



Emballage réutilisable pour l'expédition d'objets fragiles constitué de deux boîtes en carton – Notes de l'Institut canadien de conservation (ICC) 20/4

Avis de non-responsabilité

Les renseignements contenus dans ce document sont basés sur la compréhension actuelle des problèmes soulevés. Ils ne s'appliquent pas nécessairement à toutes les situations, et aucune des activités décrites n'assure une protection complète. Bien que des efforts raisonnables aient été faits pour s'assurer que les renseignements sont exacts et à jour, l'éditeur, l'Institut canadien de conservation (ICC), n'offre aucune garantie à cet égard et n'assume aucune responsabilité en cas de perte, de réclamation ou de revendication pouvant résulter, directement ou indirectement, de l'utilisation des renseignements ou de la confiance qui leur est accordée. L'ICC ne cautionne aucun des produits, services ou matériaux indiqués dans ce document ou sur les sites Web externes auxquels ce document pourrait renvoyer. Par ailleurs, il ne fait aucune déclaration à leur sujet. Ces produits, services ou matériaux sont donc utilisés à vos propres risques.

Liste des abréviations

g	accélération gravitationnelle
Hz	Hertz ou cycles par seconde
lb/pi³	livres par pied cube

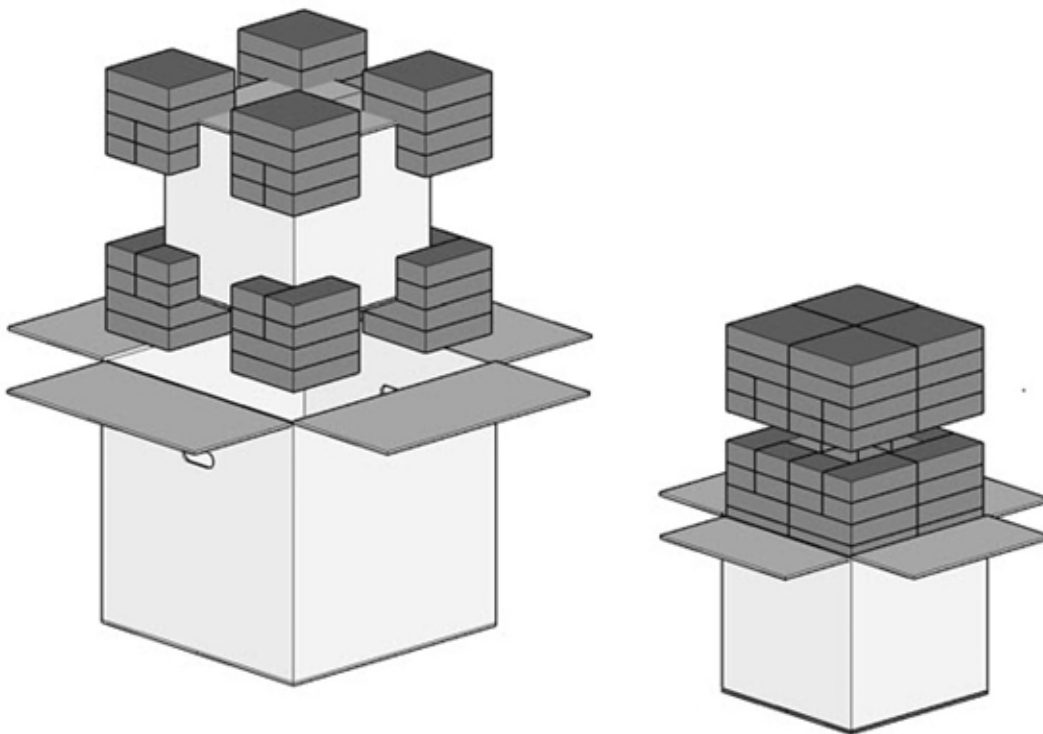
Introduction

Cette note décrit et explique comment fabriquer un emballage complet, au moyen de deux boîtes en carton, pour les objets fragiles, qui peut être adapté pour expédier une variété d'objets et réutilisé à de nombreuses reprises. Les composants de l'emballage sont faciles à stocker, à recycler ou à remplacer. La présente Note comprend des données de base sur les capacités de protection de ce type d'emballage. Comme cet emballage a donné de bons résultats et qu'il s'est avéré d'une taille pratique dans de nombreuses situations, il est présenté ici à l'intention de quiconque voudrait le reproduire.

Emballage

L'emballage consiste en un système de deux boîtes en carton avec un calage préconçu qui offre une grande capacité de protection (figure 1). La boîte extérieure mesure 61 cm x 61 cm x 61 cm (24 po x 24 po x 24 po). Les ouvertures pour les mains, situées environ au 3/4 de la hauteur, réduisent la probabilité de laisser tomber accidentellement la boîte, ainsi que la gravité du choc, le cas échéant.

La boîte intérieure mesure 41 cm x 41 cm x 41 cm (16 po x 16 po x 16 po). Les deux boîtes sont faites de carton à double cannelure, choisi pour sa capacité de charge et sa durabilité.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 135170-0001

Figure 1. À gauche : emballage constitué de deux boîtes en carton montrant la boîte extérieure et la boîte intérieure reposant sur huit cornières de protection (ou « coussins protecteurs de coins »). À droite : les cornières de protection sont insérées dans la boîte intérieure pour la mise en réserve.

La boîte intérieure est retenue par quatre cornières de protection en mousse. Le rendement des cornières a été évalué pour des boîtes intérieures dont le poids varie entre 2,3 kg et 18,0 kg (5 lb et 40 lb). Ces renseignements figurent dans le tableau 1.

Les composants de l'emballage sont réutilisables, et la boîte externe est facile à remplacer ou à recycler. Les huit cornières de protection se rangent parfaitement dans la boîte intérieure pour le renvoi, le stockage et la réutilisation.

Rendement du calage

Le tableau 1 présente le rendement du système de calage selon quatre gammes de poids et une hauteur de chute de 76 cm (30 po) ¹. Les valeurs maximales de l'accélération gravitationnelle (g) se rapportent à des chutes à plat sur un sol dur. La fréquence de résonance du calage est une

indication de la tendance aux vibrations de chaque système de calage. Il faut veiller à ce que l'objet protégé puisse supporter le mouvement qui en résulte et à ce qu'il n'y ait pas de chevauchement entre le contenu et les tendances à la vibration du calage (résonances). En pratique, le cela signifie que le système de calage est la partie la plus flexible de l'emballage de protection. Pour en savoir davantage, consulter le Bulletin technique 34, [Emballage et transport efficaces des objets d'art](#).

Tableau 1 : Rendement prévu de l'emballage constitué de deux boîtes en carton selon une gamme de poids de contenu

Poids de la boîte intérieure	Accélération maximale	Fréquence de résonance du calage
2,3 kg (5 lb)	38 g	41 Hz
5,0 kg (10 lb)	26 g	36 Hz
9,0 kg (20 lb)	24 g	17 Hz
18,0 kg (40 lb)	29 g	<13 Hz

Fabrication de l'emballage

On peut fabriquer l'emballage de la manière décrite ici sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des outils de conception si le poids supporté par le calage reste dans les limites indiquées dans le tableau 1. Le système de calage a été préalablement conçu pour cette gamme de poids en utilisant les données de rendement du calage ². Les boîtes en carton à double cannelure sont des formats courants offerts chez les fournisseurs de matériel d'expédition, industriel et d'emballage.

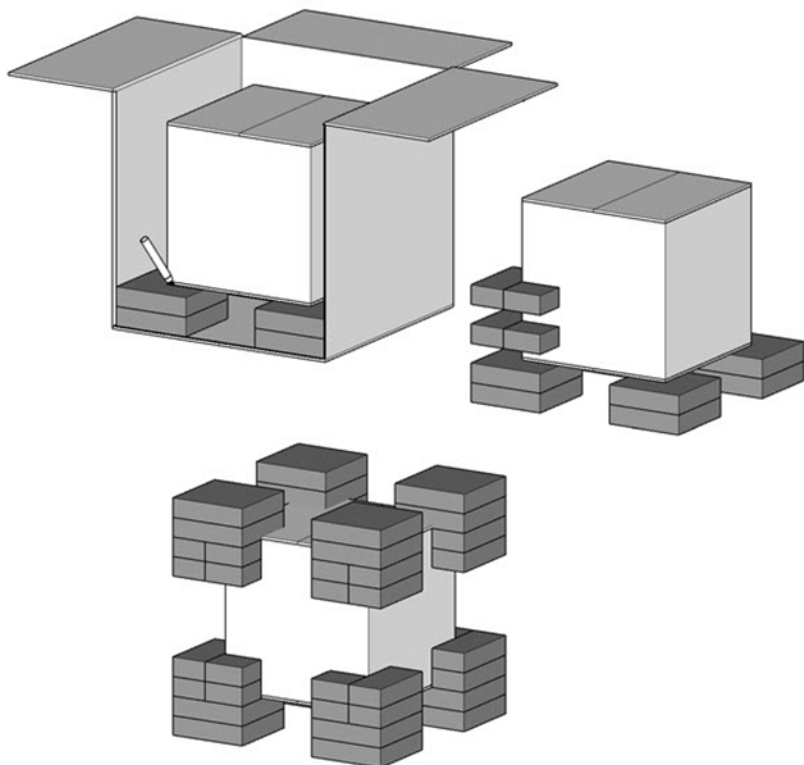
Fabrication du calage en mousse

Pour fabriquer les huit cornières de protection, utiliser de la mousse d'ester de polyuréthane d'une densité de 33 kg/m³ (2 lb/pi³). À noter que chaque côté de la boîte intérieure sera en contact avec quatre surfaces de mousse, chacune d'environ 100 mm x 100 mm (4 po x 4 po) de surface et 100 mm (4 po) d'épaisseur.

Les dimensions de la boîte en carton ondulé concernent l'intérieur de la boîte, de sorte qu'il y aura moins de 100 mm d'espace libre entre les boîtes. La figure 2 illustre un exemple de fabrication de cornières de protection à l'aide d'un matériau de 50 mm (2 po) d'épaisseur. On peut avoir recours à d'autres méthodes de fabrication à condition de respecter ces dimensions.

La figure 2 montre comment obtenir un coussin bien ajusté en transférant le profil de la boîte intérieure sur les cornières de protection. On place fermement quatre blocs de mousse de 203 mm x 203 mm x 50 mm (8 po x 8 po x 2 po) dans chaque coin de la boîte extérieure et l'on centre la boîte intérieure par-dessus, puis on trace le contour de la boîte sur deux ensembles de blocs. Ce schéma peut servir à établir les dimensions des plus petites pièces du calage illustrées. On procède de la même manière avec la partie supérieure. Ensuite, on assemble les pièces pour obtenir huit cornières

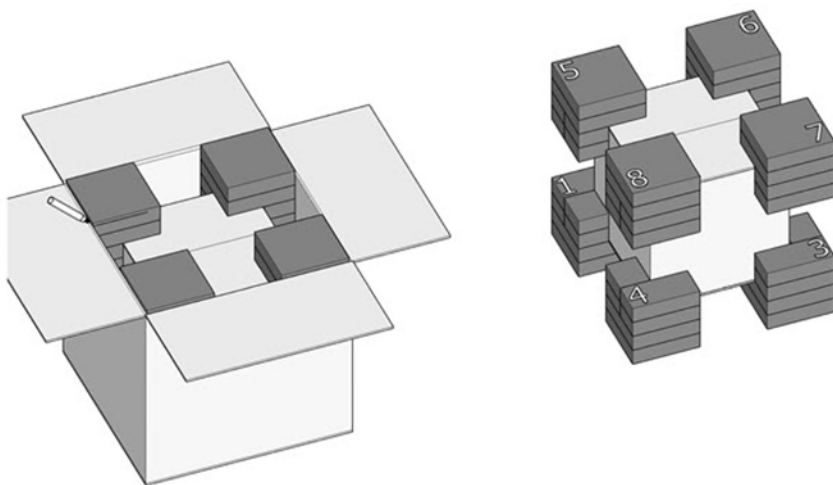
de protection. On peut utiliser de la colle thermofusible pour coller les pièces ensemble (il faut s'assurer que la ventilation dans la pièce est adéquate pendant ce processus).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 135170-0002

Figure 2. En haut à gauche : traçage du contour de la boîte intérieure. En haut à droite : ajout de plus petites pièces de cornières de protection. En bas : la boîte intérieure est retenue par huit cornières de protection.

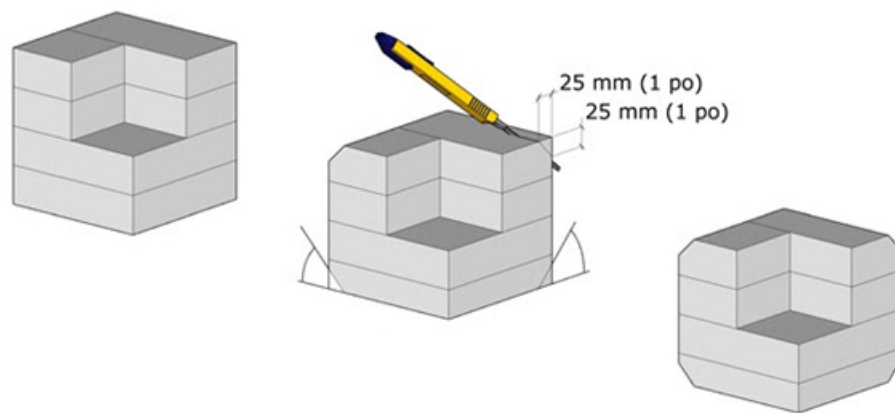
Assembler l'emballage et marquer les faces du calage supérieur pour les découper si elles dépassent le haut de la boîte extérieure, comme l'illustre la figure 3. Vérifier l'ajustement des cornières de protection à l'intérieur de la boîte intérieure, comme indiqué à la figure 1, et découper les faces latérales, au besoin. Marquer ensuite chaque cornière à l'aide d'un chiffre pour s'assurer que la position et l'orientation sont appropriées à l'intérieur de l'emballage (comme illustré à la figure 3).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 135170-0003

Figure 3. À gauche : le matériau de la cornière de protection du coin supérieur, marqué pour le découpage, s'étend au-dessus de la boîte. À droite : exemple de méthode de numérotation des cornières de protection garantissant qu'elles sont orientées et positionnées correctement.

Les bords chanfreinés peuvent améliorer l'efficacité des cornières à isoler les chocs et vibrations de faible intensité, qui se produisent le plus souvent pendant le transport. Ces chanfreins facilitent également l'assemblage de l'emballage. Si l'on coupe des chanfreins, il faut veiller à ne pas enlever trop de matériau, ce qui pourrait surcharger la cornière de protection et entraîner une diminution de l'épaisseur des cales au fil du temps. La figure 4 montre des chanfreins à 45 degrés d'une longueur de 25 mm de long (1 po).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 135170-0005

Figure 4. À gauche : assemblage des cornières de protection. Au milieu : coupe des bords chanfreinés. À droite : cornières de protection avec bords chanfreinés.

Emballage du contenu de la boîte intérieure

On peut emballer le contenu de la boîte intérieure de différentes manières. Quelle que soit l'approche choisie, il faut s'assurer que la boîte et son contenu fonctionnent comme un ensemble unique et stable par rapport au système de calage. Le premier objectif est d'apporter un soutien et une retenue fermes à l'ensemble de l'objet. Toutefois, il faut éviter de provoquer des tensions sur les pièces ou de les déformer, que ce soit pendant l'emballage ou lorsque les chocs et les vibrations sont dissipés pendant le transport.

Les petits objets légers sans surfaces fragiles ni saillies peuvent être emballés et placés en toute sécurité dans la boîte intérieure. On peut combler les espaces vides à l'aide de supports ou d'intercalaires en mousse ou encore de papier de soie froissé afin de fixer les objets emballés et d'éviter qu'ils ne pivotent ou ne s'entrechoquent.

Les objets présentant des saillies fragiles, comme le vase archéologique en céramique des figures 5a et 5b, sont immobilisés et soutenus par le bas à l'aide d'un support de base adapté et par le haut à l'aide d'un intercalaire épousant la forme de la base du vase. Les bords fragiles sont laissés libres.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 126653-0110

Figure 5a. Vase archéologique en céramique et support de base ajusté et sculpté en polyéthylène (comme l'Ethafoam 220) avec une fine couche de polyester épousant la forme de la base du support et un revêtement en polyéthylène non tissé (Tyvek).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 126653-0116

Figure 5b. Intercalaire en mousse de polyéthylène épousant la forme de la base du vase et surface recouverte de polyester et de Tyvek.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 126653-0121

Figure 6a. Installation du couvercle sur l'assemblage formé du support et d'un intercalaire. La hauteur du matériau intercalaire est réduite afin de placer ce dernier sous une légère pression lorsque le couvercle est installé.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 126653-0127

Figure 6b. Insertion du vase archéologique en céramique et de l'assemblage formé du support et de l'intercalaire dans la boîte en carton ondulé intérieure.

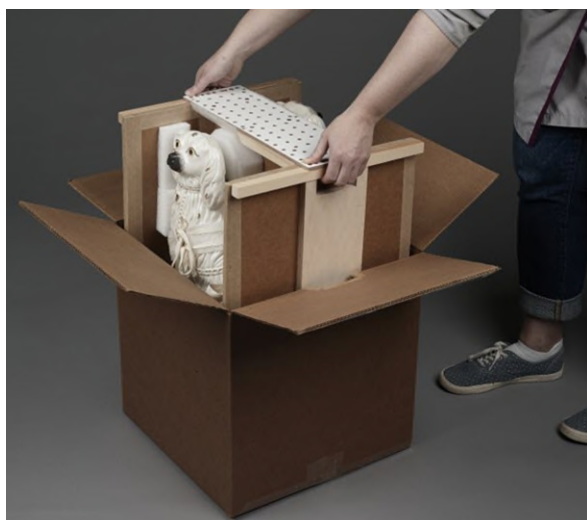
Lorsqu'on emballe deux ou plusieurs objets lourds, des cloisons durables les isoleront les uns des autres et les soutiendront. Cette approche a été appliquée dans le cas des deux chiens en céramique des figures 7a et 7b.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 127495-0142
Figure 7a. Éléments nécessaires à la fabrication du système de retenue pour deux sculptures de chiens en céramique séparés par une cloison en carton ondulé triple cannelure.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 127495-0135
Figure 7b. Dispositif de retenue pour la sculpture de chien d'un côté de la cloison. La mousse blanche est du polyéthylène ferme (comme l'Ethafoam 220).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 127495-0132
Figure 8a. Le dispositif de retenue contenant deux sculptures de chien est inséré dans la boîte intérieure.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 127495-0130
Figure 8b. Mise en place des couvercles de protection avant la fermeture de la boîte intérieure.

Assemblage de l’emballage

L’assemblage final de l’emballage est illustré aux figures 9a et 9b. Les cornières de protection numérotées évoquées plus haut et illustrées à la figure 3 permettront de garantir la position et l’alignement appropriés des différentes cornières de protection. Dans cet exemple, la boîte extérieure a été scellée avec du ruban d’emballage.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 127495-0128

Figure 9a. Les cornières de protection des coins inférieurs sont placées à l'intérieur de la boîte extérieure.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. 127495-0125

Figure 9b. La boîte intérieure est retenue par sur huit cornières de protection avant que l'on ne ferme la boîte extérieure.

Stockage et réutilisation

La boîte extérieure peut être démontée, stockée ou facilement recyclée. Les huit cornières de protection s'insèrent dans la boîte intérieure et peuvent être renvoyées à l'expéditeur sous cette forme compacte en vue de leur réutilisation, comme l'illustre la figure 1. Si vous prévoyez de longues périodes de stockage, recouvrez l'intérieur de la boîte d'un matériau en polyéthylène noir (par exemple des sacs poubelles), car la lumière et le contact entre la mousse et le contenant, ainsi que les produits chimiques en suspension dans l'air, peuvent accélérer la détérioration du polyuréthane

au fil du temps. Si elles sont conservées correctement, les cornières devraient rester utiles pendant de nombreuses années. Il convient toutefois de les remplacer si elles ne se redressent plus après avoir été déformées, se désagrègent, perdent des particules ou deviennent collantes.

Commentaires finaux

Cet emballage offre un niveau élevé de protection aux objets fragiles grâce à un calage épais. Lorsqu'on utilise des cornières de protection de ce type, il faut rester attentif à la flexibilité de la cornière et à ses effets potentiels. La flexibilité joue un rôle important dans la capacité de protection; cependant, il est essentiel de s'assurer que le système de calage est la partie la plus flexible de l'emballage et que les objets calés forment un assemblage ferme. Bien que le système de calage offre une protection contre les chocs et les vibrations, les boîtes en carton ondulé ont certaines limites. Malgré cela, les boîtes en carton ondulé à double cannelure peuvent offrir une bonne protection à moindre coût et des économies en termes de poids dans les scénarios d'expédition contrôlés auxquels les établissements culturels sont souvent confrontés, comme le transport d'œuvres d'art par des manutentionnaires.

Bibliographie

Marcon, P. [*Emballage et transport efficaces des objets d'art*](#), Bulletin technique 34, Ottawa (Ontario), Institut canadien de conservation, 2020.

Snutch, D., et P. Marcon. [*Fabrication d'une caisse de carton ondulé triple cannelure*](#), Notes de l'ICC 1/4 Ottawa (Ontario), Institut canadien de conservation, 1997.

Paul Marcon

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation, 2024

N° de catalogue : NM95-57/20-4-2024F-PDF

ISSN 1928-5272

ISBN 978-0-660-71570-4

Note en fin de texte

¹ Source des données : Département de la Défense des États-Unis, *Military Standardization Handbook: Package Cushioning Design*, Washington (D.C.), Département de la Défense des États-Unis, 1978.

² *Idem.*