

- 2 -

L'entreposage à très basse température des documents photographiques : la méthode CMI adaptée aux congélateurs domestiques

Nous exposerons ici en détail la mise en œuvre de la méthode CMI (*Critical Moisture Indicator*) (**voir Photo 5**). Noter que ces étapes vous sont également présentées en images dans la capsule archivistique intitulée « *L'entreposage à très basse température des documents photographiques : les étapes de la méthode CMI en images* ». Les indications apparaissant en caractère **rouge gras** dans le présent texte correspondent aux photographies de la capsule en image.

Choix du congélateur

Les éléments suivants doivent absolument être pris en considération (consulter le CCQ au besoin) :

- Avant tout, il y a lieu d'établir la taille (physique) de la collection et de son expansion future ainsi que la dimension des boîtes qui seront utilisées. Généralement les capacités réelles des congélateurs sont inférieures aux données des fabricants, ce qui s'explique en partie par le fait que les étagères internes ne sont pas toujours amovibles, mais aussi par la configuration interne du congélateur et par la taille des boîtes¹. On considère que le volume utile correspond à environ 50 % des dimensions indiquées par le fabricant².
- Choisir de préférence un modèle domestique vertical (**voir Photo 6**). Il occupera moins de place dans un centre d'archives où l'espace est toujours limité. Les congélateurs commerciaux (de type « restaurant ») peuvent offrir certains avantages (plus spacieux à l'intérieur, plus modulables) ; par contre, ils sont beaucoup plus chers, plus bruyants et consomment plus d'énergie. Les congélateurs « coffres », qui ont en principe plus d'espace interne, présentent certains désavantages. Ainsi, pour accéder aux œuvres se trouvant au fond, il faut tout déplacer ; de plus, le poids des boîtes du dessus peut être préjudiciable aux boîtes inférieures. Il faut également se pencher à l'intérieur du congélateur pour atteindre les boîtes placées tout au fond.
- Choisir un modèle à dégivrage automatique (encore appelé « autodégivrant ») pour éviter de devoir vider le congélateur de ses négatifs lors du dégivrage annuel ou semestriel. Si les

¹ Voir Walsh et Sarah S. Wagner, « Cold Storage Handling Guidelines for Photographs », sept. 2008, www.archives.org

² Voir Bigelow.

négatifs sont bien emballés et scellés selon la méthode CMI, il n'y a aucun risque lors des cycles journaliers de dégivrage interne³.

- Préférer un modèle avec des tablettes ajustables pour mieux accommoder les boîtes de dimensions diverses. Attention, car de nombreux modèles n'offrent pas cette option. Un modèle dont les étagères et compartiments de porte sont amovibles permettra de gagner de la place et d'entreposer éventuellement des boîtes un peu plus longues que l'étagère principale. Pour les étagères, le treillis métallique est préférable au verre, plus cassant. Il faut toutefois prendre soin de mettre une plaque de plastique cannelé (polyéthylène semblable au carton ondulé et vendu, notamment, sous l'appellation CoroplastTM) pour éviter que le métal ne marque le fond des boîtes.
- Choisir un modèle muni d'un afficheur numérique à l'extérieur de la porte (**voir Photo 7**), qui indique clairement la température interne de l'appareil. Une vérification rapide permet de prévenir tout défaut éventuel. Il faut également rédiger un protocole détaillant les consignes en cas de panne. Afficher une copie de ce protocole sur la porte de l'appareil. Par ailleurs, une alarme incorporée permet de signaler tout changement important dans les conditions à l'intérieur du congélateur. Ainsi, elle se déclenchera si la porte n'est pas fermée correctement, durant une panne électrique ou encore lors d'un problème mécanique du congélateur. Choisir de préférence une alarme audible plutôt qu'un simple témoin lumineux clignotant. Théoriquement, en cas de panne, les négatifs ne courent pas de grands risques. Cependant dans quelques rares cas de panne du moteur, l'intérieur du congélateur peut devenir assez chaud. Il faut alors être prêt à intervenir rapidement.
- Il est également possible et fortement recommandé d'installer une alarme envoyant un signal à distance vers une société de surveillance ou un des responsables de la collection. Cette option est particulièrement utile en cas d'incidents survenant hors des heures de travail (la fin de semaine, par exemple).
- Il peut être intéressant de se doter d'un modèle muni d'une serrure ; en plus d'assurer que la porte ferme bien et que le contenu est en sécurité, cela permet de limiter les ouvertures fréquentes.
- Préférer un modèle peu bruyant. Surtout lorsqu'il y a plusieurs appareils, le niveau de bruit peut être pénible pour le personnel qui travaille dans la ou les pièces voisines. Il est recommandé d'aller voir le modèle en fonctionnement dans le magasin.
- Une visite en magasin donnera aussi l'occasion de vérifier le dégagement de chaleur à l'arrière de l'appareil. Une fois de plus, si plusieurs congélateurs se trouvent dans la même pièce, le dégagement de chaleur peut être assez important.
- Pour faire fonctionner plusieurs congélateurs côte à côte, il faut s'assurer que l'installation électrique peut le supporter ou qu'elle soit modifiée en conséquence. Choisir de préférence un modèle consommant moins d'énergie (« *Energy Star* »).
- Ne pas négliger la maintenance : nettoyer à l'aide d'un aspirateur les serpentins extérieurs tous les six mois. Il faut également surveiller de temps en temps – et éventuellement remplacer – les joints de porte.

³ Notons à ce propos que lors de ces cycles de dégivrage automatique, l'humidité relative (HR) augmente considérablement à l'intérieur du congélateur.

Contrôle de l'humidité relative (HR) dans les emballages de type CMI

Comme il a été précisé dans la capsule archivistique intitulée « *L'entreposage à très basse température des documents photographiques : la congélation des négatifs sur support souple* », la durée de vie des matériaux photographiques est grandement améliorée par une humidité relative (HR) comprise entre 30 et 40 %. C'est également vrai pour ce qui est de l'intérieur des emballages de congélation.

Le rôle de l'emballage hermétique en polyéthylène (type Ziploc®, Glad®, etc.) est de protéger les documents d'une élévation d'humidité relative à l'intérieur du congélateur, notamment lors des cycles de dégivrage. Cependant, malgré les apparences, ces sacs ne sont pas complètement étanches à l'air. Heureusement, il faut de nombreuses années⁴ pour que l'humidité extérieure pénètre le sachet.

Le rôle des morceaux de carton séchés au four est de garantir une protection passive contre l'augmentation d'humidité dans les sacs : toute vapeur d'eau pénétrant à l'intérieur est absorbée par les cartons.

Un indicateur coloré d'humidité, placé près des cartons, commence à changer de couleur en cas d'augmentation de l'humidité relative ; il suffit alors de remplacer les anciens cartons par de nouveaux, fraîchement séchés (plus de détails ci-dessous).

Réalisation des emballages de négatifs suivant la méthode CMI

Avant de commencer l'emballage

Il est indispensable d'exercer un contrôle physique et intellectuel sur les objets devant être placés en congélation. Préparer un inventaire précis des négatifs pour chaque sac et boîte. Cet inventaire sera très utile en cas de recherche dans le congélateur.

On peut concevoir de congeler tous les documents dans un premier temps, et de ne les numériser qu'au moment d'une éventuelle consultation. De cette façon, les budgets disponibles pour la numérisation serviront de préférence pour les œuvres les plus demandées.

Dans certains cas, pour les petites collections notamment, il pourra être judicieux d'assurer la numérisation ou la duplication de chaque négatif avant son emballage et sa congélation. On évitera ainsi des sorties trop fréquentes du congélateur et les chercheurs pourront consulter les copies numériques plutôt que les originaux, qui resteront alors dans le congélateur pour profiter au maximum du ralentissement de la détérioration. Si une épreuve positive se trouve avec le négatif correspondant, elle pourra en être séparée : le fait de la conserver à part laisse plus d'espace de congélation et permet de fournir une copie de consultation aux chercheurs.

Les travaux d'emballage devraient être réalisés dans un endroit où le taux d'humidité relative est compris entre 35 % et 60 %. De même, les films négatifs et tous les matériaux utilisés (comme les boîtes, les pochettes) seront conditionnés à l'HR⁵ de la pièce quelques jours avant le début du travail d'emballage.

⁴ De 15 à 20 ans en moyenne.

⁵ Ils devraient également être conditionnés à une humidité relative inférieure à 60 %.

Format et épaisseur des emballages

Il est important de prendre en considération les points suivants :

- Les sacs doivent impérativement être en polyéthylène (même matière que celle utilisée pour les sacs de congélation), épais (3 ou 4 mil) et transparents (**voir Photo 8**). Un sac fait de plastique de 3 mil ou 4 mil d'épaisseur est plus performant qu'un sac de 2 mil. Comme il a été dit précédemment, le polyéthylène n'est pas un matériau complètement étanche. L'épaisseur du plastique et les basses températures contribuent toutefois à ralentir la pénétration de l'air et de l'humidité. On évitera surtout les sacs de plastique de 1 mil ou de type usage quotidien.
- La fermeture des sacs doit fonctionner facilement et être parfaitement étanche.
- Vérifier la qualité de fabrication des sacs choisis ; des sacs de qualité moyenne peuvent présenter des défauts d'étanchéité aux coutures.
- Les négatifs de même format (par exemple les 4 x 5 pouces) sont emballés ensemble (**voir Photo 9**). On ne doit jamais mélanger différents formats à l'intérieur d'un même sac. Il faut évidemment des sacs assez grands pour que l'ensemble de négatifs y entre facilement (**voir Photo 10**). Cependant, les sacs trop grands sont à éviter parce que les négatifs risquent d'y glisser trop facilement, alors qu'ils doivent être bien maintenus en place à l'intérieur (**voir Photo 11**). Un sac trop grand diminuera la longévité de l'emballage.

Format et qualité des cartons non acides

Les cartons choisis sont de 4 plis. Ils doivent être de *bonne qualité* (non acides et de qualité « archives » de préférence) et *un peu plus grands* (en largeur et en hauteur) que les négatifs afin d'assurer une protection et un support suffisants (**voir Photo 12**). Un carton de moindre qualité contiendra moins de fibres pour capter l'humidité.

- Par exemple, pour des négatifs de 4 x 5 pouces, il faut couper des cartons d'environ 4 ½ x 5 ½ pouces. Dans le cas de négatifs regroupés dans une pochette transparente de type Print File®, les cartons doivent être un peu plus grands que la page elle-même, soit généralement un peu plus grands que le format « lettre ».
- Utiliser des cartons d'un seul morceau plutôt que deux ou trois petits morceaux mis côte à côte. Ces derniers risquent de glisser dans le sac et de ne pas maintenir intégralement toute la surface des négatifs (**voir Photo 12**). De plus, les documents pourraient s'intercaler entre les morceaux de carton et ainsi être endommagés. Il ne faut pas oublier que le support en acétate des négatifs devient plus cassant en raison de la température de congélation.
- Les coins des morceaux de carton doivent être arrondis (**voir Photo 13**). Les arêtes vives des cartons risqueraient de perforer le plastique des sacs laissant ainsi entrer l'air humide du congélateur. Les coins acérés peuvent par ailleurs laisser une empreinte sur les négatifs et plus particulièrement dans la gélatine de l'émulsion. Sue Bigelow suggère de se servir d'un papier de verre pour arrondir les coins et réduire ainsi la possibilité de perforation.
- La quantité de carton conditionné présente dans le sac influe grandement sur la capacité d'absorber l'humidité transmise à travers le plastique. S'il n'y en a pas assez, la protection pourrait être compromise ; il faudra aussi s'assurer que l'épaisseur du carton utilisé est suffisante.

Conditionnement et séchage des cartons non acides

Plus le carton sera sec, plus sa capacité d'absorption et de régulation de l'humidité relative à l'intérieur du sac sera importante. Selon la méthode CMI décrite par Mark McCormack-Goodhart et mise en pratique par Sue Bigelow, il faut sécher les cartons de la façon suivante :

- Cinq minutes à 100 °C dans un four domestique à « BAKE - FOUR ». Ne jamais utiliser les positions « TOAST » ou « GRILL » ni une température supérieure à 100 °C (**voir Photo 14**). À ces réglages, le carton risquerait de brunir et de se déformer.
- En position « BAKE - FOUR », et après une période de préchauffage permettant d'atteindre la température sélectionnée, c'est uniquement l'élément électrique inférieur qui chauffe. Les dimensions intérieures du four doivent être adéquates et les cartons placés de préférence verticalement sur la grille au-dessus de l'élément⁶, mais pas directement les uns contre les autres (**voir Photo 15**). En effet, il est important que les deux côtés des cartons soient exposés en même temps à la chaleur, afin notamment d'éviter les déformations et de conserver leur planéité. La solution préconisée par Sue Bigelow consiste à fabriquer un petit support en métal, posé directement sur la grille du four. Hérissé de pointes, ce support peut recevoir une cinquantaine de cartons à la fois. Dans le présent exemple, le petit support a été confectionné à l'aide de carton 4 plis identique au carton utilisé pour la congélation (**voir Photo 16**).
- À une température de 100 °C, il ne doit y avoir aucun problème de brunissement ou de jaunissement des cartons ; toutefois, il est recommandé de rester à côté du four afin de surveiller l'opération.
- On retire les cartons du four et on les laisse refroidir 1 à 2 minutes à l'air libre (**voir Photo 17**). S'ils ne doivent pas servir immédiatement dans les emballages de congélation, ils pourront être conservés un certain temps à l'abri de l'humidité de l'air dans un autre sac étanche (**voir Photo 18**).
On placera dans ce sac une carte colorée indicatrice d'humidité (**voir Photo 19**) pour suivre les conditions hygrométriques et s'assurer que les cartons sont toujours bien secs avant de les utiliser. Précisons qu'il faut attendre au moins deux heures avant que la carte ne donne sa lecture définitive. Si d'après la carte les cartons ne sont pas assez secs, il faut les sécher à nouveau.

Précaution importante :

- Il faut absolument un four qui indique la température sélectionnée. Un four qui n'a que des positions de thermostat et pas de contrôle de température risque de chauffer le carton à une température trop élevée. Dans ce cas, les surfaces extérieures du carton se dessècheront sans que l'humidité au cœur du carton disparaisse complètement. Il est suggéré de vérifier la précision de la température atteinte en utilisant un thermomètre de four, vendu couramment en magasin.

Réalisation des emballages

1^{re} étape :

⁶ En séchant plusieurs dizaines de cartons à la fois, on gagne beaucoup de place et du temps.

Mettre une petite quantité de négatifs dans une pochette hermétique appropriée (**voir Photo 20**). D'après les différentes recherches récentes, on peut insérer jusqu'à *un pouce d'épaisseur*⁷ de négatifs ensemble dans un premier sac de polyéthylène (**voir Photo 21**). Il faut cependant éviter de dépasser cette épaisseur, soit *environ 25 à 30 négatifs*⁸, afin d'assurer une masse hygrométrique suffisante pour maintenir un niveau d'humidité approprié dans le sac.

Note : il est tout à fait possible de conserver les négatifs dans leurs enveloppes de papier (**voir Photo 22**) ou leurs pochettes de plastique (**voir Photo 23**) originales. La température de congélation ralentira également fortement la dégradation des pochettes d'origine.

Avant de procéder à la fermeture de la glissière, il est important de bien évacuer l'air du sac, exactement comme on le ferait pour des aliments (**voir Photo 24, 25 et 26**).

Pour éviter les problèmes :

- Ne pas forcer les négatifs dans un sac trop juste : on court le risque de déformer la fermeture du sac, de perforer le plastique ou encore d'endommager les négatifs.
- Vérifier la fermeture de la glissière : si elle n'est pas adéquate, l'air humide provenant du congélateur entrera dans le sac.
- Il est difficile d'évacuer l'air d'un sac trop grand par rapport au contenu. S'il reste une quantité d'air importante dans le sac, l'établissement d'une ambiance équilibrée sera plus hasardeux.

2^e étape

Lorsque les négatifs sont scellés dans le premier sac, on place ce sac en sandwich entre deux cartons conditionnés (séchés dans le four) (**voir Photo 27**) et on glisse le tout dans un deuxième sac légèrement plus grand que le premier (**voir Photo 28**).

Il faut impérativement mettre les deux cartons dans ce **deuxième** sac d'emballage et pas directement dans le premier sac avec les négatifs.

On doit aussi placer, dans ce deuxième sac, une carte indicatrice d'humidité relative (**voir Photo 29**). Cette carte sera visible de l'extérieur sans que l'on doive défaire l'emballage (voir ci-dessous pour plus de détails sur l'utilisation des cartes indicatrices d'humidité relative).

Pour éviter les problèmes :

- Si le deuxième sac est trop grand, les cartons et l'ensemble des négatifs du premier sac peuvent bouger pendant les manipulations. Le froid rend plus fragiles les matériaux plastiques des négatifs. L'acétate en détérioration est beaucoup plus fragile qu'un plastique en bon état. On risque de casser, fracturer ou abîmer ces négatifs pendant la manipulation si le support rigide n'est pas positionné correctement.
- Comme il a été dit précédemment, une trop grande quantité d'air dans le sac peut rendre plus difficile l'établissement d'une HR équilibrée.
- Si les cartons glissent, un carton mal placé pourrait laisser une empreinte par pression sur l'ensemble des négatifs.
- À nouveau, il convient de bien vérifier la fermeture des sacs ; au besoin, utiliser un ruban adhésif de qualité « archives » pour sceller l'emballage.

3^e étape

Les sacs de négatifs sont rangés verticalement dans une boîte de carton (**voir Photo 30**), de préférence non acide et de qualité « archives », ou de Coroplast™ (composé de polypropylène et de

⁷ 2,5 cm environ.

⁸ Selon l'expérience de S. Bigelow, S. Wagner et B. Walsh.

polyéthylène à respectivement 90 et 10 %). Ces boîtes de plastique coûtent un peu plus cher mais sont beaucoup plus résistantes chimiquement et surtout mécaniquement.

Objectifs de la mise en boîte :

- Donner une protection intégrale aux négatifs rendus fragiles par les températures très froides. La protection physique est très bonne, les emballages sont maintenus debout, ce qui évite l'affaissement et la distorsion des négatifs (**voir Photo 31**).
Si les sacs de négatifs ne remplissent pas la boîte, il faudra absolument les caler verticalement à l'aide de morceaux de mousse Ethafoam® ou de retailles de carton. La mousse rigide Ethafoam® est neutre et se trouve couramment chez les fournisseurs spécialisés.
- Organiser le stockage et faciliter ainsi le processus de repérage des documents si nécessaire pour consultation (**voir Photo 32**).
- Protéger les emballages contre l'empreinte des grilles métalliques. Les boîtes peuvent ainsi être empilées : ce sont elles qui vont supporter le poids sans écraser les négatifs fragiles. On maximise donc l'utilisation de l'espace dans le congélateur en largeur et en hauteur.

Bigelow suggère ensuite d'emballer la boîte dans une dernière pellicule plastique pour fournir une troisième couche de protection contre l'infiltration d'humidité :

- Si les boîtes choisies sont en carton, donc plus sensibles à l'humidité que les boîtes en Coroplast™, il est effectivement recommandé de les envelopper dans un troisième sac de polyéthylène.
- Une nouvelle carte indicatrice d'humidité relative sera placée à l'extérieur de la boîte, mais à l'intérieur du troisième emballage. Cette carte, visible de l'extérieur de l'emballage, donnera une indication rapide, dès qu'on ouvrira la porte du congélateur (**voir Photo 33, 34 et 35**).

Utilisation des cartes indicatrices d'humidité relative dans les sacs

Les dangers d'une humidité excessive pour les émulsions photographiques sont les suivants :

- Au-dessus de 60 %, les émulsions gélatino-argentiques absorbent l'humidité et sont ramollies. Dans cet état, elles peuvent coller l'une sur l'autre et sur les enveloppes dans lesquels elles sont rangées. Le résultat se traduit par des dommages et une perte potentielle de précieuses informations⁹.

L'utilisation d'indicateurs colorés d'humidité relative est donc essentielle au succès de la méthode, car il n'y a aucun autre moyen de déterminer le taux d'humidité à l'intérieur des sacs.

Le type de carte indicatrice¹⁰ recommandé, le plus courant au Canada, est vendu notamment par Carr McLean sous la dénomination « *Commercial Humidity Indicator Cards* » ou « cartes indicatrices d'humidité ». Le coût unitaire de ces cartes est de l'ordre de 1 \$.

Ces indicateurs colorés permettent de vérifier :

- la pénétration d'humidité dans le sac au travers du plastique¹¹.
- si les sacs sont correctement fermés (on repérera ainsi une fermeture inefficace).
- s'il y a des perforations dans le plastique dues à une manipulation excessive. Le plastique des sacs est également rendu plus fragile par les très basses températures et doit être manipulé avec soin.

⁹ À température ambiante, il y a par ailleurs un risque de développement de micro-organismes.

¹⁰ Ces cartes indicatrices sont fabriquées par Süd-Chemie : http://www.sud-chemie.com/scmcms/web/page_en_6274.htm

¹¹ Les sacs doivent être transparents et de couleur « neutre » pour permettre de faire une bonne lecture.

Notons que les indicateurs d'humidité relative sont sensibles au froid : à la température de congélation ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$), ils indiquent une HR *supérieure* de 15 à 20 % à l'HR réelle. Ainsi, si la carte indique une humidité de 30 % à l'intérieur de l'emballage congelé, l'humidité réelle n'est que de 10 à 15 %.

Il est important de s'astreindre à pratiquer des contrôles réguliers des indicateurs. On fera, au minimum, une inspection annuelle et il faudra intervenir au besoin pour remplacer les cartons dès que l'HR approche 60 % sur la carte¹².

Les cartons peuvent éventuellement être réutilisés. Il suffit de les sécher à nouveau dans le four.

Selon les expériences de S. Bigelow et de B. Walsh, un emballage bien fait peut permettre de réutiliser les mêmes cartons pendant 15 à 20 ans.

Comment sortir les emballages CMI du congélateur

Pour sortir des documents photographiques du congélateur afin de les rendre accessibles aux chercheurs ou de changer les cartons dans l'emballage CMI, il faut suivre un protocole précis permettant d'éviter tout risque de condensation.

La condensation se forme sur les *surfaces froides* en contact avec de l'air chaud, quand :

- on sort les emballages CMI de la boîte de protection ;
- on sort les documents des sacs d'emballage ;
- on ouvre le second emballage afin de changer les cartons. L'air chaud plus humide provenant de la salle peut s'infiltrer dans le sac et déposer de la condensation sur les parois intérieures.

Pour éviter aux documents photographiques ainsi rangés les dommages dus à la condensation, il faut attendre *24 heures* après la sortie du congélateur¹³ avant d'ouvrir les boîtes et les emballages : tous les matériaux se seront alors acclimatés à la température de la pièce. Quand tout est à la même température, il n'y a plus aucun risque de condensation.

Précisons qu'il n'y a pas de risque de condensation quand on fait l'opération à l'envers, c'est-à-dire lorsqu'on place une boîte ou un emballage qui est à la température de la pièce dans un congélateur.

¹² L'HR réelle sera alors aux environs de 45-50 %.

¹³ Ou plus longtemps s'il s'agit d'une très grande boîte.