

ART & SCIENCE

Les objets impalpables dans l'espace

À la fin du XIX^e siècle, Louis Ducos du Hauron a inventé la photographie en couleurs et les anaglyphes, c'est-à-dire les images en relief.

Les principes qu'il exploite sont toujours d'actualité : ils sont mis en œuvre dans nos écrans d'ordinateur et par les missions de la NASA sur Mars !

Loïc MANGIN

Le 15 novembre 1854, la Société française de photographie est créée avec, comme modèle, l'Académie des sciences. L'objectif fixé de la nouvelle institution est de « Concourir aux progrès scientifiques et artistiques de la photographie et de ses applications ». De fait, lors de réunions publiques, photographes et scientifiques venaient présenter leurs expériences et prototypes. En outre, la Société française de photographie était la dépositaire de plis cachetés qui faisaient office de dépôt légal en vue d'éventuelles contestations de paternité. Enfin, les inventeurs lui confiaient souvent des épreuves illustrant leurs découvertes.

Ainsi, les fonds de la Société française de photographie recèlent de nombreux incunables de l'histoire de la photographie. Ils correspondent à autant d'actes de naissance de techniques toujours en cours aujourd'hui, à quelques différences près, surtout depuis l'arrivée du numérique. Lors des rencontres d'Arles 2012, une exposition organisée par Luce Lebart, directrice des collections de la Société, a mis en lumière plusieurs de ces « premières fois », pour la plupart inédites. Décrivons-en certaines qui révèlent le fourmillement des inventions au tournant du XIX^e siècle et du XX^e.

Le 7 mai 1869, le chimiste et physicien Louis Ducos du Hauron présente à la Société les premières photographies en couleurs réalisées selon un procédé qu'il a breveté l'année précédente. Ce dernier est fondé sur le principe de la trichromie : de la même façon que nos yeux perçoivent les couleurs à partir

de trois types de cellules (les cônes) photosensibles, on peut reconstituer la plupart des teintes avec seulement trois couleurs primaires, le bleu, le vert et le rouge. C'est la synthèse additive des couleurs. Le principe de ce procédé sera ensuite décliné de façon industrielle par les frères Lumière qui commercialisent à partir de 1907 leurs premiers autochromes. Ces diapositives en couleurs sur plaque de verre fonctionnent grâce à de la fécule de pomme de terre teintée dont les grains correspondent, dans le principe... aux pixels des images numériques d'aujourd'hui !

La NASA utilise une méthode mise au point à la fin du XIX^e siècle pour obtenir des images en relief de Mars.

En 1891, Ducos du Hauron présente une nouvelle innovation, l'anaglyphe, ou « objet impalpable dans l'espace ». Un anaglyphe est constitué de deux images superposées de couleurs complémentaires (cyan et magenta le plus souvent) représentant la même scène vue de points décalés (la figure b est un des premiers anaglyphes de Ducos du Hauron). Les images ne sont pas identiques, car le décalage, ou parallaxe, d'un même élément dans les deux couleurs est d'autant plus grand qu'il est situé près du premier plan. Le relief est restitué grâce à des lunettes bicolores qui cachent à chacun des yeux une des deux couleurs. On retrouve alors le fonctionnement stéréoscopique de la vision humaine en relief.

Le succès des anaglyphes viendra avec les images de Léon Gimpel, dont la *Jeanne qui rit, Jeanne qui pleure*, en 1920 (voir ci-dessus), illustre le mécanisme de l'absorption d'une couleur par sa complémentaire : chaussez les lunettes bicolores et fermez alternativement un œil, puis un autre : la fillette est gaie ou triste.

Gimpel, photoreporter, adapte la méthode de Ducos du Hauron aux autochromes des frères Lumière et produit de nombreuses images, par exemple *l'Intérieur d'un char d'assaut type Saint Chamond*, en 1916 (voir la figure a). On lui doit aussi des images de reconnaissance en avion ou en ballon d'observation. Les anaglyphes sont toujours d'actualité, le robot *Curiosity* de la NASA créant des images numériques de ce type depuis la surface de Mars !

Autre invention de cette époque, un « radar » automobile. Peu après les premiers décrets limitant la vitesse, Léon Gaumont propose un appareil qui prend deux clichés à un intervalle de temps connu sur une même plaque photographique. Le décalage des images d'un véhicule (voir la figure c) permet de calculer sa vitesse. Citons aussi les premières photographies au microscope, la transmission d'images par téléphone... La façon d'envisager les images aujourd'hui découle de ces inventions. ■

Un laboratoire des « premières fois » : les collections de la Société française de photographie, Rencontres d'Arles 2012, du 2 juillet au 23 septembre 2012. www.sfp.asso.fr/blog-collection





IDÉES DE PHYSIQUE

Les torches à plasma

De l'air soufflé à travers un arc électrique intense produit un gaz ionisé à haute température... et à usages multiples.

Jean-Michel COURTY et Édouard KIERLIK

En créant sur Terre des conditions de températures similaires à celles régnant à la surface du Soleil, ne pourrait-on pas neutraliser les déchets les plus toxiques ? Avec des températures de l'ordre de 10 000 °C dans leur cœur, les torches à plasma sont une voie prometteuse. Initialement dédiées à tester la résistance des matériaux aux températures élevées, elles consistent à ioniser partiellement un gaz en l'insufflant à travers un arc électrique très dense en énergie. Le jet de plasma (gaz ionisé) ainsi créé, très chaud, fait déjà l'objet d'applications industrielles dans la soudure ou la découpe de métaux ; mais il pourrait aussi révolutionner le traitement des déchets.

Comment obtenir un jet de plasma utilisable ? La première étape consiste à ioniser un gaz, de l'air par exemple, en éta-

blissant un arc électrique entre deux conducteurs distants l'un de l'autre. En appliquant une tension suffisamment élevée à leurs bornes, on crée un courant électrique. Après un amorçage réalisé par exemple en rapprochant les deux électrodes, le phénomène s'entretient de lui-même.

Un jet de gaz ionisé à plus de 10 000 °C

Les électrons présents, accélérés par le champ électrique régnant dans l'espace entre les conducteurs, ont assez d'énergie cinétique pour ioniser les molécules neutres qu'ils heurtent. Une telle collision produit un ion et un électron supplémentaire, lequel est accéléré, et ainsi de suite.

Cette cascade transforme le milieu isolant et neutre en un plasma (état de la matière partiellement ou totalement ionisé).

Les molécules du gaz peuvent aussi être simplement excitées, c'est-à-dire portées à un niveau d'énergie supérieur, auquel cas elles émettent un photon au moment de la désexcitation. L'arc électrique, comme la foudre, est donc lumineux.

Le courant électrique dans un arc est beaucoup plus intense que dans les lampes à décharge, car les électrons sont émis en grand nombre par la cathode, par effet thermo-ionique : cette électrode est si chaude, environ 2 000 °C ou plus (d'où la nécessité d'utiliser des métaux à haut point de fusion, tels que le tungstène), que les électrons du métal acquièrent suffisamment d'énergie pour s'échapper spontanément de sa surface. On obtient ainsi des courants qui peuvent atteindre des centaines d'ampères sous des tensions de quelques dizaines de volts seulement.

Pour créer un jet de plasma, la deuxième étape consiste à souffler un gaz initialement neutre à travers l'arc. Il faut être astucieux et limiter l'espace occupé par l'arc grâce à la géométrie des électrodes, afin que la puissance électrique fournie se retrouve concentrée dans un tout petit volume. Les molécules du gaz rencontrent alors un environnement dont la température est de l'ordre de grandeur de la température de surface du Soleil, voire plus – disons 15 000 °C pour fixer les idées. À cette température, les constituants de l'arc ont des énergies cinétiques moyennes de

