jours) représente 20 jours, le deuxième intervalle représente 30 jours, et ainsi de suite. La valeur 10^{-1} signifie 1/10^e de jour. Le terme « moribond » désigne l'état des insectes, mais le moment où cet état est atteint varie selon les espèces, comme l'indique la vaste distribution des données de mortalité, surtout aux faibles températures.

Le stade « mort » a été indiqué par une ligne tirée juste au-dessus de la limite des données de mortalité. Il s'agit vraisemblablement d'une estimation prudente, car les expériences étaient fondées sur des inspections effectuées à intervalles fixes pour déterminer si des insectes avaient survécu ou s'étaient rétablis. Il ne s'agissait pas d'observer les sujets en temps réel et de noter le moment où ils semblaient succomber.

Comme on peut le voir, la méthode reposant sur l'application de froid demande, pour être efficace, une exposition plus longue que le traitement thermique. En outre, la mort par le froid survient dans la plupart des cas avant la ligne de démarcation tracée, et à des températures supérieures à celles indiquées. Le caractère dispersé des données de faible température mène souvent à des interprétations variées de ce qui constitue le protocole adéquat. Certains protocoles ont été établis afin de favoriser un traitement rapide, en fonction des connaissances sur les espèces tirées de l'examen des données. Pour arrêter de telles décisions

et obtenir une interprétation plus précise des données, consulter l'article original (Strang, 1992).

Le caractère limitatif des données justifie de recommander l'adoption du « pire scénario » si l'on soupçonne que le matériel est infesté par des insectes, sans qu'on sache toutefois par quelles espèces. On vise alors un traitement intégral. L'exposition à une température de -30 °C pendant 1 semaine, ou de -20 °C pendant 2 semaines est suffisante. Cette méthode repose en outre sur l'hypothèse que les objets à traiter viennent d'être entreposés pendant un mois au chaud, et non au froid en milieu extérieur, conditions dans lesquelles certaines espèces sont adaptées pour résister à une exposition à de basses températures. En pratique, l'exposition à des températures de -30 °C ou de -20 °C a connu du succès malgré de plus courtes durées (quelques jours à -30 °C et 1 semaine à -20 °C), car les espèces représentant les données clairessemées le long de la limite infestent moins souvent les collections. Pour en savoir plus, voir Strang (1992).

En ce qui concerne la lutte par l'application de chaleur, on considère que 55 °C constitue une température limite d'exposition raisonnable. Cependant, comme la mort des insectes est quasi instantanée à cette température, c'est la vitesse de pénétration de la chaleur dans les objets qui constitue le facteur limitant, comme l'illustre la figure 16 (p. 39).

En se référant à la figure 16, on peut déterminer le temps qu'il faut pour changer la température d'un objet donné (points), et pour prédire le changement global de sa teneur en humidité s'il est soumis au séchage et à l'humidification (lignes). Tout comme à la figure 15, on utilise ici une échelle logarithmique, car il serait difficile de présenter toute la gamme des valeurs autrement. Pour faciliter l'interprétation des échelles, on fournit des termes descriptifs communs.

Si vous imaginez un objet inséré dans un volume rectangulaire, la dimension inférieure est celle décrite, à la figure 16, comme l'épaisseur de l'objet. L'épaisseur d'une planche mesurant 2 po sur 4 po sur 8 po est de 2 po. En repérant cette dimension en millimètres sur l'échelle, on peut déterminer le délai approximatif de « demi-réponse ». Le délai correspond au temps qu'il faut pour que la température atteigne le point milieu entre l'état initial et l'état final (par exemple, si l'on veut faire passer un objet de 20 °C à -20 °C/-30 °C, le délai nécessaire pour qu'il atteigne -5 °C correspond au délai de demi-réponse). Il en faudra à peu près autant pour qu'il atteigne les 3/4 de l'état final, encore autant pour atteindre les 7/8 de l'état final, et ainsi de suite. Le délai de réponse dépend des propriétés isolantes du matériau concerné. Une légende indique les matériaux mis à l'essai. Vous pouvez calculer un délai à partir de cette légende, ou tout simplement choisir la valeur la plus prudente (le chiffre le plus élevé, le sommet de la distribution des points à une épaisseur donnée).

On utilise la demi-réponse car ce paramètre est bien plus facile à mesurer que l'état final. Pour déterminer la durée approximative qu'il faut pour atteindre la fin du traitement, multiplier la demi-réponse par quatre ou cinq. Pour réduire au minimum la durée du traitement, ne pas se fier à des estimations : utiliser plutôt un échantillon fait d'un matériau semblable, et y insérer un thermomètre à sonde afin de déterminer en temps réel quand il faut mettre fin au traitement.

Pour le traitement thermique, la ligne de la figure 16 portant l'indication « bois ensaché dans du PE de 6 mil à 60 °C » montre que le fait d'emballer les objets dans une matière pare-vapeur avant de les chauffer protège ceux-ci du dessèchement. Il s'agit là d'une méthode simple et courante. Les lignes pointillées indiquent que la peinture et même l'air « stagnant » (en termes techniques, la « couche limite » d'air) servent de barrières contre les pertes d'humidité, mais l'utilisation de sacs en plastique demeure la méthode la plus efficace, et est fortement recommandée. Il y a un risque de condensation à l'intérieur des sacs en plastique lors du refroidissement à la suite d'un traitement thermique, mais en laissant la température du contenant redescendre doucement pour éviter que le point de rosée ne soit atteint dans les sacs, on réduit considérablement le risque que l'humidité n'endommage les objets qui y sont sensibles. En emballant l'objet dans une matière absorbante (p. ex. un tissu de coton) avant de l'ensacher, on crée en outre un effet tampon rapide, stabilisant la teneur en humidité pendant le traitement. Pour une analyse détaillée de ces facteurs et des mesures d'atténuation des risques, voir Strang (1995, 2001).

Au cours de traitements à basse température, on empêche toute exposition à la condensation qui se produit lors du retrait des articles, ou à l'humidité qui se forme en cas de panne complète du congélateur, en utilisant des sacs étanches à la vapeur, dans lesquels on laisse les objets tout au long de la phase de réchauffement. Cette pratique peut également empêcher la réinfestation si la réserve n'a pas encore été décontaminée. L'entreposage à long terme dans de tels sacs peut également être avantageux, à condition d'éviter quatre situations favorisant la croissance de moisissures à l'intérieur des sacs. Ces recommandations sont fondées sur l'observation des isothermes de sorption d'humidité pour des matières organiques, ainsi que des caractéristiques d'humidité dans des objets ensachés. Pour comprendre le risque relatif dont il est question, se rappeler qu'à une HR de 65 %, ce n'est qu'en laboratoire que l'on peut maintenir la croissance de moisissures, et qu'à ce taux, la germination des spores est très peu probable. Par conséquent, une HR de 65 % constitue le taux minimal nécessaire à la formation de moisissures. Provenant du domaine de recherche microbienne, l'HR (un équivalent de l'activité de l'eau) constitue une mesure plus appropriée de l'eau

disponible pour les organismes que le degré d'humidité d'équilibre du matériau sur lequel les moisissures peuvent croître.

- 1) Ne pas ensacher des objets ayant atteint un équilibre d'HR supérieure à 65 % en vue d'un entreposage à long terme. Vous ne ferez qu'isoler l'humidité à un taux qui, avec le temps, favorise la croissance de moisissures.
- 2) Ne pas ensacher des objets à un équilibre d'HR proche de 65 % pour ensuite les entreposer dans un environnement plus chaud. En raison de la température plus élevée, l'humidité s'échappera de l'objet, provoquant dans le sac une hausse d'HR, laquelle peut atteindre des valeurs favorisant la croissance microbienne. Il en est ainsi jusqu'à l'atteinte de la température maximale permettant la croissance des moisissures. Les traitements thermiques contre les ravageurs s'effectuent à une température trop élevée et sont d'une durée trop courte pour favoriser la croissance de moisissures.
- 3) Ne pas ensacher des objets pour ensuite les entreposer sur une surface froide ou chaude induisant un gradient de température (p. ex., en hiver, le plancher en béton froid d'un garage chauffé). Un tel gradient entraîne une accumulation d'humidité dans la partie froide du sac. Il s'agit là d'une pratique fautive, qui se produit dans les fonds de cales de navires et autres situations semblables. L'humidité qui en résulte entraîne la détérioration des objets ensachés.
- 4) Ne pas ensacher des objets à un équilibre d'HR proche de 65 % pour ensuite les placer pendant longtemps dans un milieu où l'HR de l'air est beaucoup plus élevée. L'air humide finira par se répandre dans les sacs au bout d'un certain temps. Il peut s'écouler de nombreuses années avant que cela ne se produise; tout dépend de la qualité de la membrane protectrice, de la présence ou de l'absence de perforations dans les sacs, et du volume de l'objet ensaché exerçant un effet tampon à l'intérieur de l'enceinte. Dans l'intervalle, les effets bénéfiques seront considérables. Si l'on s'attend à ce que les taux d'humidité annuels soient supérieurs à 65 %, un léger séchage contrôlé des objets entreposés à long terme sous emballage peut constituer une méthode de conservation des articles hautement vulnérables dans des milieux où les conditions sont difficiles. Il serait utile d'insérer des bandelettes mesurant l'HR dans les sacs, qui permettront de détecter rapidement les éventuels problèmes et d'effectuer des vérifications périodiques.

Ces situations sont peu susceptibles de causer des problèmes de moisissures dans le cadre de traitements contre les ravageurs à court terme, en raison d'un délai insuffisant pour entraîner la formation de moisissures, ou encore de températures – trop chaudes ou trop froides – qui empêchent toute croissance.

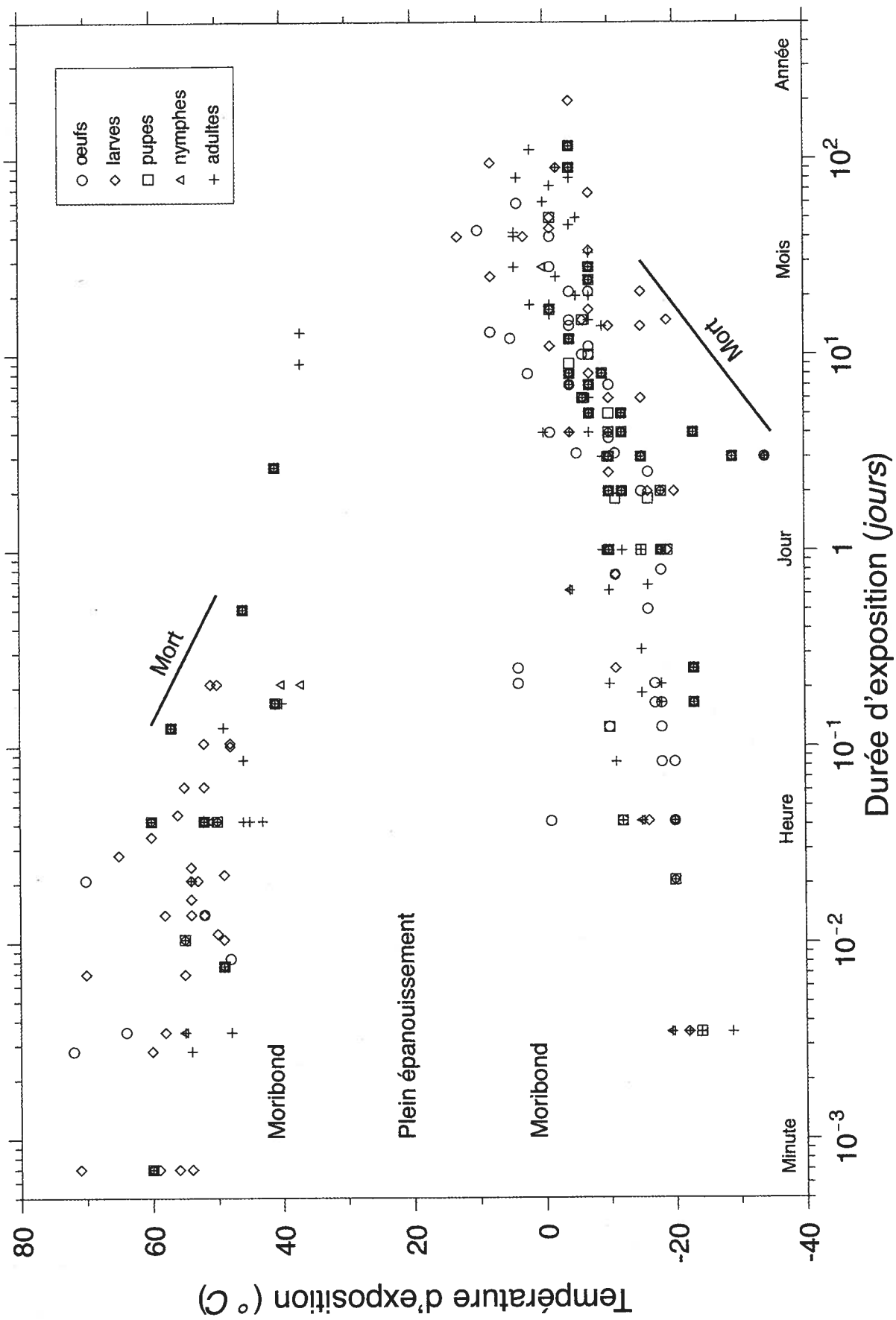


Figure 15. Conditions thermiques mortelles pour 46 espèces d'insectes nuisibles présentes dans les musées, tous stades confondus (Strang 1992, 2001).

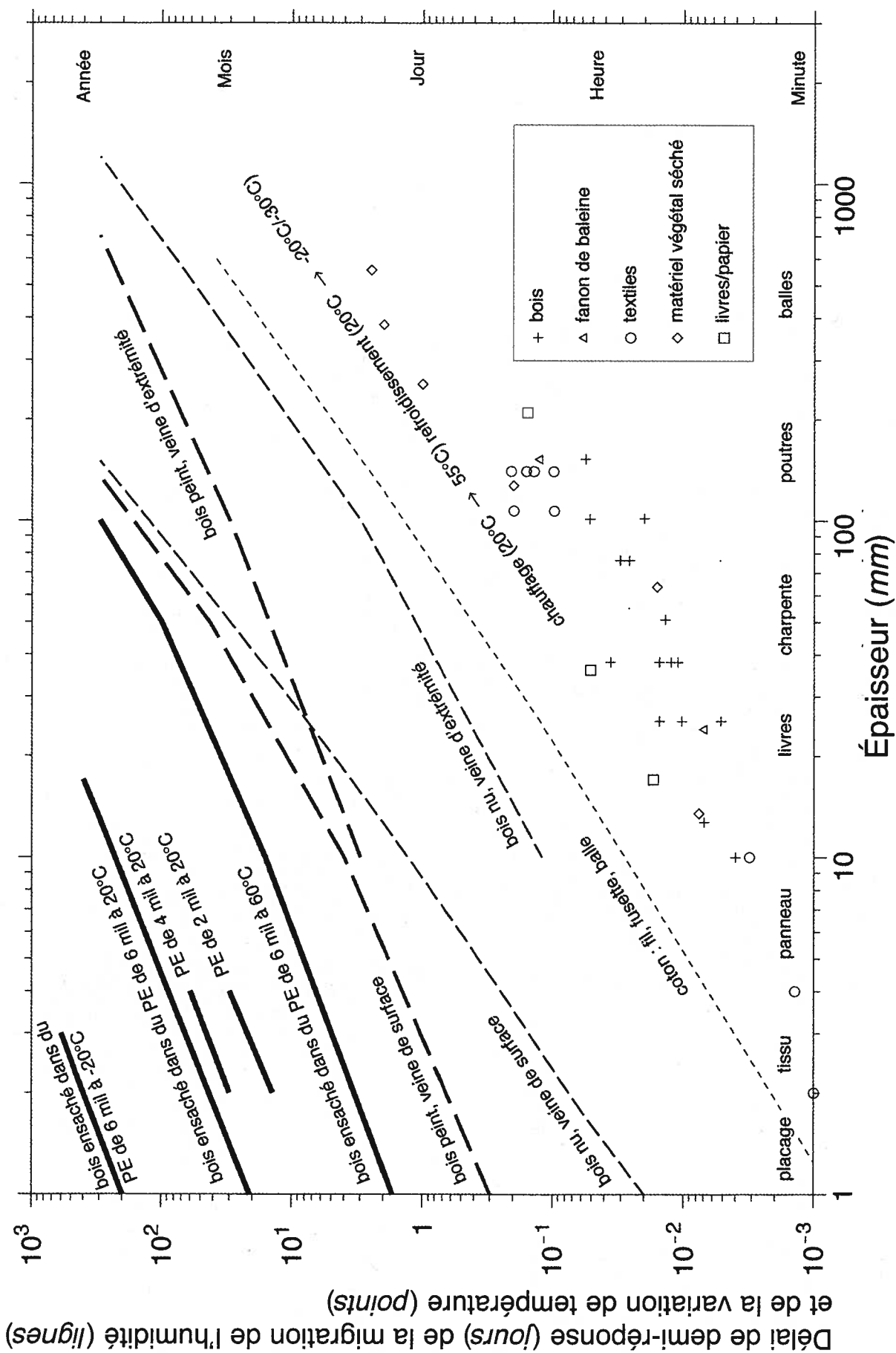
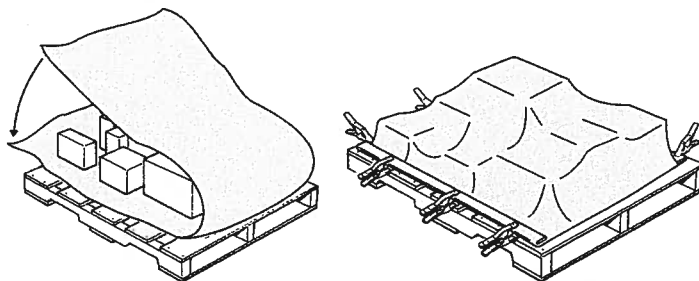


Figure 16. Mise à l'équilibre des matières organiques soumises à des variations de taux d'humidité et de température (Strang, 1995, 2001).
 PE = pellicule pare-vapeur en polyéthylène.

Lutte par le froid dans un congélateur horizontal ou à l'extérieur

Cette méthode est plutôt simple, mais il faut respecter les quelques indications données dans les légendes du dessin si l'on veut assurer le succès du traitement. Lorsqu'on effectue un traitement par le froid à l'extérieur, il faut également suivre des indications semblables pour s'assurer que les ravageurs sont tués et pour éviter tout dommage aux objets. L'exposition à l'extérieur exige, en plus, que l'on maximise le refroidissement tout en empêchant l'absorption de chaleur solaire (p. ex. en utilisant une bâche de couleur pâle).

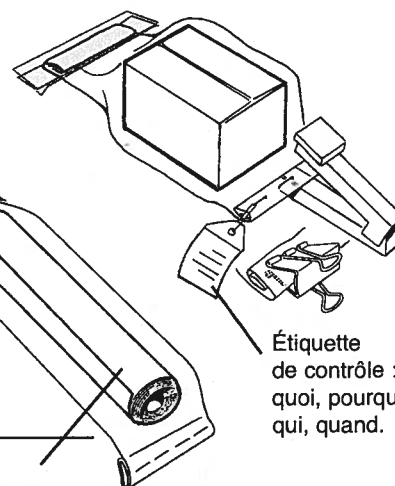


À l'extérieur : recouvrir les objets ensachés d'une toile de plastique blanche ou d'une bâche blanche et les placer sur une palette pour les exposer au froid extérieur. Placer les objets à l'ombre et les protéger de toute altération ou de tout vol. Cette méthode n'est efficace que si l'on annonce des températures de -30°C pendant plusieurs jours ou une température maximale diurne de -20°C pendant une semaine.

À court terme, fermer les ouvertures en les attachant, en les cachetant avec de l'adhésif, en les roulant pour ensuite les agraffer ou les serrer à l'aide d'un pince-note. À long terme, thermosceller les ouvertures. Comme le ruban adhésif peut se décoller à basse température, faire des essais au préalable.

Placer les objets fragiles ou de forme irrégulière dans des boîtes. Empiler les boîtes remplies en plaçant des cales entre elles afin de permettre à l'air froid de circuler à travers la pile. Sinon, le fait de laisser un bon espace au-dessus de la pile peut suffire.

Veiller à ce qu'il y ait un espace sous les objets. Utiliser une boîte de carton, des tubes de plastique, une palette coupée, ou des boîtes vides comme support sur lequel placer les objets au fond du congélateur. Tout contact avec les parois du congélateur risque de permettre la formation d'un « pont thermique » entre la boîte et la paroi, réduisant ainsi l'efficacité du traitement et permettant aux ravageurs de survivre.



Enrouler le tissu autour d'un tube de carton préalablement enveloppé dans du polyéthylène. Le tube fournit un support, tout en permettant la circulation de l'air froid, ce qui accélérera le refroidissement.

Doter le congélateur d'un système d'alarme ou vérifier la température chaque jour.

Tissu enroulé.

Figure 17. Lutte par le froid dans un congélateur horizontal.

Boîte de désinfestation thermique

On peut transformer une caisse d'expédition en bois pour en faire une boîte de désinfestation thermique, comme le montre le dessin ci-dessous. La chaleur provient d'un ou deux pistolets à air chaud industriels de 1 500 watts à revêtement métallique, ou de sources d'air chaud à usage industriel équivalentes. Ne pas utiliser de sècheurs à cheveux en plastique ou d'appareils électroménagers de chauffage, parce qu'ils ne sont pas conçus pour fonctionner en permanence à la température requise. La sécurité est primordiale. Une source de chaleur approuvée par l'Association canadienne de normalisation (CSA) est placée à l'extérieur de la boîte; elle souffle de l'air chaud mélangé à de l'air ambiant, dans un conduit en métal isolé de la caisse par un espace. Cette procédure doit se faire sous surveillance constante. Vérifier la température indiquée par le thermomètre, car la boîte n'est pas équipée d'un dispositif de régulation de la température.

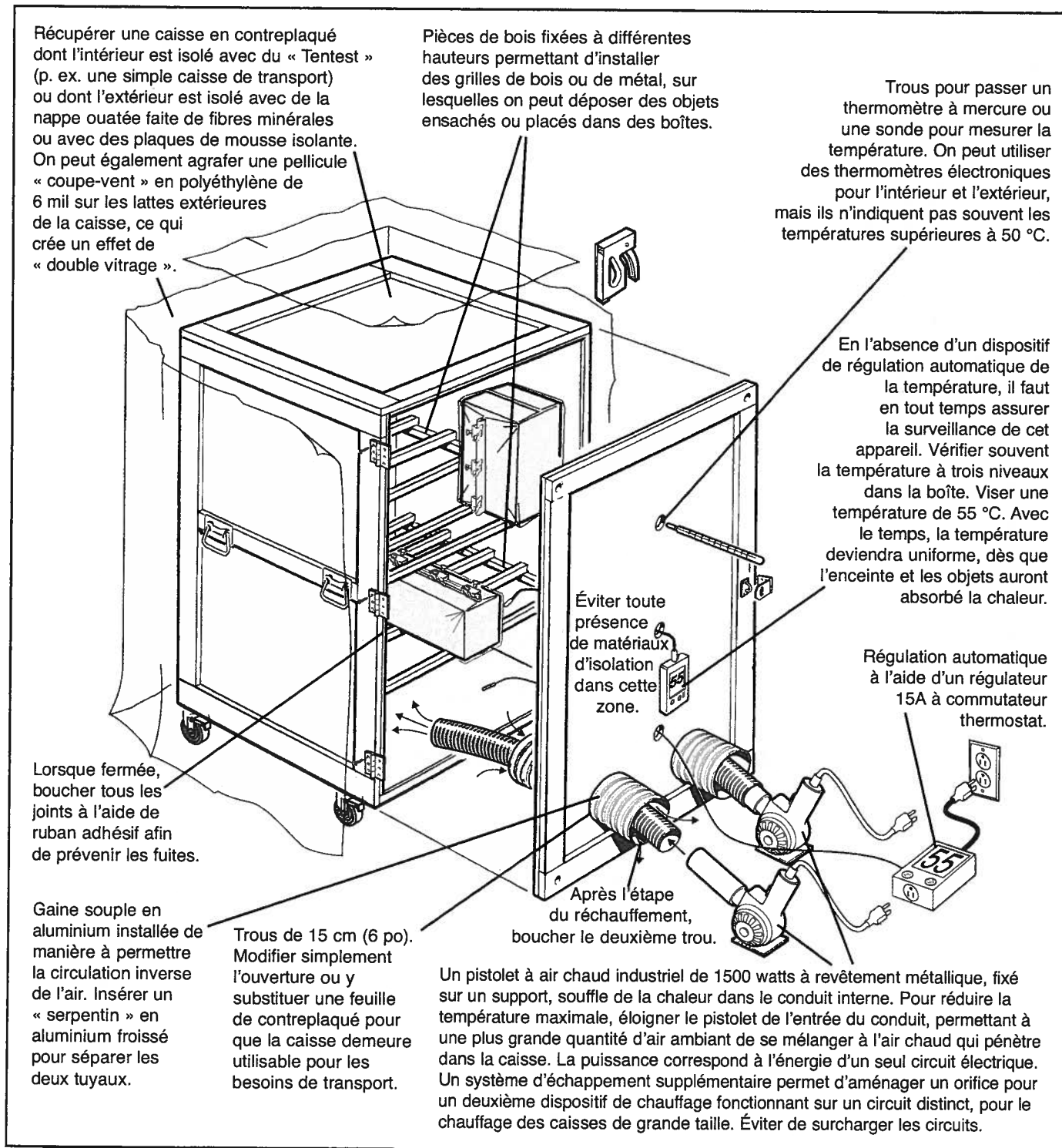


Figure 18. Boîte de désinfestation thermique.

Capteur pour désinfestation à l'énergie solaire

Utilisé au Canada par temps clair, du printemps à l'automne, ce simple cadre permet d'accumuler suffisamment de chaleur pour débarrasser de leurs tiques des tissus pliés ou d'autres matériaux. Le montage sur cadre permet le transfert de la chaleur vers le côté de l'objet ensaché se trouvant à l'ombre, ce qui élimine le risque de formation d'humidité à cet endroit. Il accélère également le processus de désinfestation. Utiliser un thermomètre pour mesurer la température à la surface du sac noir renfermant l'objet, ou encore placer une sonde de température ou un thermomètre sans fil dans le sac. Lorsque la température semble trop élevée (au-dessus de 60 °C), déplacer le cadre pour qu'il soit hors de l'axe d'incidence des rayons solaires. Le cadre doit être fixé à un support pour empêcher que le vent ne le renverse.

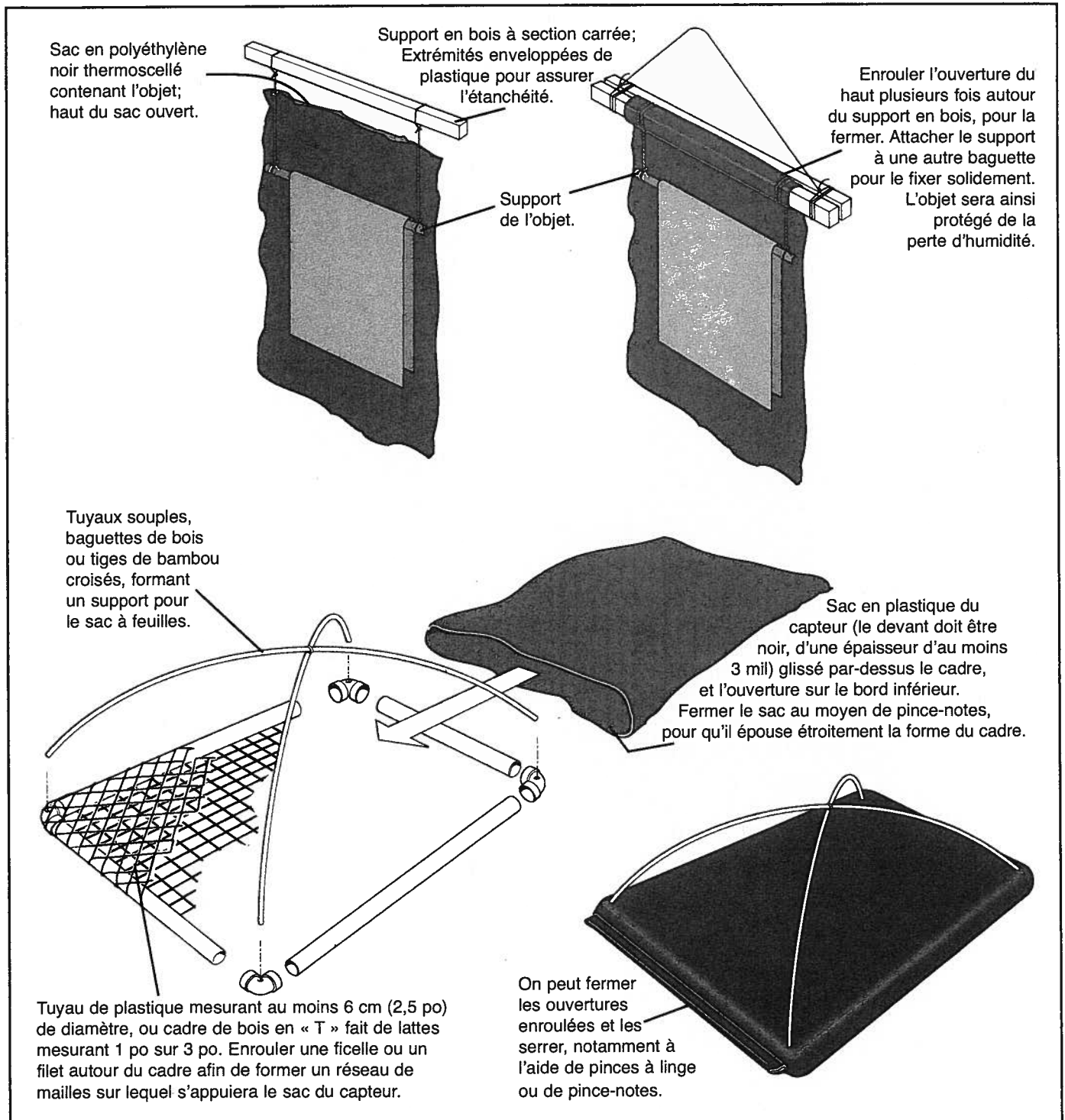


Figure 19. Capteur pour désinfestation à l'énergie solaire.

Utilisation du capteur à l'énergie solaire

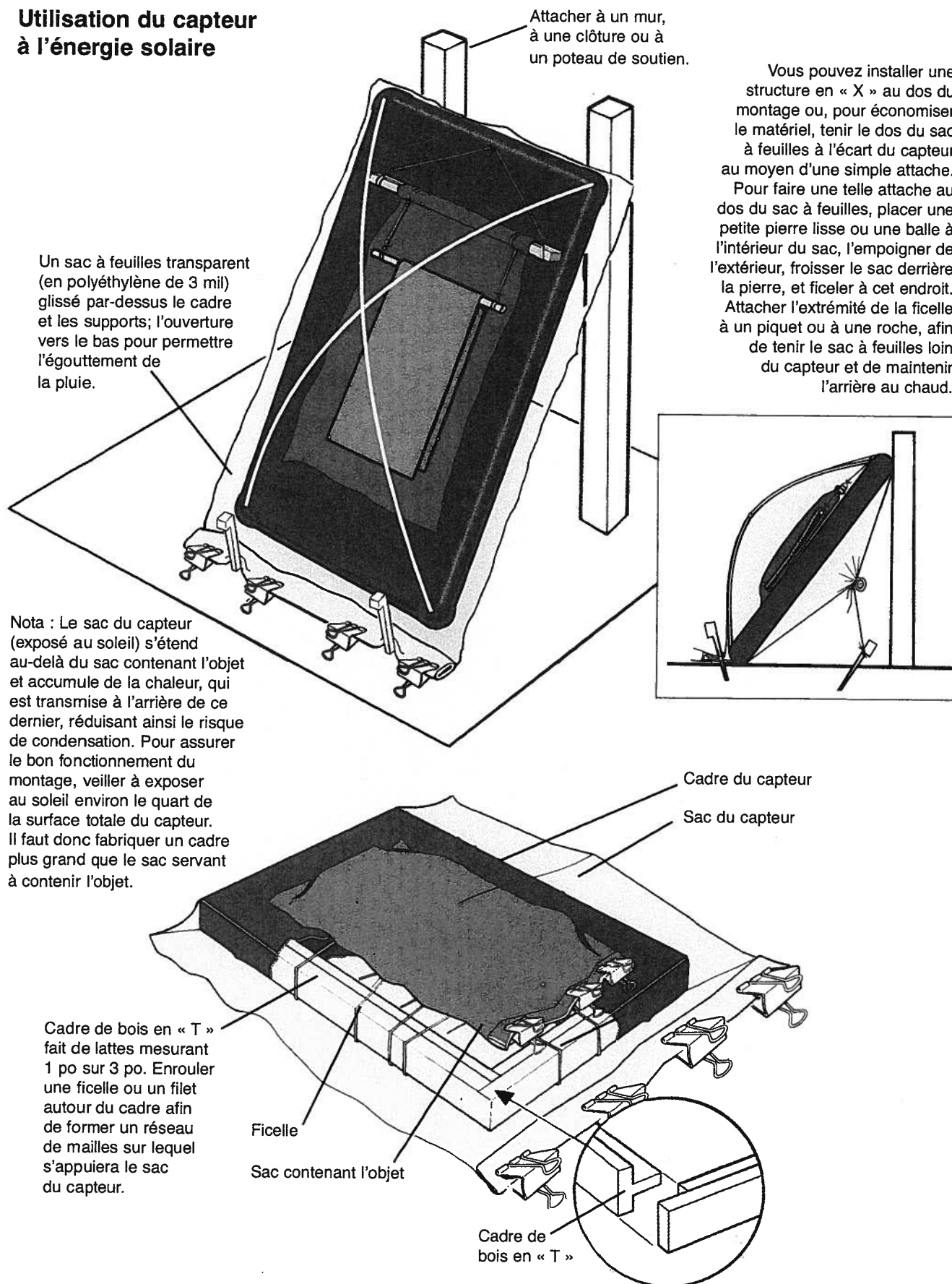


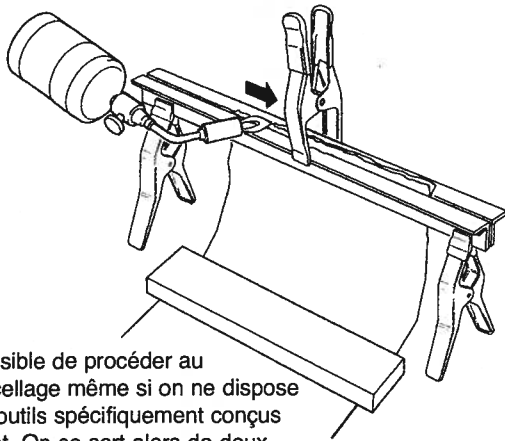
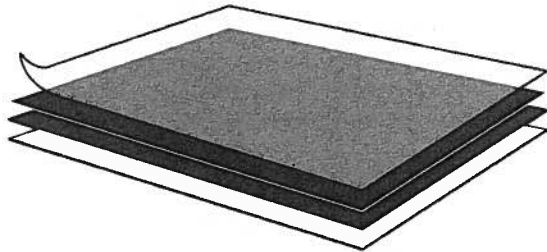
Figure 19. Capteur pour désinfestation à l'énergie solaire (suite).

Oreiller pour désinfestation à l'énergie solaire

Ce montage ne requiert pas la construction d'un cadre rigide. Il faut donc porter une plus grande attention au thermoscellage que dans le cas du capteur. Par contre, une fois dégonflé, l'oreiller occupe beaucoup moins d'espace de rangement. En outre, on peut facilement fabriquer un grand nombre de ces oreillers, qui sont tout aussi efficaces que le capteur. Ils sont toutefois plus vulnérables au vent, et il faut donc les fixer à des piquets à l'aide de cordes solides.

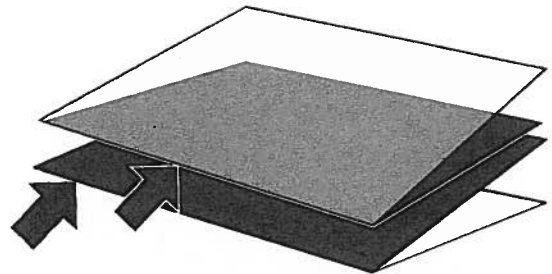
Découper quatre feuilles de polyéthylène de 3 mil – deux transparentes et deux noires – et les empiler ainsi : feuille transparente – feuille noire – feuille noire – feuille transparente, tel qu'illustré.

(Une double couche forme une cavité gonflée juste en dessous de la cavité à effet de serre pour atténuer les extrêmes de température créés par l'accumulation d'énergie solaire autour de l'objet. La double couche est constituée en empilant six feuilles de plastique dans l'ordre suivant : feuille transparente – feuille noire – feuille transparente – feuille transparente – feuille noire – feuille transparente. Faire d'autres incisions de gonflage (scellées avec du ruban adhésif) dans la cavité destinée à contenir l'objet. Glisser l'objet entre les deux feuilles transparentes internes.)

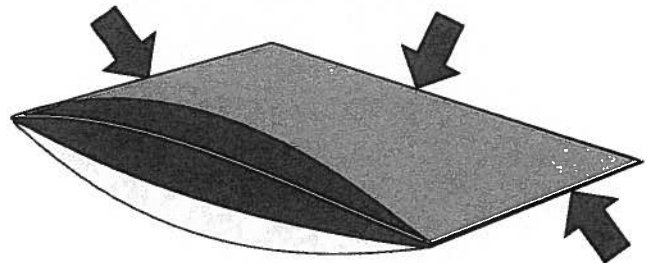


Il est possible de procéder au thermoscellage même si on ne dispose pas des outils spécifiquement conçus à cet effet. On se sert alors de deux barres d'aluminium à arêtes acérées, de quelques serre-joints puissants et d'un petit chalumeau au gaz. Coincer le plastique entre les barres à l'aide des serre-joints, et le couper à 2 mm de l'arête des barres à l'aide de ciseaux bien aiguisés. Utiliser des pesées pour empêcher le vent de soulever les feuilles. Passer rapidement la flamme le long de la bande de plastique dépassant des barres, jusqu'à ce que celle-ci s'enroule sur elle-même. Faire cette opération à l'extérieur, loin de toute source de combustible, se protéger des émanations de plastique et, avant de retirer les serre-joints, s'assurer que la ligne de soudure ne brûle pas. Si la procédure est effectuée correctement, elle permet d'assembler des feuilles rapidement et de faire un joint solide et étanche à l'air.

Thermosceller la feuille transparente et la feuille noire du haut, le long d'un rebord, et répéter l'opération avec les deux feuilles du bas.



Thermosceller les quatre feuilles ensemble le long des trois autres rebords.



Comme dans le cas du capteur, l'oreiller doit être surdimensionné pour que le côté à l'ombre puisse être chauffé (en raison du transfert du rayonnement qui a contourné l'objet).

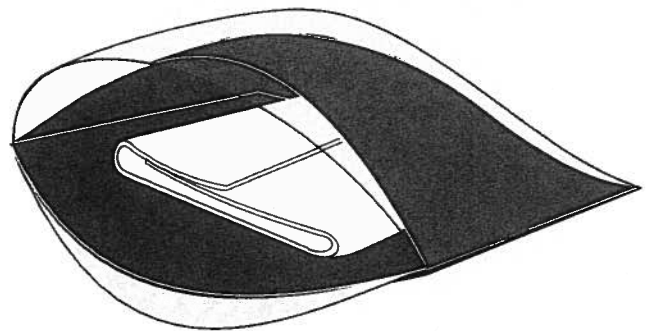


Figure 20. Oreiller pour désinfestation à l'énergie solaire.

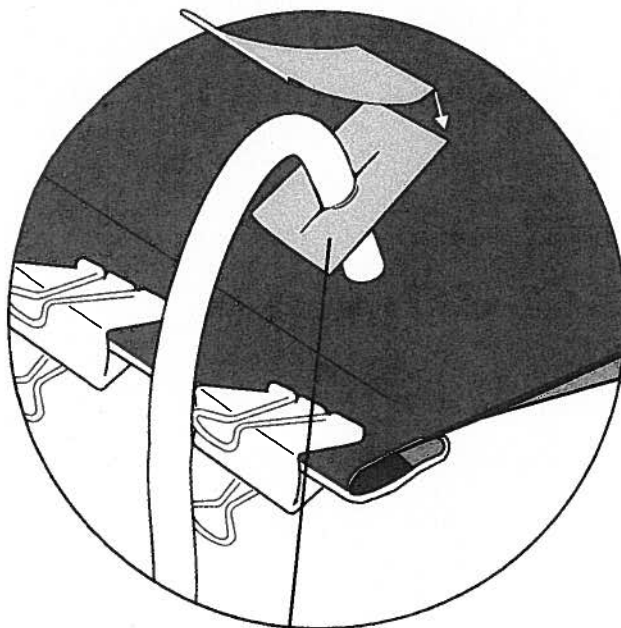
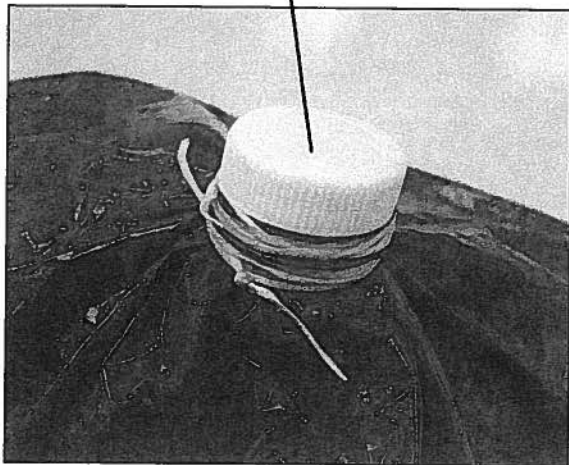
Oreiller à l'énergie solaire, gonflé

Insérer les objets entre les faces de plastique noir, puis fermer l'ouverture en roulant le rebord et en l'attachant à l'aide de pinces. On peut laisser un rabat de plastique à cet endroit, de manière à éviter que les pinces ne percent la cavité.

Arrimer l'oreiller à des piquets avec de la ficelle, de manière à empêcher le vent de l'emporter.

Vérifier la température au moyen d'un thermomètre pour l'intérieur et l'extérieur, ou encore d'un thermomètre minimum/maximum.

Si l'on ne dispose pas de ruban adhésif, on peut fabriquer une valve en insérant dans le sac le goulot d'une bouteille en plastique de boisson gazeuse, avec son couvercle, puis en scellant le montage à l'aide de gomme, de scellant pour la réparation des pneus, etc., et en l'attachant à l'aide d'une ficelle résistante enroulée autour du goulot.



Coller un morceau de ruban adhésif résistant (idéalement en vinyle) sur chacune des deux feuilles transparentes. Pratiquer une petite fente dans le morceau d'adhésif, en ne perçant que les feuilles transparentes. Insérer le tuyau flexible d'une pompe à air ou d'un soufflet dans la fente et gonfler les cavités jusqu'à ce que les deux faces de plastique noir soient collées l'une contre l'autre. Fermer la fente au moyen d'un autre morceau du même ruban. Créer une languette en repliant l'extrémité du ruban sur elle-même.

Figure 20. Oreiller pour désinfestation à l'énergie solaire (suite).

Bibliographie

Agence canadienne d'inspection des aliments
<http://www.inspection.gc.ca>
(site consulté le 20 février 2009).

Dawson, J. *La lutte contre les insectes dans les musées : les méthodes chimiques*. Bulletin technique n° 15. Révisé par T.J.K. Strang. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 1992. (Pesticides et leurs utilisations.)

Guild, S. et M. MacDonald. *Prévention des moisissures et récupération des collections : Lignes directrices pour les collections du patrimoine*. Bulletin technique n° 26. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 2004.

Imholte, T. J. *Engineering for Food Safety and Sanitation*. 2^e édition. Medfield, MA: Technical Institute of Food Safety, 1999. (Lignes directrices sur la conception des installations pour réduire les risques liés aux ravageurs; ouvrage renfermant de nombreux éléments pertinents pour les bâtiments abritant des collections.)

Kingsley, H., D. Pinniger, A. Xavier-Rowe, et P. Winsor. *Integrated Pest Management for Collections*. London: James & James, 2001. (Chapitres détaillés, portant sur les principaux aspects de la lutte intégrée; études de cas.)

Lecointre, G. et H. Le Guyader. *Classification phylogénétique du vivant*. 3^e édition. Paris : Éditions Belin, 2006.

Maekawa, S., et K. Elert. *The Use of Oxygen-Free Environments in the Control of Museum Insect Pests*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2003. (Sommaire exhaustif des traitements par anoxie destinés aux biens culturels.)

Pinniger, D. *Pest Management in Museums, Archives and Historic Houses*. London: Archetype Publications Ltd., 2004, 115 p. (Guide illustré concis abordant tous les aspects de la lutte intégrée telle qu'elle s'applique en particulier aux biens culturels. Ouvrage idéal pour entreprendre un programme de lutte intégrée.)

Strang, T.J.K. « A Review of Published Temperatures for the Control of Pest Insects in Museums. » *Collection Forum* 8, 2 (1992), p. 41-67.

Strang, T.J.K. « The Effect of Thermal Methods of Pest Control on Museum Collections. » p. 334-353. In *Biodeterioration of Cultural Property* 3. Sous la direction de C. Aranyanak et C. Singhasiri. Proceedings of the 3rd International Conference on Biodeterioration of Cultural Property, 4-7 juillet 1995. Bangkok, Thaïlande: Thammasat University Press, 1995.

Strang, T.J.K. *Stratégies de lutte préventive contre les infestations et méthodes de détection*. N° 3/1 des Notes de l'ICC. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 1996a.

Strang, T.J.K. *Détection des infestations : inspection des installations et liste de contrôle*. N° 3/2 des Notes de l'ICC. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 1996b.

Strang, T.J.K. *Lutte contre les insectes par exposition au froid*. N° 3/3 des Notes de l'ICC. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 1997.

Strang, T.J.K. *Les psosques, des indicateurs d'humidité*. N° 3/4 des Notes de l'ICC. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 1998.

Strang, T.J.K. « Principles of Heat Disinfestation. » p. 114-129. In *Integrated Pest Management for Collections*. Sous la direction de H. Kingsley, D. Pinniger, A. Xavier-Rowe et P. Winsor. London: James & James, 2001. (Passage expliquant comment la désinfestation thermique peut être efficace, rapide et non dommageable pour les biens culturels.)

Strang, T.J.K. et J. Dawson. *Le contrôle des moisissures dans les musées*. Bulletin technique n° 12. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 1991a.

Strang, T.J.K. et J. Dawson. *La lutte contre les vertébrés nuisibles dans les musées*. Bulletin technique n° 13. Ottawa, Institut canadien de conservation, Patrimoine canadien, 1991b.

Strang, T.J.K. et R. Kigawa. « Levels of IPM Control: Matching Conditions to Performance and Effort. » *Collection Forum* 21, 1-2 (2006), p. 96-116. (Activités de lutte intégrée; catégorisation en fonction de leur applicabilité dans diverses situations, des objets à l'extérieur aux installations conçues dans un but de conservation. Guide à consulter pour la conception des activités de lutte intégrée.)

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, Patrimoine canadien, 2003.

Warren, S. « Carbon Dioxide Fumigation: Practical Case Study of a Long-Running Successful Pest Management Programme. » p. 95-101. In *Integrated Pest Management for Collections*. Sous la direction de H. Kingsley, D. Pinniger, A. Xavier-Rowe, et P. Winsor. London: James & James, 2001.

Guides d'identification

Borror, D.J., C.A. Triplehorn, et N. Johnson.
An Introduction to the Study of Insects. 6^e édition.
Toronto: Harcourt Brace College Publishers,
1992. (Forme et fonction des insectes, et clés
d'identification.)

Bousquet, Y. *Beetles Associated with Stored
Products in Canada: An Identification Guide*.
Publication n° 1837. Ottawa: Research
Branch, Agriculture Canada, 1990
[http://home.cc.umanitoba.ca/~fieldspg/fields/
beetles.pdf](http://home.cc.umanitoba.ca/~fieldspg/fields/beetles.pdf) (site consulté le 20 février 2009).

Hedges, S. A., et M.S. Lacey. *A Field Guide for the
Management of Structure-Infesting Beetles*. Cleveland,
OH: G.I.E Inc. Publishers, 2002.

Mallis, A., D. Moreland et S.A. Hedges, éditeurs.
The Mallis Handbook of Pest Control. 9^e édition.
Cleveland, OH: Mallis Handbook & Technical
Training Company, 2004. (La référence habituelle
des spécialistes de la lutte intégrée.)

Meaney, P. *Carpet Beetles, Textile Moths and Related
Insect Pests*. The Harvard Library – Handbook One.
Leicester, UK: Harvard Pest Consultancy, 2004.

Meehan, A.P. *Rats and Mice: Their Biology and Control*.
East Grinstead, U.K.: Rentokil Limited, 1984.

Glossaire³

Anoxie (Anoxia)
Absence d'oxygène.

Arthropodes (Arthropods)
Animaux possédant un corps à segments multiples
et un exosquelette; groupe comprenant les araignées
et les insectes.

Bactéries (Bacteria)
Organismes unicellulaires capables d'auto-division,
qui digèrent de la matière. Certains peuvent infecter
d'autres organismes vivants.

Champignons (Fungi)
Organismes multicellulaires qui forment des
colonies, caractérisés par des hyphes et des
sporifères (p. ex. : moisissure).

Degré d'humidité d'équilibre (EMC)
Pourcentage de la masse d'un objet que représente
l'eau dans celui-ci après écoulement d'un délai
tel qu'aucune variation de masse n'est mesurable
sous une humidité relative et à une température
données.

Désinfestation (Disinfestation)
Extermination d'une infestation, ou lutte
contre celle-ci.

Fumigation (Fumigation)
Utilisation d'un gaz ou d'une vapeur toxique
pour tuer un organisme.

Fumigation sous atmosphère contrôlée
(Controlled atmosphere fumigation)
Modification des proportions normales de gaz
atmosphériques dans le but de tuer un organisme
par suffocation, dessiccation ou perturbation
du métabolisme.

Géotextile (Geotextile)
Tissu ou pellicule spécialisé qui limite le
déplacement du sol ou de l'eau dans le sol.

HR (RH)
Humidité relative; quantité de vapeur d'eau présente,
divisée par la quantité de vapeur d'eau représentant
la saturation à une température donnée.

Hypercarbie (Hypercarbia)
Présence de concentrations élevées de dioxyde
de carbone gazeux (supérieures à 0,03 % dans
l'atmosphère terrestre).

Insectes (Insects)
Animaux pourvus de six pattes, d'un exosquelette,
et d'un corps en trois segments distincts (tête, thorax,
abdomen).

Lutte intégrée (Integrated pest management – IPM)
Démarche faisant appel à diverses activités pour
éviter les dommages causés par les organismes
nuisibles, et reposant sur la connaissance des
caractéristiques biologiques de ces derniers, des
facteurs environnementaux et des techniques de
lutte, tout en tenant compte de la conservation
des objets culturels.

³ Termes anglais en parenthèses.

Lutte thermique (Thermal Control)

Application de températures basses ou élevées pour tuer un organisme.

Microbes, Microorganismes (Microbes, Microorganisms)

Petites bestioles, véritables maîtres de la Terre.

Mise sous enceinte (Enclosure)

Fait d'aménager des barrières pour empêcher l'entrée ou la fuite d'organismes nuisibles, ou les moyens physiques utilisés pour y arriver (utilisation de sacs, de boîtes, de bocaux, de flacons ou d'autres contenants, y compris les bâtiments). Création d'un degré de séparation du milieu extérieur.

Moisissures (Mould)

Champignons monocellulaires ou multicellulaires qui se caractérisent par la formation de pellicules ou de colonies éparpillées en surface.

Organisme nuisible, ravageur (Pest)

Organisme vivant indésirable.

Pesticide (Pesticide)

Produit chimique solide, liquide ou gazeux utilisé pour tuer un organisme.

Pesticide homologué (Registered pesticide)

Composés dont l'utilisation est autorisée par la loi sur des territoires précis, et dont la formulation, la toxicité pour les humains et l'efficacité sont connues.

Point d'appât (Bait trap)

Contenant sécuritaire conçu pour administrer un appât empoisonné à des organismes nuisibles (habituellement des rongeurs) tout en protégeant les autres animaux et les humains contre le contact avec l'appât.

Quarantaine (Quarantine)

Processus d'isolation, de caractérisation et de résolution d'un danger.

Ravageurs des structures (Structural pests)

Organismes nuisibles présents dans les bâtiments et dont l'activité réduit la solidité de ces derniers.

Rongeur (Rodent)

Vertébré caractérisé par ses incisives à croissance permanente; exemple : souris, rats.

Sorbant (Oxygen scavenger)

Substance chimique utilisée dans un contenant à l'épreuve de l'oxygène afin d'en retirer l'oxygène.

Substances sémiochimiques (Semiochemicals)

Substances chimiques qui modifient le comportement d'un organisme.

Symbiose (Symbiosis)

Relations de collaboration mutuellement bénéfiques entre des organismes, p. ex. l'association non pathologique des microorganismes et des insectes pour la digestion d'aliments.

Systématique (Systematics)

Science consistant à classer les organismes en groupes selon leurs caractéristiques communes.

Tégument (Integument)

Enveloppe extérieure, ou exosquelette, des arthropodes.

Virus (Viruses)

Particules infectieuses renfermant du matériel génétique, et utilisant les cellules vivantes pour se reproduire.

Zoonoses (Zoonoses)

Maladies qui se transmettent des animaux aux humains par contact de ces derniers avec des animaux infectés ou leurs déchets (e.g. grippe aviaire de type H5N1, infection à hantavirus, rage, chlamydie, histoplasmosis, cryptococcose).