Le soin des collections de négatifs sur support en plastique – Bulletin technique 35

Greg Hill

Bulletins techniques de l'ICC

L'Institut canadien de conservation (ICC), situé à Ottawa, publie périodiquement des 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. L'auteur sera heureux de recevoir des commentaires.

Résumé

Ce Bulletin technique fait un tour d'horizon complet de la question des négatifs photographiques sur support en plastique, soit en nitrate de cellulose, en acétate de cellulose ou en polyester, et traite des questions liées à la composition de ces matières, à leurs mécanismes de détérioration ainsi qu'à leur accès, à leur manipulation et à leur mise en réserve.

Auteur

Greg Hill a été le restaurateur principal des documents d'archives et photographiques à l'ICC de 2006 à 2020. Auparavant, il avait travaillé à Bibliothèque et Archives Canada (BAC) comme restaurateur, gestionnaire des services de conservation et de restauration et conseiller en restauration. Greg a animé de nombreux ateliers, donné des conférences et publié divers documents sur une gamme d'activités de conservation, notamment la conservation des photographies, la mise en réserve des négatifs sur support en nitrate de cellulose, la préparation aux catastrophes, les traitements et la recherche. Il a également supervisé de nombreux stagiaires en provenance de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de l'Asie. Il a été président de l'Association canadienne des restaurateurs professionnels, membre du conseil de l'Association canadienne pour la conservation et la restauration, président du groupe sur les matériaux photographiques de l'American Institute of Conservation of Historic and Artistic Works et coordonnateur du groupe Photographic Materials de l'ICOM-CC.

Avis de non-responsabilité : Les renseignements présentés dans la présente ressource s'appuient sur la compréhension actuelle des problèmes soulevés. Les lignes directrices énoncées dans ce Bulletin technique ne s'appliquent pas nécessairement à tous les scénarios possibles liés à la préservation ou à la stabilité à long terme des négatifs sur support en plastique.

Liste des abréviations

µm	micromètre
CCQ	Centre de conservation du Québec
HEPA	haute efficacité pour les particules de l'air
p/p	poids sur poids
RSAPAQ	Regroupement des services d'archives privées agréés du Québec
T_v	transition vitreuse

Introduction

Les négatifs photographiques reflètent l'intention de l'artiste ou du photographe et constituent une part très importante de notre patrimoine visuel. Leur valeur est généralement fondée sur leur importance historique, bien que la valeur économique et les accords avec un donateur puissent jouer un rôle considérable dans la décision d'accepter et de préserver ces collections. Le présent Bulletin technique traite des nombreux aspects de la conservation et du soin des négatifs sur support en plastique en nitrate de cellulose, en acétate de cellulose et en polyester, dans le but d'aider les conservateurs, les responsables et les professionnels de la restauration non spécialisés dans les photos à assurer la préservation à long terme de leurs collections.

Les collections de négatifs photographiques sur support en plastique, qu'elles soient petites ou grandes, posent de nombreux défis aux personnes qui en sont responsables. Des défauts inhérents, une manipulation inadéquate ainsi que des matériaux et des environnements impropres à leur mise en réserve contribuent à la dégradation et à la destruction des négatifs sur support en plastique. Cependant, ces problèmes peuvent tous être gérées à l'aide des outils adéquats présentés dans ce Bulletin. Quelle que soit la motivation de conserver une collection de négatifs, sa préservation peut nécessiter des efforts considérables. Par exemple, les installations qui gardent en réserve de grandes quantités de négatifs sur film en nitrate de cellulose pourraient devoir se conformer à la norme nº 40 de la National Fire Prevention Association des États-Unis (NFPA 40), *Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Film*, une norme universellement suivie pour la mise en réserve et la manipulation des films en nitrate de cellulose, et dont l'application peut être onéreuse.

Reconnaître et comprendre les mécanismes de leur détérioration constitue la première étape de leur préservation, suivie par la séparation des plastiques par types. La détérioration des collections peut également contribuer à la destruction de collections et d'objets adjacents. Relever le nombre de négatifs touchés par la dégradation et leur état, élaborer des stratégies de reproduction et placer les négatifs dans des contenants appropriés ainsi qu'un environnement adéquat contribuent à la gestion de la collection autant du point de vue de l'accès que de la conservation. On trouve des renseignements sur la préservation des collections de négatifs dans toute une variété de publications; ce Bulletin rassemble les points saillants pour les professionnels de la conservation, les gestionnaires de collections, les conservateurs et les archivistes responsables du soin des collections de négatifs.

L’histoire du négatif photographique

Avant l’arrivée des supports en plastique

Pendant la dernière moitié du XVIIe siècle et au début du XVIIIe, de nombreux savants et chercheurs européens avaient étudié la possibilité d’utiliser des substances photosensibles pour saisir des images de manière permanente. Ainsi, beaucoup de recherche a précédé l’année la plus reconnue comme celle de la naissance officielle de la photographie, soit 1839, lors de laquelle Louis Daguerre a dévoilé le procédé de la daguerréotypie à la communauté scientifique. C’est en fait le scientifique français Joseph Nicéphore Niepce qui, en 1826, a réussi à capter la première image photographique en plaçant une plaque d’étain poli enduite de bitume de Judée (substance asphalteuse dérivée du pétrole) dans une chambre noire. Après huit heures d’exposition, il a lavé la plaque avec un mélange de solvants qui a dissous les surfaces de bitume que la lumière n’avait pas durcies, ce qui a rendu visible l’image latente du paysage qu’il voyait depuis sa fenêtre. Il a ainsi obtenu une image positive directe et permanente.

Les sels métalliques photosensibles, en particulier les halogénures d’argent, se sont révélés les substances les plus efficaces pour capter des images. Ils ont servi de base aux travaux de Daguerre et à la plupart des innovations subséquentes, qui ont produit la masse des technologies photographiques utilisées pendant les XIXe et XXe siècles. L’invention de Daguerre a rapidement été suivie par le procédé négatif-positif de William Henry Fox Talbot, résultant lui aussi de nombreuses années d’expérimentation. Talbot est également à l’origine du calotype (figures 1a et 1b), habituellement connu comme négatif sur papier ciré, un procédé plus complexe de négatif sur papier qui sera ultérieurement raffiné par les photographes français.

Dès que le procédé négatif-positif a été popularisé par Talbot au milieu du XIXe siècle, il a été reconnu comme la méthode dominante de capture d’images et il a servi de base à la vaste majorité des technologies photographiques qui se sont succédé jusqu’à maintenant. À la fin du XIXe siècle, des plaques négatives présensibilisées étaient produites en série et vendues dans le commerce. On pouvait facilement les glisser derrière la lentille d’un appareil photographique, les exposer, les retirer de l’appareil, les développer et les fixer. On pouvait tirer, à partir de ce négatif, un nombre illimité d’épreuves positives à un coût relativement modeste.

© g.samson-Hendriks © g.samson-Hendriks
Figures 1a et 1b. Calotype négatif (1a) et épreuve positive qui en découle, sur papier salé (1b).

On a d'abord utilisé le papier comme base pour les négatifs, car il est facile à manipuler, à enduire et à traiter. Pour accroître sa translucidité et faciliter la production de l'image positive, il était souvent huilé ou ciré. Toutefois, étant donné son manque de transparence et la perte de détail causée par la présence des fibres, on a poursuivi les recherches pour trouver un substrat transparent. En dépit des grandes difficultés qu'entraînaient son poids et sa fragilité, le verre constituait le choix le plus évident en raison de sa clarté, de sa stabilité physique et de son inertie chimique. De nombreux liants ont été essayés sur du verre, mais les plaques au collodion humide sont les premiers négatifs utilisant le verre comme substrat produits à grande échelle, avec une production de plusieurs millions dans le monde (figure 2).

© Greg Hill
Figure 2. Négatif sur plaque au collodion humide sous lumière réfléchie. Un papier noir est placé sous la moitié gauche du négatif pour montrer la conversion d'une image négative en image positive.

Introduction des supports en plastique

Dans les années 1830, l'industrie du plastique cellulosique s'est développée en France après que le chimiste Henri Braconnot eut découvert que, en combinant de l'acide nitrique et de la cellulose d'amidon ou de fibre de bois, on obtenait une substance légère, combustible. D'autres chercheurs voulant exploiter les propriétés explosives de ce mélange ont mené des expériences avec diverses fibres et différentes proportions d'acides nitrique et sulfurique. En 1846, le chimiste suisse-allemand Christian Friedrich Schönbein a mis au point un produit un peu plus stable, le nitrate de cellulose, avec de la fibre de coton et une formulation plus précise. C'était un explosif adéquat et puissant qui produisait moins de fumée et de chaleur que les poudres classiques. Toutefois, le nitrate de cellulose était trop instable et volatile pour être d'une utilité pratique.

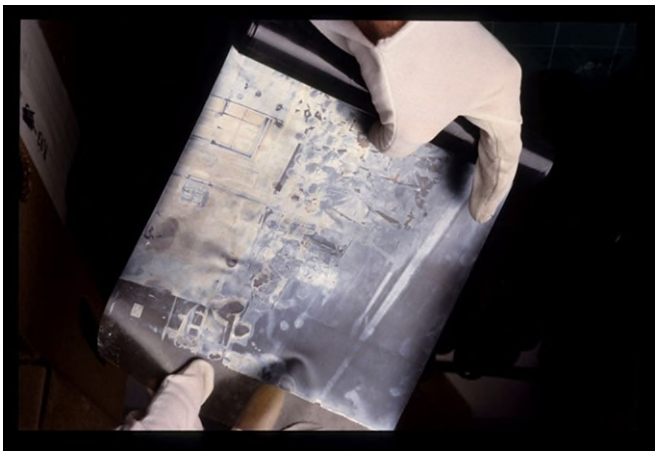
On a continué à expérimenter avec le nitrate de cellulose – aussi appelée « fulmicoton », « coton-poudre », « papier flash » et « pyroxyline » – et, au début des années 1850, on a inventé le collodion en dissolvant du fulmicoton dans un mélange d'éther et d'alcool. Le sculpteur et photographe britannique Frederick Scott Archer, dans sa recherche d'un liant adéquat pour les sels d'argent utilisés en photographie, réussit à créer la plaque au collodion humide en versant du collodion fraîchement préparé sur une plaque de verre, en le laissant se stabiliser et en le sensibilisant par la suite avec du nitrate d'argent. L'utilisation du collodion exigeait de préparer le négatif sur place juste avant l'exposition et de le développer aussitôt afin de minimiser le temps d'exposition. Les photographes devaient transporter toute leur chambre noire sur les lieux de leur travail, ce qui était une tâche pénible. Toutefois, la plaque au collodion humide demeura très populaire jusqu'à la fin du XIXe siècle. Les mêmes substances ont été exploitées pour la production des ambrotypes et des ferrotypes donnant des images positives avec des appareils de petit format. De 1880 à 1920, on a utilisé le collodion comme liant des sels d'argent dans la production de papiers au collodion-chlorure (épreuves positives). Ce procédé a concurrencé la gélatine sur le marché des liants photographiques jusqu'à ce qu'il disparaisse dans les années 1930.

En 1871, Richard Leach Maddox, physicien et passionné de la photographie, met au point une émulsion dans laquelle la gélatine sert de liant. Des améliorations apportées par Charles Bennet accroissent fortement la sensibilité de l'émulsion, ce qui permet des temps d'exposition très inférieurs à une seconde. Bien que d'autres aient fait des essais avec la gélatine, cette substance n'avait pas été largement utilisée jusqu'à cette époque. Elle est devenue le liant de prédilection pour les négatifs sur plaque de verre ou sur support en plastique et les papiers photographiques pour le tirage d'épreuves positives. Elle présente de nombreux avantages : chimiquement stable, elle ne réagit pas avec l'argent de l'image; elle est transparente et incolore; elle épouse la forme de toute surface texturée; elle gonfle en solution aqueuse sans se dissoudre immédiatement, ce qui permet aux produits de développement d'atteindre les sels d'argent; puis, en séchant, elle forme une surface compacte et solide. Les plaques industrielles enduites d'émulsion étaient vendues dès 1879 (figure 3). Protégées de la lumière une fois exposées, elles pouvaient être traitées ultérieurement, ce qui éliminait le besoin d'avoir avec soi une chambre noire et des produits chimiques. En outre, les photographes pouvaient désormais exposer leurs plaques plusieurs mois après leur achat.

© Greg Hill
Figure 3. Plaque à gélatine sèche sous lumière transmise.

En 1873, après de longues recherches sur le nitrate de cellulose par des scientifiques britanniques et américains, John Wesley Hyatt de la Celluloid Manufacturing Company, au New Jersey, commercialisait un produit sous la marque Celluloid. Le celluloïd, ou nitrate de cellulose, était plastifié avec du camphre, une substance qui s'est révélée un élément crucial. Le celluloïd (souvent appelé « ivoire français » aux États-Unis) est considéré comme le premier plastique produit industriellement et commercialisé. Utilisé comme substitut de l'ivoire et de l'écaille de tortue, il était largement employé pour produire des peignes, des boules de billard, des cols de chemise et bien d'autres objets usuels.

On considère généralement que le photographe anglais John Carbutt a été le premier à produire un film léger et souple. Bien qu'il ait fondé la Keystone Dry Plate Works en 1879, il a dû attendre 1887 pour normaliser son procédé, qui consistait à trancher en films d'un centième de pouce (0,25 mm) de gros blocs de nitrate de cellulose plastifié au camphre qu'il se procurait auprès de la Celluloid Manufacturing Company. Il chauffait ensuite les films pressés entre deux plaques de métal pour éliminer les marques de coupure, puis, sur un côté, il leur appliquait une émulsion photographique à base de gélatine qui servait de liant. Bien que de taille limitée et peu flexibles, ces films (ou « pellicules ») ont été largement utilisés comme négatifs photographiques (figures 4a et 4b). De fait, pendant les premières années de l'industrie du cinéma aux États-Unis, le terme « celluloïd » était souvent utilisé pour désigner une production cinématographique, tout comme « film » en français.



© g.samson-Hendriks © Greg Hill
Figures 4a et 4b. Deux exemples de feuilles en nitrate de cellulose.

Peu de temps après, l'entreprise Eastman Kodak a décroché un brevet pour la production de négatifs sur nitrate de cellulose en moulant le nitrate sur de grandes tables de verre formant de longues feuilles (ou films) à la fois fortes et très souples. Ce brevet coïncidait avec un autre brevet obtenu par Hannibal Goodwin pour le même procédé. À la mort de Goodwin, la compagnie Ansco est entrée en possession du brevet et, en 1905, a gagné son procès contre Kodak pour atteinte à la propriété intellectuelle. Or, bien avant, soit en 1889, Kodak avait été la première entreprise à commercialiser le film en rouleaux, révolutionnant ainsi l'industrie photographique. Cette innovation a donné naissance à l'industrie cinématographique et a fait exploser le marché de la photographie amateur. Les professionnels et les amateurs pouvaient désormais prendre des clichés dans une grande variété de conditions. Kodak a judicieusement fabriqué les appareils, vendu les films, développé les négatifs et imprimé les épreuves à un coût abordable pour la classe moyenne. La photographie était devenue omniprésente.

Les problèmes d'instabilité chimique du nitrate de cellulose ont mené à l'adoption d'autres plastiques comme base pour les films, et la production en a été interrompue en 1951. Les films sur support en acétate de cellulose sont apparus au milieu des années 1920, puis ceux sur polyester au milieu des années 1950. Ces deux types de supports sont encore produits de nos jours.

L'industrie photographique a continué d'utiliser la chimie argentique et les technologies qui lui ont donné naissance. Ainsi, pendant plusieurs années, la plupart des produits de photographie noir et blanc ou monochrome utilisaient l'argent. Les films et papiers couleur, ou chromogènes, qui constituent la technologie photographique couleur prédominante des XXe et XXIe siècles, utilisent aussi les halogénures d'argent, bien que les négatifs et les épreuves finales soient uniquement formés de couches de colorants. Les premières substances chromogènes pour les négatifs ont été produites par Agfa en 1939, puis par Kodak en 1942, mais leurs coûts resteront prohibitifs jusqu'à la fin des années 1960 et au début des années 1970. Toutefois, vers le milieu des années 1990, elles constituaient plus de 80 % des ventes de films. Le support du film chromogène présente une teinte

orange caractéristique, et les images se composent de bleus, de verts et de rouges plutôt éteints. La technologie chromogène a été employée pour la production d'images positives sur des films transparents appelés « films inversibles », « diapositives », « acétates » ou « transparents », qui ont largement été utilisées dans les années 1980 et 1990 (figure 5). En raison de sa plus grande stabilité dimensionnelle, le polyester a fini par remplacer l'acétate de cellulose dans les produits photographiques techniques et professionnels.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0088
Figure 5. Négatifs (en haut) et diapositives chromogènes (en bas).

Retouche des négatifs

Pendant la première moitié du XXe siècle, la retouche des négatifs photographique était répandue et servait surtout à améliorer les portraits en atelier (figure 6). Les négatifs retouchés présentent souvent du côté de leur émulsion des parties cireuses ou huileuses sur lesquelles on a délicatement appliqué une substance de retouche. Le crayon de graphite a été le principal outil de retouche des négatifs noir et blanc. Son utilisation exigeait une grande maîtrise pour éviter que l'intervention soit décelable sur l'épreuve finale. On trouve parfois, sur l'émulsion, une substance habituellement opacifiante, noire ou rouge, conçue pour supprimer les éléments superflus (figure 7). Toutes ces substances de retouche sont plus ou moins hydrosolubles.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0038
Figure 6. Négatif retouché d'un portrait en atelier. Un crayon au graphite a été utilisé pour retoucher l'émulsion. Les marques de retouche manuelle sont visibles sur le visage des modèles.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0031
Figure 7. De larges portions de ce négatif ont été masquées par l'ajout d'une substance opaque à l'émulsion.

Avant l'apparition des supports numériques et des imprimantes à jet d'encre qui permettent de produire des images négatives sur des feuilles de plastique, les technologies photographiques non argentiques n'avaient jamais été utilisées pour produire des négatifs. En général, depuis la fin du XIXe siècle jusqu'à aujourd'hui, on a produit commercialement des négatifs sur papier, sur verre et sur différents plastiques, chaque matière possédant des propriétés particulières. Souple et très léger, le papier a été utilisé à différentes époques, de la première photographie prise avec un appareil au travail sur des lieux éloignés. Plus tard, les scientifiques et notamment les astronomes ont adopté le verre pour sa grande clarté et sa forte stabilité dimensionnelle. Les plastiques sont les matières les plus fréquemment employées; légers et souples, les films en plastique sont vendus dans une myriade de formats, ce qui est très pratique autant pour les professionnels que pour les amateurs.

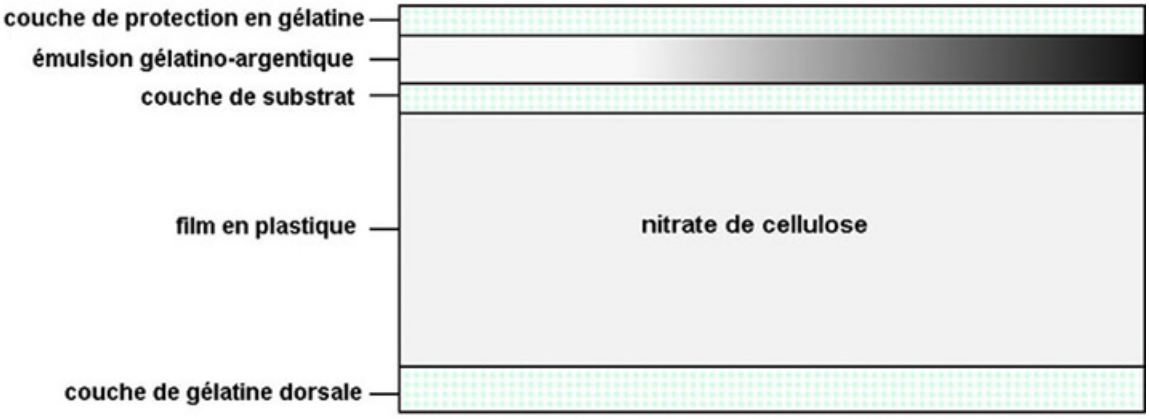
Comprendre la nature des négatifs sur support en plastique

Support en nitrate de cellulose

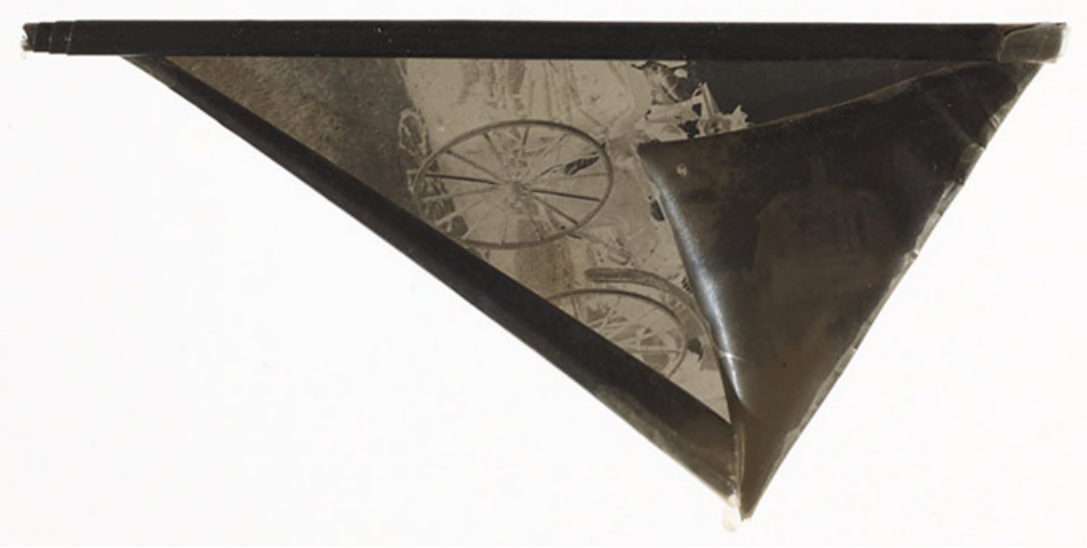
Tableau 1 : Formats et tailles normalisées des films en nitrate de cellulose

Format des films en nitrate de cellulose	Tailles normalisées
Paquet • ce film est plus mince et possède une languette là où il s'attachait au paquet (formats jusqu'à 5 po × 7 po); de la colle ou un reste de papier est souvent visible sur la languette	Divers formats allant jusqu'à 5 po × 7 po
Microfilm	Film 35 mm (offert sur le marché de 1930 à 1940)
Film cinématographique • y compris les émulsions noir et blanc et couleur	Film 35 mm Pellicules pour amateurs (comme les films 17,5 mm découpés dans les films 35 mm)
Rouleau de film	70 mm De nombreux formats de films pour amateurs découpés dans les films 70 mm
Film en feuilles	4 po × 5 po 5 po × 7 po 8 po × 10 po 11 po × 14 po
Film pour rayons X • émulsion enduite sur les deux côtés du support	Différents grands formats

Les films en nitrate de cellulose étaient vendus dans une grande variété de formats. La structure fondamentale d'un film est montrée à la figure 8. L'émulsion de gélatine et d'halogénure d'argent est collée à la base, au support en plastique, par une couche de substrat. Sur les films plus récents, on trouve une couche de gélatine dorsale appelée « couche anti-curling », qui prévient l'enroulement des feuilles. Les premiers films en feuilles ne contenaient pas de couche anti-curling, et souvent, ils se boudinaient en un rouleau très serré (figure 9). À partir de 1935, lorsque Kodak a inauguré son procédé Technicolor, les émulsions couleur ont été appliquées aux supports en nitrate de cellulose, suivies des émulsions chromogènes, dans les années 1940.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0110
Figure 8. Structure typique d’un film en nitrate de cellulose.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 97858-0008
Figure 9. Film en nitrate enroulé (collection Annie McDougal, Musée McCord).

Dégradation des films en nitrate de cellulose

Malgré leurs grands avantages, les supports flexibles en nitrate présentaient un très grave problème, soit leur instabilité chimique. Or, à l’époque, il n’existait pas d’organisme de normalisation ni de contrôles de la qualité qui auraient pu dicter des normes minimales pour la production de films en nitrate. C’est pourquoi leur stabilité varie grandement. Ainsi, certains n’ont survécu que quelques années, alors que d’autres sont encore utilisables de nos jours. La stabilité résulte en partie du procédé de fabrication et en partie des conditions dans lesquelles les négatifs ont été conservés. La

plupart des films très instables faits de nitrate de cellulose se sont déjà détériorés et n'existent plus. Bien que leur composition demeure souvent inconnue, les films en nitrate de cellulose qui se trouvent actuellement dans des collections publiques et privées sont généralement gardés dans de meilleures conditions de préservation, ce qui contribue à atténuer leur détérioration. Le tableau 2 donne les dates de la fin de la commercialisation des produits en nitrate de cellulose. Le dernier film cinématographique en nitrate a été produit en 1951, mais il est possible que l'on n'ait épuisé les réserves de film vierge que vers le milieu des années 1950, une hypothèse qu'il est toutefois difficile de vérifier.

Tableau 2 : Années de la fin de la production

Type de film	Dernière année de production des films en nitrate de cellulose
Film pour rayons X[Remarque 1 de Tableau 2]	1933
Rouleau de film 35 mm[Remarque 2 de Tableau 2]	1938
Film en feuilles pour les portraits et à usage commercial[Remarque 3 de Tableau 2]	1939
Film pour photographie aérienne	1942
Paquet[Remarque 4 de Tableau 2]	1949
Rouleau de film en format 616, 620, etc.[Remarque 5 de Tableau 2]	1950
Film cinématographique professionnel 35 mm[Remarque 6 de Tableau 2]	1951

Remarques de Tableau 2 :

1

Les films pour rayons X étaient souvent enduits, des deux côtés, d'une émulsion argentique de gélatine.

2

Les photographes achetaient souvent de grands rouleaux de film cinématographique 35 mm qu'ils rembobinaient dans des cassettes pour appareil photographique. Il est possible de retrouver des négatifs de photographie sur support en nitrate de cellulose exposés treize ans après cette date.

Type de film	Dernière année de production des films en nitrate de cellulose
3 Les films en feuilles en nitrate de cellulose possèdent généralement une base plus épaisse et plus rigide. Ceux à l'usage des professionnels portent, sur un coin, des encoches qui indiquent le type de film et permettent de savoir, en chambre noire, de quel côté se trouve l'émulsion. Les codes pour les encoches sont présentés plus loin dans la section Reconnaître et distinguer les différents négatifs sur support en plastique.	
4 Les négatifs en paquet avaient la même taille que les films en feuilles. Ces paquets contenaient des films beaucoup plus minces et très souples. Ces négatifs rappellent le film en rouleau. Ils ne portent pas d'encoche, mais sont parfois munis, sur le bord, d'un numéro de négatif de 1 à 12.	
5 Les rouleaux de film de cette taille étaient destinés aux amateurs. Beaucoup de familles conservent probablement à leur domicile une petite quantité de ces négatifs sans se douter du danger qu'ils représentent.	
6 Les films cinématographiques 35 mm pour professionnels sont ceux qui posent le plus grand danger. Tous les films 35 mm sur nitrate de cellulose devraient être copiés par un laboratoire autorisé. On devrait ensuite les éliminer en les confiant au commissaire aux incendies de la municipalité ou à un service de destruction de matières dangereuses. Remarque : les formats 16 mm, 8 mm et super 8, qui étaient destinés aux amateurs, ont toujours été produits sur des films en acétate de cellulose appelés « films de sécurité ».	

Avec le temps, le nitrate de cellulose se dégrade selon différentes voies, notamment l'hydrolyse acide et alcaline et la dégradation photochimique et thermique. Une forte humidité ou une haute température peuvent accélérer ces processus. Les processus de dégradation causent la dissociation des radicaux nitrates de la molécule de nitrate de cellulose et produisent des oxydes nitreux qui, en présence d'humidité, forment de l'acide nitrique. La hausse de l'acidité accélère la dégradation. Cette réaction autocatalytique peut très rapidement entraîner la destruction totale du négatif. Elle catalysera

aussi la destruction rapide d’autres substances proches du nitrate de cellulose en dégradation, tout particulièrement les films en acétate de cellulose.

La dégradation thermique entraîne la dissociation des radicaux nitrates de la molécule de nitrate de cellulose et la production d’oxydes nitreux (Reilly, 1991).

La baisse importante de sa température de combustion est un autre effet secondaire de la dégradation. La température de combustion des films en nitrate neufs pouvait être d’environ 150 °C; or, le record de la plus faible température de combustion d’un film dégradé est 41 °C (Cummings, 1950). En été, la température des réserves non isolées peut facilement excéder cette valeur, ce qui peut entraîner une combustion spontanée. Les conséquences peuvent être, et ont déjà été, dévastatrices dans les grandes réserves. Les centres de conservation de films sont particulièrement vulnérables à la combustion, comme l’étaient les cabines de projectionniste dans les cinémas.

En brûlant, le nitrate de cellulose libère l’oxygène qui y était lié. Il en résulte un feu autoentretenu qui rend vaine toute tentative d’étouffer et de maîtriser la combustion, laquelle se poursuivra jusqu’à ce que le film ait été entièrement consumé. Selon l’évolution des gaz de combustion, les films brûlent environ 15 fois plus vite que le bois (mais à une température inférieure), ce qui produit des forces quasi explosives. Au début de la combustion, des gaz toxiques sont libérés. Ceux-ci sont responsables de la plupart des décès causés par les feux de films en nitrate. De nombreux incendies célèbres et bien documentés, notamment celui de l’Office national du film à Beaconsfield, au Québec, en 1967, ont fait connaître au public les dangers associés au nitrate.

Stades de détérioration

On distingue six stades de détérioration des films en nitrate de cellulose, qui sont décrits dans le tableau 3 et illustrés aux figures 10a, 10b, 11a et 11b. Ces stades font l’objet d’un large consensus, mais ne constituent pas un système normalisé de classification de la détérioration. Ils permettent toutefois aux gestionnaires des collections de caractériser le degré de dégradation des collections et de prendre les mesures appropriées pour le traitement et la mise en réserve. La température, l’humidité, les contenants de protection pour la mise en réserve et le stade de détérioration influencent la vitesse de dégradation des films. Plus la température et l’humidité sont élevées, plus la détérioration s’accélère.

Tableau 3 : Les six stades de la détérioration des films de nitrate de cellulose

Stade	Description	Recommandations
0	Aucune détérioration.	Séparer du reste de la collection. Conserver au frais ou au froid.
1	Le film jaunit et l’image montre un miroitement causé par l’argent (figure 10a).	Séparer du reste de la collection. Conserver au frais ou au froid.

2	Le film devient collant et dégage une forte odeur d'acide nitrique (figure 10b).	Séparer du reste de la collection. Conserver au frais ou au froid.
3	Le film vire à l'ambre et l'image argentée commence à s'estomper (figures 11a et 11b).	Séparer du reste de la collection. Conserver au frais ou au froid.
4	Le film se ramollit et peut se coller aux objets proches. L'image devient indistincte.	Expédier à un spécialiste pour sa destruction.
5	Le film se décompose complètement et s'effrite en une poudre brune.	Expédier à un spécialiste pour sa destruction.

Remarque : toute détérioration se situant entre les stades 1 à 5 constitue un risque pour la santé et la sécurité.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0041
© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0037
Figures 10a et 10b. Premier (10a) et deuxième (10b) stades de détérioration des négatifs sur support en nitrate de cellulose.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0003
© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0004
Figures 11a et 11b. Troisième stade de détérioration sous lumière transmise (11a) et sous lumière spectrale (11b) montrant l'étendue de la réflexion par l'argent à la surface de l'émulsion.

Support en acétate de cellulose

Tableau 4 : Formats et tailles normalisées des films en acétate de cellulose

Formats des films en acétate de cellulose	Tailles normalisées
Microfilm	35 mm
Film cinématographique	35 mm 8 mm Super 8 9,5 mm et 16 mm (toujours fabriqués sur

	support en acétate de cellulose/film de sécurité) Films Edison de 22 mm Films Pathé de 28 mm
Rouleau de film • comprend les films noir et blanc ainsi que ceux pour négatifs couleur et diapositives • en cassettes de métal et de plastique	4 po × 5 po 5 po × 7 po 8 po × 10 po 11 po × 14 po 16 po × 20 po
Film en feuilles • comprend les films noir et blanc ainsi que ceux pour négatifs couleur et diapositives	4 po × 5 po 5 po × 7 po 8 po × 10 po 11 po × 14 po 16 po × 20 po

Les problèmes d'instabilité chimique du nitrate de cellulose se sont rapidement manifestés après leur commercialisation à la fin du XIXe siècle. La détérioration souvent rapide et les problèmes d'inflammabilité connexes ont produit des feux dévastateurs et causé des décès. Des recherches poussées ont permis de trouver une substance de remplacement : l'acétate de cellulose. Elle avait d'abord été utilisée pour enduire les toiles servant à construire les avions. Or, on a étudié la possibilité d'en former des feuilles minces et flexibles et, en 1909, Kodak a créé un support en plastique de film photographique. La combinaison d'un mélange de fibres de cellulose tirées de pulpe de bois ou de fibres de coton avec de l'acide acétique, de l'anhydride acétique et un catalyseur, comme l'acide sulfurique, a permis d'obtenir du diacétate de cellulose. Des problèmes techniques ont retardé la production commerciale jusqu'en 1923, année à partir de laquelle Kodak a produit des films cinématographiques 16 mm pour amateurs sur un support en diacétate de cellulose. À l'instar des films en nitrate, tous les produits pour la photographie noir et blanc ou couleur sur acétate de cellulose comportaient une émulsion d'halogénure d'argent dans de la gélatine.

En 1925, Kodak est devenu le premier fabricant de films en feuilles de diacétate de cellulose. Contrairement au nitrate, ils n'étaient pas très inflammables, d'où l'appellation « film de sécurité ». C'est Kodak qui a été la première entreprise à imprimer des mentions « Safety » ou « Safety Film » sur le bord de la plupart des feuilles et rouleaux de film en acétate de cellulose. Agfa, Defender, Dupont Defender et Hammer ont commencé à fabriquer le film de sécurité sur support en diacétate de cellulose vers le milieu des années 1930 et Agfa-Ansco et Defender ont continué à utiliser ce support avant d'opter pour le polyester en 1955 (Horvath, 1987). Toutefois, plusieurs rouleaux anciens de film grand format de l'époque (1930-1940) ne portent pas la mention sur leurs bords; il est ainsi plus difficile d'en déterminer la nature de nos jours.

Quelques années après avoir entamé la production du diacétate de cellulose, Kodak a ouvert un laboratoire de recherche consacré à la mise au point d'autres esters de cellulose présentant une résistance mécanique et à l'humidité ainsi qu'une stabilité dimensionnelle et chimique optimales.

L’acétopropionate de cellulose, synthétisé en 1927, et l’acétobutyrate de cellulose, synthétisé en 1936, ont tous deux été utilisés pendant les décennies suivantes, et ce dernier polymère est toujours produit par l’Eastman Chemical Company, mais pas pour la production de négatifs photographiques.

La production du triacétate de cellulose a démarré en 1948. On désirait un produit plus stable que les premiers acétates de cellulose. Le triacétate est toujours largement utilisé pour tous les types de films. À cause de ses propriétés physiques, l’industrie cinématographique continue de le préférer au polyester. Par exemple, étant donné qu’il est beaucoup moins robuste que le polyester, en cas de blocage, ce n’est pas le coûteux projecteur qui se brise mais plutôt le film. Il est aussi plus facile de coller un film en acétate qu’un film en polyester. À l’heure actuelle, la plupart des films photographiques sont toujours produits sur triacétate de cellulose, une substance moins coûteuse que le polyester.

Le tableau 5 indique les périodes de production de chaque type d’acétate de 1925 à aujourd’hui.

Tableau 5 : Production des différents types d’acétate après 1925 (Valverde, 2004)

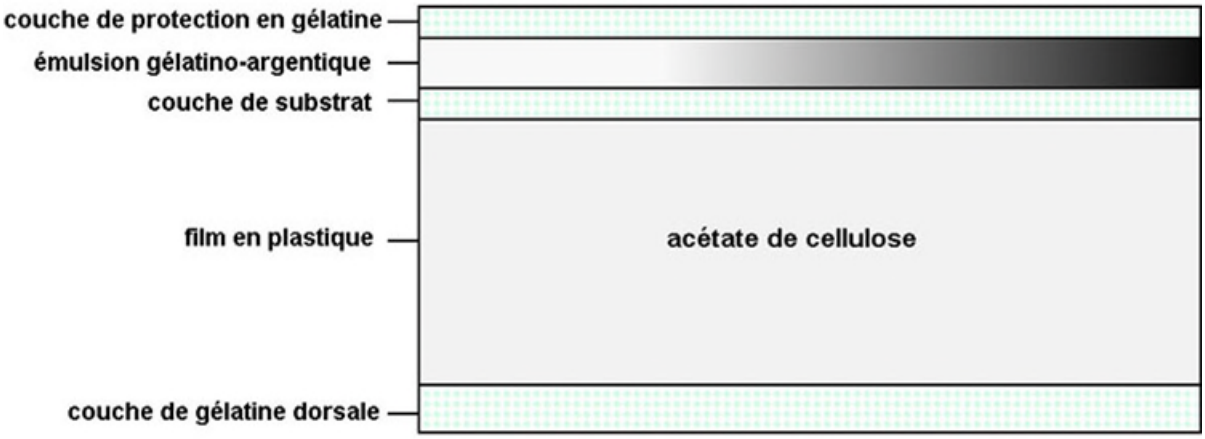
Type d’acétate	Dates	Type de film	Fabricants
Diacétate	Environ 1923 à environ 1955	Rouleaux, feuilles	Agfa, Ansco, Dupont, Defender, Kodak
Acétopropionate	1927 à environ 1949	Rouleaux	Kodak
Acétobutyrate	1936 à aujourd’hui	Feuilles, films pour rayons X, photos aériennes	Kodak
Triacétate	Environ 1950 à aujourd’hui	Rouleaux	Presque tous les fabricants

Dégradation des films en acétate de cellulose

Bien que le problème d’inflammabilité ait disparu avec l’utilisation de l’acétate de cellulose, d’autres grandes difficultés se sont rapidement manifestées. Naturellement instables, en particulier sous haute température et haute humidité, les films ont commencé à se détériorer en quelques années seulement dans certains cas.

Deux réactions distinctes causent la détérioration. La première est la dé-estérification de la molécule : la cassure du lien entre le radical acétyle et la molécule de cellulose en présence d’humidité forme de l’acide acétique, lequel donne l’odeur particulière du vinaigre, d’où le nom « syndrome du vinaigre ». La seconde réaction, causée par une forte acidité, est le bris des liens polymériques de l’acétate de cellulose qui réduit la viscosité de la base et cause sa fragilisation et son rétrécissement. L’acétate devient de plus en plus acide en se détériorant. Cette acidité accrue combinée à l’humidité ambiante du milieu accélère la détérioration. Les fortes températures accélèrent aussi cette réaction autocatalytique.

On ajoute à l'acétate de cellulose des plastifiants, comme du phtalate de diméthyl glycol, du phosphate de tributyle ou du phtalate de dibutyle, pour accroître sa souplesse. À mesure que l'acétate de cellulose vieillit, les plastifiants peuvent migrer à la surface et créer une pellicule huileuse. Leur fuite de la matrice se traduit par des changements de dimensions : le support en plastique rétrécit, ce qui cause la formation de bulles et de sillons dans l'émulsion collée et les couches anti-curling (figure 12). Toute la feuille se gauchit et des ondulations (cloques) se forment, puis l'image est finalement obscurcie. Tout rétrécissement du support est particulièrement dévastateur pour les films cinématographiques, puisque l'avancée du film dans le projecteur dépend de l'espacement précis des perforations (figure 13). On trouve souvent des dépôts blanchâtres le long des bords et dans les bulles des films, et un liquide clair se loge parfois dans ces dernières. Une fois que l'odeur de vinaigre est perceptible, la détérioration est bien entamée et il faut prendre des mesures pour la ralentir ou l'arrêter.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0105
Figure 12. Structure typique d'un film en acétate de cellulose.

Les différents stades de détérioration sont résumés dans le tableau 6 et illustrés aux figures 14 à 16. Encore une fois, il ne s'agit pas de normes universelles, mais plutôt d'un guide destiné aux gestionnaires pour les aider à évaluer l'état de leurs collections. Une fois que ces symptômes commencent à apparaître, il n'y a qu'une seule solution possible, et ce, même au stade 1. Il faut séparer ces objets du reste de la collection, les copier, dans la mesure du possible, puis les ranger dans une chambre froide. Ces actions seront détaillées plus loin dans le texte.

Tableau 6 : Stades de détérioration de l'acétate de cellulose

Stade	Description
1	Odeur de vinaigre
2	Rétrécissement

3	Le film garde une cambrure si on le courbe. Il ne reste pas à plat et présente des ondulations.
4	Craquellement : l’émulsion se fissure, l’image ressemble à une mosaïque fracassée.
5	Poudre blanche sur les bords (détérioration du liant, qui entraîne la séparation du plastifiant du film); parfois des cloques remplies de liquide.
6	Le film est fragilisé et craqué, et il forme des carrés si on l’enroule sur une bobine (rouleau étoilé) (figure 13).
7	Le film n’est plus flexible et l’émulsion s’écaille depuis le support.

© Image Permanence Institute
Figure 13. Bobine de film cinématographique formant des carrés (rouleau étoilé).

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0006 © Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0090
Figures 14a et 14b. Premier stade de détérioration des négatifs sur support en acétate de cellulose sous lumière transmise (14a) et sous lumière réfléchie (14b).

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0019 © Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0020
Figures 15a et 15b. Troisième stade de détérioration des négatifs sur support en acétate de cellulose sous lumière transmise (15a) et sous lumière réfléchie (15b).

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0022

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0023
Figures 16a et 16b. Septième stade de détérioration des négatifs sur support en acétate de cellulose sous lumière transmise (16a) et sous lumière réfléchie (16b).

Toute détérioration ultérieure se traduit par la perte complète de l'intégrité physique du film. Le support et la couche de gélatine – toute la matrice – s'effritent sous la pression.

La recombinaison des colorants antihalos est un autre phénomène lié à la détérioration de la pellicule. Les colorants antihalos sont ajoutés à la couche anti-curling pour absorber la lumière traversant l'émulsion et le support afin qu'elle ne puisse pas se diffuser dans l'émulsion photosensible pendant l'exposition et créer un effet de halo. Les colorants perdent leur coloration au cours du développement, c'est pourquoi ils sont invisibles sur le négatif développé. Toutefois, leur couleur caractéristique bleu ou rouge peut réapparaître dans le milieu acide d'un film dégradé (figure 17).

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0107
Figure 17. Exemple de virage au bleu de colorants antihalos dans une pellicule dégradée en acétate de cellulose.

Il existe des techniques qui permettent de rétablir la taille des films (« dé-rétrécissement »), mais ce sont des mesures temporaires qui peuvent endommager le film de façon permanente. On ne devrait les utiliser qu'en laboratoire et en dernier recours pour tirer un nouveau négatif ou une nouvelle épreuve. Le traitement des négatifs sur support en acétate de cellulose est abordé plus en détail dans la section Le traitement des négatifs sur support en plastique.

Support en polyester

Tableau 7 : Formats et tailles normalisées des films en polyester

Formats de films en polyester	Tailles normalisées
Microfilm • y compris les films noir et blanc et chromogènes	35 mm
Film cinématographique • y compris les films chromogènes	35 mm
Rouleau de film • y compris les négatifs noir et blanc et chromogènes, et les diapositives	4 po × 5 po 5 po × 7 po 8 po × 10 po 11 po × 14 po 16 po × 20 po
Film en feuilles • y compris les négatifs noir et blanc et chromogènes, et les diapositives	4 po × 5 po 5 po × 7 po 8 po × 10 po 11 po × 14 po 16 po × 20 po

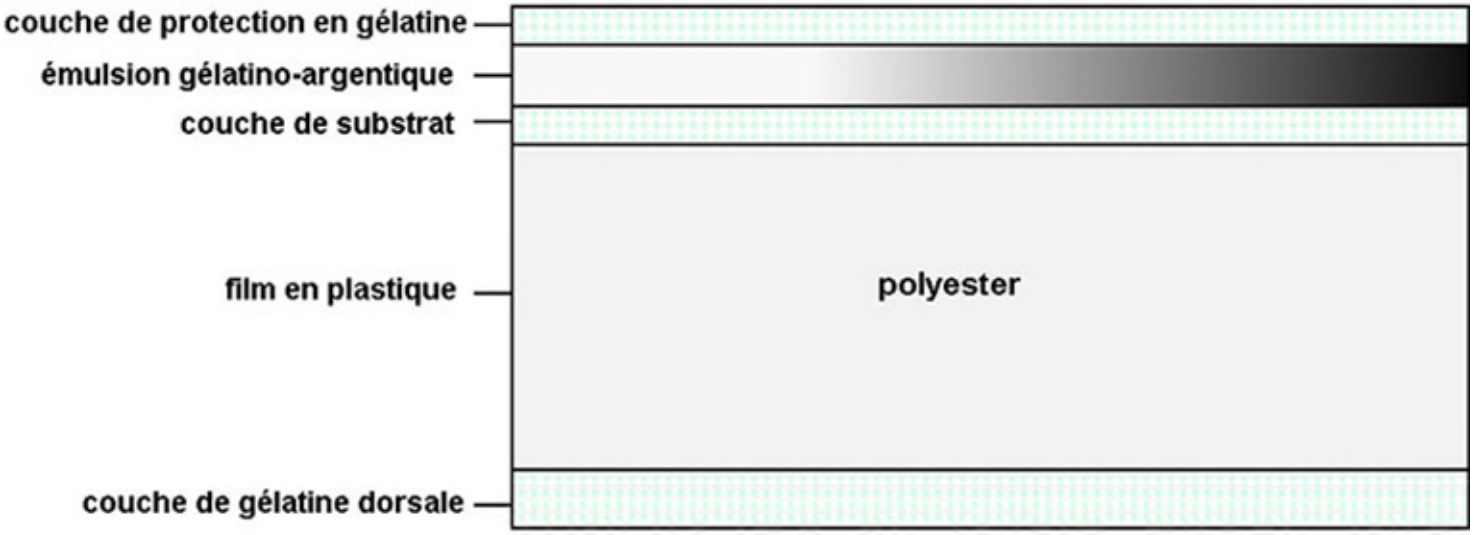
Il existe de nombreux types de polyesters, naturels ou synthétiques, mais le terme « polyester » désigne habituellement le poly(téréphtalate d'éthylène) (PTE). C'est un polymère à longues chaînes, thermoplastique, transparent, incolore et sans plastifiant, synthétisé à la fin des années 1940. Les feuilles de polyester sont formées par extrusion. Le polymère chauffé continuellement est extrudé dans une fente et tiré sur la longueur, alors qu'il est simultanément étiré sur sa largeur. En conséquence, les molécules sont orientées dans deux directions différentes, qui présentent chacune un indice de réfraction distinct. On obtient alors une feuille biréfringente, ce qui signifie qu'un rayon lumineux qui la traverse se divise en deux rayons séparés, car elle possède deux indices de réfraction, dont les directions de polarisation sont perpendiculaires.

Depuis les années 1950, on a utilisé le polyester comme support pour les films en feuilles et, depuis les années 1990, comme support pour la distribution des œuvres cinématographiques. Le produit est robuste, résistant aux déchirures, stable sur le plan chimique et dimensionnel, et l'on peut en obtenir des feuilles d'une épaisseur allant de 1 µm à 350 µm. La grande résistance du polyester à la déchirure en fait le support idéal des films soumis aux rigueurs de la projection commerciale. Toutefois, le collage des films en polyester pose problème, puisque les adhésifs ne collent pas sur leur surface. Le thermosoudage et le ruban à coller le film ont réglé le problème, mais, dans nombre de cas, on préférera les films en acétate de cellulose. Étant donné l'extrême résistance du polyester à la déchirure, si un film se bloque dans un projecteur, c'est habituellement l'appareil qui en souffre et non le film, puisque les perforations d'entraînement résistent.

En outre, la surface lisse et glissante du polyester a causé des problèmes les premiers temps où il a été utilisé comme support à film, puisque les émulsions n'y adhéraient pas. Des additifs ont donc été conçus afin de créer une texture ou de donner du mordant à la surface pour assurer l'adhésion correcte des émulsions. Le film photographique sur support en polyester utilise toujours la technologie des émulsions d'halogénures d'argent dans la gélatine (figures 18a, 18b et 19).

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0013

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0012
Figures 18a et 18b. Négatif sur support en polyester sous lumière transmise (18a) et sous lumière réfléchie (18b).



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0108
Figure 19. Structure typique d'un film en polyester.

Dégradation du polyester

Étant donné la très grande stabilité chimique du polyester dans une grande variété de milieux expérimentaux, il existe peu de statistiques sur sa vitesse de dégradation. Les résultats des essais effectués à l'Image Permanence Institute indiquent que la durée de vie prévue du polyester dépasserait les 1 000 ans et que, dans les quelque 60 années de commercialisation du film en polyester, aucun cas de dégradation dans une collection, quel que soit l'environnement, n'a été documenté (P. Z. Adelstein, J. M. Reilly, D. W. Nishimura et C. J. Erbland, 1995, p. 141). Un environnement optimal de conservation allongerait évidemment la durée de vie prévue du film.

La gélatine photographique peut être d'une grande stabilité chimique, l'argent qui compose l'image étant la composante la plus faible du support du film, puisqu'il peut être oxydé par la pollution de l'air. Les traitements après le développement, comme le virage au sélénium ou au soufre de l'argent, donnent une bien plus grande stabilité à l'image, ce qui rend le négatif sur polyester beaucoup moins sensible à toute forme de détérioration.

Reconnaître et distinguer les différents négatifs sur support en plastique

En se décomposant, les films en nitrate de cellulose et en acétate de cellulose dégagent des substances volatiles caractéristiques pouvant avoir un effet dévastateur sur les autres matières conservées à proximité. C'est particulièrement vrai lorsque le nitrate de cellulose et l'acétate de cellulose sont rangés ensemble, puisque cela peut accélérer leur détérioration. Dans de tels cas, la

séparation des collections est essentielle à leur préservation, notamment si des signes de décomposition, comme les odeurs caractéristiques, le rétrécissement, le gauchissement des supports ainsi que l'altération de leur couleur, sont évidents.

Pouvoir distinguer les différents supports en plastique peut être critique pour la survie à long terme des collections de négatifs. S'ils ne sont pas détériorés et qu'ils ne portent pas de marques visibles de leur composition, il peut être difficile de déterminer de quoi ils sont faits. La teinte de l'image ainsi que celle du support, tout comme son épaisseur et son format, donnent parfois peu d'indices quant au type de plastique et à sa date de fabrication.

Étant donné les trois types de plastiques – nitrate de cellulose, acétate de cellulose et polyester – et les essais limités que l'on peut effectuer avec la plupart des collections, on peut suivre les étapes suivantes pour distinguer les différents supports (chaque étape est décrite dans la section suivante) :

1. déterminer la date du négatif
2. examiner les marques sur les bords
3. examiner les encoches codées
4. faire un essai sous lumière polarisée pour détecter le polyester
5. faire un essai à la diphénylamine pour détecter le nitrate de cellulose

Si les résultats des étapes 4 et 5 sont négatifs, le support n'est ni du polyester ni du nitrate de cellulose, et l'on est conséquemment en présence d'acétate de cellulose.

Étape 1 : déterminer la date du négatif

Si l'on sait avec certitude que le négatif a été produit entre 1889 et 1920, il est en nitrate de cellulose.

Si l'on sait avec certitude qu'il a été produit après 1955, il est en acétate de cellulose ou en polyester.

Si l'on a établi avec certitude qu'il a été produit après 1920, mais qu'aucun autre renseignement n'est accessible, on passe à l'étape 2.

Étape 2 : examiner les marques sur les bords

Les premiers films pour négatifs en nitrate de cellulose produits par Kodak portaient la mention « nitrate » sur le bord (figure 20a). Si cette marque apparaît sur un négatif, il faut le séparer des films comportant les inscriptions « Safety » ou « Safety Film » et de toute autre film non marqué.

Les mots « Safety » ou « Safety Film » sont habituellement imprimés sur le bord des films qui ne comportent pas de nitrate de cellulose (figure 20b). La mention « Safety » peut se trouver sur les films en acétate de cellulose et les films en polyester. Si cette mention apparaît sur un négatif, il faut séparer ce dernier de tout film que l'on sait en nitrate de cellulose.

S’il n’y a pas de mention sur les bords, on passe à l’étape 3.

Étape 3 : examiner les encoches codées

Nombre de feuilles ou de rouleaux anciens de film de divers fabricants ne portent pas d’encoche sur les bords. Cependant, toutes sortes de films en feuilles (noir et blanc, couleur, diapositives, etc.) de différents fabricants ont une série d’encoches sur le coin supérieur droit, lorsque l’émulsion fait face à l’observateur (figures 20a et 20b). En tâtant ces encoches, le technicien en chambre noire pouvait déterminer le type de film et orienter la feuille correctement dans les bacs de développement, maximisant ainsi le contact avec les produits de développement et de nettoyage.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0047

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0046
Figures 20a et 20b. Exemples de marques et d’encoches sur les bords de négatifs sur supports en nitrate (20a) et en acétate (20b).

Ces encoches constituent des indices sur l’identité du film. Malheureusement, elles ne sont pas totalement fiables, car les fabricants ont réutilisé divers codes pour d’autres types de supports. Ces

encoches ne se trouvent que sur les films en feuilles et non sur les négatifs découpés dans un rouleau de film, mais elles peuvent être très utiles, notamment si l'on connaît le fabricant. La section Bibliographie présente différents guides des codes d'encoches (Horvath, 1987; Eastman Kodak Company, 2004; Morrisson, 2005-2010).

S'il est possible de déterminer avec certitude le type de film à partir du code d'encoche, le film doit être séparé de la collection et conservé de façon appropriée.

S'il est impossible de déterminer le type de film à partir du code d'encoche ou que les résultats ne sont pas concluants, on passe à l'étape 4.

Étape 4 : faire un essai sous lumière polarisée pour détecter le polyester

L'essai sous lumière polarisée permet de distinguer avec certitude les films en polyester de ceux en nitrate de cellulose ou en acétate de cellulose. Le film en polyester est une substance biréfringente, ce qui signifie qu'un rayon lumineux qui la traverse se divise en deux rayons séparés, car elle possède deux indices de réfraction, dont les directions de polarisation sont perpendiculaires. Cette propriété découle du procédé de fabrication du polyester. Le polymère chauffé continuellement est extrudé dans une fente et tiré sur la longueur, alors qu'il est simultanément étiré sur sa largeur. En conséquence, les molécules sont orientées dans deux directions différentes, lesquelles présentent chacune un indice de réfraction distinct. La feuille est ainsi biréfringente.

On dit de deux filtres polarisants qu'ils sont croisés si l'un est tourné par rapport à l'autre de façon que l'ensemble soit opaque (il existe deux directions de polarisation : parallèle et perpendiculaire). Si, entre ces deux polariseurs croisés, on glisse un film en polyester clair ou non entièrement couvert par une image, cela aura pour effet de faire tourner l'axe de polarisation de la lumière ayant passé le premier polariseur de façon qu'il ne soit plus perpendiculaire à l'axe du second polarisateur et qu'il puisse le traverser. On pourra voir, sur cette partie sans image, un patron d'interférence dans les tons de rose et de vert (figure 21). Les résultats devraient être incontestables, mais il est essentiel d'utiliser une partie du négatif qui ne contient ni image d'argent ou qui en contient très peu. Ce phénomène ne se produit pas avec les supports en nitrate de cellulose ou en acétate de cellulose.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0072
Figure 21. Lorsqu’une partie d’un négatif sur support en polyester est intercalée entre deux filtres polarisants, le négatif devient visible. La lumière peut passer à travers, et l’on peut voir apparaître des zones roses et vertes, une conséquence de la biréfringence.

Si le négatif n’est pas biréfringent, on passe à l’étape 5.

Étape 5 : faire un essai à la diphénylamine pour détecter le nitrate de cellulose

L’essai à la diphénylamine est basé sur la production d’ions nitrates dans le plastique par l’hydrolyse dans une solution d’acide sulfurique. En présence d’ions nitrates, le réactif se teinte d’un bleu indigo très caractéristique. En contact avec la solution d’essai, les films sans nitrate de cellulose resteront incolores. Parfois, une teinte brun-verdâtre apparaîtra, mais il ne s’agit pas d’un résultat positif et l’on peut conclure que l’échantillon ne contient pas de nitrate.

Le réactif actuellement recommandé pour la détection du nitrate de cellulose dans le matériel photographique est une solution de diphénylamine à 0,8 % dans de l’acide sulfurique concentré à 80 %. Fisher Scientific (Canada) et LabChem Inc. (États-Unis) produisent une solution mère prête à l’emploi de diphénylamine à 1 % dans de l’acide sulfurique concentré. La concentration en acide étant trop élevée, on doit diluer cette solution mère avec de l’eau avant de l’utiliser. Quatre parts de solution mère et une part d’eau produisent une solution d’essai à 0,8 %.

Préparation de la solution d’essai

Ce réactif est préparé à partir de la solution mère comme suit :

Ajouter 80 mL de solution mère à 20 mL d’eau dans un grand contenant et agiter. Puisque chaque essai ne nécessite qu’une goutte, 100 mL de réactif permet d’effectuer des centaines d’essais.

Mise en garde

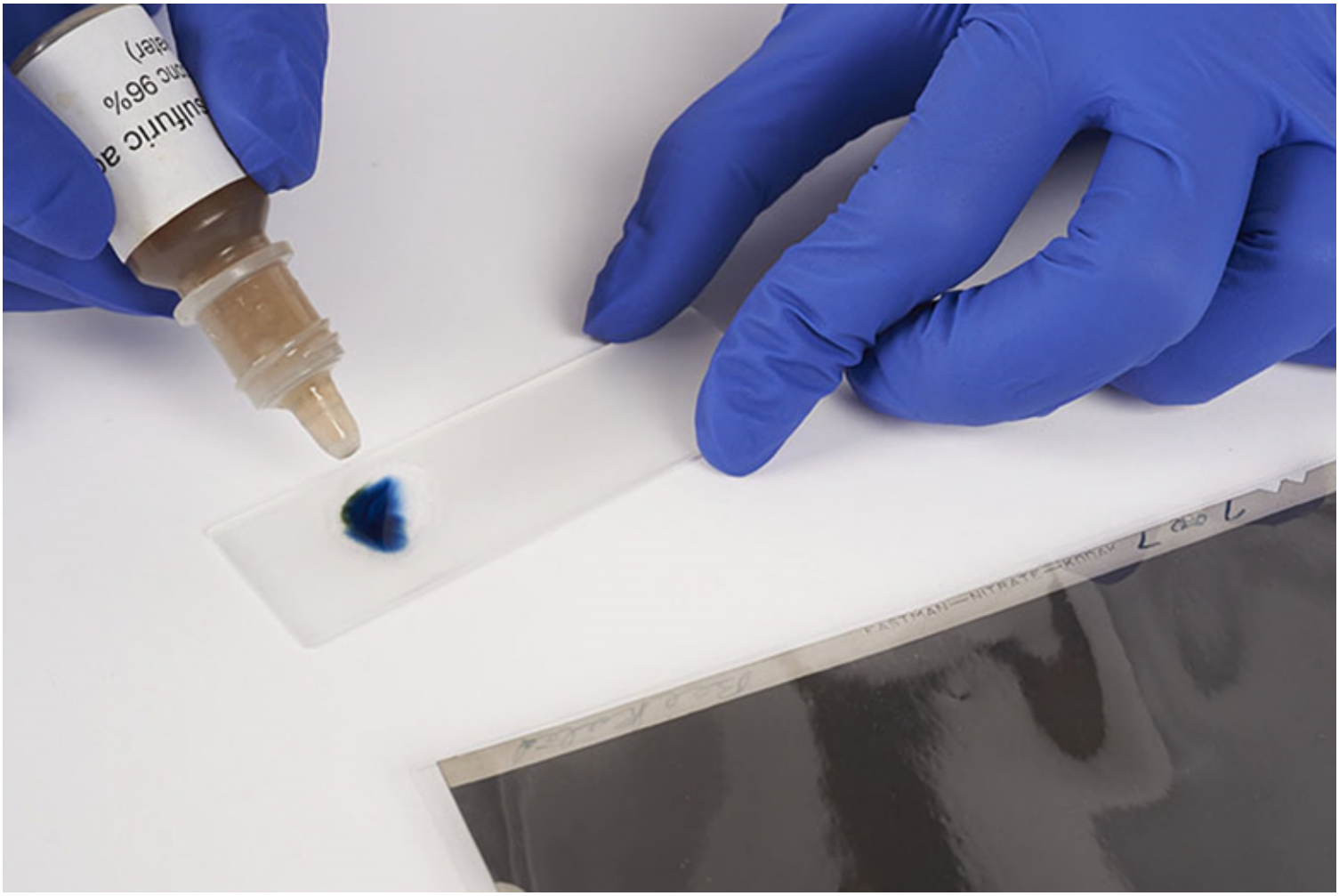
- La solution est très corrosive et doit être manipulée avec grand soin. Pour ce faire, il faut toujours porter un équipement de protection individuelle adéquat, y compris des gants et des lunettes de protection.
- Toujours verser l’acide dans l’eau. Verser de l’acide sulfurique dans l’eau produira beaucoup de chaleur; il est donc important d’agiter la solution pour prévenir l’ébullition localisée et les éclaboussures.
- La solution ne doit pas être conservée dans des bouteilles dont le bouchon ou la garniture du bouchon est fait de caoutchouc, de papier ou de métal. Conserver le réactif préparé dans un flacon compte-gouttes en polyéthylène permet de verser aisément une seule goutte de réactif sur les échantillons.

Préparation d’un échantillon

L’essai à la diphénylamine est destructif, mais il ne nécessite qu’un échantillon minuscule. Rogner le bord de l’échantillon de film à l’aide d’une lame de microscope dépolie. Pour ce faire, maintenir le film perpendiculaire à la surface de la lame et frotter la lame d’avant en arrière contre le bord du film. La perte de matière sur le négatif est quasi indétectable (figures 22a, 22b et 22c).

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0075

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0078



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0079
Figures 22a, 22b et 22c. Essai à la diphénylamine. L’échantillon de film en nitrate de cellulose est frotté avec une lame de microscope dépolie (22a). Un dépôt blanc provenant du film de nitrate de cellulose apparaît sur la lame de microscope (22b). La diphénylamine devient bleue lorsqu’elle entre en contact avec le dépôt de nitrate de cellulose sur la lame (22c).

Procéder à l’essai de l’échantillon sur la lame

Placer une petite goutte de solution de diphénylamine sur la lame de microscope dépolie à l’endroit où le bord du film a été frotté. Si la solution vire immédiatement à l’indigo foncé, le résultat est positif et le film contient du nitrate de cellulose. Si d’autres couleurs sont présentes (plutôt qu’une teinte de bleu, du vert ou une couleur très pâle), le résultat doit être considéré comme négatif.

Il est possible de tester la présence de nitrate de cellulose dans la couche de substrat des premiers films de sécurité à l’aide d’un microscope. Tout en observant le film au microscope, poser une petite

quantité de solution de diphénylamine sur le support à l'aide d'une fine tige de verre et attendre l'apparition de la couleur bleue.

L'essai à la diphénylamine pour déceler la présence de nitrate de cellulose est décrit dans la Note de l'ICC 17/2 *Test ponctuel à la diphénylamine pour déceler la présence de nitrate de cellulose dans les objets de musée*.

Préoccupations pour la santé et la sécurité associées à la dégradation des plastiques

Il est très important de se conformer à des lignes directrices éprouvées sur la mise en réserve et la manipulation du nitrate et de l'acétate de cellulose, non seulement pour la préservation à long terme des collections mais aussi pour la santé et la sécurité des personnes qui y sont exposées.

La seule norme qui répond à ces préoccupations est la norme américaine NFPA 40, *Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Film*. Parce que le nitrate de cellulose est grandement inflammable et que les sous-produits de sa décomposition sont destructeurs, il est impératif de repérer les films en décomposition, de les séparer de la collection et de les ranger adéquatement. Selon leur degré de détérioration, il peut être nécessaire de détruire les films, une opération qui nécessite aussi de suivre des règles strictes. Les films en nitrate de cellulose détériorés ont une très basse température de combustion; ainsi, on devra veiller à ce que la température de stockage ne dépasse pas les 30 °C et s'assurer qu'il n'y a aucun risque d'incendie dans les environs.

Il n'existe pas de normes équivalentes à la NFPA 40 pour les films en acétate de cellulose. Bien que la cellulose ne constitue pas un danger d'inflammabilité comme le nitrate, elle pose tout de même un risque important pour la santé. Des insuffisances respiratoires et des troubles dermatologiques chroniques peuvent apparaître après une exposition prolongée à cette substance. Les exigences pour stocker et manipuler adéquatement les films en acétate de cellulose sont présentées dans les normes suivantes de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) :

- ISO 18901:2010, *Matériaux pour l'image – Films noir et blanc de type gélatino-argentique traités – Spécifications relatives à la stabilité*
  Cette norme couvre les exigences relatives au support, à l'émulsion, aux couches dorsales et à la stabilité des images des films en acétate de cellulose.
- ISO 18906:2000 (révisée en 2012), *Matériaux pour image – Films photographiques – Spécifications pour le film de sécurité*
  Cette norme couvre les exigences et les méthodes d'essais pour les délais d'allumage et les temps de combustion des films en acétate de cellulose.
- ISO 18911:2010, *Matériaux pour l'image – Films photographiques de sécurité traités – Techniques d'archivage*
  Cette norme aborde des sujets liés aux contenants de protection, aux enceintes et aux conditions ambiantes pour les films en acétate de cellulose.

- ISO 18916:2007, *Matériaux pour l'image – Matériaux pour l'image traités – Essai d'activité photographique pour les matériaux de fermeture*
  L'essai d'activité photographique décrit dans cette norme est un test de prédiction des interactions entre le contenant de protection et l'image photographique. Il peut également être utilisé pour évaluer l'activité photographique qui pourrait être causée par les composants des contenants de protection, comme les adhésifs, les encres, les peintures, les étiquettes et les bandelettes adhésives.
- ISO 18931:2001, *Matériaux pour l'image – Recommandations pour le mesurage et le contrôle de l'humidité*
  Cette norme définit les termes pertinents et les différents systèmes de mesure pour les films en acétate de cellulose.

Les produits de la décomposition des polymères

La dégradation des supports en nitrate de cellulose ou en acétate de cellulose entraîne la progression de produits chimiques qui peuvent avoir des effets graves sur la santé des personnes chargées d'assurer la conservation de ces films à long terme.

La décomposition des supports en nitrate de cellulose produit notamment des oxydes nitreux (NO, NO_2). En présence d'humidité ou de buée, ces gaz peuvent former des gaz acides qui s'attaqueront aux matières à proximité, y compris toutes les substances organiques et métalliques. Puisque le nitrate n'émet qu'une faible odeur détectable, ces gaz peuvent être en forte concentration avant qu'on les sente. L'odeur, lorsqu'elle est perçue, est âcre et piquante.

La dégradation des supports en acétate de cellulose produit de l'anhydride acétique, lequel produit de l'acide acétique en présence d'humidité atmosphérique. Ces produits volatils sont aussi présents dans l'air et s'attaquent aux matières environnantes. L'odeur de la décomposition rappelle celle du vinaigre. En général, plus l'odeur est forte, plus l'acidité sera forte. L'expression « syndrome du vinaigre » est souvent utilisée pour désigner la décomposition de l'acétate de cellulose.

Les effets de l'exposition à long terme sur la santé

Même les courtes expositions aux produits de la décomposition du nitrate de cellulose ou de l'acétate de cellulose peuvent provoquer des ennuis de santé, en particulier des problèmes respiratoires et dermatologiques.

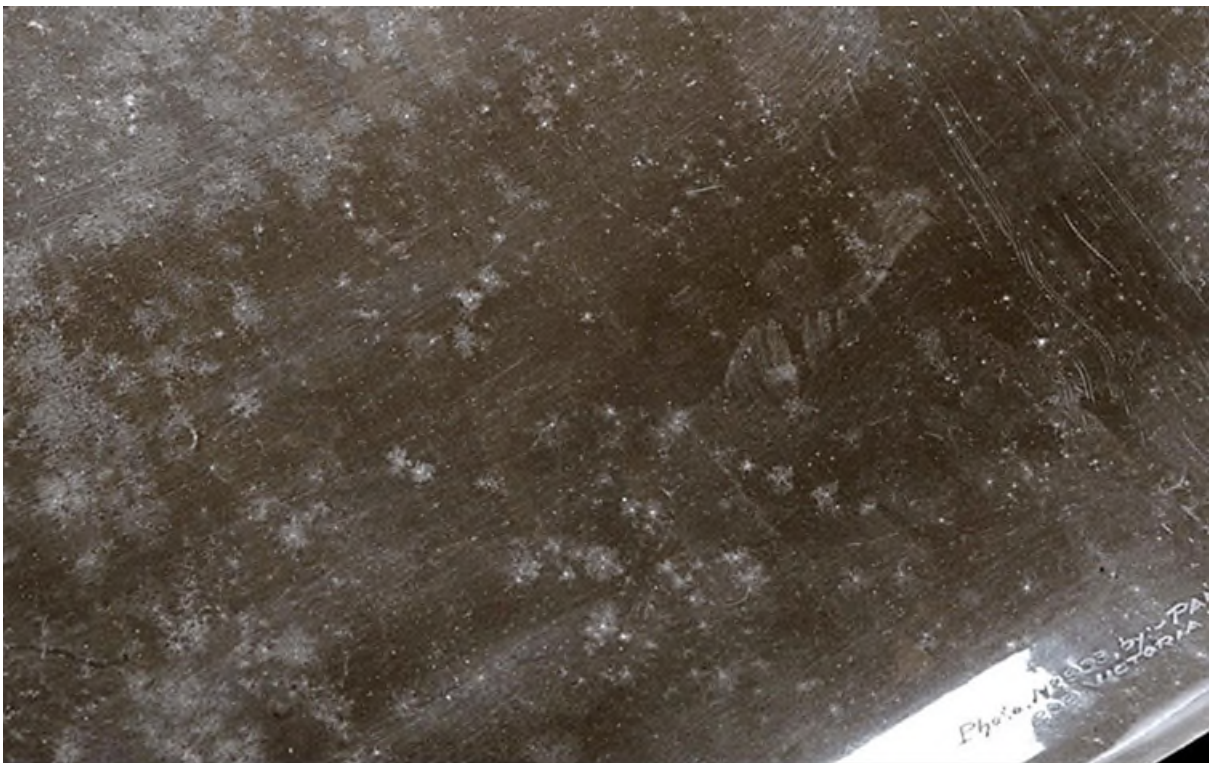
L'exposition chronique aux produits de décomposition des films en nitrate de cellulose, notamment le dioxyde d'azote, peut causer des maux de tête, une vision trouble, une perte d'appétit, de l'emphysème et d'autres problèmes systémiques. L'exposition chronique peut accroître la sensibilité à un vaste éventail de toxines environnementales, comme celles que l'on trouve dans les immeubles neufs, les solvants et les polluants atmosphériques habituels. Ces effets, qui sont les mêmes pour le nitrate de cellulose et l'acétate de cellulose, peuvent être graves, débilitants et de longue durée. L'exposition à long terme au nitrate et à l'acétate de cellulose peut également provoquer des

dermites de contact et d’autres maladies cutanées, qui peuvent à leur tour accentuer la sensibilité à d’autres substances.

La moisissure

La gélatine, le composant principal des émulsions photographiques et des couches anti-curling, est une source abondante d’éléments nutritifs pour la moisissure. Les empreintes digitales en particulier agissent comme point de croissance des moisissures à cause de leur concentration élevée en sel, ce qui les rend hygroscopiques et en font une plus grande source d’humidité. La germination des moisissures et l’étendue de leur croissance dépendent de l’humidité relative (HR), de la température, du temps, des espèces de moisissures et des qualités nutritives du substrat organique. Une HR de 65 % à 20 °C constitue un plafond préventif contre les moisissures (Tétreault et Hagan, 2012).

Les moisissures ne se développent pas dans les milieux secs, mais leurs spores peuvent demeurer viables même dans des conditions de sécheresse extrême. Il est fréquent de trouver de la moisissure sur les négatifs (figure 23), puisque les studios photographiques sont rarement des environnements contrôlés. Les fongicides ne sont pas recommandés, puisqu’ils sont généralement néfastes pour les protéines et le collagène.



© g.samson-Hendriks
Figure 23. Les taches blanches visibles sur ce négatif sur support en plastique sont des moisissures.

La moisissure se trouve littéralement partout et, dans ses concentrations naturelles moyennes, elle n'affecte généralement pas les individus en santé. Toutefois, une exposition prolongée à la moisissure à des concentrations supérieures à la normale peut fortement accroître le danger de contracter une maladie grave. La mesure de ce risque dépend du type de moisissure, des sous-produits de la moisissure et de la vulnérabilité des personnes. Les troubles respiratoires, l'affaiblissement du système immunitaire et les allergies peuvent être grandement exacerbés par l'exposition aux moisissures, et ces conditions peuvent multiplier les effets des moisissures et mener à des maladies chroniques graves.

Les filtres à particules de la série N (N pour « non résistant aux huiles ») sont généralement appropriés pour lutter contre les infestations de moisissures dans les collections patrimoniales. Les filtres cotés N100, aussi appelés « filtres HEPA » (haute efficacité pour les particules de l'air) ou « filtres absolus », offrent la plus grande protection contre les particules. Les appareils de protection respiratoire, y compris les modèles jetables, devraient être ajustés par une personne qualifiée qui s'assurera qu'ils sont portés adéquatement.

Toute personne qui manipule des articles touchés par la moisissure doit porter des gants. Les gants jetables, dont les gants de nitrile, de latex, de nylon et de polyéthylène, fournissent une bonne protection. La personne devrait aussi porter des lunettes de protection étanches, même si elle porte des verres correcteurs. Les lunettes recommandées ne sont pas ventilées et doivent permettre le port d'un demi-masque respiratoire ou d'un masque jetable. Il est recommandé de porter des survêtements jetables que l'on peut immédiatement retirer après avoir été en contact avec la moisissure, par exemple des blouses de laboratoire, des tabliers et des manchettes jetables.

Il n'y a pas d'exigences particulières concernant l'élimination de l'équipement de protection individuelle contaminé, mais il est important de faire preuve de prudence au moment de le manipuler et de l'éliminer. Placer les vêtements jetables, les gants, etc., dans des sacs à ordures en plastique épais (6 mils) ou dans deux sacs à ordures en plastique mince insérés l'un dans l'autre. Sceller les sacs et les jeter dans un conteneur à déchets à l'extérieur.

Procédures d'atténuation en présence de moisissure

1. Lorsque de la moisissure est découverte dans une collection de négatifs, il faut immédiatement prendre des mesures défensives pour protéger le personnel. Les personnes souffrant d'asthme ou d'allergie devraient immédiatement quitter les environs. Le personnel qui se trouve dans les zones contaminées ou qui manipule des objets contaminés doit porter l'équipement de protection individuelle approprié.
2. Isoler les négatifs touchés par la moisissure, y compris les pochettes et les boîtes dans lesquelles ils sont placés. Si les négatifs ne sont ni mouillés ni humides, les placer dans des sacs de plastique et sceller les sacs de façon étanche. Si toute une collection est touchée, la pièce qui les abrite doit être mise en quarantaine. Il est important de limiter la propagation des spores de moisissure dans toute l'installation. Les entrées de porte doivent être couvertes de

feuilles de plastique et scellées avec du ruban adhésif, tout comme les évents et les prises d'air de la ventilation.

3. Déterminer l'étendue de l'infestation de moisissure. En tenant compte des ressources disponibles, déterminer si l'on peut s'occuper de l'infestation à l'interne ou si une aide externe est nécessaire. Si le problème est étendu, faire appel à un service professionnel d'enlèvement de la moisissure. Un tel service possède les connaissances et l'équipement requis pour régler le problème. La zone devra rester interdite jusqu'à ce que le nettoyage soit terminé, que l'infestation soit étendue ou petite et contenue.
4. Déterminer la cause de la prolifération de moisissures. La moisissure est-elle apparue il y a longtemps, alors que les négatifs étaient entreposés dans de mauvaises conditions, ou est-ce le milieu actuel qui doit être modifié? Il pourrait être nécessaire de déplacer le matériel dans un lieu plus approprié si l'environnement ne peut être contrôlé.
5. Limiter l'étendue de la moisissure. Avant d'être enlevée des négatifs, la moisissure doit d'abord être désactivée. On peut notamment geler les articles touchés ou les assécher complètement en réduisant l'humidité, en baissant la température et en augmentant la circulation d'air. Les négatifs devant être gelés doivent d'abord être placés dans des sacs de plastique hermétiquement scellés (ne permettant pas l'échange d'air). Cela assurera que la moisissure ne s'étendra pas à proximité et que l'humidité sera contrôlée. Toute condensation qui se formera lorsque le sac sera retiré du congélateur se déposera sur le plastique et non sur les négatifs. On devra les garder dans les sacs jusqu'à ce que la température à l'intérieur s'élève au-dessus du point de rosée. Le point de rosée est la température atmosphérique (qui varie selon la pression et l'humidité) sous laquelle des gouttelettes d'eau se condensent et forment de la rosée. Une fois l'objet sec, il est possible d'en retirer la moisissure. L'article sec doit ensuite être isolé dans un contenant scellé jusqu'à ce qu'il puisse être nettoyé. Cela préviendra la dispersion de toute spore inactive mais encore viable.
6. Il est important de connaître sa capacité à gérer une infestation de moisissures. Les grands projets d'enlèvement de moisissures doivent être confiés à des entreprises spécialisées. Les projets plus modestes peuvent être effectués sur place, à la condition de disposer du matériel adéquat. Les enceintes de sécurité biologique de classe 1 sont conçues pour le nettoyage des objets contaminés par la moisissure. Un nettoyage attentif et complet des négatifs par aspiration est le meilleur moyen d'enlever la moisissure visible. Les aspirateurs utilisés à l'intérieur doivent être dotés d'un système de filtration HEPA. Chaque article doit être nettoyé séparément et être rangé dans de nouvelles pochettes et de nouvelles boîtes. Les pochettes et les boîtes contaminées doivent être éliminées. Tout nettoyage supplémentaire de la surface des négatifs doit être confié à un restaurateur de photographies.

Le Bulletin technique 26 *Prévention des moisissures et récupération des collections : Lignes directrices pour les collections du patrimoine* contient des renseignements supplémentaires à ce sujet, notamment une méthode d'enlèvement de la moisissure visible sur les objets.

Lignes directrices en matière de santé et sécurité pour la manipulation des plastiques en dégradation

Équipement de protection individuelle

Utiliser un appareil de protection respiratoire pourvu de filtres chimiques contre les solvants organiques. Afin d'éviter les dermites de contact, porter des gants de nitrile, de polyéthylène, de néoprène, de latex ou de nylon pour manipuler des films en nitrate de cellulose ou en acétate de cellulose.

Ventilation

Des appareils respiratoires appropriés peuvent être utilisés pour les expositions à court terme. Dans le cas des projets de traitement et de séparation des collections pour lesquels une exposition continue de longue durée est prévue, il est essentiel d'utiliser des dispositifs d'évacuation des vapeurs, permanents ou portatifs. On doit vérifier régulièrement les dispositifs d'extraction pour s'assurer de leur efficacité.

Généralités

- Manipuler le moins possible les objets et utiliser des gants de nylon, de nitrile, de néoprène ou de vinyle.
- Conserver autant que possible les objets dans leur pochette pour éviter de les toucher.
- Examiner les négatifs dans une zone bien aérée.
- Pour examiner ou relever les collections qui se détériorent, porter un appareil respiratoire adéquat afin de réduire l'absorption des gaz dégagés par la détérioration du support des films.
- Si l'on dispose d'un dispositif d'élimination des vapeurs, s'assurer qu'il est correctement en place pour éliminer le plus possible les gaz dégagés par la détérioration.
- Si le film est fortement dégradé, porter des lunettes de protection, puisque les gaz peuvent irriter les yeux. Il n'est pas recommandé de porter des verres correcteurs ou des lentilles de contact sans lunettes de protection étanches.

Élimination sécuritaire des films photographiques

Il n'est pas toujours facile de déterminer si un film doit être détruit. Les technologies de copie numérique très avancées actuelles permettent de faire revivre les images de films fortement détériorés. Toutefois, il arrive un moment où il n'est plus possible de sauver l'original, puisque les risques qu'il représente l'emportent sur sa valeur en tant qu'artéfact. Si le film est très dégradé et que l'on en a tiré une bonne copie, même s'il est possible de conserver le film au froid, il faut évaluer l'engagement de l'établissement à l'égard de cet artéfact à long terme, sa valeur compte tenu de sa détérioration et la tolérance au risque de l'établissement.

La destruction des films détériorés en nitrate de cellulose doit être confiée à une entreprise professionnelle enregistrée qui suit les lignes directrices émises par le gouvernement en ce qui a trait à l'élimination. Il ne faut jamais jeter les films en nitrate de cellulose dans des conteneurs destinés à l'élimination de déchets normaux. Seul un organisme certifié peut effectuer cette destruction, et il

importe de consulter les commissionnaires aux incendies locaux pour connaître les exigences propres à la région. Les films en nitrate de cellulose instables ou détériorés doivent être manipulés avec le même soin que s'il s'agissait d'explosifs. La meilleure approche consiste à conserver ces films dans l'eau, dans un baril d'acier, jusqu'à ce qu'ils puissent être éliminés.

Il ne faut jamais tenter de brûler des films en nitrate de cellulose, même à l'air libre. Ces films sont extrêmement dangereux et l'on ne doit jamais envisager de les brûler dans un poêle ou un four fermé. La vitesse de combustion du nitrate est quinze fois supérieure à celle du bois, et des forces quasi explosives peuvent ainsi être produites. En brûlant, le nitrate de cellulose libère l'oxygène auquel il est lié chimiquement, ce qui entretient la combustion. Toute tentative d'éteindre le feu en le privant de sa source d'oxygène est par conséquent inutile, puisque le feu continuera de brûler jusqu'à ce que tout le nitrate de cellulose ait été consumé.

L'élimination de l'acétate de cellulose n'est pas soumise aux mêmes exigences strictes que celle du nitrate. Il est toutefois important de connaître les exigences locales relatives à l'élimination des déchets si l'on prévoit en éliminer de grandes quantités.

Le traitement des négatifs sur support en plastique

Les négatifs reflètent l'intention du photographe. Ce sont les originaux produits par l'appareil photographique; ils sont ainsi uniques, ce qui exige une réflexion approfondie quant à leur manipulation et à leur traitement.

Nettoyage des surfaces

On doit souvent nettoyer la surface des négatifs pour en retirer la poussière et les dépôts, et pour maximiser la qualité de l'épreuve ou de la numérisation. L'enlèvement de la poussière est un procédé qui nécessite peu d'intervention, mais qui peut endommager la surface. Bien que les émulsions de gélatine semblent résistantes, elles sont vulnérables aux dommages de nature mécanique, par exemple aux rayures, en particulier si elles sont détériorées.

Avant tout projet de numérisation de négatifs ou de transfert dans de nouvelles boîtes, l'environnement doit être aussi exempt de poussière que possible. Il faut donc passer l'aspirateur minutieusement et partout, et essuyer entièrement les surfaces pour en éliminer toute matière abrasive.

Commencer le nettoyage en enfilant des gants. Les empreintes de doigts peuvent grandement endommager les émulsions de gélatine, causant souvent des taches et des rayures permanentes à la gélatine. Les gants non pelucheux de coton, de nitrile, de nylon, de latex ou de polyéthylène protègent tous les négatifs, en plus de protéger le technicien ou le restaurateur.

À l’occasion, on trouve de la moisissure dans les collections de photographies, et ce, peu importe que la collection soit constituée d’épreuves, de négatifs, de diapositives ou de plaques de verre. La gélatine représente une source riche de substances nutritives, et les environnements inadéquats peuvent encourager la propagation des moisissures, ce qui constitue un risque sanitaire considérable. Si l’on trouve de la moisissure dans une collection, la première préoccupation devra être la sécurité des personnes. Pour obtenir des précisions sur la présence et l’élimination des moisissures dans les collections de négatifs photographiques, consulter la section La moisissure.

La saleté de surface non adhérente et la poussière peuvent être facilement enlevées à l’aide du jet d’air que produit une poire soufflante ou à l’aide d’un dépoussiéreur à gaz ou d’un dépoussiéreur à air comprimé (figure 24). Il ne faut jamais tenter d’enlever la poussière en soufflant, car cela se traduit invariablement par la dispersion de minuscules gouttes de salive.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0094
Figure 24. Un restaurateur dépoussière un négatif à l’aide d’une brosse antistatique et d’un dépoussiéreur à air.

Il est possible qu'une manipulation physique soit nécessaire pour déloger les particules tenaces collées à la surface. On peut utiliser un pinceau à soies souples, comme ceux employés par les aquarellistes, ou des chiffons à épousseter en microfibres, à la condition qu'ils soient propres et de n'appliquer qu'une légère pression.

L'électricité statique peut provoquer une importante accumulation de poussières. Les chiffons et pinceaux antistatiques dissipent efficacement les charges statiques. On doit garder ces outils très propres et ne jamais toucher les soies et les chiffons à main nue pour éviter le transfert des huiles naturelles de la peau.

Le gras présent à la surface des négatifs, y compris celui provenant des empreintes de doigts, peut être enlevé à l'aide de liquides dégraisseurs à base de solvants considérés sûrs pour les émulsions et les supports. Il existe de nombreux produits sur le marché, comme le PEC-12, un nettoyeur d'émulsion sans eau. Il s'agit d'un mélange de solvants d'hydrocarbures organiques ayant un pH neutre et ne contenant pas de chlorofluorocarbones ou d'hydrocarbures chlorés. Il sèche instantanément, ne laisse aucun résidu et peut être appliqué à l'aide de PEC*PADS, des tampons de coton non pelucheux vendus avec le produit, ou avec des cotons-tiges (qui ne peuvent servir qu'une seule fois). On doit toujours utiliser les nettoyeurs à base de solvants dans une zone bien ventilée. Il est recommandé de porter un appareil de protection respiratoire muni de filtres contre les solvants organiques, ainsi que des lunettes de protection et des gants résistant aux produits chimiques, tels des gants en nitrile.

Pour retoucher des négatifs, on appliquait souvent de l'huile ou de la graisse à la surface de l'émulsion. Cela améliorait l'adhésion du liquide à retouche au graphite à la surface de l'émulsion (figures 25 et 26). Les zones retouchées peuvent être vulnérables aux solvants et au traitement à l'eau, et il faut les éviter lorsqu'on nettoie les surfaces.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0050
Figure 25. Des retouches au graphite ont été effectuées sur les visages dans cette image. Du gras a été appliqué sur la surface de l’émulsion pour faciliter l’adhésion du graphite.

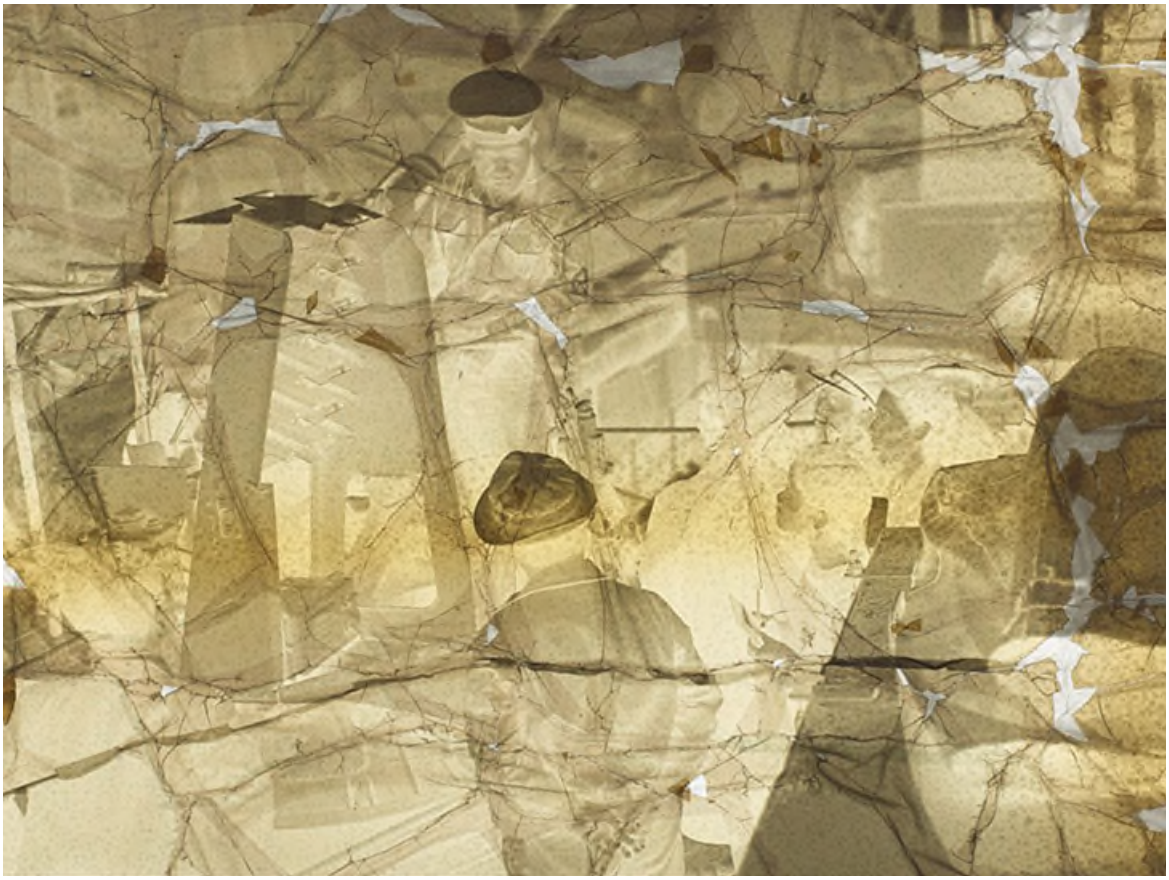
© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0030
Figure 26. Le gras appliqué sur le visage du modèle a un aspect mat comparativement à la surface glacée du reste du négatif.

Il ne faut jamais utiliser de méthodes de nettoyage à base d'eau, à moins d'être un restaurateur de photographies expérimenté. L'eau ramollira l'émulsion, ce qui accroîtra grandement le risque de l'endommager. En se dégradant, la gélatine tend à devenir plus hydrosoluble. Selon le degré de détérioration, on peut décoller les dépôts hydrosolubles tenaces en roulant délicatement sur la surface des cotons-tiges humidifiés d'un mélange d'éthanol et d'eau distillée. Cette opération ne doit être effectuée que par un restaurateur formé.

Séparation de l'émulsion de son support en plastique : le décollage

Avec le temps, la détérioration du support en plastique du film mène à la destruction de l'émulsion de gélatine et à la perte de l'image. Cela s'applique aussi bien aux films en nitrate de cellulose qu'aux films en acétate de cellulose.

Dans le cas de l'acétate de cellulose, avant la destruction totale de l'image, celle-ci s'obscurcit graduellement à mesure que le support en plastique rétrécit, ce qui cause l'apparition de cloques et de sillons dans la couche de gélatine (figures 27a et 27b). Avec l'augmentation de l'acidité, la gélatine devient plus fragile pour finalement s'effriter au toucher. Toutefois, avant qu'elle ne s'affaiblisse et s'effrite à cause de la forte acidité, la gélatine conserve une résistance considérable qui permet de la décoller de son support en plastique. La couche d'émulsion séparée, que l'on appelle « pellicule », est résistante et stable chimiquement, deux propriétés connues de la gélatine. Dans le meilleur des cas, un restaurateur formé pourra soulever l'émulsion en un morceau, avant de l'aplatir, de la numériser et de la ranger de façon permanente dans une pochette de papier ou de plastique. Bien qu'il arrive souvent que ce traitement occasionne des dommages légers, il est généralement jugé préférable à l'obscurcissement complet de l'image par les sillons et les cloques ou à la perte totale de l'image.

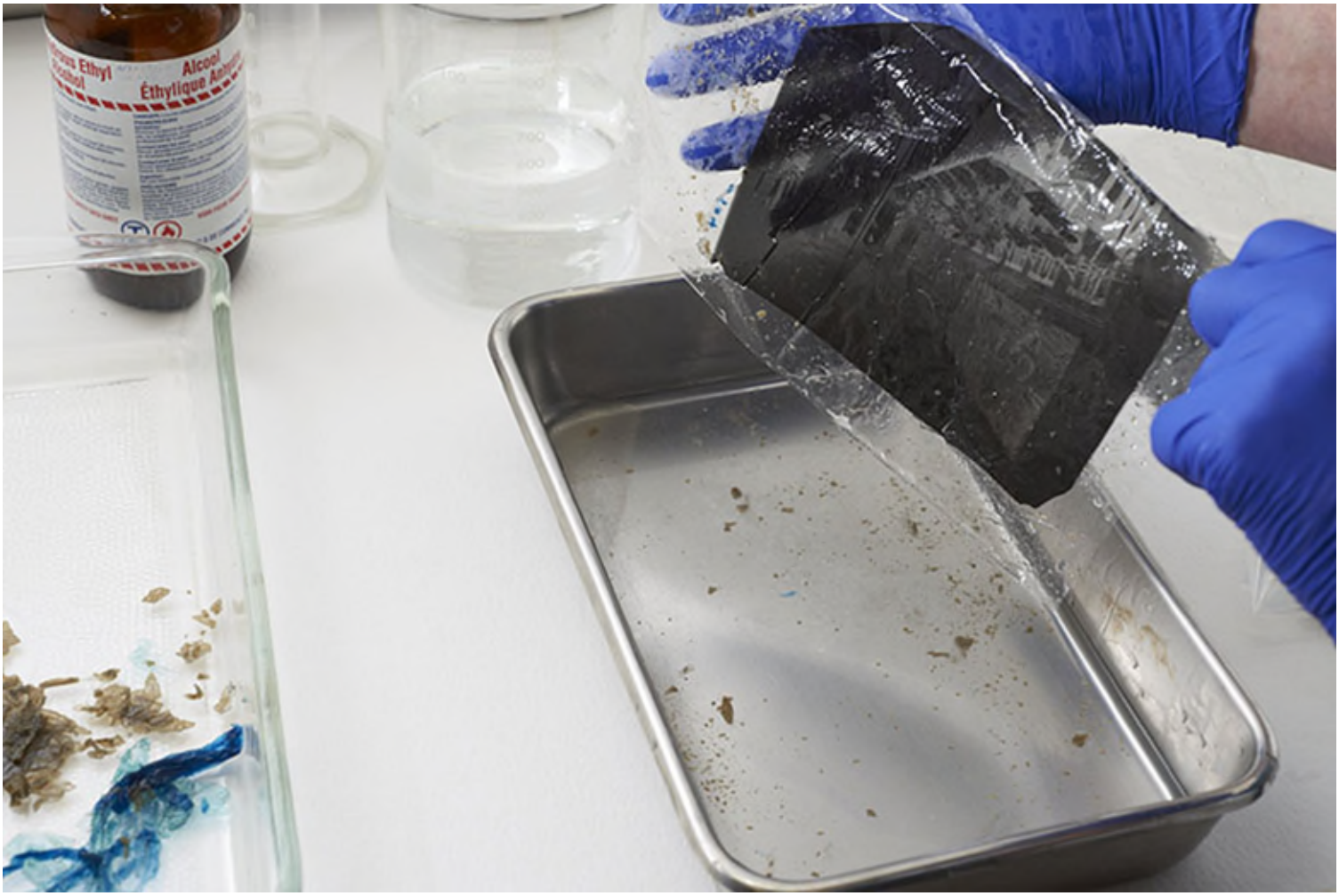


© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0083

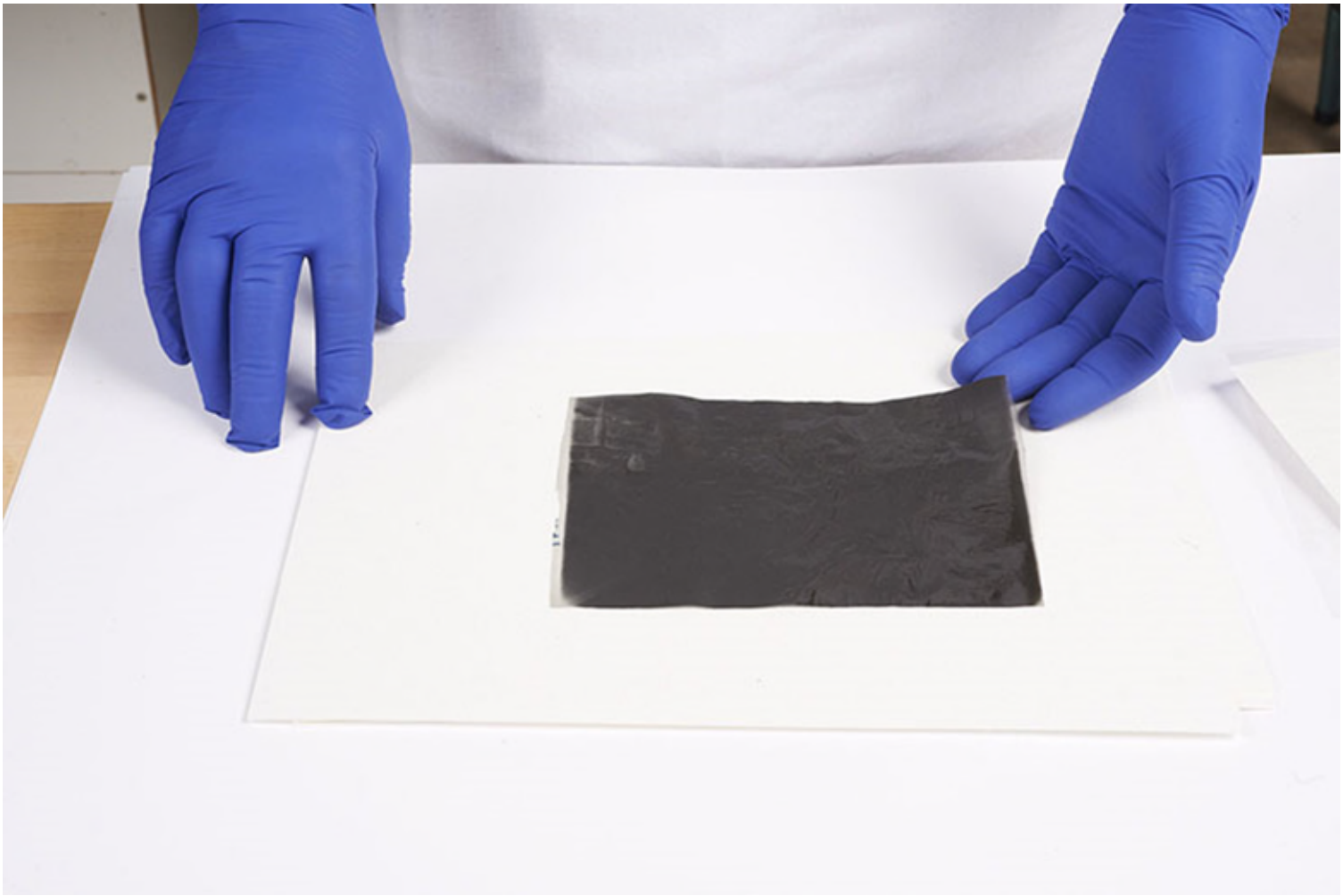
© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0086
Figures 27a et 27b. Négatif sur support en nitrate de cellulose très détérioré sous lumière transmise avant (27a) et après (27b) le retrait de l'émulsion du support détérioré.

L'enlèvement de l'émulsion, ou décollement, est un processus exigeant beaucoup de travail qu'on ne devrait réserver qu'aux articles très importants de la collection (figures 28, 29, 30a et 30b). Si le négatif a peu de valeur, il peut être entreposé au froid. Dans ces conditions, le processus de dégradation sera freiné ou arrêté et le négatif pourra être traité plus tard, au besoin.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0058
Figure 28. On retire la couche d'émulsion d'un négatif sur support en acétate de cellulose. Un film en acétate de cellulose à un stade avancé de détérioration est traité dans un bain d'eau/d'éthanol ou d'acétone, selon la solubilité de la couche de substrat, pour en retirer la couche de plastique.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0059
Figure 29. Une fois retirée, on dépose la couche d’émulsion sur une feuille de Mylar qui n’adhère pas à la silicone.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0066

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0070
Figures 30a et 30b. Ensuite, on étend délicatement à plat la couche d'émulsion et on la laisse sécher.

Ce traitement n'est praticable qu'avec l'acétate de cellulose et il ne peut, et ne doit être effectué que par un restaurateur professionnel. Chaque négatif est différent. La moindre variation dans les techniques et le matériel de fabrication, l'âge, la mise en réserve et l'historique d'utilisation exige d'ajuster le traitement, dans une certaine mesure, à chaque négatif ou série de négatifs afin de s'assurer que les répercussions sont minimales et de réduire les risques. Chaque manipulation ou traitement d'un objet constitue un risque. En conséquence, il est important de bien comprendre les répercussions d'un traitement et d'analyser complètement chacun de ses aspects.

Le mode de détérioration des films en nitrate de cellulose ne permet habituellement pas la séparation des différentes couches. Pour séparer le support en nitrate de cellulose d'un film, il faut d'abord dissoudre soigneusement la couche anti-curling du verso, puis dissoudre le nitrate de cellulose lui-même à l'aide de produits chimiques puissants et toxiques (Hendricks, 1991). Cette procédure est

rarement effectuée et ne peut l'être que par un restaurateur formé, mais elle constitue une solution potentielle pour les articles de grande valeur. La détérioration du nitrate de cellulose diffère de celle de l'acétate de cellulose : plutôt que de former des cloques et des sillons, le nitrate se dissout en une masse collante et fragile. Plus le négatif est dégradé, plus l'image est obscurcie. Toutefois, grâce à la numérisation, on peut souvent récupérer l'image, même si elle est fortement détériorée. L'image numérisée montrera les dommages qu'a subis le négatif, mais il sera possible d'en récupérer l'information fondamentale. Dans le cas de la détérioration du nitrate de cellulose, l'option privilégiée reste la numérisation suivie de la congélation.

La mise en réserve des négatifs sur support en plastique

La stabilité chimique du nitrate de cellulose et de l'acétate de cellulose dépend fortement de la température et de l'HR. Les recherches ont démontré que la régulation de l'humidité pouvait à elle seule allonger par un facteur de trois ou de quatre la longévité du support des films en plastique. En contrepartie, la régulation de la température peut apporter des avantages encore plus grands, notamment si l'humidité est faible. Une température et une humidité normales ou élevées peuvent grandement accélérer la vitesse de détérioration. Il est crucial de conserver les négatifs à basse température et à basse humidité pour leur survie à long terme. Puisque le polyester présente une très grande stabilité chimique, la conservation de films faits de cette matière n'est pas soumise à des normes strictes de température et d'HR, bien qu'il faille considérer la prévention de l'oxydation de l'argent de l'image.

Les films en nitrate de cellulose sont très inflammables et nécessitent des normes strictes de mise en réserve imposées par la loi. La norme NFPA 40 est la seule norme qui vise la mise en réserve des films en nitrate de cellulose. Elle a été adoptée internationalement, mais les autorités locales peuvent moduler la rigueur avec laquelle elle est mise en œuvre ainsi que son interprétation. Toute quantité de films dépassant les 11 kg (25 lb) doit être conservée conformément à la norme NFPA 40. Des quantités moins importantes peuvent être entreposées de la même manière que les autres films en plastique, bien qu'il soit recommandé de les séparer.

Les normes internationales pour la préservation à long terme des collections de documents photographiques recommandent des points de consignes environnementaux pour la température, l'humidité, la pureté de l'air et la lumière. Ces normes, tout comme les recommandations des scientifiques et d'autres chercheurs, ainsi que des renseignements anecdotiques orientent les décideurs actuels sur les moyens de maximiser la durée de vie de ces collections de films instables par la régulation de la température et de l'humidité. Il y a 25 ans, l'American National Standards Institute a indiqué qu'un environnement à 18 °C et à 25 % d'humidité était adéquat pour la conservation des films en acétate de cellulose (ANSI, 1985). Cela dit, l'expérience a démontré que, dans ces conditions, le syndrome du vinaigre pouvait s'enclencher et progresser.

La rationalisation et l'assouplissement récents des normes environnementales s'appliquant aux musées et aux archives donnent plus de latitude aux établissements et se traduisent par une baisse des coûts pour la plupart d'entre eux. Malheureusement, la mise en réserve des films en nitrate de

cellulose ou en acétate de cellulose nécessite toujours des conditions strictes, en particulier si le processus de détérioration s'est entamé.

Les normes ISO 18934:2011, *Matériaux pour l'image – Archives multimédia – Environnement de stockage* et ISO 18911:2010, *Matériaux pour l'image – Films photographiques de sécurité traités – Techniques d'archivage* de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) font des recommandations sur les environnements de mise en réserve, notamment sur la température, l'humidité et la qualité de l'air. Aux fins de la discussion qui suivra, nous utiliserons le tableau 8, tiré de la norme ISO 18934:2011.

Tableau 8 : Plages de températures générales

Condition*	Plages de température (°C)
Pièce	16 à 23
Fraîche	8 à 16
Froid	0 à 8
Sous zéro	-20 à 0
* Pour chaque condition, on présume une HR entre 30 % et 50 %.	

Tableau 9 : Recommandations générales concernant la température et les niveaux d'humidité pour le nitrate de cellulose, l'acétate de cellulose et le polyester (ISO 18911:2010)

Matière du support	Couche photosensible	HR minimale (%)	HR maximale (%)	Température maximale (°C)
nitrate de cellulose	photo noir et blanc	20	30	2
acétate de cellulose	photo noir et blanc	20	50	2
acétate de cellulose	photo noir et blanc	20	40	5
acétate de cellulose	photo noir et blanc	20	30	7
acétate de cellulose	photo couleur	20	50	-10
acétate de cellulose	photo couleur	20	40	-3
acétate de cellulose	photo couleur	20	30	2

polyester	photo noir et blanc	20	50	21
polyester	photo couleur	20	50	-10
polyester	photo couleur	20	40	-3
polyester	photo couleur	20	30	2

Mise en réserve au froid

Presque toutes les substances photographiques ont avantage à être entreposées au froid, notamment les épreuves et les négatifs, qu'ils soient en noir et blanc ou en couleurs. L'instabilité chimique intrinsèque du nitrate de cellulose, de l'acétate de cellulose et des colorants des photographies couleur est la justification la mieux connue et la mieux documentée des avantages de la mise en réserve à basse température. L'Image Permanence Institute, la Wilhelm Imaging Research, Mark McCormick-Goodhart et d'autres ont effectué beaucoup de recherches dans ce domaine qui pointent vers la nécessité de réguler la température et l'humidité pour assurer les meilleures conditions de conservation.

Dans le cas de la détérioration du support de films en plastique, la mise en réserve à des températures sous zéro avec une régulation de l'humidité est le seul recours permettant d'assurer la viabilité à long terme des matériaux. En pratique, le stockage sous zéro place essentiellement la collection dans un état d'animation suspendue. On peut dire – bien que cela ne soit pas strictement vrai – que l'activité chimique est ralentie au point où aucune dégradation ne survient. La mise en œuvre d'un programme exhaustif de copie avant d'entreposer la collection au froid éliminera la nécessité de retirer les objets de la chambre froide, ce qui contribuera à leur survie à long terme.

Les environnements de conservation frais, froids ou sous zéro coûtent cher et exigent d'importants engagements en matière de ressources. Ils peuvent être modulés en fonction de la taille des collections, des solutions moins coûteuses étant souvent possibles pour les collections plus petites.

Voici des ressources documentaires importantes pour la conservation au froid :

- La série Conserv O Grams (en anglais seulement) du National Park Service, département de l'Intérieur des États-Unis :
    - 14/10 « Cold Storage for Photograph Collections – An Overview » (2009)
    - 14/11 « Cold Storage for Photograph Collections – Using Individual Freezer Unit » (2009)
    - 14/12 « Cold Storage for Photograph Collections – Vapor-Proof Packaging » (2009)
- Outil en ligne : Cold Storage: A Long-Term Preservation Strategy for Film-Based Photographic Materials (en anglais seulement).

Acclimatation

Si l’on doit examiner des négatifs qui ont été mis en réserve au froid ou sous zéro, il faut les réchauffer graduellement jusqu’à la température ambiante avant de les sortir de leur emballage. La condensation peut mouiller entièrement un objet transféré directement de la chambre froide à la température de la pièce. L’air autour des objets est chaud et contient donc plus d’humidité que l’air froid. Au contact de l’objet froid, l’eau contenue dans l’air chaud se condense sous forme liquide à la surface de l’objet. Ce phénomène survient lorsque la température, en s’élevant du froid au chaud, franchit le point de rosée.

Les objets qui sont correctement emballés pour limiter l’humidité dans les environnements froids et sous zéro peuvent être laissés dans leur emballage dans l’air chaud jusqu’à ce que l’ensemble ait atteint la température de la pièce (entre 4 h et 24 h). Si, dans l’environnement de la chambre froide, l’humidité est complètement régulée et que les négatifs ne sont pas emballés, on devra les mettre dans un sac avant de les retirer du froid et attendre que le sac et son contenu aient atteint la température de la pièce. Une autre solution consiste à utiliser une glacière de pique-nique isolée et scellée. On peut placer les articles non emballés dans une glacière scellée à l’intérieur de la chambre de congélation, puis emporter la glacière dans la pièce tiède et la laisser fermée jusqu’à ce que la température à l’intérieur de la glacière ait atteint celle de la pièce. On peut utiliser un thermocouple muni d’un lecteur externe pour suivre l’évolution de la température à l’intérieur.

Sans acclimatation, la gélatine photographique peut se saturer d’eau, ce qui peut avoir pour effet de la ramollir et, ainsi, précipiter l’adhérence des négatifs et leur agglomération. Ce phénomène est particulièrement dévastateur pour les films endommagés dont la gélatine serait dégradée et rendue plus soluble.

Régulation de l’humidité dans les réserves froides

Lorsqu’on étudie les environnements qui favorisent la stabilité à long terme des photographies, on doit prendre en compte l’influence de la température, de l’HR, de l’équilibre hygrométrique (soit la teneur normale en eau) et de la pression atmosphérique, de même que les interrelations entre ces facteurs.

Les photographies sont des objets composites et, en général, tous leurs composants sont hygroscopiques, c’est-à-dire qu’ils absorbent l’humidité. La gélatine est le plus hygroscopique de ces composants, et elle peut contenir une très grande quantité d’humidité. L’équilibre hygrométrique d’une photographie dépend à la fois de l’HR et de la température de l’air environnant. Il est défini comme la teneur en humidité à laquelle la photographie ne gagne ni ne perd d’humidité. Il s’agit toutefois d’un équilibre dynamique, qui changera avec l’HR et la température. Puisque la teneur en humidité ne peut pas être mesurée aisément et qu’elle est liée à l’HR, à des fins de détermination de la teneur appropriée pour les conditions de conservation sous zéro, on ne considérera en général que l’HR en conjonction avec la température. On considère généralement la pression atmosphérique comme une constante.

Il faut également prendre en compte la température de transition vitreuse (T_v) de la gélatine, laquelle est considérée comme le composant d'une photographie le plus réactif à l'HR. En pratique, cela signifie que la gélatine est dure et cassante aux températures inférieures à la T_v, et souple et géliforme aux températures au-dessus. Une caractéristique importante de la gélatine dont il faut tenir compte est que plus sa teneur en humidité (ou son HR) est élevée, plus basse sera la température à laquelle la gélatine sera à l'état de gel. Cette propriété en fait un excellent liant pour les substances formant les images, y compris les halogénures d'argent et les colorants. En solution aqueuse, à la température ambiante, elle se ramollit pour permettre l'entrée des produits de développement (haute teneur en eau) et redevient une substance dure et flexible en séchant (faible teneur en eau) à la même température ambiante.

Dans des conditions de forte humidité, au-delà de sa T_v, la gélatine devient un gel, même à la température ambiante, ce qui peut provoquer son amollissement et son adhésion aux substances avec lesquelles elle est en contact ou le glaçage de sa surface. L'oxydation de l'image argentique est aussi facilitée, puisque les ions d'argent migrent plus facilement lorsque la gélatine est gélifiée. La moisissure est toujours un résultat possible en présence d'une forte humidité et peut être particulièrement dévastatrice lorsque la gélatine est à une température supérieure à la T_v.

L'oscillation entre une humidité faible et une humidité élevée peut aussi exercer une contrainte énorme sur la gélatine et causer de fortes pressions mécaniques susceptibles de produire des fracturations, des fendillements, des déformations hors-plan et le décollement du substrat. Pour assurer la stabilité, on doit maintenir l'humidité dans les limites normales à la température de la pièce, soit entre 35 % et 60 %.

Les substances photographiques absorbent et désorbent l'humidité en fonction de l'HR des lieux où elles sont conservées. Si l'air se refroidit, sa capacité de contenir de l'humidité diminue; ainsi, dans un environnement fermé où l'air essaie de maintenir son équilibre, l'émulsion de gélatine absorbera l'excès d'humidité qui se condensera dans l'air froid. La difficulté réside dans la très forte capacité de la gélatine à absorber l'humidité, même si la température est basse, et la possibilité de franchir la température de transition vitreuse, T_v. Sous zéro, elle sera évidemment stable, mais si la température remonte au-dessus du point de congélation, la gélatine pourrait se solubiliser. Pour que la teneur en eau de l'émulsion de gélatine demeure constante, l'HR doit donc être réduite de 3 % à 4 % pour toute chute de 10 °C si, au départ, elle est d'environ 50 % (McCormick-Goodhart, 1996).

Surveillance des conditions

La détérioration du nitrate de cellulose et de l'acétate de cellulose produit une forte acidité. L'odeur produite par la détérioration du film est souvent le premier indice de problèmes.

La détérioration des collections de films en acétate de cellulose produit souvent une forte odeur d'acide acétique, un sous-produit de la détérioration en présence d'humidité atmosphérique. La détérioration des films en nitrate de cellulose produit aussi une odeur particulière qui lui est propre, difficile à caractériser mais plutôt âcre.

Une fois que ces odeurs ont été détectées dans une collection, la détérioration est déjà avancée. Il faut alors prendre immédiatement des mesures pour freiner la vitesse de détérioration. La mise en réserve à basse température constitue souvent la seule option. On peut mettre des procédures en place pour faire le suivi de la condition des collections afin de pouvoir prendre des mesures et préparer un plan adéquat qui empêcheront l'atteinte d'un point de crise.

Une des méthodes de surveillance des collections est d'effectuer régulièrement des inspections aléatoires, à l'occasion desquelles des objets sont individuellement examinés pour voir s'il y a des signes de détérioration. Elle exige que la personne chargée de l'inspection ait une expérience considérable de la détérioration des collections et demande beaucoup de travail.

Une autre option de surveillance de la condition des films sur support en plastique qu'il peut être relativement facile de mettre en œuvre est l'utilisation des bandelettes détectrice d'acide, soit les A-D Strips mises au point par l'Image Permanence Institute (figure 31). Spécialement conçue pour l'acétate de cellulose, cette procédure n'est pas recommandée pour les films en nitrate de cellulose.

© Image Permanence Institute
Figure 31. Bandelettes détectrices d'acide.

Les bandelettes détectrices d'acide réagissent à une concentration élevée d'acide dans les collections en changeant de couleur. Ces bandelettes de papier enduites de colorant, bien que conçues pour être placées dans les boîtes de bobines de film en acétate de cellulose, où elles sont efficaces pour la détection du « syndrome du vinaigre », peuvent également être utilisées efficacement dans les collections de négatifs. Ces bandelettes sont accompagnées d'un guide de couleurs allant du bleu au vert, puis au jaune. Chaque couleur correspond à une teneur en acidité que l'on peut ensuite corréler avec l'état et, peut-être, avec le degré de détérioration du plastique

(tableau 10). Il convient de noter qu'au niveau 1,5, si la bandelette est d'un vert brillant, la détérioration s'accélère, car elle passe le seuil de la réaction autocatalytique.

Tableau 10 : Guide de référence des couleurs des bandelettes A-D, Image Permanence Institute

Niveau de la bandelette A-D	Couleur de la bandelette	État du film	Mesures recommandées
0	Bleu	Bon; aucune détérioration	Mise en réserve au frais ou au froid
1	Bleu verdâtre	Passable à bon; un peu de détérioration	Conservation au froid Surveillance rigoureuse
1,5	Vert	Début de détérioration accélérée; seuil de la détérioration autocatalytique	Mise en réserve au froid ou sous zéro
2	Jaune-vert	Mauvais; dégradation active	Congeler Il est recommandé de faire une copie
3	Jaune	Critique; le rétrécissement et le gauchissement sont imminents, et la manipulation peut être dangereuse	Congeler immédiatement Faire une copie

Les bandelettes doivent être placées à l'intérieur des boîtes, par-dessus les documents de la collection. Il faut effectuer un suivi chaque semaine afin d'évaluer tout changement. S'il n'y a pas de changement après quelques semaines, la fréquence des contrôles pourra être portée aux trois ou aux quatre semaines. Si des changements sont observés après une courte période, c'est là un signe évident que des mesures immédiates sont nécessaires. Ce processus de surveillance n'est absolument pas une science exacte, mais il fournit une indication claire d'une détérioration rapide.

Préparer les collections pour la mise en réserve au froid ou sous zéro

Une fois qu'est prise la décision de conserver une collection de négatifs photographiques au froid ou sous zéro, il faut suivre les quatre étapes suivantes (chaque étape est expliquée plus bas) :

1. procéder à l'examen de la collection;

2. séparer les plastiques;
3. mettre en œuvre un plan de copie;
4. évaluer les contenants de protection.

1. Procéder à l'examen de la collection

Faire l'examen de la collection est la première étape à suivre pour estimer les besoins de toute collection et constitue un outil essentiel pour appuyer toute demande relative aux ressources. On examine généralement les collections d'objets culturels, de toute nature, pour deux raisons fondamentales : établir la taille de la collection (par exemple, encombrement, volume nécessaire pour la mise en réserve) et déterminer l'état de la collection. Dans le cas d'une collection de négatifs photographiques, un examen aidera aussi à déterminer les substances qui se trouvent dans la collection (nitrate de cellulose, acétate de cellulose ou polyester) et à établir si celle-ci est en danger et doit être mise en réserve au froid ou sous zéro.

On peut interpréter le mot « examen » comme un terme général pour l'examen de collections entières. Toutefois, les termes « sondage » et « recensement » désignent des notions plus spécifiques, qui renvoient à deux types de travail très différents suivant leur propre méthodologie.

Faire un sondage consiste à prélever un échantillon de la population des objets qui représentent l'ensemble de la collection. Un échantillon représentatif doit être choisi au hasard et être libre de biais de sélection. En d'autres termes, chaque élément de la collection doit avoir une chance égale d'être choisi pour le sondage. Seul un nombre réduit d'échantillons est nécessaire pour obtenir une précision statistique de ±3 %. Dans le cas du sondage de la collection de films en nitrate de cellulose de BAC, on a obtenu un sondage statistiquement précis en n'examinant que 1 065 objets sur 600 000 (Henessey, 2010). Un sondage peut aussi prendre la forme d'un questionnaire préétabli soumis à un groupe de personnes à qui l'on demande de répondre à des questions précises liées aux objets ou collections.

Les recensements sont des « dénombrements officiels », et ils exigent l'examen de chaque objet d'une collection. Par exemple, on effectuera un recensement pour un projet de séparation visant à entreposer, dans des lieux différents, les films en nitrate de cellulose et ceux en acétate de cellulose. À partir des résultats d'un sondage, on pourra choisir d'effectuer un recensement si la chose est possible. Si l'on ne trouve que quelques films en acétate de cellulose dispersés dans une collection majoritairement composée de films en nitrate de cellulose et que toute la collection est destinée à l'entreposage à une température sous zéro, il est évident que la séparation de ces quelques négatifs d'acétate de cellulose est inutile. D'autre part, si une collection composée moitié-moitié de films en nitrate de cellulose et de films en cellulose a commencé à se détériorer et qu'on entend l'entreposer à la température ambiante, au frais ou au froid, mais non sous zéro, il est recommandé de procéder à une séparation.

Dans le cas des grandes collections, les sondages sont généralement plus pratiques et permettent d'obtenir le degré de précision nécessaire à la prise de décisions éclairées à long terme. Pour ce qui

est des petites collections comptant moins de mille objets, un recensement est possible et offre l'occasion de voir toute la collection, ce qui facilite les décisions relatives aux exigences en matière de mise en réserve.

Avant de planifier ou d'effectuer un examen (qui prendra la forme d'un sondage ou d'un recensement), il faut établir ce que l'on sait déjà au sujet de la collection. Pour ce faire, il est possible que l'on doive faire des entrevues avec le personnel qui connaît la collection. Les connaissances institutionnelles permettent de mieux comprendre de l'ampleur de la collection, de la nature des objets, de l'importance générale des documents, et peut-être aussi de déterminer l'époque où les photographies ont été prises. Par exemple, si l'on sait qu'aucun des négatifs n'est antérieur à 1960, on peut présumer qu'il n'y a pas de films en nitrate de cellulose et que l'état général de la collection sera bon. Il est aussi important de comprendre comment on utilise la collection et quels sont les besoins d'accès. Faire le point sur vos connaissances vous aidera à vous concentrer sur les besoins de l'examen.

Choisir une méthodologie d'examen

Une multitude de formats peuvent être utilisés. Peu importe la formule choisie, le point critique est de savoir exactement quels sont les renseignements que l'on veut acquérir. Bien que cela semble simple, il existera toujours, en pratique, une tendance à voir trop grand et à essayer de trouver des réponses à de trop nombreuses questions. En conséquence, trop de questions, qui sont souvent vagues ou imprécises, sont soulevées, et l'examen n'apportera que des résultats de faible valeur. Si, au départ, on n'a pas de questions définies et que l'on souhaite ratisser les données pour y trouver des associations significatives, on prend alors le risque de manipuler les données, et l'exactitude des résultats sera mise en doute.

En général, il faut chercher à connaître quelques éléments d'information essentiels, par exemple :

- Quelle est la taille de la collection?
- Quels sont les différents formats de négatifs?
- De quel type de plastique les films sont-ils constitués?
- S'agit-il d'une combinaison de plusieurs types de plastiques?
- Quel est l'état de la collection?
- Quel pourcentage de la collection est en voie de détérioration?
- Dans quels types d'enveloppes ou de boîtes la collection est-elle conservée?

Ces questions permettront d'établir l'ampleur du problème, les besoins en matière de contenants pour le rangement, les environnements de mise en réserve à long terme et, enfin, les ressources nécessaires (Kelley et coll., 2003).

Certains outils offerts en ligne permettent d'examiner la collection en suivant un protocole très strict. CALIPR (Ogden et Jones, 1997) en est un exemple; il a été conçu pour permettre aux établissements dont le personnel ne compte pas d'experts en conservation d'évaluer les besoins de restauration des

collections d'objets de papier et de documents audiovisuels. Il s'agit d'un logiciel privé que l'on peut acquérir du California Preservation Program, lequel résulte d'un groupe de travail formé en 1992 par la California State Library en vue de concevoir un programme de conservation pour la Californie et de satisfaire ainsi aux besoins en éducation, en formation et en assistance dans le domaine de la conservation. Cet outil pourrait intéresser certains gestionnaires de collections.

Trois études de cas d'examen d'une collection de négatifs sur support en plastique

Étude de cas 1 : sondage effectué au moyen d'un échantillon aléatoire représentatif

Survey – LAC Cellulose Nitrate Still Negative Collection (sondage portant sur la collection de négatifs photographiques sur nitrate de cellulose de BAC), 2010/Lisa Hennessey
© Gouvernement du Canada
Source : Bibliothèque et Archives Canada

En 2010, BAC terminait la préparation du déménagement de ses collections sur nitrate de cellulose vers une nouvelle installation. C'était le moment idéal d'effectuer un sondage, puisqu'une grande partie de la collection devait être transférée dans de nouvelles pochettes et boîtes. L'objectif du sondage, effectué à partir d'un échantillonnage aléatoire représentatif, était d'évaluer l'état général de détérioration des films et d'examiner les conditions de mise en réserve avant le déménagement.

Détails de l'examen

- Type d'examen : sondage effectué au moyen d'un échantillon aléatoire représentatif
- Estimation de la taille de la population : 600 000 négatifs
- Nombre d'échantillons testés : 1 065 négatifs
- Nombre de contenants ouverts : 721
- Niveau de confiance : 95 %
- Marge d'erreur : ± 3 %

Questions du sondage

Les questions auxquelles le sondage devait répondre appartenaient à trois catégories : les contenants, les enveloppes et les négatifs. Les renseignements suivants ont été consignés pour chaque négatif examiné.

Contenant

- Le contenant était-il accessible pour l'examen? O/N
- Y a-t-il, dans le contenant, des indices de la présence de ravageurs (insectes, rongeurs, déjections, trous, etc.)? O/N

Enveloppe

- Le type d’enveloppe déterminé par un tableau d’identification. A à F ou N/A
- Une enveloppe contient-elle plus d’un négatif? O/N
- L’enveloppe est-elle reliée dans un album? O/N
- L’enveloppe est-elle faite de papier cristal? O/N
- L’enveloppe est-elle faite de plastique ou de Mylar? O/N
- Valeur du pH actuel de l’enveloppe.

Négatif

- Le négatif est-il sur un film de sécurité? O/N
- Y trouve-t-on de la moisissure? O/N
- Quelle est la taille du négatif?
- Quel est l’état actuel du négatif? Attribution d’une note de 0 à 5 en fonction du stade de détérioration des négatifs sur support en nitrate – Dictionnaire visuel (consulter le tableau 11).

Sélection des objets

Avec une population de 600 000 objets, un échantillon aléatoire de 1 065 était nécessaire pour effectuer un examen représentatif avec un niveau de confiance de 95 % et une marge d’erreur de ± 3 %.

L’outil utilisé pour déterminer la taille nécessaire de l’échantillon est le Survey Random Sample Calculator (en anglais seulement). De nombreux autres calculateurs similaires sont faciles à trouver en ligne.

Choix aléatoire des contenants à examiner

Puisque très peu de négatifs de la collection ont fait l’objet d’un examen individuel, on a utilisé la méthode suivante pour sélectionner les 1 065 éléments de l’échantillon représentatif.

1. Il fallait trouver les contenants qui comportaient des films en nitrate de cellulose. Dans cette collection, on a trouvé 1 426 contenants recelant des négatifs sur support en nitrate de cellulose.
2. On a établi une liste aléatoire d’échantillonnage. Pour ce faire, on a créé une liste de 1 065 nombres aléatoires de 1 à 1 426 en recopiant la formule =ALEA.ENTRE.BORNES(1;1426) dans une feuille de calcul Microsoft Excel.
   Les nombres de la liste produite n’étaient pas uniques. Souvent, le même nombre revenait plusieurs fois. Puisque 1 065 nombres ont été créés à partir d’une liste ne comportant que 1 426 nombres possibles, il était fort probable que certains contenants soient choisis plus d’une fois, tandis que d’autres ne seraient jamais choisis. Le nombre de fois qu’un contenant était choisi indiquait combien d’éléments en seraient retirés (si un contenant était choisi trois fois, trois éléments en seraient choisis). On a ensuite trié la liste par ordre ascendant.

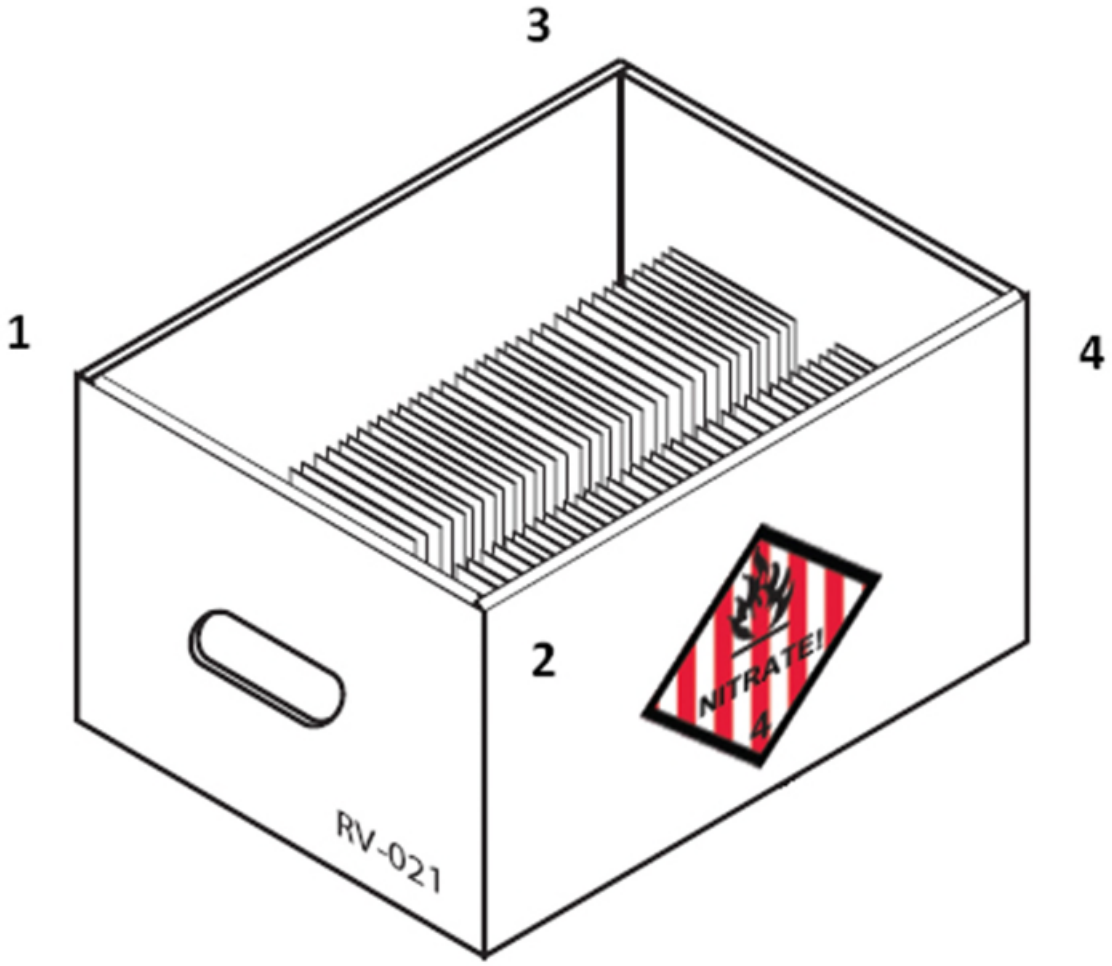
3. La liste du sondage a été préparée en appariant le nombre aléatoire à la liste de contenants de la collection. Il s'agissait d'apparier le nombre aléatoire (de 1 à 1 426) au numéro de catalogue dans la liste des contenants de la collection (le code à barres du contenant).
4. On a préparé une liste maîtresse qui énumérait les codes à barres des contenants et les renseignements sur leur localisation dans la réserve. Si un contenant apparaissait plusieurs fois, on le soulignait pour le rendre évident aux examinateurs.
5. Une seconde liste aléatoire de contenants, plus courte, a été créée comme liste de rechange, car on estimait bien probable que l'un des contenants de la liste principale ne soit pas trouvé dans l'échantillonnage. Elle a été conçue en répétant les étapes 2 à 4 ci-dessus pour obtenir seulement 76 nombres aléatoires.

Échantillonnage aléatoire dans un contenant

Après avoir sélectionné les contenants ainsi que le nombre nécessaire d'éléments à tirer de chacun, on a suivi la méthode suivante pour choisir au hasard les éléments.

Cette méthode de sélection utilisait une règle graduée en seizièmes de pouce, ce qui correspond approximativement à l'épaisseur d'un négatif dans une enveloppe de papier. À partir de cette méthode de sélection, un nombre aléatoire de seizièmes de pouce a été généré et, après mesure, on choisissait le négatif placé le plus proche de la distance choisie.

1. On a trouvé que le contenant le plus profond mesurait 15,5 po, ce qui équivaut à 248 seizièmes de pouce. Ainsi, 248 seizièmes de pouce représentent la longueur maximale de document que l'on peut conserver dans une seule rangée, quelle que soit la boîte. Puisqu'on trouve souvent deux rangées de documents archivés dans un contenant, 248 a été multiplié par 2, ce qui donne 496.
2. On a utilisé la formule =ALEA.ENTRE.BORNES(1;496) dans Microsoft Excel pour choisir au hasard un nombre de 1 à 496. Une colonne a été ajoutée à la liste maîtresse de l'examen et l'on a copié cette formule dans une cellule pour chacun des 1 065 contenants. On a ainsi obtenu une liste de 1 065 contenants choisis au hasard, chacun s'accompagnant d'un nombre aléatoire, *n*, de seizièmes de pouce pour la mesure.
3. Pour que chaque négatif d'un contenant ait une probabilité égale d'être sélectionné, on a aussi fixé un point de départ aléatoire pour la mesure : 1. coin inférieur gauche, 2. coin inférieur droit, 3. coin supérieur gauche, 4. coin supérieur droit (figure 32).



Source : Bibliothèque et Archives Canada
Figure 32. Choix aléatoire de négatifs depuis un des quatre coins numérotés du contenant.

4. La formule ALEA.ENTRE.BORNES(1;4) de Microsoft Excel a servi pour choisir au hasard un nombre de 1 à 4. On a ajouté une colonne à la liste maîtresse, et cette formule a été copiée dans une cellule pour chacun des 1 065 contenants; cela a donné une liste de 1 065 contenants choisis au hasard et, pour chacun, une distance aléatoire en seizièmes de pouce et un point aléatoire à partir duquel faire la mesure.
5. Pour choisir un négatif, un point de départ a été choisi au hasard dans le contenant et l'on a mesuré vers le haut ou le bas une longueur aléatoire en seizièmes de pouce. Si deux rangées de documents ou plus étaient présentes, la mesure était répétée de façon circulaire jusqu'à atteindre la distance correcte. Si *n* dépassait la longueur totale des documents du contenant, la distance excessive était estimée et utilisée depuis le point de départ jusqu'à l'épuisement de la distance.

6. Une fois la distance *n* atteinte, on choisissait le négatif le plus proche de ce point. Un indicateur était utilisé pour marquer la position où se trouvait le négatif.
7. Lorsque le négatif échantillonné était replacé dans le contenant, avant la détermination du pH, l'indicateur était placé immédiatement devant l'enveloppe à tester. Si plusieurs échantillons étaient sélectionnés depuis le même contenant, on utilisait des indicateurs numérotés selon l'ordre dans lequel le négatif apparaissait dans la liste maîtresse.

Déroulement du sondage

Le sondage a été effectué en six jours par six employés. Deux d'entre eux sélectionnaient les échantillons, posaient les indicateurs et consignaient les conclusions. Trois autres employés mesuraient le pH et inscrivaient les résultats. Enfin, un employé retirait les contenants de la chambre forte où ils étaient conservés, les chargeait sur un chariot de bibliothèque, replaçait les contenants dans la chambre forte et travaillait à un autre projet pendant les temps morts.

En moyenne, 45 secondes étaient nécessaires pour tirer un négatif et consigner les résultats sur papier, et environ 2 minutes et demie pour mesurer le pH d'une pochette de négatifs et inscrire le résultat.

Renseignements colligés grâce au sondage

Degré de détérioration des négatifs

On a utilisé une échelle à six niveaux (de 0 à 5) (tableau 11) pour noter le degré de détérioration de chaque négatif examiné. Ce renseignement donne une idée générale de l'état actuel de préservation globale d'une collection.

Tableau 11 : Échelle à 6 niveaux de détérioration des négatifs

0	Aucune détérioration
1	Le film jaunit, l'image montre des signes de miroitement causé par l'argent (miroir d'argent)
2	Le film est jaune et le miroitement causé par l'argent est visible
3	Le film est collant et émet une odeur ou est ambré, et l'image commence à disparaître
4	Le film est mou et se colle aux négatifs adjacents ainsi qu'aux pochettes; la surface peut être couverte d'une mousse visqueuse
5	Aucune image lisible, forte odeur, poudre brune

Le sondage a indiqué que 63,29 % (± 3 %) de la collection était au palier 0, ne montrant aucun signe évident de détérioration, et que 36,15 % (± 3 %) était au palier 1 et présentait les premiers signes de détérioration. (Remarque : ce sondage n'a pas échantillonné les documents conservés dans des chambres fortes pour négatifs à détruire ou détériorés.)

Formats des négatifs

On a noté tous les formats de négatifs trouvés dans la collection et estimé en pourcentage la proportion de chacun au sein de celle-ci. On a fait la corrélation entre le format et le degré de détérioration consigné pour chaque négatif. Les données montrent que le format 4 × 5 po était le plus répandu et comptait la proportion la plus élevée au stade 0 et que ce sont les négatifs 5 × 7 po qui étaient détériorés en plus grande proportion aux stades 1 et 2.

Enveloppes

Ce sondage visait aussi à déterminer le pourcentage des négatifs de la collection se trouvant dans leur enveloppe d'origine ou dans des enveloppes non institutionnelles de piètre qualité et la proportion de négatifs ayant été replacés dans des enveloppes d'archivage. En outre, BAC voulait mesurer le pH de ces types d'enveloppes et savoir s'ils ont un quelconque effet sur la collection.

Contenants

Les ravageurs, notamment les mouches, avaient été un problème permanent dans l'ancienne installation de la réserve au froid de BAC. On a cherché des indices de la présence de ravageurs dans les contenants pour tenter d'évaluer l'efficacité du programme d'éradication des ravageurs dans l'installation. La présence de ravageurs a été corrélée avec le numéro des chambres fortes et les collections qu'elles contenaient pour établir les schémas d'infestation.

Conditions de mise en réserve de la collection

Le sondage a permis de consigner d'autres renseignements :

- la présence de plusieurs négatifs dans la même enveloppe
- le nombre de négatifs conservés dans un album
- la fréquence des enveloppes de papier cristal dans la collection
- la présence d'enveloppes ou de pochettes de plastique
- la présence de film de sécurité ou en acétate de cellulose
- la présence de dommages causés par la moisissure

En sondant moins de 0,2 % de la collection, on a pu produire une quantité considérable de données ayant un fort degré de précision statistique. Six jours ont été nécessaires pour effectuer le sondage sur place; la compilation et l'analyse des données ont toutefois exigé beaucoup plus de temps.

Le succès de ce sondage repose sur une planification claire et précise, et un exercice à blanc a permis d'en assurer l'exactitude.

Étude de cas 2 : recensement

Census – Cellulose Nitrate Panoramas (recensement de panoramas sur nitrate de cellulose), 2007/Janet Kepkiewicz
© Gouvernement du Canada
Source : Bibliothèque et Archives Canada

BAC possédait une vaste collection de panoramas sur nitrate de cellulose improprement conservée; elle était logée dans 91 boîtes et l'organisme disposait de peu de renseignements quant à l'état de chaque objet de même qu'au contenu. La collection comptait entre 4 000 et 5 000 négatifs, plusieurs enroulés les uns sur les autres dans des cylindres de métal, alors que d'autres étaient conservés à l'air libre. On a fait un recensement afin d'obtenir les renseignements nécessaires et de transférer, dans de nouvelles boîtes, tous ces documents en vue du déménagement dans une nouvelle installation.

Afin de conserver des environnements sécuritaires pour les films en nitrate de cellulose pendant le recensement, seules quelques boîtes étaient expédiées à la fois au Centre de préservation de BAC, où elles étaient vidées et où les négatifs étaient placés temporairement dans de grands sacs à fermeture à glissière (sacs Ziploc), puis placés dans une réserve froide. Ainsi, en procédant de la sorte, on a pu examiner un petit nombre d'objets à la fois et les reloger ensuite dans de nouvelles pochettes et boîtes, tout en maintenant des conditions de mise en réserve sécuritaires.

Chaque négatif a été séparé et déroulé, et l'on a consigné, dans une feuille de calcul Microsoft Excel, des renseignements importants, notamment :

- le numéro d'acquisition
- l'ancien numéro du code à barres
- le numéro de la boîte originale
- le numéro de boîte temporaire (lequel est devenu le nouveau numéro de boîte)
- le nom du photographe
- le titre
- la date de la prise de la photographie
- le lieu où la photographie a été prise
- les dimensions (mesurées en hauteur et en largeur)
- le numéro d'objet original (il s'agit du numéro donné par le photographe; en son absence ou s'il n'y avait pas de numéro de cassette, la mention N/A a été attribuée)
- le numéro de cassette (en l'absence d'un numéro d'objet)
- le contenu
- l'état
- les remarques
- la présence de moisissure
- la présence d'une odeur
- le numéro de copie numérique

Chaque objet a ensuite été enroulé individuellement dans un emballage de papier bond sans acide sur lequel on a consigné :

- le numéro d'objet
- le numéro d'acquisition
- le numéro de boîte original (cette donnée a été incluse pour simplifier la recherche dans la feuille Microsoft Excel; bien qu'on n'ait pas constitué d'instrument de recherche structuré pour la collection, ce numéro correspond à certains dossiers originaux)

On a découpé les feuilles d'emballage de papier bond en rectangles de 11 po sur 12 po entaillés sur le bord inférieur de façon à pouvoir les plier à l'intérieur des négatifs roulés. En outre, on a pratiqué une entaille à 3 1/2 po du bord supérieur afin d'enfiler un ruban sergé de coton pour que le négatif soit maintenu avec plus de sécurité dans cet emballage. Afin d'accélérer le processus, on a produit des gabarits permettant de couper le papier dans les bonnes dimensions.

Les négatifs roulés très serrés qui auraient été endommagés par le déroulage et ceux qui étaient déjà à plat ont été placés dans des enveloppes, puis dans des boîtes. On a aussi placé dans des boîtes tous les négatifs enroulés afin de leur donner le support et la protection maximaux.

On a créé un dispositif de division des boîtes qui permettait à chaque négatif d'être en position verticale (figure 33). Les négatifs roulés qui étaient trop hauts pour entrer dans les boîtes ont été conservés couchés. On a pu facilement apporter des ajustements et des modifications au modèle de boîte à compartiments pour accueillir les négatifs placés dans des pochettes et les négatifs enroulés conservés horizontalement (figure 34).

Source : Bibliothèque et Archives Canada
Figure 33. Négatifs de panorama emballés dans leur boîte.

Source : Bibliothèque et Archives Canada
Figure 34. Négatifs dans des pochettes conservés avec des négatifs roulés trop longs pour être rangés debout.

Étude de cas 3 : sondage auprès des membres d'un organisme

Détermination du pourcentage des types de négatifs photographiques dans une province

Le Centre de conservation du Québec (CCQ) a effectué un sondage auprès des membres du Regroupement des services d'archives privées agréés du Québec (RSAPAQ) pour déterminer les dates de leurs collections et tenter d'établir le pourcentage approximatif de films en nitrate de cellulose et de films en acétate de cellulose dans ces collections.

Susanne Holm, restauratrice au CCQ, a élaboré une méthodologie de sondage dont l'objectif premier était de quantifier le nombre de négatifs sur supports en nitrate de cellulose, en acétate de cellulose et en polyester. Le sondage demandait aux répondants de déterminer à peu près le nombre de négatifs remontant à des périodes particulières, le nitrate de cellulose prévalant de la fin du XIXe siècle au milieu du XXe siècle, l'acétate s'étant répandu des années 1920 jusqu'à maintenant et le polyester étant dominant à partir de la fin des années 1950. Il n'était pas possible d'obtenir des chiffres exacts à cause du chevauchement des époques, mais on a tout de même pu tirer une estimation raisonnable de cette démarche.

Les résultats ont été colligés et un portrait des collections au Québec a été produit. Pendant un an, le personnel du CCQ et de l'ICC a rencontré sur place des responsables de 24 collections distinctes au Québec. Au cours de ces visites, l'équipe de conservation a donné des instructions sur les méthodes d'identification des différents types et formats de films, de même que sur les questions de

préservation connexes. On a interrogé tous les participants sur la nature de leurs collections de négatifs, ce qui a permis de produire un portrait d'ensemble des collections de négatifs des membres du RSAPAQ.

Cette étude de cas est un exemple d'approche moins scientifique, mais qui a fourni des renseignements importants sur la nature et l'état des collections de négatifs dans une partie du Canada.

2. Séparer les plastiques

Si l'examen de la collection a déterminé que celle-ci est composée de supports de différentes matières, l'étape suivante consiste à séparer les plastiques. Les fortes concentrations aériennes d'acides nitrique et acétique qui s'évaporent pendant la détérioration des films en nitrate de cellulose ou en acétate de cellulose peuvent accélérer la détérioration de toutes les substances avoisinantes. Il existe de nombreux exemples de ce phénomène particulièrement actif entre le nitrate de cellulose et l'acétate de cellulose s'ils sont conservés ensemble dans des conditions ambiantes, ce qui peut avoir des conséquences catastrophiques. Les gaz comburants et les acides forts peuvent aussi causer l'oxydation des images argentiques sur film en polyester conservées dans les environs.

Si une petite quantité de films d'un type donné est dispersée parmi des films d'un autre type, il n'est pas nécessaire de la retirer de la collection si cette dernière doit être placée dans une réserve sous zéro.

En plus de séparer les plastiques, il faut séparer tout matériel imprimé ou excédentaire qui peut être conservé avec les négatifs et, à ce moment-là, attribuer des numéros de contrôle appropriés à la collection.

Les projets de séparation exigent de porter une attention stricte à ce qui suit.

Santé et sécurité

Lorsqu'on effectue un projet de séparation au sein d'une collection de film photographique, il faut se soucier de la santé et de la sécurité et fournir l'équipement de protection individuelle adéquat, surtout si les photographies sont dégradées (consulter la section Préoccupations pour la santé et la sécurité associées à la dégradation des plastiques).

Identification

Il peut être extrêmement difficile de différentier les types de films. Le personnel doit très bien connaître les techniques d'identification (décrites à la section Reconnaître et distinguer les différents négatifs sur support en plastique).

Numéros de contrôle

Lorsque des négatifs sont séparés d'une plus grande collection, on doit leur attribuer des numéros de suivi qui les relieront à la collection d'origine. Cette opération peut être complexe en présence de différents types de films et particulièrement difficile si l'on n'a pas attribué de numéro individuel d'identification aux objets. L'attribution de numéros de contrôle doit être planifiée avec soin et doit respecter complètement les pratiques et procédures de l'établissement.

Inscrire des chiffres directement sur les négatifs est une pratique à éviter normalement, mais qui est parfois nécessaire. On ne devrait inscrire les chiffres que très discrètement au bout de la bordure du négatif. On ne devrait utiliser que des crayons-feutres dont l'encre permanente a été testée pour sa stabilité. Les encres ne doivent pas pâlir ou se diffuser avec le temps, ni agir comme agents oxydants pour l'image argentique. Elles doivent être solubles et effaçables à l'aide d'un dissolvant léger, tel l'alcool.

Les produits énumérés dans le tableau 12 ont fait l'objet d'essais et ont été jugés satisfaisants pour marquer directement les négatifs.

Tableau 12 : Encres suggérées pour marquer les négatifs (MacLean, 2000)

Marque de commerce	Nature de la substance	Effacement	Stabilité
Crayons Stabilo All	Crayons de graphite conçus pour écrire sur la plupart des surfaces non poreuses, dont les plastiques	Utiliser des tampons légèrement mouillés d'eau distillée et d'éthanol	Extrêmement stables; ne réagissent pas avec l'image argentique
Stylos-feutres noirs pour films et épreuves Light Impressions	Stylos à encre conçus pour marquer le bord des films	Utiliser des tampons légèrement mouillés d'éthanol	Sans bavure et permanents

Transfert dans de nouveaux contenants

Puisqu'un projet de séparation implique la manipulation de la plupart des objets d'une collection, il peut constituer l'occasion idéale de transférer la collection dans des pochettes et des boîtes pour archives plus stables.

3. Mettre en œuvre un plan de copie

Avant de mettre une collection de négatifs en réserve, il est important de planifier la façon dont on y accédera et on l'examinera ultérieurement. La mise en place d'un plan de copie est une façon de rendre la collection accessible. Il faut d'abord déterminer s'il est possible de copier ou de numériser tous les négatifs avant de les mettre dans la réserve. S'il n'est pas possible de copier tous les négatifs, la priorité doit être donnée aux documents très utilisés et de grande valeur.

L'« accès aux collections » signifie mettre les négatifs photographiques originaux, ou leur image, à la disposition des chercheurs. Il existe trois méthodes différentes d'accès, les deux dernières étant à privilégier :

- contact direct avec les négatifs originaux
- copie numérique des négatifs originaux
- épreuves faites à partir des copies numériques des négatifs originaux

Dans le meilleur des cas, on ne devrait jamais accorder aux chercheurs un accès direct aux négatifs originaux, et les copies devraient être faites sur place conformément à des protocoles stricts supervisés par le personnel des collections. La production d'épreuves à partir d'images numériques peut être effectuée facilement, à la condition que ces images permettent une reproduction précise des tonalités.

Étant donné l'existence de technologies numériques pouvant fournir des reproductions de qualité extrêmement élevée, la question de la nécessité de conserver les originaux pèse lourd, en particulier si l'original se dégrade et que la seule option restante pour sa stabilisation est la très onéreuse conservation au froid. Cette question de conservation est quelque peu subjective, mais porte en elle des conséquences profondes, exigeant que le décideur soit complètement informé de la question. Il est nécessaire de faire le point sur la valeur de l'information et la valeur artéfactuelle. Il existe de nombreux exemples de destruction de négatifs originaux après leur copie et de regrets subséquents, une fois constatée la mauvaise qualité de la reproduction. De plus, la question principale demeure la perte du document original : une copie demeurera toujours une copie. La valeur artéfactuelle de l'original est déterminée ou attribuée par le conservateur ou l'archiviste de la collection et elle doit être prise en considération, même si c'est la valeur informative qui compte avant tout.

Avant sa destruction, on devrait considérer la possibilité d'offrir une collection à d'autres établissements ayant un mandat de collection similaire, en particulier si elles ont des chambres froides ou conformes à la norme NFPA 40. En outre, le coût de conservation d'un négatif dans un environnement traditionnel de réserve au froid est peu élevé, comparativement aux coûts de la copie et de la conservation continue des supports de données numériques. Il est impossible de prédire les coûts de la conservation à long terme des données numériques, mais il est reconnu que cette forme de mise en réserve est onéreuse et complexe (Rosenthal et coll., 2012).

La décision de permettre l'accès aux collections doit être prise en fonction des éléments cruciaux suivants.

Valeur de la collection

La valeur historique et monétaire d'une collection peut et doit être établie par un sondage. On devrait inscrire les images les plus précieuses et les plus recherchées au sommet de la liste des images à copier. À l'occasion, si les ressources sont extrêmement limitées, placer une collection « en danger » dans des emballages à l'épreuve de la vapeur et les entreposer dans une enceinte sous zéro et sans

accès pourrait être une stratégie valable, si cette petite collection est visée par un programme de copie à long terme et que la copie sur demande est autorisée.

État de la collection

On peut évaluer la condition de la collection en effectuant un examen. L'instabilité chimique de certaines substances, comme le nitrate de cellulose ou l'acétate de cellulose, exige normalement qu'elles soient conservées dans des environnements froids ou sous zéro de façon à maximiser le potentiel de la préservation à long terme.

La copie devrait être effectuée bien avant que les négatifs soient entreposés au froid. Cependant, selon le degré de détérioration des films, il peut être très complexe de procéder ainsi. En outre, il faut tenir compte des problèmes de santé et sécurité liés à la manipulation de matières chimiquement instables. Il convient de noter, surtout si l'on demande des copies de négatifs instables, qu'il peut être nécessaire de traiter l'image numérisée pour l'améliorer, ce qui accroît les coûts de main-d'œuvre. Le traitement des négatifs dégradés avant leur numérisation est une option possible pour certains films en acétate de cellulose, alors que l'élimination est la seule option restante pour d'autres.

Utilisation prévue de la collection

On doit prévoir la demande pour des groupes ou des collections de négatifs et placer les séries qui pourraient être en forte demande en tête de la liste des négatifs à copier. À l'occasion, la reproduction ou la numérisation ne satisfait pas aux besoins d'un chercheur et l'accès continu à l'original sera nécessaire. Il faut acclimater les négatifs que l'on retire d'un environnement frais, froid ou sous zéro avant de les visionner ou de les utiliser, et il faudra créer des procédures à cette fin. De plus, on devra suivre de près le temps de séjour d'un négatif à l'extérieur de l'enceinte froide ou sous zéro, car toute période passée à l'extérieur peut diminuer sensiblement les bénéfices de la mise en réserve au froid et raccourcir la vie du négatif. Quels que soient les besoins, on devrait avoir une copie de préservation de tous les originaux, en cas de dommage ou de perte accidentelle.

L'existence de copies numériques ou de duplicatas de haute qualité

L'existence de duplicatas, de contretypes ou de copies numériques de haute qualité permet la mise en réserve immédiate des négatifs dans des environnements froids ou sous zéro. On peut satisfaire les demandes d'accès en numérisant ou en copiant les duplicatas d'une collection entière, ou encore un cliché à la fois. On pourra ainsi loger correctement les négatifs originaux et les entreposer sans avoir à prévoir un accès facile. Il faudra évaluer les duplicatas, les contretypes ou les copies pour s'assurer qu'ils satisfont aux normes acceptables et aux besoins des chercheurs.

Sept points cruciaux des projets de copie ou de numérisation

Voici sept points cruciaux à considérer pendant la planification et l'exécution d'un projet de copie ou de numérisation :

3.1. Adopter des normes élevées pour la numérisation

Les programmes de copie ont deux objectifs : l'accès aux images et la préservation des documents ou des images. Il est possible de donner accès aux images tout en éliminant la nécessité de manipuler les négatifs originaux et de les retirer de l'environnement de la réserve où ils sont préservés.

Les duplicatas ou versions numériques de haute qualité éliminent le besoin d'avoir accès physiquement aux collections et devraient être faits à une très haute résolution, adéquate pour toutes les applications, et conservés dans des fichiers dont le format de compression est sans perte. En d'autres mots, l'algorithme de formatage du fichier cherche les façons les plus efficaces de représenter une image sans compromis de précision. L'idée derrière cette procédure est d'avoir à numériser une seule fois. Des adresses de sites Internet présentant des normes et des protocoles de numérisation figurent au point 7.

3.2. Envisager la numérisation avant de faire des copies physiques

Si des copies traditionnelles de haute qualité ont déjà été effectuées, elles peuvent continuer à assurer l'accès à l'image. Historiquement, la copie de négatifs suivant des procédures prescrites pour du matériel photographique ordinaire conçu pour la reproduction a permis de produire des duplicatas de très haute qualité (Hendriks et coll., 1991, p. 217). Une bonne partie de ces copies sont sur des supports en polyester et, si elles ont été développées de façon à assurer une permanence maximale, elles seront chimiquement très stables. On préfère actuellement les copies numériques à cause de la facilité de la copie, de la distribution et du contrôle. La numérisation à très haute résolution est maintenant accessible et, puisqu'on ne trouve sur le marché que peu de films photographiques traditionnels pour la copie, la numérisation ou la copie numérique est préférable.

3.3. Créer un plan avant de copier ou numériser

Il est recommandé d'élaborer, avec beaucoup de prévoyance et une planification méticuleuse, un plan complet de reproduction. Les changements technologiques rapides dans le domaine de la capture d'images numériques peuvent être extrêmement difficiles à suivre. Ils exigent un plan adaptable qui prévoit et facilite la migration des formats de fichiers.

Les projets de numérisation sont onéreux. En plus des coûts initiaux associés au matériel et à la main-d'œuvre nécessaires pour la numérisation, le traitement des images après la numérisation et la production de métadonnées exigent beaucoup de temps et d'expertise. Une planification détaillée et la compréhension de toutes les étapes du processus sont cruciales pour l'efficacité du projet et son succès.

3.4. Classer la collection par ordre de priorité avant de la copier ou de la numériser

La copie ou la numérisation des négatifs est un processus coûteux dont l'exécution nécessite beaucoup de temps. La priorité devrait être donnée aux documents les plus détériorés et les plus recherchés.

3.5. Tirer parti du projet de copie ou de numérisation pour transférer les négatifs dans de nouveaux contenants

Les projets de copie ou de numérisation devraient comprendre un volet de préservation des originaux analogiques, notamment leur transfert dans de nouvelles pochettes et boîtes.

3.6. Envisager de nettoyer ou de traiter les films en acétate de cellulose avant de les copier ou de les numériser

Il est souvent nécessaire de nettoyer légèrement la surface des négatifs afin de maximiser la qualité de la numérisation. On peut traiter les films en acétate de cellulose pour lesquels il n'existe pas de bonne copie pour en retirer l'émulsion du plastique avant la numérisation. Ce traitement ne peut être effectué que par un restaurateur formé.

3.7. Consulter les ressources et guides de planification des projets de copie ou de numérisation

Les ressources en ligne suivantes peuvent être utiles pour obtenir des conseils et des lignes directrices sur la numérisation des collections photographiques et cinématographiques[Note en fin de texte1] :

- Bibliographic Center for Research's Colorado Digitization Program (BCR's CDP) Best Practices Working Group. *BCR's CDP Digital Imaging Best Practices, Version 2.0* (format PDF) (en anglais seulement).
- Conseil canadien des archives. Guides pratiques pour les projets de numérisation (format PDF).
- California State University, Northridge. Project Scanning Standards (en anglais seulement), Oviatt Library, Digital Collections.
- University of North Texas Libraries. Digital Projects Unit (en anglais seulement).
- Still Image Working Group. Digital Conversion – Documents and Guidelines: A Bibliographic Reference (en anglais seulement), Federal Agencies Digital Guidelines Initiative.
- Still Image Working Group. *Guidelines: Content Categories & Digitization Objectives: Reformatting Historical Printed Matter, Documents and Manuscripts, and Pictoral Materials – Content Categories and Subcategories table* Federal Agencies Digital Guidelines Initiative.
- Still Image Working Group. *Guidelines: Technical Guidelines for Digitizing Cultural Heritage Materials* (en anglais seulement), Federal Agencies Digital Guidelines Initiative.
- Bill LeFurgy. *Information or Artifact: Digitizing Photographic Negatives and Transparencies, Part 1* (en anglais seulement), Library of Congress, octobre 2011.
- Bill LeFurgy. *Information or Artifact: Digitizing Photographic Negatives and Transparencies, Part 2* (en anglais seulement), Library of Congress, octobre 2011.

- ISO 13008:2012, *Information et documentation – Processus de conversion et migration des documents d'activité numériques*.

4. Évaluer les contenants de protection

L'environnement nécessaire à la conservation à long terme dicte les exigences en matière de contenants. Par exemple, on peut laisser les négatifs destinés à une conservation sous zéro dans leur pochette originale si cette dernière est encore solide. La détérioration potentielle du négatif causée par une vieille pochette acide sera réduite dans une chambre froide, tout comme la vitesse de détérioration de la pochette originale, ce qui élimine les risques pour le négatif. En contrepartie, les collections qui seront logées dans des environnements à température ambiante ou au frais doivent être placées dans des pochettes de papier et des boîtes ventilées qui permettront la circulation d'air.

Idéalement, chaque négatif devrait être placé dans une enveloppe individuelle. En réalité, de nombreux établissements ne peuvent se permettre de placer les négatifs dans des enveloppes distinctes, en raison du coût du matériel archivistique ou de l'espace supplémentaire que cela requiert. Un certain nombre de négatifs peuvent être conservés ensemble dans la même enveloppe à la condition de leur attribuer correctement un numéro de contrôle. Cette approche est moins préoccupante si les négatifs sont entreposés dans une chambre froide. Cependant, s'ils sont conservés dans des conditions ambiantes, on peut intercaler, entre chaque négatif, une feuille de papier sans acide de bonne qualité.

Le transfert des renseignements et des numéros de contrôle de chaque objet est crucial au moment du passage du contenant original au nouveau, mais il peut allonger considérablement le projet. Ce transfert d'information peut impliquer la transcription manuelle de données, ou encore la numérisation ou la photocopie des pochettes originales. Le manque de temps constitue un argument de poids pour le maintien des négatifs dans leur pochette originale s'ils sont entreposés sous zéro.

Pochettes

Il n'est pas nécessaire de remplacer l'enveloppe originale dans tous les cas. On pourra conserver les pochettes si elles sont en bon état, mais on doit remplacer celles qui sont très endommagées, détériorées et sales, particulièrement si elles sont destinées à la mise en réserve sous zéro. On peut garder ainsi les pochettes contenant plusieurs négatifs. Dans ce cas, il faut inscrire, sur l'enveloppe externe, les numéros de suivi de chaque objet qu'elle contient.

Il est recommandé d'utiliser des enveloppes de papier plutôt que de plastique, car le papier absorbe les sous-produits de décomposition, ce qui permet de diffuser les substances volatiles, alors que les pochettes de plastique les emprisonnent.

L'utilisation d'enveloppes ou de pochettes en papier tamponné fait l'objet, depuis longtemps, d'un débat dans la communauté des professionnels de la conservation de documents photographiques. Selon le consensus actuel, le papier tamponné est préférable pour la mise en réserve de films en

nitrate de cellulose ou en acétate de cellulose, étant donné sa grande capacité d'absorption des sous-produits acides de leur détérioration. Les recherches de l'Image Permanence Institute ont démontré que la présence d'un tampon alcalin sur le papier servant à fabriquer les enveloppes a peu ou n'a pas d'effet sur la stabilité à long terme des films en acétate de cellulose placés dans ces enveloppes dans des conditions de vieillissement accéléré (Bigourdan et coll., 1996). En d'autres mots, les résultats finaux ont été les mêmes, que le papier de l'enveloppe eût tamponné ou non. Ces résultats ont toutefois été obtenus dans des conditions expérimentales, et l'on ne peut dire avec certitude s'ils seraient les mêmes dans des conditions de vieillissement naturelles.

Des recherches faites à la température de la pièce ont montré que les enveloppes de papier contribuaient de façon secondaire au syndrome du vinaigre. L'utilisation de papier tamponné n'élimine pas ce risque.

Bien que les pochettes de plastique (y compris le polyester, le polystyrène, le polypropylène et le polyéthylène) soient stables et acceptables du point de vue de la conservation, elles favorisent l'acidification des environnements intérieurs, puisqu'elles limitent la migration des acides, ce qui a pour conséquence d'accélérer le taux d'hydrolyse par catalyse acide du film.

En contrepartie, à cause de leur stabilité chimique très supérieure, on peut entreposer les films en polyester dans des pochettes de polyester, de polystyrène, de polypropylène et de polyéthylène. Il faut toutefois éviter le polychlorure de vinyle et tous les plastiques enduits de produits antistatiques ou de glissement. Cette recommandation s'applique sans égard à la température à laquelle la collection est conservée (sous zéro, froide, fraîche ou ambiante).

Les contenants vendus dans le commerce devraient être testés et réussir l'essai d'activité photographique décrit dans la norme ISO 18916:2007, *Matériaux pour l'image – Matériaux pour l'image traités – Essai d'activité photographique pour les matériaux de fermeture*. De nos jours, nombre de fournisseurs de produits archivistiques mentionnent, dans leur catalogue, les produits qui ont réussi l'essai d'activité photographique. Contre rémunération, l'Institut canadien de conservation pourra faire l'essai d'activité photographique sur un produit qui vous intéresse, mais dont vous n'êtes pas sûr.

Les pochettes de papier cristal, même si elles réussissent l'essai d'activité photographique et qu'elles portent une mention indiquant qu'elles sont sans acide et tamponnées, ne sont pas recommandées, car elles peuvent se ramollir et se coller aux émulsions photographiques lorsque l'humidité est élevée.

Les normes ISO suivantes décrivent les matériaux considérés comme acceptables pour la mise en réserve de la plupart des collections photographiques.

- ISO 18902:2013, *Matériaux pour image – Matériaux pour image après traitement – Albums, cadrage et matériaux d'archivage*

- ISO 18916:2007, *Matériaux pour l'image – Matériaux pour l'image traités – Essai d'activité photographique pour les matériaux de fermeture*

Boîtes

Il existe de nombreux choix de boîtes pour la mise en réserve à long terme de négatifs placés dans des pochettes, notamment en carton contrecollé, tamponné et sans acide; en carton ondulé, tamponné et sans acide; en polypropylène cannelé; en Coroplast; et en carton ondulé non garanti sans acide. La plupart des boîtes sont offertes dans une vaste gamme de tailles, de formats et de prix. Les boîtes choisies devraient permettre un certain degré de ventilation. On considère habituellement que les poignées découpées sont suffisantes.

Tout comme pour les pochettes, on doit initialement choisir entre les boîtes de papier et celles de plastique. Les raisons qui nous font préférer les pochettes de papier s'appliquent aussi aux boîtes de carton. Le carton absorbera les sous-produits acides de la décomposition, ce qui augmentera le taux de diffusion de ces produits volatils loin du film qui se dégrade.

Les boîtes de plastique sont généralement faites de polypropylène cannelé (Coroplast) et vendues dans une vaste gamme de tailles normalisées. Elles ne devraient être envisagées que pour la mise en réserve sous zéro des films en nitrate de cellulose ou en acétate de cellulose. Pour la mise en réserve à une température ambiante ou fraîche, on recommande les boîtes de carton, en particulier si les films montrent des signes de détérioration.

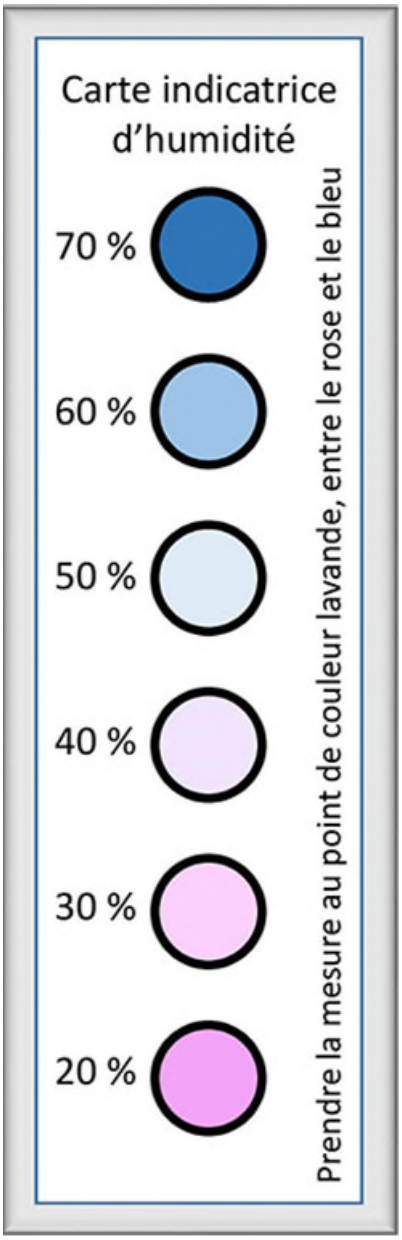
Les boîtes de polypropylène conviennent aux collections de films sur support en polyester à cause de leur stabilité chimique supérieure dans la plupart des environnements de stockage (Porck et Teygeler, 2000).

Les boîtes peuvent servir à créer des emballages à l'épreuve de la vapeur. Pour optimiser l'utilisation de l'espace, leurs dimensions doivent être compatibles avec celles de l'intérieur des congélateurs et l'aménagement proposé. Par exemple, choisir de grandes boîtes qui accaparent les trois quarts d'une étagère entraînera une perte considérable du volume de la réserve.

Les boîtes devront généralement être rectangulaires ou carrées et avoir un couvercle hermétique, et leurs dimensions doivent être appropriées pour le format des négatifs qu'elles contiendront. Si l'on constate un jeu entre les négatifs et la boîte, on devrait insérer des cales d'espacement pour éviter, dans la mesure du possible, qu'il y ait du mouvement dans la boîte (ces cales devraient être faites de matières inertes faciles à couper et à installer, par exemple de l'Ethafoam, du Coroplast ou du carton ondulé).

L'étiquette sur le côté de la boîte devrait idéalement mentionner le numéro d'acquisition, le numéro de catalogue, le numéro de l'article et une brève description des documents. La boîte devrait porter deux étiquettes : la première sur la face qui sera visible à l'ouverture de la porte du congélateur et l'autre sur un côté de la boîte de façon à en faciliter la consultation depuis plus d'un point de vue.

On peut appliquer, sur la face de la boîte qui porte l'étiquette, une carte à points de cobalt[Note en fin de texte 2] indiquant l'humidité (figure 35; McCormick-Goodhart, 2004). La présence de cartes indicatrices d'humidité permet de contrôler rapidement les boîtes du congélateur et de déterminer l'efficacité de l'emballage imperméable à la vapeur. Cette carte signalera des changements du microclimat résultant de fuites dans les sacs utilisés pour créer une enveloppe imperméable à la vapeur.



© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation. ICC 122361-0113
Figure 35. Carte indicatrice d'humidité à points de chlorure de cobalt. (Note : image fournie à titre indicatif seulement; aucune carte n'est offerte en français sur le marché.)

Possibilités pour la mise en réserve au froid ou sous zéro

Le choix de la meilleure option pour la mise en réserve au froid ou sous zéro dépend principalement du volume occupé par la partie de la collection qui doit être entreposée de la sorte, des ressources disponibles et de l'urgence de freiner une détérioration grave. Il existe quatre options fondamentales pour la mise en réserve au froid des collections de négatifs :

- congélateur vertical domestique de modèle courant
- chambre de congélation autonome avec ou sans régulation complète de l'humidité
- location d'un espace commercial de congélation
- installation de mise en réserve conforme à la norme NFPA 40 pour les collections de films en nitrate de cellulose

Il faut considérer de nombreux facteurs pour prendre une décision éclairée sur le choix d'un type de mise en réserve au froid. Ces facteurs sont abordés plus bas, sous chaque catégorie de mise en réserve.

Congélateur vertical domestique de modèle courant

Un congélateur vertical domestique ordinaire constitue une option valable pour la plupart des petites collections. Ce type d'appareil est vendu dans une variété de tailles et de configurations de l'espace intérieur. Il est essentiel de choisir un modèle sans givre. Pour maximiser la flexibilité de l'aménagement de l'espace intérieur, il est important de sélectionner un modèle dont l'intérieur présente le moins possible d'obstructions permanentes inhérentes.

À cause des cycles de régulation de l'humidité, les négatifs devront être placés dans un emballage imperméable à la vapeur avant d'être déposés dans le congélateur. Si l'aménagement de l'intérieur permet une certaine souplesse, on peut généralement entreposer entre 0,42 m^3 et 0,48 m^3 (15 pi^3 à 17 pi^3) de documents dans des emballages étanches à l'intérieur d'un congélateur vertical moyen. Étant donné les limites de l'espace intérieur, il n'existe que peu d'options pour la mise en réserve des grandes collections.

Dans le cas de collections plus grandes (de taille moyenne) auxquelles des ressources limitées sont affectées, on pourra commencer par l'achat d'un à dix congélateurs verticaux pour y loger les documents importants ou les matières aux premiers stades de détérioration. D'une part, l'achat d'un à dix appareils constitue une dépense initiale modeste en capital, et d'autre part, acquérir plus de dix congélateurs réduit le rapport avantage-coûts de cette option relativement aux dépenses en capital et à l'efficacité énergétique.

Chambre de congélation autonome avec ou sans régulation complète de l'humidité

Une chambre de congélation autonome est adéquate pour une grande collection qui nécessiterait plus de dix congélateurs domestiques verticaux, en particulier si l'on envisage d'enrichir la collection.

En outre, on peut loger plus facilement les documents de très grand format et recourir à un large éventail de configurations pour le rayonnage (étagères fixes ou mobiles, par exemple) en fonction des besoins de la collection et du budget.

Ce type de congélateur exige une forte dépense initiale en capital. Il doit être sans givre. À l'aide de panneaux isolants, autonomes et modulaires, fabriqués à une taille standard ou sur mesure, on peut construire une chambre satisfaisant aux exigences particulières de la collection. Celle-ci devrait comprendre des systèmes de suppression des incendies de même que des systèmes télécommandés de surveillance des conditions ambiantes et d'alerte. Les chambres avec une gestion de l'HR exigent des refroidisseurs à air, des compresseurs, des condenseurs et des roues d'assèchement et, si l'humidité doit être régulée, des appareils de relève.

La construction de chambres de mise en réserve au froid nécessite des spécifications d'achat fondées sur le rendement, et ce, afin de s'assurer que la fabrication, la construction et l'utilisation subséquente seront adéquates. Le National Park Service des États-Unis énumère les spécifications et les exigences des chambres froides dans son document *Performance Specification For A Cold Storage Vault To Be Used For Film-Based Photographic Media* (format PDF) (en anglais seulement).

Une chambre de congélation autonome avec régulation totale de l'humidité suppose des coûts plus élevés pour ce qui est du capital et de l'installation, de même que de plus grandes dépenses continues en énergie. Souvent, un contrôle strict de l'humidité entraîne de nombreux défis techniques. L'accès aux collections sera plus facile, car les objets ne seront pas emballés; cependant, une procédure stricte d'acclimatation devra être suivie pour leur retrait de la chambre de congélation.

En l'absence d'une régulation complète de l'humidité dans la chambre, il sera essentiel de mettre les négatifs dans un emballage imperméable à la vapeur (avec l'avantage, toutefois, de ne pas avoir à les emballer pour les acclimater après les avoir retirés du milieu froid). On peut utiliser des armoires à microclimat hermétiques pour réguler l'humidité et la maintenir à un niveau précis dans une chambre, mais les procédures d'acclimatation devront tout de même être suivies au moment de sortir les articles de ces armoires.

Location d'un espace commercial de congélation

La location d'un espace commercial de congélation peut être la meilleure option à court terme lorsqu'il est nécessaire d'entreposer d'urgence une collection qui se détériore ou en attendant l'entrée en service d'une installation permanente de conservation au froid.

Lorsqu'on doit louer un espace de congélation commercial, il importe de choisir, dans la mesure du possible, une entreprise dont la réputation est éprouvée et qui offre le niveau adéquat de sécurité. Il est essentiel d'avoir toutes les données techniques sur l'installation : cycle de température, stabilité de l'environnement, configuration du rayonnage, manipulation, transport, etc. Les arrangements

contractuels doivent mentionner les détails sur les taux en cours, les accords relatifs à l'accès, l'expédition, la manipulation, l'utilisation de codes à barres, etc.

Il faudra mettre les éléments de la collection dans un emballage imperméable à la vapeur, et les documents emballés devront être posés de façon sécuritaire sur des palettes de transport.

Installation de mise en réserve conforme à la norme NFPA 40 pour les collections de films en nitrate de cellulose

La norme NFPA 40 prescrit une température de mise en réserve de 21 °C ou moins. Des températures fraîches ou sous zéro sont recommandées, et on peut les mettre en place tout en s'y conformant. Celle-ci distingue les mises en réserve de courte et de longue durée et donne des directives pour les deux types. De plus, elle prescrit les normes à respecter relativement aux éléments suivants pour la mise en réserve du nitrate de cellulose :

- matériaux de construction et structure
- degré de résistance au feu des matériaux
- capacité
- ventilation
- conception des armoires
- rayons : conception et aménagement
- systèmes de gicleurs
- installations antidéflagrantes
- température
- matériaux de mise en réserve et contenants
- manipulation et transport des films
- élimination du nitrate de cellulose

Une installation conforme à la norme NFPA 40 est utile si la quantité de films en nitrate dépasse les 11 kg (25 lb). Bien que les petites quantités de films en nitrate soient exemptées de la norme NFPA 40, on doit tout de même les séparer des autres films en plastique et les conserver dans un environnement frais, froid ou sous zéro.

On peut conserver des quantités inférieures à 340 kg (750 lb) dans des armoires ou des chambres fortes conformes. Les quantités supérieures à 340 kg (750 lb) doivent être conservées dans des chambres fortes conformes.

Régulation de l'humidité des réserves sous zéro

Trois méthodes permettent de réguler l'humidité dans les réserves sous zéro (chacune est exposée plus bas) :

- les emballages imperméables à la vapeur

- les armoires scellées ou munies d'un joint d'étanchéité
- les dispositifs de séchage à l'air

Emballages imperméables à la vapeur

En l'absence de régulation de l'humidité dans un congélateur vertical ou une chambre forte, hormis les habituels dispositifs antigivre, il faut utiliser des emballages imperméables à la vapeur.

Les façons d'utiliser cette méthode de régulation de l'humidité sont décrites dans les deux documents en ligne suivants :

- Mark McCormick-Goodhart. *On the Cold Storage of Photographic Materials in a Conventional Freezer Using the Critical Moisture Indicator (CMI) Packaging Method* (format PDF) (en anglais seulement), 2004.
- Sue Bigelow. *Entreposage à froid des photographies aux Archives de la Ville de Vancouver* (format PDF), Conseil canadien des archives, 2004, p. 38.

Armoires scellées ou munies d'un joint d'étanchéité

Choisir des armoire scellées ou munies d'un joint d'étanchéité (figure 36). Ces dernières permettent de conserver une grande quantité de documents avec une humidité régulée sans qu'il soit nécessaire de les emballer. Les armoires imperméables à la vapeur ou à régulation de l'humidité exigent des joints de haute qualité qui ne seront pas facilement endommagés, ainsi que des panneaux intérieurs contenant du gel de silice conditionné pour contenir entre 30 % et 40 % d'humidité. Le gel de silice doit être périodiquement contrôlé et régulièrement conditionné.

© Ville de Vancouver
Figure 36. Armoire à joint étanche aux Archives municipales de Vancouver.

Les façons d'appliquer ces méthodes de régulation de l'humidité sont décrites dans la ressource de Bigelow, sous Emballages imperméables à la vapeur, et dans la ressource suivante :

- Henry Wilhelm et Mark McCormick-Goodhart. « The Design and Operation of a Passive Humidity-Controlled Cold Storage Vault Using Conventional Freezer Technology and Moisture Sealed Cabinets » (format PDF) (en anglais seulement), 2004.

Dispositifs de séchage à l'air

Pour la régulation de l'HR, il faut utiliser des chambres à humidité régulée dotées de dispositifs de séchage à l'air, habituellement des roues de séchage, et d'appareils de relève pour la régulation de l'humidité.

La régulation de l'humidité implique de forts coûts en capital et des dépenses récurrentes en énergie pouvant atteindre le double de celles des installations sans régulation de l'humidité. Ces appareils souffrent périodiquement de problèmes techniques qui se traduisent par des coûts d'entretien élevés. Néanmoins, dans le cas de grandes collections, il pourrait s'agir de l'approche la plus efficace, puisque l'emballage imperméable à la vapeur exige beaucoup de main-d'œuvre et que l'installation d'armoires à joints étanches peut être onéreuse. De nombreux établissements ont construit des chambres dont la température et l'humidité sont régulées. Deux exemples importants en Amérique du Nord sont le Northeast Historic Film (en anglais seulement), à Bucksport, dans le Maine, et le Harvard Depository (en anglais seulement) de l'Université Harvard.

Conclusion

Ce Bulletin technique avait pour objectif d'aborder les principaux éléments dont les responsables de collections doivent tenir compte dans le cadre de leurs travaux visant à assurer la préservation à long terme de leurs collections de négatifs sur support en plastique.

Prendre soin de ces documents signifie qu'il faut d'abord savoir les reconnaître, puis connaître leurs mécanismes de détérioration afin de mieux comprendre les recommandations relatives à leur mise en réserve et à leur conservation. Effectuer un examen, mettre en œuvre des stratégies de reproduction et d'accès, effectuer le traitement adéquat des négatifs et les mettre en réserve au frais ou au froid peuvent permettre d'atteindre le but premier, c'est-à-dire la préservation à long terme de ces négatifs. Trouver les ressources nécessaires pour mener à bien ces tâches, bien que cette question dépasse la portée du présent Bulletin, pose toujours un défi. L'adoption d'une méthode systématique et exhaustive pour déterminer les besoins de la collection peut également faciliter cette démarche.

Des défauts inhérents, des dommages physiques ainsi que des contenants et des environnements impropres à leur mise en réserve sont des éléments qui contribuent à la dégradation et à la destruction des négatifs sur support en plastique. Bien que la gestion de ces collections, qu'elles soient de grande ou de petite taille, puisse apparaître comme une tâche colossale en raison de la

diversité dans la structure du matériel des négatifs, de leur degré de détérioration et, souvent aussi, de leur quantité, des instructions et des outils sont offerts pour chaque étape à suivre à cette fin.

Remerciements

Merci tout spécialement à Marie-Lou Beauchamp, restauratrice (documents d'archives et photographies), d'avoir contribué à la relecture du présent Bulletin technique.

Bibliographie

Adelstein, P. Z., et J. L. McCrea. « Stability of Processed Polyester Base Photographic Films », *Journal of Applied Photographic Engineering*, vol. 7, nº 6 (août 1981), p. 160-167.

Adelstein, P. Z., J. M. Reilly, D. W. Nishimura et C. J. Erbland. « Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film: Part I, Laboratory Testing Procedures », *Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) Journal*, vol. 101, nº 5 (1992), p. 336-346.

Adelstein, P. Z., J. M. Reilly, D. W. Nishimura et C. J. Erbland. « Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film: Part II, Practical Storage Considerations », *Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) Journal*, vol. 101, nº 5 (1992), p. 347-353.

Adelstein, P. Z., J. M. Reilly, D. W. Nishimura et C. J. Erbland. « Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film: Part III, Measurement of Film Degradation », *Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) Journal*, vol. 104, nº 5 (1995), p. 281-291.

Adelstein, P.Z., J.M. Reilly, D. W. Nishimura et C. J. Erbland. « Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film: Part IV, Behavior of Nitrate Base Film », *Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) Journal*, vol. 104, nº 6 (1995), p. 359-369.

Adelstein, P. Z., J. M. Reilly, D. W. Nishimura, C. J. Erbland et J. L. Bigourdan. « Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film: Part V, Recent Findings », *Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) Journal*, vol. 104, nº 7 (1995), p. 439-447.

American National Standards Institute. ANSI PH1.43-1985, *American National Standard for Photography (Film) – Processed Safety Film – Storage*, New York (New York), American National Standards Institute, 1985.

Barsha, J. « Inorganic Esters », dans *Cellulose and Cellulose Derivatives* (sous la direction de E. Ott, H. M. Spurlin et M. W. Grafflin), vol. 5, partie II, New York (New York), Interscience Publishers, 1952, p. 713-762.

Bigelow, S. *Entreposage à froid des photographies aux Archives de la Ville de Vancouver* (format PDF), Ottawa (Ontario), Conseil canadien des archives, 2004.

Bigourdan, J.-L., et J. M. Reilly. « Effectiveness of Storage Conditions in Controlling the Vinegar Syndrome: Preservation Strategies for Acetate Base Motion-Picture Film Collections », dans *Archiver et communiquer l'image et le son : les enjeux du 3ème millénaire, Actes du symposium techniques conjoint, Paris 2000* (sous la direction de M. Aubert et R. Billeaud), Paris (France), Centre national de la cinématographie, mai 2000, p. 14-34.

Bigourdan, J.-L., P. Z. Adelstein et J. M. Reilly. « Acetic Acid and Paper Alkaline Reserve: Assessment of a Practical Situation in Film Preservation », dans *ICOM-CC, 11th Triennial Meeting, Edinburgh, Scotland, 1–6 September 1996, Preprints* (sous la direction de J. Bridgland), vol. 2, Londres (Royaume-Uni), James & James Ltd., 1996, p. 573-579.

Bigourdan, J.-L., P. Z. Adelstein et J. M. Reilly. « Moisture and Temperature Equilibration: Behavior and Practical Significance in Photographic Film Preservation », *La conservation : une science en évolution, bilans et perspectives, actes des troisièmes Journées internationales d'études de l'ARSAG, Paris, 21 au 25 avril 1997* (sous la direction de S. Monod, C. Capderou et C. Chahine), Paris (France), Association pour la recherche scientifique sur les arts graphiques, 1997, p. 154-164.

Burton, W. A. *The ABC of Modern Photography*, deuxième édition, Londres (Royaume-Uni), Piper & Carter, 1879.

Calhoun, J. M. « Storage of Nitrate Amateur Still Camera Negatives. », *Journal of the Biological Photographic Association*, vol. 21, nº 3 (août 1953), p. 1-13.

Carrol, J. F., et J. M. Calhoun. « Effect of Nitrogen Oxide Gases on Processed Acetate Film », *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, vol. 64, nº 9 (septembre 1955), p. 501-507.

Chapman, S. « Counting the Costs of Digital Preservation: Is Repository Storage Affordable? », *Journal of Digital Information*, vol. 4, nº 2 (2003), p. 1-15.

Conseil canadien des archives. Guides pratiques pour les projets de numérisation (format PDF), Ottawa (Ontario), Conseil canadien des archives, s. d.

Cummings, J. W., A. C. Hutton et H. Silfin. « Spontaneous Ignition of Decomposing Cellulose Nitrate Film », *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers*, vol. 54, nº 3 (mars 1950), p. 268-274.

Eder, J. M. *History of Photography*, Mineola (New York), Dover Publications, 1978.

Edge, M., N. S. Allen, M. Hayes, P. N. K. Riley, C. V. Horie et J. Luc-Gardette. « Mechanisms of Deterioration in Cellulose Nitrate Base Archival Cinematograph Film », *European Polymer Journal*, vol. 26, nº 6 (1990), p. 623-630.

Film Forever. « [chapitre] 3. Know Your Enemy: Damage and Decomposition » (en anglais seulement), *The Home Film Preservation Guide*, s. d.

Fischer, M. *A Short Guide to Film Base Photographic Materials: Identification, Care, and Duplication* (en anglais seulement), révisé, Andover (Massachusetts), Northeast Document Conservation Centre, 2012.

Fischer, M. C., et A. Robb. « Guidelines for Care and Identification of Film-Base Photographic Materials » (en anglais seulement), *Topics in Photographic Conservation*, vol. 5, Washington (D.C.), Photographic Materials Group (PMG) of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (AIC), 1993, p. 117-123.

Gelernter, G., L. C. Browning, S. R. Harris et C. M. Mason. « The Slow Thermal Decomposition of Cellulose Nitrate », *The Journal of Physical Chemistry*, vol. 60, nº 9 (1956), p. 1260-1264.

Gernsheim, H., et A. Gernsheim. *The History of Photography: From the Earliest Use of the Camera Obscura in the Eleventh Century Up to 1914*, Oxford (Royaume-Uni), Oxford University Press, 1955.

Guild, S., M. MacDonald et T. Strang. *Prévention des moisissures et récupération des collections : Lignes directrices pour les collections du patrimoine*, version révisée, Bulletin technique 26, Ottawa (Ontario), Institut canadien de conservation, 2019.

Health and Safety Executive. *The Dangers of Cellulose Nitrate Film* (format PDF) (en anglais seulement), brochure INDG469, Londres (Royaume-Uni), Health and Safety Executive, 2013.

Heckman, H. « Burn After Viewing, or, Fire in the Vaults: Nitrate Decomposition and Combustibility » (format PDF) (en anglais seulement), *The American Archivist*, vol. 73 (automne-hiver 2010), p. 483-506.

Hendriks, K. B., et coll. *Fundamentals of Photograph Conservation: A Study Guide*, Toronto (Ontario), Lugus Productions Ltd. en coopération avec les Archives nationales du Canada et le Groupe Communication Canada, 1991.

Hennessey, L. *2010 Survey of the Photographic Nitrate Film Collection Housed at the Rockcliffe Nitrate Storage Facility, Version 1.20, Rockcliffe Nitrate Storage Facility, Canadian Forces Base Rockcliffe, Codd's Road, Ottawa*, document interne, Ottawa (Ontario), Bibliothèque et Archives Canada, 2010.

Horvath, D. G. *The Acetate Negative Survey* (format PDF) (en anglais seulement), rapport final, Louisville (Kentuky), Université de Louisville, 1987.

James, T. H. « The Search to Understand Latent Image Formation » dans *Pioneers of Photography: Their Achievements in Science and Technology* (sous la direction de E. Ostroff), Springfield (Virginie), The Society for Imaging Science and Technology, 1987, p. 47-62.

Kelley, K., B. Clark, V. Brown et J. Sitzia. « Good Practice in the Conduct and Reporting of Survey Research », *International Journal for Quality in Health Care*, vol. 15, nº 3 (2003), p. 261-266.

MacLean, B. L. *Resin-Coated Photographs: Searching for an Appropriate Labelling Device*, thèse de maîtrise, Université Queen's, 2000.

Maddox, R. L. « A Silver Salted Gelatine Emulsion », *British Journal of Photography* (8 septembre 1871).

McCormick-Goodhart, M. H. « The Allowable Temperature and Relative Humidity Range for the Safe Use and Storage of Photographic Materials » (format PDF) (en anglais seulement), *Journal of the Society of Archivists*, vol. 17, nº 1 (1996), p. 7-21.

McCormick-Goodhart, M. H. *On the Cold Storage of Photographic Materials in a Conventional Freezer Using the Critical Moisture Indicator (CMI) Packaging Method* (format PDF) (en anglais seulement), Grinnell (Iowa), Wilhelm Imaging Research, 2004.

Mees, C. E. K. *From Dry Plates to Ektachrome Film: A Story of Photographic Research*, New York (New York), Ziff-Davis Publishing Company, 1961.

Messier, P. *Preserving Your Collection of Film-Based Photographic Negatives* (en anglais seulement), Denver (Colorado), Rocky Mountain Conservation Center, 1993.

Morrisson, N. « Film Data Index » (en anglais seulement), *Photon Detector*, s. l., Nicolai Morrisson, 2005-2010.

National Fire Protection Agency. NFPA 40, *Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Film*, Quincy (Massachussetts), National Fire Protection Agency, 2011.

National Park Service. *Cold Storage: A Long-Term Preservation Strategy for Film-Based Photographic Materials* (en anglais seulement), Washington (D.C.), National Park Service, s. d.

National Park Service. « Caring for Cellulose Nitrate Film » (format PDF) (en anglais seulement), *Conserve O Gram* 14/8, Washington (D.C.), National Park Service, 2004.

National Park Service. « Cold Storage for Photograph Collections – An Overview » (format PDF) (en anglais seulement), *Conserve O Gram* 14/10, Washington (D.C.), National Park Service, 2009.

National Park Service. « Cold Storage for Photograph Collections – Using Individual Freezer Units » (format PDF) (en anglais seulement), *Conserve O Gram* 14/11, Washington (D.C.), National Park Service, 2009.

National Park Service. « Cold Storage for Photograph Collections – Vapor-Proof Packaging » (format PDF) (en anglais seulement), *Conserve O Gram* 14/12, Washington (D.C.), National Park Service, 2009.

National Park Service. « Cobalt Indicating Silica Gel Health and Safety Update » (format PDF) (en anglais seulement), *Conserve O Gram* 2/15, Washington (D.C.), National Park Service, 2005.

Neblette, C. B. « History of Photographic Processes », dans *Neblette's Handbook of Photography and Reprography, Materials, Processes and Systems* (sous la direction de J. M. Sturgee), septième édition, New York (New York), Van Nostrand Reinhold, 1977, p. 1-5.

Norris, D. H., et J. J. Gutierrez (directrices de publication). *Issues in the Conservation of Photographs*, Los Angeles (Californie), Getty Conservation Institute, 2010.

Organisation internationale de normalisation. ISO 18931:2001, *Matériaux pour l'image – Recommandations pour le mesurage et le contrôle de l'humidité*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2001.

Organisation internationale de normalisation. ISO 18916:2007, *Matériaux pour l'image – Matériaux pour l'image traités – Essai d'activité photographique pour les matériaux de fermeture*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2007.

Organisation internationale de normalisation. ISO 18901:2010, *Matériaux pour l'image – Films noir et blanc de type gélatino-argentique traités – Spécifications relatives à la stabilité*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2010.

Organisation internationale de normalisation. ISO 18911:2010, *Matériaux pour l'image – Films photographiques de sécurité traités – Techniques d'archivage*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2010.

Organisation internationale de normalisation. ISO 18934:2011, *Matériaux pour l'image – Archives multimédia – Environnement de stockage*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2011.

Organisation internationale de normalisation. ISO 13008:2012, *Information et documentation – Processus de conversion et migration des documents d'activité numériques*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2012.

Organisation internationale de normalisation. ISO 18906:2000 (révisé en 2012), *Matériaux pour image – Films photographiques – Spécifications pour le film de sécurité*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2012.

Organisation internationale de normalisation. ISO 18902:2013, *Matériaux pour image – Matériaux pour image après traitement – Albums, cadrage et matériaux d'archivage*, Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2013.

Porck, H. J., et R. Teygeler. « Chapter 3: Film and Photographic Materials », dans *Preservation Science Survey: An Overview of Recent Developments in Research on the Conservation of Selected Analog Library and Archival Materials* (format PDF) (en anglais seulement), Washington (D.C.), Council on Library and Information Resources, 2000.

Puglia, S. « Cost-Benefit Analysis for B/W Acetate: Cool/Cold Storage vs. Duplication », *Abbey Newsletter*, vol. 19, nº 4 (septembre 1995).

Puglia, S., J. Reed et E. Rhodes. *Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access* (en anglais seulement), College Park (Maryland), National Archives and Records Administration, 2004.

Reilly, J. A. « Celluloid Objects: Their Chemistry and Preservation » (en anglais seulement), *Journal of the American Institute for Conservation*, vol. 30, nº 2, article 3 (1991), p. 145-162.

Rosenthal D. S. H., D. C. Rosenthal, E. L. Miller, I. F. Adams, M. W. Storer et E. Zadok. « The Economics of Long-Term Digital Storage », présenté au congrès *The Memory of the World in the Digital Age* [actes non publiés], Vancouver (Colombie-Britannique), septembre 2012.

Rossell, D. « Exploding Teeth, Unbreakable Sheets, and Continuous Casting: Nitrocellulose, from Guncotton to Early Cinema », dans *This Film Is Dangerous: A Celebration of Nitrate Film* (sous la direction de R. Smither et C. Surowiec), Bruxelles (Belgique), Fédération internationale des archives du film, 2002.

Selwitz, C. « Cellulose Nitrate in Conservation » (format PDF) (en anglais seulement), *Research in Conservation*, vol. 2, Marina del Rey (Californie), Getty Conservation Institute, 1988.

Shepilova, I. G. « [chapitre 1]. Combustibility Characteristics of Information Media in Libraries and Archives », dans *Main Principles of Fire Protection in Libraries and Archives: A RAMP Study* (en anglais seulement) (sous la direction de A. G. Thomas), Paris (France), UNESCO, 1992.

Stroebel, L. D., J. Compton, I. B. Current et R. Zakia. *Photographic Materials and Processes*, Boston (Massachussetts), Focal Press, 1986, p. 233-235.

Tétreault, J., et E. Hagan. *Moving Targets: Evolving Environmental Guidelines for Museums*, exposé, Institut canadien de conservation, 65e Congrès annuel de l'Association des musées canadiens, Ottawa (Ontario), 24 avril 2012.

Theisen, E. « The History of Nitrocellulose as a Film Base », *Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) Journal*, vol. 20, nº 3 (mars 1933), p. 259-262.

Valverde, M. F. *Photographic Negatives: Nature and Evolution of Processes*, Rochester (New York), Advanced Residency Program in Photograph Preservation, Image Permanence Institute, 2004.

Wentzel, F. *Memoirs of a Photochemist*, Philadelphia (Pennsylvanie), American Museum of Photography, 1960, p. 26-27.

Wikipédia. *Notch Code* (en anglais seulement), 25 mars 2012.

Wilhelm, H., et C. Brower. « [Chapitre 20] Large-Scale, Humidity-Controlled Cold Storage Facilities for the Permanent Preservation of B&W and Color Films, Prints, and Motion Pictures » (format PDF) (en anglais seulement), *The Permanence and Care of Color Photographs: Traditional and Digital Color Prints, Color Negatives, Slides, and Motion Pictures*, Grinnell (Iowa), Preservation Publishing Company, 1993.

Wilhelm, H., et M. McCormick-Goodhart. « The Design and Operation of a Passive Humidity-Controlled Cold Storage Vault Using Conventional Freezer Technology and Moisture Sealed Cabinets » (format PDF) (en anglais seulement), dans *Final Program and Proceedings: IS&T Archiving Conference, San Antonio, Texas, 20–23 April, 2004* (sous la direction de F. Frey et R. Buckley), Springfield (Virginie), The Society for Imaging Science and Technology, 2004, p. 176-182.

Williams, R. S. *Test ponctuel à la diphénylamine pour déceler la présence de nitrate de cellulose dans les objets de musée*, Notes de l'ICC 17/2, Ottawa (Ontario), Institut canadien de conservation, 1994.

© Gouvernement du Canada, Institut canadien de conservation, 2020

Publié par :

Institut canadien de conservation
Ministère du Patrimoine canadien
1030, chemin Innes
Ottawa (Ontario) K1B 4S7
Canada

Nº de catalogue : CH57-3/1-35-2020F-PDF
ISSN 2562-0290
ISBN 978-0-660-33877-4

Also available in English.

Notes en fin de texte

1

Tous les sites Web ont été consultés le 25 juillet 2019.

2

En 1998, la Communauté européenne a émis une directive qui déclarait que les objets contenant entre 0,01 % (p/p) et 1 % (p/p) de chlorure de cobalt (II) sont toxiques, avec la mention de risque R49 (peut provoquer le cancer par inhalation). Ainsi, on a conçu et mis sur le marché de nouvelles cartes indicatrices d'humidité sans cobalt qui virent du brun à l'azur; ces cartes contiennent du chlorure de cuivre (II). Les cartes au cobalt sont toujours en vente en Amérique du Nord.