



ROGER KOCKAERTS

LE TRAITEMENT DE
CONSERVATION À LONGUE DURÉE
DES PAPIERS BARYTÉS

Editions pH7
Bruxelles
2005

ROGER KOCKAERTS

LE TRAITEMENT DE
CONSERVATION A LONGUE DUREE
DES PAPIERS BARYTES

Editions pH7
Bruxelles
2005

En photographie argentique traditionnelle, le tirage baryté est toujours l'émulsion-papier la plus appropriée pour la réalisation de "fine prints" de la plus haute qualité.

Les techniques d'archivage et de traitement des émulsions photographiques pour assurer leur qualité "archive" ne leur garantissent pas seulement une longévité; elles répondent aux exigences les plus élevées des musées spécialisés et du marché international de l'art.

Le photographe contemporain a tout intérêt à s'approprier ces méthodes.

pH7

PERMADOCUMENT, spécialisé en photoconservation et procédés historiques, vous propose :

- matériaux, fournitures et travaux de conservation-restauration de documents précieux
- tous les produits de sensibilisation et de traitement pour procédés alternatifs
- papiers et cartons non-acides, passe-partout neutres
- tirages de prestige au platine-palladium
- densitomètres digitaux Heiland, laveurs d'archivage Deville, la gamme des produits Bergger
- atelier pH7, un lieu d'exposition et de rencontre pour amoureux de la photo

(Roger Kockaerts nous a quittés en septembre 2019. Avec sa disparition, les activités de Permadocument et de l'Atelier pH7 se sont également arrêtées)



Ce document contient les notes du cours "Conservation & Restauration en Photographie" donné par Roger Kockaerts à L'Académie Royale des beaux-Arts à Anvers.

Le tirage argentique a été évincé très rapidement par la technologie numérique, et peut dorénavant être considéré comme une technique historique. C'est donc devenu notre tâche de perpétuer son savoir-faire, et de rendre cette information accessible au public le plus large.

Merci à Roger Kockaerts de nous avoir autorisé à diffuser le texte qui suit via Picto Benelux.

L'auteur :

Roger Kockaerts (1931 - 2019) était photographe, galériste, enseignant et spécialiste en restauration et conservation préventive de documents photographiques.

Il a pratiqué la photographie depuis 1956, avec une prédilection pour la nature et les textures minérales ou végétales; il s'est intéressé également aux structures qui se sont développées en motifs aléatoires à l'aide de programmes informatiques. Il a pratiqué de nombreuses techniques historiques, et plus particulièrement la cyanotypie et le tirage platine-palladium. Vers 1968 il s'est intéressé à l'orotone, une très ancienne technique pratiquement oubliée, pour aboutir à une version modernisée qu'il a baptisé *orotypie*. Ses travaux récents sont plus inspirés par l'intention photographique, et moins par le côté purement esthétique.

Il créa Permادocument-pH7 en 1989 : il s'agissait d'une structure spécialisée dans la conservation-restauration de documents photographiques. De nombreuses institutions (parmi lesquelles le Getty Conservation Institute in Los Angeles), des musées, des galeries et des artistes ont fait appel à son expertise. Des artistes photographes du monde entier utilisant des techniques photographiques alternatives ont exposé dans sa galerie "Atelier pH7".

À partir de 1994 il a donné cours à la section conservation et restauration de la Koninklijke Academie voor Schone Kunsten à Anvers.

Roger Kockaerts a été jusqu'au bout un membre actif de Picto Benelux, depuis la création du groupe.

Autres publications :

"Archivale behandelingen en conserveringstechnieken voor moderne fotografische zilveremulsies".

"Techniques d'archivage pour les émulsions argentiques N&B modernes"

"Stabiliteit en conservering van fotografische kleuremulsies"

"Techniques d'archivage et stabilité des émulsions couleur"

"Identificatie, technologie en conservatie-restauratietechnieken van historische fotoprocédés.

- Deel 1: procédés gebaseerd op de lichtgevoeligheid van zilverzouten.

- Deel 2: procédés gebaseerd op de lichtgevoeligheid van ijzerzouten.

- Deel 3: procédés gebaseerd op de lichtgevoeligheid van chroomzouten.

"Historiek en praktisch gebruik van historische fotografische apparatuur. (met René Smets)

"Enkele gegevens over de historische en hedendaagse daguerreotypie en zoutdruk" (met René Smets)

"Het platina-palladiumprocédé"

"Procédés nobles en photographie: procédés photographiques basés sur la sensibilité à la lumière des sels de fer: platine-palladium, chrysotype, cyanotype, kallitype, argyrotypie, ziatypie", e.a.

"De kunst van het Fotoarchief – 170 jaar fotografie en erfgoed" (avec Johan Swinnen)

Picto Benelux

Picto est un groupement informel ouvert à tout qui est activement intéressé par les anciens procédés mis au point et pratiqués depuis les origines de la photographie. Le but est de les revisiter, en respectant les approches créatives de chacun.

<http://www.picto.info/>

Traitement de conservation à longue durée des papiers barytés

1. Introduction
2. Éléments constitutifs de l'émulsion photographique
3. Comparaison des traitements traditionnels et de conservation
4. Exposition et développement
5. Bain d'arrêt
6. Fixage
7. Bain auxiliaire de lavage
8. Les virages
9. Bain de virage-lavage combinés
10. Lavage
11. Contrôle de la teneur en produits résiduels
12. Séchage
13. Deux méthodes de traitement recommandées
14. Montage
15. Encadrement
16. Exposition à la lumière
17. Stockage

**

*

1. Introduction

Le processus de dégradation est généralement perçu avec des sentiments très divers. Nous nous en réjouissons quand il nous permet de nous débarrasser facilement des choses que nous considérons comme laides ou sans importance. Nous le regrettons par contre quand ce sont des souvenirs irremplaçables qui disparaissent définitivement.

Parfois nous essayons de freiner cette détérioration, mais souvent nous restons indifférents et l'acceptons comme une loi inéluctable de la nature, sans nous intéresser davantage aux techniques de conservation qui nous permettraient de préserver facilement et à peu de frais pour notre descendance les objets qui nous sont chers.

Le monde de la photographie n'a dès lors réussi que rarement à réaliser des images vraiment permanentes. Les images argentiques sont fondamentalement instables. Elles sont créées par la lumière qui est aussi la cause de leur destruction. Cette acceptation de leur caractère éphémère est sans doute aujourd'hui à la base de cette indifférence, danger mortel pour notre patrimoine photographique.

Maintenant, confrontés à un nombre incalculable d'émulsions photographiques en mauvais état, nous nous rendons compte tout à coup que nous manquons d'informations pour remédier à cet état de choses. Le phénomène de la dégradation des images photographiques n'a été abordé sérieusement et étudié scientifiquement que depuis peu.

Si nous voulons sauver notre patrimoine graphique et photographique, nous devons sans tarder concevoir et appliquer des programmes de préservation extensifs.

La **préservation** comprend les mesures nécessaires pour préserver un objet des dégâts et pour freiner ou arrêter sa dégradation. Ainsi, un traitement "archive" des émulsions photographiques est un premier pas en vue de leur **conservation**. Les émulsions photographiques traitées de cette façon et entreposées avec soin ne nécessiteront plus à l'avenir de traitements de **consolidation**.

Depuis son invention, le procédé argentique a prévalu dans la photographie populaire. La plupart des procédés argentiques avaient pour but de réaliser un tirage papier se rapprochant des techniques d'impression existantes. La possibilité d'obtenir des images, simplement en exposant une feuille de papier à la lumière du soleil, a fortement intrigué et provoqué une réponse immédiate aussi bien des simples amateurs que de l'intelligentsia: médecins, chimistes, professeurs ou religieux, ils se sont tous sentis appelés à apporter avec plus ou moins de succès leur pierre à l'édifice pour développer cette nouvelle technique d'impression.

On s'est aperçu rapidement que beaucoup de recettes de cuisine sans aucune base scientifique ont été utilisées, avec comme conséquence que très peu d'images stables ont été produites aux débuts de la photographie. On s'est rendu compte assez vite qu'il fallait entamer des recherches fouillées pour améliorer les caractéristiques et la stabilité de l'image.

La situation est restée chaotique jusqu'en 1854 environ, et très peu de recherches scientifiques sérieuses ont été menées pendant cette période. Beaucoup ont commencé leurs expériences en suivant d'abord les instructions et recommandations, puis en essayant d'y apporter leurs propres améliorations. Ceci à tous les stades du traitement photographique. La dégradation de l'image était omniprésente!

La Société Française de Photographie a entamé une étude sur l'affaiblissement de l'image en 1855 et organisa une commission d'étude le 18 mai 1855.

La "Photographic Society of London" a mis sur pied un "Committee on Positive Printing" au cours de la même période. Ses objectifs:

- l'amélioration des procédés de fixage courants;
- rechercher des méthodes de restauration pour des tirages affaiblis.

On récolta auprès de photographes éminents des tirages réalisés par divers procédés. On en nota toutes les données techniques et de production. On procéda ensuite sur une grande échelle à des expériences de conservation dans l'énorme espace du Crystal Palace à Londres. Le comité finit par formuler quatre suggestions ¹ :

¹ First Report of the Committee Appointed to Take into Consideration the Question of Fading of Positive Photographic Pictures on Paper. In: *The Journal of the Photographic Society*, 36, 21-11-1855, London.

- 1) fixer suffisamment le tirage et éliminer ensuite très soigneusement par lavage le fixateur de l'émulsion;
- 2) utilisation de l'or d'une manière ou d'une autre dans le procédé
- 3) garder le tirage au sec;
- 4) identifier les substances qui pourraient protéger le tirage de la lumière et de l'humidité.

La méconnaissance de la nécessité de fixer et de laver complètement l'émulsion photographique a eu comme résultat la perte de négatifs et de tirages innombrables au cours des premiers temps de la photographie.² Une photographie argentique insuffisamment fixée ou lavée, lorsque les conditions de température et d'humidité au stockage ne sont pas optimales, verra son noircissement se réduire et l'image s'affaiblira..³

D'autres recherches développèrent l'idée que la colorisation chimique ou le virage de la photo amélioreraient sa préservation.

La permanence des images photographiques dépend surtout de:

- la stabilité interne du matériau photographique;
- du traitement correct et du contrôle de ces traitements;
- des conditions de stockage.

**

*

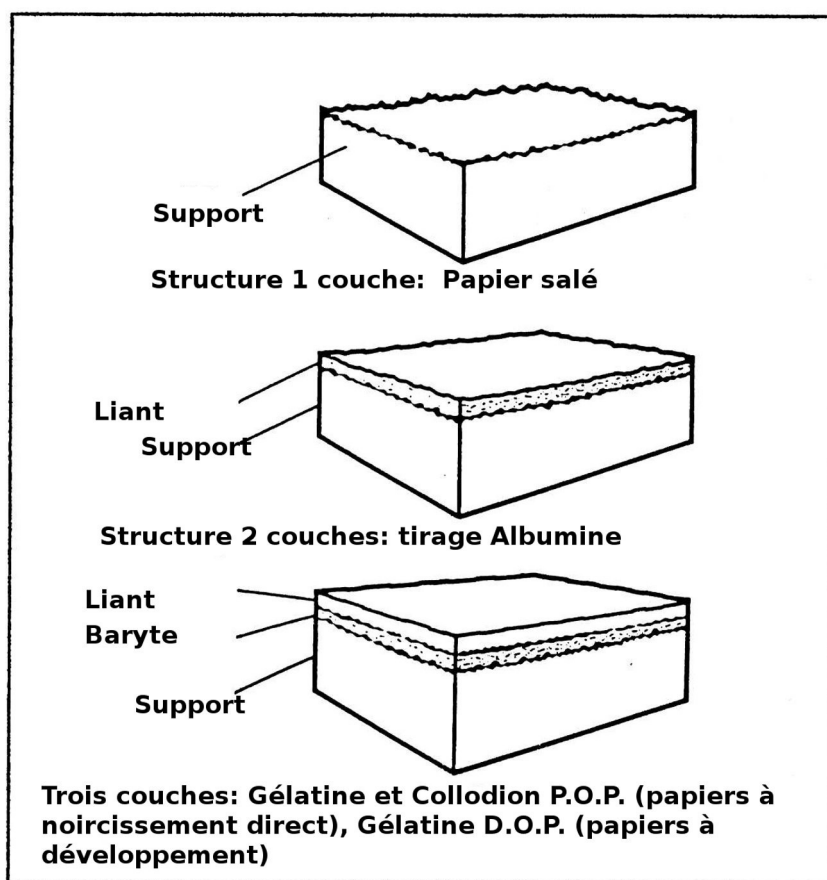
² Is Photographic Permanence Desirable? In: *The Camera*, vol.II, n°3, 1907.

³ What should be the Life of a Silver Print? In: *The Camera*, vol. II, n°7, 1907.

2. Éléments constitutifs de l'émulsion photographique

La structure des tirages argentiques

Un tirage photographique peut en principe présenter trois structures différentes:



Une structure à une seule couche où le tirage est simplement composé par un support papier sur lequel est appliquée la solution photo-sensible. Celle-ci pénètre dans les fibres du papier ; l'image apparaissant après traitement sera totalement mate.

Une structure à deux couches où une couche de liant est étendue sur le support papier. Cet encollage est composé d'albumine pour les tirages à l'albumine, et de gélatine pour les tirages Woodbury et au charbon. Ce sont là les techniques rencontrées le plus souvent pour ce type de structure.

La structure moderne à couches multiples dispose en plus d'une couche barytée entre le support papier et la couche photo-sensible. Cette couche est composée d'un mélange de gélatine et de sulfate de barium. C'est le papier baryté, qui sera étudié dans les pages qui suivent.

Dans le passé, l'image finale était entièrement collée sur un carton de montage. Celui-ci était souvent composé d'un support principal en carton d'une qualité douteuse, sur lequel était collée une feuille de papier d'une qualité un peu meilleure. Le tirage y était fixé, soit à l'aide d'une colle à l'amidon pour les tirages très fins à l'albumine, soit à l'aide de toutes sortes de colles plus ou moins adéquates. Nous verrons plus loin que qu'il nous faudra éliminer ce carton de mauvaise qualité si nous voulons conserver l'image dans de meilleures conditions.

Dans les papiers barytés, il nous faut faire la distinction entre le **procédé à noircissement direct**, où l'image apparaît dès l'exposition et devra seulement être fixée, et le **procédé à développement**, où l'apparition de l'image exige le recours à un développement physique après l'exposition.

Éléments de l'émulsion

Argent

Des lingots d'argent très pur sont traités à l'acide nitrique pour obtenir du nitrate d'argent en cristaux. Ces cristaux sont ensuite dissous dans de l'eau pour fabriquer les divers types d'émulsion photographique.

Halogénures d'argent

Les sels tels que le bromure de potassium, le chlorure de potassium et l'iodure de potassium sont des halogénures. Un ou plusieurs de ces sels sont combinés avec la solution de nitrate d'argent pour obtenir des cristaux très fins. Ces halogénures d'argent sont mélangés à une couche diluée de gélatine en solution. Les cristaux sensibles à la lumière se répartissent uniformément dans la gélatine.

Gélatine

La gélatine photographique est une protéine animale fortement purifiée. Il y a quelques années, la gélatine inerte était fabriquée à partir d'os importés du Pakistan ou de l'Inde. Aujourd'hui on utilise également des os frais et de la peau de vache, de veau ou de porc.

À strictement parler, la gélatine inerte n'est pas totalement exempte d'éléments photo-actifs. Mais chaque année, les fabricants de gélatine améliorent les caractéristiques inertes de leur produit. Ces progrès sont surtout réalisés par rapport à la teneur de la gélatine en soufre naturel. La teneur en soufre peut être évaluée de nos jours à 0,1 parts par million, ou 0,1 ppm.

D'un point de vue historique, la gélatine photographique est passée par trois étapes:

- La gélatine fut introduite de manière expérimentale dans la technologie photographique comme liant perméable à l'eau, en remplacement du collodion.

- Elle devint rapidement le liant photographique universel. Pendant plus d'un demi-siècle, cette gélatine contenait également les éléments photo-actifs formant l'émulsion.

- Aujourd'hui, la gélatine reste toujours le liant universel par excellence. Mais on utilise actuellement une gélatine inerte à laquelle ont été ajoutés les composants chimiques nécessaires.

La gélatine est un matériau très stable quand elle est sèche. Le fait qu'elle gonfle dans l'eau et devient ainsi suffisamment poreuse pour permettre la diffusion des produits chimiques dans sa structure a comme conséquence qu'elle restera sensible à l'humidité pendant toute sa durée de vie.

La gélatine résiste pendant un certain temps à une chaleur sèche. Mais la chaleur combinée avec une humidité élevée la transforme rapidement en une substance collante et soluble. En tant que substance organique, la gélatine est également sensible à la formation de champignons. Elle est également attaquée par des acides forts ou les gaz acides de la pollution atmosphérique ou formés par l'endommagement et la détérioration de certains matériaux dans les supports.

Mais ce sont surtout ses propriétés physiques et chimiques remarquables qui justifient l'utilisation de la gélatine. Elle retient les halogénures d'argent dans une répartition uniforme sans exercer une quelconque influence négative sur eux. La diffusion de produits de traitement n'influence ni sa résistance, ni sa conservation. C'est un matériau stable, qui à l'état sec peut être manipulé de manière facilement répliquable.

Ces caractéristiques permettent la fabrication de produits photographiques stables, tant avant qu'après leur traitement. Dans des conditions optimales de conservation, la couche de gélatine est au moins aussi durable que le support sur laquelle elle a été coulée.

Matériaux du support

Le verre

En raison de sa transparence, le verre a été utilisé comme support d'émulsion photographique immédiatement après l'invention de Talbot, pour remplacer les négatifs huilés de la calotypie. Son utilisation était très répandue tout au long de la seconde moitié du 19e siècle, surtout pour la fabrication des négatifs.

Un verre de qualité photographique se choisit en fonction de divers paramètres:

- une transparence parfaite;
- l'absence de défauts (bulles d'air, rayures, inégalités, etc...);
- une épaisseur uniforme;
- une surface plane.

Pour une bonne adhérence de l'émulsion, le verre doit être nettoyé parfaitement, puis poli. Un verre neuf doit être débarrassé des graisses, traces de doigts et autres impuretés. Il suffit pour cela de le plonger dans de l'ammoniaque dilué.

Après ce nettoyage, le verre doit être poli. On utilise pour cela une pâte de craie, ou une poudre de tripoli très fine mélangée avec de l'eau et quelques gouttes d'acide nitrique. Le tripoli est une poudre fossile siliceuse surtout utilisée pour le polissage de toutes sortes de surfaces..

Les plaques de verre doivent reposer plusieurs heures avant qu'on puisse y couler l'émulsion, car il faut attendre la disparition de l'électricité statique causée par le polissage, et qui attire les poussières.

Matériau inerte et transparent, le verre est en fait un support idéal pour émulsions photographiques. Mais son poids, son volume et sa fragilité rendent son utilisation peu pratique en photographie courante. Les émulsions sur verre sont toujours utilisées dans certaines applications techniques, où la stabilité dimensionnelle a une grande importance.

Le film

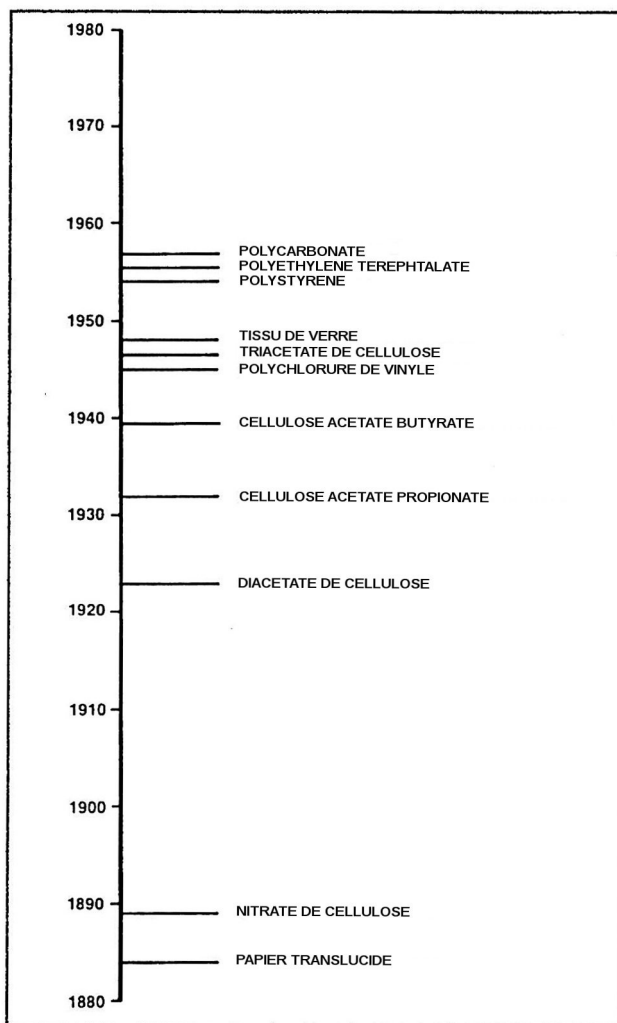
L'industrie photographique a toujours recouru aux matériaux venus d'autres industries pour ses supports. Les premiers inventeurs de la photographie avaient en fait peu de matériaux à leur disposition: Daguerre utilisait le cuivre. Par la suite, on a utilisé l'albumine et le collodion comme liants pour la fabrication de plaques photographiques en verre. Des plaques métalliques furent utilisées pour les ferrotypes. Tous ces matériaux présentaient des avantages et des désavantages. À part le verre, aucun n'était transparent, ni flexible. Deux caractéristiques indispensables pour les films tels que nous les connaissons aujourd'hui.

Georges Eastman tenta le premier de rendre un support papier translucide en le traitant à l'huile et à la cire, avant d'y appliquer une émulsion photo-sensible. Ce fut la naissance du rollfilm, une véritable révolution dans l'industrie du film. Le papier étant assez peu résistant, on chercha bientôt à utiliser d'autres matériaux flexibles.

Le **nitrate de cellulose** était un des rares matériaux plastiques existant à cette époque, et était surtout utilisé pour la fabrication de boules de billiard et de cols durs en chemiserie. Le nitrate de cellulose a été utilisé pendant près de 60 ans comme support film. Ses principaux inconvénients étaient son instabilité chimique et sa grande inflammabilité. Ces caractéristiques étaient connues depuis longtemps, mais le monde photographique en subit toujours les effets. L'instabilité chimique a amené toutes les grandes archives de films à dupliquer leurs films en nitrate sur des supports plus stables. Il faudra encore bien des années pour venir à bout de cette tâche gigantesque.

L'**acétate de cellulose** apparut comme un produit de substitution plus sûr pour la fabrication des films. Il fallut cependant attendre les années 50 pour voir apparaître un support "safety" en tri-acétate, et la disparition du dangereux film en nitrate. Mais ce film en acétate n'était pas non plus d'une stabilité optimale, comme nous le verrons plus tard.

De nos jours, on utilise surtout le **polytéréphtalate d'éthylène**, mieux connu sous le nom de **polyester** ou de Mylar, en remplacement du tri-acétate pour la fabrication de films.



Historiquement, les tirages photographiques ont d'abord été faits sur du papier en fibres de coton, encollé pour empêcher l'émulsion d'y pénétrer. La texture du papier influence la manière dont la lumière est réfléchi.

Papier baryté

Vers 1865, l'idée a été lancée de créer un substrat lisse pour l'émulsion en appliquant un mélange de sulfate de baryum et de gélatine sur le papier. Le baryte ne fut pas utilisé pour tous les papiers, et on put trouver des papiers photographiques très texturés jusqu'à la seconde guerre mondiale.

En photographie, le support papier doit être aussi résistant et aussi permanent que possible. Il ne doit pas interagir chimiquement avec l'émulsion aux halogénures d'argent. Il doit également être physiquement et chimiquement résistant aux divers traitements chimiques nécessaires pour produire l'image argentique. Le document photographique ainsi obtenu, s'il est entreposé dans des conditions idéales, peut alors être conservé presque indéfiniment.

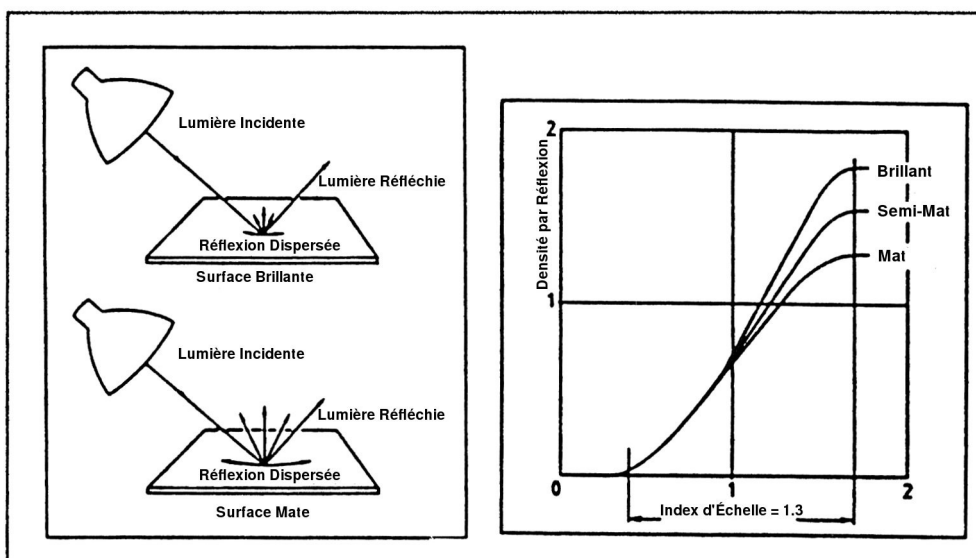
En raison de la qualité variable et de la rareté relative des chiffons de coton disponibles à cette époque, il a fallu trouver un matériau de base standardisé. La pâte de bois était une source potentielle. Les impuretés ont été éliminées de manière à ce que la cellulose soit d'une pureté similaire à celle du coton fraîchement cueilli.⁴ Cependant, la pureté de cette pâte de bois devait être maintenue jusqu'au produit final, le papier. Des recherches approfondies ont finalement abouti à un papier de pulpe de bois dont la qualité n'était en rien inférieure à celle du papier fabriqué à partir de chiffons de qualité. Une émulsion photographique sur du papier de pâte de bois, selon des études approfondies⁵, a des propriétés de conservation équivalentes à celles d'une émulsion identique coulée sur une plaque de verre. Le papier de pâte de bois raffiné répond également aux exigences les plus élevées en matière de permanence.⁶ Le papier chiffon traditionnel a ainsi disparu du marché de la photo et a été remplacé par les mélanges stabilisés de cellulose mentionnés ci-dessus.

Dans le papier photographique classique, une première couche de gélatine est versée sur le support papier contenant du sulfate de baryum, ou baryte. Parfois des durcisseurs, des azurants optiques ou des colorants sont ajoutés pour obtenir une base opaque et lisse sur laquelle une couche d'émulsion uniformément épaisse est versée. L'émulsion photo-sensible contient des halogénures d'argent aux dimensions, formes et sensibilités spécifiques, mélangés dans de la gélatine pour permettre le développement chimique. Une couche protectrice constituée de gélatine et de durcisseurs est appliquée au-dessus de la couche d'émulsion. Le papier mat par exemple, est obtenu en ajoutant un agent matant, habituellement de l'amidon ou du silicate colloïdal à cette couche. C'est cette couche qui détermine la texture du papier photo et donc aussi sa réflectivité comme le montre la figure suivante.

⁴ RASCH, R.H. et al - Highly Purified Wood Fibers as Paper Making Materials. In: Journal of Research of the National Bureau of Standards, nov. 1931.

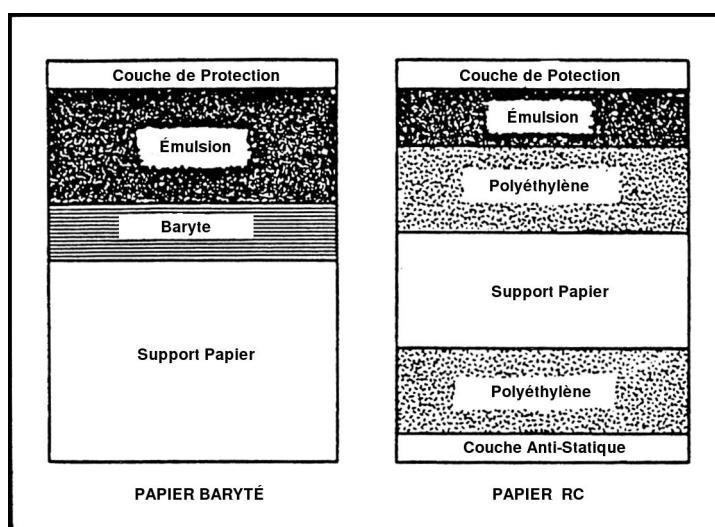
⁵ JANE, G.T. - Permanence of Paper, Eastman Kodak, 1935.

⁶ SCRIBNER, B.W. - Comparison of Accelerated Aging of Record Papers. In: Journal of Research of the National Bureau of Standards, sept. 1939.



Le papier plastifié, papier RC ou PE

Dans le passé, il existait de nombreuses variantes de l'émulsion barytée traditionnelle. Dans certains papiers, la couche de baryte était omise et dans d'autres, il y avait ou non une couche protectrice au-dessus de la couche d'émulsion.

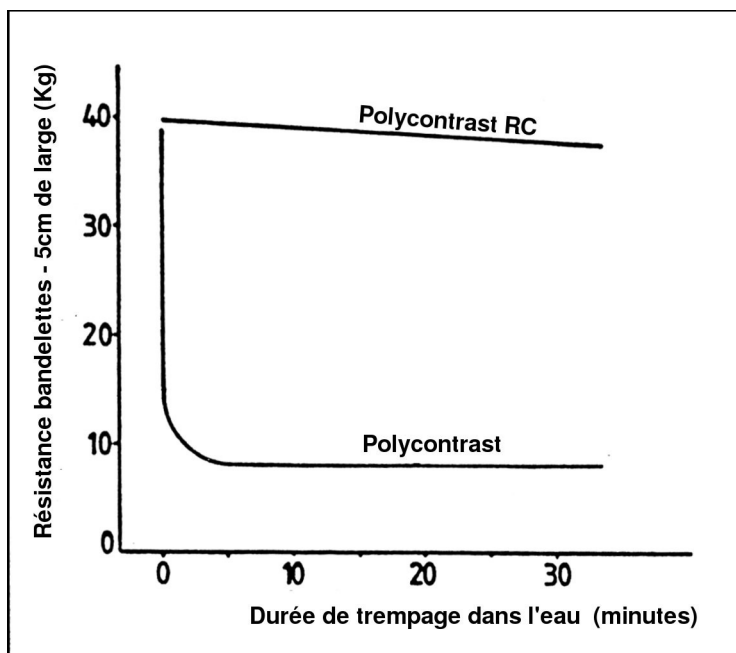


Une variante moderne est le papier plastifié ou RC (Resin Coated). Ici, le support papier est recouvert sur les deux faces d'une couche de polyéthylène (papier PE). Parmi les avantages du papier plastique, citons:⁷

⁷ PARSONS, T.F. et al - To RC or not to RC. In: *Journal of Applied Photographic Engineering*, vol.5, n°2, 1979.

- un traitement accéléré grâce à des temps de rinçage et de séchage réduits;

- puisque les fibres de papier ne sont plus saturées de liquide pendant le traitement, la résistance normale du papier à l'état sec est pratiquement maintenue pendant et après le traitement dans les différents bains, comme montré dans le diagramme suivant. On y voit que la résistance du papier RC est presque entièrement conservée, alors que celle du papier baryté diminue immédiatement avec la saturation des fibres de papier.



- En raison de sa structure spéciale, un éventuel gondolement est évité presque complètement.

- La texture de l'émulsion peut être imprimée dans la couche RC, rendant superflu par exemple le glaçage du tirage.

- La couche d'émulsion plus fine nécessite moins d'argent, ce qui est avantageux d'un point de vue économique. C'est par contre un désavantage pour la réalisation d'un tirage de qualité avec des riches nuances de gris, des noirs intenses et des blancs purs, comme ceux des papiers barytés de qualité.

Tous les avantages mentionnés ci-dessus, ainsi qu'une action de promotion percutante ont eu comme effet que le papier RC a rapidement évincé le papier baryté du marché au cours des années 1976 à 1978.

En réaction, une campagne de protestation à grande échelle a été lancée dans le monde de la photographie d'art quand, en 1976, il fut décidé aux Etats-Unis d'arrêter la fabrication du papier baryté. Cette action, qui comptait d'innombrables partisans tant en Europe qu'aux États-Unis, a finalement amené les grands fabricants de papier à prendre la décision de fabriquer du papier baryté conventionnel aussi longtemps que la demande existerait.⁸

Dans la presse spécialisée de la photographie d'art, des griefs ont également été formulés contre l'utilisation du papier RC pour la création d'œuvres d'art et de documents d'archives⁹ surtout en raison de la permanence réduite des émulsions argentiques RC.

Dans son existence relativement courte, le papier RC s'est révélé sujet à des problèmes d'oxydation de l'émulsion et, comme la plupart des produits plastiques, très sensible à un processus de vieillissement se traduisant par une fragilisation de l'émulsion lorsqu'elle est exposée à une forte lumière du soleil.

Voici en fait ce qui se passe: pendant la journée, la lumière et l'augmentation de la température éliminent par évaporation une partie de l'eau naturellement contenue dans l'émulsion. Pendant la nuit ce sont la baisse de température et la réduction d'énergie qui provoquent une nouvelle absorption de l'humidité perdue.

Ceci provoque une série de contractions et de gonflements de l'émulsion tandis que le support en papier plastifié est pratiquement insensible à ces déformations répétées. Cela peut entraîner à son tour une séparation de l'émulsion et de son support plastifié.

Il est déconseillé de laisser tremper le papier RC pendant plus de quatre minutes dans l'eau, ceci pouvant réduire l'adhérence entre les différentes couches et provoquer une ondulation sur les bords. Il a également été noté que les résidus chimiques peuvent se concentrer le long des bords. Un moyen adéquat consiste à recouper les bords d'au moins trois mm après séchage.

⁸ MESSER, William. - Ilford à Arles. In: *Galerie: de la photographie et de ses applications*, Ilford, 1979.

⁹ ANON. - In: *Camera*, Lucerne, Suisse, janvier 1978.

Parmi les autres problèmes typiques des émulsions RC (couleur ou noir et blanc), citons l'affaiblissement et le jaunissement de l'image ainsi que l'apparition de craquelures dues à la contamination atmosphérique.¹⁰

Les fabricants de papier et les laboratoires de recherche photographique s'activent pour résoudre les problèmes des émulsions plastifiées.

L'émulsion barytée et le papier RC ont tous deux leur place dans la photographie. Le choix entre les deux, en fonction de la destination du tirage final, doit finalement être laissé au photographe. Lorsque c'est la conservation qui est surtout recherchée, le papier baryté et son traitement "archive" doivent toujours être préférés.¹¹

Types de papier baryté

Papier bromure

Les caractéristiques principales des papiers bromure sont: une grande sensibilité à la lumière, une latitude d'exposition relativement limitée et une valeur tonale noire généralement neutre qui peut être virée chimiquement assez facilement.¹²

L'Ilfobrom présente ces caractéristiques et, avec ses six gradations et son support blanc pur, est souvent considéré comme le papier bromure d'argent de base.

L'Agfa Brovira, traditionnellement connu pour sa valeur tonale froide, n'est plus fabriqué en tant que papier baryté.

Le Forte Bromofort semble maintenant avoir pris le relais.

Papier chlorure

Le papier chlorure contient un pourcentage élevé de chlorure d'argent; il est de ce fait très lent et présente des tons chauds. Il s'agit généralement d'un papier pour tirages par contact devenu très rare.

Par le passé (1885-1940) ce papier portait aussi le nom de "papier gaslight". L'éclairage au gaz dans le salon fournissait assez de lumière pour une exposition par contact de ce papier, qui pouvait aussi y être développé sans risque, une fois la source lumineuse éloignée.

¹⁰ SCHWALBERG, Bob. - Color Preservation Update. In: *Popular Photography*, January 1982.

¹¹ SWAN, Alice. - Conservation of Photographic Print Collections, In: *Library Trends*, fall 1981.

¹² RADISIC, Pierre - Les papiers bromure. In: *Clichés*, n°24, 1986.

Le papier chlorobromure

(40% bromure d'argent + 60% chlorure d'argent)

Le papier chlorobromure a une faible sensibilité à la lumière, une latitude d'exposition assez grande, donne beaucoup de détails dans les ombres sans noircissement maximal et une tonalité particulière qui peut être changée du brun au vert olive en variant la composition du révélateur.¹³

Un des papiers les plus utilisés dans ce groupe est le Record Rapid d'Agfa-Gevaert.

Parmi les autres papiers, il y a : le Kentmere Kentona & Art Classic, le Sterling Tapestry, l'Oriental Portrait, le Kodak Ektalure et le Forte Fortezzo Museum.

Le papier bromochlorure

(40% chlorure d'argent + 60% bromure d'argent)

Les variations de couleur sont moins marquées avec ce type de papier qu'avec les chlorobromures. Par exemple, le virage au sélénium produit généralement une couleur plutôt violacée.

Dans cette catégorie : l'Ilford Gallery et l'Oriental Seagull.

Papier à contraste variable (VC)

Le papier baryté à contraste variable forme une catégorie à part. Le grand avantage de ce type de papier est la possibilité de changer localement le contraste de l'image en utilisant une combinaison de filtres jaunes et magenta.

Il est composé de deux couches photosensibles dont chacune est sensible à une partie différente du spectre lumineux, d'où la nécessité d'utiliser une série de filtres de couleur différents. Toutes les grandes marques de papier ont maintenant leur propre papier VC.

La source lumineuse de l'agrandisseur modifie également le contraste du tirage : agrandisseur à condensateurs = plus de contraste ; agrandisseur à lumière froide = contraste plus doux

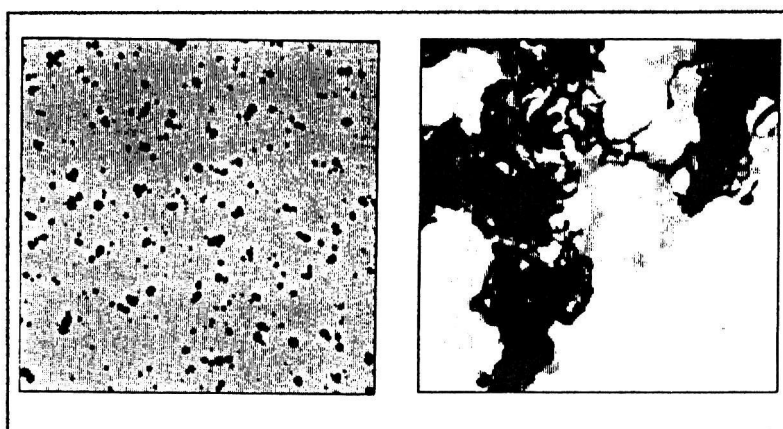
Le Forte Polywarmtone VC et Polygrade, l'Agfa Classic, l'Ilford Multigrade FB, le Kodak Polymax Fine Art et le Kentmere Fineprint sont des exemples bien connus de papiers barytés VC.

¹³ RADISIC, Pierre. - Les papiers chlorobromure. In: Clichés, n°26, 1986

L'argent formant l'image

Une image bi-dimensionnelle est constituée de particules absorbant, réfléchissant ou dispersant la lumière. Dans le cas d'un tirage argentique, ce sont les particules d'argent finement dispersées qui absorbent sélectivement la lumière qui sinon serait réfléchiée par le support papier.

La différence d'apparence et les variations de stabilité relative des émulsions d'argent dépendent de la forme physique de l'argent métallique dans l'image argentique.



Des particules d'argent plutôt petites donnent des couleurs chaudes (jaune, rouge et brun), tandis que des particules d'argent relativement grandes produisent des couleurs noires plus neutres. La forme des particules d'argent a également de l'importance. Les particules d'argent étirées ou de forme irrégulière rendent l'image plus neutre que la même quantité de particules sphériques.

Un troisième élément influençant la couleur de l'image est la distance entre les particules d'argent. Un groupe compact réagit à la lumière de la même manière qu'une seule particule plus grande.

Les nuances dans la couleur des tirages argentiques sont causées par l'interaction de ces propriétés structurelles microscopiques. La microstructure des images argentiques se met en place pendant la formation initiale de l'image.

Pour tous les procédés P.O.P. (Printing-Out-Paper, ou papier à noircissement direct) l'image se compose d'**argent photolytique**. "Photolytique" signifie littéralement "dégradé par la lumière".

Les particules d'argent photolytique sont à peu près sphériques. Les images qui en résultent ont des particules d'argent plus petites et moins nombreuses dans les hautes lumières que dans les ombres, puisque la taille des particules individuelles est directement proportionnelle à la quantité de lumière absorbée pendant l'exposition.

Dans le processus de développement, de l'**argent filamentaire** se crée sous la forme de fins filaments entrelacés. Une particule filamentaire consiste typiquement en un faisceau de filaments entrelacés paraissant énormes par rapport aux petites sphères d'argent photolytique.

Problèmes de conservation spécifiques à la structure barytée

Toutes les tirages argentiques sont formés par de l'argent finement réparti dans une couche colloïdale organique étendue sur un support de papier. Ils sont tous sujets aux problèmes d'instabilité chimique de cet argent qui s'oxyde et se ternit.

Les problèmes inhérents à la structure laminaire délicate des matériaux assemblés sont moins connus, bien qu'ils puissent causer autant de dommages que l'affaiblissement bien connu de l'image.

Tout d'abord, il y a l'expansion et la contraction des différentes couches lors des variations d'humidité. La couche d'émulsion se dilate le plus et le support de papier le moins. En conséquence, le tirage se plisse et /ou se gondole.

L'importance du gondolement dépend de l'humidité environnante et de l'épaisseur des différentes couches. Si le gondolement est récent, ce genre de déformation peut être éliminé d'un tirage non monté à l'aide d'une presse à chaud, en humectant le tirage ou, lorsque le gondolement est important, en retremnant et reséchant l'épreuve.

L'utilisation de ce que l'on appelle les "Print Flattening Solutions" pour éviter le gondolement doit être strictement déconseillée. Ces solutions contiennent des substances hygroscopiques qui absorbent l'humidité, génèrent une humidité anormale dans l'épreuve, et provoquent un gonflement de l'émulsion. Des taux d'humidité élevés favorisent également la formation de champignons.

Traditionnellement, les problèmes de plissage et de gondolement étaient résolus par ce que l'on appelle le montage à chaud, c'est-à-dire par collage de l'épreuve sur un support dans une presse à chaud. Comme nous le verrons plus loin, ce genre de montage n'est pas recommandé pour les tirages de qualité "archive".

Un deuxième problème dû à la structure est l'extrême vulnérabilité du tirage en raison de la déformation de l'émulsion. Même une légère courbure soumet la couche externe à des contraintes importantes de pression et de traction. En conséquence, l'émulsion peut se fissurer et se plier et le support de papier peut éventuellement se déchirer.

Les boîtes de conservation destinées aux émulsions barytées non montées doivent fournir un support rigide pour éviter toute flexion. Dans la plupart des cas, il s'agit de corriger ou de minimiser les dommages déjà existants, ou d'améliorer les conditions de stockage.

Comme il existe de nos jours des traitements de conservation bien définis et bien décrits, il est possible d'exiger des garanties en matière de techniques de conservation pour les œuvres photographiques nouvellement acquises.

La durée de vie d'une épreuve argentique dépend d'un certain nombre de facteurs. Le plus commun parmi ceux-ci est sans aucun doute la présence de produits chimiques résiduels dans l'émulsion et le support papier. Le photographe n'est pas toujours conscient des traitements fiables qu'il doit utiliser pour assurer une bonne permanence à son travail.

Le photographe, et plus particulièrement le photographe d'art, a une responsabilité morale importante envers celui qui achète son œuvre et souhaite la conserver pour les générations futures dans une collection privée ou muséale.

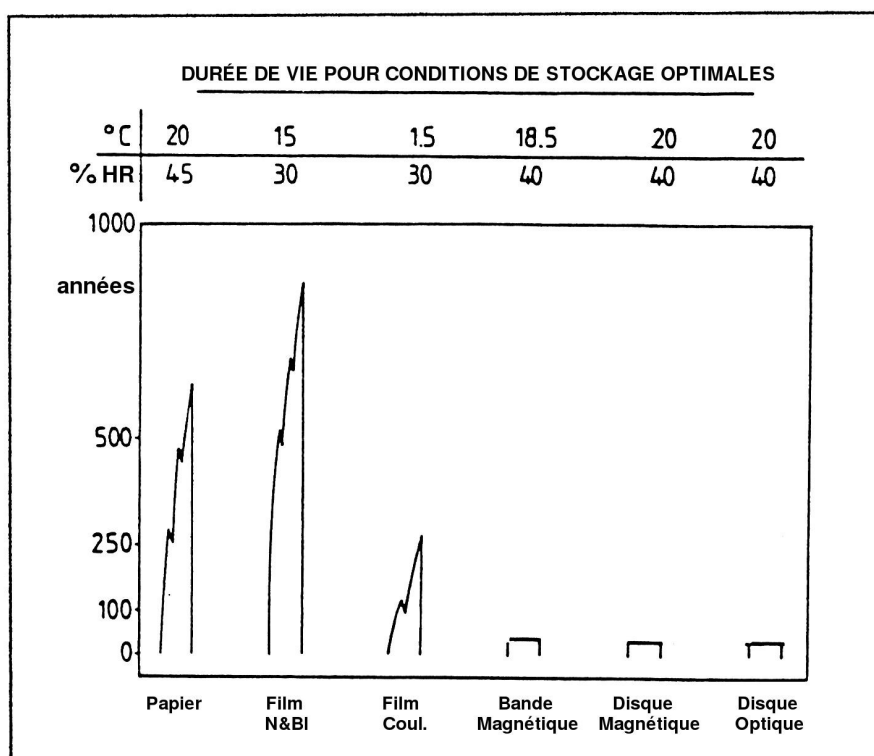
Les techniques de conservation qui ont suscité beaucoup d'attention ces dernières années dans les cercles artistiques internationaux, offrent la garantie nécessaire. Il est donc très important que tous les photographes formés, et certainement ceux qui ont reçu une formation artistique, maîtrisent ces techniques de conservation et les appliquent méthodiquement dans leur propre travail.

Dans la presse de vulgarisation photographique, il n'a pas été publié grand-chose sur ce sujet, tandis que la plupart des musées et des galeries ne se sont intéressés que récemment à la permanence photographique. Cependant, la plupart des photographes sont conscients des effets possibles d'un traitement et d'un stockage erronés sur les matériaux photographiques .

Les vieux albums photo offrent généralement d'excellents exemples de détérioration, d'affaiblissement, de décoloration, de formation de taches et d'autres dommages.

Parmi les études les plus importantes en matière de permanence photographique on compte celles réalisées aux États-Unis dans les années 1940.¹⁴⁻¹⁵⁻¹⁶ Mais seule une petite partie de cette information est parvenue jusqu'au photographe moyen.

La figure suivante donne une idée de la durée de vie relative de divers médias visuels selon une étude menée aux États-Unis.¹⁷



Par rapport aux supports les plus modernes, les émulsions noir et blanc traitées et stockées dans des conditions optimales restent les plus stables.

¹⁴ CRABTREE et al. - The Elimination of Hypo from Photographic Images. In: Journal of the Photographic Society of America, October 1940.

¹⁵ CRABTREE et al. - The Removal of Hypo and Silver Salts from Photographic Materials. In: Journal of the Society of Motion Picture Engineers, July 1943.

¹⁶ CRABTREE et al. - The Quantitative Determination of Hypo in Photographic Prints with Silver Nitrate. In: The Journal of the Franklin Institute, vol.235, April 1943.

¹⁷ CALMES, Alan. Relative Longevity of Archival Information on Paper, Film, Magnetic and Optical Recording Media. In: Proceedings of the International Preservation Symposium, Bangkok, 1986.

Les traitements de conservation consistent, entre autres, en des procédés qui éliminent la plupart des traces de produits résiduels tels que: les sels d'argent, les sels fixateurs et les composites fixateur-argent des tirages et négatifs argentiques.

Toutes les opérations décrites doivent être effectuées avec soin, en utilisant des solutions fraîches. Il faut donc veiller à ne pas dépasser la capacité chimique des différents bains. Il faut également veiller à ce que les solutions ne soient pas contaminées par des éclaboussures. Last but not least, les cuves et bacs utilisés doivent être propres et les conditions de travail les plus impeccables doivent être garanties.

**

*

3. Comparaison entre le traitement traditionnel et de conservation

Traitement traditionnel des émulsions barytées

- 1- Exposition
- 2- Développement: minimum 3 minutes
- 3- Bain d'arrêt ou rinçage à l'eau: minimum 30 secondes
- 4- Fixage: de 3 à 10 minutes
- 5- Lavage à l'eau: minimum 30 minutes
- 6- Séchage naturel ou dans la glaçeuse
- 7- Stockage

Traitement de conservation des émulsions barytées selon pH7

- 1- Exposition: laisser des marges non exposées de 2 à 2,5 cm.
- 2- Développer le tirage à fond.
- 3- Bain d'arrêt: pendant 30 sec. sous agitation constante.
- 4- Laisser s'égoutter pendant 5 sec.
- 5- Fixer: pendant 30 sec. sous agitation constante dans un fixateur rapide, à la concentration pour film.
- 6- Laisser s'égoutter pendant 5 sec.
- 7- Laver: en eau courante pendant 30 secondes. Placer ensuite l'épreuve dans un bain d'eau, en attendant de pouvoir virer une série de tirages en une fois. Si pas de virage, passer au point 10).
- 8- Virage au sélénium: dans un bain tiède (24 à 26°C), avec rotation pendant 6 min., ou jusqu'à ce qu'une coloration à peine perceptible apparaisse.
- 9- Rinçage: en eau courante froide (< 20°C) pendant 5 min.
- 10- Auxiliaire de lavage: avec rotation pendant 6 min. dans le wash-aid pH7 dilué à 1+10.
- 11- Lavage final: dans une laveuse verticale, pendant 15 min. à l'eau courante (4 litres/min.), puis laisser tremper pendant 30 min. dans une eau tranquille propre.
- 12- Éliminer l'eau en excès par essorage entre deux feuilles de polyester.
- 13- Séchage: lentement, à l'air, sur claie avec tissu moustiquaire en fibre de verre.
- 14- Montage: à deux éléments, avec un carton de fond et des matériaux de montage sans acide.
- 15- Encadrement: un encadrement éventuel réalisé suivant les impératifs "archive".
- 16- Conservation des tirages, montés ou non, dans des boîtes de stockage sans acide.

4. Exposition et développement

Exposition d'une émulsion barytée

L'exposition en tant que telle n'intervient pas dans le processus de traitement de conservation. Le papier est exposé comme d'habitude, mais il est préférable de garder une marge non exposée de 2 à 3 cm autour de l'image. Cela la protégera des dommages mécaniques sur les bords et réduit également le risque, au bout d'un certain temps, de détériorations éventuelles – affaiblissement ou métallisation à partir des bords vers l'intérieur –, un phénomène qui est fréquemment observé dans les images photographiques historiques.

De cette manière, on dispose aussi d'une bande non exposée qui permettra de contrôler la présence de produits résiduels au moyen d'un test visuel.

Le développement

Après l'exposition, l'émulsion est développée dans une solution alcaline. Le développement est simplement une conversion de sels ou d'halogénures d'argent exposés en argent métallique. Celui-ci n'aura qu'une durée de vie très courte s'il ne reçoit pas de traitement supplémentaire. L'émulsion est encore sensible à la lumière et la gélatine est saturée de révélateur alcalin qui pourra jaunir au contact de l'air (oxydation).

Révélateurs

Les révélateurs contiennent un produit de développement ou de réduction, ou un mélange de plusieurs de ces produits qui, avec d'autres composants chimiques, contribuent à la formation de l'image au cours du processus de développement.

Lorsque l'émulsion photographique est exposée à la lumière, une partie des cristaux de sels d'argent photo-sensibles est frappée par la lumière. Cela permet la formation d'une image latente. Le processus de formation de l'image englobe la transformation de cette image latente en image métallique par l'introduction d'un agent réducteur.

Les formules les plus courantes de produits de développement combinent l'hydroquinone, le métol et la phénidone. D'autres produits de développement sont utilisés à des fins spéciales. Ils comprennent, entre autres: l'amidol, le catéchol, le chlorohydroquinone, le para-aminophénol, la para-phénylènediamine, et le pyrogallol.

L'ajout d'une substance conservatrice empêche le révélateur de s'oxyder avant qu'il n'ait eu la possibilité de réagir avec l'image latente. Les conservateurs utilisés comprennent: le sulfite de soude, le métabisulfite de soude, le métabisulfite de potassium, le bisulfite de soude ou le bisulfite de potassium.

D'autres produits chimiques sont ajoutés et notamment des alcalis faisant office d'accélérateurs, pour créer un environnement oxydant dans lequel les réducteurs peuvent agir. On utilise ainsi: le carbonate de soude, le carbonate de potassium, le carbonate d'ammonium, l'hydroxyde de soude, l'hydroxyde de potassium, l'ammoniaque, le phosphate de soude, l'acétone, l'alcool méthylique et le borax.

Le bromure de potassium présent en petites quantités dans le révélateur agit comme retardateur ou anti-voile pour éviter que le révélateur ne dépose de petites quantités d'argent dans les parties d'émulsion non exposées, ce qui provoquerait l'apparition d'un voile.

Le risque principal lié à l'utilisation de solutions de développement est l'apparition d'allergies cutanées et respiratoires. Ces produits peuvent également causer des inflammations de la peau se traduisant par de petites taches rouges, des démangaisons, des boutons rugueux et desquamants.

Le danger d'inhalation existe surtout lors de la préparation de révélateurs fournis en poudre. L'utilisation d'un masque anti-poussière est alors souhaitable.

Il faut surtout éviter d'avalier ces produits. L'ingestion de petites quantités de certains produits de développement tels que le catéchol peut être fatale pour un adulte. Afin de réduire le risque de boire accidentellement des solutions liquides, il est recommandé de ne jamais manger ou boire dans la chambre noire. Les enfants et les animaux domestiques ne doivent en aucun cas y avoir accès, même sous surveillance.

Recommandations pour l'utilisation des bains de développement

L'utilisation de révélateurs liquides réduit le risque de blessure physique ou d'irritation. Ce danger est également réduit en remplaçant les développeurs toxiques par des moins toxiques. Les révélateurs à la catéchine, au paraphénylènediamine ou au pyrogallol devraient être remplacés, par exemple par la phenidone.

Préparation

Si possible, mélanger les ingrédients sous une hotte aspirante, protéger les mains avec des gants en plastique ou en caoutchouc, et le système respiratoire au moyen d'un masque anti-poussière.

Traitement

Ne jamais mettre les mains nues dans le révélateur: utiliser des pinces en plastique ou des gants en plastique. Le révélateur sur la peau doit immédiatement être rincé avec beaucoup d'eau.

Révélateur dans les yeux: rincer pendant au moins 15 minutes et consulter un médecin.

Reversez les bains de développement dans leur récipient après usage et fermez-les ou couvrez le bain de développement pour éviter l'évaporation. Ces pratiques augmentent également la durée de vie du révélateur. Entreposer les produits corrosifs aussi bas que possible pour éviter les risques de blessures aux yeux et au visage en cas de casse.

Exemple d'une formule de révélateur

- Eau, 50°C.....	750	ml
- Sulfite de soude, anh.	85,0	g
- Hydroquinone.....	5,0	g
- Borax.....	7,0	g
- Acide borique.....	2,0	g
- Bromure de potassium.....	1,0	g
- Phenidone.....	0,13	g
- Eau, qspf.....	1000	ml

Fiches de référence des produits chimiques utilisés**HYDROQUINONE**

Découvert: en 1880.

Appellations commerciales: Hydroquinon, Hydrokinone, Hydroquinol, Quinol, Tecquinol.

Nom chimique: hydroquinone ou para-dihydroxybenzene.

Contact cutané: modérément toxique - provoque des réactions allergiques et une irritation. Sous forme solide, il peut causer des brûlures et sous forme liquide, des dermatites.

Contact avec les yeux: moyennement toxique

Inhalation: modérément toxique

Ingestion: toxique

En cas de décomposition dû à un échauffement, des vapeurs corrosives contenant de la quinone peuvent se dégager.

Protection:

- lors du mélange: nécessite une ventilation par extraction, un masque anti-poussière, une protection pour les yeux, un tablier en plastique et des gants en caoutchouc.
- pendant le traitement: nécessite une ventilation par extraction, un tablier en plastique et des gants en caoutchouc.

PHENIDONE

Découvert: en 1890.

Appellations commerciales: Phenidone et Graphidone.

Nom chimique: phenidone ou 1-phenyl-3-pyrazolidone.

Contact cutané: peu toxique

Contact avec les yeux: moyennement toxique

Inhalation: moyennement toxique

Ingestion: toxique

En cas de décomposition à la chaleur: émanations d'oxydes d'azote possibles

Protection:

- lors du mélange: ventilation par extraction, masque anti-poussière, une protection pour les yeux, un tablier en plastique et des gants en caoutchouc.
- pendant le traitement: nécessite une ventilation par extraction, un tablier en plastique et des gants en caoutchouc.

SULFITE DE SOUDE

Aussi appelé acide sulfureux ou sel de soude

Contact cutané: peu toxique – peut provoquer une irritation.

Contact avec les yeux: peu toxique – peut provoquer une irritation.

Inhalation: moyennement toxique – peut provoquer une irritation.

Ingestion: toxique – peut être mortel à doses élevées.

En cas de décomposition à la chaleur ou mélangé à un acide: peut provoquer des émanations toxiques de dioxyde de soufre.

Protection:

- ventilation par extraction, masque anti-poussière, protection pour les yeux, tablier en plastique et des gants en caoutchouc ou en plastique lors des mélanges.
- pendant le traitement: nécessite une ventilation et des gants en plastique

BORAX

Également connu comme borate de sodium ou tetraborate disodique.

Contact cutané: peu toxique – peut provoquer une irritation.

Contact avec les yeux: moyennement toxique, réactions allergiques ou irritation possibles.

Inhalation: moyennement toxique – les poussières peuvent provoquer une irritation.

Ingestion: moyennement toxique – peut être toxique à doses élevées.

En cas de décomposition à la chaleur: peut provoquer des émanations toxiques d' oxyde de soude.

Protection:

- lors du mélange: ventilation par extraction, masque anti-poussière, protection pour les yeux, tablier en plastique, gants en caoutchouc.
- pendant le traitement: ventilation par extraction, protection des yeux, gants en caoutchouc ou plastique.

ACIDE BORIQUE

Également connu comme acide orthoborique ou acide boracique.

Contact cutané: moyennement toxique – peut provoquer une irritation.

Contact avec les yeux: moyennement toxique – peut provoquer une irritation.

Inhalation: moyennement toxique

Ingestion: toxique

Protection:

- lors du mélange: ventilation par extraction, masque anti-poussière, protection des yeux, tablier en plastique et gants en caoutchouc.
- pendant le traitement: ventilation par extraction, protection des yeux, tablier en plastique et gants en caoutchouc ou en plastique.

BROMURE DE POTASSIUM

Contact cutané: peu toxique - exposition prolongée peut causer une irritation.

Contact avec les yeux: irritation momentanée.

Inhalation: moyennement toxique.

Ingestion: moyennement toxique – dangereux si en grande quantité.

Décomposition à la chaleur: émanations de gaz bromure possibles

Protection:

- lors du mélange: ventilation par extraction, masque anti-poussière, protection des yeux, tablier en plastique et gants en plastique.
- pendant le traitement: ventilation par extraction et gants en plastique.

Concernant la stabilité à long terme proprement dite de l'émulsion barytée, il y a peu de choses à dire sur le développement, sauf qu'il est important de développer à fond si on envisage un virage ultérieur. Pour la plupart des papiers barytés, on peut prolonger avec succès le temps de développement un peu plus que recommandé par le fabricant. Chaque tirage sera de préférence développé individuellement, avec une agitation suffisante pour assurer un contact permanent de l'émulsion avec du révélateur frais.

**

*

5. Bain d'arrêt

Pour arrêter l'action du révélateur, on utilise un bain d'arrêt, qui est une solution moins alcaline que le révélateur. Le bain d'arrêt prolonge de manière sensible la durée de vie du fixateur et empêche la coloration du tirage résultant d'une oxydation du révélateur alcalin. Le rinçage avec une solution acide réduit également le gonflement de l'émulsion.

Le bain d'arrêt le plus couramment utilisé est une solution très diluée d'acide acétique avec une acidité d'environ pH = 3,5 pour une solution fraîche, et un pH = 5,5 à l'épuisement du bain.

Formule Kodak SB-1¹⁸

- Acide acétique 28%.....48 ml
- Eau, qspf.....1000 ml

Pour faire de l'acide acétique à 28%, diluer trois parties d'acide acétique non dilué avec huit parties d'eau.

L'acide acétique non dilué est dangereux pour la peau et pour le système respiratoire. L'acide acétique doit être mélangé dans une pièce bien ventilée pour empêcher l'inhalation de l'acide. Pour éviter les éclaboussures et le contact avec l'acide, **verser l'acide dans l'eau, et jamais inversement.**

La capacité du bain d'arrêt mentionné ci-dessus est d'environ 1 m² d'émulsion par litre de bain d'arrêt, soit environ 10 feuilles de 30 x 40 cm. Il est impossible de déterminer visuellement le degré d'épuisement d'un tel bain. Une formule de test spéciale doit être utilisée pour cela.

Un système plus sûr mais plus coûteux consiste en l'utilisation de bains d'arrêt contenant un indicateur coloré. Un bain d'arrêt qui a été exposé à l'air peut être conservé pendant environ trois jours. En cas d'épuisement, le bain d'arrêt doit être remplacé complètement. Il ne faut pas essayer de le régénérer en ajoutant de l'acide acétique car les produits réactifs qui se forment avec l'utilisation du bain peuvent causer des taches lors de l'immersion dans un bain de virage.

¹⁸ EASTMAN - KODAK - Preservation of Photographs, Publication n° F-30, Rochester, 1979.

En général, on laisse agir le bain d'arrêt sur l'émulsion pendant environ trente secondes, qu'il s'agisse d'émulsions film ou papier. La durée de l'action doit être suffisante pour provoquer un passage effectif de l'état alcalin à l'état acide dans l'émulsion.

La peau humaine est très sensible au changement de pH: l'émulsion de papier paraît légèrement gluante lorsqu'elle est imbibée du révélateur alcalin. Dans un bain d'arrêt fonctionnant correctement, il perd rapidement cette sensation légèrement savonneuse et n'est plus gluant dès que l'état acide est atteint.

Test du bain d'arrêt

Un bain d'arrêt sans indicateur coloré peut être testé de la manière suivante: on verse environ 25 ml de bain d'arrêt dans un tube à essai. On y ajoute deux gouttes de la solution SBT-1. Un bain d'arrêt utilisable, encore acide, reste jaunâtre. Lorsque l'acidité est neutralisée, la solution devient violette et le bain d'arrêt doit être remplacé.

Formule Kodak SBT-1¹⁹

- Eau distillée à 27°C.....750 ml
- Hydroxide de soude.....6 g

On ajoute à cette solution, en mélangeant:

- Eastman Bromocresol Purple.....4 g

Mélanger cette solution pendant 15 à 20 min. avant d'ajouter les produits suivants:

- Acide sulfurique.....3 ml
- Eau, qspf.....1000 ml

**

*

¹⁹ EATON, George, M. - Conservation of Photographs, Kodak Publication n° F-40, Rochester, 1985.

6. Le fixage

Pour stabiliser autant que possible un négatif ou un tirage, deux conditions doivent être remplies:

- tous les halogénures d'argent non développés de l'émulsion doivent être réduits par le fixateur en un état hydrosoluble afin de pouvoir être éliminés par rinçage à l'eau;

- les produits chimiques de fixation doivent à leur tour être éliminés par rinçage à l'eau de l'émulsion et du support papier

Une émulsion d'argent insuffisamment fixée et/ou rincée entraînera une décoloration si les conditions de stockage ne sont pas optimales. La raison de cet affaiblissement est habituellement la conversion partielle ou totale de l'argent attaqué par le soufre en sulfure d'argent.

Ce soufre peut être contenu dans le thiosulfate résiduel ou être formé par la décomposition de complexes de thiosulfate d'argent qui n'ont pas été éliminés au rinçage. Les gaz sulfureux provenant de l'atmosphère accélèrent également la formation de sulfures.

Une première formation de sulfure peut être observée comme une brillance métallique sur la surface de l'image argentique. En outre, la formation de sulfures provoque un changement de couleur progressif du noir profond des négatifs vers un noir violacé, puis vers le noir brunâtre, vers le brun et ensuite vers le brun jaunâtre. Les tirages affaiblis sont généralement brun jaunâtre à jaune.

Des taches brun jaunâtres ou jaunes peuvent décolorer les parties claires des négatifs et des tirages. La sulfuration peut s'accompagner d'une diminution apparente du noircissement.

L'affaiblissement causé par la sulfuration est plus marqué dans les émulsions à grains fins que dans celles à grains plus gros. Leurs grains d'argent plus fins et leur rinçage plus difficile rendent les émulsions barytées plus sensibles aux détériorations que les émulsions film. Les émulsions au chlorure d'argent y sont plus sensibles que les émulsions au bromure d'argent.

Le bain de fixage

Un bain de fixage formé par 250 g de thiosulfate de soude dans 1 litre d'eau peut fixer tant les émulsions film que papier, mais sa durée d'action serait limitée. Un bain de fixation contient généralement d'autres ingrédients tels que:

- le sulfite de soude en tant que **préservateur** pour empêcher la décomposition du thiosulfate dans l'acide;
- l'acide acétique qui fournit l'acidité requise pour un bain de fixation efficace, à savoir pH = 5 et élimine ainsi l'état alcalin dans l'émulsion;
- l'acide borique, un tampon, pour maintenir l'acidité correcte pendant la durée de fonctionnement.
- l'alun pour durcir l'émulsion.

Formule de fixateur sans tannant

- Eau800 ml
- Thiosulfate de soude240 g
- Métabisulfite (K ou Na) 67,5 g
- Eau, qspf.....1000 ml

Ce bain de fixation ne doit pas être utilisé à des températures de bain ou de lavage > 21°C ou lorsqu'un "éliminateur d'hyposulfite" doit être utilisé.

Fixateur tannant standard Kodak F-5

- Eau600 ml
- Thiosulfate de soude240 g
- Sulfite de soude – anh. 15 g
- Acide acétique 28% 48 ml
- Acide borique – cristaux 7,5 g
- Alun 15 g
- Eau, qspf.....1000 ml

Les ingrédients sont dissous dans l'ordre indiqué.

Effet du pH du bain de fixage

Une protéine comme la gélatine possède à la fois des groupes acides (-COO-) et basiques (NH₃ +). Les groupes acides forment des sels de protéines et les groupes basiques peuvent former des protéinates.

La gélatine se présente sous la forme d'une molécule positive ou négative, sauf dans un cas spécifique où la molécule est neutre: on parle alors du "point isoélectrique".

Dans ce cas, tous les groupes basiques sont chargés positivement, et un nombre égal de groupes acides est chargé négativement.

Le point isoélectrique de la gélatine photographique correspond habituellement au $\text{pH} = 4,9$.

En dessous du point isoélectrique ($\text{pH} < 4,9$), la gélatine est chargée positivement et cette charge attire les ions négatifs, tels que par ex. le thiosulfate ou les thiosulfates d'argent. Ces derniers sont alors très difficiles à éliminer par lavage.

Au-dessus du point isoélectrique ($\text{pH} > 4,9$), la gélatine est chargée négativement. Les ions de thiosulfate ne sont plus retenus. Les ions positifs sont alors attirés, comme par exemple le sodium ou le potassium.

Dans le cas d'une émulsion film, où le support n'absorbe quasiment aucun produit de traitement résiduel et où c'est donc la couche de gélatine qui prime, on a intérêt, pour favoriser un bon lavage, à utiliser un bain de fixation dont la valeur de pH approche le point isoélectrique.

Lors du lavage des émulsions barytées cependant, d'autres facteurs interviennent qui seront examinés plus loin.

Les effets de l'épuisement du bain de fixage

L'augmentation des complexes de thiosulfate d'argent dans le fixateur au cours de son utilisation joue un rôle important dans la composition de celui-ci.

L'épuisement du fixateur est également favorisé par le transfert d'une quantité incontrôlable de révélateur, ce qui augmente le pH de la solution. Cependant, lorsqu'un bain d'arrêt acide est utilisé après le révélateur, cette augmentation de pH est faible.

Le fixage des émulsions film

Le thiosulfate de sodium est de loin le fixateur le plus couramment utilisé. Le thiosulfate d'ammonium est surtout utilisé dans les fixateurs rapides; il réduit le temps de fixage d'environ 50%.

En général, on considère que le temps de fixation pour les films est égal au double du temps nécessaire pour devenir transparent dans le bain de fixage. Cette règle empirique est valable lorsque la solution de fixage reste en contact avec toute la surface de l'émulsion du film pendant tout le temps d'immersion. C'est le cas en pratique quand le film est correctement enroulé sur une spire, ou lorsqu'un plan-film plan est traité seul dans une cuvette.

Lorsque différents plan-film sont traités simultanément, les choses sont très différentes. Les films ont tendance à coller ensemble et empêchent alors le fixateur frais d'être en contact avec toute la surface de l'émulsion. Quand on fixe plusieurs films en même temps, ils doivent constamment être maintenus en mouvement pendant toute la durée du fixage.

La présence d'une tache plus ou moins grande au milieu d'un plan-film traité est le signe d'une agitation incorrecte et indique que la solution de fixation était active uniquement sur les côtés.

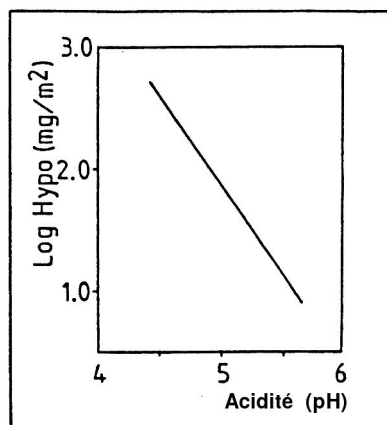
Il est très important de ne pas dépasser la limite d'épuisement du fixateur car la concentration en argent augmente progressivement à mesure que de plus en plus d'halogénures d'argent sont dissous. Les sels de thiosulfate d'argent deviennent alors de plus en plus complexes et sont donc plus difficiles à éliminer au lavage.

On ne doit pas sous-estimer l'influence du pH d'un bain de fixage sur le thiosulfate résiduel dans une émulsion de film. La figure ci-dessous montre l'effet du pH d'un fixateur tannant sur le thiosulfate résiduel dans un film Kodak Verichrome Pan.

Le thiosulfate résiduel est présenté sur une échelle logarithmique de manière à ce que:

1,0 = 10 mg/m² et

2,0 = 100 mg/m².



Le fixage des émulsions barytées

La quantité de thiosulfate absorbée par une émulsion papier est proportionnellement plus grande que celle absorbée par un film. L'argent finement divisé d'un tirage argentique, et plus particulièrement des papiers à tons chauds, est particulièrement susceptible d'être attaqué par le thiosulfate résiduel dans la couche barytée et le papier. De tels dommages sont généralement rapidement perceptibles car la blancheur du support papier fait ressortir la décoloration.

Beaucoup de photographes ont l'habitude de fixer simultanément un nombre plus ou moins grand de tirages dans le même bain. On a vu plus haut que cela augmente le risque de taches. Il faut donc s'assurer que les tirages sont entièrement fixés si on veut une image stable.

On demande souvent s'il vaut mieux introduire les tirages dans le fixateur avec l'émulsion vers le bas ou vers le haut. En tout cas, l'émulsion papier ayant tendance à flotter sur le bain, il ne faut pas le laisser simplement à son sort.

Si la feuille n'est pas complètement immergée, et si des bulles d'air se forment sous la feuille, cela pourra provoquer des taches des deux côtés. Le tirage doit donc être maintenu en mouvement constant. En général, il est recommandé d'utiliser le même rythme d'agitation que pour le développement.

Fixage en un seul bain

Au fur et à mesure du passage des tirages successifs dans le fixateur, la teneur en argent augmente continuellement. Il va sans dire qu'un tirage très léger ou "high key" laisse plus d'argent à dissoudre qu'un autre très sombre ou "low key". Les règles empiriques qui définissent une certaine surface de papier par litre de fixateur ne doivent donc pas être suivies aveuglément. La méthode la plus sûre consiste à tester régulièrement le fixateur. Sachant que la concentration d'argent génère des composés d'argent quasi impossibles à éliminer dès qu'ils ont atteint un certain niveau dans le support, il est donc de la plus haute importance d'y être très attentifs.

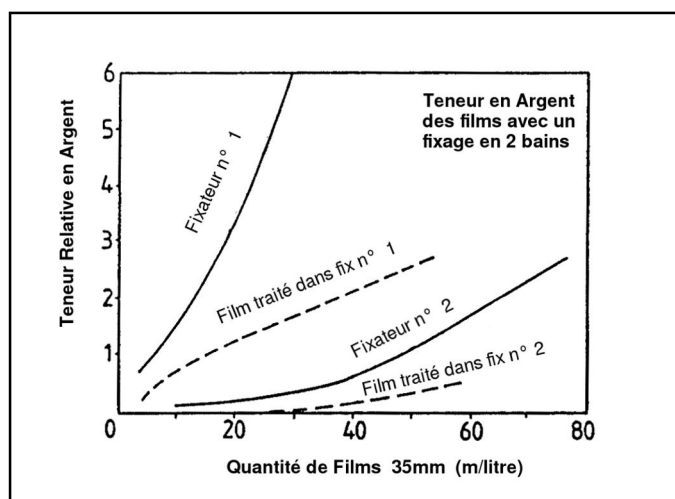
Il a été déterminé expérimentalement qu'on ne peut pas dépasser 1,5 g à 2,0 g d'argent par litre dans le fixateur papier. Dans le cas de fixage en un bain, il est donc nécessaire de tester très régulièrement celui-ci, car la teneur en argent peut facilement être dépassée sans que l'opérateur s'en aperçoive.

Le fixage en deux bains

De nos jours, beaucoup de photographes utilisent la méthode à deux bains qui consiste à traiter les tirages pour la moitié du temps de fixage total dans deux bains séparés. Il va sans dire que ces bains, après utilisation, ne peuvent pas être mélangés.

La plus grande partie des halogénures d'argent est dissoute dans le premier bain; le restant est ensuite dissous ou solubilisé dans le second. Kodak recommande la méthode suivante:

- mélanger deux bains frais placés l'un à côté de l'autre;
- fixer pour la moitié du temps total dans chacun des deux bains;
- remplacer le premier bain est après traitement d'environ 2,7 m² de papier par litre (?) de fixateur;
- le deuxième bain devient alors le premier;
- un bain frais est préparé pour le second;
- ce cycle est répété quatre fois;
- après le 5e cycle, on prépare une solution fraîche pour les deux bains.



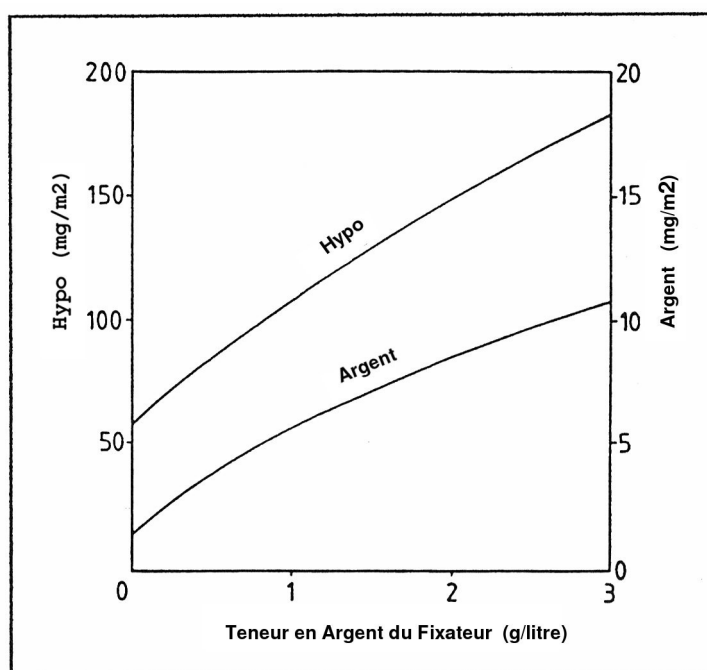
G. Eaton²⁰ montre dans la figure ci-dessus que la plus grande partie de l'argent est dissoute dans le premier, et que le fixage est ensuite complété dans un deuxième bain frais où la concentration en argent reste très faible. Les lignes pointillées montrent la rétention d'argent dans le film traité. Un phénomène similaire se produit aussi dans les émulsions papier.

²⁰ EATON, George, T. - Preservation, Deterioration, Restoration of Photographic Images. In: *The Librarian Quarterly*, Jan. 1970.

Tests du fixateur

Afin d'éviter une augmentation indésirable des composants d'argent, le fixateur doit être testé régulièrement. Un moyen pratique de le faire est d'utiliser un papier-test spécialement conçu à cet effet.

Le papier développé par Agfa-Gevaert pour tester la teneur en argent se présente sous la forme d'une bande de papier jaune large de 10 mm. La bande-test est immergée sur quelques mm dans le fixateur, puis secouée. Après 10 secondes, on la compare à une échelle de couleurs associée, graduée de zéro à 10 g. d'argent par litre de solution de fixage. Le papier-test brunit quand la teneur d'argent augmente.



Ci-dessus, un graphique montrant la teneur en argent et en thiosulfate d'un tirage argentique en fonction de la teneur en argent du fixateur. Un bain d'arrêt a été utilisé pour maintenir constante l'acidité du fixateur. Ici, une émulsion Kodak Velox, épaisseur "papier", a été fixée dans le fixateur Kodak F-5 pendant 10 minutes, puis rincée pendant 30 minutes.

Solution-test pour fixateur FT-1 de Kodak

- Eau (26 à 27°C)750 ml
- Iodure de potassium190 g
- Eau, qspf1000 ml

La solution peut être stockée dans une bouteille bien bouchée pendant un an.

Pour un fixage en un seul bain:

Cinq gouttes du fixateur à tester sont ajoutés à 5 gouttes de solution FT-1 et 5 gouttes d'eau. Le fixateur doit être remplacé si un précipité jaune-blanc se forme immédiatement. Une apparence légèrement laiteuse est négligeable.

Pour un fixage en deux bains:

Premier bain: tester comme ci-dessus.

Deuxième bain: cinq gouttes de fixateur et 15 gouttes d'eau sont ajoutées à 5 gouttes de solution FT-1. Testez comme ci-dessus.

Le tableau suivant montre les valeurs maximales actuellement prescrites pour la teneur en thiosulfate admissible dans les émulsions noir et blanc modernes:

	<u>Utilisation commerciale</u>	<u>Conservation longue durée</u>	
		>100 ans	"archive"
<u>Papier baryté</u>			
support cartoline	0,4 g/m ²	0,2	0,1
support papier	0,2	0,1	0,05
<u>émulsion film</u>			
film radiographie	0,1	0,05	0,025
microfilm	0,06	0,03	0,014

On voit que ces valeurs pour films sont très différentes de celles pour les émulsions-papier. C'est dû au fait que les supports d'acétate ou de polyester absorbent peu ou pas de liquide, alors que le support-papier est constitué de fibres de cellulose qui sont presque immédiatement saturées de liquide lorsqu'elles sont immergées.

L'étude du rapport entre la teneur résiduelle en thiosulfate et la stabilité de l'image dans les émulsions argentiques repose sur l'utilisation de tests de vieillissement artificiellement accélérés.²¹

²¹ KOPPERL, D.F. - Use of Arrhenius Testing to Determine Thiosulfate Tolerance in Silver Halide B/W Materials. International Symposium: Storage of Recorded Images. Royal Photographic Society of Great Britain, Oxford, 1987.

Le temps de fixage

Le fixage idéal des émulsions barytées est un problème très discuté, mal compris par de nombreux photographes. Nous savons qu'un fixage prolongé peut entraîner la présence de composants thiosulfate-argent difficiles à éliminer. Ce qui peut provoquer un jaunissement dans toute l'épaisseur du papier. Le temps de fixation joue donc un rôle important dans le traitement de qualité "archive" pour les émulsions barytées

Kodak recommande un temps de fixage total de 6 à 10 minutes. Ce temps de fixation inclut une marge visant à compenser les difficultés de fixation lors du fixage simultané de plusieurs tirages ainsi que l'augmentation de la teneur en argent du bain de fixation. Ce temps de fixation surévalué a été repris tel quel par d'autres fabricants de papier photographique.

Pour son papier Galerie, Ilford recommande un temps de fixation total de 1 minute dans un fixateur **non** tannant (Hypam) à la **concentration "film"**.

À ce sujet, D. Vestal²² souligne l'absence de protection engendrée par l'utilisation d'un fixateur non tannant, et donc l'obtention de tirages tendres et fragiles. Il préconise l'utilisation d'un fixateur rapide tannant, à la concentration "film", pendant 30 secondes et sous agitation continue.

Comme le temps de fixation admissible et suffisant d'une émulsion de film peut être estimé au double du temps d'éclaircissement de cette émulsion dans le fixateur, on a tendance à appliquer la même chose aux émulsions barytées.

Expérimentalement, la photosensibilité des émulsions papier peut être comparée à celle d'un film connu de faible sensibilité, comme par ex. une émulsion de microfilm.

T. Hill²³ a comparé l'émulsion barytée Kodabromide sur support cartoline avec le microfilm Copex d'Agfa-Gevaert. Cette émulsion devient transparente dans le fixateur après 20 secondes. Après fixage du Kodabromide pendant 30 sec. dans un fixateur rapide Kodak, le test ST-1 de Kodak n'a pas permis de trouver de l'argent résiduel dans l'émulsion.

Ce test utilise une faible solution de sulfure de sodium appliquée dans une partie non exposée du tirage. Une coloration par la solution ST-1 indique la présence d'argent et donc une fixation insuffisante.

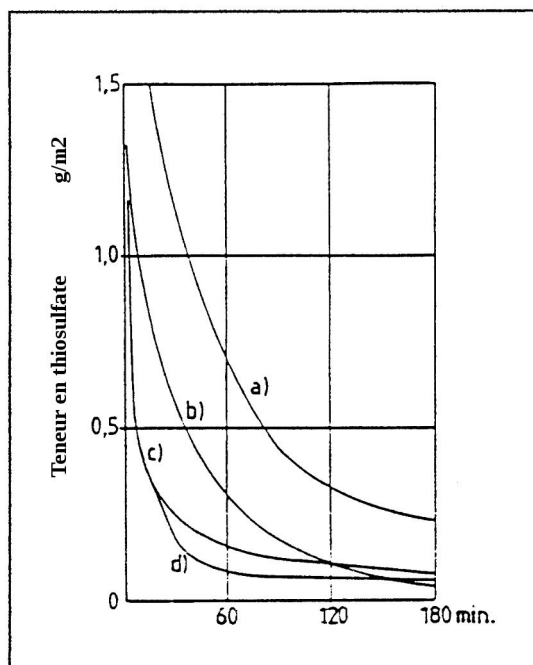
²² VESTAL, David. - Letter to the Editor. In: *Photographic Conservation*, vol 1, n°1, 1979.

²³ HILL, Thomas, T. - In-Forum. In: *Photographic Conservation*, vol. 1, n°1, 1979.

R. Steiner²⁴ a comparé le temps de fixage standard en 2 bains recommandé par Kodak avec un fixage rapide de 30 secondes. dans un Kodak Rapid Fixer tannant à concentration "film". Immédiatement après la fixation, il a utilisé l'auxiliaire de lavage Kodak Hypo Clearing pendant 3 min. La teneur résiduelle en thiosulfate a été déterminée par la méthode ASA au nitrate d'argent.

Pour le tirage fixé de manière standard, il a prolongé le lavage pendant deux jours; la teneur résiduelle en thiosulfate correspondait alors à celle trouvée pour un lavage de 12 minutes après la méthode de fixage rapide !!

Le graphique suivant montre les résultats d'une étude²⁵ concernant, entre autres, le temps de fixation de l'émulsion barytée Agfa Brovira 111.



La **courbe a** correspond à l'élimination du sel de fixage par lavage à l'eau courante après une fixation en 2 bains dans de l'Agifix 1+9, sans bain auxiliaire de lavage après le bain de fixage.

La **Courbe b** = fixation en 2 bains comme ci-dessus, mais avec un bain auxiliaire de lavage après fixation

La **courbe c** correspond à une fixation rapide dans de l'Agifix 1+5, suivi d'un bain auxiliaire de lavage.

²⁴ STEINER, Ralph. - Comparing Fixing Methods. In: *Photographic Conservation*, vol.2, n°1, 1980.

²⁵ KOCKAERTS, Roger- *De Deville archivale spoelbak en de spoeling in 2-tijden*, Deville publicatie, Photokina Köln, 1992.

Les valeurs de thiosulfate résiduel ont été mesurées par analyse spectrophotométrique suivant la norme internationale ISO-417²⁶

On peut en tirer diverses conclusions:

- les deux techniques de fixage permettent d'atteindre la teneur "qualité archive" en thiosulfate de 0,1 g/m² et sont donc toutes deux recommandables;

- la fixation rapide réduit l'accumulation de sels de fixage entre les fibres de cellulose, ce qui a permis de développer une technique de lavage "qualité archive" économique comme décrit plus loin;

- pour respecter la limite autorisée de teneur en thiosulfate d'une "qualité archive", un bain de lavage auxiliaire après fixage est absolument indispensable.

**

*

²⁶ ISO - 417 -1979. - Methylene Blue Method for Measuring Thiosulfate, and Silver Densitometric Method for Measuring Residual Chemicals in Films, Plates and Papers.

7. Le bain auxiliaire de lavage

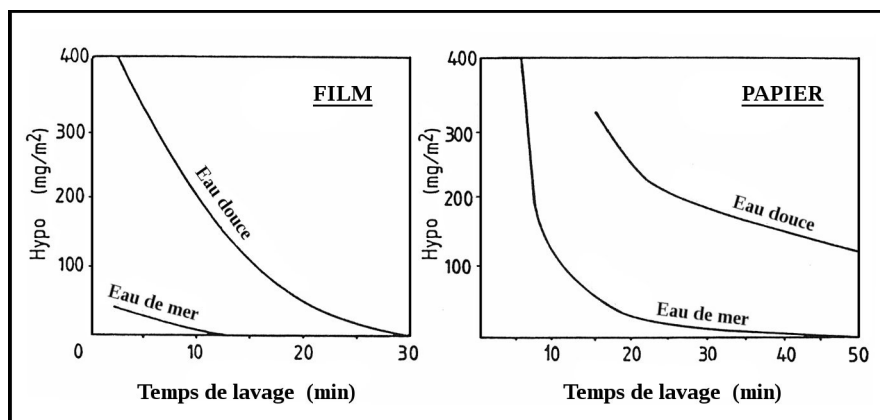
Depuis la fin du siècle dernier (Dr Bannow en 1889 et Dr Baysse en 1903), des expériences ont montré que l'eau de mer élimine plus rapidement le thiosulfate des émulsions photographiques que l'eau douce.

Au cours de la seconde guerre mondiale, ce phénomène a également été observé par des photographes de presse et des cinéastes américains en mission dans le Pacifique Sud.

Eastman-Kodak a utilisé ces constatations pour mener d'autres expériences, concevoir et commercialiser un bain de lavage auxiliaire, la solution Kodak Hypo Clearing.

L'eau de mer contient environ 3,5% de sels différents, dont 25% de chlorure de sodium et plus de 3% de chlorure de magnésium.

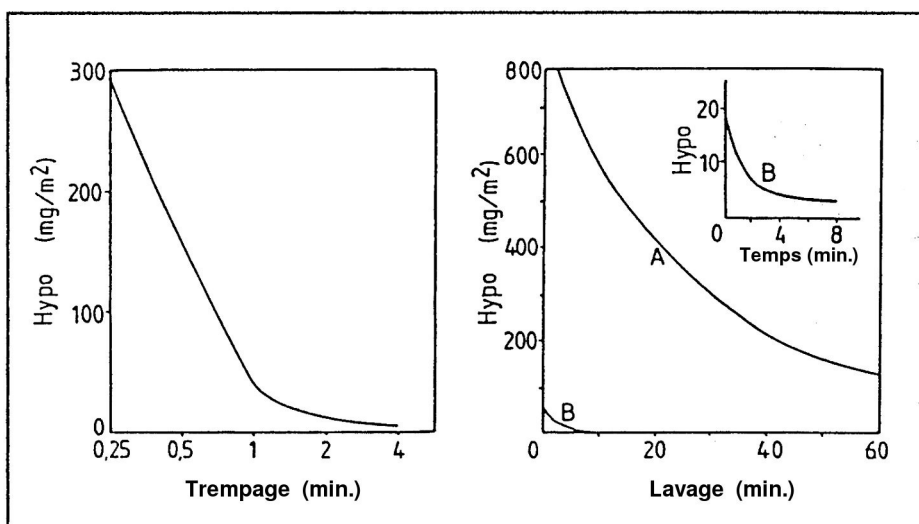
Un certain nombre de carbonates, nitrates, sulfates, bromures etc.. sont également présents en petites quantités. La figure ci-dessous montre clairement l'effet de l'eau salée sur les émulsions film et papier.



On constate, entre autres choses, qu'avec les émulsions papier, les thiosulfates résiduels sont très difficiles à éliminer à l'aide d'eau douce.

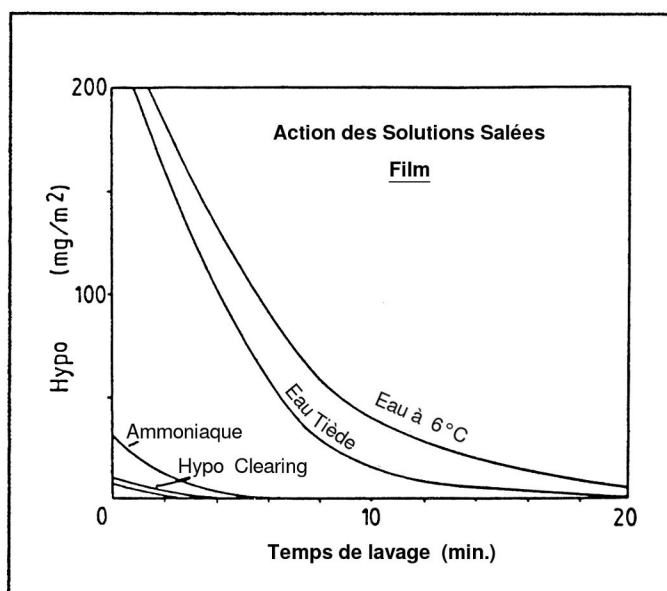
Des recherches sur ce phénomène ont montré que certains sels non organiques se comportent de la même manière que les sels de l'eau de mer.²⁷

²⁷ HENN, R.W. et al. - The Effect of Salt Baths on Hypo and Silver Elimination. In: *Photographic Engineering*, 7, 1956.



L'illustration ci-dessus montre l'effet d'un ramollissement d'un plan-film dans une solution de sulfite de soude après fixage (à gauche). Après deux minutes de trempage, le film a été lavé (courbe A droite) et le résultat comparé à un lavage à l'eau prolongé (courbe B droite).

Dans l'illustration suivante, Eaton²⁸ démontre l'efficacité du fonctionnement de la solution Kodak Hypo Clearing (KHCS). On observe que le KHCS élimine le thiosulfate assez rapidement quelle que soit la température de l'eau de lavage.



²⁸ EATON, George, T. & CRABTREE, J.I. - Washing Photographic Films and Prints in Sea Water. In: *Journal of the Society of Motion Picture Engineers*, n°40, June 1943.

L'effet du KHCS sur les émulsions barytées est similaire à celui sur les émulsions film, mais les dernières traces de produits chimiques résiduels y sont plus difficiles à éliminer, notamment avec les papiers barytés épais ("cartoline").

Voici un tableau avec les utilisations du KHCS²⁹

	Rinçage après fixage	KHCS	Lavage final	Nombre de tirages 8x10" par litre
Film	sans	1 à 2 min.	5 min.	12 à 15
Film	30 sec.	1 à 2 min.	5 min.	35 à 50
Baryté, ép. papier	sans	2 min.	10 min.	20
Baryté, ép. papier	1 min.	2 min.	10 min.	50
Baryté, ép. carton	sans	3 min.	20 min.	20
Baryté, ép. carton	1 min.	3 min.	20 min.	50

Une manière éprouvée de manipuler dans l'auxiliaire de lavage les tirages fixés est de procéder par rotation manuelle avec une série de 6 à 10 tirages.

On commence avec une pile de tirages, côté image vers le haut. On fait passer un par un les tirages du bas vers le haut, en les retournant. La pile est ensuite retournée de sorte que les tirages se trouvent à nouveau face image vers le haut. On répète ce cycle. Durée totale du traitement: généralement de 6 à 10 minutes.

Après l'auxiliaire de lavage et avant d'effectuer le lavage final, il est généralement recommandé de rincer l'émulsion barytée à l'eau pure, ou même de la frotter avec un coton imbibé d'eau pure. Ainsi, tout sédiment indésirable sera éliminé de la surface des émulsions sensibles.

**

*

²⁹ EASTMAN-KODAK - Kodak B/W Darkroom Data Guide, Rochester, n.d.

8. Les virages

Les émulsions photographiques virées par l'un des traitements qui convertissent l'image argentique en sulfure ou séléniure d'argent sont plus stables que les émulsions non virées.

D'une part, le sulfure et le séléniure d'argent sont moins affectés par les gaz oxydants de l'atmosphère et par ailleurs, la réussite du virage exige un fixage correct et l'élimination du thiosulfate par lavage. Une émulsion virée correctement est donc aussi exempte de produits chimiques résiduels. La réussite du virage est donc aussi un signe de qualité "archive".

Pour un virage sépia, on applique la technique hypo/alun ou celle de blanchiment/redéveloppement.

Si un changement de couleur de l'image n'est pas souhaité, d'autres méthodes sont utilisées. Par exemple le virage partiel au sélénium ou au chlorure d'or, où l'image ne subit qu'un léger changement de couleur.

Ce ne sont pas des procédés de virage au sens normal du terme: les grains d'argent y sont revêtus d'une couche de sélénium ou d'or, ce qui les protège des gaz atmosphériques oxydants.

Pour une étude plus approfondie des techniques de virage, nous renvoyons à un récent rapport de recherche "KASKA"³⁰. (Koninklijke Academie voor Schone Kunsten van Antwerpen – Académie royale des Beaux-Arts d'Anvers)

Virage sépia Kodak T-1a

Ce virage donne des images très stables, plus résistantes à la formation de champignons que toute autre méthode de traitement. Ce traitement est particulièrement recommandé pour une utilisation dans les régions tropicales.

- Eau froide2800 ml
- Thiosulfate de soude..... 480 g

Bien dissoudre avant d'ajouter la solution suivante.

- Eau chaude 70°C 640 ml
- Alun, en grains 120 g

³⁰ Sylke HEYLEN - Studie van de chemische omkleuring van fotografische emulsies. Rapport de recherches non publié. c&r fotografie, Hogeschool Antwerpen, 1997-1998.

Ajoutez ensuite lentement la solution suivante à la solution alun/thiosulfate en agitant continuellement et rapidement :

- Eau froide 64 ml
- Nitrate d'argent 4 g
- Chlorure de sodium 4 g

Après avoir mélangé les solutions mentionnées ci-dessus, ajouter:

- Eau, qspf : 4000 ml

Note: Le nitrate d'argent doit être complètement dissous avant d'ajouter le chlorure de sodium. On mélange alors le précipité blanc laiteux avec la solution hypo/alun comme prescrit. La formation d'un précipité noir n'affecte pas le potentiel de virage du bain.

Procédure

Le bain de virage est porté à 50°C au bain-marie. A cette température, les tirages sont virés en 12 à 15 minutes, en fonction de l'émulsion utilisée.

Ce virage entraîne une perte de densité et de contraste. Les tirages à virer doivent être complètement fixés et rincés pendant 5 à 15 minutes avant d'être placés dans le bain de virage. Les tirages secs doivent d'abord être saturés d'eau.

Après le virage, les tirages sont essuyés avec une éponge douce ou de l'ouate et de l'eau chaude pour enlever tout sédiment. Ensuite, ils sont traités dans un bain auxiliaire de lavage et enfin rincés à l'eau courante.

Procédé de blanchiment/redéveloppement

Du point de vue de la conservation, ce procédé est préférable: les solutions sont utilisées à température normale et ne contiennent pas de thiosulfate. En outre, tous les défauts de traitement sont mis en évidence car le blanchiment de l'image s'accompagne d'une formation d'halogénures d'argent très sensibles à la présence de thiosulfate résiduel.

Si du thiosulfate est présent dans l'émulsion, il se forme soit des images jaunes pâles, soit des taches jaunes, soit un voile jaune sur toute la surface du tirage. Si de l'argent résiduel est présent, il se décolore de la même manière que l'argent formant l'image et causera des taches dans les hautes lumières et dans les bords non exposés.

Virage sépia Kodak T-7a

Bain de blanchiment A

- Eau 2000 ml
- Ferricyanure de potassium.. 75 g
- Oxalate de potassium 195 g
- Acide acétique 28% 40 ml

Pour un bain prêt à l'emploi, mélanger 1 partie de la solution A avec 1 partie d'eau. Utiliser de préférence un récipient en plastique.

Bain de virage B

- Eau 500 ml
- Sulfure de sodium 45 g

Le bain de virage est prêt à l'emploi en mélangeant 1 partie de solution B avec 8 parties d'eau.

Bain tannant Kodak F-5a

- Eau à 50°C 600 ml
- Sulfite de soude 75 g
- Acide acétique 28% 235 ml
- Acide borique, cristaux ... 37,5 g
- Alun, grains 75 g
- eau froide, qspf : 1000 ml

Procédure

Les tirages à virer doivent d'abord être complètement lavés. Les tirages secs sont d'abord saturés d'eau.

Les tirages sont placés dans le bain de blanchiment jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une faible image jaune-brun. Après cela, le tirage est soigneusement rincé dans de l'eau courante froide pendant au moins 2 minutes.

Le tirage est ensuite traité dans le bain de virage jusqu'à ce que chaque détail soit à nouveau visible. Cela prend environ 30 secondes. Le tirage est rincé à l'eau froide pure pendant au moins 2 minutes.

Après cela, l'émulsion est tannée dans la solution F-5a diluée à 1 + 8. Ni la couleur ni le contraste ne sont affectés par ce bain.

Le lavage final est effectué à une température de 18 à 21°C pendant au moins 30 min.

**

*

9. Bain de virage & auxiliaire de lavage combiné

Virages de conservation

Virage au sélénium

- Eau, 24 à 26°C 3000 ml
- Kodak Rapid Selenium Toner..... 200 ml
- Auxiliaire de lavage, sol. de travail 800 ml

Avec cette méthode, l'image subit seulement un léger changement de couleur qui est facilement contrôlable.

Après fixation, les tirages sont rincés pendant cinq minutes et traités dans le bain de virage pendant 5 à 6 minutes, sous agitation.

Une méthode pratique consiste à manipuler tous les tirages à virer simultanément, après avoir tenu en réserve les tirages fixés d'une séance entière dans un bac rempli d'eau pure. Avant de placer les tirages l'un après l'autre dans le virage au sélénium, émulsion vers le haut, on les laisse s'égoutter pendant cinq secondes. On garde les tirages en mouvement constant pendant tout le temps de traitement, en plaçant chaque fois le tirage du bas sur le dessus de la pile, à un rythme régulier. De cette façon, on peut vérifier visuellement chaque tirage.

L'image change légèrement de couleur après 5 à 6 minutes. Le changement de couleur consiste en un enrichissement des tonalités noires et un léger décalage vers le violet. Mais il n'y a aucun changement radical. Le changement d'intensité est perceptible par un approfondissement soudain des valeurs tonales noires et gris foncé. Après cela, les tirages sont rincés à l'eau froide pendant 5 minutes. Une température de l'eau >20°C fait disparaître presque toute la coloration du sélénium. Après ce court rinçage, les tirages sont traités dans un bain auxiliaire de lavage tel que prescrit, suivi du lavage final.

Attention!

On sait depuis longtemps que l'utilisation d'une solution au sélénium peut être dangereuse pour la santé. Il est donc recommandé de mettre des gants en caoutchouc ou en plastique pour utiliser ce bain.

Virage au chlorure d'or

L'or peut également être utilisé comme protection de l'émulsion argentique des papiers barytés noir et blanc. Le bain de chlorure d'or est bien sûr plus cher que le bain de sélénium, mais les coûts peuvent être minimisés en conservant les tirages séchés jusqu'à en avoir un nombre suffisant avant de les virer ensemble et en rentabilisant ainsi le bain de virage autant que possible.

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les dernières traces de thiosulfate résiduel sont éliminées au moyen d'une solution d'éliminateur d'hyposulfite, qui réduit complètement le thiosulfate en sulfate de sodium inoffensif et facile à éliminer de l'émulsion.

Kodak Hypo-Eliminator HE-1

- Eau	500 ml
- Eau oxygénée à 3%	125 ml
- Ammoniaque 28% en solution 1+9	100 ml
- Eau, qspf	1000 ml

La solution doit être mélangée immédiatement avant utilisation

Ne placez **pas** cette préparation dans une bouteille à bouchon ou à capsule vissée, car le gaz généré risque de faire éclater la bouteille.

La capacité de la solution HE-1 est d'environ 0,7 m² d'émulsion barytée par litre de solution. Le temps de stockage est d'environ 1 heure!

La solution HE-1 ne doit **pas** être utilisée pour les émulsions film car le gaz formé peut fissurer leur support.

Après l'étape de l'auxiliaire de lavage, ou après un lavage à l'eau d'environ 30 minutes à une température de 18 à 21°C, chaque tirage est immergé dans la solution HE-1 à 20°C pendant 6 minutes. Ensuite, rinçage à l'eau pendant 10 min. Ce temps de rinçage doit être prolongé si la température est plus basse.

Kodak Gold Protective Solution GP-1

- Eau 750 ml
- Chlorure d'or, sol. 1% 10 ml
- Thiocyanate de sodium 15 g
- Eau, qspf 1000 ml

On obtient une solution de chlorure d'or à 1% en dissolvant 1 g de chlorure d'or dans 100 ml d'eau.

La solution de chlorure d'or est ajoutée au volume d'eau indiqué. Le thiocyanate de sodium est mélangé **séparément** dans 125 ml d'eau et cette solution est mélangée **lentement** avec la solution de chlorure d'or en agitant constamment et rapidement.

La capacité du virage GP-1 est d'environ 0,4 m² d'émulsion par litre de solution. La solution GP-1 est préparée juste avant utilisation.

Après traitement à l'éliminateur d'hyposulfite, le tirage à virer est placé pendant environ 10 minutes, ou jusqu'à obtention d'un léger changement de couleur, dans une solution GP-1 à 20°C. La couleur devient légèrement bleuâtre dans les valeurs tonales noires.

On rince ensuite à l'eau courante pendant 10 minutes, puis le tirage est séché comme d'habitude.

**

*

10. Le lavage

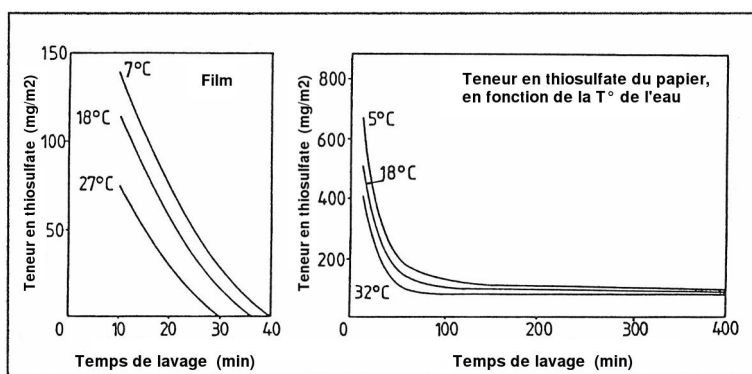
L'eau de lavage

Le traitement de conservation des émulsions barytées nécessite en principe des quantités significatives d'eau pure pour éliminer les produits chimiques résiduels de l'émulsion et du support papier. L'eau de ville est généralement satisfaisante pour le lavage final des émulsions film et papier.

L'eau est dure ou douce, en fonction de la quantité de sels de calcium et de magnésium dissous. La dureté de l'eau a peu d'influence sur la stabilité des émulsions photographiques, sauf que de la chaux peut se déposer sur la couche de gélatine. L'eau très douce ou alcaline fait gonfler la gélatine. C'est particulièrement le cas avec de l'eau rendue pauvre en sels par l'emploi d'un adoucisseur.

L'eau de source peut contenir des sulfures ou dissoudre des matières végétales. La présence de sulfures peut être détectée par une odeur caractéristique d'œufs pourris quand on la chauffe. Une couleur verdâtre indique la présence de substances végétales dissoutes. Ces impuretés peuvent être éliminées par filtration ou par des moyens chimiques. En général, on admet que l'eau est satisfaisante pour le lavage photographique lorsqu'elle est incolore et inodore et qu'elle n'a pas d'odeur sulfureuse quand on la chauffe.

La température de l'eau de lavage a une influence importante sur la rapidité d'élimination des composants de thiosulfate et d'argent.



Eaton²⁸ indique qu'il est souhaitable de maintenir la température de l'eau de lavage entre 14 et 17°C. L'effet de la température sur le temps de lavage des émulsions film et barytées est présenté ci-dessus. On note à nouveau qu'il est facile d'obtenir une élimination complète pour les films, ce qui est impossible pour le papier.

L'augmentation de la température de l'eau accélère donc le lavage. La température de lavage ne doit cependant pas dépasser 25°C afin de ne pas mettre en danger l'adhérence de la couche de gélatine.

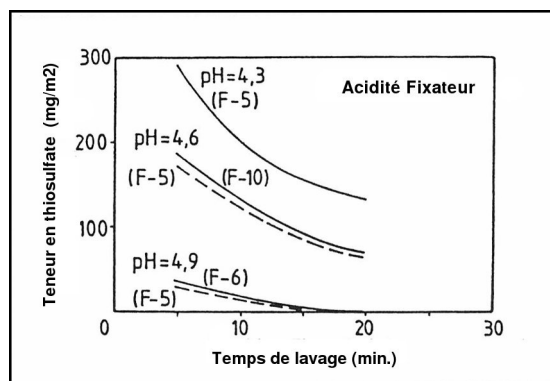
Équipement de lavage

On affirme régulièrement dans la littérature spécialisée que l'eau doit avoir un débit suffisant pour remplir la cuve ou le bac de lavage en 5 minutes. Ce flux ne doit cependant pas générer de turbulences excessives pouvant endommager les émulsions photographiques.

Cette exigence est facile à respecter avec des équipements de lavage de petit volume. Mais dans le cas d'un bac de dimensions moyennes, une laveuse verticale d'un volume de 50 litres par exemple, comment assurer un débit de 10l/min. sans causer de turbulence excessive? Il nous semble donc préférable d'en rester à un débit d'eau fixe, par exemple 4l/min.

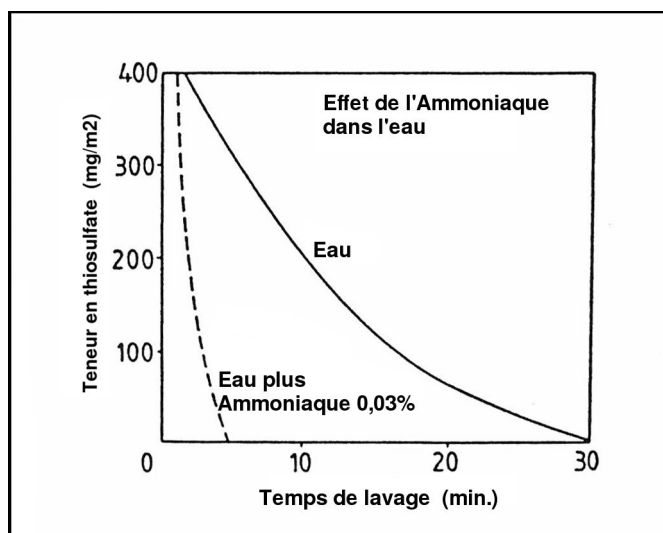
Le lavage des films

Le lavage des émulsions film est relativement aisé puisque le support de film absorbe peu ou pas de produits chimiques. On admet que dans de bonnes conditions, une émulsion film est suffisamment lavée en 15 à 20 minutes.



Nous savons qu'une gélatine photographique a un pH = 4,90. Le graphique ci-dessus montre l'effet de l'acidité du fixateur sur l'élimination du thiosulfate. Les courbes pleines montrent l'accélération de l'élimination avec l'augmentation du pH. Les courbes pointillées montrent ce qui se passe lorsqu'on augmente le pH d'une même solution de fixateur. L'effet du pH est encore plus important dès que le pH de l'eau dépasse 5,0.

La figure suivante montre comment une solution ammoniacale à 0,03% augmentant le pH de la gélatine jusqu'à 9,0 a pour effet de permettre une élimination extrêmement rapide du thiosulfate.



Cet effet du pH est seulement observé avec des émulsions film. Selon Eaton²⁸, ce n'est pas vrai pour les émulsions de papier où l'effet semble insignifiant.

Le lavage des papiers barytés

Des recherches récentes ont déterminé que la teneur en thiosulfate actuellement acceptée pour la conservation à longue durée d'une émulsion barytée ne doit pas dépasser 0,1 g/m². L'élimination des sels de fixation résiduels a posé des problèmes majeurs pour de nombreuses générations de photographes pour la bonne raison qu'aucune source de substances nocives ne peut être détectée visuellement, que ce soit pendant ou après le traitement.

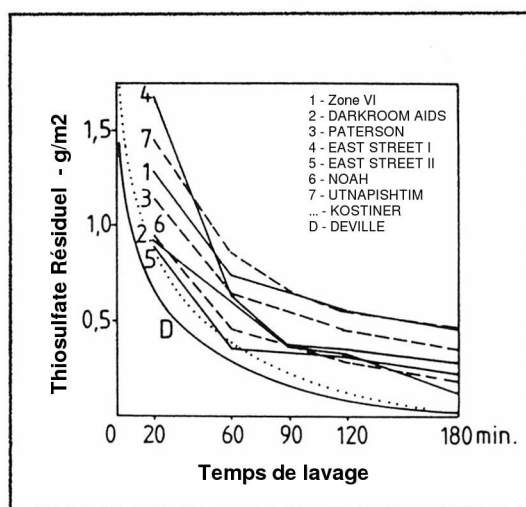
Au fil des années, différentes méthodes de lavage des émulsions barytées ont été recommandées et une liste de dispositifs de lavage plus ou moins efficaces a été établie. Parmi ces derniers, citons les laveuses à compartiments verticaux pour lesquelles la publicité des fabricants souligne l'apparente facilité avec laquelle les produits de traitement résiduels seraient éliminés de l'émulsion.

Le lavage dans une laveuse verticale

Une étude comparative de 7 laveuses sur le marché américain souligne les caractéristiques essentielles d'un tel dispositif de lavage:

- des dimensions compactes;
- les émulsions restent séparées lors du lavage;
- l'eau pure doit atteindre la surface de chaque tirage;
- les épreuves peuvent tremper dans une eau propre, non courante;
- nettoyage facile sans accumulation de saleté inaccessible.

Le graphique ci-dessous est une représentation visuelle de l'étude en question, dans laquelle on a exprimé la teneur en thiosulfate résiduel dans l'émulsion papier en g/m^2 , en fonction du temps de lavage exprimé en minutes. Le débit d'eau était de 3,8 l/min.



La courbe de rinçage de la laveuse Kostiner récemment disparue y a été ajoutée en pointillés, ainsi que la courbe "D" qui est celle de la laveuse française Deville. Le schéma de lavage de tous ces tests est presque identique, de sorte que les résultats peuvent être comparés entre eux.

Il y est frappant que, pour obtenir la teneur en thiosulfate $<0,1 \text{ g/m}^2$, valeur limite de la "qualité archive", des quantités remarquablement grandes d'eau sont nécessaires. Seulement deux laveuses ont atteint cette limite après 120 minutes de lavage et 480 litres d'eau!

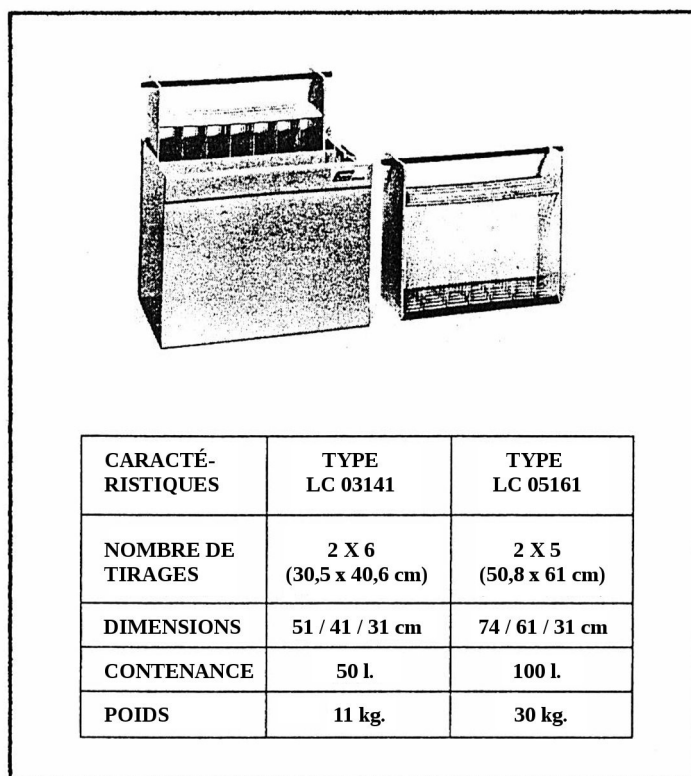
Dans l'étude d'une courbe de lavage représentative, deux étapes sont observées pour l'élimination du thiosulfate résiduel:

- Au cours de la première étape, la majeure partie du thiosulfate est éliminée assez rapidement par l'écoulement de l'eau sur l'épreuve, ce qui élimine principalement le fixateur en surface;

- puis les thiosulfates sont éliminés par échange d'ions avec l'eau de lavage: un processus beaucoup plus lent. L'eau pure ne contient que des ions H⁺ et OH⁻, dont le remplacement se fait lentement avec les ions thiosulfate adsorbés. Pour cette étape, l'eau courante n'est pas indispensable; par contre **il faut que l'eau soit pure.**

Sur la base de ces observations, il semble logique de laver les émulsions barytées en deux étapes selon le schéma suivant: **un premier lavage à l'eau courante, suivi d'un trempage dans de l'eau propre tranquille.**

De tous les dispositifs de lavage "archive" disponibles, seule la laveuse Deville convient à cette fin. Cette laveuse a en effet deux compartiments de lavage séparés.

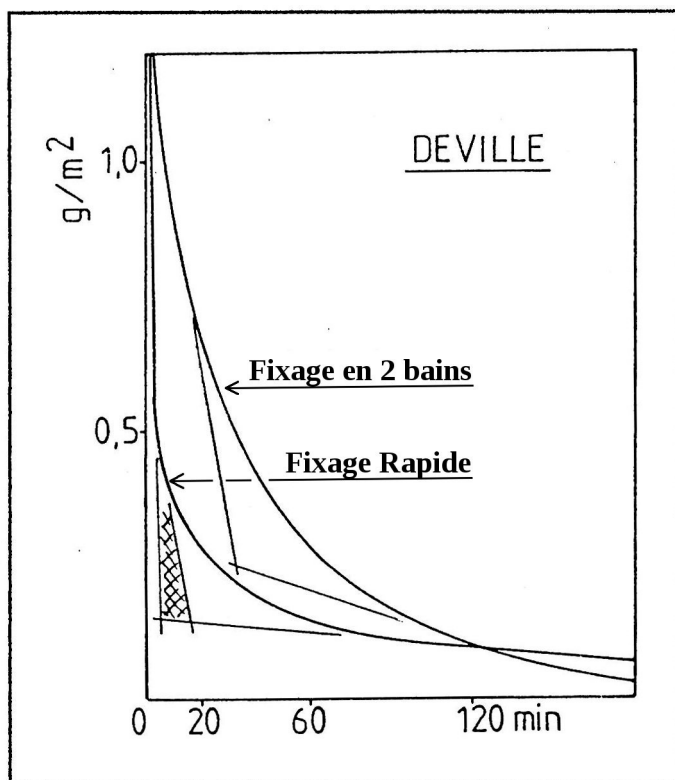


Le compartiment de lavage comporte un panier amovible avec les épreuves à laver. Celles-ci sont retenues par des fils en nylon et ne peuvent pas coller ensemble. Le raccordement d'eau se fait par le fond de la laveuse et les sels de fixation sont éliminés par l'écoulement de l'eau sous le panier.

Une série d'essais ont été réalisés avec la laveuse Deville, dans le but de développer une méthode de lavage efficace tout en économisant l'eau. Cette étude a été réalisée avec le matériel suivant:

- papier: Agfa Brovira 111 - 30x40cm
- fixateur: Agefix en dilution 1+9 pour le fixage en 2 bains et dilution 1+5 pour la méthode de fixage rapide;
- bain de lavage auxiliaire: wash-aid pH7 en dilution 1+10.

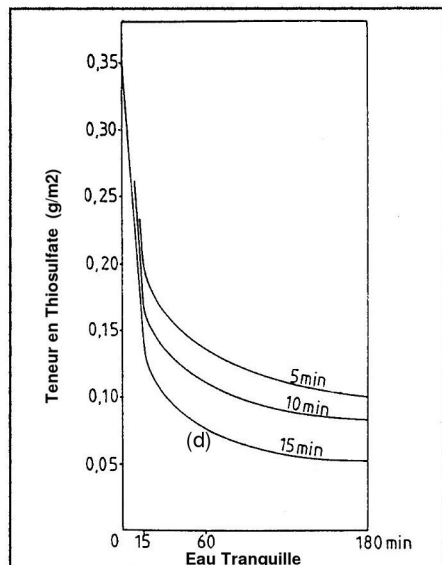
Des échantillons de 10 cm² ont été prélevés au milieu des feuilles d'essai traitées et séchées. Ceux-ci ont été soumis à l'analyse spectrophotométrique décrite dans la norme ISO-417.



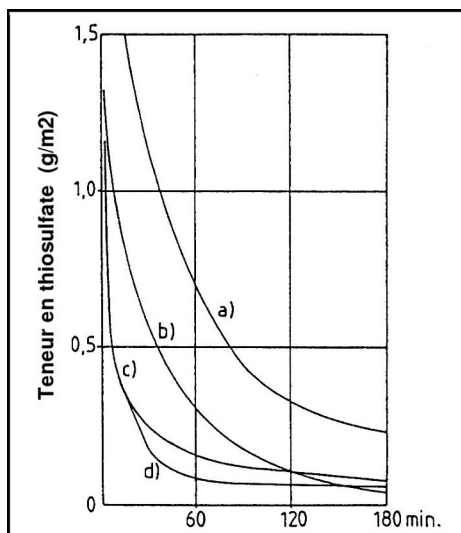
Les courbes de lavage obtenues permettent d'estimer la durée de la phase 1 du lavage, c-à-d du lavage nécessaire dans l'eau courante. celle-ci est :

- d'environ 30 minutes pour le fixage en 2 bains
- compris entre 5 et 15 minutes pour le fixage rapide.

Comme point de départ de la recherche, nous avons choisi la méthode la plus efficace, soit le fixage rapide combiné avec l'auxiliaire de lavage pH7.



Les papiers de l'essai ont été rincés respectivement dans l'eau courante à raison de 4 l/min pendant 5, 10 et 15 minutes. Ceci dans le premier compartiment de la laveuse verticale Deville. Après cela, l'alimentation en eau a été coupée et le panier avec les papiers a été transféré dans le deuxième compartiment de lavage. Les papiers y ont trempé dans de l'eau pure pendant des périodes allant jusqu'à 180 minutes. Ces papiers ont été testés à intervalles réguliers pour obtenir les courbes de lavage illustrées ci-dessus.



La courbe d), correspondant à 15 minutes de lavage en eau courante, peut être combinée avec la courbe de fixation rapide pour montrer comment le trempage de la deuxième phase de lavage améliore le rinçage final sans consommation d'eau supplémentaire.

Le tableau suivant donne un aperçu général des résultats de l'étude mentionnée ci-dessus.

	LAVAGE EAU COURANTE			LAVAGE EN DEUX TEMPS	
	FIXAGE 2 BAINS		FIXAGE RAPIDE	FIXAGE 2 BAINS	FIXAGE RAPIDE
	Sans wash-aid	Avec wash-aid	Avec wash-aid	Avec WASH-AID pH7	
				Courante + Tranquille	Courante + Tranquille
Usage commercial teneur en sels > 0,4g/m ²	95 min.	45	15		
Conservation >100 ans teneur en sels > 0,2g/m ²	>180	80	40	30+15	15+15
Conservation "Archive" teneur en sels > 0,1g/m ²	?	120	120	30+30	15+30

En conclusion, on peut confirmer que la combinaison d'un fixage rapide dans un fixateur rapide frais et d'un passage dans le bain auxiliaire pH7, suivi d'un lavage en deux fois dans la laveuse d'épreuves Deville, permet de faire des économies d'eau substantielles, alors que les traces de fixateur résiduelles sont éliminées efficacement de l'épreuve barytée.

Lavage avec d'autres appareils

Une bonne règle: si la longueur de l'épreuve est supérieure à la circonférence du tambour de lavage, ou à la dimension intérieure de la laveuse, il est préférable de laver une épreuve à la fois.

Pour les épreuves plus petites, plusieurs épreuves peuvent être traitées en même temps. Mais il faudra faire des essais. La plupart des laveuses fonctionnent plus efficacement si on prend soin de séparer de temps en temps les épreuves les unes des autres.

Lavage avec rotation manuelle

Dans le passé, cette méthode particulièrement efficace était la plus recommandée lorsqu'on souhaitait laver à fond. Elle présente l'inconvénient de nécessiter un travail manuel important, et exige un soin extrême pour éviter d'endommager les épreuves, ce qui arrive facilement, compte tenu des nombreuses manipulations qu'elles doivent subir.

D. Vestal suggère la méthode suivante:

- on utilise un débit d'eau remplissant le bac en 5 min.;
- on commence avec une pile de 6 épreuves, l'image vers le haut;
- on traite toutes les épreuves en retournant chaque fois l'épreuve du bas sur le haut de la pile;
- on retourne la pile de sorte que le côté image soit de nouveau en haut;
- on vide complètement le bac;
- on répète ce cycle toutes les 5 min. (quelle que soit l'image sur le dessus de la pile à ce moment)
- le nombre de cycles de rotation doit être déterminé expérimentalement

De cette façon, il y a chaque fois une autre épreuve sur le dessus de la pile au changement d'eau et toutes les épreuves reçoivent un lavage identique. Sinon, les preuves du bas et du haut seraient lavées bien avant celles des couches intermédiaires. Plus le rythme de rotation est constant, plus le lavage est rapide et efficace.

**

*

11. Vérification de la teneur en produits résiduels

L'épreuve lavée peut, en raison de la négligence de l'opérateur, contenir des composants résiduels d'argent et/ou de thiosulfate. Ceux-ci peuvent mettre en danger la conservation à long terme du tirage. Il existe une série de tests qui permettent une détermination qualitative ou quantitative des substances nocives résiduelles.

Vérification de la teneur en argent

Un bain de fixation épuisé contient des composants complexes de thiosulfate d'argent qui sont retenus par l'émulsion barytée et ne peuvent pas être éliminés complètement par le lavage.

Ces sels provoquent des taches qui ne deviennent perceptibles qu'après un certain temps. Puisqu'il ne faut qu'extrêmement peu de ces composants d'argent pour jaunir une épreuve, il n'y a pas de méthode de mesure quantitative simple. Cependant, la coloration qui pourrait apparaître après un certain temps en présence de composants d'argent peut être simulée par le test suivant.

Kodak Residual Silver Test

Placez une goutte de solution ST-1 sur une partie non exposée d'une épreuve ou d'un négatif traité et retirez l'excès de solution avec un papier absorbant.

Tout jaunissement de l'endroit testé, autre qu'une nuance crème à peine visible, indique la présence d'argent.

Si le test est positif, l'argent résiduel peut être éliminé en refixant dans un fixateur frais. Après cela, bien sûr, toutes les autres étapes du traitement de conservation qui suivent le fixage doivent également être réalisées.

Les épreuves qui ont été virées dans un bain de sulfuration ou au sélénium ne peuvent pas être récupérées, car l'argent résiduel a été viré avec l'ensemble de l'image argentique. La coloration jaune ainsi formée est permanente.

Kodak Residual Silver Test Solution, ST-1

- Eau100 ml
- Sulfure de sodium (anhydre) 2 g

On peut stocker cette solution dans une petite bouteille fermée pendant 3 mois. Avant utilisation, diluer 1 part de solution ST-1 avec 9 parts d'eau. La solution diluée peut être stockée pendant 1 semaine.

Tests au Kodak Rapid Selenium Toner

Un réactif plus stable que la solution ST-1 fait appel à une solution de KRST diluée. Pour ce faire, une part de KRST est diluée avec 9 parts d'eau; on procède ensuite comme ci-dessus. La solution diluée peut être conservée longtemps.

Test de la présence de thiosulfate

La teneur des émulsions film et papier en thiosulfate résiduel ne peut être déterminée avec précision qu'en testant le matériau photographique entièrement traité. Ceci est particulièrement important pour les émulsions papier, où le support retient le thiosulfate dans sa structure.

Détermination quantitative de la teneur en thiosulfate

La norme internationale ISO 417-1993 définit trois procédures pour la détermination quantitative de la teneur en thiosulfate et autres produits chimiques résiduels dans les plaques photographiques, cinématographiques, et les émulsions papier: la méthode photométrique au bleu de méthylène pour le test des papiers barytés et des films, la méthode à l'iode-amylose pour les émulsions ci-dessus ainsi que le papier RC, et la méthode densitométrique au sulfure d'argent.

Ces analyses sont surtout faites pour contrôler la qualité du traitement de films – microfilms, radiographiques, cinéma – et de toutes les émulsions photographiques où la teneur en thiosulfate doit satisfaire aux exigences de la norme internationale ISO 1062-1993, en vue de leur conservation à long terme.

Méthode au bleu de méthylène

Le thiosulfate résiduel d'un échantillon de 10 cm² entièrement traité est réduit en sulfure par le borohydrure de potassium. Le sulfure réagit ensuite avec la N, N-diméthyl, p-phénylène diamine pour former du bleu de méthylène.

Au moyen d'un spectrophotomètre, l'absorption de la couleur bleue est mesurée à la longueur d'onde de 650 nanomètres et la concentration en thiosulfate est lue sur une courbe d'étalonnage.

Méthode à l'iode-amylose

Un réactif est ajouté à l'échantillon pour extraire les ions résiduels de thiosulfate, de tétrathionate et de pentathionate. Le formol forme un complexe avec tout ion sulfite présent. De l'iodure est ajoutée à un indicateur d'amylose pour obtenir une solution de couleur bleue. Mélangé à la solution d'amylose, le thiosulfate présent réagit avec l'iode et réduit l'intensité de la couleur bleue. La perte de couleur est en proportion de la concentration en thiosulfate. Cette méthode donne une bonne corrélation avec les tests de vieillissement accéléré des microfilms traités et peut être utilisée pour les émulsions couleur et N/Bl

Méthode au sulfure d'argent

Dans ce procédé, du nitrate d'argent acidifié est appliqué à une partie non exposée de l'émulsion traitée. L'excès de nitrate d'argent est éliminé avec une solution de chlorure de sodium qui convertit le sel d'argent en chlorure d'argent qui est ensuite dissous dans du thiosulfate.

Cette étape est nécessaire parce que des restes de nitrate d'argent exposé noirciraient et fausseraient ainsi l'analyse.

À l'aide d'un densitomètre, on relève les densités de réflexion de l'émulsion, avant et après traitement avec la solution au nitrate d'argent. La différence entre ces lectures de densité indique la teneur en thiosulfate de l'émulsion.

Détermination qualitative de la teneur en thiosulfate

Essais qualitatifs des émulsions film

Après le rinçage final et le séchage de l'émulsion de film, on coupe une petite bande du bord transparent et une partie de celle-ci est immergée pendant 3 minutes dans un petit volume de la solution d'essai HT-2. Un film bien lavé ne doit montrer que peu ou pas de décoloration.

Kodak Hypo Test Solution, HT-22

Eau	750	ml
Acide acétique à 28%	125	ml
Nitrate d'argent (cristaux)	7,5	g
Eau, qspf	1000	ml

La solution peut être stockée dans une bouteille brune, fermée avec un bouchon en verre ou une capsule vissée.

La solution colore les mains et les vêtements en noir!

Essais qualitatifs des émulsions papier

Pour tester si une épreuve a été suffisamment lavée, on retire l'excès d'eau d'un bord non exposé du papier à l'aide d'un papier absorbant.

Une goutte de la solution d'essai HT-2 est déposée côté émulsion. On la laisse agir pendant 2 minutes puis le réactif en excès est éliminé par rinçage.

On compare ensuite la tache colorée avec les nuances calibrées du Kodak Hypo Estimator. Une couleur crème claire indique un lavage suffisant. Cependant, si la décoloration est bistre ou brune, cela indique une teneur trop élevée en thiosulfate.

Il s'agit d'une estimation qualitative du lavage d'une épreuve qui ne peut pas être utilisée pour attester la qualité "archive" des émulsions barytées.

**

*

12. Le séchage

Après le lavage final, l'émulsion barytée est particulièrement vulnérable car la gélatine saturée d'eau est gonflée. De plus, le support papier est tellement ramolli que la moindre pliure peut laisser des traces permanentes. Une fois l'épreuve retirée de l'eau, il vaut mieux veiller à toujours travailler sur une surface bien plane.

Séchage à l'air

Si l'on y consacre le temps nécessaire, c'est le moyen le plus sûr pour sécher parfaitement une épreuve. Il faut veiller à ce que l'air puisse circuler des deux côtés de l'épreuve. Cela favorise un séchage uniforme et réduit le gondolement.

Vous pouvez suspendre l'épreuve ou la poser sur un écran pour la sécher: une moustiquaire est idéale pour cela. Des écrans de séchage peuvent facilement être fabriqués avec des cadres en bois ou en aluminium sur lesquels de la fibre de verre est tendue. Les écrans peuvent être empilés en intercalant des blocs aux coins, ou peuvent être montés sous forme de cadres coulissants dans une armoire ou sous l'espace de travail.

L'épreuve est sortie du bac et placée immédiatement entre deux feuilles de polyester sur une surface lisse. L'excès d'eau est éliminé au moyen d'un racloir en caoutchouc.

La feuille de polyester est ensuite retirée du dos de l'épreuve et, au moyen d'une éponge ou d'un papier absorbant, l'excès d'eau est éliminé autour de l'épreuve. Le support papier est également essuyé. Ensuite, on laisse reposer l'épreuve quelques minutes, dos vers le haut. Ceci permet à une partie de l'eau absorbée entre les fibres de s'évaporer.

Après cela, la deuxième feuille de polyester est retirée et l'épreuve, côté image vers le haut, est placée sur l'écran de séchage. Lorsque l'émulsion n'est plus collante au contact, elle peut être retournée et continuer à sécher sans gondolement excessif.

Le gondolement des émulsions barytées est le résultat d'une différence de rétention d'eau dans la gélatine et le support papier. Un séchage irrégulier provoque des contraintes qui plient le papier photo. Un support de papier mince se déforme évidemment plus qu'un support cartoline.

Lorsque l'épreuve est complètement sèche au toucher, elle peut être mise sous presse pendant plusieurs jours entre des buvards "archive" blancs ou entre des cartons sans acide. L'équilibrage de la teneur en eau naturelle du papier est un processus particulièrement lent.

L'épreuve peut aussi être aplatie avec une presse de montage à sec après séchage à l'air, en la chauffant entre deux feuilles de carton sans acide. Les modes opératoires diffèrent largement pour cette technique. Certains photographes placent le tirage dans une presse modérément chauffée (?°C) pendant quelques minutes, tandis que d'autres chauffent le tirage à 105°C et la laissent sous presse pendant 20 à 30 secondes. Il vous faudra déterminer par essais la méthode qui vous convient le mieux.

Séchage sous buvards

Après l'avoir laissé s'égoutter brièvement, comme plus haut, on peut sécher le tirage en le pressant légèrement entre des buvards de qualité "archive". Les deux feuilles en contact direct avec l'épreuve doivent être retirées après environ une demi-heure

Puisque l'air ne peut pas circuler librement autour du tirage, le temps de séchage peut durer plusieurs jours. Le temps de séchage est accéléré en remplaçant périodiquement les buvards en contact avec l'épreuve.

Le danger de cette méthode réside dans l'accumulation possible, dans les buvards utilisés, de produits contaminants pouvant migrer vers l'épreuve.

Séchage par apport de chaleur

On peut également utiliser des glaceuses électriques, que l'on utilisait dans le passé pour obtenir un brillant élevé. Un tel équipement ne semble plus être utilisé aujourd'hui. Peu de photographes ont encore une préférence pour une émulsion brillante en raison des tons noirs profonds qui peuvent être obtenus. Au point de vue de la permanence il n'y a aucune objection contre cet emploi, en dehors du fait que la toile qui est au contact avec le dos de l'épreuve, et qui au fil du temps, peut absorber des produits nocifs et les transférer au support papier. Ces produits peuvent être éliminés en nettoyant régulièrement la toile avec un bon détergent, comme par exemple l'Agepon ou le Kodak Photo'Flo.

Pour sécher une impression sans glaçage, il suffit d'orienter le côté image vers la toile et de chauffer la glaceuse pour achever le séchage de l'épreuve.

Aplanissement d'un tirage sec

Presse à froid

Pour cette méthode, il faut plusieurs feuilles de buvard de qualité "archive", une plaque plane de métal (ou en bois) relativement épaisse, de l'eau déminéralisée, une éponge propre et des poids (par exemple une pile de livres). La surface de travail est recouverte d'une feuille de papier buvard pour recueillir toute goutte d'eau renversée.

Le dos de la première épreuve est légèrement humidifié avec de l'eau déminéralisée au moyen de l'éponge. Le papier réagit immédiatement et se détend. L'épreuve est placée entre deux buvards, sous une charge bien répartie. On fait de même avec tous les tirages consécutivement et on les empile entre des buvards secs pressés.

Presse à chaud

L'élément essentiel de cette méthode est une presse de montage à chaud. Il faut en plus 3 ou 4 feuilles de carton sans acide aux dimensions de la presse, une feuille de silicone non collant et une plaque métallique plane pour la diffusion de la chaleur.

Chauffez la presse à une température ne dépassant pas 95°C. Préchauffez les feuilles de carton dans la presse; ouvrez et fermez celle-ci à plusieurs reprises pour permettre à l'humidité absorbée de s'échapper.

L'épreuve est placée entre deux feuilles de carton sec et on protège l'émulsion avec la feuille siliconée. Il est essentiel d'enlever toutes les particules de la surface de l'émulsion avant d'appliquer la pression.

La presse est fermée pendant environ dix secondes. La presse est ensuite ouverte et fermée à plusieurs reprises pour permettre à l'humidité du tirage de s'échapper. Ensuite, fermez la presse pendant 30 à 45 secondes, puis ouvrez la presse et placez l'épreuve **immédiatement** entre deux feuilles de carton sèches, sous la plaque métallique.

L'épreuve doit y refroidir sous presse, sinon elle pourrait absorber l'humidité de l'air tant qu'elle est chaude et reprendre sa forme initiale.

**

*

13. Deux méthodes de traitement recommandées

Les divergences les plus remarquables dans les traitements de conservation courants concernent le fixage. On fixe soit en deux bains de fixage successifs à concentration normale, soit dans un seul bain de fixage concentré ultra-rapide. Voici une brève description des deux traitements les plus en vogue dans la photographie contemporaine.

Traitement de conservation des émulsions barytées selon Kodak³¹

- 1) Le développement se fait de la manière prescrite.
- 2) Arrêt: pendant 30 sec. sous agitation dans un bain frais.
- 3) Fixage: dans deux bains successifs, avec agitation continue pendant 3 à 5 min.
- 4) Rinçage: pendant 30 secondes en eau courante.
- 5) Auxiliaire de lavage: sous agitation dans du Kodak Hypo Clearing Agent, en solution de travail, pendant 2 à 3 min.
- 6) Éliminateur d'hyposulfite: pendant 6 min sous agitation dans du Kodak Hypo Eliminator, formule HE-1, afin d'éliminer les dernières traces de thiosulfate de l'émulsion (remplacer la solution épuisée après 1 heure).
- 7) Lavage: pendant 10 minutes en eau courante avec un débit suffisant pour remplacer le volume d'eau entier en 5 minutes.
- 8) Virage à l'or: pendant 10 minutes ou jusqu'à ce qu'un changement de couleur devient tout juste perceptible. Le traitement est effectué sous agitation dans un bain de virage Kodak Gold Protective Solution, GP-1 & 2.
- 9) Lavage: pendant 10 minutes en eau courante avec un débit suffisant pour remplacer toute l'eau en 5 min.
- 10) Séchage: dans une pièce propre et sans poussière.

³¹ EASTMAN - KODAK - Kodak Black & White Darkroom Data Guide, Publication n° R-20, Rochester, USA, n.d.

Traitement de conservation des émulsions barytées selon pH7 ³²

- 1) Exposition: laisser un bord non exposé de 2 à 2,5 cm.
- 2) Développer l'épreuve complètement.
- 3) Arrêt: bain d'arrêt pendant 30 sec. sous agitation constante.
- 4) Laisser s'égoutter l'épreuve pendant 5 sec.
- 5) Fixage: pendant 30 sec. sous agitation constante, dans un bain frais de fixateur rapide à la concentration "film".
- 6) Laisser s'égoutter l'épreuve pendant 5 sec.
- 7) Rinçage: pendant 30 sec. en eau courante, mettre ensuite en réserve dans un bac d'eau, en attendant d'avoir une série suffisante pour les virer en une fois. Si on ne prévoit pas de virage, aller au point 10).
- 8) Virage au sélénium: en permutant les tirages pendant 6 min., ou jusqu'à ce qu'un changement de couleur devient tout juste perceptible. Effectuer cette opération dans un bain tiède (24 à 26°C).
- 9) Rinçage: en eau courante froide (<20 ° C) pendant 5 min.
- 10) Auxiliaire de lavage: permuter constamment les tirages dans du Wash-Aid pH7 1+10 pendant 6 minutes
- 11) Lavage final: dans une laveuse d'épreuves "archive", en eau courante pendant 15 min (4 litres/min.), puis laisser tremper pendant 30 min dans de l'eau tranquille pure.
- 12) Retirer l'excès d'eau en essorant entre des feuilles en polyester.
- 13) Séchage: lentement à l'air sur un écran-moustiquaire en fibre de verre.
- 14) Montage: montage de conservation à deux éléments avec carton de montage et matériaux d'assemblage sans acide.
- 15) Encadrement: un encadrement éventuel sera réalisé suivant les prescriptions "archive".
- 16) Conserver les tirages montés ou non dans des boîtes de conservation sans acide.

³² KOCKAERTS, Roger. - Techniques d'archivage pour les émulsions argentiques N/B modernes, Editions pH7, Bruxelles, 1985, 2^e éd. 1989.

14. Le Montage

Présentation et protection des émulsions barytées

En principe, la présentation d'une épreuve photographique est une question de goût personnel. Pour des raisons de conservation cependant, il est nécessaire d'adapter les moyens et les techniques en fonction du degré de protection et de permanence souhaité. Les matériaux de base utilisés pour une exposition temporaire sont quasi-identiques à ceux utilisés pour une conservation à long terme.

L'installation, la protection et l'exposition de qualité "archive" des émulsions barytées nécessitent des techniques spéciales et des matériaux sûrs pour leur conservation. L'argent est en effet sensible aux manipulations mécaniques autant qu'aux effets chimiques du soufre, d'une atmosphère acide ou des matériaux avec lesquels les tirages sont mis en contact.

En prévision d'un éventuel montage ou encadrement, les émulsions barytées aplaties doivent de préférence être stockées dans une boîte de conservation sans acide. Une condition préalable est de conserver les tirages dans un endroit où ils sont protégés contre la chaleur, l'humidité excessive et les dommages mécaniques.

Marquages et notes

Après le traitement et le séchage, les épreuves photo sont généralement pourvues d'indications concernant l'identité du photographe, le lieu de prise de vue, la date, le titre de l'œuvre, et d'autres indications importantes pour le photographe.

Les seuls moyens de marquage des épreuves photographiques qui offrent une sécurité suffisante sont l'encre de Chine dissoute dans l'eau, appliquée avec un stylo-plume ou un stylo technique, et le crayon traditionnel. Les crayons sont généralement faits de graphite et de noir de carbone en poudre mélangés avec un liant à base d'argile.

Les marquages au crayon sont très stables et insolubles dans l'eau, de sorte que, même après inscription, l'épreuve peut être retraitée ou relavée sans risque d'effacement ou de coulure.

Cependant, il faut prendre soin de ne pas exercer une pression excessive sur la pointe du crayon lorsqu'on marque le dos des épreuves barytées. Il est préférable d'écrire au dos de la marge blanche autour de l'image. Pour cela, l'épreuve est placée sur une surface lisse et dure. Du carton ne convient pas pour cela. À l'écriture, seule une pression légère doit être exercée sur un crayon de dureté moyenne.

Pour les inscriptions côté émulsion, on utilise de l'encre de Chine, la gélatine acceptant difficilement le crayon.

Il y a deux sortes de feutres: les uns dont l'encre hydrosoluble reste soluble dans l'eau après séchage et les autres, "marqueurs" avec encre imperméable à séchage rapide à base de solvants volatils. Ces moyens d'écriture ne conviennent pas au papier baryté. L'arrière du papier RC peut être marqué avec des feutres du deuxième type. Il est néanmoins souhaitable d'éviter tout contact du dos ainsi marqué avec le côté émulsion dans une pile d'épreuves. L'utilisation du stylo à bille, le "bic", est aussi à éviter.

Dans le passé, on a utilisé de nombreux tampons en caoutchouc avec les nom et adresse du photographe, des informations sur les droits d'auteur, etc.

Si c'est indispensable, on veillera à ce que l'empreinte soit légère et placée au dos du bord non exposé ou à l'intérieur du carton de conservation. Une impression trop grasse peut migrer assez rapidement vers l'émulsion ou, lorsqu'elle entre en contact avec le côté émulsion dans une pile d'épreuves, la contaminer de façon irréversible et indélébile.

Repique et retouche

La plupart des tirages photo comportent un certain nombre de points blancs dûs aux poussières sur le négatif. Certains photographes repiquent leurs tirages avant le montage; d'autres préfèrent le faire après.

Pour la permanence de cette intervention, des matériaux exclusivement neutres et stables sont à utiliser. Un produit qui a déjà fait ses preuves et qui était recommandé par Edward Weston³³ est l'encre de Chine en forme de bâtonnet mélangé à un poids égal de gomme arabique. Dissoudre dans suffisamment d'eau pour immerger et mélanger les ingrédients. Laisser sécher ce mélange par évaporation, de préférence dans une soucoupe plate, humidifier le pinceau de retouche avec de l'eau et le frotter sur le bloc de retouche. Appliquer sur une feuille de papier jusqu'à obtenir la bonne valeur de gris. Une brosse sèche est plus efficace qu'une brosse trempée. Il est possible d'utiliser 2 à 3 fois plus de gomme arabique que d'encre, en fonction de la brillance de l'endroit à retoucher.

Pendant la repique, seuls les points causés par la poussière, des fibres, des rayures et d'autres dommages au négatif sont corrigés.

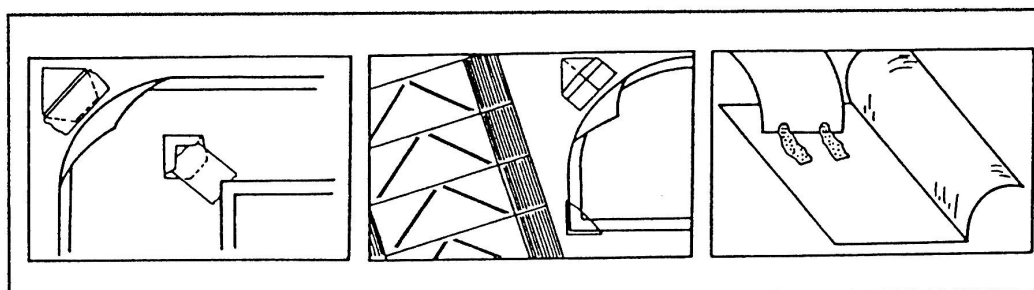
³³ Ansel ADAMS - The Print, Basic Photo 3, New York Graphic Society, Boston.

La retouche implique généralement une intervention sensible sur l'image elle-même. Cela peut aller de l'élimination des rides dans un visage ou de poteaux téléphoniques d'un paysage, l'introduction de nuages, etc.

Spotone et d'autres produits liquides de retouche sont devenus populaires en raison de leur facilité d'utilisation et du fait qu'ils ne modifient guère la structure du tirage, le colorant étant absorbé par l'émulsion et ne laissant presque aucun résidu à la surface du tirage. Le noir neutre Spotone n ° 3 est souvent utilisé pour les tons neutres ou presque neutres. Exposée à la lumière, la densité du colorant peut changer beaucoup plus vite que les densités de l'émulsion argentique, surtout si cette dernière a subi un traitement de conservation.

Quand on a décidé qu'une photo vaut l'effort et l'investissement pour la monter ou encadrer, un montage de protection est d'abord réalisé. Le carton de fond sur lequel est fixée l'épreuve, le passe-partout, et les liants utilisés doivent nécessairement être exempts d'acide et de soufre.

Le montage des tirages, notamment ceux de grande taille, réalisés comme par le passé, reste l'objet de recommandations contradictoires. Du point de vue de la conservation, chaque montage doit être complètement réversible, c'est-à-dire qu'il doit être possible de récupérer l'objet dans son état d'origine à tout moment. La plupart des techniques de montage utilisées n'en tiennent pas compte.

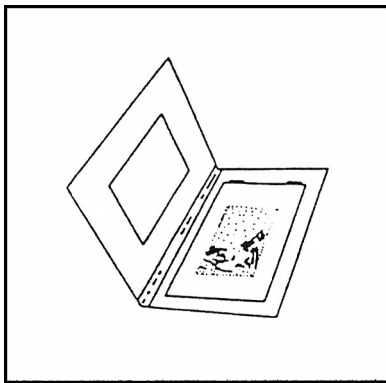


Pour les montages réversibles, on utilise des papiers sans acide et des coins photo en polyester, ou une fixation complètement réversible.³⁴

³⁴ Anon - Archival Notes: Aids for the Family Archivist. In: The Light Impressions Review, n°14, 1984.

Le montage de conservation

Le montage de conservation est le moyen plus efficace et le plus utilisé en photoconservation pour préserver, présenter et conserver un tirage précieux.



Le carton de fond décrit plus haut forme le dos du montage. L'avant de ce dernier se compose généralement d'un carton plus épais sans acide avec une ouverture découpée en biseau aux dimensions de l'épreuve. Les deux cartons sont reliés de l'intérieur, le long de la plus grande dimension, par un ruban adhésif formant charnière.

Cette configuration permet de voir et de manipuler l'œuvre sans la toucher des doigts. De plus, le montage étant généralement fait aux dimensions standard universellement adoptées, l'œuvre peut être envoyée, encadrée et exposée en tout temps dans les meilleures conditions, en toute sécurité et rapidement.

La fonction du montage est de protéger l'épreuve pendant sa conservation et de la montrer de la meilleure manière lors de sa présentation ou exposition.

Comme il y a contact intime entre l'œuvre et son montage, une attention particulière doit être portée à la qualité des matériaux utilisés³⁵. Lors de l'utilisation d'un passe-partout de couleur, le colorant peut migrer vers le tirage quand le niveau d'humidité est élevé.

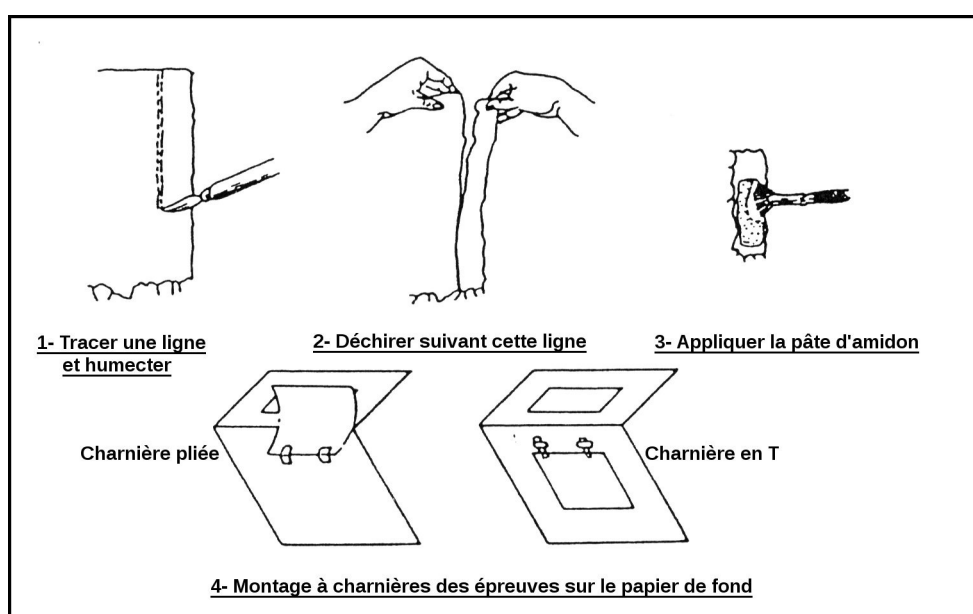
En l'absence du carton de fond ou de dos du montage, la face arrière de l'épreuve est en contact direct et intime avec le dos du cadre, qui est habituellement réalisé en Unalit ou MDF (Medium Density Fiber). Ces derniers matériaux sont très corrosifs et peuvent provoquer très rapidement un jaunissement irrémédiable du tirage photographique encadré.

³⁵ Bertrand Lavédrine - Deterioration of Some Contemporary Prints. In: Topics in Photographic Conservation, American Institute for Conservation Photographic Materials Group, vol.6, 1995.

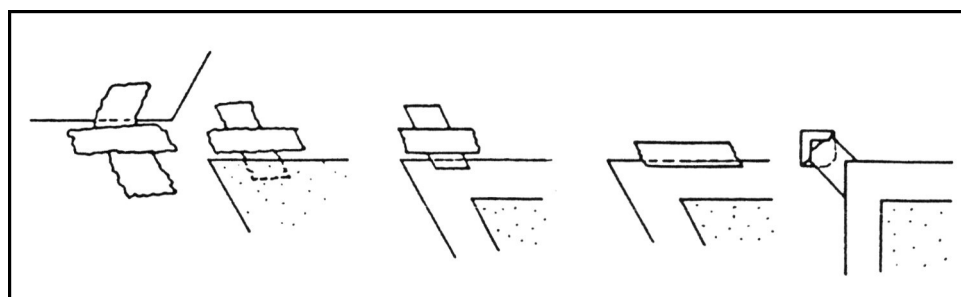
Généralement, la fenêtre du passe-partout est découpée avant de fixer l'épreuve sur le carton de fond, ce qui facilite le placement correct de l'épreuve.

Le montage de conservation

Lorsqu'on doit garantir la durée de vie maximale d'un tirage, celui-ci est monté à l'aide de coins photo adhésifs en polyester transparent ou en papier sans acide, ou au moyen de charnières en papier sans acide et avec de la colle réversible. La manière de réaliser des charnières en papier avec du papier japonais est illustrée dans la figure suivante.

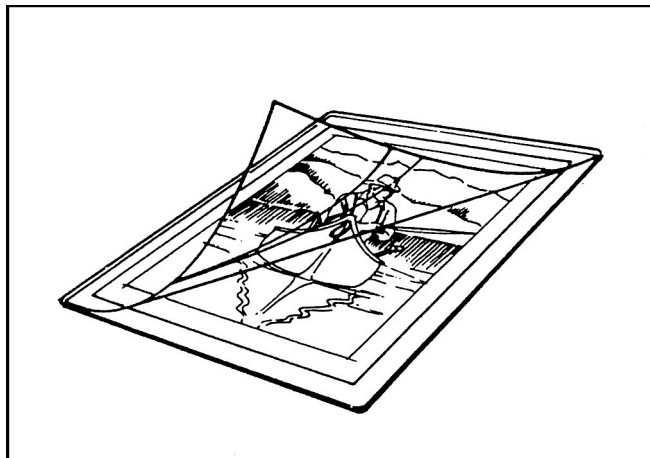


Le papier japonais est coupé en le déchirant suivant une ligne humectée avec de l'eau. L'épreuve est ensuite centrée sous la fenêtre et fixée au moyen de charnières en papier et de colle d'amidon.



Ci-dessus, les méthodes de collage réversible les plus utilisées dans la conservation photographique.

Les documents les plus fragiles peuvent être placés en toute sécurité dans des montages dont le dos est formé par un carton rigide sans acide sur lequel on fixe par deux côtés une feuille de polyester au moyen d'un ruban adhésif double face spécial, comme le montre la figure suivante.



Ce type de porte-feuille, réalisé aux dimensions de la boîte de conservation sans acide, est très pratique pour le stockage de tirages précieux pour lesquels le montage n'est pas souhaité. La feuille de polyester chargée électrostatiquement maintient en effet le tirage sans colle.

**

*

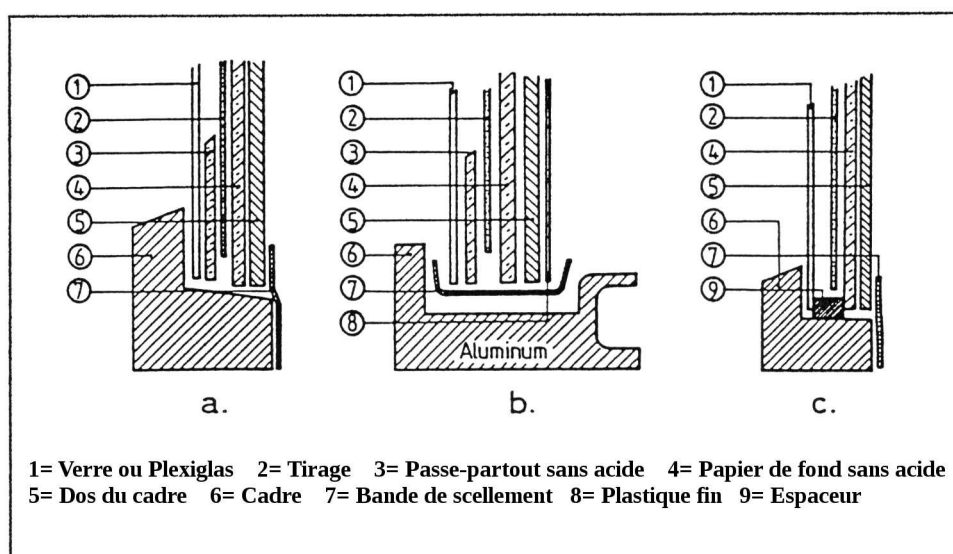
15. Encadrement

Le choix d'un cadre est une considération esthétique et économique qui dépend finalement de l'objet à encadrer. Quel que soit le type de cadre envisagé – bois, aluminium, ou autre – il est particulièrement important de se préoccuper de la qualité de conservation jusqu'au bout. Il faut éviter que des matériaux acides, comme par exemple les plaques "Unalit" ou "MDF", fabriquées à partir de pâte de bois brut, ne restent en contact prolongé avec le montage de conservation et pire encore avec le dos de l'épreuve elle-même.

Pour les tirages les plus délicats ou précieux, on utilise un plastique acrylique ou un plexiglas résistant aux UV, qui est également beaucoup plus léger que le verre, ce qui représente un gain de poids considérable pour des tirages les plus grands.

Le plastique acrylique est d'ailleurs aussi un meilleur isolant thermique et entraîne moins de condensation que le verre. Les inconvénients du plastique acrylique sont qu'il se raye facilement et qu'en raison de son électricité statique inhérente, il tend à attirer les poussières.

Les trois méthodes de base pour l'encadrement des objets d'archives sur papier sont illustrées dans la figure suivante³⁶.



La figure (a) montre le procédé traditionnel dans lequel le sandwich constitué par l'épreuve (2) et le montage de conservation avec son passe-partout (3) et son carton de fond (4) est serré entre la plaque de verre ou de plexiglas (1) et le dos du cadre (5), ce dernier étant scellé tout autour (7) pour empêcher la pénétration de la poussière.

³⁶ SAFE, Donald & SACILOTTO, Deli. - *Printmaking*, Holt, Rinehart & Winston, 1978.

La méthode (b) est particulièrement appropriée pour éviter la pénétration d'humidité dans des cadres en aluminium. Le dos est ici protégé par une feuille de polyester (8) et le tout est scellé sur les quatre côtés avec une bande de plastique ou de lin. Il convient toutefois de noter qu'un joint complètement étanche à l'air n'est pas souhaitable car, en cas de changements de température importants, l'éventuel déséquilibre entre l'humidité dans et hors du cadre peut provoquer de la condensation. Le cadre doit pouvoir "respirer" et s'adapter aux changements de température et d'humidité.

Si le tirage est très grand, ce qui complique l'utilisation d'un passe-partout, on utilise la méthode (c) dans laquelle une cale d'espacement (9) ou un petit cadre en bois est utilisé pour empêcher tout contact avec la vitre. Si ce contact ne peut être évité, on utilise du plexiglas à la place du verre, car le verre réagit aux conditions atmosphériques, permettant la condensation à l'intérieur du cadre, ce qui peut tacher l'épreuve.

En nettoyant un cadre, ne vaporisez jamais de détergent sur le cadre ou sur la fenêtre. L'humidité peut ainsi pénétrer dans le cadre et tacher le passe-partout ou l'épreuve, ou provoquer une augmentation dangereuse de l'humidité dans le cadre. Utilisez plutôt un chiffon doux humecté avec un peu de produit de nettoyage.

Si un tirage reste encadré en permanence, il est conseillé d'ouvrir périodiquement le cadre et de s'assurer qu'aucun problème ne s'est produit. Ceci peut être fait tous les 10 ans environ. Même si tous les composants sont en parfait état, il vaut mieux nettoyer la fenêtre à l'intérieur. Il est incroyable de voir à quel point le verre peut se ternir quand le cadre est resté fermé quelque temps.

Les tirages ne peuvent jamais être montés entre deux plaques de verre, que ce soit avec ou sans montage. Cette méthode favorise la formation de moisissures, et en cas de bris de verre, le tirage sera presque certainement endommagé. Si un document doit rester visible des deux côtés, l'acrylique est utilisé à la place du verre.

L'utilisation de verre non réfléchissant n'est pas recommandée car, pour être efficace, l'épreuve doit se trouver au contact du verre.

**

*

16. Exposition à la lumière

Influence de la lumière

De toutes les éléments extérieurs agissant sur un objet en papier, la lumière est peut-être le moins connu et sans doute le plus mal compris. Il ne faut pas oublier que la lumière, sous toutes ses formes, affaiblit les œuvres d'art sur papier, qu'il s'agisse d'épreuves photographiques ou d'images produites par d'autres techniques.

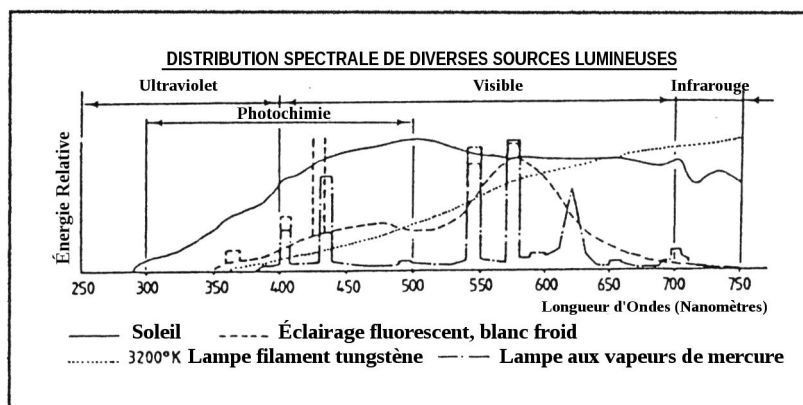
La dégradation de l'image ne s'arrête pas automatiquement lorsque la luminosité descend sous un certain niveau. L'affaiblissement n'est pas non plus réversible. Lorsqu'une œuvre en papier est placée dans l'obscurité complète, le processus d'affaiblissement s'arrête, mais cela ne va en aucune manière renforcer le contraste de l'image ou la faire revenir à son état d'origine.

Il faut assez de lumière pour voir l'image, mais tout excès qui accélère son affaiblissement devrait être évité. Une norme consiste à utiliser le même niveau de lumière que celui nécessaire pour lire un texte.

Il faut se rappeler que l'œil humain n'est pas capable d'estimer une quantité de lumière car il s'adapte très rapidement à de grands changements d'intensité. Une quantité de lumière doit donc être mesurée au moyen d'un instrument de mesure.

Caractéristiques de la lumière

Voyons la distribution d'énergie spectrale relative de différentes sources lumineuses. Nous notons que la quantité d'énergie augmente quand la longueur d'onde décroît.



À partir des longueurs d'onde d'environ 500 nanomètres, la force électromagnétique est capable de provoquer des dommages photomécaniques aux matériaux organiques. Ces dommages consistent en une décoloration, un assombrissement, et des dommages structurels causés par la dégradation des ensembles moléculaires. Cette dégradation n'est pas immédiatement perceptible, mais se développe lentement par l'exposition cumulée aux rayons lumineux.

La lumière visible de 400 à 500 nm provoque surtout une décoloration, même si des dommages microstructuraux peuvent également se produire. L'énergie ultraviolette de 300 à 400 nm provoque des dommages plus importants.

Protection contre la lumière

Il existe différents moyens de protéger les objets précieux ou délicats contre la lumière. Le premier et le plus évident est de garder les objets dans l'obscurité complète. On peut voir ci-dessous que cela se fait de préférence dans des boîtes sans acide garantissant une conservation sans risque.

On peut aussi réduire leur exposition à la lumière. Les dommages causés sont directement proportionnels à la quantité de lumière reçue. Si, par exemple, le temps d'exposition est réduit de moitié, la détérioration possible est également réduite de moitié.

Les musées gèrent de diverses manières l'exposition des œuvres d'art à la lumière. Une bonne pratique existe, par exemple, de ne montrer les objets les plus délicats qu'aux personnes autorisées, et seulement sur rendez-vous. De plus, les musées ne montrent leurs œuvres qu'à des moments précis et dans des salles faiblement éclairées. La plupart des musées établissent un roulement de sorte qu'un objet spécifique ne sera visible que pour quelques semaines ou mois. On peut aussi éliminer le rayonnement ultraviolet. Enfin, la quantité de lumière peut être réduite. Ces exemples peuvent être suivis par chaque collectionneur.

La mesure de la lumière

La quantité de lumière émise par une source lumineuse est mesurée en lux. Il existe des luxmètres plus ou moins perfectionnés, mais ci-dessous nous fournissons une méthode de mesure simple au moyen d'un posemètre photographique permettant de mesurer la lumière incidente.

On règle l'échelle de sensibilité de la cellule à 100 ISO. On place le posemètre à l'emplacement de l'objet à éclairer et on relève le temps d'exposition théoriquement requis pour une prise de vue avec une ouverture de $f=4$. Cette mesure est convertie en lux selon le tableau ci-dessous.

Exposition	Lux	<u>Recommandé pour éclairer:</u>
1 sec.	50	Les objets les plus fragiles, tels que: émulsions historiques et couleur
1/4 sec.	150	Objets fragiles comme les émulsions barytées n&bl modernes
1/15 sec.	1250	risque de dommages pour objets fragiles
1/25 sec.	3750	!!!!!!!!!!!!!!

La quantité de lumière peut également être estimée en utilisant une cellule mesurant la lumière réfléchie, et une carte gris neutre calibrée à 18%³⁷. La cellule est réglée à 1/30 sec. et la sensibilité à 400 ISO. On mesure la lumière réfléchie par la carte gris étalonnée. Ensuite, le tableau ci-dessous est utilisé.

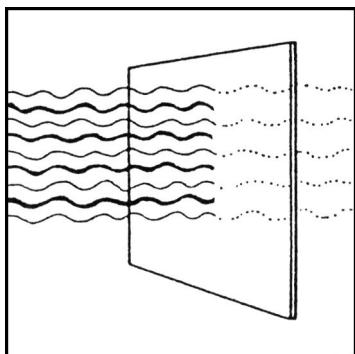
diaphragme	lux
1,0	16
1,4	32
2,0	63
2,8	125
4,0	250
5,6	500
8,0	1000
11,0	2000
16,0	4000
22,0	8000
32,0	16000
45,0	32150

³⁷ EASTMAN - KODAK - Estimating Luminance and Illuminance Using Reflection-type Exposure Meters and an 18% Gray Card. In: Kodak Tech. Bits, 1984.

Éclairage des œuvres d'art

Chacune des trois sources lumineuses de base, à savoir: la lumière naturelle, la lumière fluorescente et la lumière incandescente a sa propre combinaison d'avantages et d'inconvénients.

Lumière naturelle



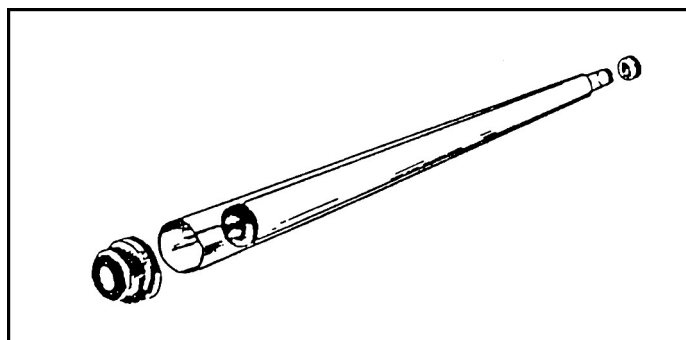
La lumière naturelle est rarement utilisée comme seule source de lumière par les musées et les galeries pour la raison évidente qu'elle est presque impossible à contrôler.

Il faut éviter d'installer des tirages en lumière naturelle directe ou réfléchi. Même la lumière indirecte est un danger car, en dehors de son intensité lumineuse élevée, elle est également une source de lumière ultraviolette qui, bien qu'invisible, est encore plus destructrice que la lumière visible. Le rayonnement ultraviolet, avec des longueurs d'onde <400 nm, provoque non seulement un affaiblissement de l'image, mais aussi un affaiblissement des fibres du papier.

Il existe différents types de plexiglas filtrant plus ou moins efficacement les rayons UV. Ce plexiglas spécial existe en différentes épaisseurs et est principalement utilisé à la place du verre pour l'encadrement, mais aussi pour les fenêtres des bâtiments historiques protégés.

Lumière fluorescente

L'éclairage fluorescent est peu utilisé, essentiellement pour des raisons esthétiques. Il ne convient guère pour un éclairage directionnel et ne peut donc isoler efficacement un objet de son environnement.



La lumière fluorescente peut éventuellement être utilisée en combinaison avec un tube en plastique acrylique cylindrique, glissé sur le tube fluorescent et filtrant les rayons ultraviolets.

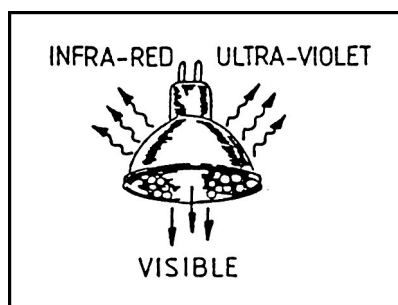
Lumière incandescente

La lumière incandescente peut être concentrée optiquement et est donc mieux adaptée pour attirer l'attention du spectateur sur l'objet exposé. Les lampes au tungstène ou halogènes qui fonctionnent sous la tension normale du réseau sans transformateur, émettent cependant un rayonnement infrarouge élevé et consomment beaucoup d'énergie.

Lampes halogènes basse tension

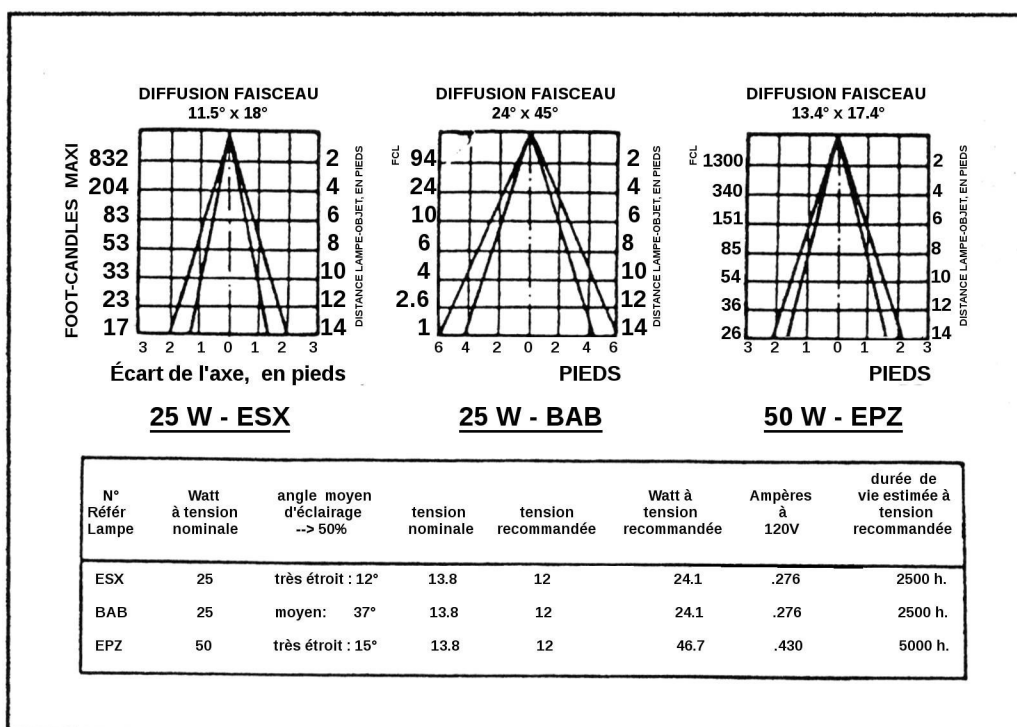
Il existe des lampes halogènes basse tension (12 V) de faible puissance (25 à 50 W) spécialement conçues pour une utilisation en exposition. Elles ont plusieurs avantages.

Les lampes de ce système d'éclairage sont munies d'un réflecteur dichroïque constitué d'un dôme de verre recouvert d'une substance réfléchissante-transmissive spéciale. Ce revêtement réfléchit toute la lumière visible, tandis que les dangereux rayons UV et IR sont absorbés à 99% par l'arrière.



De cette façon, les objets sensibles à la lumière et à la chaleur, tels que les tirages photo historiques ou modernes, sont mieux protégés. Ce type de lampe produit une lumière blanche intense avec une température de couleur d'environ 3100°K. Les ampoules normales produisent généralement une lumière de 2700°K.

Cette lumière plus blanche fait mieux ressortir les couleurs, ce qui est un plus pour éclairer les œuvres d'art. De plus, la lumière ne faiblit pratiquement pas pendant toute la durée des lampes, de sorte qu'elles produisent toujours une lumière quasi-constante. Ces lampes miniaturisées sont très efficaces dans un système à faible niveau d'éclairage, utilisé couramment dans les musées et les galeries.



Les lampes halogènes basse tension peuvent avoir différents angles d'éclairage, ce qui permet de s'adapter à des conditions d'exposition très variées.

Pour éclairer les œuvres encadrées et attirer toute l'attention du spectateur, le niveau de rayonnement doit être de 2 à 3 fois plus élevé que le niveau d'éclairage général de l'espace. Généralement, les lampes à basse tension sont montées dans des manchons cylindriques réglables, équipés des transformateurs de tension indispensables et d'une lentille de sécurité. Elles peuvent être montées sur des rails d'alimentation d'énergie et donc être facilement déplacées, pour une mise en œuvre très commode.

Certaines galeries utilisent des câbles d'alimentation secteur nus, avec un ou deux transformateurs de tension pour l'ensemble de l'établissement.

**

*

17. Stockage

Les boîtes d'archivage

Une boîte d'archivage doit former un micro-environnement chimiquement neutre dans lequel les tirages photographiques ou les négatifs peuvent être stockés avec une sécurité totale.

Les tirages photographiques, avec montage de conservation, sont stockés dans des boîtes en carton sans acide aux dimensions adaptées.

Ouvrons une parenthèse concernant le stockage de pochettes en plastique chimiquement inerte dans des boîtes de conservation.

Dans le cas d'épreuves non montées, la pochette polyester offre sans aucun doute une meilleure protection contre une série de dommages mécaniques, et est un élément positif dans le système de conservation. Cependant, s'il s'agit d'épreuves montées ou collées sur carton, il faut tenir compte de divers facteurs qui peuvent justifier un avis plus nuancé.

Dans notre climat (pluvieux), le carton peut parfois absorber une quantité relativement importante d'eau. Quand des épreuves montées sont empilées dans une boîte, l'ensemble aura à terme une teneur naturelle en eau proportionnelle au taux d'humidité extérieur. Etant donné que le carton est perméable à l'eau et à l'air, l'excès d'humidité dans la boîte va s'échapper lentement dans l'espace de conservation, dont l'humidité relative doit être à <60% d'humidité relative.

Mais si on opte pour pour la protection supplémentaire d'une pochette polyester enveloppant le tirage monté, et si ce tirage n'est donc plus influencé par les conditions ambiantes de stockage, la bonne conservation du tirage peut être affectée par le dépôt d'eau sur les parois de la pochette, avec le risque de formation de taches, de brillances localisées et de champignons.

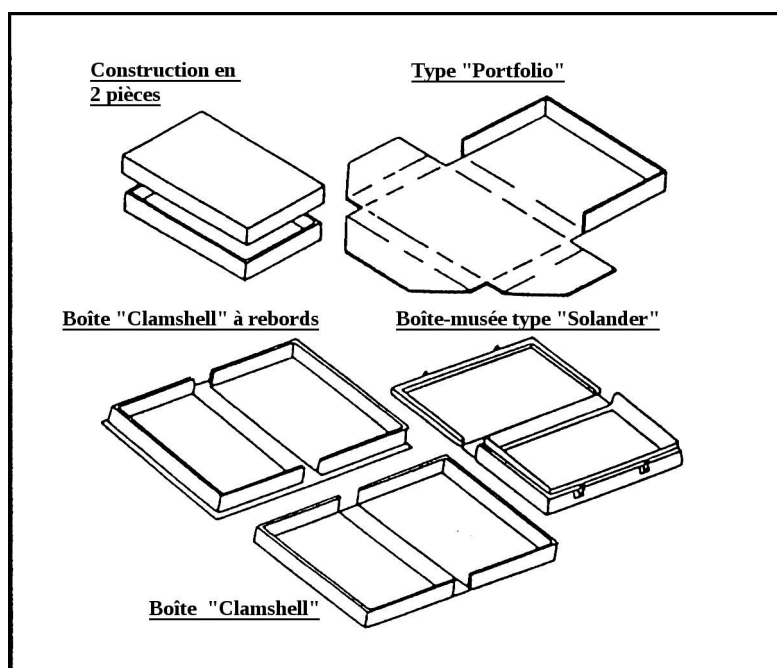
Le matériau de base de la plupart des boîtes en carton est généralement un carton de reliure de 2,5 mm d'épaisseur, indéformable et sans colle entre les différentes couches de papier. L'intérieur de la boîte est normalement recouvert d'une feuille de papier ou de polyéthylène sans acide qui empêche la migration des composants acides. La colle utilisée est généralement de la colle d'acétate de polyvinyle qui ne contient pas d'ions hydrogène libres et acides qui peuvent attaquer et contaminer le papier.

Ce matériau blanc inerte sèche en un film flexible et transparent qui peut aussi coller les matières plastiques.

L'extérieur des boîtes portfolio peut être recouvert d'une grande variété de matériaux plus ou moins luxueux.

La boîte la plus simple est une construction en deux parties. Le type "clamshell" (coquille d'huître) est fait d'une seule pièce et permet une manipulation très pratique de son contenu. Lorsque la boîte est ouverte, les parties supérieure et inférieure sont alignées et forment ainsi un espace dans lequel les tirages peuvent être déplacés de droite à gauche sans les retirer de la boîte.

Les boîtes musée type Solander sont très robustes et renforcées de lattes de bois. Très populaire aux États-Unis, ce type de boîte est d'un emploi quasi universel dans les musées, d'où son nom.



Les boîtes d'archivage conçues pour la conservation à long terme sont faites exclusivement de matériaux sans acide. Ces boîtes parfois moins luxueuses peuvent être réalisées en carton ondulé sans acide: elles sont alors conçues pour être assemblées par pliage, sans agrafes métalliques.

**

*

“Le traitement de conservation à longue durée des papiers barytés”

Diffusion Picto Benelux



Picto Benelux – c/o Jacques Kevers, Beau Site, Première Avenue 7 - B-1330 Rixensart (Belgique)

