

PELLICULES-PHOTOGRAPHIE-CINEMATOGRAPHIE.....	1
1- Le développement de la photographie : l'apport du collodion.....	1
1.1 Obstacles au développement de la photographie	2
1.2 Les plaques sèches : collodion à sec	3
1.3 Le support : 1850-1880	4
1.4 Les années 1880	6
1.5 Les brevets	7
1.6 Le Celluloïd.....	8
1.7 L'apport américain.....	10
2- Le développement de la cinématographie.....	11
2.1 La naissance du cinéma	11
2.2 La fabrication industrielle des pellicules	13
2.2.1 La fabrication du collodion.....	14
Le collodion	14
La coulée	14
2.2.2 Couchage de l'émulsion de gélatinobromure	15
2.2.3 Conditionnement	16

PELLICULES-PHOTOGRAPHIE-CINEMATOGRAPHIE

1- Le développement de la photographie : l'apport du collodion

La découverte de Le Grayⁱ, confortée par les études approfondies d'Archer, apporte un progrès considérable à l'art de la photographie. Les chroniqueurs contemporains sont unanimes à saluer une innovation qui surclasse nettement les réalisations de Daguerre sur plaque métallique, de Talbot avec le Calotype et du procédé sur verre à l'albumine de Niepce de Saint-Victor.

" Si l'on fait la balance des avantages et des inconvénients des diverses méthodes, on conclura immédiatement :

1° Que s'il s'agit d'obtenir un portrait unique, d'un beau caractère, avec une grande finesse de détails, une dégradation parfaite de lumière et d'ombre, une ressemblance absolue, il faut recourir à la plaque d'argent ;

2° Que dans la reproduction des monuments, de l'art ou des paysages sur grande échelle, la préférence doit être accordée au papier ciré, albuminé ou gélatiné ;

3° Que pour la reproduction sur petite échelle, et en grand nombre, de sujets immobiles, rien, surtout pour le photographe voyageur, ne remplace la glace albuminée que l'on peut garder plusieurs jours, sensibilisée, avant et après l'exposition à la chambre noire, sans la soumettre à l'agent révélateur. La glace albuminée est bien plus précieuse encore et tout à fait nécessaire, quand il s'agit des positifs sur verre pour la stéréoscopie, des vues panoramiques, des dissolving views, ou de fixer les objets agrandis par le microscope solaire, avec des contours fortement accusés et des détails parfaitement dessinés ;

4° Enfin, pour les portraits, pour les académies, qu'il s'agit de multiplier, pour toutes les scènes plus ou moins animées de la nature, partout en un mot où il y a vie, respiration, mouvement, et lorsque l'objet doit être représenté avant que la lumière qui l'éclaire ait été modifiée, l'albumine et le papier s'effacent et le collodion triomphe.

Tout bien pesé, la part restée au collodion est la part du lion, et la photographie sur glace collodionnée est la première de toutes les photographies..."ⁱⁱⁱ

Le procédé au collodion apporte une manipulation plus simple, des résultats plus constants, une plus grande tolérance à la surexposition, toutes qualités qui mettent la photographie à la portée d'un plus grand nombre d'amateurs. Et Mayer et Pierson peuvent écrire dans leur ouvrage publié en 1862 : *"En France la photographie est aujourd'hui une grande industrie. Quelques-uns de ses ateliers occupent un personnel aussi nombreux et incomparablement mieux rétribué que celui des grandes*

manufactures. Artistes et simples manœuvres trouvent en elle de lucratives ressources et un travail assuré. Plus de quarante mille familles vivent en France de l'industrie photographique ; à beaucoup elle donne l'aisance, à quelques-uns la fortune. En Angleterre, aux Etats-Unis surtout, le développement de l'industrie photographique a été aussi rapide et aussi grand. Les Etats-Unis comptent plus de dix mille photographes (...). Autour de la photographie proprement dite se sont groupées une foule d'autres industries qui la desservent et qui l'alimentent. Pour l'optique, elle a été une source nouvelle de progrès et de fortune. Des fabriques de produits chimiques se sont spécialement consacrées à fabriquer les produits qu'elle consomme¹, des menuiseries photographiques se sont créées et de grandes maisons de commerce se sont formées pour centraliser la fabrication de papier photographique surtout devenue importante."ⁱⁱⁱ

La fondation de la Société Française de Photographie en 1854, succédant à l'éphémère Société Héliographique, qui compte parmi ses membres les photographes notables, mais également d'illustres savants (Becquerel, Regnault), témoigne de la vitalité de cet art si récent.

1.1 Obstacles au développement de la photographie

Malgré ce dynamisme, plusieurs inconvénients majeurs freinent le développement de la photographie. Le plus important est sans conteste la lourdeur du procédé. Lescuyer décrit les opérations successives auxquelles doit s'astreindre le "collodionniste" :

"Pour que le procédé donnât tout ce qu'on pouvait attendre de lui, les opérations indispensables devaient être menées avec aisance et soin et le plus rapidement possible.

L'opérateur disposait d'avance son modèle, braquait sa chambre noire et sur la glace dépolie faisait sa mise au point ou, comme on disait alors, sa mise au foyer. Puis il courait s'enfermer dans son laboratoire, faiblement éclairé. Là, il avait préparé dans une cuvette un bain d'argent et des glaces bien découpées, sèches et polies.

Il choisissait une glace et se mettait en devoir de la recouvrir d'une couche de collodion ioduré. Exercice qui réclamait de la minutie, de l'adresse et aussi, pour les grands formats, une certaine vigueur et une certaine précision musculaires. Il fallait tenir la glace par un angle entre l'index fermé et le pouce, verser le collodion en petit continu sur l'angle opposé et faire couler l'épais liquide ni trop vite, car des moutonnages se seraient produits, ni trop lentement afin que ses rides ne se figeassent pas... Des opérateurs étaient renommés pour la virtuosité avec laquelle ils réussissaient d'un seul coup cet étendage.

Le collodion restait ensuite cinquante ou cent secondes dans le bain d'argent, au sortir duquel il devait être d'une couleur opaline légèrement irisée, de teinte uniforme ; il ne devait présenter ni tache ni inégalité dans la couche.

L'opérateur soulevait la glace avec un crochet d'argent, il prenait un petit carré de papier buvard, il l'appliquait sur l'angle que le collodion n'avait pas recouvert et saisissait par la glace ; il la faisait égoutter en la tapotant légèrement, la plaçait dans le châssis, recouvrait la face libre de papier buvard et refermait le volet. (...)

L'opérateur sortait du laboratoire et retournait à son atelier (...). Il jetait un coup d'œil sur le modèle et sur la glace dépolie pour s'assurer que tout était en ordre, il plaçait son châssis, l'ouvrait, enlevait avec précaution le bouchon de l'objectif afin de ne pas ébranler la chambre noire... et la pose commençait (...). Le cliché pris, le photographe, sans s'attarder, devait procéder au développement."^{iv}

Tout devient encore plus contraignant pour la photographie extérieure. Le photographe doit alors être équipé d'une tente qu'il monte sur le lieu de ses travaux pour assurer toutes les opérations exigeant impérativement l'obscurité. Outre son imposante chambre noire à soufflet, fixée sur quatre pieds, il doit transporter aussi ses plaques de verre, ses fioles de réactifs chimiques, donc un

¹ Les fondateurs de la maison Poulenc frères (Etienne et Pauline Poulenc, Pierre Witman), à l'origine de la future société Rhône-Poulenc, ont été des pionniers de l'industrie photographique dont ils faillirent être victimes : l'incendie en 1856 de leur petit atelier de photographie de la rue Vaugirard, à Paris avait pour origine le collodion.

équipement encombrant et lourd : la tente "fort ingénieuse" de Smart ne pèse, à elle seule, que dix kilogrammes^v...

Les aspirations du photographe de l'époque, surtout "*les amateurs qui s'occupent de photographie dans leurs excursions de montagne et leurs voyages lointains*"^{vi}, portaient donc principalement sur deux points essentiels : d'une part la couche sensible, d'autre part le support de cette couche. Pour le premier, on souhaite disposer d'une couche au moins aussi sensible que celle au collodion humide, mais pouvant de plus être préparée à l'avance, aisément transportable et se conservant indéfiniment, avant et après exposition. Le second est de s'affranchir de la glace et de la remplacer par un support possédant les mêmes qualités sans en avoir les inconvénients de prix, lourdeur, fragilité, encombrement.

1.2 Les plaques sèches : collodion à sec

Très tôt, les photographes, Le Gray lui-même, essayèrent d'améliorer le collodion humide, dont la sensibilité décroît si vite quand le taux de siccité s'élève, par un procédé à sec, l'idée étant d'introduire dans le milieu, c'est-à-dire la couche argentique, une substance hydrophile autorisant les réactions chimiques ioniques que le milieu constitué du collodion classique à l'état sec ne permet pas. Il faut, dans ce but, "*utiliser un coton-poudre fabriqué à haute température donnant des collodions limpides et sans ténacité*" et ajouter des "*préservateurs*", gélatine, albumine, tannins, mais aussi, au gré des opérateurs, des produits tels que sirops, miel, glucose, glycérine, etc.² Le procédé sec apporte un progrès notable au photographe-voyageur qui peut préparer ses plaques à l'avance et attendre pour les développer après exposition, mais avec toutefois "*toujours des manipulations délicates et (...) des réussites rien moins que certaines*"^{vii}. A telle enseigne que la Société Française de Photographie juge utile, en novembre 1877, de lancer un concours pour mettre au point une "*préparation pouvant se conserver un temps aussi long que possible et qui, versé sur une glace ou tout autre support moins lourd et moins fragile, permet d'obtenir par simple séchage, sans lavage, une couche d'une sensibilité et d'une perfection égale à celle du collodion humide*".

Le grand progrès vint de la gélatine, grâce à la contribution déterminante des photographes anglais, en particulier Maddock. L'émulsion photosensible est obtenue par mélange d'un bromure alcalin et de nitrate d'argent au sein de la gélatine chaude. Le bromure d'argent précipite sous forme d'une émulsion fine qui est séparée et traitée par des lavages abondants ou par dialyse pour éliminer très soigneusement le bromure soluble excédentaire et le nitrate alcalin. C'est le procédé dit "au gélatinobromure d'argent", qui s'est rapidement imposé comme procédé à sec. "*On peut emporter sous un très petit volume, même pour un long voyage, de la gélatine sensibilisée, dont la préparation n'exige qu'un peu d'eau chaude et au moyen de laquelle on obtient des glaces d'une sensibilité égale au moins au collodion humide et d'une finesse remarquable.*"^{viii} ³ Les avantages reconnus à l'époque et confirmés par la suite sont : la facilité de confection du dépôt sur la glace (une simple enduction), la grande sensibilité à la lumière (exposition de quelques secondes au lieu de quelques minutes), la finesse des images, la suppression des solvants organiques, chers et toxiques, nécessairement présents

² E. Boivin (*Procédé au collodion sec*, Gauthier-Villars, 1876) utilise le protocole suivant :

1. préparation soignée de la glace.

2. collodionnage de la glace avec un collodion à 1 % de nitrate d'argent et 1 % de coton-poudre. Séchage.

3. trempage dans un bain composé de : eau distillée (100), iodure de cadmium (2), iodure d'ammonium (1), iodure de potassium (2), bromure de potassium (1).

4. vernissage de la plaque avec un vernis constitué d'un mélange d'albumine de blanc d'œufs, dextrine, iodure et bromure de potassium, iodure d'ammonium et quelques paillettes d'iode.

Cette plaque peut être transportée telle quelle. Avant l'usage, il faut la sensibiliser par trempage dans un bain de nitrate d'argent et d'acide acétique.

³ Poitevin avait proposé en 1850 l'usage de la gélatine dans un procédé non argentique, basé sur le fait que sous l'action de la lumière, la gélatine, contenant du bichromate de potassium dissous, est insolubilisée. La gélatine insolubilisée devient oléophile. C'est la base de la méthode de tirage des positifs dite au charbon et de certains procédés de photolithographie.

dans le procédé au collodion et, bien entendu, l'intérêt considérable de pouvoir confectionner ses plaques à l'avance (plusieurs semaines, voire plusieurs mois) et de les traiter à loisir, sans urgence, après impression. A partir de 1878, avec l'émulsion au gélatinobromure d'argent s'ouvre l'ère de la photographie moderne et de son développement industriel. La photographie, jusque-là très artisanale, va voir émerger de la profession les industriels qui vont marquer les décennies suivantes. Ce sont : en France les Lumière, Guilleminot, Graffe et Jouglu ; à l'étranger, Eastman et Carbutt aux Etats-Unis, Monckhoeven en Belgique, Blair en Angleterre, Sachs et Wiede en Allemagne.

L'émulsion au gélatinobromure d'argent déplace très rapidement le collodion sec. Elle s'installe définitivement dans la photographie en noir et blanc.

Reste la seconde question, celle de la glace.

1.3 Le support : 1850-1880

Dans la technique de Niepce de Saint-Victor, la plaque de verre (ou mieux, de glace), recouverte de la couche argentifère, est utilisée pour la fabrication de l'épreuve négative où les parties claires apparaissent en sombre et les parties sombres en clair après développement⁴. La plaque, une fois développée, séchée et éventuellement stockée, est utilisable pour le tirage des épreuves positives. Pour ce faire, elle est posée sur un papier rigide imprégné de sel d'argent et l'ensemble est éclairé le temps nécessaire.

La plaque de verre peut être remplacée par le papier. C'est un bon support, économique, intéressant au point de vue rendu des images, mais sa "*structure fibreuse*", ses "*aspérités et ses creux, la communication capillaire qui s'établit entre les diverses parties de la surface inégalement imbibées (...) s'opposent à la rigueur absolue des lignes et à l'exacte dégradation des ombres et des lumières : la précision de l'image laisse à désirer*"^{ix}. L'opacité du papier est aussi un défaut qui peut être réduit en utilisant un papier ciré. Mais, malgré quelques partisans convaincus, le procédé ne se répand pas, sinon beaucoup plus tard comme support provisoire dont le négatif est détaché pour le tirage des épreuves positives^x.

La glace est le support idéal au point de vue planéité, transparence, rigidité, mais elle est chère et surtout fragile, encombrante et lourde – tous défauts qui prennent une grande importance à partir du moment où les progrès réalisés pour les couches sensibles en ont facilité grandement l'usage hors du laboratoire. Avec le temps, la nécessité du remplacement de la glace se manifeste d'une façon de plus en plus pressante.

Dans cette recherche, le collodion va jouer un rôle important, discret et déterminant. Sa fonction, dans le procédé au collodion humide, est principalement de fixer les sites photosensibles dans une matrice de nitrocellulose. Maintenant, il n'a plus de rôle "photographique", mais il offre un autre intérêt majeur, celui de générer, après évaporation de ses solvants légers, une pellicule transparente susceptible de présenter, sous certaines conditions, de bonnes propriétés mécaniques⁵.

Dés 1852, plusieurs photographes eurent l'idée de détacher du verre la couche de collodion transformée en positif direct et de la rapporter sur papier ou sur toile^{xi}. En 1855, Archer constate que le collodion conduit après évaporation des solvants à "*une pellicule mince, solide, facile à classer*". Belloc (1854) remarque que "*la couche de collodion est, en quelque sorte, une feuille très mince de papier, à pâte parfaitement homogène, sans inégalité aucune*"^{xii}. Woodbury, expérimentant en 1867 le

⁴ Il est possible également d'obtenir des clichés positifs directs. L'opération exige une succession d'opérations chimiques plus complexes. Elle ne fournit qu'une seule épreuve.

⁵ Les textes emploient le terme de collodion pour désigner indifféremment la solution de nitrocellulose dans le mélange alcool-éther, avec ou sans produit additionnel (solvant ou plastifiant), et le produit solide, sous forme de pellicule, que l'on obtient après évaporation des solvants. Malgré l'ambiguïté qui en résulte, nous avons préféré garder les termes originaux.

transfert des clichés, constate "qu'il est facile de conserver sans danger le cliché détaché du verre, à condition de l'appuyer sur une couche de collodion d'une solidité convenable"^{xiii}. Il opère de la façon suivante : lorsque l'épreuve sur glace est terminée, il la recouvre avec une solution de caoutchouc, puis, après séchage, il dépose "un collodion de transport" riche en nitrocellulose (4 % au lieu du 1 % usuel, et contenant un peu d'huile de ricin) sur une épaisseur de 2 mm : après séchage, la pellicule est séparée de la glace par trempage dans l'eau. Woodbury va plus loin : "Pour les glaces sèches, je propose de détacher la couche de la glace avant de prendre l'image, de telle sorte qu'en partant pour une excursion, on peut emporter assez de couches préparées pour faire une centaine d'épreuves, sans se charger d'un poids supérieur à deux ou trois glaces. Pour cela, après avoir sensibilisé le collodion, je le recouvre du collodion de transport, et je le détache de la glace sur laquelle il a été préparé, pour le découper ensuite à la grandeur voulue ; j'évite ainsi de préparer un grand nombre de petites glaces." Les industriels de la photographie, vingt ans plus tard, ne feront rien d'autre, sinon de déposer d'abord le collodion de transport. Comme Woodbury, ils n'emploieront la glace que comme équipement de préparation pour conférer la planéité à la couche de collodion, donc à la pellicule.

La technique du report et de la consolidation, Ferrier^{xiv} l'applique également en 1857 à la confection d'images positives transparentes destinées aux applications stéréoscopiques. Despaquis^{xv} préconise en 1878 le collodion, parmi d'autres substances, comme support de la couche de gélatine bichromatée dans le procédé de Poitevin. Marion, de même, emploie des pellicules de collodion épaisses pour le transport des épreuves au charbon^{xvi}. Il est acquis dès 1870 que le verre du négatif – après exposition et développement – peut-être remplacé : il suffit de couler un collodion très épais sur le négatif sur verre, puis, après séchage, de détacher le négatif ainsi renforcé pour l'employer au tirage des épreuves.

L'intérêt de la pellicule issue du collodion est remarquablement illustré par l'application qui en a été faite dans ce qui fût appelé les dépêches photomicrographiques. En 1870, Paris étant assiégé par les troupes germaniques, les communications terrestres avec la province étaient aléatoires et lentes, pratiquement impossibles ; les communications aériennes, par ballon, n'étaient pas sûres. Les pigeons voyageurs avaient des résultats plus heureux, mais ils ne pouvaient emporter avec eux qu'une charge dérisoire. Le photographe Dagron eut l'idée d'appliquer les récentes techniques de photographies microscopiques. Sur une pellicule de 3 cm x 5 cm, obtenue par évaporation de collodion, donc transparente, sans autre support, "plus mince qu'une pelure d'oignon", il était possible de reproduire 16 pages in-folio d'un texte imprimé sur 3 colonnes, soit en moyenne 3 000 dépêches. "La légèreté de ces pellicules a permis à l'Administration d'en mettre jusqu'à 18 exemplaires sur un seul pigeon qui emportait ainsi 50.000 dépêches pesant ensemble moins d'un demi gramme."^{xvii}

Avec l'apparition et le développement du procédé au gélatinobromure, le procédé au collodion est rapidement abandonné. Pourtant le collodion neutre, la solution de nitrocellulose, ne disparaît pas des étagères des photographes. On ne l'utilise plus comme couche sensible, certes, mais il garde tout son intérêt comme support ou composant de support, en raison de ses propriétés : apte à former une pellicule transparente, insensible à l'eau, adhérent modérément au verre (donc aisément détachable). En un mot, ses qualités méritent d'être mises au compte des tentatives sérieuses pour remplacer la glace. Ces tentatives, l'emploi du film de collodion comme support se précisent au cours de la fin des années 70. Elles sont pour beaucoup le fait des photographes étrangers. Warnercke utilise un système composite constitué d'une succession de sept couches alternées de caoutchouc, déposées à partir d'une solution, et de collodion sur lequel est coulée, *in fine*, l'émulsion argentique. Il lance sur le marché des bandes recouvertes de collodion permettant de recevoir cent images^{xviii}. Wilde^{xix} remplace également en 1868 le verre par un système multicouche : collodion-feuille de gélatine enrobée de caoutchouc. Stebbing^{xx}, en 1878, propose un support composé de deux couches, l'une de gélatine, l'autre de collodion. Woodbury, la même année, renforce le cliché sur glace par une couche de gélatine, puis de collodion^{xxi}. En France, en 1879, Ferrier^{xxii} publie une procédure de fabrication d'une pellicule souple. Sur la glace qui ne sert que de support de confection (comme dans tous les autres travaux) sont déposées trois couches successives : collodion – gélatine - collodion, puis la couche sensible au gélatinobromure d'argent. Après séchage, la pellicule est séparée de la glace. Elle se conserve "indéfiniment". Pour la prise de vue, le cliché pelliculaire est serré entre deux glaces et l'ensemble est

inséré dans le porte-plaque de la boîte noire. Chardon, en 1880, fabrique aussi des clichés pelliculaires composés de trois couches collodion-émulsion de gélatinobromure-collodion.

1.4 Les années 1880

Tous ces essais particuliers, très intéressants, n'apportent pourtant pas une réponse générale satisfaisante et industrielle. A telle enseigne que, dans sa séance du 7 mars 1880, la Société Française de Photographie, décide d'affecter un prix, offert par M. Gaillard, "*pour l'obtention d'un subjectile souple, incassable et de manipulation très simple*". Elle justifie son concours en faisant un rappel de l'état de la technique :

"Depuis longtemps tous les opérateurs photographiques se préoccupent de cette question. En photographie, aussitôt après l'abandon de la plaque daguerrienne, la photographie sur papier prit un développement considérable. Les noms de Talbot, Blanquart-Evrard, Le Gray, Humbert de Mollard, Baldus, Geoffroy restent attachés à des procédés ou des développements importants. Si l'on a gardé, par ces découvertes le moyen d'obtenir plusieurs positifs à l'aide d'un seul cliché, on y a rencontré d'autre part de nombreux inconvénients. Sans les énumérer tous, nous ne ferons qu'indiquer la lenteur de la pose et le peu de conservation des papiers préparés, leur tendance à présenter une opacité et un grain que l'on n'arrive pas toujours à faire disparaître complètement.

Concurremment apparaissent les procédés sur glace, soit à l'albumine de Niepce de Saint-Victor, soit au collodion de Le Gray, d'Archer et de Fry. Viennent ensuite les divers procédés secs au collodion albuminé de Taupenot et des émulsions soit au collodion soit à la gélatine. Dans ces divers procédés, si nous avons gagné en finesse et en rapidité, les glaces dont l'emploi est indispensable sont devenues un inconvénient sérieux pour les voyageurs et une gêne considérable pour les industriels.

On chercha alors à altérer ce défaut et même à y remédier complètement. De là naquirent deux méthodes :

1° La méthode au collage soit sur gélatine soit sur divers papiers transparents ou non. Cette question très intéressante a été beaucoup étudiée. Il suffit de citer les noms de MM. Gaillard, Toulouze, Marville, Jeanreaud, Rousselon, Woodbury, Chardon, Gobert et Magny qui ont donné d'excellentes méthodes pour atteindre le but proposé. Il y a évidemment un progrès, mais les glaces ne sont pas supprimées entièrement et l'inconvénient de leur emploi subsiste toujours. D'ailleurs, combien de personnes hésitent encore à soumettre un bon cliché aux quelques hasards du décollage !

2° La seconde méthode est celle qui consiste à préparer des pellicules sensibles : c'est celle dont nous voudrions voir la solution complète, car jusqu'à présent les divers systèmes proposés ne nous semblent pas remplir complètement ce but (...)

Il faudrait trouver une méthode réunissant les avantages des préparations sur papier et des préparations sur verre."

Le concours pour le prix Gaillard n'apporte toujours pas de réponse satisfaisante. La date limite de dépôt des projets initialement fixée au 31 décembre 1880 est reportée d'un an, "*aucun des concurrents n'ayant rempli les desiderata du programme*". Sauf Balagny, tous les concurrents proposent une pellicule de gélatine. L'année suivante, Balagny (avec Thiébault) est lauréat. Pourtant il juge lui-même que son procédé doit être amélioré. Il en propose un autre, un peu plus tard, avec papier pelliculaire, qui aura quelques débouchés commerciaux.

Cette date, 1880, est importante. Elle prélude à une rupture radicale dans le développement de l'industrie photographique. Jusque-là, cette activité était le fait d'amateurs éclairés ou de petites entreprises artisanales, chacun possédant ses recettes et tours de mains. De cette population vont émerger maintenant des entreprises importantes. La stabilité des émulsions au gélatinobromure permet de préparer des surfaces à l'avance, de les stocker, de les transporter sans difficulté, de les livrer partout. Les contraintes au développement disparaissent. Le fabricant dynamique, disposant d'un produit de qualité peut développer une production de masse, accroître considérablement son chiffre d'affaires et, avec des ressources beaucoup plus importantes, investir dans de nouveaux produits ou de nouvelles techniques. Le cas de la famille Lumière est exemplaire à cet égard. En 1882, les Lumière,

après une situation financière difficile, démarraient la fabrication de plaques au gélatino-bromure d'argent. Ils en fabriquent 18.000 douzaines en 1883 avec dix employés, 350.000 douzaines en 1890, 2.500.000 douzaines en 1900.

1.5 Les brevets

À l'explosion du développement industriel est liée la nécessité de protéger les nouvelles découvertes, les nouveaux produits. Aussi les brevets, relativement rares jusqu'à présent, se font plus nombreux. Il est intéressant d'examiner les principaux déposés en France entre 1879 et le début des années 90. Sur le tableau ci-joint en annexe sont indiqués, outre les références des textes, les systèmes revendiqués, en les schématisant par souci de simplification.

On remarque que:

- Sauf dans les brevets d'Alexandre et dans un brevet d'Eastman (American Film), le collodion a toujours une place dans les systèmes revendiqués. Alexandre revendique une feuille de gélatine épaisse alunée⁶, Eastman une couche de gélatine calandree.

- Dans les autres cas, le collodion est utilisé

- soit uniquement comme support mécanique (Thiebault, avec un collodion à l'huile de ricin, Balagny),

- soit comme élément d'un système composite avec la gélatine (Martin, Balagny, Planchon

- Graffe et Jouglé, Eastman basent leurs brevets sur l'emploi explicite de la nitrocellulose associée à des additifs plastifiants divers. Graffe et Jouglé mélangent la nitrocellulose (200 g) avec du camphre (175 g) dans l'acétone (1.000 g), puis rajoute une solution de gélatine (110 g) dans l'acide acétique (250 g) ; l'ensemble est coulé sur une feuille de métal malléable de laquelle la pellicule se détache aisément. Eastman utilise la composition : méthanol (3,4), camphre (0,34), acétate d'amyle (0,217), huile de fusel (0,87). La solution est coulée sur une dalle de verre.

- Dans la majorité des brevets, les couches sensibles sont déposées sur un support en verre (plaque ou dalle) qui garantit la planéité. Après confection de la pellicule, celle-ci est détachée du support. Mais plusieurs, et non des moindres, Balagny, Thiébaut. Eastman, utilisent aussi un support papier temporaire, pelliculable.

En 1886, Attout-Tailfer, vendeur de produits photographiques à Paris, propose un moyen de préparer *"une pellicule libre, rigide pendant toute la durée des opérations auxquelles on la soumet, de manière à ce qu'elle présente tous les avantages de la pellicule sur verre : netteté de l'image, facilités des opérations, etc., sans en avoir les inconvénients résultant principalement du volume, du poids, de la fragilité du verre."* L'inventeur utilise un cadre métallique mince. Il le pose sur une surface dressée, plane, et coule, à l'intérieur dudit cadre, *"la matière qui en durcissant doit donner la pellicule"*. Il ne prend pas parti sur la nature de cette pellicule.

L'idée est reprise quatre ans plus tard par Victor Planchon. Un des problèmes posés par les pellicules de nitrocellulose est la contrepartie de leur souplesse. Au cours des opérations photographiques, elles gondolent, voire se déforment. Planchon maintient la pellicule souple par un cadre rigide qu'il remplace ensuite par de simples bandes métalliques, plates, minces (0,7 mm). *"Sur des surfaces planes et polies comme des glaces, on coule une couche de collodion normal. Après dessiccation, on dispose les glaces horizontalement et on verse sur le collodion une solution de gélatine chaude de sorte que le liquide occupe uniformément toute la surface de la glace. Pendant que la gélatine est encore limpide, on saisit une à une les bordures métalliques (...), puis on les dépose à plat sur les glaces de façon à ce qu'elles soient totalement immergées dans la gélatine fondue"* qui peut être remplacée par du collodion, du celluloid, un vernis, etc. L'épaisseur de la pellicule ne dépasse pas 0,1 mm, soit une épaisseur bien inférieure à celle de la bordure métallique. Ces pellicules dites "auto-tendues", revêtues de la couche de gélatinobromure d'argent, sont directement insérables dans le

⁶ Traitée par l'alun pour la rendre insoluble.

porte-plaque de l'appareil de prise de vue : l'insert métallique est suffisant pour assurer la rigidité souhaitée.

1.6 Le Celluloïd

L'idée de fabriquer une pellicule nitrocellulosique beaucoup plus épaisse que la "pelure" du collodion, ne nécessitant pas de support, était latente depuis plusieurs années. Daniel Spill publie un article dans *The London Photographer*, en date du 16 décembre 1870, (article traduit en français et publié dans le *Bulletin de la Société Française de Photographie*) sur sa Xyloïdine, "*Nouvelle matière applicable aux besoins de la photographie*". Dans ce document, il indique que son produit peut être rendu dur ou souple par l'adjonction de substances adaptées, dont il donne une liste, et "*qu'il espère montrer prochainement un produit flexible, sans structure intérieure qui pourrait remplacer le verre destiné aux clichés*". Dans une note technique de la Xylonite Company en mars 1871, l'emploi de la Xylonite est mentionné comme "*substitute for glass plates for negatives*"^{xxiii}. L'idée était-elle prématurée ? Elle n'est reprise ni par Spill, ni par la British Xylonite. Il est vrai que la Xylonite se développe mal. Mais à partir de 1880, le Celluloïd de Hyatt, maintenant fabriqué en France, est commercialisé par la Compagnie Française du Celluloïd sous forme de feuilles ou plaques.

Pour la première fois, le celluloïd est revendiqué par Despaquis en termes de propriété industrielle, comme remplaçant des plaques de verre dans le procédé Poitevin. La date de dépôt, 23 mai 1881, laisse penser qu'il a pu être inspiré par la communication de Fortier, le mois précédent, à la Société Française de Photographie^{xxiv}. En effet, quelques semaines auparavant, le 4 mars 1881, Fortier a présenté à cette assemblée, du "*celluloïd en feuille mince et transparente pour remplacer les glaces dans la manipulation des clichés photographiques. Cette substance employée maintenant en Amérique, comme verre à vitres, est transparente souple et malléable*". A titre d'illustration, Fortier présente des épreuves réalisées par le photographe Chardon.

Au cours de la séance suivante du 1er avril, David intervient pour dire "*que depuis longtemps il cherche à appliquer le celluloïd à la photographie dans le but de remplacer la glace si fragile et si lourde*". Malheureusement, ces feuilles de celluloïd, fabriquées par rabotage à partir des blocs, présentent des stries difficiles à éliminer, même par pressage ou laminage, d'autant qu'il s'agit de feuilles minces dont l'épaisseur ne dépasse pas 2/10 de mm. Elles ne sont donc pas rigides : David doit les fixer sur un support de carton, par exemple.

C'est vraisemblablement l'impossibilité d'éliminer ces stries qui conduit David à chercher un autre moyen (juin 1882) : il prépare lui-même sa feuille de celluloïd par application, au blaireau, sur une plaque de verre, de plusieurs couches successives d'un "verniss C" de la Compagnie Française du Celluloïd. Après séchage, la feuille de Celluloïd est décollée du verre par trempage dans l'eau tiède. La pellicule obtenue est légère (29 g à comparer aux 137 g de la plaque de verre), mais sa souplesse exige qu'elle soit fixée sur un support pour le stockage, et à une plaque de verre pour le tirage. On notera, qu'en pratique, ce verniss C, dénommé Celluloïd ne diffère probablement du collodion traditionnel que par la présence supplémentaire de camphre (et peut-être aussi par les conditions de préparation de la nitrocellulose). Ces recherches sont poursuivies également par d'autres. Journoux revendique indifféremment le celluloïd en plaques minces et la zylonite, mise sur le même plan que le collodion. A l'Exposition universelle de Paris de 1889, Janin et Lamy exposent des rouleaux de Celluloïd et une pellicule photographique de cinq mètres de longueur sur cinquante centimètres de largeur. Et David rappellera en 1890, qu'il a présenté depuis longtemps la pellicule de Celluloïd : "*A ce moment aucun autre n'avait, à ma connaissance, exhibé cette invention. Le support pour négatif, pellicule de Celluloïd coulée sur place, est une invention française. J'avais dit que la pellicule en Celluloïd était le support de l'avenir*".

Cependant le celluloïd ne s'impose pas au marché. Brunel^{xxv} confirme qu'en 1894, le celluloïd était loin d'être reconnu comme substitut du verre. Sadoul rapporte que, très curieusement, Louis Lumière, un homme travaillant au cœur de l'industrie photographique, se rappelait qu'en 1895, "*le film de celluloïd était un produit nouveau dont nous ignorions les qualités ou propriétés*"^{xxvi}.

La littérature scientifique et celle des brevets donnent un aperçu du mouvement des idées et des recherches de cette époque, desquels vont se dessiner les solutions d'avenir. En France, les systèmes pelliculaires prennent place, sans doute modestement, à côté des plaques de verre. Selon Attout-Tailfer^{xxvii} (1885), "*actuellement, presque tous les photographes ont pris l'habitude de se procurer les pellicules préparées. Les uns les achètent montées sur des plaques de verre, d'autre les préfèrent montées sur du papier ou du carton. Enfin certaines personnes se les procurent complètement libres de tout support*". Les procédés de Balagny au papier pelliculaire, de Planchon avec ses pellicules autotendues seront utilisés par Lumière. Graffe et Jouglas développeront leur procédé au Perreux. Eastman exploitera industriellement, successivement, son procédé au papier pelliculaire à la gélatine, puis sa pellicule nitrocellulosique qui s'imposera au monde. Des supports en verre aux papiers pelliculables, avec ou sans collodion, on s'achemine vers les supports autonomes à base de nitrocellulose (comme le collodion classique), associée à des plastifiants divers. Les systèmes uniquement constitués de gélatine, trop souples, se gondolant trop facilement au cours du traitement, disparaîtront petit à petit^{xxviii}.

Londe^{xxix}, dans son ouvrage édité en 1896, distingue trois types de pellicules :

- les pellicules "détachables", pellicules de gélatine sur lesquelles est transférée l'épreuve négative à partir de son support papier ;
- les pellicules "libres". Il n'y a pas de report. Elles sont traitées comme les plaques de verre. Dans cette catégorie rentre le collodion, mais surtout la gélatine insolubilisée et le celluloid "qui sont le plus généralement adoptés maintenant". Mais ces pellicules ont tendance à se courber ou s'enrouler ce qui nécessite des précautions d'emploi et un équipement de prise de vue adapté ;
- les pellicules en rouleaux, logées en magasin.

Malheureusement, nous ne disposons pas de données chiffrées permettant d'estimer l'importance relative et progressive de chaque type de pellicule et de comparer avec les productions classiques sur plaques de verre.

Petit à petit, le panorama va se simplifier et les solutions définitives se dégager. A côté des Etablissements Graffe et Jouglas qui commercialisent leur pellicule nitrocellulosique (à un niveau que nous ignorons), les Etablissements Lumière commencent à produire, dès 1895, la pellicule cinématographique nitrocellulosique pour leur usage personnel et, à partir de 1898, des bandes souples continues pour certains appareils photographiques portables^{xxx}. L'*Agenda Lumière*, publié annuellement à partir de 1905, nous apporte des informations importantes sur les produits commercialisés par les Etablissements Lumière, la plus importante société française de produits photographiques et cinématographiques, "*qui fabrique tous les genres de pellicules sensibles*". Outre les plaques photographiques en verre, de caractéristiques diverses, destinées à différents usages, et les papiers photographiques, l'ensemble constituant le fonds de commerce traditionnel de la société, l'*Agenda* mentionne sous le titre de "pellicules" :

- les plaques Vitrose, "*type celluloid, mais plus rigides*". Elles ont 0,25 mm d'épaisseur "*soit 10 fois moindre que la glace*" et pèsent 8 grammes, en format 13x18, soit "*12 à 15 fois moins que la glace*". Il est probable que ces plaques sont fabriquées, comme les feuilles de celluloid, c'est-à-dire par tranchage de bloc, suivi par un pressage à chaud entre deux plaques d'acier nickelé pour obtenir une surface polie^{xxxi}.
- les pellicules en bandes souples, "*pour châssis à rouleaux anciens, se chargeant dans l'obscurité*", pour cinématographie.
- les bobines de pellicules "*garnies de papier noir pour chargement en plein jour*".

En 1905, ils produisent 50 douzaines par jour de plaques Vitrose. Nous ne connaissons pas le nombre de plaques de verre pour la même année, mais huit ans plus tôt, elle était de l'ordre de 8.000 douzaines/jour (2.500.000 douzaines pour l'année)^{xxxii}. A la même époque, la Société fabrique 140

m/jour de pellicules sensibles (500 douzaines de pellicules 13x18). Avec les plaques Vitrose, la consommation de nitrocellulose est de 8 tonnes/an.

Plus tard, vers 1911, Planchon débute la fabrication des pellicules photographiques souples, en nitrocellulose, conditionnées en bobines, destinées aux appareils de petit format, pour amateur, avec la Planose et les Plack-films^{xxxiii}. Le verre conservera pendant plusieurs décades une place importante auprès des professionnels, tandis que se développent les pellicules cellulosiques souples mettant la photographie à la portée des petits usagers familiaux⁷.

1.7 L'apport américain

La particularité du développement de la photographie aux Etats-Unis, plus précisément la politique commerciale décidée et appliquée par Georges Eastman, la naissance et le développement de la cinématographie et des techniques voisines, vont donner une impulsion considérable au développement de la pellicule cellulosique.

Aux Etats-Unis, en 1880, quelques sociétés seulement commencent à fabriquer des plaques sèches au gélatinobromure d'argent. Georges Eastman, un jeune homme passionné de photographie, s'associe avec W. A. Strong pour fabriquer et commercialiser des plaques qu'il a mises au point : ils fondent en septembre 1881 The Eastman Dry Plate et ouvrent une petite fabrique à Rochester (New-York). Les ambitions d'Eastman dépassent la simple fonction de producteur de plaques photographiques. Il a une vision nouvelle et moderne de l'industrie. Ce qu'il veut, c'est "démocratiser" la photographie, la mettre à la portée de tous, donc la dépouiller de toutes les contraintes qui en limitent la pratique, qu'elles soient techniques ou économiques. Sa politique va donc porter sur le couple appareil de prise de vue/support photographique^{xxxiv}.

Pour l'appareil photographique, il n'a pas d'expérience personnelle. Il s'associe avec William H. Walker qui lui apporte la technologie d'un petit appareil populaire, portable, baptisé Kodak (onomatopée suggérant le déclic de l'appareil), point de départ d'une famille de dispositifs de prise de vue économiques.

Pour le support photographique, tout en continuant de fabriquer les plaques enduites, il s'intéresse au papier en bande, à la gélatine, qu'il recouvre de la couche sensible. Après développement, le papier est enduit à la vaseline de façon à le rendre, sinon transparent, du moins translucide, pour faciliter le tirage de l'épreuve positive. Le déroulement de cette bande dans l'appareil photographique (une boîte parallélépipédique) s'effectue grâce à un dispositif constitué par deux rouleaux, l'un pour le dévidage de la pellicule vierge, l'autre pour le rembobinage de la partie de pellicule impressionnée. Entre les deux rouleaux fixes, portés par un cadre en acajou, la feuille de papier est tendue dans le plan focal de l'objectif. On peut prendre ainsi successivement une vingtaine d'images grâce à un système mécanique qui assure un déplacement séquentiel. Une fois exposée, la pellicule est traitée dans le laboratoire d'Eastman Kodak pour le développement. Pour bien affirmer l'élargissement de sa gamme commerciale, la société change de raison sociale : elle devient The Eastman Dry Plate and Film Company.

Le système, commercialisé à partir de 1884, est un demi-succès, car le support en papier vaseliné n'est pas entièrement satisfaisant. Il est remplacé en 1884 par "l'American Film", livré en bobines dont la pellicule est constituée par, successivement, une feuille de papier, une couche de gélatine insoluble, une couche de l'émulsion argentique. Il n'y a pas de collodion. Après exposition, le papier est enlevé par trempage dans l'eau chaude et l'épreuve transférée sur une plaque de verre ou déposée sur une feuille de gélatine (report), pour tirage des épreuves positives. Une pellicule permet de faire cent épreuves. L'American Film est d'une confection et d'un traitement laborieux, nécessairement

⁷ On note dans l'Agenda Lumière de 1905 : "Le développement des pellicules en bande est considéré par beaucoup d'amateurs comme présentant des difficultés considérables. Ce préjugé, très répandu en France, est un obstacle sérieux à la vulgarisation du procédé pelliculaire dans notre pays."

effectué en laboratoire. Une autre solution est recherchée : Eastman charge un jeune chimiste, Reichenbach, de la découvrir. La question est d'autant plus importante qu'elle concerne aussi la cinématographie, en gestation avec le kinétoscope d'Edison. Les travaux de ce dernier le conduisent à une pellicule autosupportée, fabriquée à partir d'un collodion de nitrocellulose (titrant 11 à 12 % d'azote) et d'un mélange de produits solvants comportant entre autres substances possibles : le camphre, l'huile de fusel (alcool amylique brut), l'acétate d'amyle, dont la composition exacte est maintenue secrète. La solution concentrée (15 à 20 %) de ces produits dans l'alcool méthylique est coulée par l'intermédiaire d'une filière à crémaillère (largeur 1,15 m) sur une table de verre, série de plaques de 60 mètres de longueur. Les solvants sont évaporés. La pellicule est décollée après séchage. Elle est ensuite traitée ("substratée") pour garantir l'accrochage de la couche argentique^{xxxv}. Reichenbach met aussi au point l'équipement industriel, en particulier le système de récupération des solvants, de sorte que, dès la fin de 1889, Eastman peut équiper ses appareils de prise de vue avec la nouvelle pellicule⁸ et, à partir de cette date, entreprendre la fabrication industrielle de la pellicule souple nitrocellulosique. Ce sera une pièce maîtresse du développement mondial de la société, devenue Eastman Kodak Company en 1892.

La découverte des conditions de fabrication d'un support photographique parfaitement adapté au nouvel appareil populaire de prise de vue, associée à une politique commerciale dynamique, a donné une impulsion déterminante au développement des pellicules photographiques souples nitrocellulosiques. Et en a assuré le succès.

2- Le développement de la cinématographie

2.1 La naissance du cinéma

Nous avons vu précédemment que les émulsions au gélatinobromure d'argent présentent des caractéristiques particulièrement intéressantes alliant une grande sensibilité, sans limite de conservation de la couche vierge ou impressionnée. Le photographe peut donc saisir des images d'un sujet en mouvement par des prises de vues instantanées successives, les intervalles de temps étant uniquement déterminés par des dispositifs de mise en place et de retrait des supports sensibles. Il est donc possible de visualiser, par une succession de vues rapprochées, les images d'un mouvement continu rapide, donc de décomposer ce mouvement.

Le problème ne réside plus dans l'enregistrement photographique, mais dans le dispositif de prise de vue. Muybridge, aux Etats-Unis, peut ainsi analyser le déplacement des chevaux au galop, grâce toutefois à un dispositif compliqué et onéreux mettant en œuvre une série d'appareils. En France, Marey, physiologue de renom, membre de l'Institut, recourt aux procédés photographiques, comme Janssen précédemment, pour l'analyse du mouvement des animaux. Ses séries de clichés sont célèbres.

⁸ En fait, Eastman avait été précédé par Goodwin. Le révérend Hannibal Goodwin, pasteur de son état, recteur de l'église de Newark, New Jersey (où se trouve l'usine de la Celluloïd Company), et photographe à ses heures, était en quête aussi, bien avant Eastman, d'une solution au problème du support photographique. Il découvre, dès 1884 semble-t-il, un système à base de nitrocellulose, mais ne protège pas sa découverte immédiatement. Goodwin n'est pas un industriel : il s'associe à John C. Carbutt, fabricant de produits chimiques, et fonde la Goodwin Camera and Film Corporation. Le produit, fabriqué à partir d'une feuille d'un produit voisin du celluloïd de la Celluloïd Cy, est commercialisé en 1889. Un brevet est déposé le 2 mai 1887 sous le titre de "Photographic pellicule and process of producing same", mais, considéré comme trop vague, il n'est accordé que le 13 septembre 1898 sous le n° US 610.801. Une longue procédure mettra aux prises la société Eastman et la société Carbutt (à laquelle se substitue par la suite la Société Ansco). Goodwin revendique la fabrication d'une pellicule photographique transparente, flexible, particulièrement adaptée aux appareils photographiques à rouleaux ("roller camera"). Elle est constituée de nitrocellulose plastifiée avec un mélange de deux solvants, l'un non "hydrique", non hygroscopique, comme le nitrobenzène ou l'acétate d'amyle, l'autre "hydrique" et hygroscopique, comme l'alcool éthylique, condition pour obtenir une pellicule claire, mince, transparente, bobinable. Parkes, en 1865 (BF 69.356), avait déjà décrit un moyen pour obtenir des surfaces parfaitement lisses par l'emploi du nitrobenzène, en mélange avec l'éther éthylique.

Marey invente son fusil photographique, remplacé plus tard par le chronographe à plaques, puis à pellicules lorsque celles-ci apparaissent sur le marché (Balagny, puis Eastman).

Marey peut ainsi analyser le mouvement. Mais il ne cherche pas à le reconstituer, c'est-à-dire à faire la synthèse de ses images successives. Une telle entreprise nécessite :

- de pouvoir impressionner les images successives sur un même support pelliculaire à une cadence supérieure à la persistance rétinienne ;
- de pouvoir faire défiler devant les yeux les images développées à cette même cadence ;
- dans les deux cas, de maîtriser rigoureusement et d'une façon synchrone, l'éclairage à travers l'objectif et le déplacement des images devant l'objectif, c'est-à-dire d'élaborer un système mécanique qui assure le déplacement de la pellicule avec une régularité d'horloge, selon les séquences : avancement de la pellicule, arrêt pour la prise de vue (ou la projection lumineuse), avancement du film, etc.

Ce que les scientifiques, Janssen, Muybridge, Marey, n'ont pas cherché à faire, d'autres vont le réaliser, mais à des fins commerciales. Les inventions sont rarement le fait d'un seul individu, celle du cinématographe n'y déroge pas. Nombreux sont ceux qui s'y sont intéressés. Les derniers en date qui vont apporter leur pierre à l'édifice se nomment Le Prince, Friesse-Green, Reynaud (et son théâtre optique, ancêtre du dessin animé), et surtout Edison et Lumière. D'après Coissac, Le Prince, disparu subitement, avait utilisé en 1889 des pellicules en celluloid fabriquées par la société anglaise Blair qui, la première, a fourni des bandes à Edison, à partir de 1888^{xxxvi}.

Aux Etats-Unis, quelques mois après la publication de Marey en octobre 1888 sur le chronographe à pellicule, Edison met au point un dispositif de prise de vues rapides amélioré. Il utilise, comme Marey, des bandes pelliculaires sur papier. Il s'adresse ensuite à Carbutt pour lui fournir des pellicules en celluloid, puis à Georges Eastman. Reichenbach vient justement de mettre au point sa bande nitrocellulosique pour la photographie. C'est le début d'une collaboration entre Eastman et Edison, collaboration qui se prolongera étroitement dans le domaine commercial pendant de nombreuses années : à Eastman reviendra la mise au point du support, à Edison la définition du format (largeur de 35 mm), la mise au point du système d'entraînement mécanique par roue crantée et perforations latérales (quatre perforations par image, de chaque côté)⁹, et l'invention du kinétoscope.

Le kinétoscope est une grande caisse de 1,50 m de hauteur par 1,70 de largeur, munie à sa partie supérieure d'un dispositif optique, un oculaire, éclairé par une source lumineuse située à l'intérieur de la boîte devant laquelle se succèdent, par un mouvement continu, les images fixées sur la pellicule étroite, à la cadence de quarante-six images par seconde. Le "film" défile sans fin grâce à un moteur électrique ; il fait dix-sept mètres, soit cinquante pieds, la longueur imposée par la table de coulée. L'exploitation du kinétoscope, à partir de 1894, par la Kinetoscope Company, société fondée spécialement par Edison, est un gros succès commercial. Les appareils sont vendus et exploités dans des boutiques où le client paie 25 cents pour voir se dérouler un court spectacle, correspondant à la boucle de dix-sept mètres, en se penchant sur l'oculaire.

La mise au point du support pelliculaire, élément incontournable du dispositif, s'est avérée "*longue et laborieuse*". La pellicule d'Edison doit présenter des propriétés mécaniques et physiques bien supérieures à celles exigées de la pellicule photographique (dont on attend essentiellement planéité et transparence) : résistance au frottement, au pliage, à la déchirure, à la fatigue, au vieillissement. Sa mise au point, fruit de la collaboration entre les établissements Eastman et Edison, fut difficile et retarda le lancement du kinétoscope. Longtemps, le celluloid expérimenté resta cassant. "*Il vieillissait mal, s'écaillait, se troublait, se coupait.*"^{xxxvii}

C'est à Paris qu'Antoine Lumière voit fonctionner un kinétoscope. Intrigué, il en achète un exemplaire, accompagné de quelques films, et le rapporte à Lyon avec l'ambition de le modifier afin

⁹ Déjà toutefois utilisé sous une forme plus rustique par Reynaud.

de pouvoir projeter l'image sur un écran. La première clé du succès est dans la réalisation d'un dispositif d'entraînement mécanique, un système porte-griffe qui, grâce à un excentrique, assure successivement le déplacement du film, puis l'arrêt devant l'objectif, à une cadence suffisante pour assurer la continuité du mouvement. Le premier brevet d'invention est déposé le 13 février 1895. Ce nouvel appareil, les frères Lumière le nomment cinématographe¹⁰. La seconde clé concerne la pellicule. Au début, pour la mise au point de l'appareil, les Lumière utilisent les supports en papier que leur société emploie pour la fabrication des bandes pelliculaires selon le procédé Balagny. Ils perforent les bandes à la main. Le support est trop opaque pour pouvoir projeter les images. Mais, en éclairant les images par transparence avec une lampe à arc, ils vérifient la continuité du mouvement, donc la validité de leur système d'enregistrement. S'inspirant du film du kinéscope qu'ils ont entre les mains, ils cherchent à se procurer un produit analogue transparent et souple ; ils se tournent vers le celluloid. Ils n'en trouvent pas en France, en grande feuille, chez les sociétés de celluloid. Les produits anglais (Blair) sont, eux, "inutilisables". C'est à la société américaine Celluloid Company, l'héritière de la société des Hyatt qu'ils s'adressent. L'affaire reste cependant techniquement très délicate : la possession des feuilles de celluloid ne résoud pas tout. Louis Lumière commente : *"Le couchage des pellicules américaines est très difficile et, malheureusement, jusqu'ici nous n'y sommes pas arrivés (...). Nous avons essayé plusieurs systèmes de machines à coucher et nous nous heurtons toujours à cette difficulté, gondolement de la pellicule, trop grande dilatabilité."*^{xxxviii} La collaboration avec Victor Planchon permettra de résoudre le problème et de trouver une solution nationale.

Dans l'invention du cinématographe – dont la paternité, comme pour toute invention, a fait l'objet de nombreuses polémiques –, il est un fait incontesté : le rôle fondamental de la pellicule, passage obligé sans lequel ce nouvel art n'aurait pu se développer avant longtemps. Seule la nitrocellulose (ou plus exactement les compositions de nitrocellulose et de certains additifs) pouvait, à cette époque, apporter le compromis de propriétés souhaité. À preuve : on ne lui trouvera pas de substitut valable avant de nombreuses années. Certains historiens estiment que trente ans avant l'appareil des Lumière, tous les éléments, optiques, mécaniques, photographiques étaient disponibles, en puissance, pour créer le cinéma, sauf le film.

En un an, au cours de l'année 1894, Louis Lumière et Planchon mettent au point une pellicule répondant aux exigences imposées par l'appareillage. Il faut que le film ne soit pas altéré par les traitements de couchage et de développement, mais surtout qu'il résiste aux agressions du système d'entraînement mécanique : succession d'arrêts et de démarrages, à raison de 16 images par seconde. Une excellente résistance à la pliure, à la déchirure, au frottement (la vitesse de déroulement est de 3.600 mètres à l'heure) et une perforation soignée sont indispensables pour que la qualité des images perdure encore après de nombreuses séances de projection. A partir de 1895, la pellicule est fabriquée industriellement, dans les usines lyonnaises d'abord à petite échelle, pour alimenter la production cinématographique des Lumière avant d'être adaptée à la production de support photographique.

La mise au point de la pellicule cinématographique par Eastman Kodak d'un côté de l'Atlantique, de Lumière et Planchon de l'autre côté doit beaucoup aux travaux effectués à la Celluloid Cy, notamment par Stevens. Ce sont les études sur les solvants de la nitrocellulose qui ont mis en évidence l'importance des compositions mixtes solvants légers-solvants lourds pour contrôler l'évaporation et obtenir des surfaces lisses et régulières, et notamment l'intérêt des dérivés amyliques. La Celluloid Cy va apporter une seconde contribution importante dans la fabrication des pellicules en mettant au point la fabrication du collodion par coulée sur roue ou bande sans fin qui répond mieux aux exigences de qualité et de productivité.

2.2 La fabrication industrielle des pellicules

A partir de 1890 environ, débute la production industrielle de pellicule nitrocellulosique à usage photographique. Quelques années plus tard, elle est complétée par la fabrication de pellicule nitrocellulosique également pour application cinématographique. Les exigences n'étant pas identiques,

¹⁰ Ignorant que ce nom avait déjà été attribué par Léon Bouilly à un autre appareil.

les compositions sont différentes, mais la technique de production de la pellicule est, elle, la même. A noter que les fabricants sont jaloux de leurs procédés et que, dans le milieu de l'industrie photographique, le secret est de rigueur pour tout ce qui concerne la production.

2.2.1 La fabrication du collodion

Le protocole de fabrication que la société américaine Kodak exploite au début du 20^e siècle met en œuvre une nitrocellulose soigneusement lavée pour éliminer toute trace de résidus acides. Il comporte les étapes suivantes : préparation du collodion par mise en solution dans des tonneaux mélangeurs tournant sur eux-mêmes au moyen de galets, filtration sur feutre et tissu de soie, coulée dans de grands malaxeurs à double enveloppe chauffés à 50°C, alimentation de la filière à volet réglable située au-dessus de la roue nickelée, coulée, séchage de la pellicule décollée du cylindre par passage sur une succession de cylindres chauffés, puis substratage (chez Kodak, le substratage est effectué sur le cylindre de coulée, en fin d'évaporation). Toutes les tuyauteries et robinetteries sont en nickel.

Le collodion

C'est une dissolution de nitrocellulose à 11,5-12% d'azote. Il est impératif que la nitration (papier ou coton) soit très homogène pour éviter la présence d'insoluble. Aussi la nitration à la turbine est-elle préférée aux autres modes (pot, Thomson). Le milieu solvant est un mélange de différents produits où l'on trouve les alcools méthylique et éthylique, l'éther sulfurique, l'acétone, l'acétate d'éthyle, l'alcool amylique, l'acétate d'amyle. Le camphre est généralement présent. La mise en solution est réalisée dans des malaxeurs puissants. Elle est suivie par une filtration, très poussée, puis le dégazage.

La coulée

La technique de fabrication de la pellicule nitrocellulosique utilisée industriellement au début, à partir de 1889, par Eastman n'est, dans son principe, que l'extrapolation de la procédure employée par les nombreux chercheurs qui ont œuvré auparavant dans le domaine des pellicules : la coulée sur une surface de verre. Le collodion est déposé à l'aide d'une filière à crémaillère de 1,15 mètres de large, sur une table de verre de 60 mètres de long, suivant une *"technologie (...) d'une simplicité biblique car la filière est déplacée par deux opérateurs qui marchent au pas cadencé (tandis que) deux ventilateurs domestiques se chargent de l'évaporation du solvant"*^{xxxix}. Lumière-Planchon utilisent la même technique. La surface doit être rigoureusement plane et horizontale ; la table de verre est formée par une succession de dalles de verre jointoyées. Après évaporation du solvant, la pellicule durcie est soigneusement décollée, séchée, puis découpée aux dimensions souhaitées. Le processus est donc simple. Dans la pratique, c'est une fabrication exigeante qui requiert beaucoup de soins. La coulée sur la table doit être régulière. Le dispositif d'alimentation en collodion est constitué par une boîte à section triangulaire, sorte de trémie dont la partie inférieure est une fente de largeur réglable. Ce système, mobile, se déplace au-dessus de la glace. Une atmosphère sans poussière est de rigueur, la récupération des solvants également.

La coulée sur plaque de verre présente de nombreux inconvénients : perte de temps due à l'immobilisation de l'installation durant la période de l'évaporation des solvants, défauts apportés à la pellicule par les jointures entre plaques de verre, difficulté de récupérer les solvants, limitation de la longueur des pellicules. Celle-ci est variable suivant les équipements, en général 60 ou 120 mètres. Pour obtenir des pellicules plus longues, il faut procéder à un collage bout à bout, en utilisant un mélange de solvants (par exemple acétone, acétate de butyle, acide acétique). Selon Clément et Rivière, la production d'une table de coulée de 60 mètres de longueur est de 120 mètres par 24 heures (en 0,55 m ou 1,15 m de largeur)^{xl}.

Ces inconvénients ont suscité la mise au point d'autres techniques. J.H. Stevens et M.C. Lefferts de la Celluloïd Cy déposent le brevet US 573.928 du 17 juillet 1891, par lequel ils proposent

de remplacer la coulée sur table par un système continu, à roue ou bande. Le procédé consiste à couler le collodion sur la surface extérieure périphérique d'une roue métallique ou sur la surface d'un ruban métallique tournant sans fin entre deux roues ou deux poulies. Cette surface doit être en nickel ou cuivre nickelé, et soigneusement polie. Le collodion est coulé sur la surface métallique par une boîte de distribution ou une filière plate, fixe, dont l'écartement des lèvres est réglable à volonté. Les solvants sont évaporés au cours de la rotation de la roue ou du trajet sur la bande transporteuse. La pellicule est séparée du support pour subir le complément de séchage et les opérations ultérieures de conditionnement ou traitement. Le brevet américain est suivi par d'autres utilisant aussi une roue – comme Walker en Angleterre (BP 4214 –1893) – ou deux roues qui permettent d'allonger le parcours – comme Blair également en Angleterre (BF 236.600-1894). En France, ce n'est que bien plus tard, autour de 1908, lorsque le développement du cinématographe bat son plein, que plusieurs sociétés déposent des brevets sur la fabrication de pellicules nitrocellulosiques par des procédés continus. Ce sont la Société Civile des Pellicules Nouvelles pour Cinématographe et autres usages (BF 384.111), la Société Industrielle de Photographie (BF 430.086), la Société Pervilhac (brevets Rattignier et Pervilhac, BF 395.219, 395.665, dispositifs à bande reposant sur un ou plusieurs rouleaux). Pratiquement, la coulée continue sur roue ou sur bande s'impose aux fabricants. Elle est adoptée par Eastman à partir de 1899¹¹. En France, Planchon est le premier à équiper son usine avec des roues, vers 1910, dix ans après Eastman^{xli}. Pathé le suivra aussitôt^{xlii}.

Le solvant est éliminé par évaporation. Des brevets ont été déposés pour remplacer ce type de séchage par une coagulation de la solution organique dans l'eau. C'est le cas de la Société Générale de Film en 1908¹² et de Pathé Cinéma dans les années 1925. Le collodion est versé, par exemple, à la partie supérieure d'un cylindre tournant dont la partie inférieure plonge dans l'eau¹³. On en attend économie, rapidité, facilité de récupération des solvants. Mais il ne semble pas que ce procédé ait été exploité industriellement.

La production d'une roue est de 16 mètres de pellicule/heure, soit 384 mètres par jour, en 0,55m. Grâce à ce procédé, *"la régularité est absolument parfaite et l'épaisseur ne varie pas d'un centième de millimètre"*.

2.2.2 Couchage de l'émulsion de gélatinobromure

Comme précisé précédemment, l'émulsion de gélatinobromure est une dispersion de fines particules de bromure d'argent au sein de la gélatine. Les conditions de préparation de cette émulsion sont extrêmement importantes, car elles déterminent les qualités photographiques. Préalablement au couchage, la surface de la pellicule doit être traitée pour que soit garantie une bonne adhésion de la couche sensible. C'est le substratage qui consiste à coucher la pellicule par une solution de gélatine dans un mélange organique, par exemple dichlorhydrine, glycérine, alcool méthylique, acétone. Le substratage – comme le couchage de l'émulsion – peut être exécuté sur la pellicule, juste après l'évaporation des solvants du collodion.

Avant couchage, l'émulsion de gélatinobromure subit une série de manipulations dans des conditions rigoureusement contrôlées. Après précipitation, la dispersion est chauffée. La sensibilité de l'émulsion augmente avec la température. L'émulsion est ensuite refroidie, puis forcée dans une presse dont elle sort sous forme de filaments. Cette présentation facilite le lavage, à l'eau froide, nécessaire pour l'élimination des sels. La masse lavée est conservée et maintenue à basse température (4 °C), opération qui permet d'améliorer la sensibilité sans jouer sur la taille des grains de bromure d'argent. L'émulsion est ensuite réchauffée ; on y incorpore de la gélatine et différents sels minéraux tels que sulfate de magnésium, carbonate de potassium, alun de chrome, etc. La dispersion est alors prête pour la coulée. Toutes les opérations de manipulation comportant des sels d'argent doivent être menées en

¹¹ Eastman Kodak restera fidèle aux roues de coulées. En 1947, Rochester est équipé de 66 roues de 5,4 mètres de diamètre, pesant chacune 35 tonnes. Chaque roue est susceptible de produire 25 tonnes/mois de pellicule.

¹² Brevet français 388.755 (10 juin 1908).

¹³ Brevets français 606.543 (20 février 1925), 629.415 (29 avril 1926).

lumière rouge ou en salle obscure. L'enduction relève de la même technologie que la coulée de la pellicule.

Dans la pratique, il existe deux types d'émulsion : négative et positive. L'opération de production du film cinématographique comprend, en effet, deux étapes :

- la prise de vue. Il est important de pouvoir disposer d'une émulsion très sensible à la lumière. Le film développé est dit négatif, car les parties éclairées apparaissent en noir.

- l'image positive est obtenue par reproduction à partir de l'épreuve négative. Le film négatif développé et le film vierge destiné à devenir le film positif sont plaqués l'un contre l'autre, émulsion contre émulsion, et passent ensemble devant une source de lumière. Le rayon lumineux traverse le film négatif avant d'éclairer et d'impressionner l'autre pellicule. Dans ce cas, la sensibilité de la pellicule n'est pas une exigence majeure puisque l'opérateur est maître de l'intensité de sa source lumineuse.

2.2.3 Conditionnement

La pellicule émulsionnée est découpée aux formats désirés, en bandes, plaques ou films, à partir de rouleaux livrés, au début, en 0,55 m à 1,10 m de large et 60 à 120 m de longueur. Le film cinématographique est fabriqué à partir de ces pellicules au format standard normal est 35 mm. Les feuilles de 0,55 m, sont donc découpées en bandes de 35 mm. L'épaisseur totale du film est de 15/100 mm, en moyenne. Ses caractéristiques (largeur, pas des perforations, dimensions des images, dimension des perforations..) ont fait l'objet de normes internationales. Les rouleaux sont emballés dans une feuille d'étain, puis dans deux papiers noirs, le tout étant soigneusement enfermé dans une boîte métallique^{xliii}. Pour les films cinématographiques s'ajoute l'opération supplémentaire, capitale, de la perforation par poinçonnement, qui fait appel à un matériel spécialisé.

-
- i Le Gray Traité de Photographie Lérebourg-Secrétan 1850
 - ii Belloc A. Traité théorique et pratique de la photographie sur collodion. Chez l'auteur
 - iii Mayer, Pierson La photographie considérée comme art et industrie, Hachette 1862
 - iv Lescuyer R.Histoire de la Photographie SNPE Illustration Paris 1945
 - v Lescuyer op.cit.
 - vi Odagir Le procédé au gélatinobromure Paris 1877
 - vii Mon.Scientifique 601 1878; Boivin Procédé au collodion sec Gauthier-Villard 1876
 - viii Meusy Paris Palace ou le temps du cinéma CNRS Edition 1995
 - ix Belloc op.cit.
 - x Londe Albert La photographie moderne Masson 1896
 - xi Belloc op.cit.
 - xii Belloc op.cit.
 - xiii Woodburry Bull.Soc.Fran.Photographie 230 1867
 - xiv Brevet Français 33 479
 - xv Bull.Soc.Fran.Photographie 9,14,284 1868
 - xvi Bull.Soc.Fran.Photographie 36,286 1869
 - xvii Lescuyer op.cit.
 - xviii Deslandes Histoire comparée du Cinéma Casterman 1866
 - xix Bull.Soc.Fran.Photographie 87 1878
 - xx Bull.Soc.Fran.Photographie 91 1878
 - xxi Bull.Soc.Fran.Photographie 223 1878
 - xxii Bull.Soc.Fran.Photographie 123 1879, B.F. 129.980
 - xxiii Schupphaus Ind.Eng.Chem. 6 440
 - xxiv voir les Bulletin de la Société Française de Photographie du premier semestre 1881
 - xxv Cité dans Sadoul Histoire du Cinéma
 - xxvi Sadoul G.Louis Lumière Sghers 1964942
 - xxvii Brevet Français 168 604

-
- xxviii Balagny G. Traité de photographie par le procédé pelliculaire Gauthier Villars 1889 ; Davanne Traité de
photographie théorique et pratique Gauthier-Villars 1886
- xxix Londe Albert op.cit.
- xxx Archives du Crédit Lyonnais DEEEF 21065-2
- xxxi Delpech J. Caoutchouc et Gutta Percha 3391 1909
- xxxii Agenda Lumière 1908
- xxxiii Potonniée G. Bull. Soc. Franç. Photo. 46 1936 ; Chardère B. Borge G. et M., Les Lumière Bibliothèque des
Arts, Paris
- xxxiv Ind. Eng. Chem. 31 507 1939, Collins The Story of Kodak Abrams 1945, Mitry Histoire du cinéma
- xxxv Brevets US 412.202, Brevet Français 202.496, 1889
- xxxvi Coissac Histoire du cinéma Cinéopse 1925
- xxxvii Sadoul Histoire du cinéma
- xxxviii Charière Bernard Lumière sur Lumière
- xxxix Clément Pierre Histoire de Kodak Pathé Document privé,
- xl Clément L., Rivière C. Caoutchouc et Gutta Percha 5611 1911
- xli Brevet Français 267 951
- xlii Soudier J. Caoutchouc et Gutta Percha 12343 1924
- xliii Clément, Rivière, La Cellulose et les éthers cellulosiques Baillères et fils 1920; Caoutchouc et Gutta
Percha 5807 1911