LA SURVIE DES PHOTOS EN COULEURS SOUS LE POIDS DES ANNEES

1952

Un Agfacolor stable : les noirs sont restés noirs...

... et un Kodachrome ayant aussi bien résisté au temps.

1962

Agfacolor CT 18 : des couleurs à peine fanées 28 ans après.

Adox Color C 18 : des [illegible]s ayant un peu basculé au rouge.

Gévacolor C-18 : tout est perdu sauf un grand voile rougeâtre.

Ferraniacolor : une faib[illegible]erte de saturation des couleurs.

Un châle à fond noir, élément commun de toutes ces photos, permet de juger objectivement des altérations de couleur subies après des dizaines d'années d'archivage. Car, lorsque les couches colorées se dégradent, le noir se colore et la saturation s'estompe (étant précisé que les faibles modifications de couleurs sont difficilement reproduites par les procédés ordinaires d'imprimerie dont la fidélité n'est pas absolue).
A gauche, des films de première génération Agfacolor et Kodachrome d'après guerre ont bien résisté au temps. Ci-dessus, des films ayant bénéficié de dix ans de progrès supplémentaires se sont révélés moins robustes.

Aujourd'hui, elle constitue, avec l'imprimé, l'un des supports qui vieillit le mieux. Mais il faut bien dire qu'il n'en a pas toujours été ainsi, surtout pour la couleur.

Paradoxalement, ce sont les premiers procédés de photographie en couleurs, ceux de Ducos du Hauron et les autochromes des Frères Lumière, qui ont résisté le plus longuement. Ils sont parvenus jusqu'à nous, alors que bien des images des années 1940-60 sur films à trois couches n'ont survécu que quelques années.

Les films photographiques et cinématographiques n'ont d'ailleurs pas tous réagi pareillement, surtout les procédés modernes à trois couches qui ont vu le jour à partir des années 1930 et qui se comptent par dizaines.

Premier né, le Kodachrome fut commercialisé en 1935. L'Agfacolor vint un an plus tard. Puis ces films trichromes se sont multipliés et l'on peut mentionner l'Ektachrome (1946), l'Anscochrome, le Gévacolor, le Ferraniacolor, l'Adoxcolor, l'Ilford-Colour. Tous sont inversibles, donnant des diapositives pour la projection.

Le premier négatif couleurs, de même structure que les inversibles, l'Agfacolor, vit le jour en 1940 pour le cinéma. Il fut suivi par le Kodacolor (1942), le Sovcolor (pour le cinéma, en Union soviétique, 1945), l'Ektacolor (1948), l'Eastmancolor (pour le cinéma, 1950).

La plupart de ces émulsions sont du type à coupleurs incorporés, agents qui permettent aux colorants de se former durant les réactions chimiques du développement. Deux émulsions, le Kodachrome et l'Ilford-Colour, ne possèdent pas de coupleurs dans leurs couches : ils sont incorporés aux bains de traitement.

Du point de vue de la stabilité des couleurs de l'image, les films à coupleurs incorporés de la première époque (jusqu'en 1960 surtout) furent souvent mauvais. Quelques années (parfois quelques mois) suffisaient pour que les couleurs basculent vers le violet ou le jaune, ou pour que l'image soit détruite.

Dès 1956, pour pallier la mauvaise tenue des procédés en couleurs, bien des firmes de cinéma tiraient leurs copies d'exploitation en Technicolor, alors la seule pellicule stable parce que chaque couche était teintée séparément.

LA STABILITÉ DU KODACHROME

Les émulsions à coupleurs non incorporés se sont révélées, dès l'origine, plus stables que celles à coupleurs incorporés. Le Kodachrome, en particulier, a toujours été le procédé le plus résistant au temps. Nous possédons plusieurs milliers de diapositives Kodachrome dont certaines ont aujourd'hui un demi-siècle qui, pour la plupart, ont conservé leurs couleurs et ne semblent pas avoir beaucoup varié (les blancs, les gris et les noirs sont restés purs).

Après 1970, les émulsions ont été fortement améliorées. Certes, nous n'avons pas encore un grand recul pour en juger. Mais l'expérience des films de ces vingt dernières années montre que les diapositives rangées au frais, à l'abri de la lumière et des agents chimiques de l'environnement, n'ont pas subi de grosses altérations. Les laboratoires

ESPERANCE DE VIE D'ANCIENS FILMS COULEURS

I - Diapositives en appartement

Gévacolor (traitées en 1950-1970)	1 an
Agfacolor (fabrication Wolfen 1954-1959)	5 ans
Agfacolor (fabrication Leverkusen 1950-1960)	6 ans
Ferraniacolor Dia 28 (1969-1970)	6 ans
Fujichrome R 100 (1968-1970)	6 ans
Ektachrome (1954-1960)	6 ans
Ektachrome X (1967-1970)	8 ans
Alticolor Lumière (1954-1955)	8 ans
Lumicolor Lumière (1947-1950)	15 ans
Kodachrome (1947-1961)	15 ans
Kodachrome II et X (1962-1970)	20 ans

II - Films et papiers photo

Ektachrome professionnel (type E4 ; avant 1974)	6 ans
Kodacolor II (négatif ; année 1970)	6 ans
Agfachrome 64 et 100 (1981)	6 ans
Fujicolor F-11 et F-400 (négatif ; avant 1977)	6 ans
Ektacolor 37 RC (papier couleur ; 1980)	8 ans
Ektachrome 14 (papier couleur ; 1980)	10 ans
Kodacolor 400 (négatif ; 1977)	10 ans
Fujichrome 100 (inversible ; 1980)	10 ans
Ektachrome X (inversible ; avant 1975)	20 ans
Ektachrome HS (avant 1975)	20 ans
Ektachrome 64-100 (1975)	50 ans
Kodachrome II et X (1974)	50 ans
Ektachrome Duplicating (1980)	50 ans
Fujichrome 100 (1980)	50 ans
Kodachrome 25 et 64 (1980)	90 ans
Kodak Dye Transfer (papier ; 1980)	300 ans
Cibachrome (support papier seulement ; 1980)	300 ans

III - Cinéma professionnel

Eastman Color 5383	10 ans
Eastman Color 5243	45 ans
Gévacolor Print 982	45 ans
Eastman Color 7378	500 ans

Le premier groupe est constitué de films que nous avons en archives depuis trente à cinquante ans aux températures d'un appartement, dans l'obscurité. La durée de vie correspond ici aux premières altérations perçues à l'œil (légère dominante ou léger voile) sur plus de 20 % des diapositives (sur un total général d'environ cinq mille).
Le second groupe est constitué de films essayés en laboratoire (films dans l'obscurité à 24° C et 40 % d'humidité relative). Ces essais ont été faits par Eastman Kodak, ou par Henry Wilhelm, spécialiste américain de la recherche sur la stabilité des couleurs et membre de l'American National Standards Institute. Les durées de vie des images correspondent à une altération des couleurs de 10 % (c'est-à-dire à une perte de densité de 0,1 pour l'une des trois couches).
Le troisième groupe est constitué de films de cinéma testés par Kodak et Agfa Gevaert, également pour l'hypothèse d'un archivage en obscurité, à 24° C et 4 0 % d'humidité relative. Les durées de vie correspondent aussi à une perte de 10 % de l'une des couches.

Science & Vie
Hors Série
1990

aop-photo.com

de recherche s'attachent d'ailleurs de plus en plus aux problèmes de stabilité des couleurs.

Ainsi, Kodak indique dans l'une de ses brochures publiée à Rochester (*Preservation of Photographs*, 1979) que les émulsions créées à la fin des années 1970, comme les Ektachrome E6, ont des caractéristiques qui leur assurent une meilleure stabilité que celles de la précédente génération. Stockées dans l'obscurité dans des conditions climatiques ordinaires (21° C et 40 % d'humidité), elles devraient garder des couleurs normales durant la vie d'un homme. De ce fait, il suffirait d'en faire des copies en couleurs, à des intervalles de temps longs, pour que l'image puisse être transmise indéfiniment.

Depuis, les colorants ont à nouveau bénéficié de progrès. Ceux-ci sont particulièrement significatifs pour les films de copie cinéma.

Dès 1981, le Dr Charlton Bard, responsable de la stabilité de l'image au sein de Kodak, annonçait à la SMPTE (*Society of Motion Pictures and Television Engineers*) qu'en retenant comme base de calcul une perte de densité de 0,2 du colorant cyan (le moins stable), on prévoit cette perte de 0,2 en dix ans avec les films de tirage des années 1970, contre cinq cents ans avec le nouveau film de tirage LFSP créé en 1981. A 7° C, la perte de 0,2 interviendra en cent ans avec le film ancien, alors qu'il faudra des milliers d'années avec le film LFSP. Par suite de cette amélioration de la stabilité du cyan, c'est le colorant jaune qui devenait le plus fragile. Au début des années 1980, on prévoyait qu'il faudrait attendre quarante à cinquante ans pour constater une perte de sa densité de 0,2 à 24° C, et de quatre à cinq cents ans à 7° C. Le Dr Bard précisait encore qu'une perte de 0,2 du colorant jaune était négligeable et imperceptible à l'œil.

Mars 1948 : parce qu'il était alors riche d'innovations, cet avion de tourisme fut exposé à Nice. Photographié sur Lumicolor Lumière, version sur film de la plaque autochrome, cette image a conservé ses couleurs pastel d'origine.

LONGUE VIE AU CINEMA

Rappelant les quatre méthodes de production des copies commerciales (tirage direct à partir du négatif original ; confection d'un duplicata négatif à partir duquel on réalise les copies commerciales ; système du double contretype et réalisation de sélections positives noir et blanc), le Dr Bard soulignait les avantages de ces deux dernières.

La méthode du double contretype consiste, partant du négatif original, à opérer en deux étapes en passant par le film Eastman Color Intermediate II (5243) pour aboutir à la copie. Or ce film a une excellente stabilité des colorants : à 24°C et avec une humidité relative de 40%, on prévoit une perte de densité de 0,2 en 45 ans. A 7°, cette perte demanderait six cents ans. A -10°, il faudrait des milliers d'années.

Un autre grand fabricant Agfa-Gevaert, annonçait des progrès similaires fin 1982 en lançant un film Gevacolor Print 982. Sur la base d'essais de vieillissement accélérés, les techniciens indiquaient que ses images, conservées à une température constante de + 5° C avec une humidité relative de 40 %, ne présenteraient une perte de densité de l'image originale cyan de 0,1 qu'après quarante-quatre ans. La même perte ne serait perceptible pour l'image du colorant jaune qu'après cinquante-huit ans et qu'après cent trente-sept ans pour celle du colorant magenta.

Pour un film stocké à plus basse température, la perte de densité est tellement ralentie qu'il serait nécessaire d'attendre quatre cents ans pour l'observer avec les colorants cyan et jaune, et mille deux cents ans pour le colorant magenta !

En ce qui concerne la photo archivée dans des conditions ordinaires (obscurité, 24° C et 60 % d'hygrométrie) et sur la base de vieillissements accélérés contrôlés, le CNRS a mesuré que les premières altérations de couleurs variaient selon les films (marque, type, sujets, ...) entre cinq et soixante ans (avec une tolérance à l'erreur de 20 %).

L'altération d'une image en couleurs dépend donc de nombreux facteurs. Ce sont tout d'abord les conditions de fabrication (choix du support et des colorants notamment) et les conditions de traitement. Ce sont ensuite les agents extérieurs : la lumière, l'humidité, la chaleur et certains produits chimiques. Ces derniers, en particulier, peuvent se trouver dans l'atmosphère des villes ou des zones industrielles. Ils provoquent des oxydations, des réductions ou des sulfurations. Des matières plastiques instables peuvent dégager des peroxydes très dangereux pour les couches colorées. Certains vernis dégagent des solvants volatils également nocifs.

Dans des conditions de température et d'humidité déterminées, d'autre part, peuvent se développer des micro-organismes et des moisissures à la surface des émulsions.

L'ART DE LA CONSERVATION

Pour prolonger la vie des images (films, diapositives, papiers), il faut éliminer ou réduire les causes de destruction lente des couches colorées. Des normes de conservation ont été établies pour les documents précieux à archiver. Ainsi, la Fédération internationale des archives du film préconise-t-elle une température de l'ordre de - 7° C pour les émulsions en couleurs. En France, les films sont déposés au Service des archives du film dans le fort de Bois d'Arcy près de Paris. Des casemates y ont été construites afin de maintenir les films dans l'obscurité et dans un air conditionné à température constante.

Une autre technique de sauvegarde a été étudiée : le transfert d'un film sur bande magnétique ou sur vidéodisque. Les services d'archivage ont déjà recherché si ce transfert sur support vidéo ne serait pas un moyen bon marché de conserver le patrimoine cinématographique. Pour l'instant les essais se sont révélés des plus décevants : mauvaise qualité des images tant du point de vue de la finesse du détail que du rendu des couleurs. De plus la conservation des images vidéo est bien moindre qu'en photo ou cinéma. Il n'est pas exclu, cependant, que les procédés numériques de stockage de l'information permettent un jour d'accroître les performances actuelles (définition, couleurs et temps de conservation). Ce qui serait d'autant plus intéressant que le numérique permet de réduire le volume de stockage. On estime pouvoir mémoriser un film de deux heures dans un volume de 1 200 cm³ pour un vidéodique contre 20 000 cm³ pour un film 35 mm. Encore faudra-t-il créer un standard mondial et durable de mémorisation, ce qui est loin d'être le cas aujourd'hui.

D'une façon générale, les enregistrements sur bande magnétique sont de durée limitée, dix à vingt ans au mieux. Par exemple, les archives des images du satellite SPOT ne garantissent une conservation sûre des documents (donc exploitables de façon fiable) que sur dix ans. Si les conditions de stockage ne sont pas rigoureuses, les enregistrements peuvent être détériorés en quelques années. Lorsqu'il s'agit d'une bande sonore, l'oreille humaine peut tolérer bien des défauts (n'écoute-t-on pas la radio en automobile malgré la présence de parasites ?). Mais s'il s'agit d'une bande vidéo, les altérations sont vite insupportables à l'œil, car elle se traduisent sur l'écran par des pluies de points colorés et des pertes de synchronisation.

En ce qui concerne les vidéocassettes VHS ou 8 mm, les dégradations peuvent être rapides si le rangement est fait près d'une source de chaleur ou d'un champ magnétique (proximité d'un haut-parleur ou d'un micro-ordinateur, par exemple).

En mai 1989, les industriels de la télévision, du cinéma, de la vidéo, ainsi que les universités et plusieurs associations se sont réunis au colloque du "Annenberg Washington Program" pour faire le point sur les problèmes d'archivage des programmes de télévison, de leur préservation et de leur restauration éventuelle. Problèmes considérables lorsqu'on sait, par exemple, que pour le seul dépôt légal aux États-Unis, le nombre de copies vidéo déposées de 1978 à 1988 a été de 141 000.

FRAGILITE DE LA VIDEO

De plus les changements de formats et de standards (plus de 50) rendent souvent la lecture impossible car les machines pour le faire ont elles-mêmes disparu. Enfin, il est apparu que les détériorations par

PLUSIEURS GENERATIONS SUR L'ALBUM DE FAMILLE

Les émulsions modernes (films ou papier) donnent des photos en couleurs que vos enfants et petits-enfants pourront regarder avec émotion. Encore faut-il les conserver dans de bonnes conditions, en prenant les précautions suivantes :

La lumière et la chaleur. *Le rangement des photographies doit se faire dans des pièces peu chauffées, des meubles éloignés des radiateurs et ne recevant pas le soleil.*

On peut enfermer les diapositives dans les boîtes utilisées par les fabricants pour les livrer, puis les placer à l'abri de la lumière.

Les tirages sur papier peuvent être rangés dans une boîte en carton neutre ou dans un album, avant d'être enfermés dans un meuble. En ce qui concerne la température, un stockage à 17-22° C est satisfaisant

L'humidité. *Il est indispensable d'archiver les photographies en couleurs dans un lieu sec. Une humidité de 40 à 60 % est acceptable (l'idéal, difficile à obtenir, serait de 25 à 40 %).*

Les contaminations chimiques. *Dans certains locaux, la pollution atmosphérique et les émanations de vapeurs sont les agents destructeurs les plus sournois et les moins prévisibles. Le stockage dans les zones industrielles n'est pas recommandé, à moins de pouvoir contrôler la composition de l'air et de le filtrer. Cela n'est guère concevable en appartement, mais peut être nécessaire pour un organisme qui a la charge d'assurer la bonne conservation d'une photothèque.*

Certains objets ou composés dégagent des gaz provoquant des réactions chimiques susceptibles de détruire les couches colorées. Ce sont des matières plastiques, des solvants, des cartons ou des bois résineux, notamment :

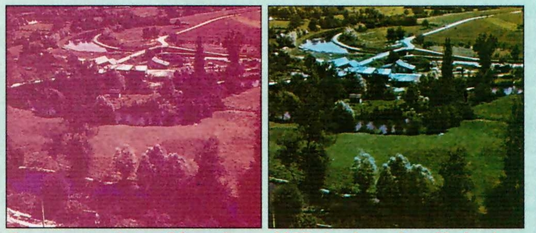
- *les colles acryliques, les adhésifs hygroscopiques ;*
- *les caoutchoucs ;*
- *les meubles ou boîtes récemment vernis ou peints (avec des laques acryliques, des vernis contenant des solvants et des catalyseurs) ;*
- *les boîtes et meubles métalliques s'oxydant ;*
- *les pochettes en chlorure de polyvinyle, en papiers cristal ou kraft riches en lignine (ceux-ci dégagent des acides et des peroxydes).*

On peut employer, par contre, les boîtes de diapositives livrées par les laboratoires de traitement, les pochettes en polyester (se méfier toutefois de celles qui sont trop hermétiques et qui risquent d'emprisonner de la vapeur d'eau). De ce point de vue, il faut éviter de trop serrer les pochettes contenant des diapositives, afin que l'air puisse circuler librement à l'intérieur.

Pour une bonne conservation, la mise sous verre des diapositives est déconseillée... à moins que la monture ne soit pas hermétique, laissant circuler l'air et permettant l'élimination de l'humidité.

Lorsqu'on observe des altérations de couleurs sur des photos anciennes, auxquelles on attache de l'importance, le mieux est d'en tirer des copies sur un film moderne. Les meilleurs résultats sont obtenus sur un film spécial comme l'Ektachrome Duplicating.

En ce qui concerne la finesse du détail et le contraste, la duplication d'une photo, comme la duplication de tous autres documents, est source de perte de qualité. Avec les films de copie, ces pertes sont fort heureusement infimes et négligeables. En ce qui concerne la restitution des couleurs, dans certains cas, la duplication permet au contraire des améliorations. Par le jeu de masques et de filtrages, il est possible d'éliminer une dominante et de rétablir l'équilibre normal des couleurs. Dans les cinémathèques, on restaure de la sorte de vieux films en couleurs.



Ce paysage pris sur Gévacolor en 1957 n'a plus aujourd'hui qu'une teinte rougeâtre, résultat de la destruction partielle de ses colorants jaunes et bleu-vert. Il a retrouvé ses couleurs sur une copie Ektachrome faite en rétablissant l'équilibre des 3 couches.

Science & Vie
Hors Série
1990

Troisième long métrage en couleurs dans le procédé allemand Agfacolor, tourné en 1943 par Joseph von Baki pour le régime hitlérien, le film Les Aventures du baron de Münchhausen a fort mal résisté au temps. Reconstitué voilà trois ans à partir de fragments de copies, ses couleurs ont été restaurées par ordinateur. Ainsi le film a-t-il pu être projeté à nouveau dans les salles obscures.

la chaleur, l'humidité et les agents atmosphériques étaient très sensibles. Les experts ont estimé que la durée de conservation dans des conditions normales était de vingt ans.

Les études préconisées, pour résoudre ces problèmes portent sur cinq points:

- Définir les conditions de préservation.
- Rechercher des lecteurs (ou les créer) pour pouvoir passer les bandes existant dans des formats abandonnés.
- Etablir des normes de stockage.
- Mettre au point des bandes magnétiques de très longue vie.
- Etudier particulièrement les techniques numériques et les normaliser, car ce sont les plus prometteuses à cause de la fidélité des copies et du faible effet du vieillissement (voir notre article "Pourquoi le numérique ?").

ET LE DISQUE OPTIQUE ?

A côté des bandes magnétiques existent aujourd'hui des disques, mécaniques (microsillon), magnétiques ou optiques (notamment à lecture laser). La durée de conservation des vidéodisques et disques compacts est meilleure que celle des bandes. La matière du support, estime-t-on, est suffisamment stable sur une centaine d'années. Toutefois des incidents peuvent compromettre cette durée de vie, comme cela s'est d'ailleurs produit pour les disques compacts de première génération: oxydation ou décollement du revêtement métallisé. Les fabricants affirment que ces défauts de jeunesse sont aujourd'hui éliminés. Il faudra cependant observer le comportement des disques sur quelques dizaines d'années avant de se prononcer.

Dans le domaine du vidéodisque, les laboratoires étudient de nouveaux matériaux composites, tel le tellure-sélénium dopé à l'arsenic, destinés à la réalisation de vidéodisques effaçables. Ils examinent en particulier les réponses de ces matières au vieillissement et, dès maintenant, celles-ci se révèlent meilleures que l'enduit de la bande magnétique. Des tests réalisés par Philips ont montré que les informations stockées sur ces disques pouvaient être garanties au moins dix ans sans conditions particulières. Dans une salle climatisée cette durée est beaucoup plus longue. D'autres matériaux opto-magnétiques, comme les composés gadolinium, fer, cobalt, sont à l'étude pour la même application. Des recherches sont poursuivies actuellement sur la durée de vie des informations que ces nouveaux supports permettent d'enregistrer.

LA JEUNESSE DE L'ELECTRONIQUE

En définitive, les technologies électroniques sont encore loin d'assurer aux images une qualité et une vie aussi élevées que la photographie. Il faut cependant observer que cette technologie est encore très jeune, pas même un quart de siècle, alors que la photo a derrière elle cent soixante ans de recherches. Il est certain que de gros progrès seront réalisés d'ici la fin du siècle car le marché potentiel des techniques d'enregistrement opto-numériques est trop important pour que les moyens nécessaires à ces progrès ne soient pas mis à la disposition des laboratoires.

En attendant les producteurs américains travaillant pour la télévision à haute définition mémorisent leurs programmes sur film cinématographique, le support actuellement le plus fiable et le plus fin.

Roger Bellone

SOIGNEZ VOTRE VIDEOTHEQUE

La vidéocassette est beaucoup plus fragile qu'un film, l'enregistrement magnétique étant sensible aux agressions mécaniques et thermo-magnétiques. Il est donc recommandé de stocker les cassettes verticalement pour éviter tout dommage au bord inférieur de la bande. Il importe de protéger efficacement ces cassettes de la poussière et de toutes contraintes physiques. Il faut éviter les changements brutaux de température et d'hygrométrie. Lorsqu'on passe d'un local à un autre où règnent des températures très différentes, il faut laisser la bande "s'acclimater" à la température ambiante au moins durant quatre heures pour éviter les risques d'étirement et de distorsion. Le meilleur environnement d'une bande magnétique réunit les conditions suivantes: température de 0 à 40°, humidité relative de 20 à 80 %, absence de champ magnétique parasite (éviter la proximité de haut-parleurs, d'amplificateurs, de moteurs électriques...), absence de vibrations externes (moteurs par exemple), local très propre. Lorsqu'une bande est stockée plus de six mois, il est recommandé de la faire défiler et de la rembobiner avant de procéder à une lecture ou à un enregistrement. Si votre vidéothèque comporte des disques compacts vidéo, moins fragiles que les cassettes, quelques précautions sont à prendre. Il faut essentiellement les stocker à plat loin des sources de chaleur pour éviter qu'ils ne se gondolent et qu'ils ne se salissent.

Les vidéocassettes sont très sensibles aux agressions mécaniques, thermiques et magnétiques. Elles perturbent les images sous forme de perte de synchronisation ou d'effets de neige.

Science & Vie Hors Série 1990