



LES PAPIERS DANS LE DOMAINE DE LA CONSERVATION PRÉVENTIVE

Choix d'un papier en fonction de l'utilisation
Caractéristiques propres aux constituants des papiers en conservation
Composition du papier Fabrication des papiers
Agents de dégradation du papier

Il existe une multitude de papiers utilisés en vue de la conservation préventive et leurs usages sont pour le moins variés. Ces papiers peuvent être fabriqués industriellement, comme le sont la plupart des papiers de qualité «archives» offerts sur le marché, ou à la main, comme certains papiers occidentaux ou orientaux (ex.: papier japonais).

Selon le matériau de base (pâtes à base de bois, de coton ou d'autres fibres végétales) et la méthode de fabrication (industrielle ou manuelle), les différents types de papiers offerts sur le marché seront plus ou moins appropriés pour la conservation préventive des biens culturels. Ainsi, les papiers provenant de pâtes de bois, comme les pâtes dites mécaniques, et dont le traitement chimique industriel est peu poussé, contiendront un taux de lignine important et leur niveau de pH tendra vers l'acidité. Destinés à une courte vie, ces papiers conviendront généralement pour l'emballage à court terme de certains biens culturels, mais pas à leur conservation à long terme. À l'inverse, les pâtes de bois traitées par procédé industriel en milieu chimiquement neutre et desquelles la lignine aura été retirée, donneront des papiers plus stables chimiquement, au pH neutre voire légèrement alcalin, convenant parfaitement pour la conservation préventive.

En plus du type de fibre cellulosique choisi, d'autres éléments constituants, tels les agents d'encollage ou les charges minérales, pourront également influencer sur la permanence et la durabilité des papiers. Ainsi, les propriétés physiques (ex.: résistance aux pliages répétés, résilience, absorbance, porosité, qualités de surface, etc.) et chimiques (ex.: pH acide, neutre ou alcalin) d'un papier résultent du processus de fabrication.

La sélection éclairée des papiers appropriés pour la conservation préventive de biens culturels spécifiques résulte du choix des caractéristiques physiques et chimiques recherchées. Les papiers industriels ou faits main peuvent, par exemple, contenir une réserve alcaline généralement composée de carbonate de calcium. Par comparaison avec les papiers sans réserve, qui sont neutres (pH de 7 environ), les papiers chargés de cette réserve minérale (pH variant de 8,5 à 10) conserveront plus longtemps les valeurs souhaitées de pH alcalin, à cause de leur pouvoir accru de neutralisation des acides qui se forment durant le processus naturel de vieillissement. Il existe sur le marché des papiers intercalaires, des papiers de soie et des buvards offerts avec ou sans réserve alcaline. Le choix d'un papier à réserve alcaline devra être judicieusement évalué et strictement déterminé par la nature du bien culturel à préserver.

CHOIX D'UN PAPIER EN FONCTION DE L'UTILISATION

Le choix d'un papier pour la conservation préventive d'un bien culturel sera toujours à mettre en relation, d'abord, avec l'usage qui lui est réservé, puis avec la nature de l'objet à conserver.

Emballage, mise en réserve et mise en exposition

- ***Caractéristiques recherchées***

Il faut rechercher les papiers au grammage approprié, ayant une surface non abrasive. Ces papiers isolent leur contenu des variations d'humidité relative et du contact direct lors de la manipulation.

- Le papier intercalaire (fiche P0073) peut servir à la fabrication de contenants protecteurs (enveloppes, pochettes, chemises, etc.) destinés au rangement de documents d'archives ou de photographies préalablement à leur mise en boîte ou à leur rangement dans un tiroir. Pour la confection de ces protections, il faut tenir compte du fait que l'emploi d'un papier intercalaire avec réserve alcaline est déconseillé pour la conservation de certains procédés photographiques ainsi que des matières protéiniques.
- Le papier permanent (fiche P0146), en épaisseur du type "carte", peut être employé pour la réalisation de chemises, de dossiers, d'enveloppes, de cartables ou de portefeuilles, enfin, tout type de protection nécessitant une rigidité accrue, comme pour

l'empilement, dans un tiroir, de documents de différentes dimensions. Consulter la fiche P0146 pour connaître les substituts possibles.

- Les buvards, (fiche P0142) même lorsqu'ils sont fabriqués à partir d'éléments de qualité «archives» (par exemple, fibres de coton, pâtes chimiques traitées en milieu non acide), ne sont pas recommandés pour la confection de contenants de protection. En effet, parce qu'ils sont peu ou pas encollés, leur tendance à absorber l'humidité ambiante les fera gondoler, entraînant par le fait même la déformation des documents qu'ils devraient protéger.

Montage et encadrement

• *Caractéristiques recherchées*

Pour la fabrication de charnières, il est préférable de choisir des papiers japonais aux fibres longues (Gampi, Kozo, Mitsumata). Les fibres longues sont plus durables et le papier peut être très mince tout en conservant ses qualités de résistance à la traction. Un papier peu poreux est préférable lorsqu'il s'agit d'isoler les œuvres et les documents des variations d'humidité, des courants d'air et de la poussière.

- Le papier japonais (fiche P0161) conviendra parfaitement pour la confection de charnières destinées au montage en passe-partout des œuvres graphiques ou de documents d'archives. Qu'ils soient faits à la main ou mécaniquement, les papiers japonais utilisés pour la conservation préventive sont fabriqués à 100 % de fibres végétales (Gampi, Kozo, etc.) ou d'un mélange de fibres végétales et de pâte chimique. Il est recommandé de requérir les services d'un restaurateur ou d'un technicien en muséologie expérimenté lors de la mise en œuvre d'un projet de pose de charnières.
- Placé à l'intérieur des passe-partout ou des cartons de montage, le papier de soie (fiche P0143) peut servir de papier intercalaire (fiche P0073) destiné à protéger la surface des documents graphiques montés en passe-partout puis empilés dans des boîtes rigides lors de la mise en réserve.
- Le papier permanent (fiche P0146), contenant une réserve alcaline, peut être utilisé comme papier protecteur au dos d'un encadrement d'œuvre sur papier.

Sauvetage après un sinistre

• *Caractéristiques recherchées*

Porosité maximale, composition de fibres cellulosiques pures (linters de coton ou pâte de bois non acide et sans lignine) et une bonne épaisseur sont recherchées dans le cas de ces produits.

- Le buvard (fiche P0142) sera très utile lors d'une opération de sauvetage à la suite d'un sinistre. Par exemple, il permettra de hâter l'assèchement d'un document après un dégât d'eau. En matière de conservation préventive, les buvards peuvent également servir pour accélérer l'absorption de l'humidité créée par l'application locale d'un adhésif ou encore comme matériau tampon destiné à régulariser l'humidité à l'intérieur d'un contenant. Toutefois, de manière générale, les buvards sont utilisés essentiellement pour les travaux de restauration, par exemple lors de la mise à plat des œuvres sur papier ou des documents d'archives.

CARACTÉRISTIQUES PROPRES AUX CONSTITUANTS DES PAPIERS DE CONSERVATION

De manière plus générale, les papiers destinés à la conservation préventive doivent comporter un certain nombre de caractéristiques de base :

- Idéalement, ils devront être fabriqués à partir de pâte de coton ou de pâte chimique blanchie et leur teneur en lignine ne devra pas excéder 1 %, montant équivalent à 5 unités ou nombre Kappa (échelle représentant la sensibilité d'un matériau à l'oxydation), et réagir négativement lorsqu'ils seront testés au phloroglucinol;
- Les agents de collage devront être neutres ou alcalins: l'usage de l'alun et de la colophane devra donc être proscrit, et le pH devra être neutre ou alors à valeur alcaline, compris entre 7 et 10;
- Idéalement, le matériau ne devra contenir que d'infimes quantités de particules métalliques, soit moins de 30 ppm de fer et moins de 1 ppm de cuivre, ainsi que moins de 0,0008 % de soufre réductible;
- Enfin, il devra être exempt de tout agent de blanchiment oxydant tels le chlore et le peroxyde. De préférence, on choisira un papier non coloré (blanc);
- Toutefois, dans le cas d'un papier coloré, les matières colorantes devront être stables et ne pas fuir si elles se trouvent en contact avec de l'eau;

Enfin, en fonction de son usage, un papier pourra contenir ou non une réserve alcaline. Cette charge (par exemple, du carbonate de calcium ou de magnésium) est introduite habituellement dans le papier lors de sa fabrication et réagit avec les acides qui s'accumulent dans le papier, en les neutralisant. Avec le temps, cette substance s'épuisera, et il sera nécessaire de contrôler le pH du papier à l'occasion et de le remplacer par un nouveau, le cas échéant. A noter que le papier contenant une réserve alcaline est déconseillé pour la conservation des matériaux protéiniques, tels les textiles contenant de la soie ou de la laine (fiche B0149). Concernant l'emploi d'un papier pour la conservation de certains procédés photographiques, tels les cyanotypes, les papiers albuminés, les papiers à la gélatine argentique ou les procédés en couleur, il faut privilégier l'emploi de papiers sans réserve alcaline dont le pH variera entre 7,0 et 7,5 (fiche B0377). Quoi qu'il en soit, l'usage d'un papier ayant passé le Photographic Activity Test (PAT) devrait être retenu pour la conservation des photographies, quel que soit le procédé;

- Pour connaître plus en détail les spécificités d'un produit (tests effectués, pH, composition, etc.), il est toujours possible de demander sa fiche technique auprès du fabricant ou de son fournisseur.

Normalisation concernant la composition et la fabrication des papiers

- En matière de conservation préventive des biens culturels, les papiers certifiés de qualité «archives» répondent à des normes et spécificités bien définies par des organismes de normalisation, tels l'International Organization for Standardization (ISO), American National Standards Institute (ANSI) et l'American Society for Testing and Materials (ASTM), ou par des organismes oeuvrant en conservation, tels l'Institut canadien de conservation (ICC), le Conseil canadien des archives (CCA), le Library of Congress (LOC) de Washington, la National Archives & Records Administration (NARA) et la National Association of State Textbook Administration (NASTA), pour ne nommer que ceux-ci. Les normes établies tendent à définir et à normaliser la composition et la fabrication des produits en usage dans les musées, les centres d'archives, etc., de manière qu'ils correspondent aux besoins de la conservation préventive et de la restauration.
- Pour valider le respect de ces normes, il existe des tests portant sur des caractéristiques précises recherchées dans un papier destiné à la conservation d'un bien spécifique. A titre d'exemple, pour la conservation des photographies, on privilégiera un papier ayant passé le PAT, test relatif aux interactions susceptibles de se produire entre une image photographique et, par exemple, le papier intercalaire choisi pour la protéger. De la même manière, pour la mise en réserve d'une pièce d'argenterie, on choisira un papier ayant réussi le test TAPPI T444, ou Silver Tarnish Test, test touchant le ternissement des métaux sous l'action des dérivés sulfureux parfois présents dans certains papiers.

COMPOSITION DU PAPIER

Inventé en Extrême Orient, le papier est apparu en Occident au tournant des XII^e et XIII^e siècles. Fabriqué à partir de fibres de cellulose, dont l'origine toujours végétale peut cependant varier, d'un agent de collage, dont la composition s'est modifiée au cours des siècles, et d'une charge, choisie en fonction de l'effet recherché, le papier allie à la fois légèreté, souplesse et résistance.

Cellulose

La cellulose, polymère naturel et constituant principal des cellules végétales, est formée par la répétition linéaire assemblée en longues chaînes moléculaires d'un motif appelé «cellobiose», motif composé de deux unités de glucose (C₆H₁₂O₆). Les sources de cellulose sont diverses.

Les papiers appelés « chiffons » ou « purs chiffons » sont produits à partir de plantes annuelles, tel le lin, le coton ou le chanvre, lesquelles contiennent un fort pourcentage de fibres de cellulose du type alpha (a -cellulose) hautement cristallines. D'excellente qualité, ces papiers se prêteront parfaitement à la réalisation d'œuvres d'art ainsi qu'aux besoins de la conservation préventive.

Pour leur part, les papiers fabriqués à partir de la transformation des arbres en pâte à papier posent une tout autre problématique. En effet, si les cellules végétales des arbres sont constituées en partie d'a -cellulose, elles comportent également un fort pourcentage d'hémicelluloses (types beta (b) - et gamma (g) -celluloses) et de lignine. Les hémicelluloses, polymères admettant dans leurs courtes chaînes moléculaires, outre le glucose, d'autres sucres, sont beaucoup moins cristallines que l'a -cellulose et, de ce fait, plus hydrophiles. La lignine, quant à elle, est une matière naturelle peu polymérisée dont la rigidité est à l'origine de la dureté du bois. Extrêmement sensible à l'oxydation, due notamment aux rayons ultraviolets de la lumière, la lignine est la cause principale de l'acidification des papiers manufacturés à base de pâtes de bois. L'élimination entière ou partielle de la lignine au sein des pâtes à papier déterminera, du moins en partie, si un papier sera ou non acide.

Agents de collage

Cependant, la lignine n'est pas le seul constituant du papier à mettre en cause quand il s'agit de

l'acidité d'un papier. En effet, l'agent de collage utilisé peut aussi y contribuer. Mieux connu sous le nom d'«encollage », l'agent de collage est une substance ajoutée au papier afin de réduire la nature hydrophile de la cellulose et, ainsi, d'augmenter sa résistance à la pénétration des encres manuscrites ou d'imprimerie. Il peut être appliqué à la surface de la feuille de papier nouvellement fabriquée ou encore incorporé à la masse de la pâte.

Au cours des siècles, différents types d'encollage ont été utilisés. L'amidon, la gélatine, la colophane et l'alun sont parmi les plus courants. La technique utilisant l'alun (sulfate d'aluminium) en combinaison avec la colophane (résine extraite des conifères contenant des acides terpéniques), technique dont l'emploi est largement répandu dans l'industrie papetière depuis le XIX^e siècle, joue un rôle non négligeable dans le processus d'acidification des papiers. Toutefois, pour remédier à la dégradation des papiers par les agents de collage, l'industrie papetière travaille activement de nos jours à l'élaboration de produits d'encollage non acide. L'Alkylketene Dimer (AKD), dispersion composée de particules de cire émulsionnées dans de l'eau et introduite dans les pâtes à papier en milieu neutre ou alcalin (pH variant de 6 à 9), est un de ces agents.

Charge

La charge est une matière minérale naturelle ou artificielle incorporée à même la pâte de papier et venant se loger dans les interstices des fibres de la feuille. Elle est destinée essentiellement à améliorer les qualités matérielles et optiques des papiers, comme la porosité, l'opacité ou la blancheur. Les charges naturelles les plus utilisées sont le kaolin (silicate d'aluminium hydraté), le gypse (sulfate de calcium) et la craie (carbonate de calcium), tandis que les charges artificielles sont le carbonate de calcium et de magnésium de synthèse, utilisés à titre de réserve alcaline dans nombre de produits employés pour la conservation préventive, l'oxyde de titane ou encore le sulfate de baryum.

FABRICATION DES PAPIERS

Fabrication manuelle

Traditionnellement, la fabrication manuelle du papier, dite " à la main ", " à la forme " ou " à la cuve ", procédait à partir de chiffons (lin, chanvre, coton, etc.) provenant de la récupération de vêtements et de voiles de navires. Mélangés à de l'eau puis mis à pourrir dans de grandes cuves pendant plusieurs semaines, les chiffons étaient ensuite déchiquetés et réduits en fibres, et ce, jusqu'à constituer une pâte. Délayées dans l'eau de façon à former une suspension, les fibres étaient alors récupérées dans une forme. Fabriquée à l'aide d'un cadre au fond duquel était aménagé un tamis de fils de laiton, appelé la « couverte », la forme était plongée dans la cuve et les fibres récupérées réparties uniformément sur la couverte par un mouvement régulier de va-et-vient. On laissait ensuite égoutter la feuille ainsi formée.

De cette répartition uniforme des fibres au fond de la forme peut découler le sens d'allongement du papier. De la couverte, composée d'un premier réseau de fils métalliques " tissés " de manière extrêmement serrée et d'un second réseau de tiges dont la répartition plus espacée est disposée perpendiculairement au premier, dépendra la formation de ce que l'on nomme les « vergeures » (réseau plus serré) et les « pontuseaux » (réseau plus espacé). Le filigrane, motif à l'effigie du moulin producteur réalisé à l'aide d'un fil métallique disposé sciemment au fond du tamis, résultera, tout comme pour les vergeures et les pontuseaux, de la distribution des fibres en fonction des reliefs engendrés par les fils métalliques.

Dégagés de la forme, les papiers étaient ensuite pressés entre des feutres pour en éliminer l'eau. Enfin, les papiers étaient encollés, soit par trempage ou par application au pinceau de l'agent de collage, puis mis à sécher et finalement pouvaient être polis à l'aide d'une pierre lisse. De bonne qualité, les papiers fabriqués selon cette technique ancestrale ont, globalement, bien résisté au passage du temps. Aujourd'hui encore, de petits moulins indépendants produisent des papiers faits à la main dont les qualités intrinsèques sont très recherchées tant pour la réalisation d'œuvres sur papier et la conservation préventive que pour la restauration.

Fabrication mécanique

Avec l'avènement de la société industrielle, la fabrication du papier est désormais obtenue par une mécanisation de l'ensemble des procédés manuels. Parallèlement à cette mécanisation et pour répondre aux besoins sans cesse grandissants de l'imprimerie, de nouvelles sources de matière première entrant dans la fabrication des pâtes à papier ont fait leur apparition. Ces sources, issues de la foresterie, constituent à l'heure actuelle l'essentiel de la matière première employée par l'industrie papetière.

Les pâtes dites mécaniques sont obtenues en râpant sur une meule des billots de bois écorcés ou encore des copeaux. Ce procédé, permettant de récupérer 95 % de la matière sèche de l'arbre, présente cependant des désavantages. D'abord, les fibres produites sont courtes et les papiers fabriqués avec ces pâtes sont extrêmement fragiles et cassants. Enfin, ces pâtes, contenant à la fois les hémicelluloses et la lignine, produisent des papiers acides qui se dégradent rapidement. Les papiers fabriqués à partir des pâtes mécaniques sont, par exemple, les papiers réservés à l'impression des journaux, dont on connaît la piètre qualité, et la plupart des papiers du type kraft dont on

compose les cartons ondulés bruns reconnus pour leur caractère acide.

Les pâtes chimiques sont obtenues par élimination de la lignine des fibres du bois. La dissociation de la lignine de la cellulose des fibres est réalisée à l'aide de produits chimiques, le plus souvent le sulfate ou le bisulfite, utilisés dans des conditions de température et de pression particulières. Ce procédé, qui ne permet de récupérer que de 45 % à 55 % de la matière solide du bois présente au début du traitement, se révèle moins efficace que la méthode précédente pour les pâtes dites mécaniques. Cependant, les papiers produits de cette façon sont de qualité supérieure aux papiers de pâtes mécaniques, les fibres étant plus longues et débarrassées des agents oxydants.

De manière générale, les pâtes (mécaniques ou chimiques) ont une couleur brunâtre. Autrefois, les papetiers remédiaient au problème en exposant les feuilles au soleil. Jusqu'à tout récemment, le blanchiment des pâtes était obtenu par adjonction de puissants oxydants tel le chlore. Ce dernier, outre qu'il constitue un risque pour l'environnement, devait être entièrement éliminé de la pâte pour en assurer la permanence. De nos jours, l'industrie papetière a mis au point des techniques de blanchiment utilisant des agents moins nocifs pour l'environnement mais tout aussi efficaces.

AGENTS DE DÉGRADATION DU PAPIER

Outre ses composantes intrinsèques, les principaux agents de détérioration du papier sont intimement liés aux conditions d'entreposage (humidité, température, rayonnement lumineux, poussière, etc.) et d'utilisation (manipulation, rangement, etc.).

Dans des conditions d'entreposage où l'**humidité** est trop élevée, la cellulose du papier aura tendance à absorber les molécules d'eau ambiantes, ce qui aura pour effet de faire gonfler, de déformer et d'affaiblir le papier. À l'inverse, dans un environnement trop sec, le papier rejettera l'eau qu'il contient et, de ce fait, s'asséchera et deviendra cassant. De la même manière, une **température** trop élevée asséchera le papier et causera son jaunissement. Une combinaison température et humidité excessive pourra entraîner le développement de micro-organismes (bactéries, moisissures, etc.) qui, se nourrissant des divers constituants du papier, engendreront une fragilisation et parfois une coloration de ce dernier. Le **rayonnement lumineux** naturel ou artificiel, issu des rayons ultraviolets ou infrarouges, provoquera indépendamment une décoloration ou un jaunissement et, dans tous les cas, une perte de résistance et de souplesse du substrat. Enfin, la **poussière** amoncelée sur un papier pourra former un terrain propice au développement de micro-organismes. Divers **polluants atmosphériques (gazeux et particulaires)**, comme, les gaz à base de soufre et d'azote, la suie et les spores de moisissures, sont susceptibles de réagir avec les composantes du papier et de hâter la dégradation de ce dernier. En somme, tous ces éléments ont pour effet d'accélérer, voire de provoquer, les diverses réactions chimiques (hydrolyse, oxydation, etc.) à l'origine de la détérioration de la cellulose.

Les facteurs de dégradation liés aux conditions d'utilisation des papiers se rapportent souvent à des **systèmes de rangement inadaptés** (contenant, rayonnage, positionnement des œuvres à l'intérieur des contenants ou sur les étagères, etc.) ou encore à une **mauvaise manipulation** des documents.