



HAL
open science

Peindre avec la lumière. Entre art et science, les prémices de la photographie couleurs au XIX e siècle

Bertrand Lavédrine

► To cite this version:

Bertrand Lavédrine. Peindre avec la lumière. Entre art et science, les prémices de la photographie couleurs au XIX e siècle. Au prisme d'Augustin Fresnel : La lumière entre arts et sciences (1790-1900), Nov 2015, Paris, France. hal-01694580

HAL Id: hal-01694580

<https://hal.science/hal-01694580>

Submitted on 27 Jan 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Peindre avec la lumière. Entre art et science, les prémices de la photographie couleurs au XIX^e siècle

Bertrand Lavédrine, Centre de recherche sur la Conservation, USR 3224, Muséum national d'Histoire naturelle, Ministère de la Culture, CNRS, 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire, 75005, Paris, France.

RÉSUMÉ

Au XIX^e siècle, les scientifiques investissent le champ de la photographie pour appréhender la lumière et, chemin faisant, ils inventent la photographie couleur. Si dès 1848 Edmond Becquerel réussit à fixer, sur du chlorure d'argent, les couleurs du spectre solaire décomposé par un prisme, Gabriel Lippmann introduit en 1891 une solution élégante et pérenne avec un procédé interférentiel de photographie couleur. Cette invention illustre de façon incontestable la théorie posée par Augustin Fresnel et satisfait la communauté scientifique, toutefois elle ne connaît quasiment pas d'application en photographie. C'est finalement l'usage d'un réseau coloré trichrome présenté par le physicien John Joly qui est adopté par l'industrie photographique à la fin du XIX^e siècle. Il est popularisé, au début du XX^e siècle, avec les plaques autochromes des frères Lumière puis éclipsé par l'apparition des films couleurs chromogènes en 1935. Cette présentation retrace le cheminement des travaux - entre le laboratoire du scientifique et celui du photographe - qui ont mis la photographie couleur à la portée des photographes amateurs et professionnels.

INTRODUCTION

En 1891, la théorie d'Augustin Fresnel sur la nature ondulatoire de la lumière connaît une application sans doute inattendue puisqu'elle aboutit à la présentation d'un procédé de photographie couleur qui vaut à son inventeur, Gabriel Lippmann, le prix Nobel de physique en 1908. Ce lien entre les travaux d'Augustin Fresnel et de Gabriel Lippmann est emphatiquement revendiqué par Alphonse Berget¹ : « Aussi le succès éclatant obtenu par M. Lippmann est-il un triomphe pour la Science pure. C'est aussi un triomphe pour la Science Française, car ce mode de reproduction des couleurs du spectre à l'aide de lames minces limitées par des plans d'argent constitue une matérialisation, réalisée par un savant français, de ces ondes lumineuses conçues pour la première fois par le puissant génie d'un autre français illustre : j'ai nommé Augustin Fresnel ». L'enthousiasme cocardier de l'auteur illustre la satisfaction, après plus de cinquante années d'efforts, de forcer la nature à se peindre avec ses propres couleurs dans la chambre photographique. Cette quête laborieuse aura cheminé de l'atelier de l'artiste au laboratoire du savant et à celui de l'amateur éclairé : nombre d'artistes et de photographes furent expérimentateurs et nombre de scientifiques s'exercèrent à la photographie. A la fin du XIX^e siècle, l'industrie introduit des procédés qui emportent l'adhésion des praticiens amateurs et professionnels ; la photographie cesse alors d'être l'objet d'intérêt mutuel des cercles scientifiques et artistiques qu'elle avait été jusqu'alors.

I. LA PHOTOGRAPHIE AU CROISEMENT DES SAVOIRS ET DES ARTS

Le journal « La Lumière », publié à partir de 1851, témoigne de ce rôle fédérateur que joue la photographie au XIX^e siècle. Dévolu aux beaux-arts, à l'héliographie et à la science,

s'y expriment des personnalités du monde de la science, des arts, de l'industrie, de la diplomatie, de l'architecture, de la littérature ; Gustave Planche, Théophile Gautier, Alphonse de Lamartine, Charles Baudelaire, Ernest Lacan pour la littérature, des scientifiques comme Edmond Becquerel, des photographes comme Gustave Le Gray, Henri Le Secq, Edouard-Denis Baldus, des peintres comme Eugène Delacroix *etc.* Malgré tout, les sujets scientifiques et techniques prédominent au détriment des approches esthétiques ou artistiques, reflétant, en quelque sorte, le statut qu'acquiert alors la photographie : celui d'être avant tout un instrument technique dévolu à la science avant de l'être à l'art². On trouve dans « La Lumière » des comptes rendus des séances de l'Académie des sciences où les travaux d'Augustin Fresnel et de François Arago sont rapportés. Tout au long du 19^{ème} et une partie du 20^{ème} siècle la littérature photographique joue le rôle de vecteur de connaissances scientifiques et techniques et les traités photographiques couvrent en préambule les principes scientifiques en particulier la physique et l'optique. Cette prédominance de la physique dans les premières années de la photographie traduit les avancées de cette science dont les théories étaient bien plus avancées pour expliquer les phénomènes naturels que celles de la chimie. Lorsque la photographie est portée sur les fonds baptismaux au début du 19^{ème} siècle, des questions fondamentales opposent les physiciens sur la nature de la lumière. L'Académie des sciences se divise alors entre les newtoniens comme Biot, Laplace ou Poisson, partisans de la théorie corpusculaire, et les partisans de la théorie ondulatoire comme Fresnel et Arago. Ainsi, quand François Arago, personnalité scientifique et politique de l'époque, physicien respecté, vulgarisateur de talent, prends connaissance du daguerréotype en 1838, il en perçoit immédiatement le potentiel, pas uniquement pour documenter le monde, cartographier les planètes à l'aide d'images précises mais comme un outil d'investigation scientifique pour des travaux plus fondamentaux, en particulier sur la lumière. Cet « œil artificiel »³ sensible même dans les rayons obscurs (l'ultra violet) va compléter la vision humaine et permettre d'enregistrer les spectres des astres. Il entrevoit également les applications pour mesurer l'intensité lumineuse des planètes⁴. Par son entremise, la France acquiert, en 1839, l'invention du daguerréotype contre une rente en or à son inventeur Louis Daguerre et Isidore Niépce, et l'offre au monde. Arago présente à l'Académie des sciences et des arts cette découverte « sous le quadruple rapport de la nouveauté, de l'utilité artistique, de la rapidité d'exécution, de ressources précieuses que la science lui empruntera »⁵. Et rapidement les scientifiques adoptent la photographie comme un outil, un auxiliaire de laboratoire qu'ils adaptent à leur besoin et améliorent ; parmi eux, Edmond Becquerel. Recruté au Muséum en 1838 à l'âge de 18 ans pour assister son père Antoine César, membre de l'Académie des sciences, à la chaire de physique du Muséum, il se consacre à l'étude de la lumière et du daguerréotype. Edmond Becquerel montre que l'on peut développer les daguerréotypes avec une lumière rouge - qu'il désigne « rayons continueurs » - à la place des vapeurs de mercure. Dans le cercle d'Arago (qui ne semble jamais avoir pratiqué la photographie), Hippolyte Fizeau introduit le virage à l'or et améliore ainsi la résistance mécanique et le contraste des images daguerriennes. Sa méthode de sensibilisation au brome permet d'abaisser à quelques dizaines de secondes le temps de pose et permet la réalisation de portraits au daguerréotype. On use alors de la plaque daguerrienne pour enregistrer la nature à toutes les échelles, du microscope au télescope. Parmi les astronomes enthousiastes pour la photographie, il convient de citer John Herschel à qui la photographie doit, entre autres, l'invention du fixateur et l'introduction d'une famille de procédés photographiques, les sidérotypes, fondés sur la sensibilité à la lumière des sels

de fer dont les cyanotypes qui sont largement utilisés pendant une centaine d'années. Le physicien américain John William Draper réalise un remarquable daguerréotype de la lune en 1840. Il produit en 1842 une image du spectre solaire et énonce une loi qui porte le nom de Grotthuss-Draper indiquant que seules les radiations absorbées peuvent provoquer une réaction photochimique⁶. Jusqu'au xx^e siècle la photographie reste cet auxiliaire précieux du scientifique permettant la mise en évidence des rayons X par Röntgen et de la radioactivité par Henri Becquerel.

II. LA CONTRIBUTION DES CHIMISTES : VERS UNE SUBSTANCE CAMÉLÉON

Des premières expériences réalisées avec la photographie, il semble que la lumière ne soit capable que de produire des images monochromes. Parfois, les daguerréotypistes aperçoivent quelques colorations naturelles au cours du développement de leurs plaques : « Tous les photographes qui ont fait des épreuves daguerriennes ont remarqué, par hasard et sous l'empire de circonstances inconnues, certaines plages colorées à la place où les couleurs devaient être. Ces teintes, dérivant presque toujours de la couleur rouge, présentaient, des tons de chair, des roses ou des gris rosés. Jamais on ne rencontra de vert ni de jaune; des bleus souvent, mais la solarisation pouvait se produire »⁷. Mais ces colorations disparaissent lors du fixage de la plaque ! La photographie est le crayon de la nature - « *The Pencil Of Nature* » - pour reprendre l'expression de Fox Talbot qui intitule ainsi son premier ouvrage illustré avec des tirages photographiques, mais quand en sera t-elle le pinceau ? La restitution des couleurs est reléguée à un avenir lointain par Gay Lussac, dubitatif, qui pense que « l'image à couleurs naturelles et variées restera longtemps, à jamais peut-être, un défi à la sagacité humaine »⁸. Pour Arago « ce problème sera résolu, le jour où l'on aura découvert une seule et même substance que les rayons rouges coloreront en rouge, les rayons bleus en bleu etc. »⁹. Cette déclaration oriente les travaux vers la recherche d'une substance caméléon capable d'enregistrer et de restituer toutes les longueurs d'ondes de la lumière. La quête de la couleur en photographie fut fastidieuse et comparée à celle de la pierre philosophale¹⁰. Il est vrai que l'empirisme et l'économie des approches scientifiques qui ont prélué à la découverte du daguerréotype ne pouvaient pas connaître le même bonheur pour la photographie en couleur. Il convenait de s'appuyer sur les progrès de la science pour y parvenir et en particulier une meilleure compréhension de la nature des phénomènes colorés et de leur perception.

Dans cette recherche assidue, la « *lunea cornea* » ou l'« *argent corné* » (dénommé aujourd'hui chlorure d'argent, substance héritée des alchimistes suscite d'abord de grands espoirs. Connue depuis les premières tentatives photographiques d'Humphrey Davy, de Thomas Wedgwood, d'Henry Fox Talbot, l'« *argent corné* » a des propriétés particulières. Si la plupart des observations rapportent qu'il noircit au soleil, les travaux du chimiste Seebeck, publiés par Goethe dans son « traité sur la couleur »¹¹ révèlent qu'un papier imprégné de chlorure d'argent -et pré-exposé à la lumière blanche- prend une teinte particulière selon la couleur de la lumière à laquelle il est exposé. Ainsi, il vire au bleu sous une lumière bleue, parfois jaune sous une lumière jaune et rose exposé à la lumière rouge. Le chlorure d'argent pourrait jouer ce rôle de substance caméléon conservant la couleur de la lumière à laquelle elle est exposée ! C'est l'avis de John Herschel qui reprend ces expériences et les divulgue dans le contexte de l'invention de Daguerre. Il entrevoit la possibilité de produire des images en couleurs : « another and highly important practical conclusion which seems to be pointed to by this experiment,

is the possible future production of naturally coloured photographic images »¹². Edmond Becquerel en fait la démonstration en 1848 avec les images « photochromatiques ». Il nomme ainsi des photographies couleur faites directement sur du chlorure d'argent ou plus précisément du sous-chlorure d'argent, c'est-à-dire du chlorure d'argent partiellement réduit en argent métallique (par pré-exposition à une lumière blanche). Ce composé de couleur violette réagit non seulement au rayonnement ultra-violet ou bleu mais à toutes les longueurs d'onde en empruntant, plus ou moins, leur couleur.

Le mode opératoire est simple, Becquerel immerge une plaque de cuivre argentée dans une solution de chlorure de cuivre et de chlorure de sodium. Il se forme à la surface du plaqué d'argent une couche de chlorure d'argent, la plaque est brièvement exposée à la lumière ambiante, puis placée derrière un prisme. Il constate alors : « j'ai aperçu comme un souvenir du spectre fixé sur la lame et dont les nuances correspondaient exactement aux parties lumineuses de même couleur du spectre solaire ; la place où le rouge avait frappé était rouge pâle, le jaune était jaune, le bleu, bleu, etc. »¹³. Ces travaux sont transmis à l'Académie des Sciences¹⁴ le 28 janvier 1848. Arago en prends connaissance et retourne le manuscrit trois jours plus tard amendés de quelques notes relatives aux travaux de Seebeck, Hunt ou Draper. La version finale est publiée la même année dans les Annales de Chimie et de Physique¹⁵. Les images du spectre solaire réalisées par Becquerel sont aujourd'hui conservées, à l'abri de la lumière, dans les collections du Conservatoire national des arts et métiers, du musée Nicéphore Niépce et du Muséum national d'Histoire naturelle. Le procédé intrigue les scientifiques et un débat naît alors sur l'origine des couleurs. Dans sa présentation, Edmond Becquerel reste d'abord circonspect : « maintenant, comment doit-on expliquer ce fait, vraiment étonnant, d'une impression photographique du spectre solaire avec des couleurs qui rappellent les siennes ? Je l'ignore ... »¹⁶. Deux hypothèses s'opposent, celle d'une origine pigmentaire contre celle d'une origine interférentielle des couleurs. E. Becquerel, puis son fils Henri, penchent alors pour une origine pigmentaire avec Abney¹⁷. Les colorations que ce dernier produit selon un principe similaire dans une couche de collodion sont visibles aussi bien en lumière réfléchie qu'en lumière transmise, plaidant ainsi en faveur de l'origine pigmentaire. Les physiciens Rayleigh et Zenker suggèrent une origine interférentielle¹⁸. Dans son ouvrage « *Lerhrbuch der photochromie, Photographie der Natürlichen Farbe* »¹⁹ de 1868, Zenker suppose que lors de la prise de vue la lumière est réfléchie par la couche d'argent sous-jacente, il se crée alors des ondes stationnaires entre le rayon incident et le rayon réfléchi. Les franges d'interférence qui en résultent provoquent la formation de lames minces d'argent métallique espacées de la moitié de la longueur d'onde. On trouve ici clairement formulée l'idée même de la photographie couleur interférentielle qui est développée par Lippmann en 1891. Pour Otto Wiener²⁰, l'hypothèse interférentielle ne suffit pas à expliquer l'origine des couleurs dans les plaques d'Edmond Becquerel, il s'agit d'une combinaison entre interférences et formation de pigments. Aujourd'hui encore le débat reste ouvert et fait l'objet de recherches^{21,22}.

Malgré tous les espoirs suscités par le procédé de Becquerel et les efforts de Niépce de Saint Victor puis d'Alphonse Poitevin et d'Edmond de Saint Florent on ne parvient pas à le rendre d'un usage aisé pour les photographes : les temps d'exposition sont trop longs (quelques heures) et les images s'effacent à la lumière. Ainsi Nadar nous conte qu'à l'exposition de photographies en 1855, au Palais de l'Industrie, une photographie

couleur d'un perroquet par Becquerel était exposée à la lumière de la flamme d'une lampe et qu'« il y avait, dans la reproduction de ce perroquet des gris, des bleus, des rouges d'une intensité remarquable. Seulement les couleurs obtenues ne résistaient pas...on avait trouvé une innocente taquinerie à notre bon Becquerel en appelant son perroquet « le perroquet susceptible »²³. Le procédé Becquerel ne connaîtra qu'un succès d'estime.

III. L'APPORT DES PHYSICIENS : LA COULEUR AU GRÉ DES ONDES

Après les années 1850, la théorie posée par Fresnel est couramment admise. L'expérience de Fizeau et celle de Foucault mettent définitivement un terme à la théorie corpusculaire de la lumière en montrant que la lumière se déplace plus vite dans l'air que dans l'eau et non l'inverse comme l'aurait voulu le modèle corpusculaire. Il ne reste qu'un point à éclaircir : la vibration des ondes lumineuses se produit-elle transversalement par rapport à la direction de la lumière comme des vaguelettes à la surface de l'eau, ou longitudinalement comme pour la propagation des ondes sonores. Aussi en 1865, l'Académie des Sciences offre de décerner le prix Bordin « au savant qui aura exécuté ou proposé une expérience décisive, permettant de trancher définitivement la question plusieurs fois étudiées de la direction de la vibration de l'éther dans les rayons polarisés. »²⁴. Le physicien Zenker remporte ce prix en proposant d'utiliser la photographie pour mettre en évidence les ondes stationnaires qui se formeront entre un rayon incident et un rayon réfléchi si la vibration est transversale par rapport au sens de propagation. C'est seulement en 1889 qu'Otto Wiener réalise cette expérience^{25 26}. Pour y parvenir, il envoie un rayon lumineux bleu à 45° sur un miroir²⁷. Il place dans le trajet lumineux, à proximité du miroir, une plaque photographique formant un angle de deux degrés avec la surface du miroir de façon à traverser plusieurs franges d'interférences et à les enregistrer sélectivement. Après développement, on perçoit effectivement l'alternance des franges claires et sombres. Le succès de cette expérience ouvre la voie de la photographie couleur interférentielle.

Gabriel Lippmann²⁸, nommé professeur de physique à la Sorbonne en 1883, est chargé en 1886 d'un cours d'optique et d'acoustique où il s'intéresse particulièrement à la lumière et à la couleur. Il cherche alors à enregistrer des ondes stationnaires dans une émulsion photographique. Le 2 février 1891, il présente à l'Académie des Sciences une méthode de photographie couleur interférentielle qui lui permet d'enregistrer le spectre solaire avec ses couleurs naturelles, la photographie obtenue est stable. Le principe est simple, une plaque photographique à grain fin est exposée à l'envers dans l'appareil photographique (le dos de la plaque face à l'objectif), la couche photographique est mise en contact avec du mercure. Lors de l'exposition, les rayons lumineux qui traversent la surface sensible, sont réfléchis par le mercure. Des ondes stationnaires se forment et les franges d'interférences sont enregistrées dans l'épaisseur de la couche photographique. La plaque est simplement développée et fixée. L'image est alors constituée de dépôts périodiques d'argent espacé de $\lambda/2n$ (n étant l'indice de réfraction du liant). Lorsque l'on observe cette plaque en lumière diffuse, la lumière interagit avec cette microstructure périodique et les couleurs sont restituées par un phénomène d'interférence, à l'instar des colorations visibles sur les bulles de savon ou des couleurs sur les ailes de certains papillons²⁹.

Cette méthode est remarquable à plusieurs titres, d'abord d'un point de vue pratique, elle apporte une solution à la photographie en couleur qui satisfait les physiciens, elle est ensuite une démonstration élégante de la nature ondulatoire de la lumière. Enfin, dans l'histoire de la photographie, c'est sans doute la première fois que la théorie qui sous-tend un procédé photographique est posée *a priori* et non *a posteriori*, la majorité des procédés photographiques résultant d'approches empiriques. Cette invention connaît un retentissement extraordinaire dans le monde des sciences et des arts. On a enfin trouvé « la » solution pour la photographie couleurs.

Gabriel Lippmann est lauréat du prix Nobel de physique pour cette invention en 1908. On célèbre ainsi au début du xx^e siècle, avec cette invention, une théorie ondulatoire de la lumière élaborée 100 ans plus tôt alors que l'on est à l'aube de la révolution quantique de Planck et d'Einstein.

IV. LE DEFIL INDUSTRIEL : LA COULEUR POUR TOUS³⁰

Par sa perfection théorique et sa démonstration pratique sans équivoque, la méthode interférentielle de Lippmann va attirer l'attention de la communauté scientifique mais également celle de l'industrie. Depuis les années 1880, la photographie est un produit de consommation de masse. On assiste à l'envol des grandes sociétés comme Lumière à Lyon (France) et Eastman-Kodak à Rochester (Etats-Unis). Il y a, avec la photographie couleur, l'opportunité industrielle de conquérir un nouveau marché à condition de mettre au point un procédé à la portée du public amateur. Louis Lumière, à la tête d'une entreprise florissante de produits photographiques, maîtrise tous les aspects, de la formulation à la production industrielle de plaques qui pourraient servir dans la réalisation de photographies couleurs interférentielles. Ainsi, dès la divulgation de l'invention de Lippmann, une correspondance s'établit entre Gabriel Lippmann et Louis Lumière et après une année de mise au point Louis Lumière présente à l'Académie des Sciences de remarquables vues « lippmanniennes » : fleurs, oranges, paysages, vitraux, perroquet naturalisé, drapeaux... Une plaque représentant le spectre solaire est offerte à la Société française de photographie³¹. Tout objet aux couleurs chatoyantes peut être enregistré sur une plaque, à condition qu'il soit immobile : le temps de pose se compte en heures ! Un nouvel ensemble de vues en couleurs est présenté au Photo-Club de Paris, en mai 1893 : « l'auditoire est particulièrement enthousiasmé par la reproduction de la vignette du maréchal Soult sur une boîte d'allumettes »³². Les temps de pose sont ramenés à trente minutes puis à quelques minutes et le premier portrait en « couleurs naturelles » d'une jeune fille est réalisé au cours de l'été 1893. Louis Lumière assume la démarche pragmatique et quelque peu laborieuse qui lui a permis d'améliorer le protocole élaboré par Lippmann. Pourtant, les temps d'exposition de quelques minutes sont encore trop longs, il faut manipuler du mercure, les images sont petites et uniques, leur observation n'est pas aisée ; toutes ces contraintes en limitent la diffusion auprès d'un grand public.

Le physicien a fourni la solution parfaite et ultime qui associe la théorie et la pratique mais cette solution n'est pas adoptée, elle servira plus tard l'holographie. La photographie couleurs doit alors délaissier la voie de la physique pour exploiter celle de la physiologie suivant un procédé introduit par James Clerk Maxwell plus de trente ans auparavant.

En 1861, le jeune Maxwell utilise la photographie pour démontrer la théorie de Young et de Helmholtz qui avance que notre vision des couleurs se fait par l'intermédiaire de trois récepteurs sensibles au bleu, au rouge et au vert. L'expérience consiste à réaliser trois photographies en noir et blanc d'un tartran. La première est faite en plaçant un filtre bleu devant l'objectif de l'appareil photo, la deuxième un filtre vert et la dernière photographie derrière un filtre rouge. On prépare ainsi trois diapositives en noir et blanc que l'on projette sur un même écran en plaçant sur le projecteur le filtre qui a servi à la prise de vue. L'image en couleur est ainsi reconstituée à l'écran.

Le succès de l'expérience de Maxwell est un heureux concours de circonstances car les plaques photographiques de l'époque (procédé au collodion) ne sont pas sensibles à la lumière rouge. Comment les colorations rouges du tartran ont-elles pu être enregistrées ? L'explication est livrée en 1961³³ : le colorant rouge du tartran réfléchit les rayons ultra-violets et le filtre rouge (une solution de thiocyanate ferrique) que Maxwell a sélectionné laisse passer ces ultra-violets. Aussi, ce n'est pas tant la couleur rouge du ruban écossais qui impressionne la surface sensible mais les rayons ultra-violet qu'elle réfléchit. Réaliser une image couleur avec trois prises de vue en noir et blanc est possible mais complexe à mettre en œuvre, Ducos du Hauron, Charles Cros s'y emploient dans les années 1860 puis la technique est appliquée par Sergei Mikhailovich Prokudin-Gorskii à la fin du XIX^e siècle afin de réaliser une commande du Tsar Nicolas II d'un reportage photographique en couleur de la Russie (ces clichés en noir en blanc sont conservés aujourd'hui à la Library of Congress³⁴). Plutôt que d'utiliser trois plaques photographiques associées chacune à un filtre bleu, un rouge ou un vert au moment de la prise de vue, on imagine alors une seule plaque comportant une multitude de micro-filtres bleus, verts et rouges adossés à la plaque photographique, au contact de la couche sensible. John Joly en 1894 professeur de physique au *Trinity college* de Dublin réalise un réseau constitué de lignes colorées juxtaposées (neuf lignes par millimètre). Le procédé est commercialisé par la *Natural Color Photographic Co* de Dublin, en 1897. La production de ces réseaux colorés est lente et coûteuse, la trame produite par les lignes est grossière et esthétiquement gênante car elle confère à l'image un aspect photomécanique. Le procédé Joly ne connaît pas de succès commercial. Ces tentatives inspirent sans-doute Louis Lumière qui, ayant renoncé au procédé de Lippmann, s'engage dans cette voie à la fin du XIX^e siècle.

Afin de constituer une trame colorée et transparente aussi fine que possible, il utilise de la fécule de pomme de terre teintée. Louis Lumière décrit dans un rapport à l'Académie des sciences du 30 mai 1904 la mise en œuvre de son procédé dénommé plus tard « plaque autochrome ». Si le principe est simple, la fabrication est extrêmement complexe à mettre en œuvre. La société Lumière commercialise en 1907, les premières plaques qui connaissent un succès immédiat, quelques millions de plaques seront produites en l'espace d'une vingtaine d'années. En 1935, avec l'arrivée des nouveaux procédés dits de type soustractif commercialisés par Kodak (Kodachrome), ces procédés à réseau sont condamnés à disparaître. Ils ne sont pas assez sensibles et l'importante granulation, inhérente au réseau coloré, n'est pas adaptée aux petits formats (6x6cm et 24x36mm) des nouveaux appareils photographiques.

La mise au point d'un procédé de photographie couleur populaire aura ainsi privilégié une approche pragmatique s'appuyant aussi bien sur les lois de la physique, de la chimie que sur celles de la physiologie. Aujourd'hui l'informatique et la photographie

numérique marquent le grand retour de l'utilisation de réseaux trichromes avec, dans les appareils photographiques numériques, des capteurs qui rappellent – au désordre près – la mosaïque de fécules de pomme de terre teintées des plaques autochromes. Ces technologies numériques annoncent l'extinction des procédés photographiques analogiques tout en rendant un hommage posthume à la plaque autochrome.

Avant de devenir cette conquête industrielle qui portera ses fruits au cours du xx^e siècle, la photographie couleur a été, comme le souligne Pierre Connes³⁵, une conquête de l'esprit. Cette conquête doit beaucoup à Augustin Fresnel.

Références bibliographiques

¹ Berget, A., Photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Gabriel Lippmann. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1891, p.55

² Hermange, E., « "La Lumière" », Études photographiques, [1 | Novembre 1996](#), [En ligne], mis en ligne le 18 novembre 2002. (<http://etudesphotographiques.revues.org/102>). Consulté en juin 2016

³ Arago, F., « Rapport de M. Arago sur le daguerréotype, lu à la séance de la Chambre des députés, le 3 juillet 1839, et à l'Académie des sciences, séance du 19 août. Paris, Bachelier, 1839, p. 44 (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1231630/f46.image>). Consulté en juin 2016

⁴ Arago, F., op.cit. p. 41 (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1231630/f43>). Consulté en juin 2016

⁵ Arago, F., op.cit. p. 50 (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1231630/f52.image>). Consulté en juin 2016

⁶ Gillspie, S.C, Samuel F. B. Morse and the Daguerreotype: Art and Science in American Culture, 1835-1855, New-York: The City University of New-York, 2006, p.216 (https://books.google.fr/books?id=atipxcI2IokC&hl=fr&source=gbs_navlinks_s). Consulté en juin 2016.

⁷ Ogonowsky E., La photochromie, tirage d'épreuves photochromiques en couleurs, paris, Gautier-Villars et fils 1891, pp.1-3

⁸ Daguerre L. J., M, Historique et description des procédés du daguerréotype et du diorama par Daguerre, Paris : Susses frères – Delloye ed., 1839, p.32

⁹ Arago, F., « Rapport de M. Arago sur le daguerréotype, lu à la séance de la Chambre des députés, le 3 juillet 1839, et à l'Académie des sciences, séance du 19 août. Paris, Bachelier, 1839, p. 53 (<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1231630/f55.image>). Consulté en juin 2016.

¹⁰ Figuier, L., Exposition et histoire des principales découvertes scientifiques modernes, 5e éd., Paris : Langlois et Leclercq, 1858, p.60

¹¹ Von Goethe, J.W., Zur Farbenlehre ; zweiter band, Tübingen, 1810, pp. 716-723

(https://books.google.at/books?id=7UY7AAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=de&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Consulté en juin 2016.

¹² Herschel, J. F. W. « On the Chemical Action of the Rays of the Solar Spectrum on Preparations of Silver and Other Substances, Both Metallic and Non-Metallic, and on Some Photographic Processes » Philosophical Transactions of the Royal Society of London Vol. 130 (1840), p.18

¹³ Becquerel E., La lumière ses causes et ses effets, Paris : Fermin Didot, 1859, p. 211

¹⁴ Correspondance d'Edmond Becquerel à l'Académie des Sciences. Collection du Musée Nicéphore Niépce.

¹⁵ Becquerel E., Annales de Chimie et de Physique, Paris : Victor Masson, 1848, 22, pp.451-59

¹⁶ Becquerel E., op. cit. p. 458

¹⁷ Abney, Sir W. de W., « On the production of coloured spectra by light ». Royal Society of London. Proceedings, London, 1879, v. 29, p. 190

¹⁸ Strutt, J.W. (Lord Rayleigh), « On the Maintenance of Vibrations by Forces of Double Frequency, and on the Propagation of Waves Through a Medium Endowed with a Periodic Structure ». Phil. Mag., S.5, vol.24, no.147, August 1887, pp.145-59

(<http://optoelectronics.eccs.berkeley.edu/LordRayleighA.pdf>). Consulté en juin 2016.

¹⁹ Zenker W., « Lehrbuch der photochromie, Photographie der Natürlichen Farbe», Berlin : Gelbster Verlag des Versassers, 1868.

²⁰ Clerc L.P., La photographie des couleurs, Paris : Gauthier-Villars, Masson Ed., 1900

(<http://cnum.cnam.fr/CGI/fpage.cgi?12KE210/134/100/223/0/0>). Consulté en juin 2016.

-
- ²¹ de SEAUVE V., Premières photographies couleur sur support métallique : approche physico-chimique de l'origine et de la stabilité des couleurs (2015-2018). École doctorale de l'ENS, Bourse : ENS, Sciences Arts Création Recherche/Paris Sciences et Lettres. Directeur de thèse : Bertrand Lavédrine. Encadrant : Marie-Angélique Languille.
- ²² Domenichini B., Dupont C., Giraudet M., Bourgeois S., Fournier J., Kereun M., Nièpce J.C., « d'Edmond à Henri Becquerel en passant par Abel Nièpce : l'héliochromie révélée ». Institut Carnot de Bourgogne, UMR 6303 CNRS-Université de Bourgogne Franche-Comté, Dijon, conférence à la journée d'étude : Edmond Becquerel et la naissance de la photographie couleur. Paris, Mnhn, 10 décembre 2015
- ²³ Nadar F., Paris Photographe, mai 1891, p.59 (<http://www.cinerecources.net/consultationPdf/web/o001/1186.pdf>). Consulté en juin 2016.
- ²⁴ Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, Paris, Janvier-juin 1867, tome 64, p.534
- ²⁵ Wiener, O.H., « Stehende Lichtwellen und die Schwingungsrichtung polarisirten Lichtes ». Annalen der Physik und Chemie, Leipzig, 1890, N. F. Bd. 40, p. 203-243
- ²⁶ Salvador Bloch R. « Otto Wiener. - Stehende Lichtwellen und die Schwingungsrichtung polarisirten Lichtes (Ondes stationnaires de lumière et orientation de la vibration dans la lumière polarisée) », Wied. Ann., t. XL, p. 203; 1890. J. Phys. Theor. Appl., 1891, 10 (1), pp.40-44. (<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00239559>). Consulté en juin 2016.
- ²⁷ Potier A., Observations sur les expériences de M.O. Wiener, J. Phys. Theor. Appl., 1891, 10 (1), pp.101-112. (https://hal.inria.fr/file/index/docid/239176/filename/ajp-jphystap_1891_10_101_0.pdf). Consulté en juin 2016.
- ²⁸ Lippmann, G., La photographie des couleurs. (Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences. Paris, 2 février, 1891, tome 112, p. 274-275.)
- ²⁹ Boulenguez J., Caractérisation et modélisation de structures photoniques multi-échelles dans les bio-organismes, une espèce caractéristique des Morphidés : Morpho rhetenor. Physique[physics]. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2009. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00422928/document>
- ³⁰ Lavédrine B., Gandolfo J-P., 2009, L'autochrome Lumière: secrets d'atelier et défis industriels. Paris : Éd. du CTHS, 391 p.
- ³¹ Bulletin de la Société française de photographie, 1892, p 205.
- ³² Chardère B., Le roman des Lumières, Paris, Gallimard, 1995, p 325
- ³³ R. M. Evans, "Some Notes on Maxwell's Colour Photograph," Journal of Photographic Science, 9 (1961): 243-46.
- ³⁴ <http://www.loc.gov/pictures/collection/prok/>, consulté le 8 juin 2016
- ³⁵ Connes P., « Silver Salts And Standing Waves:The History Of Interference Colour Photography, J. Optics (Paris), 1987, vol. 18, no 4, pp. 147-166