

# Les négatifs photographiques en nitrate de cellulose : Le « plan nitrate » de la Ville de Paris

Françoise Ploye

Atelier de restauration et de conservation des photographies de la Ville de Paris (ARCP)

Article publié dans Support/Tracé n°5, 2005

## Introduction

Les collections de négatifs datant du début des années 1890 à la fin des années 1950 comportent des clichés sur support en nitrate de cellulose, dont les produits de dégradation peuvent altérer les collections patrimoniales environnantes et poser un problème de santé publique. Les questions de conservation et de sécurité soulevées par ces collections sont moins connues que celles qui sont liées aux collections cinématographiques, pour lesquelles ont été élaborés de vastes plans de préservation dans de nombreux pays [1]. Les négatifs photographiques n'en sont pas moins soumis à un cadre légal strict, au même titre que les films cinématographiques.

Le nitrate de cellulose est le support d'un matériau photographique très fragile : la matrice unique de l'image comportant l'ensemble des informations enregistrées, et dont le tirage ou la duplication seront une interprétation. La question des clichés en nitrate de cellulose nous fait ainsi entrer dans un univers où les mots *danger*, *incendie*, *toxicité* côtoient les mots *patrimoine*, *sauvegarde* et *prévention*. Un univers où il ne peut s'agir d'éliminer les négatifs pour éliminer les risques, mais où il faut apprendre à maîtriser ces derniers tout en assurant la préservation et la diffusion de notre patrimoine photographique.

Si la présence de ces négatifs photographiques dangereux dans certaines collections photographiques de la Ville de Paris avait été signalée dans les années 1990 [Bigourdan J.-L., 1993 ; Cartier-Bresson A., 1998 et 2000, p. 86], c'est le plan de prévention des risques d'inondation de la Ville de Paris, lancé en 2002, qui a permis de révéler l'ampleur du problème. D'importantes collections de photographies devaient alors être déplacées en zone non inondable. Il s'avérait bien entendu impossible de stocker les collections à risques à proximité d'autres œuvres ayant été transférées pour être protégées. Un recensement des fonds dangereux a alors été engagé par l'Atelier de restauration et de conservation des photographies de la Ville de Paris (ARCP), associant la Mission hygiène et sécurité de la direction des Affaires culturelles (DAC) ainsi que les établissements patrimoniaux concernés. Un « plan nitrate » à l'échelle de la Ville de Paris a ainsi vu le jour, favorisant la collaboration avec des partenaires d'autres collectivités, en particulier les Archives françaises du film du Centre national de la cinématographie.

Après un bref rappel historique, nous proposons en première partie de cet article une synthèse des risques liés au nitrate de cellulose suivie d'un résumé du cadre légal et des normes auxquels sont soumis ces négatifs.

Nous présentons ensuite le « plan nitrate » de la Ville de Paris. Dans un premier temps, des études de conservation ont été effectuées afin de localiser les fonds à risques, d'en évaluer les quantités et l'état de dégradation. Le problème une fois cerné dans sa globalité, un plan d'action complet a pu être élaboré. Il se développe autour de plusieurs mesures actuellement mises en œuvre, avec pour point central le choix d'un concept de stockage. Ce dernier devra à l'avenir permettre à la fois la conservation et la diffusion des fonds par les institutions concernées ainsi que par la nouvelle société d'économie mixte Parisienne de l'Image [2]. Créée par la Ville de Paris en mai 2005, elle a pour mission la sauvegarde et la valorisation des documents photographiques et iconographiques appartenant au patrimoine municipal.

Les négatifs en nitrate et en acétate de cellulose se côtoient dans les fonds et sont

soumis à un processus d'autodégradation similaire. Les clichés en acétate de cellulose ont donc naturellement été inclus dans le recensement et sont évoqués ici brièvement lorsque leur sort est indissociable de celui des nitrates de cellulose.

## **Les négatifs en nitrate de cellulose : un danger pour les personnes et pour les collections**

### ***Rappel historique***

Le nitrate de cellulose [3] est la première matière plastique utilisée comme support photographique. Ce support regroupe trois qualités fondamentales au développement industriel de la photographie : la légèreté, la transparence et la flexibilité.

Bien qu'imprégné de cire ou d'huile afin d'en réduire l'opacité, le papier, premier support historique des négatifs photographiques, produisait généralement une image de définition assez faible. La transparence du support en verre remédie à cet inconvénient à partir de 1847, date à laquelle Niépce de Saint-Victor parvient à faire adhérer une couche d'albumine sensibilisée à la lumière sur du verre. L'albumine est vite remplacée par du collodion, puis de la gélatine, mais le verre reste longtemps le support traditionnel des négatifs photographiques. À partir des années 1880, les émulsions, devenues très sensibles à la lumière, répondent à un désir d'instantanéité encore freiné par la lourdeur du verre et par son manque de flexibilité. Kodak propose alors en 1888 ses rouleaux de négatifs sur papier qui permettent de faire un grand nombre de vues sans devoir recharger l'appareil. Le photographe bénéficiait de la flexibilité et de la légèreté du papier et les laboratoires Kodak se chargeaient d'en écarter le principal inconvénient, l'opacité, en transférant la couche image sur du verre pour exploiter sa transparence lors du tirage. Cette solution, bien que complexe et provisoire, révèle l'existence d'un marché pour la pellicule à vues multiples. Dès août 1889, Kodak commercialise ses pellicules en celluloid. Il n'est cependant pas le premier à proposer le nitrate de cellulose comme support photographique. John Carbutt de la Keystone Dry Plate Company à Philadelphie commercialise, dès novembre 1888, des plans-films en celluloid, qu'il diffuse à partir du début de l'année 1889 en Europe, suivi rapidement par d'autres fabricants en Angleterre, en France, aux Pays-Bas et en Allemagne [Rossell D., 2002].

L'engouement pour ce nouveau support est cependant bridé lors de son utilisation pour les films cinématographiques, à cause de son caractère extrêmement inflammable. Le fameux « film flamme » a marqué les mémoires en provoquant des incendies meurtriers dus à l'échauffement de la pellicule lors des projections. Afin de remédier à ces risques, de nouveaux supports souples à base d'acétate de cellulose, qui seront qualifiés de « films de sécurité » par opposition à leurs prédécesseurs, sont rapidement développés. L'acétate de cellulose s'impose progressivement sur le marché de la photographie à partir du début des années 1920. Les premiers supports en acétate de cellulose n'apportent cependant pas toujours satisfaction, en particulier en ce qui concerne leur comportement mécanique pour les films cinématographiques [Adelstein P. Z., 2002]. Ces problèmes seront résolus avec la mise au point du triacétate de cellulose en 1948, mais il faudra encore attendre 1951, le temps nécessaire aux industriels pour négocier les droits d'exploitation des brevets et mettre en place des structures de production adaptées, pour que la fabrication des supports en nitrate de cellulose soit officiellement interdite. Aujourd'hui, la grande majorité des pellicules photographiques du marché est toujours en triacétate de cellulose et le support en polyester est utilisé principalement pour les plans-films professionnels [4].

Les photographies transparentes sur supports souples, parmi lesquelles on trouve presque exclusivement des négatifs, sont très largement représentées dans les collections, comme nous le montre l'exemple de la Ville de Paris.

## ***Les problèmes de conservation et de sécurité liés au nitrate de cellulose***

Le nitrate de cellulose est obtenu par réaction chimique de l'acide nitrique sur la cellulose. La cellulose ainsi modifiée par nitration devient très inflammable et très instable. Cette instabilité chimique, qui provient de la tendance naturelle de la cellulose modifiée à vouloir revenir à son état natif en perdant ses groupements nitrates, accroît la dangerosité du nitrate de cellulose lorsqu'il se dégrade [Bigourdan J.-L., 2002 ; Louvet A., Gillet M., 1999 ; Edge M., 1994].

Les effets néfastes du nitrate de cellulose sur la conservation des collections ainsi que sur la sécurité des personnes sont les suivants :

### ***L'autodégradation des négatifs***

Dès que leur processus de dégradation est enclenché, les négatifs libèrent des oxydes d'azote. Ces oxydes, combinés à l'humidité de l'air, forment de l'acide nitrique, un acide fort très corrosif qui provoque l'autodécomposition des négatifs. Ce phénomène autodégradant s'accroît avec une température et une humidité relative élevées [Bigourdan J.-L., 2002 ; Edge M., 1994]. Il touche d'ores et déjà un grand nombre de collections.

### ***La dégradation des collections environnantes***

Les émanations acides provenant de la décomposition des négatifs en nitrate de cellulose sont également des sources d'altération pour les collections conservées à proximité. La cinétique de dégradation dépend, ici encore, des conditions climatiques.

### ***La toxicité***

Le dioxyde d'azote et l'acide nitrique libérés par le nitrate de cellulose dégradé sont des produits toxiques pour les personnes. Des expositions répétées peuvent entraîner une irritation persistante de la peau, des muqueuses, des yeux, des problèmes respiratoires, des maux de têtes, des nausées ainsi que des vertiges [INRS, 1996 ; National Park Service, 1999]. Les effets à moyen terme de ces produits sur la santé sont cependant encore mal connus.

### ***L'auto-inflammation***

Lorsque le nitrate de cellulose est très dégradé, sa température d'auto-inflammation peut baisser jusqu'à 40 °C. Un négatif très altéré peut donc s'enflammer spontanément à partir de cette température [5].

### ***Les incendies***

La propagation d'un feu de nitrate de cellulose est très rapide et conduit à la combustion complète des matériaux. Aucun produit d'extinction ne peut combattre ce type de sinistre de manière réellement efficace dans la mesure où le nitrate de cellulose produit son propre oxygène durant sa combustion. Les gaz émis lors de l'incendie, en particulier le monoxyde de carbone et le dioxyde d'azote, sont extrêmement toxiques. En présence de grande quantité de nitrate de cellulose, il existe des risques sérieux d'explosion qui peuvent menacer la structure des bâtiments [Norme ISO 10356 ; FIAF, 1992 ; NFPA 40, 2001].

## ***La législation et les normes***

### ***La législation***

Les matériaux en nitrate de cellulose sont soumis à la législation applicable aux produits dangereux de type nitrocellulose. Ils doivent être stockés, manipulés et transportés en respectant un certain nombre de règles. Les documents fixant ce cadre légal sont disponibles au service des installations classées de la préfecture.

Concernant les quantités stockées, les masses de nitrate de cellulose supérieures à 50 kg doivent être déclarées auprès de la préfecture, qui informe alors les exploitants du cadre

légal de stockage de ces produits. Les masses de nitrate de cellulose supérieures à une tonne sont également soumises à déclaration ainsi qu'à une demande plus contraignante d'autorisation de stockage au titre des installations classées [Loi n°76-663 du 19 juillet 1976 ; Rosais D., 2005].

Parmi les nombreux points à respecter, on peut relever l'obligation d'utiliser des locaux situés en rez-de-chaussée, non surmontés d'étage, munis de parois coupe feu deux heures, comportant deux issues et équipés de systèmes antidéflagrants [Loi n°76-663 du 19 juillet 1976].

La manipulation est également réglementée. Il est interdit de fumer dans un local contenant du nitrate de cellulose ou de l'exposer à la chaleur. Les feux de nitrate de cellulose produisant des composés gazeux toxiques, il est recommandé d'évacuer rapidement les lieux [Rosais D., 2005].

Enfin, la réglementation du transport impose l'usage de conteneurs ignifugés portant le sigle international UN 1324, désignant le nitrate de cellulose. Le transport doit être climatisé ou protégé de la chaleur. Un permis spécial autorisant le conducteur à transporter des matières inflammables est requis [Décret du 15 avril 1945 ; Rosais D., 2005].

### *Les normes et les guides*

Les normes et les guides les plus courants procurent des informations complémentaires et parfois légèrement différentes sur certains points.

- La norme NFPA 40 de la National Fire Protection Association, qui est une référence dans de nombreux pays, fournit beaucoup de précisions techniques sur la sécurité de stockage. Elle décrit les aménagements des locaux, avec en particulier les taux de renouvellement d'air, l'isolation du système électrique, la construction d'évents contre la déflagration, ou encore les dangers des feux de nitrate de cellulose [NFPA 40, 2001].

- La norme ISO 10356 est moins orientée vers les précisions techniques concernant les locaux mais intègre les aspects conservatoires, préconisant un stockage à long terme à 2 °C avec une humidité relative (HR) comprise entre 20 et 30 %. Le stockage à court terme ne devrait pas dépasser les 25 °C avec une HR de 25 à 50 %. Cette norme insiste sur le caractère non linéaire de la vitesse de dégradation du nitrate de cellulose : un film peut sembler en bon état et se dégrader très rapidement en quelques mois [Norme ISO 10356].

- Le guide de la Fédération internationale des archives du film préconise un stockage à long terme à 4 °C, avec une HR de 50 %, et insiste sur l'importance du renouvellement d'air [FIAF, 1992].

- Enfin, dans son guide pour la gestion des fonds de nitrate et d'acétate de cellulose, le National Park Service préconise la congélation à -18 °C avec une HR de 25 à 35 %. Ce guide est aussi l'un des rares documents évoquant de manière concrète les problèmes de santé qui peuvent résulter d'une exposition prolongée à ces matériaux ainsi que les mesures de protection, individuelles et collectives, à respecter [National Park Service, 1999].

Les travaux menés par l'Image Permanence Institute (IPI) depuis une quinzaine d'année sur la conservation des esters de cellulose permettent de comprendre l'influence des conditions climatiques sur la dégradation de ces derniers [Adelstein P. Z., 2002 ; Bigourdan J.-L., 2002 ; Reilly J., 1993]. La température active la dégradation chimique qui libère les produits acides. L'humidité véhicule quant à elle ces derniers dans le matériau. L'abaissement de la température et de l'humidité relative augmente l'espérance de vie des supports. Cependant, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 25 % afin de ne pas assécher irrémédiablement les matériaux et d'éviter les tensions mécaniques excessives entre le support et la couche image. Adelstein préconise des couples de température et d'HR en fonction de l'état de dégradation du nitrate de cellulose.

- Pour les films peu dégradés : -10 °C / 50 % HR ou 2 °C / 30 % HR.

- Pour les films dégradés : -16 °C / 50 % HR ou -5 °C / 30 % HR.

Ces recommandations sont cependant complexes à appliquer et doivent être adaptées à

la réalité de chaque projet de stockage, ce qui explique vraisemblablement les différences d'approches constatées dans ce domaine.

### **Remarques sur l'acétate de cellulose**

Le problème posé par les négatifs en acétate de cellulose est moins préoccupant, dans la mesure où ils ne sont pas inflammables et par ailleurs moins toxiques que les supports en nitrate de cellulose. La dégradation de ces négatifs s'accompagne d'un dégagement d'acide acétique [6] nuisible à la conservation des collections environnantes et irritant pour le personnel travaillant dans les locaux de stockage. Selon les études comparatives effectuées par l'IPI sur la stabilité des esters de cellulose, il semblerait que si l'acétate de cellulose ne présente pas les mêmes dangers que le nitrate de cellulose, il peut cependant s'autodégrader aussi rapidement [Adelstein P. Z., 2002].

### **L'étude des fonds de négatifs à risques de la Ville de Paris**

Les plans de préservation des collections photographiques ont généralement été mis en place après ceux des films cinématographiques. La vitesse de dégradation des supports en nitrate de cellulose est accélérée par le confinement des composés gazeux produits (processus autocatalytique). Dans ces conditions, la masse de matériau présente dans chaque unité de conditionnement, ainsi que l'étanchéité relative de ces dernières, exercent un rôle déterminant sur la vitesse de propagation de l'altération. C'est la raison pour laquelle les films cinématographiques, enroulés en spires resserrées, avec des métrages généralement importants et stockés dans des boîtes hermétiques, ont posé de graves problèmes de conservation plus rapidement que les clichés photographiques. Le travail de recensement et d'identification des fonds de photographies est par ailleurs différent et plus long que celui des films cinématographiques [7], car les collections sont moins homogènes et la période d'utilisation simultanée du nitrate et de l'acétate de cellulose plus longue. Jusqu'à dans les années 1950, il n'est pas rare, en effet, que les photographes utilisent conjointement des négatifs en nitrate et en acétate de cellulose ainsi que des plaques au gélatino-bromure d'argent.

La difficulté du recensement est ainsi liée au mélange des fonds souvent partiellement inventoriés, dispersés et très nombreux. Ce travail nécessite une étroite collaboration avec les responsables des collections.

### **Un recensement « à la carte »**

L'étude des fonds à risques de la Ville de Paris a été effectuée par des restauratrices spécialisées dans ce domaine.

Le mode de recensement a été adapté aux institutions concernées parmi lesquelles on compte l'Agence Roger-Viollet, les Archives de Paris, la Bibliothèque historique, la Bibliothèque Forney, la Cinémathèque Robert Lynen, la Commission du vieux Paris, le Musée d'art et d'histoire du judaïsme, le Musée Bourdelle, le Musée Carnavalet, le Musée Cernuschi, le Musée Galliera, le Musée Zadkine et enfin la Photothèque de la Direction de l'urbanisme.

Ces institutions sont très diverses quant à leur mode de fonctionnement, leurs conditions générales de conservation, la typologie et l'usage de leurs fonds ou encore l'état d'avancement de leur inventaire. Face à une telle diversité, et au regard du niveau élevé d'informations techniques nécessitées par notre étude, il n'était pas envisageable d'appliquer un protocole unique, mieux adapté à des évaluations plus générales, comme celles qui ont été pratiquées en Norvège [Johnsen J. P., Erlandsen R., Aune A., 1997].

Pour certaines institutions, l'étude a porté sur l'ensemble des négatifs ; pour d'autres, seuls les fonds susceptibles de comporter des négatifs à risques ont pu être examinés.

### *Les collections de petite ampleur*

Les fonds comportant jusqu'à environ 5 000 clichés ont généralement été étudiés de manière exhaustive. Dans ces cas, tous les négatifs en nitrate de cellulose ont été repérés et étudiés avec précision.

### *Les collections de grande ampleur*

Les fonds plus importants, jusqu'à plusieurs millions de clichés, ont été examinés par sondages.

Afin d'obtenir une fiabilité satisfaisante, nous avons procédé à un double échantillonnage : un premier niveau parmi les boîtes (ou autres types de contenants) puis un second parmi les négatifs contenus dans la boîte. La taille des échantillons parmi les boîtes a été adaptée au niveau d'homogénéité et à la quantité des négatifs. Les sondages des contenants sont ainsi plus ou moins rapprochés selon les fonds, avec des échantillonnages variant d'une boîte sur cinq à une boîte sur trente. Dans le cas des fonds les plus hétérogènes, nous avons pris en compte l'ensemble des contenants. Enfin, concernant le sondage des négatifs à l'intérieur des boîtes, un échantillonnage représentatif a été examiné.

Ce type de recensement « à la carte » présente l'avantage d'obtenir des résultats très fiables qui intègrent l'ensemble des spécificités de chaque institution et les prérogatives de leur responsable. Comparé à une étude standardisée, il complique cependant le travail d'étude et l'exploitation des résultats.

Afin de pouvoir exploiter au mieux les informations recueillies dans le cadre de ces études, un modèle de base de données simple et adapté aux besoins de chaque type d'étude a été élaboré sur le logiciel FileMaker Pro.

## ***L'identification des nitrates et des acétates de cellulose***

La date de fabrication, le type de dégradation ou encore le marquage du support sont autant d'outils pour permettre la distinction entre le nitrate et l'acétate de cellulose. Bien souvent, cette approche est suffisante pour identifier les supports. Dans le cas contraire, il faut recourir à des tests chimiques destructifs.

### *La datation*

La connaissance de la date de réalisation des clichés reste un atout majeur dans l'identification des négatifs à risques. Tous les négatifs sur supports souples datant de 1889 au tout début des années 1920 sont en nitrate de cellulose. La période de fin d'utilisation est cependant diffuse. En effet, bien que la fabrication des « films flamme » ait été interdite en 1951, nous avons pu constater que leur utilisation en Europe est plus tardive que ne l'indiquent les fabricants de films et même les professionnels de la conservation nord-américains [Fischer M., 2003 ; Reilly J., 1993 ; Fischer M., Robb A., 1993]. Nous avons en effet trouvé des photographies sur nitrate de cellulose jusqu'en 1958. Par ailleurs, selon une enquête de la FIAF, la Chine aurait produit des films cinématographiques en nitrate de cellulose jusqu'au début des années 1960 et l'URSS jusqu'en 1966 [FIAF, 1992, annexe 3]. Il semble donc probable que des négatifs photographiques en nitrate de cellulose aient été également fabriqués dans ces pays, et diffusés en Europe de l'Est, jusque dans les années 1960. On peut donc considérer que si les négatifs produits en Europe de l'Ouest après 1958 ne sont plus en nitrate de cellulose, la prudence reste de mise.

La majorité des collections est ensuite en acétate de cellulose et de manière plus isolée en polyester. Le polyester est introduit comme support photographique en 1955 pour la fabrication de certains plans-films professionnels [Lavédrine B., 2000, p. 39-45] et plus récemment pour quelques films 35 mm en raison de son haut niveau de stabilité dimensionnelle.

C'est en définitive la partie des fonds constituée entre le début des années 1920 et la fin des années 1950 qui a été soumise à une étude plus détaillée dans le cadre du « plan nitrate ». Nous sommes toutefois restés vigilants sur les collections de photographes ayant travaillé hors de l'Europe de l'Ouest.

#### *Le type de dégradation*

Les négatifs dégradés en nitrate et en acétate de cellulose présentent un aspect visuel et une odeur différents. Le type de dégradation devient ainsi une aide pour la distinction des deux supports.

Le signe caractéristique de dégradation du nitrate de cellulose est une décomposition chimique, locale au début puis gagnant l'ensemble du support et de l'image. L'odeur du nitrate de cellulose dégradé est difficile à caractériser. En manipulant des négatifs altérés ou lorsque leur concentration est élevée dans un lieu de stockage, on est cependant saisi par une odeur âcre et piquante. Lorsque la concentration en acide nitrique est faible, il s'agit plus d'une gêne respiratoire que d'une odeur véritable.

Les négatifs en acétate de cellulose altérés dégagent quant à eux une odeur de vinaigre. Le support se rétracte de manière croissante et l'émulsion se plisse sous la contrainte. L'image reste lisible bien que très déformée par les plis. La littérature spécialisée indique d'autres dégradations qui seraient caractéristiques des négatifs en acétate de cellulose, comme le décollement de l'émulsion, la formation de bulles à l'interface support / émulsion, ou encore l'ondulation du support [Edge M., 1994 ; Reilly J., 1993]. Ces altérations ont cependant également été observées sur des clichés en nitrate de cellulose et ne sont pas toujours liées à la dégradation du support.

#### *Le marquage du support*

Les inscriptions portées sur les bords des films par le fabricant permettent une identification sûre et rapide. Parmi les marquages, on trouve « nitrate », ou bien « film sécurité » et « safety film » pour les acétates ainsi que Estar (Kodak) et Cronar (Dupont de Nemours) pour le polyester. Malheureusement, ces inscriptions sont assez peu répandues.

Les encoches des plans-films correspondent à un type de film. Lorsqu'un test chimique a permis d'identifier la nature d'un film comportant un motif d'encoche précis, cela permet d'identifier l'ensemble des films portant ce même motif, tout au moins dans une collection provenant d'un même photographe. Néanmoins, il faut souligner que certains fabricants ont pu réutiliser des motifs d'encoches anciens. Il nous est en effet arrivé de trouver les mêmes encoches en 1946 pour un plan-film en nitrate de cellulose et en 1970 pour un film en acétate de cellulose.

Enfin, les plans-films indiquant dans la marge « Kodak V » et portant des encoches en V sont en nitrate de cellulose [8].

#### *Remarque sur l'identification du polyester*

Les propriétés de biréfringence du polyester sont utilisées pour son identification sans recourir à des tests destructifs. Deux filtres polarisants croisés sur une table lumineuse produisent l'extinction de la lumière. Si l'on glisse un film en polyester entre les deux filtres, on peut observer des irisations colorées permettant de caractériser le support [Lavédrine B., Gandolfo J.-P., Monod S., 2000, p. 24-25].

#### *Les tests chimiques [9]*

Lorsque les méthodes non destructives évoquées plus haut ne permettent pas d'identifier un support, et dans la mesure où rien ne distingue visuellement le nitrate de l'acétate de cellulose non dégradé, il est nécessaire d'effectuer un test chimique auquel les deux esters de cellulose réagissent différemment. Ces tests présentent cependant l'inconvénient d'être destructifs.

Le test à la diphénylamine est un indicateur coloré qui vire au bleu-noir en présence de nitrate de cellulose et ne réagit pas avec l'acétate de cellulose et le polyester. La solution de diphénylamine devient bleu clair avec un négatif en acétate de cellulose lorsque le

substratum [10] comporte du nitrate de cellulose. Ce test semble le plus fiable des tests chimiques. Il doit cependant être effectué par des professionnels dans des conditions de sécurité strictes car la diphénylamine, un produit toxique, est diluée dans de l'acide sulfurique qui est un acide fort [11].

Le test de flottaison dans du trichloroéthylène tire partie de la différence de densité entre les trois supports souples. Un échantillon d'acétate de cellulose doit flotter, alors que le support en nitrate de cellulose se dépose au fond du récipient. Le polyester quant à lui se maintient dans une position intermédiaire. À l'usage, ce test ne nous semble ni pratique ni fiable. Le nitrate de cellulose dégradé, dont la densité peut décroître, peut ainsi ne pas couler.

Le test de la flamme doit être absolument proscrit. Un feu de nitrate de cellulose ne s'éteignant pas, on risque de mettre le feu aux locaux.

### ***Evaluation de l'état de conservation et de la dangerosité des négatifs***

Les supports une fois identifiés, nous avons pu proposer un ordre de priorité d'interventions à court et moyen termes grâce à l'évaluation de la dégradation des collections.

#### ***Les négatifs en nitrate de cellulose***

La méthode visuelle nous a semblé la seule applicable sur le terrain pour évaluer l'état de conservation des fonds de négatifs en nitrate de cellulose. Elle consiste à classer les négatifs par niveau de dégradation en fonction de signes correspondant aux divers stades de la décomposition. Nous avons élaboré une échelle de quatre niveaux de dégradation correspondant à des niveaux d'urgence d'intervention [12] :

***Niveau 1 de dégradation.*** Le processus de dégradation est enclenché. Un brunissement du film et/ou un miroir d'argent peuvent être visibles. A ce stade, aucune gêne olfactive due à l'acide nitrique n'est perceptible, mais les vapeurs d'oxydes d'azote n'en sont pas moins présentes et dangereuses pour les personnes travaillant de manière prolongée dans les lieux de stockage. Nous considérons que tous les négatifs en nitrate de cellulose ont aujourd'hui atteint ce premier niveau de dégradation.

***Niveau 2 de dégradation.*** Une déformation du support et/ou une dégradation chimique de l'image est discernable par une coloration jaune-beige à marron. Le support et l'image commencent à être altérés très localement par l'acide nitrique dont l'odeur peut être perceptible. La duplication est urgente.

***Niveau 3 de dégradation.*** Le support et l'image sont largement décomposés par l'attaque de l'acide nitrique. Le film devient poisseux dans les zones dégradées. Des déformations importantes du support apparaissent. Une odeur âcre et piquante est perceptible, et les dégagements d'oxydes d'azote nécessitent des protections respiratoires spéciales. A ce stade, la duplication du film est encore possible et urgente mais elle peut néanmoins être délicate en raison des défauts de planéité.

***Niveau 4 de dégradation.*** Le négatif n'est plus exploitable, soit par ce que la décomposition touche le sujet principal de l'image, soit par ce que le support et la couche image sont complètement décomposés, formant une masse informe jaune et gluante. Les négatifs peuvent être collés entre eux et à leur pochette. Leur température d'auto-inflammation avoisine alors les 40°C. L'odeur d'acide nitrique est très marquée et irritante. Le contact de l'acide nitrique sur la peau est très corrosif. L'image est irrémédiablement perdue. Les clichés doivent être confiés aux services d'élimination des déchets toxiques qui assureront leur destruction.

Il existe par ailleurs une méthode chimique, le test à l'alizarine préconisé pour les films cinématographiques, pour évaluer le niveau de dégradation du nitrate de cellulose



[Norme ISO 10356, annexe C, p. 8]. Ce test consiste à mesurer le niveau d'acidité du nitrate de cellulose en déterminant le temps qu'il faut à un indicateur à l'alizarine pour changer de couleur sous l'action des oxydes d'azotes dégagés par un échantillon de film chauffé à 130 °C. Nous n'avons pas adopté ce test dans la mesure où il nous était impossible d'analyser individuellement, en laboratoire, des échantillons de tous les négatifs que nous avons étudiés dans les collections.

Les indicateurs colorés A-D Strips®, développés par l'IPI, dont le changement de couleurs indique l'état d'acidité des supports en acétate de cellulose et ainsi leur état de dégradation, ne sont quant à eux pas étalonnés pour le nitrate de cellulose [Lavédrine B., Gandolfo J.-P., Monod S., 2000, p. 79-80 ; IPI, 2005]. De plus, dans le cas de fonds hétérogènes et nombreux, les A-D Strips® sont eux aussi difficilement applicables, bien qu'ils ne nécessitent pas de prélèvement d'échantillon. Il serait néanmoins intéressant d'adapter ce test dans le futur au nitrate de cellulose [Bigourdan J.-L., 2002, p. 61], non seulement pour les films cinématographiques mais aussi pour les collections de négatifs photographiques homogènes, triées et référencées, afin d'en assurer le meilleur suivi de conservation possible.

#### *La dégradation des acétates*

Les conséquences de la dégradation des négatifs en acétate de cellulose sont de nature mécanique. Nous avons, comme dans le cas du nitrate de cellulose, distingué quatre niveaux de dégradation basés sur l'analyse visuelle, dans la mesure où l'utilisation systématique d'AD-Strips n'était pas envisageable lors du recensement en raison de l'hétérogénéité des fonds, comme nous l'avons vu précédemment. L'usage de ces indicateurs d'acidité sera en revanche intéressant pour le suivi des fonds lorsqu'ils auront été répertoriés, triés, reconditionnés et stockés dans les futurs locaux.

Dans l'immédiat, pour tous les négatifs en acétate de cellulose antérieurs aux années 1970, ne présentant a priori aucun signe de dégradation, nous avons considéré que leur processus de dégradation était enclenché (*Niveau 1 de dégradation*). Les niveaux de dégradation suivants [13] servent essentiellement à élaborer des ordres de priorité pour le traitement et la duplication :

*Niveau 2 de dégradation.* Le support commence à se déformer, en particulier sur les bords qui ont tendance à se courber. L'odeur d'acide acétique est perceptible. La duplication est urgente.

*Niveau 3 de dégradation.* Le support est déformé, en particulier sur les bords qui gondolent fortement, provoquant le décollement de la gélatine. L'odeur de l'acide acétique est forte. La duplication est encore possible mais les marques de dégradation seront visibles sur la copie.

*Niveau 4 de dégradation.* Le film est fortement déformé. La dégradation mécanique est importante, mais l'image n'est pas chimiquement attaquée. L'odeur de vinaigre peut encore être très marquée ou bien avoir complètement disparue si tout l'acide acétique contenu dans le polymère a déjà été dégagé. Le négatif n'est plus exploitable de manière satisfaisante. Seule une restauration longue et complexe peut permettre de récupérer la couche image et de réduire les marques de plis.

#### *Le bilan de l'étude des fonds*

Cette première phase du « plan nitrate » consistant à recenser les fonds à risques parmi les quelques huit millions de négatifs photographiques présents dans les collections municipales a duré deux ans. Les rapports remis à chaque institution soulignent les urgences, les mesures de sécurité à respecter ainsi qu'une série de préconisations pour la conservation, en pointant les priorités. Ces rapports individuels sont utilisés comme documents de référence pour la gestion des collections.

Un rapport de synthèse présente par ailleurs la situation globale de l'ensemble des institutions concernées, soit treize au total actuellement [14]. La quantité de négatifs en

nitrate de cellulose a été évaluée à près d'un million, répartis dans des fonds mixtes de quatre millions de clichés. Selon les institutions, on compte de quelques dizaines à environ 700 000 négatifs, soit plus d'une tonne, dans le cas de la plus importante collection. Les clichés sont de provenance et de format divers. Leur état de conservation est extrêmement varié. Quelques centaines de négatifs sont irrémédiablement détruits (niveau 4). Environ 24 % des négatifs présentent un état de dégradation avancée (niveaux 2 et 3). Nous avons relevé quelques cas d'épreuves positives dégradées par le contact avec des négatifs conservés à proximité.

Les conditions climatiques actuelles de stockage varient d'une institution à l'autre, mais aucune n'est adaptée à la conservation des négatifs sur supports souples. Les relevés thermo-hygrométriques indiquent en moyenne une température de 20-25 °C avec quelques pointes à 35 °C en été dans certains établissements, ce qui pose un problème de sécurité. Le niveau d'humidité relative moyen est compris entre 40 et 60 %, sans jamais dépasser 70 %. Certaines collections sont par ailleurs situées en zone inondable. Quelques fonds sont stockés dans des locaux où le personnel travaille quotidiennement. La majorité des collections ne bénéficie pas de modes de conditionnement adaptés à la conservation de ces supports.

Les résultats de cette étude montrent qu'il convient d'agir vite, tant pour la sécurité des personnes que pour la préservation du patrimoine.

### **L'élaboration d'un plan d'action**

Il a donc été envisagé de regrouper l'ensemble des fonds concernés dans des locaux assurant des conditions de conservation satisfaisantes et répondant à la législation en vigueur. Cette dernière étant très contraignante, les locaux ne seront sans doute pas disponibles avant 2007. Dans cette attente, des mesures de sécurité des personnes, mais aussi de conservation-restauration d'urgence, ont été engagées depuis un an. Par ailleurs, un travail important de préparation des fonds devra être effectué avant leur déplacement.

### ***Les mesures de sécurité des personnes dans les institutions***

Afin d'informer et de protéger le personnel des dangers identifiés plus haut, nous avons établi, en collaboration avec la Mission hygiène et sécurité de la DAC, des consignes de sécurité regroupées dans l'encadré ci-dessous.

### **Le stockage**

- Apposer une étiquette mentionnant la présence de nitrate de cellulose ainsi qu'un pictogramme de danger de toxicité, d'explosion et d'inflammabilité sur les boîtes et les enveloppes dans lesquelles nous avons repéré des négatifs en nitrate de cellulose.
- Ne pas fumer dans les lieux de stockage.
- Ne pas placer les négatifs en nitrate de cellulose à proximité d'une source de chaleur (à partir de 40-50 °C).
- Ventiler et aérer les locaux le mieux possible afin d'éviter une concentration trop importante de gaz toxiques et de réduire les risques de déflagration.

### **La manipulation des documents**

- Ne jamais travailler sans protection : gants en latex ou en vinyle et masque à solvants pour les travaux prolongés sur les fonds dégradés.
- Éviter tout contact des gants ayant touchés des négatifs à risques avec la peau, les yeux, la bouche, les cheveux.
- Ne pas porter de lentilles de contact.
- Travailler si possible sous hotte aspirante ou dans un local bien ventilé.
- Ne jamais manipuler les documents au-delà de deux à trois heures d'affilée.

### **Le déménagement éventuel**

- Isoler ces documents.
- Contacter la Mission hygiène et sécurité en ce qui concerne leur conditionnement et leur transfert sécurisé conformément à la législation en vigueur.

### **La destruction**

- Les négatifs dont l'état de dégradation avancée ne permet plus leur exploitation doivent être rapidement détruits. Ces matières dangereuses ne doivent en aucun cas rejoindre le circuit des déchets domestiques. Contacter les services compétents en matière d'élimination de déchets toxiques.

### **En cas de survenue d'un incendie**

- Ne pas chercher à intervenir sur le feu : il est impossible à éteindre et dangereux (fumées toxiques, feu très puissant et extraordinairement rapide, risques d'explosion). Alerter les secours en précisant la nature du feu et faire évacuer les locaux.

## ***Les interventions de conservation-restauration d'urgence***

Parmi les urgences révélées par les études de conservation, certaines ont pu être prises en compte rapidement.

Les clichés complètement détruits (dégradation 4) répertoriés lors du recensement ont été regroupés puis confiés au service d'élimination des déchets toxiques.

Les collections stockées dans des locaux atteignant des températures trop élevées ou situées à proximité du personnel ont été déplacées, lorsque cela était possible, dans des réserves plus adaptées.

Par ailleurs, des interventions de tri, d'inventaire et de reconditionnement pour des collections parmi les plus dégradées (dégradation 4 et 3), ont été engagées. Cela concerne en particulier les fonds dont les négatifs et leur tirage d'époque étaient conservés ensemble dans leur conditionnement d'origine. Les travaux de tri et de reconditionnement nous semblent fondamentaux dans la mesure où ils réduisent temporairement les risques, en diminuant la concentration en nitrate de cellulose dégradé. Les clichés sont reconditionnés dans des pochettes en papier de conservation à quatre rabats contenant une réserve alcaline. Les plus dégradés d'entre eux sont isolés. La très grande majorité des fonds ne pourra cependant être triée qu'après leur déplacement dans les nouveaux locaux.

Enfin, des traitements de restauration ont été effectués pour certains groupes de négatifs, généralement afin d'en permettre la duplication et l'exploitation [15].

## ***La préparation des fonds en vue de leur déplacement***

Les fonds doivent être préparés afin de préserver leur accessibilité future. Un groupe de travail mis en place à cet effet réunit l'ARCP, les représentants des institutions concernées, la Mission hygiène et sécurité, la médecine du travail ainsi que la Sous Direction chargée de mise en place des futurs locaux de stockage. Ce groupe est chargé de planifier les opérations de préparation collection par collection et de définir les fonds devant être récolés, inventoriés et, dans certains cas, reconditionnés avant leur déplacement. Par ailleurs, le groupe de travail sera chargé de veiller à l'information du personnel sur les mesures de sécurité à respecter ainsi que sur l'évolution du projet de stockage.

## ***Un concept de stockage associant conservation et exploitation***

Les solutions de stockage et de gestion des fonds adoptées par d'autres institutions en France comme à l'étranger ont été étudiées, en particulier celle du CNC à Bois-d'Arcy, celles du Bundesarchiv (Archives fédérales allemandes) à Coblenz et à Berlin ainsi que celle de l'Imperial War Museum à Duxford en Angleterre.

Dans le cas de la Ville de Paris, dans la mesure où le tri préalable et le reconditionnement ne pourront pas être effectués pour tous les fonds avant leur déménagement, l'ensemble des quatre millions de négatifs, comportant près d'un million de clichés en nitrate de cellulose, sera déplacé. La majorité des négatifs originaux devra cependant rester accessible quotidiennement, afin de permettre les interventions de conservation et de diffusion par les institutions ainsi que par la société d'économie mixte Parisienne de l'Image. Cette contrainte fondamentale va largement déterminer les conditions de stockage, en particulier pour les conditions climatiques.

### ***Les conditions climatiques***

Deux unités de stockage sont envisagées :

*Un stockage temporaire de travail*, situé à Paris ou en proche banlieue, comportant des réserves climatisées associées à des locaux destinés à l'exploitation des fonds, aux travaux de conservation et éventuellement à la duplication. Les conditions climatiques

prévues pour cette unité sont de 14 °C avec une HR de 30 à 40 %. Cette solution permettra d'accéder directement aux négatifs, sans période d'acclimatation dans un sas ou dans des bacs isothermes et sans risque d'effet de condensation. Cette température et cette HR, relativement basses, permettront de ralentir sensiblement la vitesse de dégradation.

*Un stockage de conservation pour le long terme*, dans des réserves dont les conditions climatiques correspondraient à la norme de stockage ISO 10356, soit environ 2 °C et une HR de 30%. Ces conditions climatiques permettront d'augmenter considérablement l'espérance de vie de ces négatifs, même si elle reste impossible à estimer avec précision [Adelstein P. Z., 2002 ; Bigourdan J.-L., 2002] [16].

De manière indicative, si l'on utilise les index de permanence développés par l'IPI pour les matériaux organiques, les conditions climatiques à 14 °C avec une HR de 30 à 40 % multiplieraient l'espérance de vie des négatifs par cinq environ par rapport aux conditions climatiques moyennes actuelles. Le stockage à 2 °C avec une HR de 30 % la multiplierait par 30 environ [17].

Les négatifs dupliqués ou non exploitables rejoindraient cet espace de stockage longue durée. Ces locaux pourraient être plus éloignés de Paris, dans le cas où il soit impossible d'y implanter les deux unités de stockage.

Une congélation à une température de -18 °C avec une HR de 25 à 35 % a également été envisagée. Cette solution présente l'avantage de proposer la meilleure espérance de vie. La congélation des négatifs requiert cependant une mise en œuvre complexe, des coûts nettement plus élevés et impose une maintenance soutenue inenvisageables actuellement dans le cadre de notre plan [18].

Dans l'immédiat, il nous paraît plus important de privilégier un stockage fiable à 2 °C associé à une duplication de qualité. Une congélation sera peut être envisageable, sous sa forme la plus sûre et la plus économique, lorsque l'ensemble des négatifs les plus dégradés [19] aura été répertorié et dupliqué.

### *Le tri et le reconditionnement*

La planification des interventions sera établie en fonction de la valeur d'exploitation des fonds et de leur état de conservation. À l'occasion du tri, les négatifs seront reconditionnés conformément aux normes de conservation.

Nous envisageons deux niveaux de tri.

Dans le cas des films cinématographiques, en raison de la concentration extrêmement élevée en produits de décomposition et dans la mesure où les produits émanant du nitrate de cellulose sont plus dégradants que ceux de l'acétate de cellulose, il est toujours préconisé de stocker les deux supports séparément. Les collections photographiques municipales de petite ampleur bénéficieront de ce tri idéal car il pourra être effectué rapidement.

Pour les fonds photographiques mixtes de grande ampleur, appliquer cette solution ne nous paraît pas cohérent. Elle est très coûteuse et implique un long travail d'identification qui expose le personnel à des produits toxiques dont les effets sont encore mal connus. D'un point de vue financier, ce travail risque d'autre part de se faire aux dépens d'autres mesures de conservation. D'un point de vue pratique, le tri implique l'éclatement des fonds en trois lieux. Une organisation stricte est alors requise afin de ne pas perdre irrémédiablement l'unité des fonds, ce qui n'est pas simple à gérer pour les institutions. Une fois encore, il nous a semblé plus intéressant de privilégier les meilleures conditions de stockage possible, à très basse température, afin de prévenir les cycles d'autodégradation. Un tri isolant l'ensemble des supports souples sera ainsi préféré pour les fonds importants. Les clichés en nitrate et en acétate de cellulose seront reconditionnés et stockés ensemble dans des boîtes de conservation. Dans les cas où leurs supports ont été identifiés, ils seront séparés dans les boîtes par des cartons intercalaires. Les négatifs en nitrate de cellulose les plus dégradés seront quant à eux isolés.

Les négatifs sur plaque de verre et les autres photographies seront par ailleurs rapatriés après le tri et les traitements de conservation-restauration dans leur établissement d'origine.

#### *La duplication*

Les fonds seront progressivement dupliqués afin de les rendre exploitables, sans avoir recours à l'original qui sera stocké au froid. L'exploitation des images s'effectuant aujourd'hui exclusivement par voie informatique, la duplication sera numérique. La copie numérique servira d'auxiliaire de conservation et non pas de duplication de sauvegarde. Cette dernière est déjà réalisée par l'ARCP, selon la méthode traditionnelle sur procédé argentique, pour de petits fonds très dégradés de grande valeur et dans le cadre d'un traitement de restauration. La numérisation sera effectuée soit dans le cadre des campagnes d'intervention par ordre de priorités évoquées précédemment, soit pour répondre aux besoins immédiats de la diffusion. Tout négatif devant être exploité sera donc numérisé au préalable, évitant ainsi de nouvelles manipulations.

Il est prévu d'intégrer un service de numérisation aux locaux de stockage provisoire afin de réduire les risques liés aux déplacements réguliers de négatifs dangereux chez un prestataire privé et d'assurer une numérisation adaptée à la spécificité des négatifs dégradés. Cela garantira par ailleurs une qualité de numérisation répondant à un protocole cohérent permettant l'exploitation des fonds photographiques par la société d'économie mixte Parisienne de l'Image.

### **Conclusions et perspectives**

Les fonds photographiques à risques conservés dans les institutions patrimoniales de la Ville de Paris sont aujourd'hui recensés. Un problème important de sécurité et de dégradation des collections a été mis en évidence. Les institutions concernées sont averties des risques et peuvent désormais prendre les mesures de sécurité qui s'imposent. Des interventions de prévention des risques et de conservation-restauration ont été mises en œuvre afin de répondre aux premières urgences. Ces mesures doivent être poursuivies, avec en particulier la préparation des négatifs en vue de leur déplacement dans des locaux de stockage sécurisés.

Le concept de stockage envisagé consiste à regrouper l'ensemble des fonds dans deux unités de conservation. L'une sera optimisée pour le court terme. Elle devra garantir l'accessibilité des fonds en vue de leur exploitation dans des locaux attenants et permettre les interventions de conservation et de numérisation selon un planning précis. La seconde unité accueillera les fonds numérisés, ou ceux ne pouvant pas être exploités, pour un stockage à long terme à très basse température.

Aujourd'hui, après trois années consacrées à ce « plan nitrate », les premières répercussions positives méritent d'être soulignées.

Ce plan a en premier lieu favorisé de nombreux échanges entre différents services et établissements municipaux ainsi qu'avec d'autres collectivités. Par sa complexité et sa transversalité, ce projet réclame en effet la collaboration de multiples partenaires, issus de disciplines complémentaires qui, à travers un groupe de travail, veille au bon déroulement des opérations. La présence prolongée des équipes de l'ARCP dans les collections a en outre suscité un échange quotidien avec les gestionnaires des fonds et a bien souvent abouti à une réelle prise de conscience de l'importance de la conservation préventive.

Par ailleurs, l'urgence liée au nitrate de cellulose a permis d'intensifier sensiblement les traitements de conservation-restauration des fonds dans leur intégralité. En effet, dans le cas d'un fonds mixte, ce ne sont pas seulement les négatifs imputés qui sont traités mais bien l'ensemble des clichés, qu'ils soient sur supports souples ou sur plaque de verre. Le recensement des négatifs à risques a de plus entraîné dans certains cas des études de conservation élargies à l'ensemble des fonds photographiques. Cela a permis de mieux connaître les collections parisiennes et d'attirer l'attention sur d'autres procédés

photographiques particulièrement vulnérables.

Ce « plan nitrate », associé à la création de la société d'économie mixte Parisienne de l'Image a suscité une dynamique qui débouche aujourd'hui sur un plan plus général de sauvegarde et de valorisation du patrimoine photographique de la Ville de Paris (PSVPP). Le « plan nitrate » devient ainsi l'un des premiers volets de ce PSVPP, dont le prochain pourrait être un plan de préservation des photographies en couleurs.

## Remerciements

Je remercie vivement Anne Cartier-Bresson, directrice de l'ARCP, pour sa confiance, ainsi que l'ensemble de l'équipe pour ses conseils lors de la préparation de cet article. La collaboration de Michèle Aubert, directrice des Archives françaises du film dans l'élaboration de notre « plan nitrate » a été très précieuse. Je remercie chaleureusement Stéphanie Alexandre ainsi que Cécile Huet pour leurs suggestions amicales et pertinentes.

## Notes

[1] En France, les Archives françaises du film du Centre national de la cinématographie sont chargées du plan de préservation des collections cinématographiques depuis 1991. Concernant l'histoire et la préservation des films cinématographiques, voir le dossier qui leur est consacré dans *Coré*, 2003, ainsi que l'ouvrage édité par la FIAF [Smither R., Surowiec C. A., 2002].

[2] La société anonyme d'économie mixte locale SAEML Parisienne de l'Image.

[3] Le nitrate de cellulose est inventé en 1846 par Christian Friedrich Schönbein qui fait réagir des acides nitriques et sulfuriques sur du simple papier. Schönbein constate la grande inflammabilité du matériau dès sa première expérience. La première véritable utilisation commerciale du celluloïd, sous forme de prothèses dentaires puis d'autres objets, revient à John Wesley Hyatt en 1870 [Rossell D., 2002, p. 37-39].

[4] Le polyester est un polymère synthétique utilisé comme support photographique à partir de 1955. Il s'agit d'un matériau très stable chimiquement et mécaniquement.

[5] Soit « la température enregistrée à proximité d'une ampoule électrique, d'un radiateur ou d'une autre source de chaleur, ou encore à l'intérieur des édifices ou des greniers non ventilés, pendant les chaudes journées d'été. C'est ce qui explique les accidents survenus dans des dépôts de pellicules photographiques » [Williams R. S., 1988a, p. 2].

[6] Ce phénomène autocatalytique est généralement appelé syndrome du vinaigre.

[7] Pour des exemples d'étude de conservation de collections cinématographiques voir Johnsen J.S., Johansen K.B., 2002 ; Smither R., Surowiec C. A., 2002 ; Lavédrine B. et al, 2003.

[8] Cette information mentionnée dans [Robb A., 1995] a été confirmée lors de nos études.

[9] Ces tests sont décrits dans de nombreux documents, par exemple [Lavédrine B., Gandolfo J.-P., Monod S., 2000 ; National Park Service, 1999 ; Fischer M., Robb A., 1993].

[10] La couche de substratum assure l'adhésion de la couche image à son support.

[11] Pour la préparation de la solution à la diphénylamine, voir [Williams R. S., 1988b ;

Lavédrine B., Gandolfo J.-P., Monod S., 2000, p. 38].

[12] Cette échelle est inspirée de la caractérisation des cinq stades d'altération du nitrate de cellulose décrits dans [Lavédrine B., Gandolfo J.-P., Monod S., 2000, p. 41].

[13] *Ibid.* note 12.

[14] Il n'est pas exclu que de nouveaux fonds contenant des nitrates de cellulose soient encore découverts.

[15] Les traitements des négatifs en nitrate de cellulose seront évoqués dans un second article à paraître dans *Support/Tracé* 2006.

[16] L'espérance de vie varie énormément d'un film en nitrate de cellulose à l'autre, en fonction de l'état de dégradation mais aussi d'autres facteurs mal connus, comme la qualité d'origine du polymère.

[17] Sur le calcul de l'espérance de vie, voir [Adelstein P. Z., 2002 ; Bigourdan J.-L., 2002 ; Reilly J., 1993], ainsi que le site de l'IPI : <http://www.imagepermanenceinstitute.org/index.html>

[18] La congélation est complexe car il est très difficile de maintenir une HR très basse à des températures inférieures à zéro. Quelques rares institutions, comme la Corbis-Bettmann Archive Photography Collection [Wilhelm H. *et al*, 2004] ont choisi de baisser la température de leur local à -20°C, tout en maintenant l'HR très basse. Cela est extrêmement coûteux et exige une maintenance sans faille, le moindre problème de décongélation pouvant provoquer de graves dégâts des eaux. Une autre solution, plus répandue dans le cas de fonds de petite et moyenne ampleurs, consiste à utiliser une chambre de congélation avec son HR élevée habituelle et à maintenir les négatifs dans des microenvironnements, emballage hermétique ou armoire, où l'HR est baissée grâce à des absorbeurs d'humidité. Ces solutions présentent l'avantage de réduire les risques de dégât des eaux mais restent très complexes à mettre en œuvre, en particulier la solution de l'emballage hermétique. A ce sujet voir l'expérience des Archives de la Ville de Vancouver [Bigelow S., 2004] ainsi que [McCormick-Goodhart M. H., Wilhelm H., 2004 ; McCormick-Goodhart M., 2003].

[19] Adelstein [2002] montre que la congélation est importante surtout pour les films dégradés.

## Références bibliographiques

P. Z. Adelstein, « Optimizing Nitrate Film Storage ». *Preserve then Show*. Copenhagen : Danish Film Institute, 2002, p. 52-66.

M. Aubert, « The Nitrate Collections of the Archives du Film du CNC, France ». In *This Film is Dangerous, a Celebration of Nitrate Film*. Bruxelles : Fédération Internationale des Archives du Film, 2002, p. 132-135.

J.-L. Bigourdan, « From the Nitrate Experience to New Film Preservation Strategies ». In *This Film is Dangerous, a Celebration of Nitrate Film*. Bruxelles : Fédération Internationale des Archives du Film, 2002, p. 52-73.

J. L. Bigourdan, *Collection de négatifs photographiques noir et blanc de l'Agence Roger-Viollet – Examen et plan de conservation*. Paris : mémoire IFROA, 1993.



S. Bigelow, *Entreposage à froid des photographies aux Archives de la Ville de Vancouver*. Vancouver : Conseil canadien des Archives, 2004, version consultée : [http://www.cdncouncilarchives.ca/f-public\\_free.html](http://www.cdncouncilarchives.ca/f-public_free.html), mars 2005, 40 p.

A. Cartier-Bresson, « Une politique de préservation au service du patrimoine parisien ». In *Collections parisiennes*, n°5, 2000, p. 83-89.

A. Cartier-Bresson, *Rapport sur les collections photographiques de la Direction des Affaires Culturelles de la Ville de Paris*. Paris : rapport ARCP non publié, 1998, 47 p.

Coré, « Dossier conservation et restauration des films », n°13, 2003, p. 4-35.

Décret du 15 avril 1945, Transport des matières dangereuses par voies intérieures, route et fer. Matières solides inflammables n° 41404c – classe IV.1.

M. Edge, « Factors Influencing the Breakdown of Photographic Film : Implications for Archival Storage ». In *Environnement et conservation de l'écrit, de l'image et du son. Actes des deuxièmes journées internationales d'études de l'ARSAG*. Paris : ARSAG, 1994, p. 114-120.

Fédération Internationale des Archives du Film (FIAF), *Handling, Storage and Transport of Cellulose Nitrate Film*. Bruxelles : FIAF, 1992, 20 p.

M. Fischer, A. Robb, « Guidelines for Care and Identification of Film-Base Photographic Materials ». In *Topics in Photographic Conservation*, American Institute for Conservation, Photographic Materials Group, Vol. 5, 1993, p. 117-122.

M. Fischer, *A Short Guide to Film-Base Photographic Materials : Identification, Care and Duplication*. Andover, MA : Northeast Document Conservation Center, version consultée : <http://www.nedcc.org/leaflets/nitrate.htm>, mai 2004, 10 p.

R. Hofmann, « Zur Lagerung, Bearbeitung und Umkopierung von Nitro-Bildnegativen ». In *Rundbrief Fotografie*, Vol. 4, n°3/15, 1995, p. 8-10.

Image Permanence Institute (IPI), *User's Guide of A-D Strips Film Base Deterioration Monitors. The Safe and Accurate Way to Check Film for Vinegar Syndrome*. Rochester : IPI, 2001, version consultée : [www.imagepermanenceinstitute.org/sub\\_pages/adinstr.pdf](http://www.imagepermanenceinstitute.org/sub_pages/adinstr.pdf), août 2005, 17 p.

INRS, *Fiche toxicologique n°133, Monoxyde d'azote et peroxyde d'azote*. 1996.

J. P. Johnsen, R. Erlandsen, A. Aune, « The National Conservation Assessment Survey of Fourteen Photograph Collections in Norway ». In *La conservation : une science en évolution. Bilan et perspectives. Actes des troisièmes journées internationales d'études de l'ARSAG*. Paris : ARSAG, 1997, p. 281-294.

J.S. Johnsen, K.B. Johansen, « Condition Survey and Preservation Strategies at the Danish Film Archive ». In *13th Triennial Meeting Rio de Janeiro, 22-27 September 2002, Icom Committee for Conservation, Preprints Volume II*. Londres : James and James, 2002, p.644-650.

B. Lavédrine, M. Gillet, R. Duverne, M. Aubert, « Evaluation de l'état de conservation d'une collection de films sur support en triacétate de cellulose ». In *Coré*, n°13, 2003, p. 10-14.

B. Lavédrine, J.-P. Gandolfo, S. Monod, *Les collections photographiques. Guide de conservation préventive*. Paris : ARSAG, 2000, 311 p.

Loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Arrêté type du 20 mai 1953 – *Rubrique n°309, Nomenclature des installations classées : dépôts de nitrocellulose*. Rubrique devenue par décret du 7 juillet 1992 *Rubrique n°1450, Installations classées : arrêtés de déclaration et d'autorisation. Solides facilement inflammables*.

A. Louvet, M. Gillet, « Les clichés photographiques sur supports souples : contribution à l'étude de leur stabilité ». In *Les documents graphiques et photographiques. Analyse et conservation. Travaux du centre de recherches sur la conservation des documents graphiques 1994-1998*. Paris : Direction des Archives de France, 1999, p. 109-157.

M. H. McCormick-Goodhart, H. Wilhelm, *On the Cold Storage of Photographic Materials in a Conventional Freezer Using the Critical Moisture Indicator (CMI) Packaging Method*. Grinnel, Iowa : Wilhelm Imaging Research, 2003, version consultée : <http://www.wilhelm-research.com/subzero.html>, mai 2005, 28 p.

M. H. McCormick-Goodhart, H. Wilhelm, « The Design and Operation of a Passive Humidity-Controlled Cold Storage Vault Using Conventional Freezer Technology and Moisture-Sealed Cabinets ». In *Final Program and Proceedings : IS&T Archiving Conference*. San Antonio, Texas : The society for Imaging Science and Technology, 2004, p. 176-192.

National Park Service, « Appendix M : Management of Cellulose Nitrate and Cellulose Ester Film ». In *Museum Handbook, part I*. Washington, D. C. : National Park Service, 1999, version consultée : <http://www.cr.nps.gov./museum/publication/index.htm>, mai 2005, 37 p.

NFPA 40 – *Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Film*. Quincy, Massachusetts : National Fire Protection Association, 2001. Cette norme sera mise à jour en 2006.

Norme ISO 10356 : *Cinematography - Storage and handling of nitrate-base motion-picture films*. 1996

J. Reilly, *IPI Storage Guide for Acetate Film*. Rochester : Image Permanence Institute, 1993, 23 p.

A. Robb, « Identification of Film-Base Photographic Materials : Flow Chart ». In *Topics in Photographic Conservation*, American Institute for Conservation, Photographic Materials Group, Vol. 6, 1995, p. 134-135.

D. Rosais, *Fiche de sécurité n° groupe 41404c, Films cinématographiques – celluloïd (films sur support nitrate de cellulose)*, Centre national de la cinématographie, Archives françaises du film, document interne actualisé en 2005.

D. Rossell, « Exploding Teeth, Unbreakable Sheets, and Continuous Casting : Nitrocellulose, from Guncotton to Early Cinema ». In *This Film is Dangerous, a Celebration of Nitrate Film*. Bruxelles : Fédération Internationale des Archives du Film, 2002, p. 37-51.

R. Smither, C. A. Surowiec (dir.), *This Film is Dangerous, a Celebration of Nitrate Film*. Bruxelles : Fédération Internationale des Archives du Film, 2002, 690 p.

H. Wilhelm, A. C. Hartman, K. Johnston, E. Rijper, T. Benjamin, « High-Security, Sub-Zero Cold Storage for the Permanent Preservation of the Corbis-Bettmann Archive Photography Collection ». In *Final Program and Proceedings : IS&T Archiving Conference*.

San Antonio, Texas : The society for Imaging Science and Technology, 2004, p. 122-127.

R. S. Williams, *Exposition et mise en réserve des objets de musée contenant du nitrate de cellulose*. Ottawa : Notes de l'ICC 15/3, décembre 1988.

R. S. Williams, *Test ponctuel à la diphénylamine pour déceler la présence de nitrate de cellulose dans les objets de musée*. Ottawa : Notes de l'ICC 17/2, décembre 1988.