



Notes de l'ICC

3/3

Lutte contre les insectes par exposition au froid

Introduction

L'exposition au froid est l'une des méthodes utilisées actuellement pour éliminer les insectes qui réussissent à s'infiltrer dans un musée et à attaquer les collections. De nombreux insectes présentent des mécanismes d'adaptation qui leur permettent de survivre au froid. Pourtant, depuis plus d'un siècle, les industries de la fourrure et de l'alimentation utilisent avec succès le traitement à basses températures pour lutter contre les insectes. On ne connaît pas encore très bien les réactions spécifiques au froid de certains insectes qui infestent les collections, mais nous en savons suffisamment pour formuler des lignes directrices d'application courante (Strang, 1992). Celles-ci sont fondées sur les températures létales et les durées d'exposition au froid mentionnées dans les publications entomologiques, sur la connaissance des mécanismes de survie au froid des insectes et d'après l'expérience tirée de nombreux traitements exécutés avec succès au cours des dernières décennies.

Réaction au froid

Abaisser la température d'une pièce au-dessous de 15 °C est souvent très efficace pour ralentir ou arrêter la croissance, l'alimentation et la reproduction des insectes qui infestent les musées, et cette mesure peut être

utilisée à profit de façon provisoire en cas d'infestation (Strang, 1992).

Lorsque la température s'approche du point de congélation, les insectes entrent dans un état comateux. Abaisser la température jusqu'à un ou deux degrés au-dessus de 0 °C a un effet mortel chez certaines espèces d'insectes qui attaquent les collections (p. ex. *Lasioderma serricornis*, lasioderme du tabac), pourvu que l'exposition à cette température dure plusieurs jours. Toutefois, chez la majorité des espèces d'insectes infestant les musées, il faut abaisser la température bien au-dessous de 0 °C pour être certain d'éliminer dans un délai raisonnable tous les insectes présent, peu importe leur stade de développement (Strang, 1992).

Les deux principaux moyens d'adaptation qu'ont les insectes pour survivre au froid consistent à éviter la congélation, ou à la tolérer. Les insectes qui évitent la congélation y parviennent en augmentant les concentrations de glycérol et de sucres dans leur tissu de façon à abaisser leur point de congélation. Leur survie à ces basses températures nécessite une période d'adaptation pour permettre les changements métaboliques (l'acclimatation) et la préparation de l'habitat. L'extermination par exposition à

de basses températures vise donc, dans ces cas, à ne pas laisser assez de temps à ces insectes pour s'acclimater au froid.

Dans le cas des insectes qui tolèrent la congélation, la formation de glace dans leur organisme se fait de façon bien spéciale grâce à une protéine de nucléation présente dans leur fluide organique. Ils peuvent demeurer congelés pendant des mois, puis reprendre leurs activités une fois dégelés.

En général, les insectes ne maintiennent pas ces systèmes de protection contre le froid lorsque leur environnement demeure relativement chaud (conditions enregistrées à la fin du printemps jusqu'au début de l'automne), car cela exige beaucoup de leur métabolisme. Il est donc important de déterminer à quelles températures l'objet infesté a été exposé; si l'objet provient d'un milieu frais ou froid, il faut donc prévoir une période transitoire pendant laquelle l'objet est réchauffé à la température ambiante du musée, avant de procéder à l'extermination par le froid. **Règle générale, une exposition d'un mois à la température ambiante est nécessaire pour que les insectes évacuent toutes les substances protectrices de leur organisme.**

En outre, de nombreux insectes peuvent s'adapter rapidement au froid pour une courte période en éliminant les excréments et l'eau de leur organisme. Ils peuvent ainsi survivre à des températures pouvant descendre jusqu'à -15 °C. Pour s'assurer d'éliminer les insectes, les températures doivent donc se situer sous -15 °C.

D'après nos connaissances à l'heure actuelle, les principaux insectes infestant les musées ne tolèrent pas suffisamment bien la congélation ou ne sont pas suffisamment capables de l'éviter pour résister aux basses températures recommandées pour leur éradication (Strang, 1992). L'exposition au froid a été utilisée avec succès dans

plusieurs musées dans le but d'éradiquer des infestations de blattes, de teignes, de lépismes, d'insectes xylophages et de dermestes. Les cas d'échecs signalés sont attribuables à une température de refroidissement trop élevée pour l'espèce visée ou à une durée d'exposition trop courte (Strang, 1992).

Pour tuer les insectes par le froid, il suffit d'abaisser la température de l'objet à une température inférieure à celle à laquelle les insectes visés sont capables de résister. Sinon, les insectes survivront et reprendront leurs activités dès que les températures s'élèveront.

En matière de désinfestation par congélation, la règle de base consiste à exposer les insectes aux températures les plus basses possible, le plus rapidement et le plus longtemps possible. On recommande une exposition à -20 °C pendant une semaine.

La figure 1 montre la mortalité à basse température de 32 espèces d'insectes nuisibles infestant les musées (tiré de Strang, 1992). On peut utiliser ce diagramme pour décider du temps d'exposition à une température donnée, ou de la température nécessaire pour respecter un délai précis.

Équipement et méthode

En pratique, les congélateurs les plus efficaces pour désinfester des objets de collection fonctionnent à une température se situant entre -30 °C et -40 °C. Toutefois, les congélateurs ménagers qui fonctionnent généralement à des températures allant de -20 °C à -25 °C peuvent être très efficaces et sont d'ordinaire moins coûteux que les congélateurs commerciaux. Les congélateurs commerciaux et les congélateurs

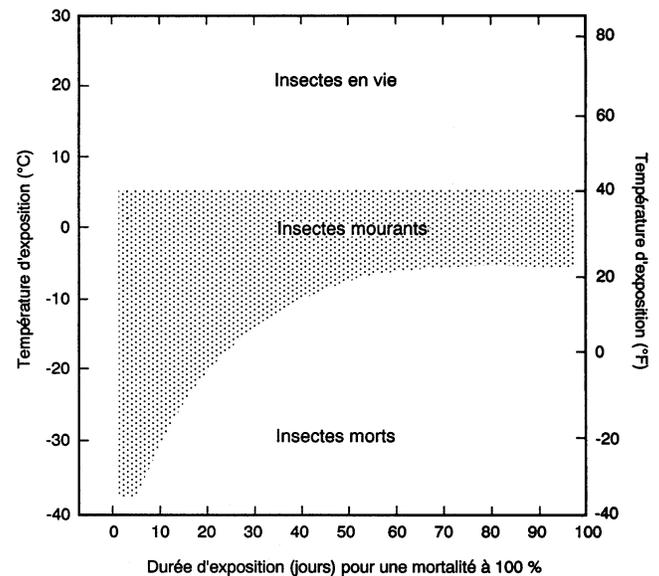


Figure 1

ménagers hauts de gamme peuvent généralement fonctionner à ces températures (-29 °C). Les congélateurs commerciaux à crème glacée, verticaux ou horizontaux, sont conçus pour fonctionner à -42 °C. Leur coût ne dépasse guère celui des congélateurs commerciaux ordinaires. Certains congélateurs-chambres de laboratoire permettent à l'utilisateur de régler la température de fonctionnement. Les congélateurs à «air pulsé»¹ sont préférables parce que la ventilation forcée augmente la vitesse de refroidissement. Il n'est pas nécessaire de régler les températures au-dessous de -40 °C pour accroître l'efficacité de l'extermination par congélation.

Après avoir déterminé la température la plus basse à laquelle le congélateur fonctionne, il faut choisir, à partir de la figure 1, une durée d'exposition qui permettra d'éliminer tous les insectes.

Dans un congélateur, la température interne d'un objet s'abaisse à mesure que le front de refroidissement le

¹ Les congélateurs à air pulsé sont munis de ventilateurs qui accroissent la vitesse de refroidissement. Ils ne doivent pas être confondus avec les congélateurs par pulvérisation utilisés dans les usines d'emballage du poisson.

traverse². Un refroidissement subit diminue le risque que des insectes parviennent à s'acclimater au froid. Toutefois, il y a des limites à la rapidité avec laquelle on peut abaisser la température.

Concrètement, la seule façon d'augmenter la vitesse de refroidissement est de réduire l'épaisseur de l'objet traité. Ainsi, un textile refroidira plus rapidement s'il est exposé à plat que s'il est roulé. Il n'est pas rare que des objets massifs ou bien isolés prennent une demi-journée pour atteindre la température minimale du congélateur. Réduire le nombre d'objets, augmenter la circulation de l'air dans le congélateur, enlever autant que possible les bourres et les supports internes utilisés d'habitude pour aider à conserver la forme de l'objet et exposer la plus grande surface possible de l'objet sont toutes des techniques qui accéléreront la vitesse de refroidissement et aideront à obtenir un taux de mortalité de 100 %.

Plus l'objet est mince, plus sa température interne chute rapidement. Si les objets sont à moitié moins épais, le temps de refroidissement est réduit au quart; si les objets sont deux fois plus épais, le temps de refroidissement sera quatre fois plus long.

Si vous n'êtes pas sûr que l'objet a été exposé au froid assez longtemps, il vaut mieux laisser l'objet au congélateur plus longtemps. Se reporter à la figure 2 pour juger du temps de refroidissement requis selon l'épaisseur de l'objet. Il est à remarquer qu'en général, pour enregistrer une chute de température de moitié, il suffit du tiers au cinquième du temps total requis pour atteindre la température minimale. Pour la plupart des objets, l'équilibre est atteint en moins d'une journée.

Si l'on utilise de façon continue un congélateur horizontal, l'installation d'un couvercle interne fabriqué avec une feuille isolante de mousse de polystyrène (Styrofoam) permettra de réduire le mélange d'air froid avec l'air chaud lorsque la porte est ouverte. On peut soulever les feuilles de mousse et les glisser sur le côté pour avoir accès aux objets entreposés.

Il convient de tenir un registre de la température minimale de chaque traitement dans le congélateur. Certains thermomètres numériques d'intérieur et d'extérieur offerts à prix moyen sont munis d'une sonde à long fil qui permet de mesurer la température à l'intérieur sans avoir à ouvrir le congélateur. Il est important de prévenir la formation de glace et

d'assurer le meilleur refroidissement possible en recouvrant de ruban adhésif l'endroit où le fil métallique traverse le joint d'étanchéité de la porte.

Le risque d'endommager les objets en les exposant à des températures inférieures au point de congélation pourrait inquiéter certaines personnes. La glace ne détériore pas les objets dont la teneur en humidité à l'équilibre correspond aux conditions ambiantes normales du musée (Strang, 1996).

Pour certains matériaux, le risque de dommages physiques s'accroît lorsqu'ils sont congelés parce qu'ils perdent alors leur souplesse et deviennent plus fragiles. Des matériaux courants comme le caoutchouc, les couches picturales à base d'huile de lin (peinture à l'huile) ou d'acrylique, et les polymères synthétiques (par ex. les vinyles souples) deviennent plus cassants lorsqu'ils sont refroidis et passent de la température ambiante à -30 °C (Michalski, 1991; Mecklenburg, 1991). C'est pourquoi il est recommandé de ne pas refroidir certains objets comme les peintures sur toile. Il n'y a rien à gagner à abaisser la température au-dessous de -40 °C; cela ne fait qu'augmenter les risques de dommages physiques pour les objets. Entre -20 °C et -40 °C, il est possible que les craquelures sur les objets peints et vernis s'accroissent bien que ce risque soit mince. Si la température demeure entre 0 °C et -20 °C, le risque posé est minime (Michalski, 1996).

Les matériaux autres que ceux mentionnés ci-dessus ne deviennent pas beaucoup plus cassants que d'ordinaire lorsqu'ils sont exposés à une température allant jusqu'à -30 °C. En général, les textiles, les fourrures, les plumes, le cuir, le papier et le bois ne subissent aucun dommage lorsqu'ils sont exposés à de basses températures (Strang, 1996). Remarque : Il faut prendre des précautions durant la manipulation des objets refroidis; il peut y avoir risque d'engelure aux mains. En outre, les objets sortant du congélateur peuvent être glissants et on risque de les échapper.

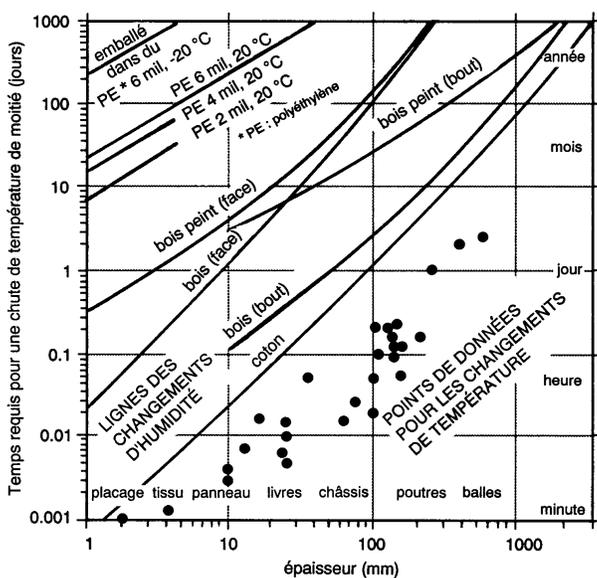


Figure 2

Une autre source de préoccupation est la détérioration causée par une variation du taux d'humidité relative modifiant la teneur en humidité des objets ce qui modifie les dimensions de l'objet et, par conséquent, risque de causer des fissures et des bris.

Avant de refroidir les objets organiques (p. ex. livres, fourrure, bois, etc.), il est fortement recommandé de les placer dans des sacs en polyéthylène fermés hermétiquement. Cette mesure permet aux objets d'atteindre un équilibre avec les conditions ambiantes dans le sac (Strang, 1996). Elle confère également une protection contre les défaillances mécaniques éventuelles du congélateur, contre la condensation se formant à la sortie des objets du congélateur et, pour les objets minces, contre le fort taux d'humidité relative produit durant les cycles de dégivrage³.

En réduisant le volume d'air dans le sac, on diminue la quantité d'humidité présente qui pourrait se condenser sur l'objet et y former une couche de givre. Toutefois, cette précaution n'est habituellement pas nécessaire car pendant la congélation, le sac refroidit en premier et le condensat qui se forme couvre le sac de givre, non pas l'objet. En pratique, il est rare qu'il y ait assez d'humidité dans l'air du sac pour causer du givre. En cas de doute, on peut envelopper les objets susceptibles d'être endommagés par l'eau dans du papier de soie afin de réduire les risques. Il est fortement déconseillé de vider l'air du sac en l'aspirant avec une paille, car il y a risque d'inhalation des contaminants; vider l'excédent d'air simplement en aplatissant le sac contre les objets, mais en prenant soin de ne pas endommager les objets fragiles.

En bref :

Inspecter régulièrement les objets, les matériaux d'emballage, les vitrines et les pièces avoisinantes. Disposer des pièges adhésifs dans toute l'aire des collections afin d'accroître l'efficacité du dépistage (se reporter aux Notes

de l'ICC n° 3/1, *Stratégies de lutte préventive contre les infestations et méthodes de détection*, et n° 3/2, *Détection des infestations : inspection des installations et liste de contrôle*).

Isoler les objets infestés du reste de la collection afin d'empêcher la propagation des insectes dans le musée. Mettre en quarantaine toutes les nouvelles acquisitions et les emprunts afin de détecter rapidement toute infestation et de prévenir la propagation des insectes. Placer les objets dans des sacs pour les déplacer; cette mesure permet de circonscrire l'infestation et de recueillir des signes d'activité d'insectes, tels que les matières fécales et les cocons d'insectes. Repérer les infestations sur un plan de la pièce afin de mieux planifier le nettoyage de tous les endroits atteints et de documenter l'incident.

Placer l'objet dans un sac en polyéthylène. La transparence du polyéthylène a l'avantage de permettre l'inspection en tout temps. Fermer hermétiquement le sac par thermoscellage ou avec un ruban adhésif. Le thermoscellage est préférable parce qu'il assure un scellage complètement hermétique. Le ruban adhésif, les fermetures des sacs autoscellables et les attaches en fil de fer sont aussi utilisés pour fermer les sacs, mais ils sont moins fiables pour complètement emprisonner les insectes à l'intérieur et pour créer un espace hermétiquement isolé de l'extérieur. Le scellage hermétique permet aux matières organiques contenues dans le sac d'atteindre très vite un équilibre avec l'air à l'intérieur du sac et de prévenir un gain d'humidité dû à la condensation causée par les cycles de dégivrage ou une défaillance mécanique. L'utilisation du sac de plastique permet aussi d'éviter le problème de la condensation dû au retrait du congélateur (Strang, 1996).

Acclimater les objets infestés au besoin. Si l'objet vient d'un endroit extérieur frais ou froid, les insectes

peuvent avoir amorcé leur adaptation automnale au froid ou, au printemps, être encore acclimatés aux températures froides. Une exposition constante de plusieurs semaines à la température ambiante du musée (aux alentours de 20 °C) est parfois nécessaire pour rendre un insecte totalement inapte à supporter une brusque exposition au froid. Si l'objet se trouvait déjà dans un endroit où la température ambiante était près de 20 °C pendant plusieurs semaines, cette acclimatation ne devrait pas être nécessaire. Tel que mentionné précédemment, une exposition d'un mois à la température ambiante devrait suffire.

Refroidir l'objet dans un congélateur. Choisir le congélateur qui peut fonctionner à la température la plus basse possible. La température de fonctionnement des congélateurs ménagers horizontaux varie entre -18 °C et -28 °C. Celle des congélateurs commerciaux pour denrées alimentaires s'établit à environ -30 °C ou -42 °C. Même si la température de fonctionnement est supérieure au point de congélation de certains insectes, qui ne seront donc pas tués de façon instantanée, une longue exposition au froid peut souvent en venir à bout. **Plus les insectes sont conservés longtemps au congélateur, plus les chances qu'ils soient détruits augmentent. Comme mesure minimale, garder l'objet au congélateur à une température**

³ On peut aussi éviter le problème connexe de la détérioration des fourrures par des microbes dans les installations d'entreposage réfrigérées (c.-à-d. à -4 °C) en les plaçant, au préalable, dans des sacs de plastique fermés hermétiquement. À long terme, il convient toutefois de veiller à ce que l'humidité relative moyenne du congélateur soit inférieure à 65 %, car les pellicules de plastique laissent peu à peu passer l'humidité (voir figure 2) et les températures de réfrigération correspondent nominalement aux températures minimales favorisant la croissance microbienne. Malgré cela, l'entreposage réfrigéré des fourrures a été utilisé avec succès depuis cent ans.

inférieure à -20 °C pendant une semaine. Lorsque cela est possible, placer des insectes vivants (adultes, larves et œufs) dans un contenant comme témoin. Des thermomètres électroniques d'intérieur et d'extérieur munis d'une sonde à fil métallique sont utiles pour mesurer la température au centre des objets comme les textiles ou les caisses de livres.

Retirer les objets ensachés du congélateur sans ouvrir le sac et sans même toucher à la fermeture, car le sac doit conserver son étanchéité à l'air ambiant. **Attendre une journée pour que l'objet atteigne la température ambiante.** La condensation se formera uniquement sur la paroi extérieure du sac si ce dernier a été, et est demeuré, étanche.

Mettre en quarantaine, à la température ambiante, les objets encore dans leurs sacs hermétiques afin de vérifier si des insectes adultes reprennent vie (après plusieurs jours) ou si des œufs éclosent ou des nymphes reprennent vie et se transforment en adultes (ces transformations peuvent prendre trois semaines ou plus). Consulter les publications sur la lutte antiparasitaire afin d'obtenir des renseignements sur la durée des cycles de développement des insectes.

Nettoyer les objets pour éliminer les restes d'insectes et d'excréments. Faire le nettoyage là où on ne risque pas de salir les collections (p.ex. sous une hotte, dans une salle de quarantaine, à l'extérieur). Ceci permet aussi d'éviter les fausses alarmes causées par la présence de cocons d'insectes, ou d'autres traces d'insectes, une fois les objets mis en réserve.

Notes finales

Les objets conservés dans des sacs scellés hermétiquement ne risquent pas d'être attaqués par les moisissures s'ils sont secs (c.-à-d. non humides, à l'équilibre avec l'air ambiant où le taux d'humidité relative est de moins de 65 %) au moment de leur mise en sac et si, durant l'entreposage, l'on évite de les exposer à un gradient de température (ce qui se produit par exemple lorsque les objets reposent sur un plancher froid dans une salle chaude) (Strang, 1995). Dans les climats tempérés, les objets ensachés peuvent être entreposés sans danger tel quels dans leurs sacs, ce qui réduit considérablement le risque de réinfestation par des insectes encore présents dans les réserves. Pour plus amples renseignements sur le risque de croissance de moisissures sur les objets ensachés, voir Strang (1996).

Si l'inspection révèle encore la présence d'insectes vivants, un deuxième traitement par le froid s'impose. Entre 1890 et 1930, on procédait à des refroidissements répétés étant donné qu'à l'époque, la température des congélateurs ne descendait pas au-dessous de -10 °C ou de -15 °C (Strang, 1992). En pratique, ce deuxième refroidissement est souvent superflu si le premier traitement a été réalisé à des températures suffisamment basses. Toutefois, cette deuxième exposition devrait permettre de tuer tous les insectes qui auraient pu résister au premier traitement. Si cette deuxième étape ne permet pas d'éliminer tous les insectes, cela signifie que les insectes s'étaient déjà acclimatés au froid et qu'il faut abaisser la température de refroidissement ou prolonger la durée d'exposition pour les exterminer.

Ouvrages à consulter

Michalski, S. *Retrieval From Cold Storage*, rapport EDR 1612, Ottawa, Institut canadien de conservation, 1987.

Michalski, S. «Paintings: Their Response to Temperature, Relative Humidity, Shock, and Vibration», dans *Art in Transit: Studies in the Transport of Paintings*, sous la dir. de M.F. Mecklenburg, Washington, National Gallery of Art, 1991, p. 223-248.

Michalski, S. «Freezing of Wood and Parchment», *Paper Conservation News*, n° 80, 1996, p. 11-12.

Ring, R.A. et D. Tesar. «Adaptations to Cold in Canadian Arctic Insects», *Cryobiology*, vol. 18, 1981, p. 199-211.

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

Strang, T. «The Effect of Thermal Methods of Pest Control on Museum Collections», dans *Biodeterioration of Cultural Property 3*, sous la dir. de C. Aranyanak et C. Singhasiri, Bangkok, Thaïlande, 1996, p. 334-353.

Rédigé par Thomas J.K. Strang

Texte également publié en version
anglaise.

Copies also available in English.

© Patrimoine canadien, 1997
N° de cat. : NM95-57/3-3-1997F
ISSN 1191-7237

Imprimé au Canada