# De la pellicule souple à la photographie en couleurs naturelles : l'évolution de l'organisation de l'innovation chez Eastman Kodak

## From flexible roll-film to photography in natural color: the evolution of innovation management at Eastman Kodak

Nicolas Le Guern[1]

[1] Ph.D., Chercheur indépendant, diplômé du PHRC de l'Université De Montfort, Leicester, nicolas.leguern@gmail.com

**RÉSUMÉ.** Cet article démontre que la gestion de l'innovation chez Eastman Kodak fut profondément modifiée entre 1880 et 1912. Son fondateur George Eastman évolua du statut d'entrepreneur inventeur contribuant directement à l'innovation de la firme à celui de coordinateur d'une nouvelle structure à partir de 1912. L'article souligne tout d'abord le risque endossé par Eastman à la fin des années 1880, ne pouvant compter que sur son photochimiste pour mettre au point en 1890 une nouvelle pellicule souple photosensible. L'article note ensuite la prise de conscience d'Eastman pour modifier en profondeur le modèle d'innovation chez Kodak, en créant en 1912 une nouvelle structure du savoir technique et scientifique, le laboratoire de recherche. Kenneth Mees, un scientifique britannique avec une expérience du marché photographique, prit la tête du laboratoire et mit en pratique ses théories sur l'organisation de la recherche. L'article conclut sur les bénéfices engendrés par le nouveau modèle d'innovation pour Kodak dans la recherche des procédés couleur, notant son évolution vers le concept récent d'innovation ouverte.

**ABSTRACT.** This article shows that the management of innovation at Eastman Kodak changed profoundly between 1880 and 1912. Its founder George Eastman evolved from the status of entrepreneur-inventor, contributing directly to the innovation of the firm, to that of coordinator of a new structure from 1912. This article first stresses the risk taken by Eastman at the end of the 1880s, counting only on his photochemist to develop in 1890 a new flexible photosensitive roll-film. Then the article points out Eastman's awareness to fundamentally change the innovation model at Kodak, by creating in 1912 a new structure of technical and scientific knowledge, the research laboratory. Kenneth Mees, a British scientist experimented with the photographic market, directed the laboratory and implemented his theories on the organization of research. The article concludes by underlining the benefits of the new innovation model for Kodak in color process research, noting its evolution towards the recent concept of open innovation.

**MOTS-CLÉS.** Eastman Kodak, innovation, entreprise, laboratoire de recherche, recherche industrielle, industrie photographique.

**KEYWORDS.** Eastman Kodak, innovation, business, research laboratory, industrial research, photographic industry.

La société américaine Eastman Kodak, plus couramment nommée Kodak et créée en 1880 sous la forme d'une modeste fabrique, continue toujours de produire de la pellicule photographique et cinématographique 140 ans plus tard, malgré des vicissitudes économiques récentes et plusieurs restructurations. Cette multinationale dépassa le cap des 5000 employés (monde) en 1907, des 20000 en 1927, 60000 en 1946 et 120000 en 1973. Son premier laboratoire de recherche était composé de 20 scientifiques en 1913, 88 en 1920, 413 en 1945 et 1175 en 1955. En 1962, son chiffre d'affaires consolidé dépassa pour la première fois le milliard de dollars. Bien qu'ayant été un acteur majeur de l'industrie des médias au XXe siècle, Kodak n'a été paradoxalement que peu étudié par les chercheurs en sciences humaines sur un plan technologique, économique et historique, si l'on exclut les publications récentes sur les causes de son déclin suite à l'avènement du numérique. Plus particulièrement, l'évolution de l'organisation de l'innovation et les méthodes de recherche mises en jeu depuis la fin du XIX^e^ siècle n'ont été traitées que partiellement par de rares études d'envergure sur les activités de Kodak [JEN 75 ; COL 90 ; BRA 96]. Dans *Images and Enterprise*, Jenkins décrivit le long développement de l'industrie photographique américaine de 1839 à 1925, en axant une grande partie de son étude sur le cas d'Eastman Kodak, et en montrant comment l'entrepreneur

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

avisé qu'était George Eastman avait réussi à bâtir un empire industriel par le biais de stratégies d'intégrations horizontales et verticales. Jenkins avait utilisé comme sources sur Kodak la correspondance d'Eastman, et c'est une stratégie que réutilisa Brayer afin de publier sa longue biographie de George Eastman. Dans son chapitre 13 *Crazy about Color*, malheureusement trop court, Brayer fit revivre la longue quête d'Eastman vers les procédés en couleur de la firme, des années 1900 au lancement du célèbre Kodachrome trichrome en 1935, à partir des multiples correspondances avec ses managers et experts.

Il est donc pertinent de mieux définir les processus d'innovation mis en jeu par Kodak dans ses activités de recherche industrielle et de lancement de nouveaux produits, pour répondre ainsi à l'appel de Latour et ouvrir les « boîtes noires » afin de mettre en lumière les mécanismes technologiques utilisés par la firme américaine. « When you push the button you do not see the salesmen and the machines that make the long strips of celluloid films and the trouble-shooters that make the coating stick properly at last; you do not see them, but they have to be there none the less. » [LAT 87 p.137]. Justement, l'idée de création du premier laboratoire de recherche Kodak en 1911 coïncide avec le questionnement croissant des économistes et industriels de l'époque sur le concept d'innovation. C'est en effet la même année que Schumpeter publie en allemand son ouvrage sur la théorie du développement économique, qui ne sera traduit en anglais qu'en 1934 [SCH 11]. Cependant, l'économiste ne fait qu'introduire une réflexion sur l'innovation, sans la définir réellement. Selon lui, elle représente l'introduction d'un nouveau produit ou d'une nouvelle méthode de production, l'accès à un nouveau marché ou à un nouvel approvisionnement en matières premières, ou enfin une nouvelle organisation industrielle [ALL 07]. Schumpeter distingue aussi l'acte d'invention de l'innovation : cette dernière est une décision économique et donc une action, tandis que l'invention est un acte de créativité intellectuelle [GOD 17]. La difficulté à définir l'innovation au vingtième siècle vient aussi du fait que les points de vue sur la procédure même d'innovation sont très variés [SAU 16]. Par exemple, Akrich, Callon et Latour [AKR 88] considèrent que la détermination d'un modèle linéaire d'innovation ne correspond pas à la réalité, et qu'il faut lui substituer un modèle tourbillonnaire, permettant le suivi des multiples « négociations socio-techniques » qui constitue l'innovation. Une innovation ne peut émerger que via un travail de « traduction » au sein d'un réseau composé d'acteurs et d'actants (non humain). Pour les auteurs, les équipes de Steve Jobs ont utilisé ce modèle tourbillonnaire pour la mise au point du Macintosh par Apple, mais aussi Eastman en son temps : « C'est ainsi qu'Eastman, parti pour concevoir un appareil et des produits destinés aux photographes professionnels, se trouve rapidement confronté à des réactions de refus. Plutôt que de s'entêter dans une stratégie qui promet d'être difficile, il réoriente ses investigations et par dérives successives définit un nouveau produit, le boîtier facile d'emploi, et une nouvelle catégorie sociale, le photographe amateur » [AKR 88]. Concernant la multiplicité des points de vue sur l'innovation, il est aussi intéressant de constater que parmi les 81 théories recensées par Godin sur les étapes du processus d'innovation proposées par des praticiens, managers et économistes entre 1920 et 2008, la plus ancienne est le fait de Kenneth Mees, premier directeur de la recherche chez Eastman Kodak [GOD 17]. Il fit évoluer sa théorie initiale (recherche fondamentale, développement, fabrication) entre la première édition de *The Organization of Industrial Scientific Research* et celle de 1950 (recherche, développement incluant l'usage d'un site de production pilote à petite échelle, intégration à la fabrication) [MEE 20 ; MEE 50]. Ainsi, le processus d'innovation est défini comme un phénomène complexe constitué d'un nombre plus ou moins grand d'étapes nécessaires : recherche fondamentale, idée, invention, recherche industrielle, développement, innovation, production, diffusion, etc.

On retrouve l'influence de Mees dans les rares études sur la recherche industrielle de Kodak. La plus complète fut publiée par la firme même en 1989, à l'occasion du 75e anniversaire de la création du laboratoire de recherche de Rochester [KOD 89]. N'échappant pas à l'établissement d'une longue liste de jalons technologiques et d'inventions disruptives, l'ouvrage contient malgré tout de nombreuses informations biographiques sur les scientifiques ayant œuvré dans les laboratoires à partir d'archives scientifiques de première main. L'historien des sciences Jeffrey Sturchio, qui avait

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

participé à la réalisation de l'ouvrage de Kodak, avait auparavant donné une conférence en 1985 au *Hagley Museum* sur l'évolution de la recherche Kodak avant et après la création du premier laboratoire de recherche. Le texte de cette conférence, jusqu'à présent la seule étude à analyser en profondeur la structure et la stratégie de la recherche chez Kodak du côté américain, vient d'être republié [STU 20]. Dans notre thèse de doctorat, nous avions souhaité utiliser notamment ces rares publications sur le développement de l'innovation chez Eastman Kodak comme point de départ pour une étude sur la contribution des laboratoires de recherche européens de Kodak à la stratégie globale d'innovation [LEG 17a]. Plus récemment, nous avons montré comment la circulation des savoirs scientifiques entre les laboratoires de recherche de Kodak était cruciale dans le stade initial du processus d'innovation de la firme [LEG 20b]. Ces deux études se sont appuyées en grande partie sur deux sources primaires disponibles depuis peu : la *Kodak Historical Collection*, transférée de la filiale anglaise de Kodak à la *British Library* en 2009, et les archives Kodak-Pathé conservées par l'association CECIL dans l'ancien laboratoire de recherche de Kodak-Pathé proche de Chalon-sur-Saône.

Le présent article utilise ce corpus bibliographique et nos trouvailles de recherche pour traiter de l'organisation de l'innovation chez Kodak suivant une analyse historique chronologique. Le rôle de George Eastman évolua du statut d'entrepreneur-inventeur contribuant directement à l'innovation de la firme à celui de coordinateur d'une nouvelle structure à partir de 1912 : le laboratoire de recherche industrielle. Dans une première partie, l'article souligne le risque endossé par Eastman, alors jeune entrepreneur à la fin des années 1880 et ne pouvant compter que sur son photochimiste pour mettre au point un nouveau support souple de l'image photographique. L'article souligne ensuite la prise de conscience d'Eastman pour modifier en profondeur le modèle d'innovation chez Kodak, en concevant une nouvelle structure du savoir technique et scientifique. L'article conclut sur les bénéfices engendrés par le nouveau modèle d'innovation pour Kodak dans la recherche des procédés couleur.

## 1. George Eastman, jeune entrepreneur innovateur américain dans les années 1880

### 1.1. *Les prémices de la photographie en noir et blanc pour tous*

En Avril 1880, George Eastman avait 25 ans lorsqu'il obtint son premier brevet sur une méthode d'enduction de l'émulsion photographique sur des plaques de verre. Suivant la logique capitalistique de l'inventeur-entrepreneur, Eastman loua rapidement des locaux commerciaux à Rochester, une ville proche du lac Ontario dans l'état de New York, et commença la commercialisation de plaques sèches. En 1881, il s'associa, démissionna de son emploi dans une banque et créa l'*Eastman Dry Plate Company*. Il modifia le nom de sa société en 1884, puis acquit des brevets de David Houston sur une technique de support souple en rouleau en 1885. Avec l'aide d'un nouvel associé, William Walker, Eastman développa un dos pour chambre noire capable de stocker ce type de support photographique, que l'on appela bientôt pellicule ou film souple. En 1888, le jeune entrepreneur déposa la marque « Kodak », et lança son premier modèle d'appareil photographique compact du même nom. Le seul film que l'appareil pouvait accepter était constitué d'une émulsion détachable sur un support de papier, ce qui réduisait la résolution de l'image obtenue. Pour Eastman, il fallait trouver mieux, et innover encore afin de développer le vaste marché en devenir de la photographie amateur : avec une pellicule de meilleure qualité, l'entrepreneur avisé pourrait proposer à chaque foyer américain de s'équiper d'un appareil photographique qui serait utilisé dans le cadre de prises de vue familiales, et dont les films exposés ne pourraient être développés que par son entreprise. Les fabriques concurrentes de John Carbutt et de Cramer & Norden s'étaient mises à utiliser une nouvelle matière souple de synthèse, le celluloïd mis au point à partir des multiples recherches de Parkes, Hyatt et Spill et produit par la *Celluloid Manufacturing Company*. Le nouveau support transparent n'était pas non plus idéal, car il réagissait chimiquement avec l'émulsion et était trop épais et pas assez flexible pour être utilisé dans le dos film développé par Walker et Eastman [BRA 96, p.69].

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

### 1.2. *Méthodes traditionnelles d'innovation dans l'industrie photographique du XIXe siècle*

A la fin du XIX$^{e}$ siècle, les activités dites de recherche des fabricants de plaques et papiers photographiques se limitaient principalement à une recherche appliquée, centrée sur la résolution de problèmes liés à la fabrication, ainsi que sur le contrôle de la qualité des matières premières. Logiquement, les laboratoires où étaient effectuées ces activités se retrouvaient bien souvent intégrés aux installations de production. L'entreprise de George Eastman suivait également ce principe et pour bien se rendre compte de la difficulté d'inventer de nouvelles technologies photographiques à cette époque ou, plus généralement, de la difficulté d'innover, nous devons introduire la notion de « *master emulsion maker* », ou maître de la fabrication de l'émulsion [JEN 75, p.223]. Dans l'industrie photographique, si l'entrepreneur ne pouvait seul inventer de nouvelles technologies, qu'il était possible d'introduire ensuite sur le marché, il devait faire appel à un photochimiste, habile garant de la qualité et de la régularité de la production, mais aussi chercheur improvisé pour améliorer ou inventer de nouvelles recettes d'émulsion. Le savoir technologique n'était donc pas sécurisé en tant qu'actif majeur de l'entreprise, mais détenu par le « *master emulsion maker* » qui était recruté pour son expérience et son savoir. Or, s'il venait à démissionner, il partait bien souvent avec ses formules d'émulsions photographiques, et l'entreprise devait alors recommencer du début avec un autre photochimiste, afin de retrouver à nouveau des formulations chimiques pouvant être mises en production. Quant à George Eastman, il n'était pas un entrepreneur inventeur au sens où il aurait pu faire fructifier son capital à l'aide de ses seules inventions et capacités de recherche. C'était un entrepreneur innovateur, qui gérait une activité d'innovation en plus de ses attributions managériales, et qui prit des risques et partit en éclaireur pour trouver des opportunités entrepreneuriales [BOU 18]. Il fut confronté au modèle d'innovation risqué faisant appel à un maître (trop indépendant) de la fabrication de l'émulsion à la fin des années 1880, et une mésaventure commerciale avec plusieurs employés le poussa bien plus tard à délaisser ce modèle pour celui du laboratoire de recherche industrielle.

L'étude de cas de George Eastman confronté à la malhonnêteté de son photochimiste Henry Reichenbach a déjà été mentionnée par plusieurs chercheurs [JEN 75 ; BRA 96 ; FIS 09]. Elle illustre parfaitement les limites du modèle d'innovation du « *master emulsion master* ». En 1886, Dr. Samuel A. Lattimore, le directeur du département de la chimie à l'université de Rochester, recommanda Reichenbach à Eastman, qui embaucha le jeune homme en tant que chimiste en chef, ainsi que le chimiste analytique S. Carl Passavant afin de l'assister. Au milieu des années 1880, Eastman était encore entièrement impliqué dans le processus d'innovation et maitrisait par ailleurs chaque étape de la fabrication de ses produits photosensibles. La mission de Reichenbach était de délester partiellement Eastman de son travail de laboratoire en réalisant à sa place autant d'expérimentations que nécessaire, selon le budget alloué pour la recherche. Le papier utilisé pour le support photographique dans le dos pour films en bobine Eastman-Walker ne fournissait pas une image assez définie. Or, en 1886, le jeune Eastman savait qu'un nouveau support restait à inventer avec les mêmes propriétés physico-chimiques que le celluloïd. Travaillant en étroite collaboration, Eastman et Reichenbach réussirent à développer en 1889 la formule chimique d'un support photographique transparent similaire au celluloïd, un matériau dont les méthodes de fabrication étaient protégées par un brevet de la *Celluloid Manufacturing Company*. Ce film souple était produit par dissolution de la nitrocellulose dans de l'alcool de bois, renforcé à l'aide de camphre, qui agissait comme un solvant puis finalement traité avec un mélange d'acétate d'amyle et d'huile de fusel, afin d'éliminer le camphre en solution quand le film était en train de sécher. Quand il fut introduit sur le marché en 1890, le nouveau film assura un succès commercial à Eastman, malgré de multiples écueils technologiques dans sa fabrication qui nécessitèrent plusieurs ajustements. Ainsi, à la fin de l'année 1891, et comme Eastman le rapporta à son associé Walker, il travaillait en tant que directeur d'un invisible laboratoire expérimental, tentant de solutionner un nouveau problème, celui des décharges statiques créées par le film par temps froid.

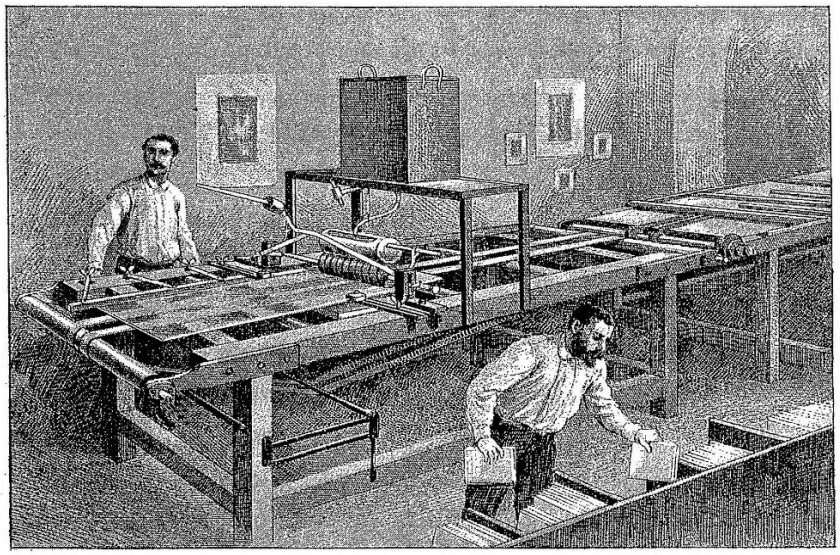
© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

« Un jour, réfléchissant à la théorie selon laquelle la décharge était causée par les deux surfaces, l'une étant positive et l'autre négative, il m'apparut que si l'une des surfaces était métallique, il ne pouvait pas y avoir de production [électrique]. L'idée de rendre métallique l'une des surfaces suivit naturellement. Une petite réflexion suivante, cependant, m'ébranla, parce qu'il semblait que l'émulsion devait être métallique, or je savais que cela créerait des étincelles presqu'autant qu'avec la mixture [du support]. Je décidais finalement que toute particule métallique dans l'émulsion devait être isolée par la gélatine environnante. Réfléchir à ce problème me persuada que si le substrat de gélatine que nous étions en train d'expérimenter pouvait être rendu conducteur à tout, cela ne serait pas à travers l'emploi d'un matériau insoluble. Je pensai alors tout naturellement aux sels solubles, et sachant que les nitrates n'allaient pas interférer avec l'émulsion, je décidai de les tester en premier. Je demandai à Reichenbach de réaliser la première expérimentation avec le nitrate d'ammonium, mais il la fit avec le nitrate de potassium, et trouva que cela fonctionnait parfaitement » [ACK 30, p.68].

Eastman ne le savait pas encore, mais la collaboration fructueuse avec son photochimiste allait prendre fin et ce, de manière soudaine. Or, depuis 1886, ce recrutement avait été bénéfique pour le jeune entrepreneur. Pour récompenser Reichenbach du développement mutuel du nouveau film souple en 1889, Eastman avait même réalisé la demande de brevet pour un nouveau film transparent au nom de son photochimiste. Le brevet américain n°417,202 sur la fabrication de films photographiques souples fut finalement publié et octroyé à Reichenbach le 10 décembre 1889, Eastman n'étant que le premier témoin. Dans le même temps, l'office américain des brevets refusa la demande de brevet d'un concurrent d'Eastman, Hannibal Goodwin, pour une technologie similaire de fabrication de film souple, arguant que les informations fournies n'étaient pas assez détaillées.

### 1.3. *Le risque d'une telle organisation de l'innovation*

Tout allait donc pour le mieux, mais Eastman avait malgré tout négligé la protection du savoir technologique et des inventions développés au sein de son entreprise. A la fin de novembre 1890, Reichenbach et Passavant améliorèrent la fabrication du film souple et demandèrent un nouveau brevet. Il était question dans la demande de brevet de l'amélioration « dans l'art de produire des supports film flexibles, consistant à ajouter un distillat obtenu à partir du chlorure de zinc et de l'huile de fusel, à une solution fluide de nitrocellulose et de camphre, puis de verser et étendre une telle solution sur une surface-support rigide, et de la sécher. »



L'ART EN PHOTOGRAPHIE. — *Fabrication des plaques :* Étendage mécanique de l'émulsion.

**Figure 1.** *La production de plaques photographiques : étendage mécanique de l'émulsion (La Science Illustrée, vol. 8, n°187, mai 1891).*

Ce travail d'équipe avec son photochimiste en chef prit fin quand Eastman découvrit en janvier 1892 que Reichenbach l'avait trahi en utilisant la technologie du film transparent durement mise au point pour créer une nouvelle fabrique de production de film, en association avec le second chimiste Passavant et le directeur des ventes Gustav Milburn, autre employé d'Eastman. Les trois « conspirateurs » furent aussitôt renvoyés et la perte de leur savoir-faire créa une situation difficile pour la jeune entreprise de George Eastman.

Cette trahison entrepreneuriale est un bon exemple du développement des lois de propriété des sociétés, encadrant le savoir développé sur le lieu de travail [FIS 09, p.188]. En effet, le procès Eastman Co. contre Reichenbach eut lieu en 1892 et la cour suprême de New York jugea que le propriétaire de tous les procédés et de toutes les formules produits par Reichenbach et Passavant était bien la société de George Eastman, car les deux chimistes avaient été recrutés afin de diriger des recherches dans leur spécialité. Cela était clair dans leurs contrats et ils connaissaient la valeur du savoir technologique produit pour la société, qu'ils avaient tenu secret jusqu'à présent. Si Eastman s'en sortait relativement bien, pouvant toujours exploiter la pellicule souple développée conjointement avec Reichenbach, il lui fallait désormais concevoir une méthode pour sécuriser au mieux le savoir technique comme une composante fondamentale des actifs de sa société. Étant donné la complexité croissante des procédés photographiques mis en jeu, Eastman était progressivement dépossédé de son ancien titre d'inventeur, une tâche de pratique de l'innovation désormais dévolue à ses employés experts. La propriété intellectuelle du savoir créé passait ainsi des mains de l'inventeur indépendant et gérant une très petite entreprise à celles plus complexes d'une structure d'entreprise bien plus importante.

Afin de parvenir à ses fins, Eastman avait plusieurs outils à sa disposition. Il usa ainsi de la pratique du secret industriel, des clauses de non-concurrence, ainsi que de l'intégration horizontale en rachetant plusieurs concurrents. Mais il commença aussi à percevoir la nécessité d'une structure interne à l'entreprise, où se dérouleraient tous les processus d'innovation, de l'invention à la mise au point de nouveaux produits. Ce type de structure, à savoir un laboratoire de recherche industrielle, était encore trop novateur au sein de l'industrie photographique au début des années 1890. Pour Eastman, l'heure était avant tout à l'établissement d'un ensemble industriel capable de produire en très grande quantité, pour alimenter le développement des filiales internationales. Tout en conservant les premiers locaux de son entreprise à State Street à Rochester, il acquit un large terrain à Rochester Park en 1890 afin d'y transférer la fabrication des films et papiers photographiques. C'est en fait un vaste site industriel qui se développa tout au long de la décennie. En 1891, quatre bâtiments étaient déjà fonctionnels : la centrale électrique, le département de la production de l'émulsion, le département de l'enduction au bromure et celui du film. Eastman, anticipant le fort développement commercial de son entreprise, décida également de la création la même année d'une deuxième usine de production de films et papiers photographiques en Europe, à Harrow près de Londres en Angleterre. Il lui fallut donc, entre autres démarches, faire recruter un photochimiste dont les fonctions seraient similaires sur le sol européen à celles de Reichenbach.

### 1.4. *Circulation transatlantique du savoir technologique*

Les archives industrielles de la filiale anglaise d'Eastman Kodak, conservées depuis le début des années 2010 à la *British Library*, conservent plusieurs documents clarifiant le transfert de technologie du site de Rochester vers celui de Harrow d'une part, et la nature d'une recherche que l'on peut qualifier de préindustrielle au sein de l'usine anglaise Kodak de Harrow d'autre part. L'étude de ces documents permet de mieux comprendre comment Eastman augmenta petit à petit la protection du savoir scientifique, du savoir-faire et des tours de mains détenus par son entreprise désormais internationale et multisite. Ainsi, nous apprenons dans le tapuscrit des mémoires de Thomas Krohn, le premier photochimiste de l'usine de Harrow de 1891 à 1901, qu'il fut envoyé à Rochester de mars à juillet 1891, peu après son embauche, afin « d'avoir un bon aperçu du travail sur place » [KRO 32]. En d'autres termes, son séjour lui permit d'apprendre les bases de la

fabrication de l'émulsion sur le site industriel de Kodak Park. L'usine anglaise de Harrow n'était même pas terminée que George Eastman lui-même l'invita à être formé sur le site pionnier de Kodak à Rochester. Là-bas, Krohn travailla sous la supervision d'Henry Reichenbach, qui n'avait pas encore décidé de trahir son employeur. Le photochimiste américain travaillait sans relâche, sous la charge de responsable général des procédés de fabrication. Krohn, qui n'avait qu'une petite expérience de l'industrie chimique, n'ayant travaillé jusque-là que dans la brasserie Warwicks & Richardsons dans le centre de l'Angleterre, fut très impressionné par l'expérience et l'abnégation de Reichenbach.

> « La seconde chose que j'appris, en observant Reichenbach, était que le génie, comme il a été dit très justement, est l'infinie capacité à se donner beaucoup de mal. Semaine après semaine, dimanche inclus, il était ici, là et partout supervisant et faisant avancer le travail. Lui et d'autres firent une grave erreur plus tard, mais il faut lui reconnaître son mérite » [KRO 32].

Si Krohn n'excuse pas la trahison de Reichenbach et de ses deux collègues, son témoignage est intéressant au sens où il précise les conditions de travail difficiles d'un chimiste responsable d'une unité de fabrication dans l'industrie photographique américaine à la fin du XIX$^{e}$ siècle. Sa lourde charge de travail, ainsi qu'un salaire possiblement trop bas étant donné ses responsabilités, purent le faire choisir une voie risquée afin d'accéder plus rapidement à une réussite professionnelle : celle de l'entrepreneuriat. Ainsi, le fait qu'Eastman en demanda trop et négligea son photochimiste en chef représente l'une des hypothèses pouvant expliquer son départ précipité. Quoiqu'il en soit, Krohn apprit beaucoup à ses côtés pendant les nombreuses semaines où il séjourna à Rochester, prenant de nombreuses notes techniques, des listes de formules ainsi que la description de la fabrication de la pellicule transparente. Concernant ses attributions et obligations professionnelles, on constate à la lecture du contrat entre la *Eastman Photographic Materials Co*. et Krohn à l'occasion de son embauche au sein de l'usine de Harrow, que les responsables du nouveau photochimiste souhaitaient surtout qu'il garda les unités de production en bon état de fonctionnement plutôt qu'il ne pratiqua des expérimentations afin de développer de nouveaux produits.

> « Les fonctions de Mr. Krohn seront d'améliorer et de perfectionner les présents procédés et appareillages de l'entreprise, et de concevoir et perfectionner les nouveaux et importants systèmes de la fabrication, et il est très important qu'il reste fermement lié à cette entreprise de telle manière que toute découverte qu'il pourrait faire en relation avec l'art photographique puisse être communiquée par lui à cette entreprise et devenir notre propriété, et qu'il ne prenne pas de brevets en son nom propre ou au nom de l'entreprise liée à la photographie sans permission » [WAL 91].

La possibilité que Krohn puisse développer des inventions pendant son travail quotidien était donc vu comme une menace plutôt que comme un bénéfice, « en vertu de ses connaissances supérieures en chimie ». Et surtout, le bénéficiaire de la propriété de telle ou telle invention était désormais clairement énoncé : il ne pouvait s'agir que de Kodak Limited. Fort heureusement pour George Eastman, son nouveau chimiste pour l'Angleterre n'était guère ambitieux et était extrêmement respectueux de sa hiérarchie. Il quitta Rochester l'été 1891 et se mit au travail à l'usine de Harrow dès le mois d'août. En 1893, il refusa le poste de directeur d'usine que son management lui proposa ; il ne souhaitait que se consacrer aux technologies industrielles ainsi qu'à une pratique de l'innovation.

Les mémoires de Krohn contiennent justement plusieurs passages sur ses activités de recherche fondamentale à petite échelle, dans le cadre de cette pratique de l'innovation industrielle à l'usine de Harrow. Le photochimiste réalisa notamment des collaborations technologiques avec des fabricants de matériel de mesure, ses collègues américains d'Eastman Kodak, ainsi qu'avec des photochimistes indépendants. Krohn détailla ses propres tentatives afin d'utiliser les recherches préliminaires des

deux chercheurs indépendants Ferdinand Hurter et Véro Charles Driffield, à l'aide de densitomètres primitifs disponibles alors à l'époque. Son but était de caractériser les paramètres des émulsions Kodak, comme leur sensibilité, leur contraste et leur intensité de noircissement en fonction de la quantité de lumière. Car il était fondamental d'homogénéiser la production des films et papiers photographiques, en termes qualitatifs et en termes de caractéristiques techniques, pour fidéliser et satisfaire une clientèle de plus en plus nombreuse. Mais aussi pour déterminer une « rapidité » moyenne de l'émulsion, permettant de connaître la bonne quantité de lumière à utiliser pour exposer correctement la pellicule ou le papier photosensible. Krohn, qui consultait la littérature photographique technique de son temps, découvrit en 1894 l'article d'Hurter et Driffied signalant la relation mathématique entre l'exposition et la densité obtenue sur le matériau photographique après développement. Les deux chercheurs indépendants avaient jeté les bases d'une nouvelle science photographique, à savoir la sensitométrie dont le principe est l'étude de la réaction des surfaces photosensibles à différentes illuminations afin de les caractériser. Krohn discuta dans ses mémoires des bénéfices que pourrait obtenir le fabricant de produits photographiques à utiliser les travaux d'Hurter et Driffield.

> « Je devins aussi de plus en plus convaincu que l'utilisation principale des travaux H & D était de donner au fabricant d'émulsion des informations sur les caractéristiques de son émulsion et était seulement secondaire en tant que méthode d'indication de sa rapidité. Je sentis aussi que les conditions de lumière et de développement devraient être étudiées de manière très complète et rigoureusement spécifiées, avant que nous ne puissions détailler nos produits avec les nombres H & D » [KRO 32].

La connaissance technique et scientifique progressivement produite par le photochimiste ne resta pas conservée au sein de l'usine anglaise de Kodak. Au contraire, celle-ci circula en interne par de fréquents échanges transatlantiques. En effet plusieurs lettres datant de 1898 à 1899 entre Krohn et Darragh de Lancey, alors directeur des usines de Kodak Park à Rochester, révèlent que Krohn collaborait avec ses homologues américains pour leur faire adopter les méthodes et l'instrumentation d'Hurter et Driffield dans le but d'améliorer les formules d'émulsion, à l'initiative de De Lancey. Les méthodes des deux photochimistes anglais étaient discutées avec objectivité, et leur potentiel mis en avant.

> « En même temps, j'ai ressenti dès le début ce que vous exprimez dans l'une de vos lettres, à savoir la promesse d'une méthode vraiment scientifique pour étudier les émulsions, et que cela ne requerrait que patience et persévérance afin de comprendre comment appliquer la méthode, dans le but de découvrir les lois véritables qui gouvernent la rapidité des émulsions, les lois de l'exposition, les lois du développement et bien d'autres interrogations » [KRO 98].

Dans la même lettre, Krohn indiqua à De Lancey qu'il avait rencontré Driffield pour obtenir plus d'information sur sa méthode, des échanges qui furent retardés par le décès soudain de Hurter en 1898. Dans sa réponse à Krohn, De Lancey mis l'accent sur le bénéfice de ce que nous pouvons désigner comme une collaboration scientifique.

> « Je pense qu'un plein échange d'idées et d'expérimentations sur de tels sujets résultera seulement en un grand bénéfice pour l'entreprise, et vous pouvez être assuré que nous apprécions le soin et la peine auxquels vous avez été confrontés en nous donnant un tel compte-rendu aussi complet de votre propre travail » [DEL 98].

Plus tard, la même année, Krohn installa un photomètre et une machine d'exposition à l'usine de Harrow et envoya le même équipement à Kodak Park à Rochester, continuant d'instruire De Lancey et son équipe technique sur la meilleure méthode pour utiliser cet appareillage. Nous le voyons, cette première coopération entre des chercheurs indépendants et plusieurs responsables d'Eastman Kodak sur deux continents représente un tournant important dans la gestion de l'innovation au sein

de la grande firme américaine. Les mémoires de Krohn, que l'équipe de Kodak ne redécouvrit parmi les archives qu'en 1955 sous la forme d'un rapport tapuscrit, démontre que l'idée novatrice d'un laboratoire de recherche n'émergea donc pas subitement lors de sa création en 1912, comme nous le verrons plus loin. Au contraire, les souvenirs du photochimiste montrent que le travail de laboratoire dans la période industrielle initiale de Kodak n'était pas seulement constitué de la résolution des problèmes de la production. Les équipes techniques et managériales sous la direction de George Eastman étaient confrontées à la nécessité d'innover, et plus encore au besoin de réguler et d'encadrer cette pratique de l'innovation. En 1901, Krohn démissionna de son poste pour s'associer à deux cousins dans une entreprise familiale. Il prit soin de transmettre la majeure partie de ses connaissances technologiques et son savoir-faire à son successeur.

## 2. La lente évolution de l'innovation chez Kodak au début du XXe siècle

### 2.1. *La stratégie hasardeuse du laboratoire expérimental*

Si Krohn fit preuve d'initiative et obtint des résultats louables dans le cadre d'activités centrées sur l'innovation, George Eastman ne négligea pas non plus le développement de l'innovation industrielle à Kodak Park à Rochester, au cours des années 1890. Il avait tout d'abord implanté une nouvelle installation dès 1890, un « *Experimental and Testing Laboratory* » dont le rôle était le contrôle qualité des matières premières comme le nitrate d'argent, la gélatine et les sels d'halogénures. La chimiste Harriet Gallup et l'ingénieur Franck Lovejoy, tous deux diplômés du M.I.T., furent recrutés au milieu des années 1890 et commencèrent à travailler dans ce laboratoire [STU 20, p.4]. Outre le contrôle des matières premières, ils réalisèrent aussi des études concises sur la production de chimies nécessaires à la fabrication du film, ainsi que sur le support de film au nitrocellulose et ses possibles substituts. Ils réussirent à rendre le film au nitrocellulose plus résistant, plus élastique et moins sensible au rétrécissement, en substituant à l'huile de fusel et au camphre un mélange de tétrachlorure de carbone et d'alcool de grain, une forme d'éthanol. En 1906, Eastman décida de recruter David E. Reid, un chimiste du secteur pharmaceutique pour travailler sous la supervision de Lovejoy au *Experimental and Testing Laboratory*. Sa feuille de route était le lancement d'une production expérimentale de papier photographique vierge avec une équipe de 8 personnes. Or, la même année, Eastman apprit par l'intermédiaire de son fournisseur belge de matières premières pour la fabrication du papier, que l'entreprise française Pathé Frères ainsi que plusieurs autres entreprises en Europe avaient initié des recherches sur la synthèse d'un nouveau film cinématographique ininflammable fait d'acétate de cellulose. En effet, le caractère hautement inflammable du premier support en nitrocellulose (ou nitrate de cellulose, ou plus communément « support nitrate ») représentait un défi majeur dans le cinéma des premiers temps, afin d'assurer la sécurité des projections publiques et des zones de stockages des films. Eastman se résolut à faire travailler son nouveau chimiste Reid sur le même sujet. Le sujet était sensible car le film celluloïd standard, fait de nitrocellulose, était facile à produire à bas coût pour Eastman Kodak, et les multiples étapes du processus de fabrication étaient depuis longtemps maîtrisés. Malgré tout, il était nécessaire de tenter d'améliorer la nature du support photographique et cinématographique en supprimant son défaut principal, son inflammabilité. Tout cela nécessitait des activités d'innovation, et après une année de recherches intensives, les résultats positifs de Reid permirent le lancement de tests de production, qui aboutirent à un support acétate aux caractéristiques physicochimiques satisfaisantes au printemps 1908. Le nouveau support dit de sécurité fut introduit sur le marché la même année, mais étant donné sa fragilité relative en comparaison du support nitrate, cette innovation fut un échec commercial malgré plusieurs améliorations techniques et deux années de pratiques marketing intensives. Le film ininflammable était plus fin et moins solide que le film en nitrocellulose et il se déchirait plus rapidement dans les roues dentées des projecteurs de cinéma. Les retours d'expérience négatifs en provenance de la clientèle finirent par démontrer que le nouveau support n'était pas assez mature, et qu'il nécessitait des travaux de recherche et développement supplémentaires.

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

Concernant les méthodes d'innovation utilisées par Reid, la nature de ses recherches pour le développement du nouveau support n'est pas connue, mais on peut supposer que l'expérimentation joua un rôle important, à travers l'analyse et le perfectionnement itératifs de multiples supports expérimentaux. Il est également difficile de déterminer l'organisation du laboratoire, à défaut de sources suffisantes. On sait toutefois que le laboratoire de Reid ne fut pas dissous à la création du laboratoire de recherche en 1912 et que le chimiste resta encore de nombreuses années à sa direction. Les effectifs furent augmentés jusqu'à atteindre 45 employés, qui furent en charge de la gestion quotidienne des problèmes de la production et du développement de quelques produits. Cependant, la coordination entre le laboratoire de Reid et les différents sites de production n'était pas efficace, et l'équipe technique n'était pas assez formée. L'historien de Kodak Wyatt Brummitt relata en 1959, dans son projet d'une histoire de Kodak jamais publiée, les missions de Reid quant à la production de papier photographique et fournit quelques indications sur le travail de recherche au sein du laboratoire.

> « Reid partit d'une feuille blanche, essayant de déterminer quels composants du papier ou quelles pulpes étaient les plus compatibles avec les sels d'argent sensibilisés. Ses expériences aboutirent à la fabrication de petit lots de papier, à partir de nouvelles spécifications, par la *American Playing Card Company* et suivant des investigations à l'étranger. Pour le moment, Kodak continua d'approvisionner sa matière première chez les gens de Rives-Steinbach et auprès des moulins Schoeller en Allemagne » [BRU 59].

On ne sait si cette méthode empirique de recherche fut aussi employée pour le développement du nouveau film ininflammable à l'acétate de cellulose. Jenkins fournit des informations incomplètes sur la recherche du nouveau support : les solvants devaient être soigneusement choisis pour produire un film acétate aussi transparent que la norme recherchée, et des modifications du procédé de fabrication étaient nécessaires pour éviter d'enfreindre des brevets américains et européens. Mais par-dessus tout, l'approvisionnement de l'anhydride acétique, un composé chimique clé pour le nouveau support étant donné son utilisation dans la synthèse de l'acétate de cellulose, était problématique. En 1908, personne n'était capable de fournir les quantités demandées pour le site industriel de Kodak Park. Ainsi, George Eastman demanda à son expert scientifique en Europe Joseph Thacher Clarke de rechercher un chimiste expérimenté en Angleterre, pour diriger une usine de production d'anhydride acétique. Avant que ce projet n'aboutisse, il fut finalement possible d'établir un contrat fin 1908 avec la *Verein für Chemische Industrie* à Francfort, en Allemagne, pour la livraison de 1200 tonnes à raison de 50 tonnes mensuelles du précieux composé.

### 2.2. *Le constat d'un échec et du besoin d'une nouvelle structure de recherche*

Le chimiste Reid avait produit un support acétate non exempt de défauts, et la concurrence n'était pas en reste. Pathé Frères expérimentait de son côté de petites productions expérimentales, et Eastman apprit en 1909 que les concurrents allemands d'AGFA avait fait construire une grande usine de production d'acétate de cellulose près de Bitterfeld. Pour le président de Kodak, il fallait agir au niveau de la stratégie d'innovation. D'autre part, la quête d'un procédé photographique ou cinématographique en couleurs naturelles était de plus en plus nécessaire afin de créer de nouveaux marchés destinés tant aux amateurs qu'aux professionnels. Déjà, les frères Lumière avaient rendu public le procédé photographique de la plaque autochrome en 1907. Malgré ses limitations, elle représentait un chef-d'œuvre d'ingéniosité et de conception industrielle, capable de restituer les couleurs d'un sujet.

En quête de la couleur, Eastman avait déjà initié des collaborations ponctuelles avec des inventeurs indépendants. En 1904, John K. Powrie et Florence Warner travaillèrent quelques mois dans un laboratoire à Kodak Park, tentant d'améliorer leur procédé à réseau additif en couleur, mais les résultats restèrent insatisfaisants. En 1910, le chimiste Carl Späth travailla à l'usine de Harrow aux côtés de Thacher Clarke sur son procédé bichrome à réseau à base de gélatine bichromatée, pour lequel Eastman Kodak avait sécurisé des brevets. Späth fut ensuite invité à Rochester afin de

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

continuer ses expérimentations mais, comme beaucoup d'autre procédés additifs en couleur de cette époque, la complexité de la fabrication, du développement chimique et de l'étape finale de projection était trop importante et Späth ne put obtenir un procédé viable et commercialisable. Face à cet échec, Eastman favorisa une recherche en interne en établissant un prototype de laboratoire couleur, sous la direction d'Emerson Packard, un autre diplômé du M.I.T. Ce dernier devait reprendre les travaux de Powrie et Warner et concevoir un procédé à réseau en couleur. Vraisemblablement, la petite structure ne produisit aucune innovation notoire et elle ne survécut pas au nouveau laboratoire de recherche en 1912 [JEN 75, p.303].

### 2.3. *Les circonstances de la création du Kodak Research Laboratory*

Eastman ne put que constater que ces multiples tentatives de recherche n'aboutissaient pas car elles étaient trop autonomes et pas assez encadrées. L'innovation chez Eastman Kodak devait être gérée d'une toute autre manière, et structurée scientifiquement. Les quelques historiens de Kodak citent souvent un voyage d'affaires qui aurait pu agir comme élément déclencheur dans la décision de George Eastman de modifier sa stratégie d'innovation. Durant l'hiver 1911, il fut invité par le Dr. Duisberg à visiter l'usine Bayer d'Elberfeld en Allemagne. Une discussion pendant un dîner interloqua le dirigeant de Kodak.

> « Pendant le repas, le Dr. Duisberg remarqua, quasi négligemment, que l'organisation de Bayer avait statué sur la nécessité d'avoir une équipe de recherche de plusieurs centaines de chimistes. « Et combien en avez-vous, Mr. Eastman ? » La réponse d'Eastman fut un peu évasive. Que pouvait-il dire, sans perdre la face complètement ? Mais il était poussé à l'action. La légende raconte qu'il explosa face à Clarke, « On ne me parlera pas comme cela ! » Quoi qu'il en soit, il eut une idée sur laquelle il proposa une action rapide ». [BRU 59, p.182].

Cette anecdote semble crédible, car Eastman réalisa un long voyage d'affaires en Europe autour de janvier 1912 [JEN 75, p.305-306]. Il se décida alors pour la création d'un véritable laboratoire de recherche à Kodak Park, piqué au vif et influencé par le dynamisme de la recherche chimique au sein de l'industrie allemande. On peut souligner que Bayer ne fut certainement pas la seule firme à influencer le dirigeant de Kodak sur l'organisation de l'innovation : le secteur industriel aux États-Unis était aussi en pleine mutation. Le verrier Corning créa son laboratoire de recherche en 1908 et développa des verres plus résistants à la chaleur. DuPont développa ses activités de recherche en 1911 en créant son département de chimie [CER 13] ; et AT&T démontra son intérêt pour la recherche fondamentale pratiquée en interne en créant en avril 1911 une branche de recherche spéciale au sein du département d'ingénierie de Western Electric [HOD 81].

Mais qui serait digne de diriger la nouvelle structure de recherche aux yeux d'Eastman ? L'entrepreneur était naturellement informé des profils de scientifiques et de managers parmi les plus prometteurs, sur le sol américain et en Europe. Il se souvint qu'en 1909, le jeune Kenneth Mees l'avait sollicité pour visiter le site de Kodak Park. Ce chimiste anglais, spécialiste de la nature du procédé photographique, était bien connu des cercles académiques et industriels en lien avec la technologie photographique. Il avait déjà publié de nombreux articles scientifiques et un livre remarqué des spécialistes en 1907, *Investigations on the theory of the photographic process* en collaboration avec son ami et collègue Samuel Sheppard. Tout comme Thomas Krohn, les deux jeunes gens avaient découvert les travaux d'Hurter et Driffield et avait décidé d'étudier la photochimie à l'université. Eastman provoqua donc une rencontre avec Mees en janvier 1912, dans les locaux de Wratten & Wainwright à Croydon près de Londres, une modeste fabrique de plaques et de filtres photographiques où le jeune expert était responsable du développement et directeur commercial. Il visita les installations aux côtés de Mees la journée, et il le rappela le soir afin de lui proposer la création, l'organisation et la direction d'un nouveau laboratoire de recherche à Kodak Park, à Rochester. Mees fut interloqué, consulta ses proches et son employeur actuel. Pour un scientifique doué, qui avait choisi l'industrie aux dépens de l'académie, c'était une chance

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

extraordinaire et unique. Mais il refusa une première offre financière, et conditionna son accord à la reprise par Eastman de Wratten & Wainwright et de sa production [JAM 90, p.48]. Pour Eastman, un accord possible revenait à recruter un expert en photochimie et photographie en couleur, ainsi qu'acquérir une fabrique malgré tout renommée de plaques panchromatiques et de filtres colorés ; et d'envisager aussi de possibles transferts de technologie. Finalement, les deux hommes se décidèrent et Mees se rendit à Rochester en avril 1912 afin de commencer la construction du laboratoire.

## 3. Une nouvelle gestion de l'innovation chez Kodak

### 3.1. *La recherche industrielle selon Kenneth Mees, le premier directeur de la recherche Kodak*

Durant la négociation pour le nouveau poste, le dirigeant américain avait accepté plusieurs concessions. Outre l'acquisition de son ancien employeur et associé, Mees avait obtenu l'autorisation d'Eastman de publier tout travail scientifique de recherche et de se concentrer d'abord sur la recherche fondamentale, en faisant passer le développement de nouveaux produits au second plan. Les retours sur investissement attendus du laboratoire de recherche suivaient donc une stratégie à long terme. Et comme réclamé par Mees, l'objectif principal du laboratoire ne serait pas de résoudre les problèmes de la fabrication, mais d'étudier les aspects inconnus des processus physicochimiques du procédé photographique.

> « Il était entendu que le laboratoire était essentiellement dévolu à la recherche fondamentale sur la science photographique et ne traiterait pas au début, en aucune manière, des procédés de fabrication ou des nouveaux produits quoique, évidemment, de nouvelles découvertes scientifiques pourraient facilement conduire à des nouveaux produits photographiques » [MEE 56, p.30].

Ainsi, dans l'esprit de Mees, une politique d'innovation efficace devait favoriser les premières étapes du processus : à savoir, augmenter la compréhension scientifique des procédés photographiques, favoriser les découvertes et les inventions dans le cadre d'une recherche fondamentale tout azimut. Quant à la recherche appliquée, de laquelle découleraient des productions expérimentales, elle n'interviendrait que plus tard. Dans la pratique, Mees supervisa au printemps 1912 la construction du bâtiment qui devait abriter le futur laboratoire de recherche. Il fallut faire démolir l'ancien immeuble n°3 abritant la fabrication de l'émulsion, au centre de Kodak Park. Mais commencer de zéro eut pour Mees l'avantage de structurer les départements du laboratoire selon sa vision de la recherche industrielle. Le sous-sol fut dédié à la production d'émulsions expérimentales ou à petite échelle pour l'enduction des films, plaques ou papiers. La production des plaques panchromatiques Wratten y fut aussi intégrée. Au rez-de-chaussée, Mees décida d'établir la bibliothèque de recherche, dédiée à la science photographique, à la chimie, à la physique et à l'ingénierie. Quant aux départements de recherche, ils étaient situés au premier et deuxième étages, ainsi que les bureaux administratifs et la salle de conférence. Enfin, on pouvait trouver au troisième étage les studios photographiques et la salle de projection. Mees, encouragé par la disponibilité des importantes ressources de son nouvel employeur, ne se donna pas de limite concernant le nombre de départements jugés nécessaires afin de s'atteler à grande échelle à la compréhension des phénomènes encore inexpliqués des procédés photographiques.

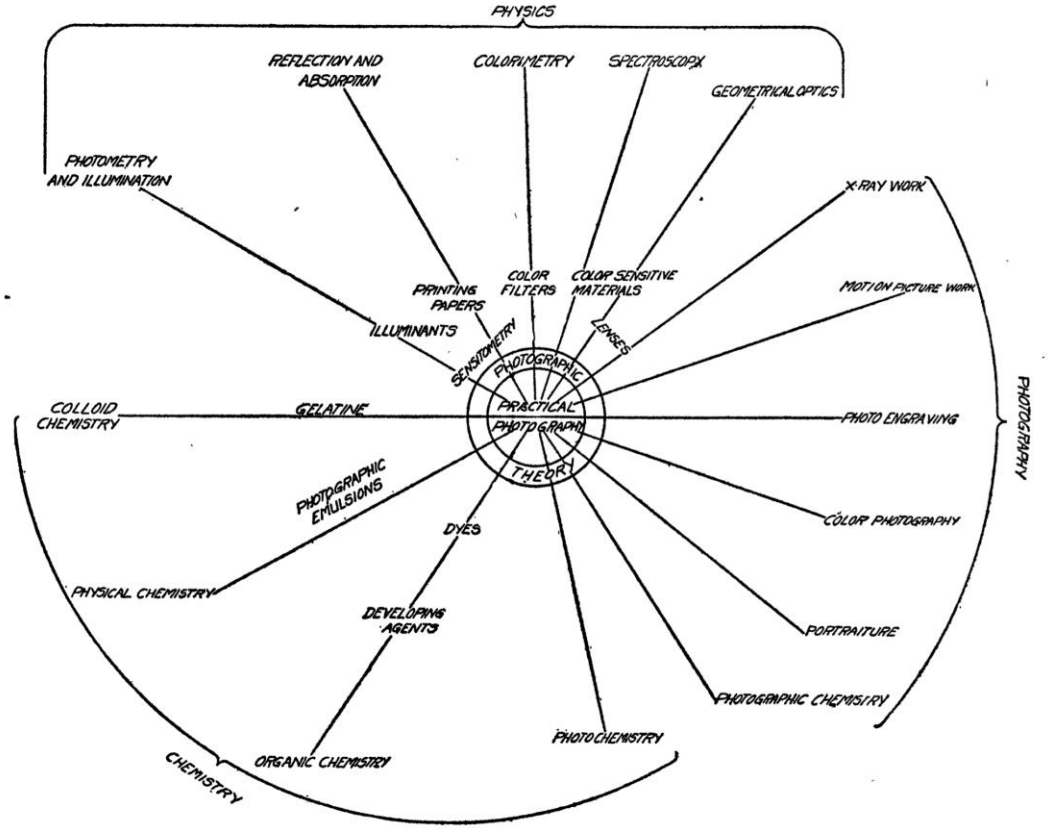



**Figure 2.** *Départements d'un laboratoire de recherche dédié à l'étude des procédés photographiques selon l'organisation de Kenneth Mees (Mees, 1917, p. 523).*

La structure scientifique du laboratoire de recherche s'établit progressivement, dans ses premières années, Mees analysant les besoins en fonction des différents problèmes qu'il s'agissait de résoudre. Il commença à décrire sa vision de l'organisation de la recherche industrielle dans deux articles publiés dans *Science* en 1916 et 1917. Le jeune directeur de la recherche Kodak avait scindé le laboratoire en trois catégories principales de recherche : physique, chimie et photographie (figure 2). Pour chacune de ces catégories, Mees avait créé plusieurs départements de recherche : photométrie, colorimétrie, spectroscopie par exemple pour la première. Chimie organique, chimie des colloïdes ou photochimie pour la seconde. Enfin, chimie photographique, photographie couleur ou travaux sur le film par exemple pour la troisième. Mees résuma sa pensée dans un ouvrage remarqué en 1920, *The Organization of Industrial Scientific Research*, à destination des industriels souhaitant créer un laboratoire de recherche afin de les orienter en termes de budget, de recrutement et de retour sur investissement. Mees opposa le laboratoire de type « convergent », pour lequel tous les problèmes étudiés ont un sujet général en commun, au laboratoire « divergent » pour lequel les problèmes étudiés sont variés et sans connexion. Chez Eastman Kodak, le laboratoire convergent suivait l'idée centrale d'investiguer les fondations scientifiques de la photographie et de ses applications. Ainsi, tous les départements de recherche étaient reliés à un cœur commun, défini comme la théorie photographique et la photographie pratique. En conséquence, ces liens multiples promouvaient la coopération interdisciplinaire et le travail en équipe. Mees développa ainsi un nouveau concept d'innovation, qui s'appuyait sur des équipes de scientifiques certes diplômés et doués, mais aussi désormais contrôlés au sein du laboratoire. Les processus d'invention étaient désormais encadrés par une gestion raisonnée, pour laquelle une invention n'était plus la propriété d'individuels, mais celle de chercheurs salariés et donc, au final, du groupe Eastman Kodak.

### 3.2. *Les activités du premier laboratoire et le développement de la recherche Kodak en Europe*

Les premières années du laboratoire de recherche américain représentèrent effectivement une période de recherche fondamentale intensive sur les énigmes du procédé photographique, stimulée

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

par une institutionnalisation du principe de publication des trouvailles de recherche, uniquement sur le plan scientifique et sans mention des possibles applications industrielles. Les équipes de chercheurs pouvaient ainsi publier leurs travaux dans la plupart des revues scientifiques liées à leur spécialité. De plus, Eastman Kodak commença à publier les parties condensées de ces articles dans des volumes d'abrégés à diffusion publique, les *Abridged Scientific Publications from the Research Laboratory of the Eastman Kodak Company* qui devinrent réputés et furent publiés de 1913 à 1964. En plus de ces publications régulières, Mees décida de publier des monographies d'excellence sur la théorie de la photographie. De 1921 à 1927, six monographies furent éditées sur des thèmes aussi fondamentaux pour la science photographique que le grain de bromure d'argent utilisé dans l'émulsion, la théorie du développement chimique, la gélatine ou les réactions chimiques de l'image latente [KOD 21-27]. La volonté de Mees était de collecter pour chaque monographie l'intégralité de la connaissance scientifique sur un sujet donné, qu'elle soit issue du laboratoire de recherche de Kodak ou de la littérature existante.

Ce programme de recherche ambitieux demandait des effectifs de plus en plus importants. Mees eut toute latitude pour recruter au cours des années, en partant du petit noyau primitif des 20 chercheurs en 1913, année où l'activité du laboratoire commença réellement. En 1930, ils étaient déjà près de 160 scientifiques au sein des différents départements de recherche.

| Année | Dépense annuelle ($) | Effectif | Surface totale (m2) |
|---|---|---|---|
| **1913** | 53 787 | 20 | - |
| **1915** | 126 745 | 40 | 24 500 |
| **Début 1920** | - | 70 | - |
| **1920** | 338 680 | 88 | 29 500 |
| **1921** | - | 105 | - |
| **1925** | 397 449 | 92 | 39 600 |
| **1930** | 618 503 | 159 | 48 700 |
| **1935** | 952 397 | 210 | 140 100 |
| **1940** | 1 923 223 | 392 | 205 600 |
| **1945** | 2 457 463 | 413 | 207 100 |
| **1955** | - | 1175 | 318 700 |

**Tableau 1.** *L'évolution du laboratoire de recherche de Rochester en termes de dépenses annuelles, d'effectif et de surface [LEG 17a, p.120].*

Eastman avait donc favorisé un modèle d'innovation dite fermée, constitué d'une pratique de recherche fondamentale et appliquée réalisées en interne par les équipes du laboratoire de recherche, afin de contrôler la propriété intellectuelle de la firme [CHE 03 ; LAP 18]. Mais, lui ainsi que Mees, ne manquèrent jamais de garder un œil vigilant sur tout inventeur potentiel, qu'il soit indépendant ou intégré au laboratoire. Cela est confirmé par une interview de Mees que réalisa Maurice Holland, alors directeur de la division ingénierie et recherche industrielle du *National Research Council*, à la

fin des années 1920. L'objectif était la publication de *Industrial Explorers*, un ouvrage sur les leaders émergents du secteur industriel américain. Holland consacra un chapitre à Mees, où celui-ci insiste notamment sur l'importance du rôle de l'inventeur. La citation suivante de Mees montre que dans son esprit, l'innovation n'était pas qu'une question de gestion et d'organisation, mais aussi d'incertitude de la recherche et d'opportunisme.

> « Je n'ai pas, explique-t-il, la moindre trace d'un inventeur dans mon caractère. L'inventeur est un homme précieux dans toute organisation de recherche. Il peut être difficile de s'entendre avec lui. Il peut même être ignorant, car il est compliqué pour l'esprit inventif d'absorber des faits. Mais il est essentiel. Il trouve une autre voie autour ou à travers, quand le chercheur est stoppé. Il peut trainailler pendant des années sans aller nulle part. Mais il est essentiel. Quand vous mettez la main sur un inventeur, agrippez-le ! » [HOL 28, p.238-239].

L'idée d'optimiser les processus d'innovation en mettant tous les atouts de son côté était aussi présente lorsque Mees et Eastman décidèrent d'internationaliser la structure de la recherche. Cette évolution, dont l'étude dépasse le cadre de cet article, déboucha sur la création de deux laboratoires de recherche Kodak supplémentaires en Europe. Le premier à Harrow, en Angleterre, était issu de la filiale anglaise de Kodak et débuta ses activités en 1929. Le second à Vincennes près de Paris comportait une grande partie des anciens ingénieurs-chimistes de Pathé Frères et de leur savoir-faire, suite au rachat par Eastman du site industriel Pathé Cinéma à Vincennes de son ancien client et concurrent Charles Pathé en 1927.

### 3.3. *Évolution vers de nouveaux modèles opportunistes d'innovation*

Dans la quête des procédés en couleurs naturelles, il est frappant de constater que le directeur de la recherche Kodak Kenneth Mees évolua d'un modèle d'innovation fermée à un modèle proche du concept récent d'innovation ouverte [CHE 03]. Nous avons ainsi montré comment le procédé lenticulaire de cinématographie en couleur Kodacolor fut issu du transfert de multiples savoirs technologiques et scientifiques entre 1908 et 1928 [LEG 17b]. Cette technologie originale de reproduction des couleurs, améliorée par l'industriel français Keller-Dorian à partir des travaux de recherche de Rodolphe Berthon chez Pathé-Frères entre 1913 et 1914, fut rachetée de manière opportuniste par Eastman Kodak en 1926, après que Mees eut visité les ateliers de Keller-Dorian et validé tout son potentiel. Après un long travail de développement et de mise au point industrielle au laboratoire de recherche de Rochester, le Kodacolor fut finalement introduit sur le marché du cinéma amateur en 1928.

L'histoire du très long développement du Kodachrome trichrome entre 1917 et 1935 démontre également toute l'inventivité et l'originalité de Mees dans la gestion de ses différents processus d'innovation [LEG 20a]. Les deux inventeurs indépendants Léopold Mannes et Léopold Godowsky débutèrent leurs recherches en 1917, insatisfaits des procédés cinématographiques en couleur de l'époque. Ils recherchèrent des investisseurs en 1922, obtinrent un financement de la banque *Kuhn, Loeb & Company* et approchèrent également Eastman et Mees. Ce dernier jugea opportun pour Eastman Kodak de les suivre et de les épauler en leur fournissant les produits photographiques dont ils avaient besoin, dont des émulsions expérimentales. Fin 1930, comme les recherches de Mannes et Godowsky, bien que prometteuses, n'étaient pas assez abouties, Mees modifia sa stratégie et accrut la collaboration scientifique de Kodak avec les deux inventeurs en les recrutant et en les incorporant au laboratoire de recherche de Rochester. Cette gestion évolutive de l'innovation fut fructueuse, malgré les cinq années encore nécessaires à la mise au point du Kodachrome trichrome : ce procédé fut annoncé et commercialisé dans sa version cinématographique en 1935, puis dans sa version photographique l'année suivante. Ce modèle d'innovation combinant la création de savoirs en interne et la captation de technologies externes perdura jusque dans les années 1960, une période où Eastman Kodak se recentra sur les compétences de ses laboratoires de recherche.

## Conclusion

L'analyse de multiples sources secondaires et archives industrielles permet de constater que la gestion de l'innovation chez Eastman Kodak évolua des années 1880 aux années 1910 entre deux modèles bien distincts. Le premier modèle, influencé par les méthodes empiriques de recherche et l'investissement limité des inventeurs du médium photographique au XIX$^{e}$ siècle, nécessitait la participation de l'entrepreneur également comme innovateur « chercheur », ainsi que la collaboration de quelques employés possédant des savoir-faire clés, avec tous les risques que cette détention non contrôlée des savoirs engendrait. Le second modèle aboutit, après 1912 et la création du laboratoire de recherche à Rochester, à la pratique d'une innovation fermée et organisée bureaucratiquement. Les possibles découvertes et inventions, à partir desquelles seraient éventuellement commercialisés de nouveaux produits, étaient issus de multiples équipes de chercheurs employés par la firme. Entre ces deux modèles d'innovation, George Eastman favorisa le développement de différents clusters ou foyers de connaissance technologique, sous la forme de laboratoires expérimentaux de taille réduite ou de recherches entreprises par son photochimiste anglais, dont l'efficacité s'avéra insuffisante.

Cependant, l'évolution du processus d'innovation dans le cadre du développement des procédés Kodacolor et Kodachrome, mettant en jeu des méthodes proches de celles de l'innovation ouverte et des captations opportunistes de technologie, prouve qu'il est difficile de définir une stratégie globale d'innovation qu'Eastman Kodak aurait suivi tout au long de son développement économique et de son histoire. Un fil rouge existe cependant : l'entrepreneur Eastman dut s'adapter aux aléas technologiques, économiques et historiques auxquels il fut confronté, afin d'assurer la survie de son entreprise. Tel le roseau de la fable de La Fontaine, il plia pour ne pas rompre. Boutillier nous rappelle la pensée de Kirzner, pour lequel « l'entrepreneur apprend par le marché, de ses erreurs et de ses réussites, et construit une stratégie alternative (si nécessaire) lui permettant de saisir des opportunités » [BOU 18]. Le modèle d'innovation tourbillonnaire d'Akrich, Callon et Latour est aussi pertinent car il permet de tenir compte des contraintes subies par l'entrepreneur, même s'il serait difficile de définir les acteurs et les actants du réseau, en fonction de la période étudiée [AKR 88]. Eastman dut faire face à un faisceau de contraintes externes, et même quand il céda la place à Mees pour organiser les processus d'innovation et faire fonctionner le nouveau laboratoire de recherche, une nouvelle contrainte apparut : l'incertitude de la recherche fondamentale. Pour Mees, le travail de recherche pouvait être difficilement planifié et ses résultats étaient imprévisibles [SHA 08].

Chez Kodak, on constate aussi que l'entrepreneur innovateur céda sa place au directeur de la recherche, et se mit progressivement en retrait du processus d'innovation. Ce constat illustre l'idée de Schumpeter sur le fait que la bureaucratisation de l'entreprise dénature « la fonction de l'entrepreneur et l'esprit même de l'innovation » [LAK 06]. Car dès 1912, le laboratoire de recherche se mit à produire des rapports sur ses multiples sujets de recherche, selon des normes bureaucratiques bien codifiées. La constitution de ces nouvelles archives scientifiques permit une gestion novatrice du savoir technologique et sa circulation en interne [LEG 20b]. Malgré la perte d'influence de l'entrepreneur fondateur sur l'innovation de son entreprise, on remarque que l'idée de coupler la recherche industrielle à un collectif de chercheurs, dont les spécialités bien distinctes permettent toujours un dialogue scientifique sur des sujets transversaux, fait écho au concept d'innovation collective, proche de celui d'innovation ouverte et pour lequel un responsable veille « à la bonne articulation des ressources internes et externes » [SUI 18]. Mees comprit rapidement que l'innovation fermée d'un unique laboratoire de recherche était peu productive, il développa la recherche en interne par la création de deux laboratoires en Europe, puis en externe via des partenariats avec des chercheurs ou industriels indépendants. La puissance du collectif avait pris la main sur l'activité de recherche de l'inventeur ou de l'innovateur individuel.

© 2021 ISTE OpenScience – Published by ISTE Ltd. London, UK – openscience.fr 

## Bibliographie


[ACK 30] ACKERMAN C. W., *George Eastman*, Houghton Mifflin Co., Boston, New York, 1930.

[AKR 88] AKRICH M., CALLON M., LATOUR B., « A quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement; 2 : Le choix des porte-parole. Gérer et Comprendre », *Annales des Mines*, Les Annales des Mines, p. 4-17 & 14-29, 1988.

[ALL 07] ALLEN T., HENN G., *The Organization and Architecture of Innovation: Managing the Flow of Technology*, Elsevier; Butterworth-Heinemann, Amsterdam; Boston, 2007.

[BOU 08] BOUTILLIER S., « Le potentiel de ressources de l'entrepreneur innovateur », *Technologie et innovation*, vol. 3, n° 2, 2018.

[BRA 96] BRAYER E., *George Eastman: A Biography*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1996.

[BRU 59] BRUMMIT W., "The Story of Kodak," section I, "George Eastman, of Kodak," rapport non publié, 1959, réf. A260, boîte 13, Kodak Historical Collection, British Library.

[CER 13] CERVEAUX A., "Taming the Microworld: DuPont and the Interwar Rise of Fundamental Industrial Research", *Technology and Culture*, vol. 54, n° 2, p. 262-288, 2013.

[CHE 03] CHESBROUGH H. W., *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Boston, Mass., 2003.

[COL 90] COLLINS D., *The Story of Kodak*, H.N. Abrams, New York, 1990.

[DEL 98] DE LANCEY D., lettre de De Lancey à Krohn, 11 mai 1898, réf. A1398, boîte 116, Kodak Historical Collection, British Library.

[FIS 09] FISK C. L., *Working Knowledge Employee Innovation and the Rise of Corporate Intellectual Property, 1800-1930*, University of North Carolina Press, Chapel Hill, 2009.

[HOL 28] HOLLAND M., PRINGLE H., *Industrial Explorers*, Harper, New York & London, 1928.

[HOD 81] HODDESON L., "The Emergence of Basic Research in the Bell Telephone System, 1875-1915", *Technology and Culture*, vol. 22, n° 3, p. 512-544, 1981.

[JAM 90] JAMES T., MEES K., *A Biography-Autobiography of Charles Edward Kenneth Mees pioneer of industrial research*, Eastman Kodak Company, Rochester, N.Y., 1990.

[JEN 75] JENKINS R., *Images and Enterprise: Technology and the American Photographic Industry, 1839 to 1925*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1975.

[KOD 89] *Journey: 75 years of Kodak Research*, Eastman Kodak Company, Rochester, N.Y., 1989.

[KRO 32] KROHN F. W. T., "Early Kodak Days", 1932, rapport non publié, réf. A1397, boîte 116, Kodak Historical Collection, British Library.

[KRO 98] KROHN F. W. T., lettre de Krohn à De Lancey, 30 avril 1898, réf. A1398, boîte 116, Kodak Historical Collection, British Library.

[LAK 06] LAKOMSKI-LAGUERRE O., « Introduction à Schumpeter », *L'Économie politique*, vol. 1,n° 29, p. 82-98, 2006.

[LAP 18] LAPERCHE B., « Le capital savoir de l'entreprise et l'innovation : définition, rôles et enjeux », *Technologie et innovation*, vol. 3, n° 2, 2018.

[LEG 17a] LE GUERN N., Contribution of the European Kodak Research Laboratories to Innovation Strategy at Eastman Kodak, Thèse de doctorat, Université De Montfort Leicester, 2017.

[LEG 17b] LE GUERN N., « Des recherches de Rodolphe Berthon chez Pathé en 1913-1914 au procédé lenticulaire Kodacolor », dans SALMON S. et MALTHETE J. (dir), *Recherches et innovations dans l'industrie du cinéma. Les Cahiers des ingénieurs Pathé (1906-1927)*, Fondation Jérôme Seydoux-Pathé, Paris, p. 225-241, 2017.

[LEG 20a] LE GUERN N., « La recherche à long terme du Kodachrome trichrome : la collaboration scientifique entre Mannes, Godowsky et Eastman Kodak », *Support Tracé*, n° 19, p. 183-193, 2020.

[LEG 20b] LE GUERN N., « Les laboratoires de recherche européens Kodak et la circulation interne du savoir scientifique durant l'entre-deux-guerres », dans BARJOT D. (dir), *Transmission et circulation des savoirs scientifiques et techniques*, Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris, p. 177-192, 2020.

[MEE 56] MEES K., *Dr. C.E. Kenneth Mees: An Address to the Senior Staff of the Kodak Research Laboratories, November 9, 1955*, Kodak Research Laboratories, Rochester, N.Y., 1956.

[MEE 18] MEES K., "Planning a Research Laboratory for an Industry", *The Scientific Monthly*, vol. 7, n°1, p. 54-67, 1918.

[MEE 16] MEES K., "The Organization of Industrial Scientific Research", *Science*, vol. 43, n°1118, p. 763-773, 1916.

[MEE 20] MEES K., *The Organization of Industrial Scientific Research*, McGraw-Hill Book Company, Inc, New York, 1920.

[MEE 50] MEES K., LEERMAKERS J., *The Organization of Industrial Scientific Research*, 2nd ed., McGraw-Hill, New York, 1950.

[MEE 17] MEES K., "The Production of Scientific Knowledge", *Science*, vol. 46, n°1196, p. 519-528, 1917.

[KOD 21-27] *Monographs on the Theory of Photography*, no. 1 à no. 6, Eastman Kodak Company, Rochester, N.Y., 1921-1927.

[SAU 16] SAULAIS P., « Une étude exploratoire des ponts entre invention, innovation et droits de propriété intellectuelle », *Technologie et innovation*, vol. 1, n°2, 2016.

[SCH 11] SCHUMPETER J., *Theorie Der Wirtschaftlichen Entwicklung*, Verlag von Duncker und Humblot, Leipzig, 1911.

[SHA 08] SHAPIN S., *The Scientific Life: A Moral History of a Late Modern Vocation*, University of Chicago Press, Chicago, 2008.

[STU 20] STURCHIO J., "Experimenting with Research: Kenneth Mees, Eastman Kodak, and the Challenges of Diversification", *Science Museum Group Journal*, vol. 13, 2020, http://dx.doi.org/10.15180/201311.

[SUI 18] SUIRE R., BERTHINIER-PONCET A. et FABBRI J., « Les stratégies de l'innovation collective: Communautés, organisations, territoires », *Revue française de gestion*, vol. 44, n°272, p. 71-84, 2018.

[WAL 91] WALKER H. W., projet d'arrangement entre la Eastman Photographic Materials Co. Ltd. Et F.W. Thomas Krohn, 10 février 1891, réf. A1396, boîte 116, Kodak Historical Collection, British Library.