GERALDINE WOLFF

Le cellulo : procédés techniques, identification et altérations spécifiques

2012-2014

Avec le soutien du Centre National des arts plastiques (CNAP), commission nationale consultative de soutien pour l'étude et la recherche en matière de restauration et de conservation d'œuvres d'art contemporain, octobre 2012.
Institutions partenaires : C2RMF, Cinémathèque française.

Remerciements

Mes remerciements vont en premier lieu à Françoise Lémerige qui m'a ouvert les portes des réserves de la *Cinémathèque Française* alors que j'étais encore étudiante et avec qui je travaille depuis lors à la compréhension et à la mise en valeur de ces documents.

Merci à Nathalie Balcar et Gilles Barabant qui se sont investis pleinement dans cette recherche et m'ont apportés leur soutien et leur expertise dans le domaine des matériaux contemporains.

Merci à Jacques Ayrolles pour l'intérêt qu'il porte à ce travail depuis plusieurs années maintenant.

Merci aux personnes qui ont bien voulu collaborer à ce projet à travers leurs témoignages, notamment Henri Grimault, Lionel Robé, Sébastien Roffat et Rémy Dreyfuss-Deseigne.

Introduction

Le présent rapport constitue l'aboutissement de deux années de recherches concernant les cellulos, ces feuilles de plastique peintes, utilisées dans l'élaboration des dessins animés durant près de soixante ans.
Elles ont été menées en collaboration avec la filière *XXème Art Contemporain* du département restauration du C2RMF ainsi qu'avec le département des *Affiches, Dessins et Matériel Publicitaire* de la Cinémathèque Française qui a mis à disposition un corpus de documents issus de sa collection de dessins d'animation. Le choix du corpus a été réalisé de façon à établir un panorama représentatif des techniques utilisées en Europe entre 1930 et 1980 mais aussi des altérations spécifiques observées sur les documents.
Les principaux films étudiés sont, par ordre chronologique:

- *César chez les gaulois*, René Clément, 1933.
- *La bergère et le ramoneur,* long métrage, Paul Grimault, 1948 (sous-traitance anglaise).
- *La route de la soie*, film publicitaire, Paul Grimault, 1951.
- *Maître coq*, film publicitaire, Paul Grimault, 1951.
- *Jeannot l'intrépide*, long métrage, Jean Image, 1951.
- *Les douze travaux d'Astérix*, Pierre Watrin, 1976.
- *Un éléphant ça trompe énormément*, séquence animée, 1976
- *Les fabuleuses aventures du baron de Münchhausen*, long métrage, Jean Image 1979.
- *Les Maîtres du temps*, long métrage, René Laloux, 1982 (sous-traitance hongroise).
- *Robinson et Cie*, long métrage, Colomba, 1990 (sous-traitance chinoise).

Ce projet de recherche s'articule autour d'un volet scientifique axé sur la caractérisation des matériaux et leurs dégradations. Des analyses[1] ont été effectuées sur le corpus au sein des réserves de La Cinémathèque Française à l'aide d'un spectromètre à transformée de Fourrier puis en laboratoire à partir de micro-prélèvements en IRTF et en chromatographie en phase gazeuse : elles se sont intéressés au support, à la couche picturale ainsi qu'aux efflorescences prélevées à la surface des documents .
Un constat d'état ainsi qu'un glossaire ont été élaborés afin d'offrir des outils adaptés aux spécificités de ces documents. Leur pertinence a été évaluée lors des campagnes d'analyses réalisées in situ.
Au vu des éléments collectés par l'analyse et l'observation des-dits documents, nous avons tenté d'établir des corrélations entre matériaux et altérations.
Cette recherche a enfin été l'occasion de faire le point sur les techniques de conservation-restauration actuelles, à travers une recherche bibliographique ainsi qu'un bilan des recherches en cours dans les principales institutions européennes à vocation cinématographique susceptibles de conserver des documents de production liés au cinéma d'animation.
De précieuses informations nous ont, par ailleurs, été apportées par des chercheurs[2], mais aussi d'anciens professionnels[3] familiers des techniques utilisées.

---

1 les analyses in situ et les prélèvements ont été réalisés durant trois campagnes en janvier et février 2013 et en juin 2014
2 Sébastien Roffat
3 Lionel Robé, technicien du film aux studios *Les Gémeaux* , Paul Grimault

I. Aspects historiques

Du studio....

Le procédé du cellulo a été imaginé en 1914 par deux américains : Earl Hurd et John Bray. Jusque-là l'obtention d'une séquence animée réalisée image par image était longue et fastidieuse puisque l'ensemble de l'action -personnages(s) et décors confondus- devait être redessinée pour chaque image tandis que le procédé du cellulo permettait de ne redessiner que les parties mobiles.

Un brevet (*Hurd-Bray Patent*[4]) déposé en 1915 obligera les utilisateurs à payer des taxes aux studios *Bray* jusqu'à son échéance en 1932, ce qui en limitera l'utilisation. Ce n'est donc qu'à partir des années 30, parallèlement à l'avènement du cinéma sonore, que le studios reprennent cette technique à leur compte et qu'elle deviendra la forme canonique du dessin animé.

Notons que le brevet ne mentionne pas l'utilisation de feuilles en esters de cellulose mais de papiers transparents ainsi que d'un nuancier allant du blanc au noir pour les aplats colorés puisque la couleur n'était pas retranscrite à l'écran.

Cette invention fut complétée par celle de Raoul Barré[5], la règle à ergots, qui permettait de positionner de manière exacte les dessins successifs les uns par rapport aux autres.

La décennie suivante, marquée par plusieurs avancées techniques[6], voit la production s'accélérer. Le dessin animé, principalement des courts-métrages musicaux en couleurs, devient une véritable industrie sur le modèle du taylorisme .

En 1937 Walt Disney réalise *"Blanche-neige et les sept nains" ,* premier dessin animé de long métrage. Ce film rencontrera un immense succès aux États-Unis mais aussi à l'étranger. Durant cette période, les sociétés de production demandent à leurs animateurs de "faire du Disney". De nombreux animateurs visitent les studios afin d'en exporter les techniques.

Des personnalités dissidentes comme les frères Fleischer ("*Betty Boop*") construiront cependant une esthétique en opposition au standards narratifs et formels véhiculés par "le géant du dessin animé".

Après la seconde guerre mondiale, un véritable contre-courant voit le jour, incarné aux États-Unis par les studios UPA (United Production of America) et en Grande-Bretagne par Halas et Bachelor. En France, des films poétiques marqués par l'esprit dada et le surréalisme sont réalisés. Le long métrage *Le roi et l'oiseau,* fruit d'une collaboration entre Paul Grimault et Jacques Prévert, est le film le plus emblématique de cet *âge d'or* du dessin animé hexagonal.

Dans les pays d'Europe de l'est, l'utilisation de ce procédé semble plus marginale. Les animateurs font appel aux papiers découpés, aux marionnettes ainsi qu'à des techniques graphiques dans des réalisations expérimentales aux frontières avec les arts plastiques. L'utilisation de cellulos semble réservée à la réalisation de films dans le cadre de sous-traitances pour les studios américains et japonais. (*Zagreb-films et Bielsko-Biala en Pologne).*

Les années 60 voient éclore plusieurs festivals dédiés au cinéma d'animation (Zagreb, Annecy etc.) ainsi que

---

4 cf. ANNEXE 1, brevet

5 1974, 1932, pionnier de la bande dessinée et de l'animation québécoise.

6 caméra multiplane, rotoscopie

plusieurs structures nationales (ORTF, Office National du Film au Canada, DEFA en Allemagne, studios d'états dans de nombreux pays d'Europe de l'est) destinés à promouvoir ce type de production.
Dans les années 90, l'apparition des nouvelles techniques d'animation se fait au détriment du cellulo qui reste cependant la technique privilégié au Japon qui produit des *media-mix* et inonde le marché international.
Notons enfin que si cette technique s'est révélée indispensable dans le domaine du divertissement elle l'a aussi été dans le domaine du film scientifique, technique et publicitaire. La majorité des studios, de Disney aux Gémeaux, ont en effet produit et réalisé ce type de films.

...aux réserves

Au terme du processus de production, la majorité des cellulos était jetée ou effacée afin d'être réutilisée. Dans certains cas ils étaient emportés par les employés des studios ou vendus, ce qui semble être un moindre mal dans la mesure où nous les retrouvons aujourd'hui dans les collections privées et les ventes aux enchères.
La galerie *Courvoisier*, à San Francisco, commercialise depuis 1940 des cellulos détourés puis collés sur un décor réalisé à l'aérographe. De nombreux sites internet proposent aujourd'hui ce type de documents mais leur authenticité semble discutable.
Certains studios ont malgré tout stocké tout ou partie de leurs documents de production afin d'être réemployés dans une séquence[7] et plus rarement à des fins documentaires (Archives Grimault).
Ces archives sont dans de rares cas devenues des lieux exclusivement dédiés à l'étude, à la conservation et à la mise en valeur de ces fonds.
C'est le cas de l'*Animation Research Library* (Burbank, Californie) qui abrite une collection unique de plusieurs millions de documents constituée par Disney lui-même et qui mène depuis 2009 une collaboration avec le *Getty Research Institut (Los Angeles)* autour des problématiques de conservation.
Le *Deutsches Institut fur Animationsfilm* (DIAF), créé en 1993, regroupe les archives complètes de la DEFA , les studios d'état de l'ex-RDA, soit près de 35 ans de dessin animé. Un corpus de 102 cellulos fait l'objet d'une thèse rédigée par Katherina ; celle-ci s'est penché notamment sur la consolidation de la couche picturale.
La collection du *Musée-château d'Annecy* s'est constituée, quant à elle, sur les bases d'une exposition réalisée en 1956 dans le cadre du festival de Cannes. Les cinéastes des 25 pays participants envoyèrent, à cette occasion des documents de production ayant servis à la réalisation de leurs films. Ce premier embryon de collection a grandi au fil des années, enrichi par les achats et les dons ainsi que par les dévolutions du Centre International du film d'animation (CIFA) et regroupe aujourd'hui près de 4500 documents.
Ces collections restent des exceptions en la matière mais il est évident que de nombreuses institutions à visée cinématographique (cinémathèques, archives audiovisuelles , musées) possèdent de tels documents .
L'annuaire de la FIAF (Fédération Internationale des Archives du Film) pourrait
Ces ensembles ont été constitués sur la base de dons faits par des amateurs de cinéma d'animation ou d'anciens professionnels ayant conservé des documents de production, ainsi que des acquisitions parfois

7 les cellulos ou les décors étaient réemployés dans des scènes similaires.

autour d'un premier embryon de collection; les fonds sont donc très hétérogènes et moins volumineux que dans les collections historiques comme celles de Walt Disney par exemple.

La Cinémathèque Française conserve sous la dénomination de collection "non-film"[8] un ensemble de dessins, peintures, maquettes et découpages lié au cinéma d'animation et en particulier un fonds de cellulos unique en France par la qualité des œuvres et les artistes qu'il réunit (René Clément, Jean Image, Paul Grimault) ce qui en fait une collection de référence en la matière.
Ce fonds a été collecté à partir de 1936 par Henri Langlois[9], co-fondateur de la Cinémathèque dont le cheval de bataille fut la conservation et la mise en valeur des documents de production. Il est, depuis lors, régulièrement enrichi par des dons et des acquisitions parmi lesquels un ensemble de cellulos datés de 1948 pour *La Bergère et le Ramoneur*[10]*, donné récemmement par le BFI à Londres.*
Notons par ailleurs que l'AFCA (l'Association Française du Cinéma d'Animation) et le musée des Arts Décoratifs de Paris constituent d'autres fonds d'importance en France.

8 en opposition aux pellicules projetées
9 1914-1977, fonde en 1938 la FIAF (Fédération Internationale des Archives du Film),
10 don du BFI, British Film Institut à Londres.

II. Aspects techniques

La production des cellulos intervient quasiment au terme de la chaîne de production du film. L'animation du personnage réalisée intégralement au crayon sur papier blanc est reportée à l'endroit de la feuille tandis que les formes ainsi délimitées sont colorées sous forme d'aplats au verso. Le cellulo est ensuite apposé sur un décor avant prise de vue. Il est possible de superposer plusieurs cellulos, notamment lorsqu'une seule partie d'une figure est mobile.

Cellulo et son décors, *Les actualités gauloises, Remise*

Identification des matériaux

L'identification des matériaux vise à apporter des éclaircissements sur les aspects historiques et techniques ainsi qu'à formuler des recommandations spécifiques relatives au conditionnement, au stockage et à l'exposition.

De premières hypothèses concernant les matériaux peuvent être réalisées lors du constat d'état sur la base des éléments historiques et contextuels collectés (donateur-réalisateur) ainsi qu'à partir de l'aspect des matériaux (aspect de surface et dégradations spécifiques).

Les bornes chronologiques de la fabrication des esters de cellulose peuvent être un premier point d'appui pour discriminer les films nitrate et acétate. Des réalisations plus tardives (années 80) indiqueraient en

revanche l'utilisation de polyester ou de PET.
Les films en acétate de cellulose, dont les dégradations sont caractéristiques (odeur de vinaigre, efflorescences) peuvent être assez facilement détectés. Les nitrates ont quant à eux tendance à jaunir.
Ce mode opératoire a cependant des limites notamment lorsque les données historiques sont lacunaires (pas d'attribution) ou lorsque le document est en bon état. Il est, par ailleurs, impossible de distinguer "à l'œil nu" les films en diacétate des films en triacétate de cellulose. Il en va de même pour l'identification des peintures : la matité indiquerait l'usage de gouache tandis qu'une peinture plus brillante l'usage de peinture de type acrylique.
L'usage de tests miniaturisés - Test de Molish, test à l'iodure de potassium - n'a pas été évoqué dans le cadre de cette étude dans la mesure où leur mise en œuvre est délicate et les résultats obtenus pas toujours fiables.
Les méthodes d'analyse non invasives ont été privilégiées en particulier la spectroscopie ATR-FTIR. Cette démarche se justifie d'autant plus qu'il s'agit de caractériser un grand nombre d'échantillons (écailles). Des prélèvements ont cependant été réalisés afin de caractériser les efflorescences observées sur les documents ainsi que les peintures. Ceux-ci ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse.
Le protocole de caractérisation est détaillé dans le rapport rédigé par Nathalie Balcar et Juliette Langlois en annexes.

Le support

Les esters de cellulose - nitrate et acétate - ont été majoritairement utilisés dans la production de supports photographiques et cinématographiques.
Le nitrate de cellulose, fabriqué par Kodak à la fin du 19ème siècle, est utilisé jusque dans les années 1950, période durant laquelle il sera remplacé par les acétates en raison de son inflammabilité.

Ces plastiques "historiques"[11] sont obtenus, comme le papier, à partir de cellulose de bois ou de coton que l'on fait réagir avec différents acides : le nitrate de cellulose est synthétisé par une réaction de nitration de la cellulose par l'acide nitrique; le schéma réactionnel des acétates est sensiblement identique : le diacétate est obtenu par une hydrolyse partielle et le triacétate par une hydrolyse totale de la cellulose par l'acide acétique. D'autres esters de cellulose ont été synthétisés sur le même mode notamment l'acétobutyrate et l'acétopropionate de cellulose.
Le plastifiant le plus couramment utilisé pour la mise en œuvre du nitrate de cellulose est le camphre (Celluloïd ®). Il est remplacé dans les années 1920 par le tricrésylphosphate, qui joue aussi le rôle d'ignifugeant et de stabilisant.
Les acétates sont plastifiés entre autres par le triphénylphosphate (phosphate de triphénile) et les esters de phtalates comme le diméthoxyéthylphtalate.
Les sources bibliographiques indiquent un usage très majoritaire des di et triacétates de cellulose et ce jusque dans les années 90 alors même que d'autres matériaux, comme le polyester et le PET, étaient disponibles.

11 plastiques anciens

Des analyses réalisées dans le cadre de la recherche menée par les ARL et le *Getty Research Institut* sur 200 cellulos des collections identifient principalement le nitrate de cellulose pour les films les plus anciens, les acétates de cellulose et le polyester, à partir des années 90.
Il en est de même des analyses menées sur les documents de la Cinémathèque qui indiquent une présence majoritaire de l'acétate de cellulose plastifiée au triphénilphosphate (TPP) ou au dibutyle phtalate (DBP) et ce jusque dans les années 90. Un seul cellulo en nitrate plastifié au camphre a été caractérisé; il s'agit du film de René Clément : *César chez les gaulois,* datant des années 30.
L'acétate de cellulose plastifiée au phosphate de triphénile ou à la triacétine (triglycéride obtenue par réaction entre le glycérol et l'acide acétique) a par ailleurs été identifiée sur des cellulos contemporains (Folex et Graphigro).

La couche picturale [12]

La viscosité, l'épaisseur et l'homogénéité du film, son adhésivité au substrat, le temps de séchage sont autant de paramètres à prendre en compte pour l'animateur lors des étapes de traçage et de mise en couleur, le moindre défaut dans l'application étant visible à l'écran.

Les sources bibliographiques indiquent l'usage majoritaire de **gouache** des années 20 aux années 80; celles-ci consistent en un mélange de pigments broyés plus ou moins finement, de carbonate de calcium et de gomme arabique dans des proportions variables. A chaque pigment correspond une recette particulière pouvant contenir différents liants et adjuvants destinés à modifier notamment les propriétés rhéologiques : le carbonate de calcium modifie le pouvoir couvrant et la matité des couleurs ; le sirop de sucre, le miel ou de glucose servent de plastifiant, le fiel de bœuf et les colles de poissons (séccotine) augmentent l'adhésivité.
Pour *La bergère et le ramoneur,* les studios Grimault ont utilisé les peintures de la marque *Keep's posters colors* , dont la composition se rapproche des **peintures à l'huile**. Ces peintures étaient conçues pour l'impression d'affiches. Le séchage étant long et superficiel, les cellulos étaient saupoudrés de talc pour accélérer ce dernier, le rouge étant une des couleurs les plus longues à sécher.
Il semblerait que certains studios aient fabriqué eux-mêmes leurs couleurs; Disney disposait en effet d'un laboratoire à cet usage. Dans les années 50, apparaissent sur le marché des produits formulés spécifiquement pour cet usage. Ils commercialisent dans un premier temps des peintures aqueuses puis à partir des années 80 des **peintures de type vinyliques**. Les peintures *Cel-Vinyl Colors* (firme Cartoons Colour Compagny) ont par exemple été utilisées en 1988 pour *Qui veut la peau de Roger Rabbit ? ,* Disney.
Les sources européennes indiquent l'utilisation des peintures *Flashe, Polyflashe* et *Liquitex* chez Lefranc£ Bourgeois; *Plaka* chez Pélican, *Filmpaint* et *Vallejo*, *Schmincke* qui sont des peintures acryliques.
Notons qu'à partir des années 1960, certains studios d'animation ont eu recours à la photocopie (procédé Xerox) afin de reporter directement les dessins des lay-out sur les cellulos.

Les analyses effectuées sur notre corpus corroborent les informations issues de la bibliographie puisque les

12 cette étude s'est focalisée sur les matériaux utilisés en aplats au verso des documents ; les matériaux utilisés pour le tracé n'ont pas fait l'objet d'analyses.

trois principaux types de peintures évoqués ci-dessus ont été caractérisés.
- **Les peintures aqueuses** de type gouache ont été caractérisées dans *Les actualités gauloises*, une publicité pour la margarine *Astra*, la chambre de Pinka, etc.
- La peinture à **l'huile** est présente sur les cellulos récemment entrés dans les collections de L*a bergère et le ramoneur,* ce qui confirme pleinement les informations bibliographiques ainsi que celles transmises par Henri Grimault et dans *Les 12 travaux d'Astérix,* où l'huile est détectée et vraisemblablement en mélange avec une résine végétale.
- les peintures vinyliques et acryliques ont été détectées pour les films aux alentours et postérieurs à 1980 notamment L*es maîtres du temps* de Laloux et *Les aventures du baron Münchhausen* de Jean Image.

Il semblerait que des peintures **alkydes** modifiées en huile aient été employées. Des restrictions doivent cependant être formulées car il pourrait s'agir de peintures à l'huile polluées par les plastifiants ayant migré en surface (ester de phtalates). Notons que les analyses réalisées sur le corpus de la DIAF ont elles aussi permis de caractériser des peintures alkydes. Les même observations concernant la sensibilité de la peinture au plastifiant ayant été formulées.

Le terme de gouachage, utilisé pour qualifier l'étape de mise en couleur, ne correspond manifestement pas à la diversité des matériaux utilisés; les américains ont utilisé, quant à eux, le terme "opaquing "qui semble plus approprié.

III. Altérations

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les fonds contenants des cellulos induisent des problèmes spécifiques liés à leur nature chimique, à leur volumétrie ainsi qu'à l'exploitation et au manque de soin qui leur est apporté.

Des déformations, une fragilisation générale, ainsi qu'une modification de l'aspect du matériau (jaunissement, opacification par formation d'efflorescences) sont les trois dégradations principales du substrat. Celles-ci sont corrélées à des dégradations de la couche picturale (perte d'adhérence, fissuration, écaillage, pertes de matières, diffusion).

Les niveaux d'altérations observés sont divers : certains cellulos sont en bon état de conservation; quelques ondulations caractéristiques sont observées sans que cela ne leur soit préjudiciable. Dans d'autres cas, on observe un état de "ruine": les documents sont cassants, le phénomène d'opacification est étendu à toute la feuille, les lacunes sont nombreuses, la couche picturale parfois totalement lacunaire.

Ces altérations sont déterminées par des facteurs endogènes[13] inhérents à la nature chimique et à la transformation des matériaux mis en œuvre et par des facteurs exogènes liés aux conditions environnementales. Il est d'ailleurs manifeste que les conditions de conservation des documents avant leur arrivée dans les collections et en particulier leur mode de stockage ont une influence déterminante sur les niveaux de dégradation observés.

Les facteurs d'altérations

- **Facteurs endogènes**

La stabilité des cellulosiques dépend en premier lieu de l'origine de la cellulose et des traitements chimiques et physiques qu'elle a subie.

Les films obtenus à partir de linters de coton[14], dont la teneur en cellulose pure est élevée, sont plus stables que les films obtenus à partir de fibres de bois et/ou de déchets de l'industrie textile. La lignine et des hémicelluloses, qui contiennent des groupements chromophores, augmentent leur réactivité ainsi que leur sensibilité à la lumière, en particulier au rayonnement U.V.

Le recours au blanchiment des fibres, réalisé à l'hypochlorite de sodium et de calcium, provoque une diminution notable du degré de polymérisation et confère au matériau un caractère acide.

La présence de sulfates, issus de la synthèse, dans les zones amorphes du polymère conduit à la production d'acide sulfurique qui catalyse les mécanismes d'hydrolyse acide.

L'hydrolyse du triphénylphosphate utilisé comme plastifiant en diphénylphosphate peut amorcer l'hydrolyse du triacétate.

La mise en forme du polymère, réalisée à des température très élevées, peut dégrader le matériau de manière précoce.

---

13 les facteurs et mécanismes de dégradations sont décrits avec précision en annexes

14 l'utilisation de linters de coton pour la fabrication des esters de cellulose est relativement rare.

- ***Les facteurs exogènes***

Conditions environnementales

La température, l'humidité relative, la lumière et la pollution atmosphérique sont à l'instar des matériaux du patrimoine les principaux facteurs de dégradation exogènes des matières plastiques. Ces différents facteurs initient de manière simultanée et concomitante les mécanismes de dégradations physiques et chimiques (photo-oxydation et hydrolyse) responsables des altérations observées sur les documents.
La spécificité de ces collections réside dans la sensibilité des matériaux à ces agent extérieurs, l'importance des effets et la rapidité avec laquelle les matériaux se dégradent si ces conditions environnementales sont insatisfaisantes.

Stockage et conditionnement

Les cellulos n'ayant pas encore été catalogués à ce jour sont restés dans leur "jus" c'est-à-dire tels qu'ils ont été stockés au terme de la réalisation du film, témoignant ainsi des "us et coutumes" en vigueur au sein des studios d'animation.
En règle générale, les documents de production constituent des ensembles très disparates. Ils sont conservés sans distinctions de formats et de techniques dans des boîtes en carton, des classeurs, des enveloppes de type kraft;. On retrouve ainsi au sein d'un même contenant des documents manuscrits (correspondance, notes, scenarii), des coupures de journaux, des story-boards, des model-sheet (recherche de personnages), des décors de fonds, des line-test (ensemble de l'animation réalisée sur papier calque au format) et des cellulos.
Au sein des studios, l'un des modes habituels d'archivage est la liasse. Des "paquets" de trente cellulos environ sont rassemblés; dans certains cas, les *line-test* (papier transparents) sont utilisés comme intercalaires. Ces paquets sont ensuite introduits dans divers contenants (pochettes, cartons, enveloppes, etc...). Le fonds Remise est particulièrement éloquent en la matière : les cellulos ont été introduits sans intercalaires dans des pochettes plastiques scellées sur les côtés à l'aide de scotch. Ces liasses ont ensuite été rangées dans des classeurs. Les altérations observées sur les documents sont irréversibles.

Cellulos conservés dans des pochettes plastiques

Liasse de cellulos et papiers intercalés

Les substances acides et les composés organiques de type formaldéhydes générés par les contenants ou intercalaires utilisés (papiers, cartons, pochettes plastiques) sont transmis aux cellulos et favorisent les réactions d'hydrolyse. Dans le cas présent, cette pollution par contact est accrue puisque les documents eux-même génèrent des produits acides qui catalysent leur dégradation.
On remarque donc que les altérations varient considérablement d'un cellulo à l'autre en fonction des conditions de stockage et ce pour un même film.
Les cellulos montés à la manière des documents graphiques dans des "Marie-louise" ont moins souffert. Si ce type de montage peut occasionner des déformations, il constitue cependant un moindre mal puisqu'il évite l'accumulation des substances dégagées.

Typologie des altérations

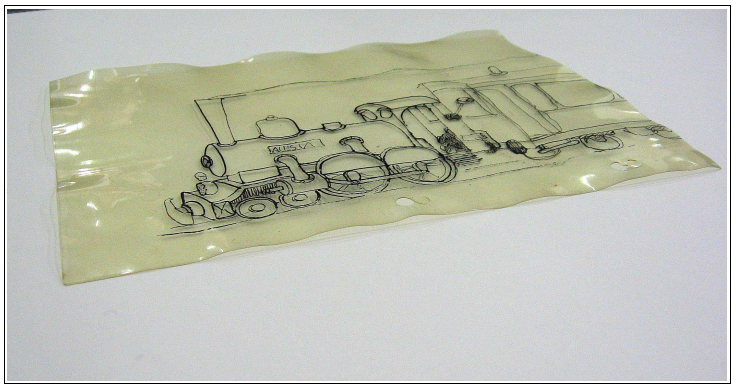
- **Odeur de vinaigre**

Les esters de cellulose sont susceptibles de réagir avec l'eau présente dans l'atmosphère pour former de l'acide acétique. Ce phénomène est connu sous le nom de "syndrome du vinaigre", en raison de l'odeur caractéristique dégagée.
Ce mécanisme de dégradation, appelée hydrolyse, entraîne des coupures de chaînes et par conséquent une diminution de la masse molaire et des propriétés mécaniques.
La réaction est catalysée par les acides, les bases, la présence de sels métalliques et la température du milieu. Les composés acides issus de l'oxydation auront tendance à favoriser la réaction.

- **Jaunissement**

Selon la littérature, le jaunissement des esters de cellulose peut varier d'une coloration jaune pâle à brune qui peut être régulière (étendue à l'ensemble du document) ou limitée à certaines zones, en général le pourtour. Il peut aussi se manifester sous forme de taches. Il traduit, à l'échelle macroscopique, la formation de groupement chromophores - doubles liaisons-.
Le jaunissement peut être provoqué par la lumière, l'oxygène de l'air, l'absorption de vapeurs organiques générées par des matériaux de conditionnement ou par d'autres documents et par le contact avec des substances grasses qui font apparaître des fantômes.
Cette altération est assez peu représentée dans le corpus puisqu'elle n'a été observée que sur deux ensembles.

Jaunissement localisé



Jaunissement généralisé

- **Déformations**

Les déformations - gondolement, formation de cuvettes, retrait - procèdent d'une dégradation chimique du matériau. Ce phénomène est dû à l'hydrolyse du plastique, à la libération de plastifiant ou de solvants résiduels issus de la fabrication.
Les déformations peuvent aussi être engendrées par des tensions générées par la couche picturale ou liées à un montage du document en passe-partout. Adelstein a ainsi mis en évidence par un test de résistance à la traction, la tendance du triacétate à se conformer aux forces qui lui sont appliquées. Un conditionnement inadapté peut donc induire des déformations irréversibles.

- **Efflorescences et opacification**

Efflorescences

Efflorescences, détail

Les efflorescences observées à la surface des films en acétate de cellulose sont dues à une modification des interactions entre la molécule du polymère et le plastifiant (ou tout autre additif mis en œuvre).

La miscibilité d'un composé dans un autre s'explique en effet par l'existence d'interactions de faible énergie au sein de la matière, appelées "interactions de Van der Waals". Les composés liés par le même type d'interaction seront donc miscibles, autrement dit *: « le semblable dissout le semblable ».* La miscibilité du

polymère et du plastifiant relève de ce type d'interactions (soluté / solvant).
Le vieillissement du matériau provoque une transformation chimique (augmentation de la polarité) et morphologique (augmentation de la cristallinité et/ou réticulation) qui aboutit à une modification des paramètres de solubilité originels. L'incompatibilité entre le polymère et le plastifiant qui en résulte conduit à une « séparation de phase » : les deux composés ne sont plus miscibles et l'additif migre à la surface sous forme de d'efflorescences, de dépôts cristallins ou de gouttelettes.

- **Modification des propriétés mécaniques**

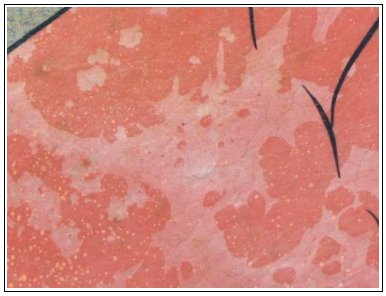
Les modifications moléculaires -ruptures de liaisons covalentes, réticulation- causées par le vieillissement, ainsi que la migration de plastifiant, provoquent une diminution de la flexibilité et une augmentation de la fragilité : le film devient rigide, cassant, voire extrêmement friable; il devient impossible de le manipuler. Cette fragilisation est associée à une opacification du film due à l'apparition et à la multiplication d'efflorescences et conduit à des pertes de matière irréversibles.

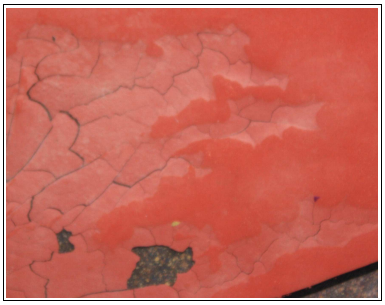
- ***Perte d'adhérence, craquelures et lacunes***

Les altérations qui affectent les aplats colorés sont dues à un ensemble de facteurs et en premier lieu à un défaut d'adhérence originelle entre le substrat et la couche picturale. On sait que les gouacheurs eux-même rencontraient des difficultés lors de l'application de la peinture et qu'ils ont tenté par l'adjonction de fiel de bœuf notamment l'améliorer.
Trois facteurs principaux sont susceptibles de produire ce type de dégradations:
- les propriétés originelles de la peinture (pigment / liant / viscosité / épaisseur /qualité / application etc;) et ses propriétés après vieillissement. Il est évident qu'un matériau comme la gouache a tendance à fissurer et à s'écailler même sur un support plus poreux comme le papier.
- des conditions thermohygrométriques inadaptées ou variables peuvent, à terme, occasionner une fragilisation mécanique et constituent un problème majeur dans le cas des objets constitués de plusieurs strates, comportant des matériaux très hygroscopiques. Les variations dimensionnelles différentes entre le support et la couche picturale qui, étant moins hygroscopique que le film, perd de son adhérence.

- la dégradation du substrat qui peut provoquer mécaniquement le phénomène d'écaillage ou induire une plastification de la peinture par rejet de plastifiant.

L'écaillage se manifeste de manière caractéristique par l'apparition de zones de déplacage entre les deux surfaces; ces zones sont facilement identifiables car elles créent des différences au niveau colorimétrique. A partir de ces zones se créé un réseau de fissures qui se propage ; si les zones de déplacage sont multiples, les lignes des différents réseaux se rejoignent progressivement. On aboutit alors à des lacunes plus ou moins extensives.





- ***Diffusion***

La diffusion se définit par une coloration du support adjacent à une plage colorée. Une humidité relative trop élevée (à partir de 40%) pourrait en être à l'origine. Une plastification de la peinture par migration du plastifiant a par ailleurs été évoquée.

Diffusion

- **Altérations mécaniques**

Ces altérations mécaniques sont de différentes natures :

- Déformations (gondolement, plis, froissures, phénomène de fluage exercé lorsque la matière est

étirée).

- Ruptures de la matière (déchirures).
- Pertes de matières (lacunes, rayures, abrasions en surface).

Elles sont fréquemment associées à une opacification localisée[15] – ou diminution de la translucidité - qui s'explique par une augmentation de la réflexion lumineuse[16].

Il semblerait, par ailleurs, que les zones fragilisées mécaniquement, notamment les zones abrasées, soient plus sensibles aux dégradations chimiques (création de microclimats)[17].

15 l'opacification des zones fragilisées mécaniquement peut aussi être observée sur les papiers transparents.
16 SHASHOUA, 2008,p.154. Ce phénomène est aussi observé sur les papiers transparents.
17 idem.

IV. Conservation

Pourquoi conserver les cellulos? Les collections de documents utilitaires sont délaissé, à la fois intellectuellement et matériellement. Pourquoi ? En raison, tout d'abord, de leur valeur historique et esthétique qui semble assez relative en comparaison à certains chefs d'œuvres. En raison, ensuite de leur matérialité. Comment classifier ces documents ? Sont-ils des documents graphiques (couche picturale) ou des documents audiovisuels (support) ? Faut-il les conserver avec les documents de production qui leur sont associés ou les en séparer ? Il y a quelques années encore, ces documents bénéficiaient de peu d'intérêt de la part des acteurs patrimoniaux, hormis dans le milieu très restreint des amateurs de dessins animés. De ce point de vue, les choses évoluent et un intérêt accru du public oblige les institutions à réinvestir ces questions afin de permettre un meilleur accès à ces collections, à travers une politique de numérisation, de consultation et d'exposition notamment.
La conservation des cellulos se heurte à deux difficultés majeures : la nature composite des documents ainsi que le volume des ensemble traités. Ce sont ces deux aspects que nous avons choisi de développer ici.

Protocole de conservation- restauration

Le choix opéré concernant les protocoles effectués est influencé par plusieurs éléments contextuels :
- Le type et la destination de l'établissement ont un impact sur l'utilisation, la numérisation, la consultation et l'exposition des collections.
- l'environnement géographique du bâtiment et la localisation des réserves dans le bâtiment ont un impact sur les conditions thermohygrométriques du lieu de stockage.
- le volume et la nature des collections, la place des ensembles considérés au sein de ces collections; les fonds sont-ils majoritaires ou minoritaires.
- le niveau de dégradation des documents.
- la valeur du document selon qu'il s'agit d'un cellulo sur décor pour un film prestigieux ou d'un cellulo non identifié.
- les possibilités financières de l'établissement.

Les protocoles destinés à assurer une meilleure conservation de ces collections pourrons donc varier sensiblement en fonction de ces paramètres tout en prenant en considération certains éléments susceptibles de garantir la pérennité des collections.

Conditions thermohygrométriques.

La question des conditions thermohygrométriques dans lesquelles ces documents doivent être conservés est de loin le principal problème auquel sont confrontées les institutions. Un véritable dilemme se pose puisqu'une conservation optimale du support - stockage au froid et encapsulation - engendrerait une altération de la couche picturale par fissuration et écaillage. L'enjeu est par conséquent de trouver un point d'équilibre entre un ralentissement des mécanismes de dégradation du support par hydrolyse et une

préservation des aplats colorés;

En matière de stockage de documents audiovisuels, **l**es prescriptions varient selon la nature du support (nitrate, acétate, PET, papier), le type d'image (couleur – noir et blanc), et la durée estimée de conservation à moyen ou à long terme[18].
Le stockage au froid, entre 0 et 8°C, est recommandé pour les tirages en noir et blanc sur nitrate (norme ISO 10356) et acétate (norme ISO 18911).
Enfin, un stockage à basse température (congélation), entre – 20°C et 0°C est indiqué pour les tirages couleurs et les impressions jet d'encre tous supports confondus (acétate, polyester, papier), ainsi que pour les documents montrant des signes évidents de dégradation (syndrome du vinaigre etc.).
La fourchette d'humidité relative varie entre de 20% à 50 %, en fonction de la température de stockage et du type de support.
Mais que faire dans le cas de collections hétérogènes et de documents composites ?
Le bon sens voudrait que les documents soient rassemblés et stockés selon leur nature, mais cela n'est pas toujours envisageable, pour des raisons de coût - toutes les institutions ne peuvent se doter d'une chambre froide, d'une chambre fraîche etc.- et surtout parce qu'il n'est pas toujours souhaitable de séparer des documents qui constituent des ensembles.
La norme ISO 18934[19] préconise, dans le cas de collections hétérogènes, un stockage à une température située entre 0°C et 8°C avec une humidité relative comprise entre 30 et 50% et insiste sur l'importance de garantir la stabilité hygrométrique du lieu de stockage.

Aux ARL ont a privilégié un stockage des documents correspondant aux préconisations établies pour les documents graphiques, à savoir une température comprise entre 16 et 18°C et une humidité relative autour de 50%, afin de préserver la couche picturale. Il en est de même dans de nombreuses institutions.

Conditionnement

Le reconditionnement systématique des cellulos constitue la mesure la plus simple et la plus efficace en terme de conservation à long terme, surtout lorsque les conditions climatiques laissent à désirer.

- Nature des matériaux utilisés pour le conditionnement

Les matériaux de contact (pochettes, enveloppes, boîtes) constituent une protection contre la poussière, l'abrasion, les manipulations maladroites et permet d'éviter les contacts entre les documents.
Les papiers et films utilisés à cet usage doivent être inertes chimiquement et répondre à un certain nombre de caractéristiques physiques (non-abrasif, non-électrostatiques) et mécaniques (résistance à la pliures, à la déchirure, à l'élongation etc..) afin de garantir des conditions de conservation optimales. Ils peuvent, si tel n'est pas le cas, être à l'origine de dégradations importantes (émanations nocives, migration de plastifiants

18 Selon la norme ISO18934 :2006,un stockage à moyen terme correspond à des conditions thermohygrométriques permettant de conserver le document pendant au moins dix ans ; un stockage à long terme pendant plus de cent ans.
19 ISO 18934 : 2006 *« Archives multimedia – Environnement de stockage. »*

etc..).
Les conditions thermohygrométriques du lieu de stockage, la nature et le format du document, ainsi que la fréquence des consultations font partie des critères à prendre en compte lors du choix d'un contenant.
En outre, un matériau peut être inerte chimiquement mais représenter un danger pour certains types de documents.
Pour plus de détails concernant ces prescriptions, on se référera aux normes internationales ISO 18902 :2007*. Matériaux pour image – Matériaux pour image après traitement – Albums, cadrage et matériaux d'archivage.»* et passer avec succès le Photo Activity Test (*Norme ISO18916 :2007 «Matériaux pour l'image -- Matériaux pour l'image traités -- Essai d'activité photographique pour les matériaux de fermeture ».*

- *Création de microclimats.*

La création d'un microclimat permet de contrôler l'environnement immédiat des documents à l'échelle d'une pièce, d'un meuble, ou d'un contenant secondaire (boîte de rangement, pochette).
Le recours au charbon actif ainsi qu'aux zéolithes favorise la stabilisation du climat en absorbant les substances responsables de la dégradation des matériaux présentes dans l'atmosphère ou générées par les documents eux-mêmes.
Ces composés, du fait de leur importante surface spécifique, possèdent une capacité d'absorption élevée, qui rend leur usage en conservation-restauration très intéressant.
Leur action étant spécifique, il est possible de les utiliser simultanément afin de combiner leurs propriétés, à l'instar des produits Microchamber® qui associent une couche de papier sans acide avec réserve alcaline et un système d'absorption (Système A ou B) alliant tamis moléculaire (zéolithes) et charbon actif. Leur usage est recommandé pour l'archivage des collections photographiques et en particulier des acétates de cellulose.

A la Cinémathèque Française

Les choix relatifs à la politique de conservation des cellulos à la Cinémathèque Française tiennent compte des facteurs contextuels décrits précédemment ainsi que des impératifs liés aux conditions de stockage et procède d'une réflexion collégiale (restaurateur -responsables des collections - administrations - ingénieurs) mettant en perspective ces différents éléments.

Voici une liste des principaux éléments pris en compte :

- La cinémathèque Française désire par le biais de la numérisation, de la consultation, du prêt et de l'organisation d'expositions, mettre en valeur ses collections, y compris les cellulos.
- Les réserves de la Cinémathèque sont externalisées dans un bâtiment qu garantit des conditions thermohygrométriques stables correspondant aux normes en vigueur pour les documents graphiques (20°C-40%HR). Ces réserves abritant les collections hors-films, le papier y est majoritaire.

- Le volume de cellulos au regard de l'ensemble des collections est assez faible
- D'un point de vue général le fonds est un bon état ; certains documents sont cependant dans un état de dégradation avancé.
- De nombreux cellulos appartenant à cet ensemble ont été identifiés

Ainsi plusieurs mesures ont été prises en tenant compte de ces différentes demandes et objectifs:
Un suivi régulier des collections est effectué à travers la rédaction de constats d'état.
Les cellulos ont été séparés des autres documents de production, à l'exception des décors de fonds. Ceux-ci sont rassemblés dans un meuble à plan et une armoire prévus à cet effet.
Un reconditionnement systématique du fonds tenant compte des spécificités de chaque ensemble a été entrepris ainsi les cellulos isolés et/ou associés originellement à des décors sont conservés dans des pochette de type « Carton-Mylar» faisant appel à la technologie Microchamber® telle que décrite précédemment. Un système de rehausse permet d'éviter une pression trop importante sur les documents. Ces pochettes ont été conçues de façon de façon à accéder directement au document sans trop le manipuler. Les cellulos qui se présentent sous forme de liasses sont pour leur part reconditionnés un à un dans des pochettes simples en papier neutre de type conservation.

Conclusion

Les objectifs de cette recherche étaient de permettre une connaissance plus approfondie des matériaux utilisés dans les studios d'animation en Europe, de mettre en lumière certaines altérations spécifiques et d'offrir aux institutions concernées des outils leurs permettant de mieux caractériser ces fonds.
Ce travail a été en partie réalisé; les analyses réalisés in situ ainsi qu'au C2RMF nous ont permis de caractériser trois grands types de peintures utilisées principalement sur les acétates de cellulose. Certaines difficultés liées aux méthodes d'analyses elles-mêmes ont laissé quelques éléments en suspens concernant notamment l'utilisation de peintures alkyde ou la présence de caséine dans les peintures aqueuses, mais les avancées sont notables.
Un constat d'état répondant aux spécificités de ces fonds a par ailleurs été élaboré en tenant compte des altérations observées sur les documents.

Bibliographie relative aux documents audiovisuels

ADELSTEIN, P. Z., GRAY, G.G., BURNHAM, J. M., Manufacture and Physical Properties of Films, Papers and Plates. *Nebelette's Handbook of Photography and Reprography*, Van Nostrand Reinhold, 1977: p.127-147.

ADYE, L., Small-scale storage of cellulose nitrate negatives at Walsall Local History Centre. *Paper conservation news*, 1998, **88**: p. 10-12.

AGASSANT, J.F, HINAULT, R., Les bases du procédé de calandrage. *Techniques de l'Ingénieur - Traité Plastiques et Composites*, 2001 : **AM 3 663**.

ALBRIGHT, G., Storage Enclosure for Photographic Materials. Technical Leaflet: Storage and handling.Northeast Document Conservation Center, Juillet2002, consultable en ligne : **http://www.nedcc.org/resources/leaflets/4Storage_and_Handling/11StorageEnclosures.php** .

ALLEN, N.S., EDGE, M., JEWITT, T.S., HORIE, C.V., Degradation and stabilization of cellulose triacetate base motion picture films. *Journal of Imaging Science and Technology*, Springfield. 1992. **36** (1): p. 4-12.

AUBIER, D., BLENGINO, J.M., BRANDT, A. C., SILVIE, N., Degradation caused by cellulose diacetate: analysis and proposals for conservation treatment. *Restaurator*, 1996. **17** (2): p.130-143.

BARBAGALLO, R., Mikey, Donald, Goofy & Pluto: what's breaking up that old gang of mine? A quantitative look at the "cel" art created for Walt Disney's animated films and its deterioration process. *Topics in photographic preservation*, 1995: p.98-105.

BARD, C.C., LEE, W. E., The Stability of Kodak Professional Motion-Picture Film Bases .*SMPTE Journal*, NY, 1988, 97 **(11)**: p. 911-914.

BIGOURDAN, J.L., ADELSTEIN, P. Z., REILLY, J. M., Use of microenvironments for the preservation of cellulose triacetate photographic film. *Journal of Imaging Science and Technology*. 1998, **42** (2), p:155-162.

CALHOUM, J.M., LEISTER, D.A., Effect of Gelatin Layers on the Dimensional Stability of Photographic Film. *Photographic Science and Engineering*, Springfield, VA,1959,**3**(1).

DAFFNER, L.A., Survey of cool and cold storage facilities for fine art photograph collections .*Topics in photographic preservation*, American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works, Washington, 2003. **(10)**: p.151-161

DERRICK, M., DANIEL, V., PARKER, A., Evaluation of storage and display conditions for cellulose nitrate objects. *Preventive conservation: practice, theory and research*. Preprints of the contributions to the Ottawa Congress, 12-16 September 1994 London ,1994 : p.207 – 211.

GREEN, L.; BRADLEY, S., Investigation into the deterioration and stabilization of the nitrocellulose in the museum collections. *Preprints of contributions to the Modern Organic Materials Meeting*. Edinburgh, 14-15 April, 1988, Scottish Society for Conservation and Restoration Scotland, 1988: p. 81-95

HEUMAN, J., PULLEN, D., Cellulose acetate deterioration in the sculptures of Naum Gabo. *Preprints of contributions to the Modern Organic Materials Meeting*. Edinburgh, 14-15 April, 1988, Society for Conservation and Restoration, Edinburgh. 1988 : p. 57-66.

ICE, P. D. F., Use of Micro-Environments for the Preservation of Cellulose Triacetate Photographic Film

LAVEDRINE, B., GANDOLFO, J. P., MONOD, S., *Les collections photographiques: guide de conservation préventive*, Arsag, 2000.

LAVEDRINE, B., LEROY, M., GILLET, M., Stockage des photographies dans un congélateur ménager. *Support – Tracé*. 2001 **(1):** p.27–31.

LAVEDRINE, B., Les pochettes d'archivage des photographies : rôle de la réserve alcaline. Nouvelles de l'Arsag, Paris, 1998 : p.18-20.

LEE, W. E.; BARD, C., The Stability of Kodak Professional Motion-Picture Film Bases. *SMPTE Journal*, Scarsdale, NY, 1988 : p.911-914

LEGONG, K., *The Film Preservation Guide : The Basics for Archives, Libraries, and Museums*.

McCABE, C., *Coatings on photographs: materials, techniques and conservation*. American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works. Photographic Materials Group, 2005: 384 p.

McCORMICK-GOODHART,M., Methods for creating cold storage environments. *Care of Photographic Moving Image & Sound Collections*, 1999: 5 p

MEYER, M.P, READ, P., *Restoration of motion picture film*, Series in conservation and museology : Butterworth Heinemann, Oxford. 2000 : 359 p.

MYRBAKK, G. K., Conservation and cold storage: forever? *International Preservation News*, 2003. (**30)** : p.10-19.

REILLY, J. A., Celluloid objects: their chemistry and preservation. *Journal of the American Institute for Conservation*, 1991, **30** (2): p.145-162.

SHASHOUA, Y., Modern Plastics: Do They Suffer from the Cold?. *Modern art, new museums: contributions to the IIC Bilbao Congress* 13-17 September 2004, London, 2004: p. 91-95.

SHASHOUA, Y., Storing plastics in the cold: more harm than good?. *ICOM Committee for conservation triennial meeting (14th)*, The Hague, 12-16 September 2005, preprints James & James: London. 2005: p. 358-364.

SIRKIS, L.S., *The history, deterioration and conservation of cellulose nitrate and other early plastic products*, University of London. Institute of Archaeology, 1982.

TUMOSA, C.; MECKLENBURG, M. ; Mc CORMICK-GOODHART, M.H. ; The physical properties of photographic film polymers subjected to cold storage environments. *Historic textiles, papers, and polymers in musems.* ACS Symposium series, American Chemical Society, 2001 : p. 136-144.

Bibliographie relative aux cellulos

BARBAGALLO, R., Mikey, Donald, Goofy & Pluto: what's breaking up that old gang of mine? A quantitative look at the "cel" art created for Walt Disney's animated films and its deterioration process. *Topics in photographic preservation*, 1995: p.98-105.

CAMPBELL, T., An introduction to the forms and materials used in animation art. *WAAC newsletter*. 2000, 22 **(3)** : p.13-17.

WITKOWSKI, L. A., The animation cel: structure and conservation. *Art Conservation Training Programs Conferenc*e, May 1-3, 1983, Department of Conservation of Historic and Artistic Works State University of New York College at Buffalo, New York. 1984: p.73-80.

J. R. BRAY.

PROCESS OF AND ARTICLES FOR PRODUCING MOVING PICTURES.

APPLICATION FILED JAN. 9, 1914.

1,107,193. Patented Aug. 11, 1914.

3 SHEETS—SHEET 1.

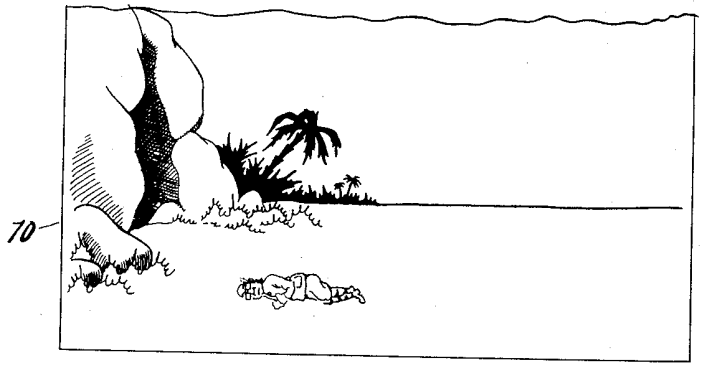


Fig. 1

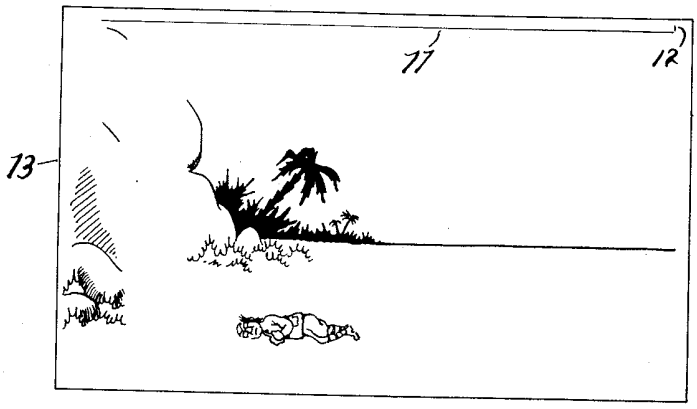


Fig. 2

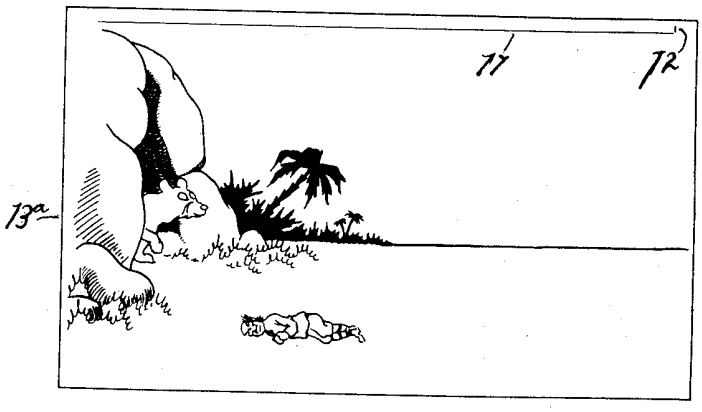


Fig. 3

WITNESSES:

E. Coltrane

James D. Brown.

INVENTOR

John R. Bray

BY

C. W. Fairbank

ATTORNEY

J. R. BRAY.

PROCESS OF AND ARTICLES FOR PRODUCING MOVING PICTURES.

APPLICATION FILED JAN. 9, 1914.

1,107,193. Patented Aug. 11, 1914.

3 SHEETS—SHEET 2.

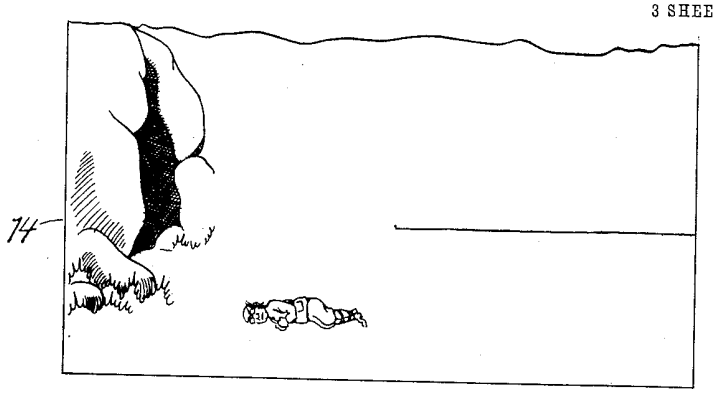


Fig. 4

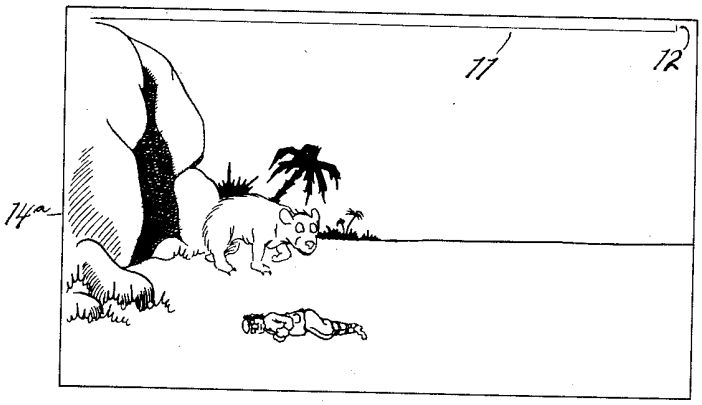


Fig. 5

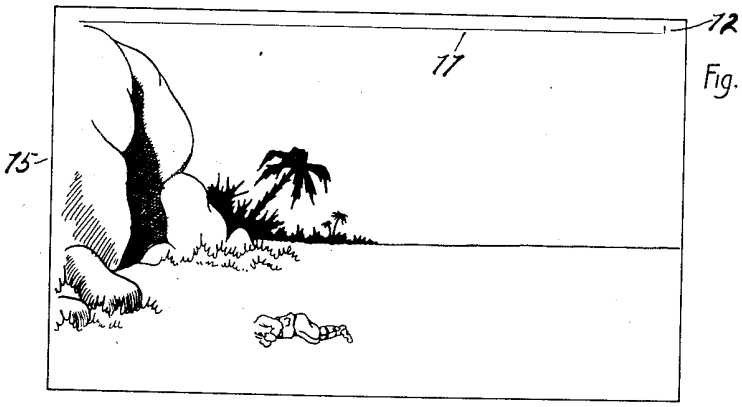


Fig. 6

WITNESSES:

E. Cothran

James D. Brown

INVENTOR

John R. Bray

BY

C. W. Fairbank

ATTORNEY

J. R. BRAY.

PROCESS OF AND ARTICLES FOR PRODUCING MOVING PICTURES.

APPLICATION FILED JAN. 9, 1914.

1,107,193. Patented Aug. 11, 1914.

3 SHEETS—SHEET 3.

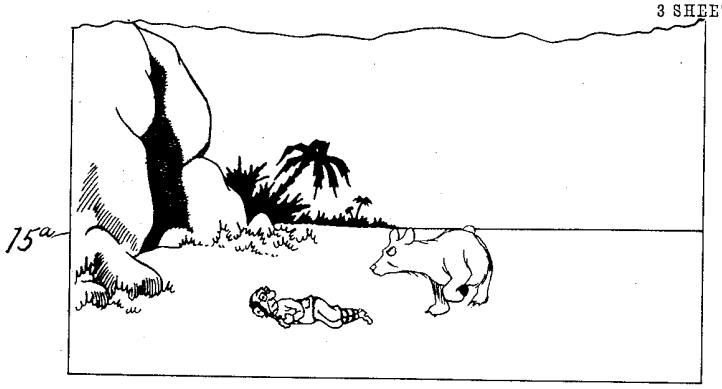


Fig. 7

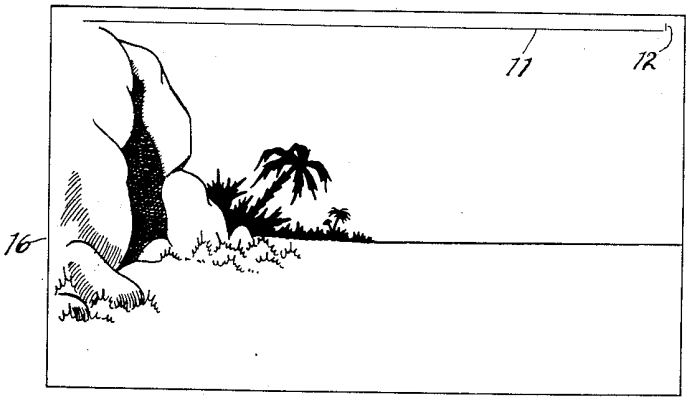


Fig. 8

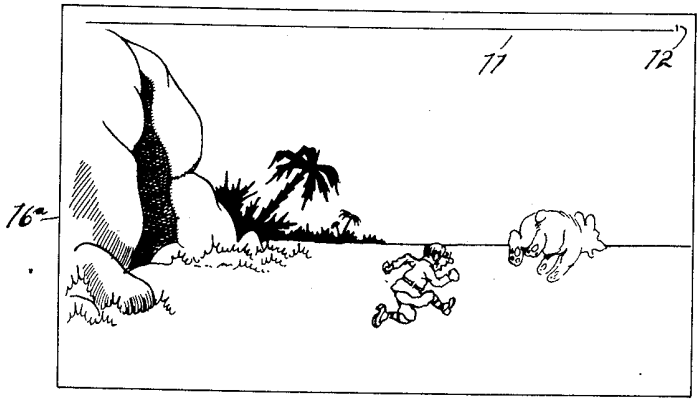


Fig. 9

WITNESSES:

E. Coltrain

James D. Brown

INVENTOR

John R. Bray

BY

C. M. Fairbanks

ATTORNEY

UNITED STATES PATENT OFFICE.

JOHN RANDOLPH BRAY, OF NEW YORK, N. Y.

PROCESS OF AND ARTICLES FOR PRODUCING MOVING PICTURES.

1,107,193. Specification of Letters Patent. Patented Aug. 11, 1914.

Application filed January 9, 1914. Serial No. 811,165.

To all whom it may concern:

Be it known that I, JOHN RANDOLPH BRAY, a citizen of the United States and resident of New York city, in the county of New York and State of New York, have invented certain new and useful Improvements in Processes of and Articles for Producing Moving Pictures, of which the following is a specification.

By means of my invention I am able to produce on a commercially practical scale a kind of moving pictures which may be designated as animated cartoons to distinguish them from the ordinary moving pictures. In the usual method, the object photographed is in motion and the exposures are made on the film or other sensitized surface with such rapidity that each successive picture shows the object in a slightly advanced position from that which it occupied in the last preceding picture. As a part of my improved process I do not photograph an object in motion but photograph in succession a series of pictures or drawings which show the object, the successive pictures illustrating the successive positions which the object would take if it were in motion. By rapidly projecting on a screen the photographs of these drawings, the persons, animals, or other objects appear to move in the same manner as they do in the ordinary moving pictures. These animated cartoons differ from the ordinary moving pictures, in that as the drawings may be made from imagination rather than from life, the persons, animals, inanimate objects or the like, may be represented as performing acts and assuming positions and expressions which would be impossible in reality and which may be made extremely amusing and entertaining.

The main portion of my invention resides in the steps which I have invented to facilitate the rapid and inexpensive production of a large number of pictures of a series, all of the pictures for one scene showing the same setting or background in whole or in part and successive pictures showing the same movable object in slightly different positions in successive pictures. The differences in the position of the object as shown on successive drawings must be comparatively slight and be of the proper character, so that when the pictures are photographed in succession with a moving picture camera, and the resulting film is used in a projector, the object appearing in the picture on the screen will seem to move about from place to place and assume various expressions and positions in a natural and characteristic manner. This requires the making of hundreds or even thousands of pictures to be photographed. The reducing to a minimum of the labor and cost involved in the making of these pictures or drawings is an important result secured by my invention.

My improved process does not involve any change in the photographic process of making the film, or in projecting of the picture on the screen from the film. Many of the important features of my invention are involved in the producing of the drawings and in making the film therefrom but some of these may be modified in certain particulars and various changes will readily suggest themselves in regard to the details of the successive steps and which will not depart from the spirit of my invention. I will now describe one way in which my improved process may be carried out.

After deciding upon the desired scene, room, grouping of stationary objects, or other setting which the artist desires to have as the background of the picture, he makes a drawing of said background on any suitable sheet material. He then reproduces by some printing process, a large number of copies of said background on thin translucent material, and preferably on a material commonly known as tracing paper. By the term "translucent," I mean to include any and all sheet material which under the actual conditions of use will permit lines, marks, or representations of objects on one sheet to be seen through the superposed sheet sufficiently, clearly for the purpose set forth. Although other processes might be employed I find that by making an ordinary zinc etching of the original drawing the desired copies may be produced economically and of a character well suited to the work to be done on them. On the original sheet with the drawings was placed a guide line or certain guide marks which are reproduced on all of the copies, but outside of the limits of the picture proper. The function and character of these guide marks will be more fully set forth hereinafter.

After obtaining by a printing process the desired number of copies, on tracing paper, of the background which is to constitute a

portion of the complete picture, the artist draws on each printed copy the objects which it is desired to represent as moving. On one sheet the object would be represented in one position, on the next sheet it would be represented in a slightly different position, while on a third it would be in a still different position. By the term "object" as used throughout this specification and the appended claims, I wish to include not only persons, animals, trees, flowers, and inanimate bodies, but also any and all other objects which it is desired to represent as moving or in any way changing position or appearance. By the term "setting" or "background", I desire to include not only the street, building, walls, trees and the like which would ordinarily appear stationary in moving pictures, but I also desire to include movable objects or parts of objects which for a considerable portion of the time period of the picture do not change their appearance or position. Thus if a man or an animal is to occupy a position in the foreground of the picture and remain stationary during the entire or a considerable portion of the time interval of the picture it may be considered as a part of the setting or background as I have used such terms in this application.

Ordinarily in carrying out my improved process the background would be printed in black and the moving objects would be drawn also with black ink or paint, as colors on the drawing would not be reproduced in the film but variation in the tone of the picture might be secured not only by using inks of different shade but also by using different colored inks.

If desired the movable objects may be shown in solid black in which case they may be drawn in on the tracing paper directly over parts of the background if the latter be in outline, and no erasure of the background will be necessary. If portions of the background be in solid and the movable object be also shown in solid black, the position of the object in front of the solid black portion of the background may be clearly indicated by erasing or otherwise removing the ink along narrow lines to bring out merely the outline of the movable object. The same may be done in indicating the position of one portion of a movable object in front of another, for instance if the movable object be a man and he be represented swinging his arm across in front of his own body, the outline of the arm in its different positions may be shown by narrow white lines across the body. By showing the moving objects in solid black, and the background in outline a great deal of time and labor is saved in the production of the drawings as practically no erasures will have to be made.

The use of tracing paper or other transparent sheet material, upon which to make the drawings is of great importance in the carrying out of my invention. After one drawing with its printed background and printed guide line has been made and the object has been drawn thereon in the initial position, a second sheet with its printed background and guide line may be superposed upon the first and due to the transparency of the material the guide lines may be brought into registry. This will insure the proper registry of the entire background. The artist may now proceed to draw the object in the second position on the second sheet. As he can see it in its initial position through the second sheet, he can very easily and accurately secure the proper proportions and appearance to the object on the second sheet and can also secure the exact desired difference in position. In some cases it may be desired to represent only a portion of the object as moving, as for instance, a man swinging his arm or turning his head in which case the man may be accurately traced except the arm or head, as the case may be, and the latter may be drawn in so as to get a natural and realistic movement. The artist may only sketch in in pencil the portions which actually change position or expression in successive pictures while the portions which do not move through a series of several pictures may be traced by assistants or copyists. The use of transparent material thus not only facilitates the securing of perfect registry but also insures the maintenance of the proper proportions, the change of the desired extent between successive pictures and the imparting of realistic and natural movements. The use of thin tracing paper has the further advantage in that it is very flexible and the artist by holding the sheets representing an object in successive positions, firmly together along one edge and rapidly turning or moving the sheets may gain a fair idea as to how the picture will appear on the screen and can therefore determine whether or not the movement of the object will appear smooth and natural or whether it will be awkward or jerky.

I have found by experience that most inks are unsuitable for use on tracing paper where it is desired to show an object in solid black or in wash shading. The ordinary liquid carriers for the pigments of inks will when the ink dries leave the paper stretched or wrinkled and the wrinkles or irregularities may show on the screen after the drawings have been photographed. I have discovered that drawings in solid black or in wash shading may be made on the thinnest tracing paper by the use of an ink having turpentine as the carrier of the pigment and the use of such ink with such thin tracing

paper for representation of objects in solid color is an important feature of my invention.

A further important feature of my invention involves certain steps which I have invented whereby I may show any of the moving objects in outline or light wash shading without necessitating the erasing of portions of the background. Briefly this involves the printing of different groups of the sheets showing the background but with different portions of the background blocked out or left blank in the different groups.

In many scenes the background or setting may be such that it is desired to draw the objects in outline in front of portions of the background in solid color or outline and in such cases I not only print a number of copies of the complete background, but also print a number of groups of copies, each group having a portion of the background blocked out or left blank. I may do this by covering a portion of the printing plate with a thin piece of paper during the printing operation so that this portion of the plate will not print on the sheet of tracing paper upon which the balance of the background is being printed. I may keep one portion of the background covered up while printing a group of several hundred copies and may then cover an additional portion of the background or cover up another portion and uncover the portion first referred to. If an object is to remain stationary during a portion of the scene and then move I may include the object as a part of the background and after printing a large number of copies I may cover up this object and print a second group with the object blocked out. Also if during a portion of the action it is desired that only a portion of the object move this portion may be blocked out on certain of the copies. By blocking out these portions of the background or portions of an object forming a part of the background, the artist may draw by hand in the blank spaces an object in different positions on different sheets without necessitating the erasing of background. After the object has been sketched in in its proper position, the remaining portion of the background adjacent to the object may be filled in up to the object by tracing directly from a sheet showing the complete background. In this way I am able to reduce to a minimum the amount of work actually required in producing a great number of pictures making up a series, no two pictures being exactly the same and the difference between successive pictures being only in regard to the size, position, expression or appearance of some object or objects.

After the series of pictures has been completed I proceed to photograph them successively by means of an ordinary moving picture camera, although preferably I modify the camera by introducing such speed reducing gearing that for each film advancement and exposure, there will be a comparatively large crank movement. For instance the gearing may be such that a complete rotation of the crank is necessary for each picture taking operation.

The pictures are placed one at a time, on a suitable support, properly positioned in respect to the camera, and one or more exposures made for each picture. The guide lines or guide marks above referred to play an important part in connection with the photographing operation as does also the fact that the pictures are drawn on transparent material. The support is provided with guide lines or marks corresponding to those of the picture and as each sheet is placed on the support the lines or marks on the latter are visible through the paper so that the sheet may be easily adjusted until its guide lines or marks are in perfect registry with those on the support. This positively insures the steadiness of the picture when the film is employed in a projection apparatus and the picture is thrown on a screen.

An important feature of my invention involves the method employed for controlling the speed of action in the picture. With the ordinary moving pictures the speed of action is controlled primarily by the rapidity of movement of the object photographed, although the rapidity at which the exposures are made in the camera and the rapidity with which successive pictures are thrown on the screen may be varied. In my improved process I control the rapidity of action in the picture primarily by varying the number of exposures for different pictures, for instance if the scene requires an object to move first rapidly then slowly, and then stop for an instant, the pictures representing the object during the first portion of its course might be given only a single exposure or only a very few exposures. To represent the object as moving more slowly each picture would be given a larger number of exposures and to represent the object as coming to a dead stop a still larger number of exposures would be given dependent upon the time which it is desired to represent the object as remaining at rest. If the pictures are projected on the screen at the rate of sixteen a second, and it is desired to represent an object as remaining at rest for two seconds the picture showing the object in that position would be given thirty-two exposures.

Merely as an example of a series of pictures which may be made and of certain of the different steps in the process, I have shown certain pictures in the accompanying drawings to which reference is to be had.

In these drawings: Figure 1 shows a sheet as printed with the complete background including an object which at one stage of the scene it is desired to have move; Fig. 2 shows a second sheet forming one of a group, printed from the same plate, but with one portion blocked out; Fig. 3 shows the sheet printed as in Fig. 2 but with an object and the adjacent portion of the background filled in by hand; Fig. 4 shows a third sheet forming one of another group, printed from the same plate as Figs. 1 and 2, but with a different portion of the background blocked out; Fig. 5 shows a sheet printed as in Fig. 4 but with an object and the adjacent portion of the background filled in by hand; Fig. 6 shows a sheet forming one of another group, printed from the same plate as Fig. 1, but with a portion of an object in the foreground blocked out; Fig. 7 shows a sheet printed as in Fig. 6 but with a portion of the object drawn in by hand in a different position; Fig. 8 shows a sheet forming one of another group, printed from the same plate as Fig. 1, but with an object in the foreground entirely blocked out; and Fig. 9 shows a sheet printed as in Fig. 8 but with the object filled in by hand in a different position.

The particular scene shown in the drawing of course forms no portion of my invention as such scene may be varied to any extent within the scope of the artist's imagination.

In Fig. 1, I have shown a setting which might be employed to depict a scene in which a man while guarding the entrance to a cave goes to sleep and while asleep an animal emerges from the cave and wakes up the man, who then while lying on the ground, turns and twists his head to watch the animal. The plot may be elaborated to represent the animal going through various motions and antics which may be made very amusing. The original drawing from which the zinc etching would be made would show the cave, the trees in the distance, and the man asleep near the cave. From this plate a large number of copies 10 would be printed as shown in Fig. 1, each copy being printed on thin transparent paper, and each with the guide line 11 closely adjacent the upper edge thereof. It will be noted that the guide line at one end has an upturned end 12, so that the lines may be brought into proper registry in two directions. Any other suitable form of guide lines or guide marks may be employed in place of the guide lines 11 and 12. In some series of pictures a portion of the background may be used as the guide line, or guide mark, but preferably separate lines or marks are employed as indicated in the drawings, and these are positioned closely adjacent to the edge of the paper, so that when the picture is photographed, the guide lines or marks will be outside of the field of vision.

A portion of the printed plate is now covered and a second set of copies 13 are printed as shown in Fig. 2, in which it will be noted that the cave entrance does not appear. Upon these sheets the artist would draw an animal emerging from the cave, different pictures showing the animal in different stages of exit. In drawing the animal the sheet would be superposed upon one showing the complete cave entrance so that the artist could show the animal in proper position in respect to the entrance.

In Fig. 3 I have shown a sheet 13ª forming one of such a series of pictures in which the artist has shown the animal and has drawn in the portion of the cave entrance not concealed by said animal. This completing of the cave entrance or background would be done by tracing directly from a copy in which the cave entrance is shown complete. As it is desired to represent the animal as moving along a third set of copies could be printed from the same original plate but with both the cave entrance and the trees blocked out and a fourth set 14 with the trees blocked out as shown in Fig. 4. Upon these pictures the animal would be drawn, in its successive positions as it walks along and in each the background would be filled in.

It is desired to block out the least possible amount of background for each picture as the portions of the background not concealed by the animal must be filled in by hand. At the same time the printing operation is simplified by making as few such groups as possible. The number of groups of pictures with different portions blocked out and the size of the blocked out portion will of course vary widely and in accordance with the scene depicted.

In Fig. 5 I have shown a sheet 14ª forming one of the sheets 14 printed as in Fig. 4 and after the artist has completed his work thereon.

Assuming that the action required the man which has been shown asleep in the foreground in the first of the series of pictures to now awaken, and first only move his head, a series of sheets 15 would be printed with the head of the man blocked out as shown in Fig. 6. On each of the sheets in this series the artist would draw in the head in different positions to represent the man as raising his head and turning it around to watch the animal which emerged from the cave.

In Fig. 7 I have shown a sheet 15ª made from one of the sheets 15 and after being completed by the artist. If the scene requires the man to now arise and move a series of sheets 16 would be printed as in Fig. 8 with the man entirely blocked out.

On each of these the artist would draw the man in the desired position.

In Fig. 9 I have shown a sheet 16[a] after completion and made from a sheet 16.

Of course when only a very slight amount of the background comes behind the object, it is often easier to make the necessary erasure than it is to have a separate group of sheets printed with that portion of the background blocked out. For instance in Fig. 9 it will be noted that a portion of the sky-line is concealed by the animal, and before drawing the animal on a sheet similar to that shown in Fig. 8, a portion of the sky-line had to be erased, but this involved the erasure of only a single short line.

In some scenes the movable object may be one that does not change its appearance, but only its position and in such cases, I may avoid the necessity of making a large series of separate pictures by cutting out a dummy to represent the movable object and by photographing the sheets with this dummy in a series of separate successive positions the desired effect may be obtained. This also has the advantage in that it may be done without any erasure of background as the dummy which would be cut out of thin non-translucent paper and shaded, outlined or made solid black, would conceal the background beneath the dummy.

Having thus described my invention, what I claim as new and desire to protect by Letters-Patent, is:

1. The process of producing moving pictures which includes the producing on separate sheets of translucent material a series of pictures, showing the same movable object in successive positions, and photographing said pictures in succession on a kinematograph film, the proper position for the object in each picture being secured by superposing the sheet upon which the object is to be shown upon the sheet showing the object in the last successive position and with guide marks in registry, whereby the object shown on the second-mentioned sheet is visible through the first-mentioned sheet.

2. The process of producing moving pictures which includes the printing on a series of separate sheets the same background or grouping of stationary objects, different successive groups of sheets having different portions of said background or grouping omitted, and completing the picture on each of said sheets by producing in the blank space a representation of a movable object and the background adjacent thereto, by superposing each sheet upon the preceding one and tracing in the portions of the background not concealed by said moving object.

3. The process of making moving pictures which includes the printing of a guide line or guide mark on a plurality of separate sheets of transparent material, drawing on one of said sheets a movable object, superposing a second sheet thereon with the guide lines or marks in registry with those of the first sheet and drawing on said second sheet the same object as appears on the first sheet but in a slightly altered position.

4. The process of producing moving pictures which includes the producing on separate sheets of translucent material a series of pictures showing the same movable object in successive positions, the proper position for the object in each picture being secured by superposing the sheet upon which the object is to be shown, upon the sheet showing the object in the last successive position, and photographing said pictures in succession on a kinematograph film.

5. The process of producing moving pictures which includes the printing of a background showing stationary objects on a large number of separate translucent sheets, the producing of the representation of a movable object on one of said sheets, superposing on said last mentioned sheet a second sheet with the background in registry with the background on the first mentioned sheet and producing on said second sheet the representation of the same movable object but in a slightly different position and repeating the last two steps to secure a series of sheets, all showing the same movable object and in different positions on successive sheets.

6. The process of producing moving pictures which includes the printing on a series of separate translucent sheets the same background or grouping of stationary objects, printing on a second series of separate translucent sheets the same background or grouping of stationary objects with a portion omitted, producing upon sheets of both of said series the representation of a movable object successive sheets showing the same objects in different positions and completing the background of the sheets of the second series by superposing each sheet upon one showing the complete background, and tracing in portions omitted.

7. The process of producing moving pictures which includes the printing on a series of translucent sheets the representation of a portion of an object and completing the representation of the object on each sheet by superposing the sheet upon a sheet showing the complete object and drawing on the superposed sheet the remainder of the object in a slightly different position than that shown on the underlying sheets.

8. The process of making moving pictures which includes the printing of a scene or setting made up of stationary objects on a plurality of separate translucent sheets, and producing on each sheet in solid color the same movable object but in different positions on successive sheets, the proper

position for the object on each sheet being secured by superposing the sheet upon a previously completed sheet with the scene or setting registering with that of said preceding sheet.

9. The process of making moving pictures which includes the producing of a series of pictures on translucent material, said pictures each having a guide mark or guide line thereon and successive pictures showing the same object in different positions, providing a picture support having a guide mark or guide line thereon corresponding with that on the pictures, placing said pictures separately and in succession on said support with the guide mark or line of the former in registry with that of the latter and photographing said pictures on a kinematograph film when on said support.

10. The process of producing moving pictures which includes the printing on a series of separate sheets the same background or grouping of stationary objects with a portion of said background or grouping omitted, and completing the picture on each of said sheets by producing in the blank space a representation of a movable object and the background adjacent thereto, the successive pictures showing said movable object in successive positions.

11. The process of making moving pictures which includes the printing of a scene or setting made up of stationary objects, on a plurality of separate sheets, and drawing or painting the same movable object on each sheet, the movable object on successive sheets being represented in the successive positions which it would occupy in moving from one point in the scene or setting to a point at a distance therefrom the drawing or painting being done in solid color.

12. An article of manufacture for use in the production of animated pictures, comprising a sheet having a scene or setting printed thereon and constituting the stationary background of the picture to be produced, the sheet being sufficiently translucent to permit an object to be seen therethrough, when said sheet is superposed on a second sheet, having the object represented thereon.

13. An article of manufacture for use in the production of animated pictures, comprising a sheet of thin material, having an incompleted picture printed thereon, the sheet being sufficiently translucent to permit the remainder of a complete picture to be seen through the sheet, when said sheet is superposed thereon, with corresponding parts in registry.

Signed at New York city in the county of New York and State of New York this 7th day of January A. D. 1914.

JOHN RANDOLPH BRAY.

Witnesses:
C. W. Fairbank,
Florence Levien.

COLLECTIONS DE DESSIN D'ANIMATION : CELLULOS	Date : 26/02/2012
CONSTAT D'ETAT	Examinateur :GW

INSTITUTION Cinémathèque Française

INFORMATION EN PROVENANCE DE L'INSTITUTION

N°inventaire :

Titre :	
Réalisateur /studio :	
Année de production :	
Technique : cellulo	
Numérotation :	
Annotations :	

MONTAGE ET CONDITIONNEMENT

Présentation :	cellulo isolé	cellulo + décor	liasse	autre

Montage :

Conditionnement :

Remarques :

RELEVE DES ALTERATIONS

Relevé réalisé sur

ALTERATIONS DU SUPPORT		1	2	3	4	REMARQUES
Déformations	gondolement					
	autre					
Aspect	empoussièrement					
	encrassement					
	jaunissement					
	taches					
	exsudat					
	efflorescence					
	autre					
Propriétés mécaniques	pli					
	déchirure					
	lacune					
	abrasion / rayure					
	effritement					
	aspect collant / poisseux					
	autre					
Montage , conditionnement	résidus de papier					
	résidus d'adhésif					
	corrosion					
	adhésion support / intercalaire					
Odeur	vinaigre					

	âcre					
	autre					

GOUACHAGE	1	2	3	4	REMARQUES
craquelures					
perte d'adhésion					
lacune					
fluage					
aspect collant / poisseux					
Adhésion couche picturale intercalaire					
décoloration					
pulvérulence					

Traçage

Identification des matériaux

Support nitrate de cellulose acétate de cellulose PET
autre :

Technique graphique

Gouachage ☐ gouache acrylique feutre encre autre :
Traçage encre noire encre(s) colorée(s) autre :

Remarques

ANALYSES

Institution C2RMF
Intervenant Nathalie Balcar

Problématique

SUPPORT	PRELEVEMENT	TECHNIQUE GRAPHIQUE	PRELEVEMENT
IRTF Date Conditions Résultats		IRTF Date Conditions Résultats	
CHROMATOGRAPHIE Date Conditions Résultats		CHROMATOGRAPHIE Date Conditions Résultat	

État général BON MEDIOCRE MAUVAIS RUINE

PRECONISATIONS

ALTERATIONS DU SUPPORT

Déformations	
Gondolement	Déformation ondulante, localisée ou généralisée
Retrait	Changement de dimensions, diminution de la surface du film synonyme : rétraction, rétrécissement
Cuvette	Déformation préférentielle des bordures donnant au film un aspect courbé , en creux

Aspect	
Jaunissement	Coloration jaunâtre, étendue à l'ensemble de la surface ou localisée (bordures/centre)
Empoussièrement	Accumulation de particules sur la surface du film
Encrassement	Accumulation de salissures
Taches, résidus	Dépôt de matière ou marque localisée (adhésif, empreintes, traces de corrosion etc.)
Exsudat	Matière visqueuse/collante endogène présente à la surface du film
Efflorescences	Réseau de cristaux blancs et conduisant à une opacification (générale ou localisée) présent à la surface du film

Propriétés mécaniques	
Pli/pliure	Film rabattu sur lui-même (pliure) ou marque laissée par cette pliure
Déchirure	Rupture/fente du support due à une action mécanique
Abrasion / rayure	Marque occasionnée par un frottement
Effritement	Rupture généralisée de la matière

ALTERATIONS DE LA COUCHE PICTURALE

Gouachage	
Craquelures	Réseau de fissures , fendillement
Perte d'adhésion	Séparation / désolidarisation du film et de la couche picturale
Lacune	Manque, perte de matière
Diffusion	Coloration du plastique adjacent à une plage colorée
Décoloration	Modifications des couleurs originelles
Pulvérulence	Aspect poudreux

Etude matérielle des cellulos, éléments de films d'animation

Identification des films et couches picturales

Nathalie Balcar et Juliette Langlois

Dans le cadre de l'étude sur les *cellulos*[1], *procédés techniques, identification et altérations* entreprise par la restauratrice Géraldine Wolff et financée par le Centre National des Arts Plastiques, le C2RMF a procédé à la caractérisation des matériaux constitutifs de ces objets pour approfondir les connaissances sur leur technique et pour identifier et comprendre les phénomènes de dégradation observés tant au niveau du film que des couches picturales.

Le corpus

Parmi les nombreux *cellulos* conservés dans la collection des dessins d'animation de la Cinémathèque française, une sélection représentative de plusieurs époques et plusieurs pays a été opérée par Géraldine Wollf et Françoise Lémerige, chargée du traitement de la collection des dessins et des oeuvres plastiques de la Cinémathèque.

Ainsi la période étudiée couvre une soixantaine d'années, de 1930 à 1990 pour les films datés, et concerne principalement la France, mais aussi la Bulgarie, le Japon, la Grande Bretagne. Les films sélectionnés sont parfois anonymes tandis que d'autres ont été réalisés par quelques animateurs/réalisateurs reconnus tels que Paul Grimault, Jean Image ou encore René Clément.

Les matériaux possibles

Selon les informations disponibles dans diverses sources bibliographiques (cf mémoire G. Wolff) la feuille plastique transparente qui servait de support était à l'origine en celluloïd[×] (nitrate de cellulose plastifié par du camphre) d'où le nom de *cellulo*, puis en acétate de cellulose sous des formes di puis tricétate, et les plus récentes pourraient être en polyester .

Les peintures employées sur ces films sont souvent considérées comme étant des gouaches (peinture dont le liant est la gomme arabique) d'où le terme de 'gouachage'. La lecture de la revue Banc Titre (figure 1), presse spécialisée du film d'animation révèlent que d'autres types de peintures ont pu être employées. Ainsi des peintures de type acrylique sont citées et les peintures de la gamme Flashe[×], bien que présentées dans la rubrique gouache de cette revue, sont en fait des peintures vinyliques (Sonoda, 1990) dont la formulation est très différente d'une gouache.

1 Le "cellulo" est une feuille transparente sur laquelle un sujet est peint. De nombreux cellulos doivent être mis en place sur le fond peint et photographiés image par image par une caméra pour créer le mouvement des personnages ou des objets du film.

Figure 1 : Extrait de la revue Banc Titre, n°8, juin 1978

Les dégradations observées

Au niveau des films, différents états de conservation ont pu être observés allant d'un bon état de conservation apparent à un stade de 'ruine'. Le plus souvent le film présente des ondulations et une opacification parfois localisée autour du dessin voire généralisé à la totalité de la feuille (figure 2)

a

b

c

d

Figure 2 : illustration des différents états de conservation observés pour le film plastique : a) bon état apparent, b) ondulation du cellulo, c) opacification, d) état ruiné

Pour les couches picturales plusieurs états sont aussi repérés : un état de conservation en apparence bon, un phénomène d'écaillage naissant ou très étendu et enfin un aspect qui laisse penser à un ramollissement important donnant naissant à une diffusion de la couleur (figure 3)

a	b	c
	d	e

Figure 3 : illustration des différents états de conservation observés pour les couche picturales : a) bon état apparent, b) début d'écaillage, c) écaillage avancé, d) ramollissement, e) diffusion

Il est intéressant de noter que dans plusieurs cas d'écaillage de la couche picturale le film est peu déformé et jamais opacifié tandis que pour les matières ramollies et diffusantes, le film est souvent ondulé et opacifié.

Les méthodes d'investigation

A l'issue d'une première réunion autour d'une sélection de *cellulos* représentative des différents états de conservation, il a été décidé de conduire des analyses non invasives pour les films considérés en bon état et d'avoir recours à des micro-prélèvements pour les documents les plus dégradés (films et/ou couche picturales).

Les analyses non invasives ont été conduites avec un équipement portable de spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IR-TF, modèle Exoscan, société Agilent) dans les réserves de la Cinémathèque.

Ci-contre : analyse en cours sur le film d'un cellulo avec le spectromètre infrarouge portable, ci-dessus : détail de l'interface de mesure, un accessoire ATR diamant. La surface analysée est un spot de 2mm de diamètre (taille du diamant au centre de l'interface

Les prélèvements ont été traités au laboratoire par diverses techniques analytiques au fur et à mesure des résultats obtenus : ainsi un premier niveau d'identification a été réalisé par spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier (IR-TF) avec une cellule de compression diamant, accessoire qui permet l'étude des micro-échantillons, sans aucune préparation (Laver, 1978) et de les récupérer pour d'autres analyses.

Ci-contre : spectromètre infrarouge au laboratoire, ci-dessus : à gauche la cellule diamant ouverte et fermée, à droite, échantillon déposé sur la diamant (encadré rouge)

L'IR-TF est bien adaptée à l'identification des matériaux organiques naturels ou de synthèse à condition que ceux-ci ne contiennent pas trop de charges et/ou de pigments. En effet ces derniers ont des bandes d'absorption intenses et larges qui peuvent masquer celles des matériaux organiques. L'interprétation du spectre infrarouge est réalisée par une lecture bande à bande (Derrick, 1999) et par comparaison avec des bibliothèques de spectres de référence constituée au C2RMF dans les mêmes conditions analytiques et à partir de standards chimiques, de produits formulés et de composés rencontrés dans le domaine du patrimoine (matériaux de création et matériaux de conservation-restauration). Des bibliothèques commerciales sur des matériaux issus de l'industrie sont également utilisées

Arbre de décision utilisé pour la lecture bandes à bandes du spectre (tiré publication Derrick 1999)

Comparaison des spectres infrarouge du prélèvement (tracé noir) et d'une résine vinylique (référence de produit disponible au C2RMF).

En l'absence de résultats à l'issue des analyses par spectrométrie infrarouge sur ces micro-prélèvements et/ou pour approfondir la caractérisation de certains matériaux, il a été décidé d'avoir recours à des analyses par chromatographie en phase gazeuse, technique est principalement dédiée à la caractérisation des composés organiques. C'est une méthode d'analyse séparative et sensible qui rend possible l'étude de mélanges complexes et la détection de composés présents en faible quantité (Grob, 2004).

Pour la caractérisation des matériaux à base de produits naturels (peinture à l'huile, gouache…) la chromatographie en phase gazeuse simple a été retenue. Cela nécessite en amont une préparation de l'échantillon adaptée à la famille chimique recherchée (Grob 2004).

Pour les matériaux de synthèse (film, peinture acryliques…) la préparation est un traitement pyrolytique réalisé dans une unité connectée directement au chromatographe (Tsuge, 2001, Wampler, 2006).

Dans les deux cas, en fonction des protocoles développés au sein du laboratoire, la détection par ionisation de flamme (FID) et/ou la spectrométrie de masse (MS) a été employée.

Détection FID: interprétation par comparaison des chromatogrammes du prélèvement (tracé bleu) et d'une gomme arabique (référence de produit disponible au C2RMF).

Détection MS: interprétation par identification des molécules associés à chaque pic du chromatogramme. spectre d'un celluloïd®.

Synthèse des résultats

Au total, 40 analyses ont été réalisées dans les réserves de la cinémathèque avec l'équipement infrarouge portable et près de 90 de micro-prélèvements ont été étudiés au

laboratoire par une ou plusieurs techniques analytiques. Ces analyses se sont intéressées aux films sains et altérés, aux couches picturales et aux efflorescences responsables du phénomène d'opacification des films.

Les films plastiques

Un seul film en **celluloïd**[×] (nitrate de cellulose plastifié avec du camphre) a été détecté et son état de conservation est bon, il s'agit du film de René Clément daté de 1933.

Tous les autres supports sont en **acétate de cellulose** avec pour plastifiant principal le phosphate de triphényle et parfois l'addition d'une second plastifiant appartenant à la famille des esters de phtalates, le plus courant le phtalate de di-butyle.

Ce sont d'ailleurs ces **plastifiants** qui constituent les **efflorescences** observées à la surface des films et responsables de leur **opacification**.

Il est intéressant de noter que des films de même composition et de même période présentent des états de conservation très différents. Ceci est vraisemblablement lié à des procédés de fabrication différents mais aussi aux diverses conditions de conservation avant leur arrivée à la cinémathèque.

Les peintures

Plusieurs types de peintures ont été identifiés sans ambiguïté, pour certaines il reste encore quelques incertitudes voire des hypothèses.

Ainsi des peintures **vinyliques et acryliques** ont été parfaitement détectées pour les films aux alentours et postérieurs à 1980 : *les maîtres du temps*, animation bulgare, aventures du baron Münchhausen.

Des **gouaches** ont été caractérisées dans plusieurs films : les *actualités gauloises*, publicité Astra, la chambre de Pinka, etc.

De la peinture à **l'huile** est présente sur les cellulos *le roi et l'oiseau* de P. Grimault ce qui suggère qu'il s'agit des cellulos de 1948 donc du film *la bergère et le ramoneur*. Dans *les 12 travaux d'Astérix* de l'huile est détecté et vraisemblablement en mélange avec une résine végétale.

Dans certains cas, il a été avancé que des peintures **alkydes** modifiées en huile ont été employées. Cependant cette interprétation est encore à confirmer car ces peintures sont identifiées grâce à la détection des composés constitutifs des résines alkydes, c'est-à-dire un dérivé de l'anhydride phtalique, et des composés des huiles. Or la détection de ceux-ci peut amener à une autre conclusion : il peut s'agir de peintures à l'huile polluées par les plastifiants ester de phtalate provenant du support puisqu'il a été démontré qu'ils peuvent migrer hors du film.

Pour certains prélèvements aucun des composés recherchés n'a été détecté et/ou des résultats non interprétables ont été obtenus. Des protocoles d'analyses sont à développer notamment en chromatographie, pour rechercher les protéines et ainsi vérifier l'emploi de peinture à la caséine, hypothèse évoquée compte tenu des informations de la revue *Banc*

Titre (figure 1). Il faudra aussi trouver un protocole qui permet de s'affranchir du signal des plastifiants (phosphate de triphényle et esters de phtalate) qui perturbe ou empêche l'obtention de signaux exploitables.

Ce travail n'a pas pu être réalisé dans le cadre de cette étude faute de temps, un développement de protocole prend plusieurs mois car avant l'exploitation des prélèvements il faut passer sur par une phase expérimentale sur des matériaux de référence.

L'ensemble des résultats est détaillé en annexe 1.

Etude des matériaux d'un gouacheur

Lors d'une des réunions de travail dans les réserves de la cinémathèque, une rencontre a eu lieu avec Lionel Robbé, gouacheur de film d'animation et qui a travaillé sur les cellulos du film *le roi et l'oiseau*. M. Robbé nous a donné accès à quelques pots de peinture qu'il a utilisé pour *ce film* et pour d'autres plus tardifs. Au cours de la discussion au sujet des couleurs qu'il emploie, il a utilisé systématiquement le terme de gouache.

Les analyses réalisées sur 7 couleurs révèlent en fait qu'il s'agit de peintures vinyliques.

Etude de supports modernes de cellulo

La question de la composition des films plastiques utilisés pour les cellulos en fonction des époques a été largement évoquée dans le cadre de cette étude. Les échanges avec des personnes qui sont ou étaient en relation avec le cinéma d'animation nous ont orientés vers plusieurs fournisseurs potentiels de ce type de film plastiques : Chromacolour à Londres, site Internet Chopman, boutiques spécialisées beaux-arts Graphigro, cellulo de marque Folex en suisse, etc.

Nous avons pu étudier deux cellulos correspondant à ces sources. Le premier nous a été aimablement fourni par Marc Corbet, responsable de la collection cinéma d'animation du musée d'art et d'histoire d'Annecy. Les analyses confirment qu'il s'agit d'un acétate de cellulose plastifié au phosphate de triphényle.

Un support transparent a été acheté chez Graphigro en 2012, contre toute attente il ne s'agit pas d'un film polyester mais bien d'u acétate de cellulose et le plastifiant est la triacétine (triglycéride obtenue par réaction entre le glycérol et l'acide acétique). Ce plastifiant a été utilisé dans la fabrication des pellicules cinématographiques dès 1929 (Marie, 2014).

Conclusions et perspectives

L'étude matérielle menée sur cette sélection de cellulos permet aujourd'hui de mieux connaitre les matériaux constitutifs de ces objets, de constater qu'il n'y a pas une mais des techniques et d'appréhender certains aspects de leur dégradation.

Toutes les peintures n'ont pu être identifiées soit en raison de l'absence de protocole adapté (peinture à la caséine) soit parce que la dégradation du support gène cette

identification. De nouveaux protocoles d'analyses sont à développer pour finaliser cette aspect de l'étude.

Si les causes de l'opacification et de la déformation du support peuvent être sans hésitation reliées à la migration du plastifiant hors du film, les interrogations persistent quand aux facteurs déclenchant ce phénomène: les conditions de conservation avant l'arrivée des cellulos à la cinémathèque sont-elles responsables? ou bien des variations dans les procédés de fabrication donnent des films plus ou moins stables?

Derrick M.R, Stulik, D. et Landry J.M., *Scientific Tools for Conservation. Infrared Spectroscopy in Conservation Science*. The Getty Conservation Institute, 1999. p.102

Grob R.L., Barry E.F**,** Modern Practice of Gas Chromatography, 4th Edition, Wiley, 2004

de Hedmond E., *Mass Spectrometry: Principles and Applications,* 3rd Edition, Wiley-Blackwell, 2007

Laver M.E and Williams R.S.,1978, *'The Use of a Diamond Cell Microsampling Device for Infrared Spectophotometric Analysis of Art and Archaeological Materials*' Journal of the International Insititute for Conservation - Canadian Group 3 No. 2 16-20.

Marie J.M, Contribution à l'histoire industrielle des polymères en France par Jean-Marie Michel, site internet consulté en octobre 2014, http://www.societechimiquedefrance.fr/img/pdf/a_3_400_000.vfx2_sav.pdf

Moldoveanu S.*, Analytical Pyrolysis of Natural Organic Polymers, 1st Edition,* Elsevier Science, 1998

Tsuge S., Ohtani H., Watanabe C., *Pyrolysis-GCMS Data book of synthetic polymers, Pyrograms, Thermograms and MS of Pyrolyzates*. Elsevier, 2011

Sonoda,N. et Rioux J.P, *Identification des matériaux synthétiques dans les peintures modernes. I. Vernis et liants polymères*, Studies in Conservation, Vol. 35, No. 4 (Nov., 1990) , pp. 189-204

Wampler T.M. *Applied pyrolysis handbook*, CRC Press 2006

Annexe : tableaux détaillant les résultats

Aide à la lecture du tableau

Analyses par spectrométrie infrarouge IRTF(portable Exoscan ou en laboratoire)

Pour l'analyse des films :

Les résultats obtenus ont permis d'identifier les supports et dans certains cas de pointer l'état dégradé du celui-ci par la présence d'une bande d'absorption intense de la fonction OH.

Pour les peintures :

La détection de protéines, suggère un liant à base de colle animale et compte tenu des informations de la littérature sur les peintures employées, cela amène à l'hypothèse d'une peinture à la caséine.

La détection de composés cellulosique, suggère un liant à base de gomme végétale. Compte tenu des informations de la littérature sur les peintures employées, cela amène à l'hypothèse d'une gouache confirmée par l'étude au C2RMF d'un corpus important de gouaches du XXè siècle.

Analyses par chromatographie

Pour l'analyse des films :

Les résultats obtenus ont permis d'identifier le ou les plastifiants, le signal du support étant quasiment absent.

Pour les peintures :

La détection du lévoglucosane suggère la présence d'un composé cellulosique soit un liant à base de gomme végétale. Compte tenu des informations de la littérature sur les peintures employées, cela amène à l'hypothèse d'une gouache.

	Titre : Actualité Gauloise 1 Référence : 9280 Auteur : Remise Date : inconnue Cellulos en liasse

Prélèvement A : écailles de peinture récupérées entre les cellulos, bleu et rouge	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge: sulfate de baryum, liant : non identifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement B : film avec efflorescence	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle, signal de l'acétate de cellulose faible, beaucoup de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement C : écailles de peinture récupérées entre les cellulos, jaune	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge: sulfate de baryum, liant : non identifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Présence de levoglucosane, marqueur de produit cellulosique, gouache ?
	Remarque	

	Titre : Actualité Gauloise 2 Référence : 9280 Auteur : Remise Date : inconnue Cellulo isolé	
Prélèvement D : écailles de peinture jaune	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge: sulfate de baryum, pigment au chrome, liant : non identifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : Actualité Gauloise 3 Référence : 9280 Auteur : Remise Date : inconnue Cellulo isolé	
Prélèvement E : peinture jaune	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge: sulfate de baryum, pigment au chrome, liant : non identifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement F : efflorescences sur le film	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : Aventure de Nils, enveloppe contenant des brisures de cellulo Référence : sans Auteur : sans Date : sans

Prélèvement G : couleur prune, les écailles sont soit des écailles de peinture seule soit de écailles de films avec peinture	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Couleur prune , pigment : bleu de Prusse, liant : non identifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle, phtalate et marqueur de protéine, caséine ?
	Remarque	

	Titre : Aventure de Nils, enveloppe contenant des brisures de cellulo Référence : sans Auteur : sans Date : sans Cellulo isolé avec fond cartonné sans décor

Prélèvement H : peinture grise	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge et pigment : non identifiés, liant : protéinique? caséine?
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : Aventure de Nils, bonhomme de neige Référence : sans Auteur : sans Date : sans Cellulo isolé avec fond cartonné sans décor

Prélèvement I : peinture blanche	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge et pigment : non identifiés, liant : protéinique? caséine? présence de Phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : moyen âge, armure Référence : sans Auteur : sans Date : sans Cellulo isolé

Prélèvement J : peinture rouge	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle, aucun autre signal
	Remarque	
Prélèvement K : peinture bleue	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge et pigment non identifiés, liant : acrylique ou alkyde
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle, et beaucoup d'anhydride phtalique alkyde?
	Remarque	
Prélèvement L : film	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle
	Remarque	
Prélèvement M : efflorescence sur film	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : sous chaque toit Référence : sans Auteur : Pierre Watrin Date : 1970-1980 Cellulo en liasse avec feuille intercalée entre chaque cellulo

Prélèvement N : film	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement O : efflorescence sur film	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Triphosphate de phényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement P : peinture grise	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge : sulfate de baryum, liant : alkyde? Triphosphate de phényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement Q : peinture blanche	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge : sulfate de baryum, liant : alkyde? Triphosphate de phényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement R : peinture noire	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge : sulfate de baryum, pigment noir ivoire, liant : alkyde? Triphosphate de phényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	huile
	Remarque	

	Titre : moyen âge, moustache Référence : sans Auteur : sans Date : sans Cellulo isolé	
Prélèvement S : efflorescence sur film	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Triphosphate de phényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement T : film	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement P : peinture bleue	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge : non identifiée, pigment :bleu de Prusse, liant : alkyde
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	levoglucosane
	Remarque	
Prélèvement Q : peinture rouge, moustache	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Charge et pigment : non identifiés, liant : alkyde Triphosphate de phényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : ambulancier Référence : D116004 Auteur : René Clément Date : 1930 Cellulo isolé	
Prélèvement 1 : film, bordure irrégulière	IRTF portable Exoscan	Nitrate de cellulose
	IRTF en laboratoire	Nitrate de cellulose plastifié au camphre
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Nitrate de cellulose plastifié au camphre
	Remarque	
Prélèvement 2: peinture	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque En raison de la petite taille de ce prélèvement qui ne permet qu'une seule analyse, il sera exploité ultérieurement.	

	Titre : véhicule militaire Référence : sans Auteur : Halas Bachelor Date : 1941-1944 Plusieurs cellulos superposés avec fond cartonné décoré	
Prélèvement 3 : film, bordure irrégulière du 4ème cellulo	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle et phtalate de diéthyle
	Remarque	
Prélèvement 4 : peinture noire	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Signal de faible intensité en raison de la couleur noire, non interprétable
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : bonhomme de neige	
Prélèvement 5 : film, bordure perforation	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle
	Remarque	

	Titre : la soie	
Prélèvement 6 : film, bordure irrégulière	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle et phtalate de diéthyle
	Remarque	
Prélèvement 7 : peinture violette	IRTF portable Exoscan	alkyde
	IRTF en laboratoire	alkyde
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	alkyde
	Remarque	

	Titre : maitre cog	
Prélèvement 8 : film	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 9 : peinture rouge	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Pigment organique rouge, liant : alkyde
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Pigment organique rouge, aucun autre signal
	Remarque	
Prélèvement 10 : peinture jaune	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Pigment organique rouge, liant : alkyde
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : vélocipède	
Prélèvement 11 : film, bord de la perforation	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 12 : peinture rouge	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 13 : peinture rouge orangé	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Acrylique avec des traces de phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	phosphate de triphényle, aucun autre sigal
	Remarque	

	Titre : maître du temps	
Prélèvement 14 : film, au niveau d'une perforation	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 15 : peinture violette, sur revers dans bord irrégulier	IRTF portable Exoscan	Acrylique
	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	alkyde
	Remarque : pas de concordance des résultats, analyse à refaire	

	Titre : Robinson and Cie	
Prélèvement 16 : film, au niveau d'une perforation	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 17 : peinture rose, sur revers au niveau du coude	IRTF portable Exoscan	Alkyde
	IRTF en laboratoire	Alkyde
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Alkyde possible
	Remarque	

	Titre : Baron de Münchhausen Référence : D117/78 30 G Auteur : Jean Image Date : 1979 Cellulo isolé sur papier non décoré

Film	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose
Peinture rouge	IRTF portable Exoscan	Vinylique

	Titre : Baron de Münchhausen	
Prélèvement 17 : film, au niveau d'une perforation	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Vinylique
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 18 : film au niveau d'une perforation	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : Animation bulgare	
Prélèvement 20 : film, bord de la perforation	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, peu de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 21 : peinture rose	IRTF portable Exoscan	vinylique
	IRTF en laboratoire	vinylique
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Vinylique plastifié VeoVA
	Remarque	
Prélèvement 22 : peinture orange	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	vinylique
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Vinylique, polluée par du phosphate de triphényle
	Remarque	

	Titre : 12 travaux d'Astérix Référence :	
Prélèvement 23 : film, bord irrégulier	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, peu de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque
Prélèvement 24 : peinture marron	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Peinture à l'huile avec résine naturelle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque

	Titre : folie bergère Réf	
Prélèvement 25 : plaque, rebord	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, beaucoup de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque
Prélèvement 26 : peinture jaune	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Pigment ocre jaune, liant : protéine (caséine) ou cellulosique (gouache)
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque

	Titre : folie bergère	
Prélèvement 27 : film	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, peu de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : Référence : DAFD 356	
Prélèvement 28 : film, bord lacune	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, beaucoup de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 29 : efflorescences	IRTF portable Exoscan	
	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre :	
Prélèvement 30 : film, bord perforation	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié,
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle et phtalate de dibutyle
	Remarque	

	Titre : Animation japonaise, little island	
31 : film, bord perforation	IRTF portable Exoscan	Acétate de cellulose plastifié
	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié,
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : le roi et l'oiseau Référence : 299-31-B Auteur : Paul Grimault Date : 1948 Cellulo isolé	
Prélèvement 32: film sain, bord perforation	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, beaucoup de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

Prélèvement 33 : efflorescences	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle et peut être phtalate de dibutyle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque
Prélèvement 34 : peinture marron	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque En raison de la très petite taille de ce prélèvement et compte tenu des difficultés rencontrées pour l'analyse des peintures en contact avec un film dégradé, son étude a été reportée.

	Titre : le roi et l'oiseau Référence : 299-27-B Auteur : Paul Grimault Date : 1948 Cellulo isolé	
Prélèvement 35: peinture marron, écaille isolée	IRTF en laboratoire	Charge et pigment : sulfate de baryum et ocre, liant : huile ou alkyde
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque : En raison de la très petite taille de ce prélèvement et compte tenu des difficultés rencontrées pour l' analyse par Py-GCMS ou GCMS des peintures en contact avec un film dégradé, son étude a été reportée.	
Prélèvement 36 : efflorescences très blanche	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle et peut être phtalate de dibutyle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 37 : efflorescences moins blanche	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle et peut être phtalate de dibutyle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : le roi et l'oiseau Référence : 355-12-C Auteur : Paul Grimault Date : 1948 Cellulo isolé	
Prélèvement 38: film	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, beaucoup de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 39: efflorescence	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle et peut être phtalate de dibutyle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 40 : peinture verte	IRTF en laboratoire	Phosphate de triphényle, ocre, huile
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque : En raison de la très petite taille de ce prélèvement et compte tenu des difficultés rencontrées pour l'analyse par Py-GCMS ou GCMS des peintures en contact avec un film dégradé, son étude a été reportée.	

	Titre : le roi et l'oiseau Référence : 295-12-C Auteur : Paul Grimault Date : 1948 Cellulo isolé	
Prélèvement 41: film	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié, beaucoup de OH
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 42: peinture blanche, écaille isolée	IRTF en laboratoire	Charge et pigment : sulfate de baryum et ocre, liant : huile ou alkyde Phosphate de triphényle et peut être phtalate de dibutyle
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	Phosphate de triphényle,
	Remarque : En raison de la très petite taille de ce prélèvement et compte tenu des difficultés rencontrées pour l' analyse par Py-GCMS ou GCMS des peintures en contact avec un film dégradé, son étude a été reportée.	

	Titre : Jeannot l'intrépide Référence : sans Auteur : Jean Image Date : sans Cellulo isolé sur carton décoré	
Prélèvement 47: peinture marron	IRTF en laboratoire	Signal présent, aucune identification possible

	Chromato-FID	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches
	Py-GCMS	
	Remarque	

Prélèvement 48: peinture vert clair	IRTF en laboratoire	Signal présent, aucune identification possible
	Chromato-FID	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : le roi et l'oiseau Référence : sans Auteur : sans Date : sans Cellulo isolé	
Prélèvement 49: tâche peinture jaune	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches
	Py-GCMS	
	Remarque	
Prélèvement 50: peinture verte, écaille	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches
	Py-GCMS	
	Remarque :	
Prélèvement 51: film, bord irrégulier	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	Glucose
	Py-GCMS	
	Remarque :	

	Titre : Actualité gauloise, légionnaire blessé Référence : sans	
Prélèvement 52 : carnation, mollet	IRTF en laboratoire	Signal présent, aucune identification possible
	Chromato-FID	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : Actualité gauloise, homme sous ordure	
Prélèvement 53 : peinture verte, rouge te jaune Ecailles recueillies entre les cellulos	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	Gomme arabique pour les 3 couleurs
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : légionnaire pied levé Référence : D13-S13, film 7 Auteur : sans Date : sans Cellulo isolé	
Prélèvement 54 : peinture bleue du casque	IRTF en laboratoire	

<table>
<tr><td rowspan="3"></td><td>Chromato-FID</td><td>Gomme arabique</td></tr>
<tr><td>Py-GCMS</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>Remarque</td></tr>
</table>

	Titre : Pinka, chambre à coucher Référence : DAFD 369 Auteur : sans	
Prélèvement 55 : écailles isolées, bleue, rose, beige, verte, jaune	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	Gomme arabique, glucose pour toutes les couleurs
	Py-GCMS	
		Remarque
Prélèvement 56 : film, bord inférieur droit	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque

	Titre : Nous irons tous au paradis Référence : film 47 A Auteur : sans Date : sans	
Prélèvement 57 : peinture rose, écaille isolée	IRTF en laboratoire	Charge : kaolin, liant vinylique
	Chromato-FID	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches
	Py-GCMS	
		Remarque
Prélèvement 58 : film, coin droit supérieur	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	
	Py-GCMS	
		Remarque

	Titre : personnage et parasol Référence : DAFD 277	
Prélèvement 59 : peinture beige	IRTF en laboratoire	Acétate de cellulose plastifié
	Chromato-FID	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des
	Py-GCMS	
	Remarque	

	Titre : Astra	
Prélèvement 59 : peinture écailles isolées verte, blanche, bleue, jaune et noire	IRTF en laboratoire	
	Chromato-FID	excepté le vert Gomme arabique, présence de
	Py-GCMS	
	Remarque	

Etude de fonds cartonnés décorés, recherche de gouache

Fond gouaché M864 film 51 D32 A - blanc	couche picturale blanche	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches
Fond gouaché M857 film 54 D32 B- blanc + ocre	couche picturale ocre	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches
Fond gouaché M876 65 D32 C- bleu charron	couche picturale bleue	Négatif pour les gommes naturelles ou substances glucidiques pouvant être utilisées comme liant des gouaches