

# bs n°13

Le journal de Bétonsalon

02/2012 - 03/2012

Gratuit



**TRUE VISION SOUTH, LLC.**

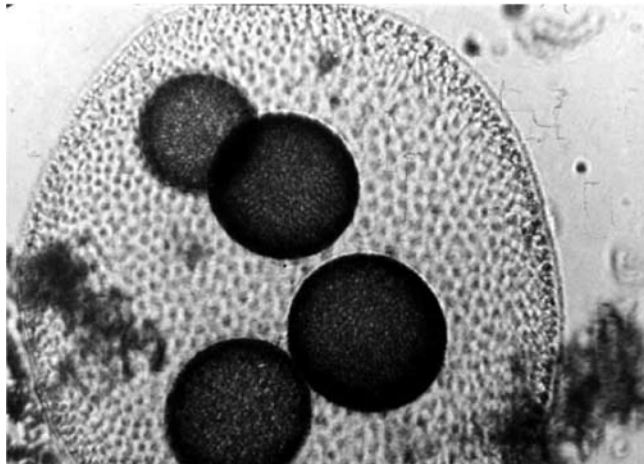
# Innerspace, l'aventure intérieure

Présentation et entretien réalisé par Bétonsalon, annoté par Thierry Lefebvre\*

S'intéressant à la figure du cinéaste scientifique Jean Comandon, l'exposition est une carte blanche au jeune plasticien David Douard, dont l'objectif premier est de restituer et de contextualiser le travail cinématographique de Jean Comandon, encore peu connu du grand public. L'exposition est aussi le fruit d'une collaboration avec les étudiants du M1 Journalisme scientifique de l'Université Paris Diderot qui sont les rédacteurs de la présente publication.

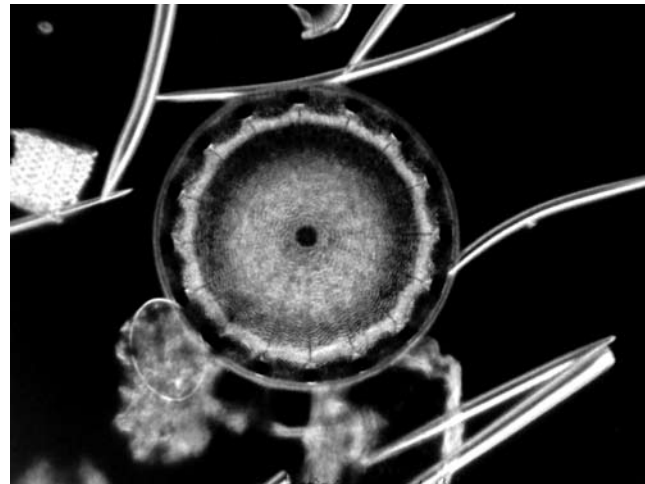
*Bétonsalon : Quand l'idée de travailler à partir des films du cinéaste scientifique Jean Comandon (1877-1970) nous a été soumise par Béatrice de Pastre, directrice des collections aux Archives françaises du film du CNC, et Thierry Lefebvre, enseignant-chercheur de l'Université Paris Diderot, nous avons souhaité t'inviter à interpréter et scénographier son œuvre cinématographique. L'invention d'un dispositif permettant de filmer l'infiniment petit lui a ouvert les portes de sujets tels que la croissance des plantes, le mouvement des cellules ou encore la faune microscopique, donnant lieu à près de 400 films tantôt abstraits, tantôt pédagogiques, qui ont nourri l'imaginaire collectif. Qu'est-ce qui t'a intéressé dans notre proposition de t'inscrire dans cette œuvre et quelles connexions as-tu vues entre le travail de Jean Comandon et le tien ?*

David Douard : Je ne connaissais pas du tout Jean Comandon. Ce qui m'intéresse dans son œuvre est l'ingéniosité de son dispositif de prise de vues et l'imaginaire qui y réside. C'est une manipulation et une formalisation intéressantes pour un artiste dans la mesure où cela intègre des médiums de cinéma et de pictorialité. Sans tomber dans le cliché de ce type d'esthétique, son travail me plaît dans sa manière de plonger dans la recherche microscopique, purement et simplement. Cette recherche d'intériorité est ce qui relie ma pratique à la sienne. Une chose qui m'a très vite intéressé dans son travail est son étude de la peau lors de ses débuts à l'hôpital Saint-Louis<sup>1</sup>. Avec l'aide de sa caméra, Comandon perfore



Photogramme issu du film *Volvox* réalisé par Jean Comandon, 1911. © Gaumont-Pathé-Archives.

1 Jean Comandon débute la mise au point de son système de prise de vues microcinématographiques à l'hôpital Saint-Louis, dans le service du Dr Paul Gastou. L'hôpital Saint-Louis est alors spécialisé en dermatologie et vénéréologie.



Photogramme issu du film *Diatomées* réalisé par Jean Comandon, circa 1910. © Gaumont-Pathé-Archives.

cette surface et entre à l'intérieur pour donner à voir tout ce qui y grouille. Dans mon travail et dans la sculpture en général, c'est plutôt la surface de l'objet et les informations que cette même surface nous donne sur l'intériorité qui m'intéressent.

*BS : Comment as-tu choisi d'aborder cette invitation et comment envisages-tu d'articuler les points de connexion que tu viens d'évoquer entre ton œuvre et celle de Comandon ?*

DD : Mon point de départ était de créer une constellation d'artistes autour de Jean Comandon, mais pour diverses raisons le projet s'est peu à peu transformé. Mon approche aujourd'hui est de restituer le travail cinématographique de Comandon en incluant également des documents annexes (par exemple les dessins de Comandon avant leur enregistrement sur pellicule ou ceux du dessinateur O'Galop, avec qui Comandon a travaillé<sup>2</sup>). À l'intérieur de ce dispositif, je fais référence à des praticiens qui m'intéressent, mais sans montrer leurs travaux directement, sans dire qu'ils sont là. Je pense par exemple à l'œuvre du réalisateur Derek Jarman, aux dessins mescaliniens d'Henri Michaux ou encore à Andrew Miller, un inventeur qui travaille actuellement en microscopie sur l'iPhone avec le projet SkyLight.

*BS : Comment relierai-tu Derek Jarman à Jean Comandon ?*

2 À la fin de la Première Guerre mondiale, Jean Comandon œuvre pour la propagande de santé publique. Dans ce cadre, il fait appel à deux dessinateurs célèbres pour réaliser des films d'animation : O'Galop (concepteur du bibendum Michelin) et Lortac.

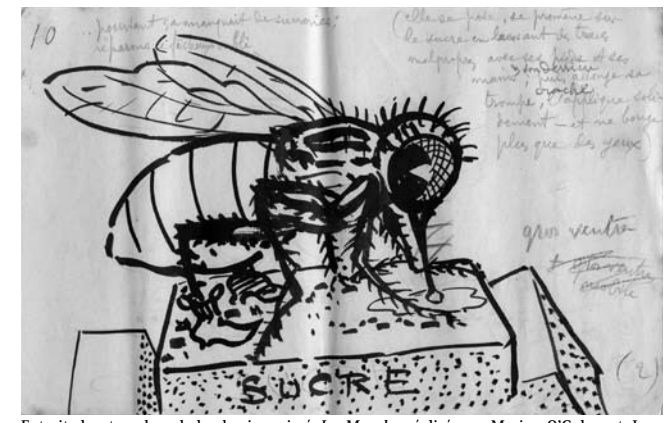
DD : Le lien entre Derek Jarman et Jean Comandon est le fond de couleur monochrome comme support de recherche. Comandon a utilisé le fond noir dans certains de ses films<sup>3</sup> et animations pour incruster des images microscopiques. Dans son film *Blue* (1993), Derek Jarman va, lui, substituer l'écran à sa pure matière, c'est-à-dire le fond bleu. Pendant une heure et demie, il partage ses pensées sur ce fond imperturbablement bleu.

L'exposition fait notamment référence à l'histoire du début de la couleur dans le cinéma et de l'incrustation d'objets grâce à un fond. C'est de là que commence le dialogue entre Comandon et moi, l'idée étant d'étirer de manière élastique des anecdotes comme celle-ci pour leur donner une autre matière.

*BS : L'exposition montrera un certain nombre de films de Jean Comandon. Pourrais-tu commenter ton choix sur un fonds de quelque deux cents films ?*

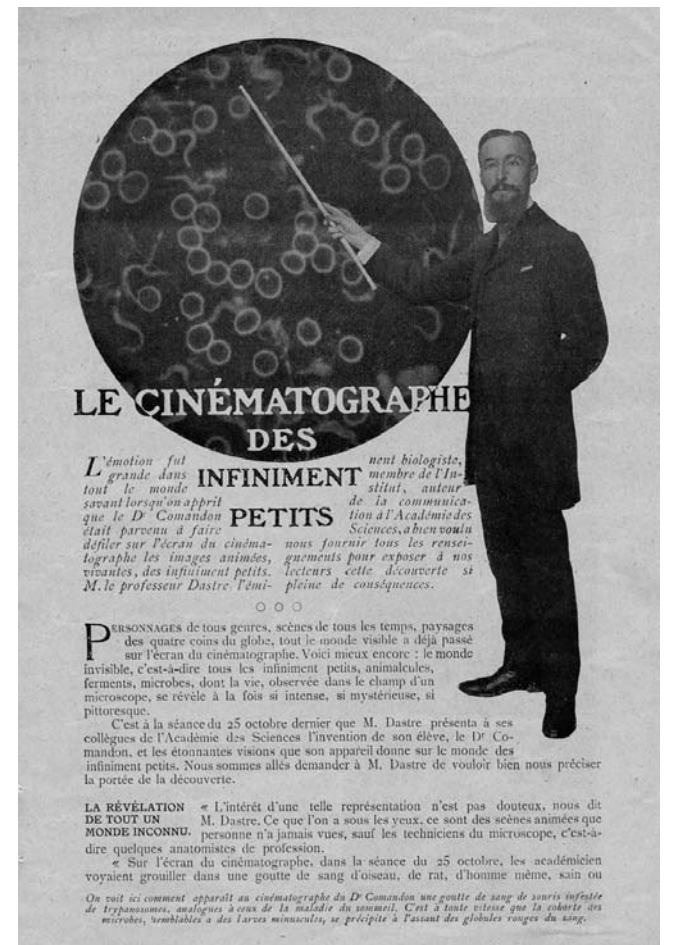
DD : C'est le médium de l'écran actuel qui m'a aidé à sélectionner les films de Comandon. Je veux dire que le choix des films s'est fait en imaginant que la matière filmique est en adhésion avec la matière « réelle » des écrans. Par exemple, un film de microscopie s'allie parfaitement au magnétisme du téléviseur cathodique ou encore aux câbles de l'écran plat.

Montrer les films de Comandon sur écran plat est une manipulation qui, sans toucher au film lui-même, montre l'amalgame entre la machine et l'organique, unis en un hybride. Ce sont là des spéculations un peu folles, mais il s'agit de rendre au travail de Comandon une visibilité étrange et inattendue. De manière générale, mon idée était de trouver un système qui éviterait de rentrer dans la contemplation du cinéma. Les films microscopiques de Comandon ont une qualité abstraite ; ils se regardent comme des molécules, comme un ballet, une danse. Les montrer isolés par rapport au reste de son œuvre serait la chose la plus attendue dans le cadre d'une exposition. Au lieu de ça, j'ai souhaité prendre des films apparentés à chacune des périodes de production de Comandon – Pathé, Albert Kahn, l'Institut Pasteur... – et en avoir un dans chaque style : des films de microscopie, de vulgarisation, des dessins animés, des films pédagogiques.



Extrait du story-board du dessin animé *La Mouche* réalisé par Marius O'Galop et Jean Comandon en 1919. © Fonds Vétteau-Comandon.

3 En 1909, Jean Comandon met au point un système de microcinématographie utilisant l'ultramicroscope ou « microscope à fond noir ». L'éclairage latéral des préparations microscopiques fait apparaître les microorganismes lumineux sur fond noir.



Jean Comandon, *Lectures pour tous*, novembre 1909. © Thierry Lefebvre.

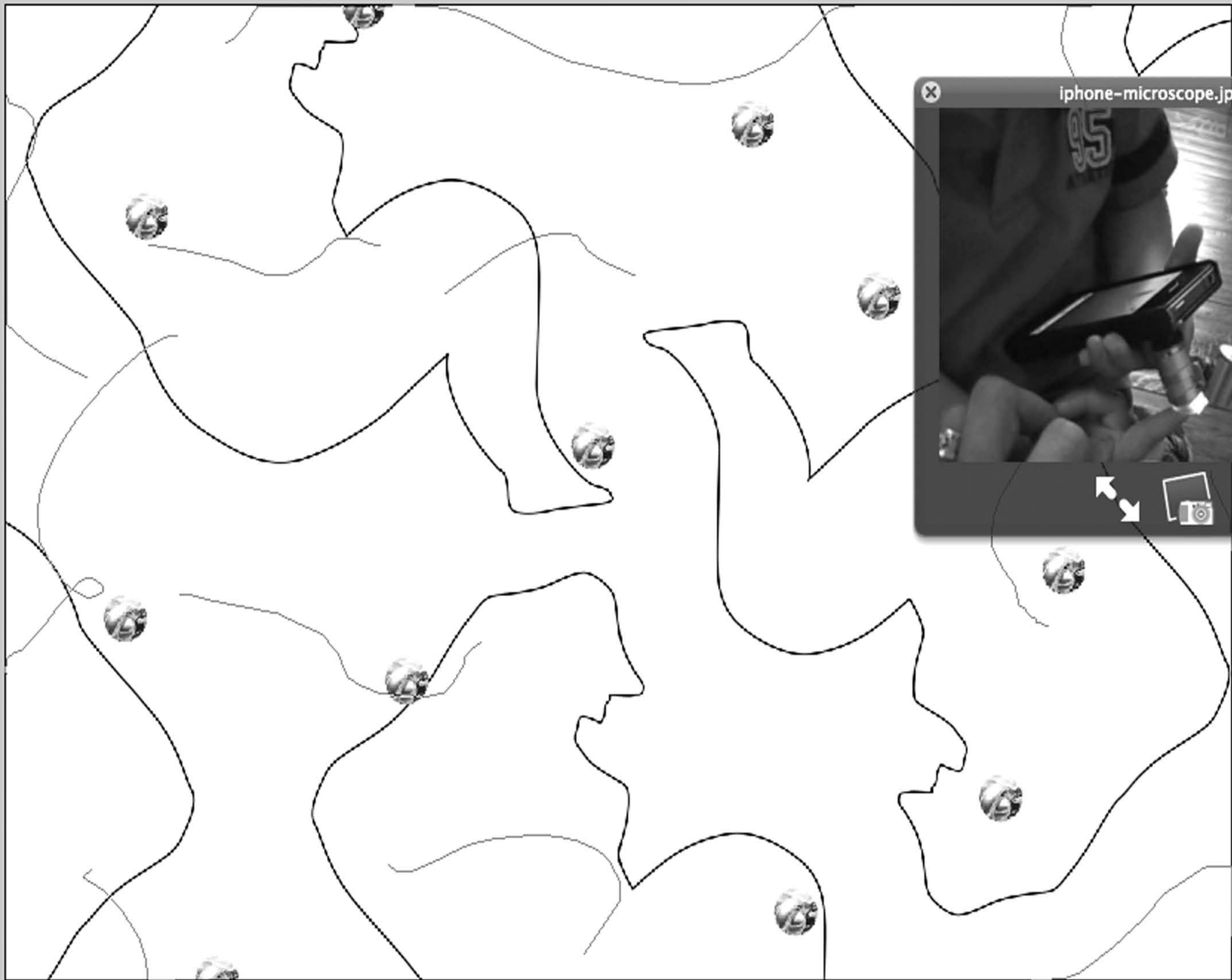
*BS : Outre la matière filmique, as-tu pensé à l'environnement de travail de Jean Comandon, les autres paramètres de sa vie, son histoire ? Y aura-t-il d'autres matériaux appartenant à Comandon que tu intégreras dans l'exposition ?*

DD : Il y a un objet en particulier qui m'a intéressé. C'est un tube de 10 cm dont l'usage est incertain, mais qui a probablement fait partie de la machinerie créée par Comandon ; c'est le grand inconnu de sa collection.

Comme le fond monochrome, ce tube est pour moi un point de départ. Il va contaminer l'espace qui l'entoure par l'absence qu'il va créer et mon travail sera de disséminer autour de lui des écrans et des machines de bureautique actuelles, en somme des éléments non pas de prise de vues (ce à quoi servait ce tube), mais plutôt une machinerie servant à visionner.

Le rapport à l'écran joue une grande part dans le dispositif et surtout, il concerne une génération dont je fais partie. Aujourd'hui la technologie doit être avant tout tributaire de la recherche et des besoins de l'humanité et c'est bien pour ça que mon point de départ est cette forme de vie par l'écran. Quand je regarde les utilisations du dernier iPhone comme outil de microscopie « démocratisée » (je me réfère ici de nouveau au programme SkyLight qui sert à relier un microscope à un smartphone)...

> Suite de l'entretien page 6

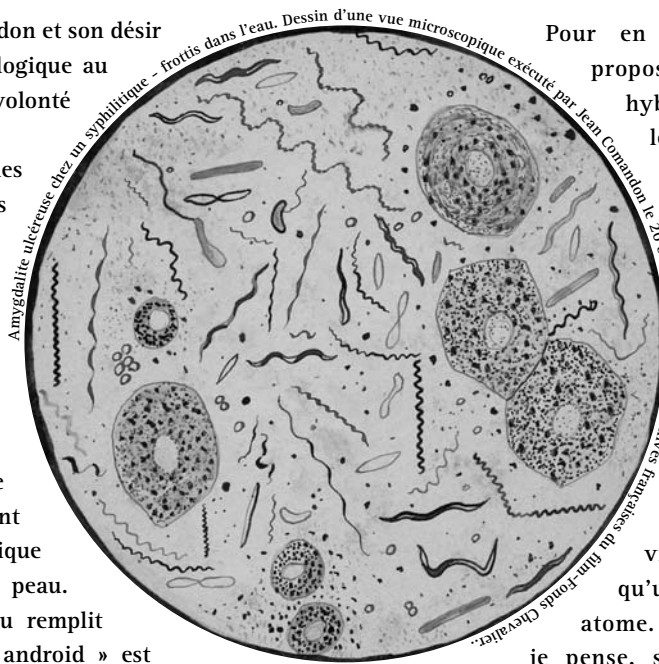


Par Julie Lacaze et Nicolas Reboux

je pense directement à Comandon et son désir de transmettre un savoir biologique au plus grand nombre dans une volonté de démocratisation.

Aujourd'hui deux pôles m'attirent : l'utilisation des smartphones à but biologique et l'amour quasi-sentimental qu'un être humain porte à son appareil numérique ; il y a, dans les deux sens, incorporation du vivant dans la machine. J'ai en mémoire cette image trouvée sur internet d'un homme tenant son téléphone muni d'une optique « microscope » contre sa peau.

Une image de tissus de peau remplit l'écran ; comme adopté, l'« android » est le prolongement de l'être. Dans tous les cas, la question qui réside est ce qu'il y a derrière ; derrière l'écran, derrière la peau.



Amygdalite ulcéreuse chez un syphilitique - frottis dans l'eau. Dessin d'une vue microscopique exécuté par Jean Comandon le 20 octobre 1908. © CNC - Archives françaises du film - Fonds Chevalier...

Pour en revenir à l'exposition, ma proposition est de faire des objets hybrides entre la sculpture et le dispositif. Mes sculptures-installations seront des présences dans l'espace, avec des surfaces, des choses qui encore une fois signifient la peau, cette surface à perforer. Je suis intéressé par l'idée de travailler avec les émotions, les problèmes, les sensations, toutes les irrégularités du corps et de l'esprit, et de les rendre visibles de la même manière qu'un scientifique révélerait un atome. Ce sont des intuitions qui, je pense, suivent la lignée des dessins mescaliniens de Michaux, ces passages temporels de l'esprit mis en images. L'élément fédérateur de cette exposition consisterait donc en un va-et-vient entre une objectivation des mouvements intérieurs et une surinterprétation singulière des sensations contenues.



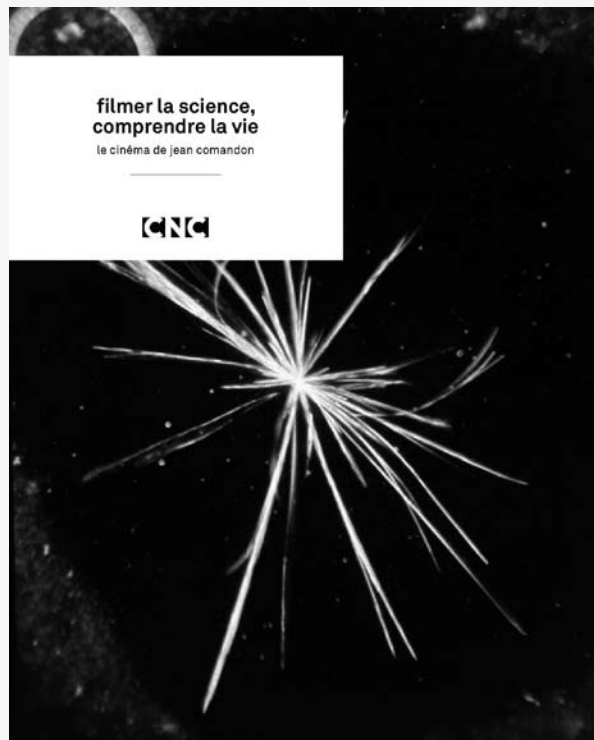
Affiche du film *Innerspace* de Joe Dante, 1987 © Warner Bros. Pictures.

BS : Tu compares les objets qui ont servi à Jean Comandon à des technologies actuelles dont la finalité te semble similaire : une connaissance du corps. Comment ton travail répondra-t-il à ce rapport entre le biologique et la machine que tu vois dans l'œuvre de Comandon ?

DD : Pour montrer au mieux les films de Comandon, je pars de l'hypothèse que tout a une consistance, que tout est organisme, et que ce même organisme, si hybride soit-il, se perçoit et s'explore. Il faut s'immerger dans une recherche en profondeur et s'autoriser pas mal de choses, un peu à la manière de Joe Dante dans le film *Innerspace* (1987) qui retrace le voyage de Dennis Quaid, miniaturisé et contenu dans une capsule de 0,02 mm, dans le corps de Martin Short.

\* Thierry Lefebvre est maître de conférences à l'université Paris Diderot.

A paraître, l'ouvrage *Filmer la science, comprendre la vie. Le cinéma de Jean Comandon* (Éditions CNC), sous la direction de Béatrice de Pastre avec la collaboration de Thierry Lefebvre.



D rôle de pari que celui réalisé par Bétonsalon, qui a convié le jeune Français David Douard, 27 ans, à confronter l'art contemporain aux matériaux accumulés par Jean Comandon. Ce natif de Perpignan, qui vécut de longues années à Berlin, a fait ses armes aux Beaux-Arts de Paris, dont il est fraîchement diplômé.

Un artiste très ancré dans sa génération : celle des enfants d'Internet. Le « flux » - le « fluide » internet selon ses propres mots - est pour lui une source tant d'inspiration que de matériaux. Une « source lacunaire, fragmentaire », qu'il affectionne pour l'obsolescence, la labilité de ses produits. Qui pourvoit le liant et la matière.

Son art de prédilection ? L'installation, qui allie une grande diversité de supports, de médias, et permet de disséquer, de « mettre à plat », pour une bonne visibilité du travail... David Douard utilise la photo, le film, la sculpture comme autant d'éléments extraits ou assemblés.

Influencé par le mouvement Fluxus - qui a pris naissance à la fin des années 1950 -, moquant les institutions et la notion d'œuvre d'art, il rejette toute idée de virtuosité, affirmant que « [son] œuvre n'est pas belle ». Ses installations, qui révèlent un esprit encore très adolescent, jettent un regard amusé sur le quotidien, le monde actuel, et la dualité de l'être partagé entre réel et virtuel. Elles témoignent de sa fascination pour ces dédoublements de personnalité qu'engendre Internet. On y trouve de simples objets du réel, ramassés ou acquis chez de grandes enseignes de décoration, cohabitant avec des matériaux ou des références soigneusement choisis : de fausses fleurs semblent croître sous l'influence de haut-parleurs distillant une bande sonore prélevée à *Final Fantasy*, une étiquette vintage de glu symbolise l'attrape physique de l'être par les écrans, son immobilité dans laquelle pourtant tout germe, pousse.

Son travail intuitif de compilation et d'extraction désoriente souvent, et « suppose de la part du spectateur une grande souplesse du regard », selon la critique d'art Clara Guislain. Il suscite l'émotion par le décalage, la désinvolture et l'humour, mais également par le caractère familier des éléments assemblés.

David Douard aime décrire ses pièces comme autant de pions à la revendication latente, au potentiel explosif, comme une *Insurrection qui vient* à caractère artistique. Une révolte silencieuse, qui dort, attendant son heure, à l'image de cette génération dont il incarne le flegme, le détachement et le second degré.

Mais pour le moment, son site internet, <http://www.daviddouard.com/>, en friche, diffuse un son pop désabusé au refrain très à propos : « Everyone's surfin' now... Surfin'USB ».



David Douard, *Linked with an element of resignation*, 2011, métal, impression sur aluminium, plâtre teinté, bois, 168x110x183cm. Vue de l'exposition à la Galerie Catherine Bastide, Paris 2011. © David Douard et Galerie Catherine Bastide.

# Voyage au sein des Archives françaises du film

Par Pamela Duboc, Florent Lacaille-Albiges, Ornella Piu et Sylla Saint-Guily

Les Archives françaises du film du Centre national du cinéma et de l'image animée (CNC) sont les dépositaires de matériel filmique, depuis les travaux des précurseurs de l'image animée jusqu'aux réalisations contemporaines. Elles ont été créées en 1969, à l'initiative d'André Malraux, ministre de la Culture, « qui souhaitait un service patrimonial pour le cinéma », comme nous le rappelle Béatrice de Pastre, directrice des collections des Archives françaises du film. Cela afin que soient pris en charge par l'État l'inventaire, la conservation et la restauration des films anciens. Les Archives françaises du film comportent deux sites de conservation des films : celui de Bois-d'Arcy (5 hectares) et celui de Saint-Cyr (25 hectares).

Au cours de ces quarante dernières années, les collections de films anciens et récents se sont enrichies de façon spectaculaire et comptent aujourd'hui 110.000 films environ. Aux dépôts volontaires s'est ajouté le dépôt légal des œuvres cinématographiques, en vigueur depuis 1977 et pris en charge par le CNC à partir de 1992. Ce décret a rendu obligatoire la collecte de tous les films français, et a même été élargi en 1993 aux films étrangers ayant reçu un visa d'exploitation en France. De plus, en 1990, le Conseil des ministres a lancé le « plan nitrate », accélérant l'inventaire, la restauration et le transfert des films sur un support stable, la pellicule polyester.

Les Archives françaises du film assurent la collecte, la conservation, l'inventaire, la sauvegarde et la restauration des films. Les collections sont constituées de films de fiction, longs et courts-métrages (dont plus de 50 % sont français), et de documentaires. Elles conservent également des documents variés, tels que les dossiers de censure et les documents publicitaires.



Une cellule de conservation des Archives françaises du film. © Photo : Sylla Saint-Guily.

## Conservation

Depuis les collections réunies par les forains au début du XX<sup>ème</sup> siècle jusqu'à la collecte réalisée au travers du dépôt légal, c'est un pan important de l'histoire du cinéma qui est conservé précieusement dans les cellules de la batterie de Bois-d'Arcy et du fort de Saint-Cyr. Tous les genres, tous les courants cinématographiques, tous les pays, tous les thèmes et nombre d'expériences sont représentés peu ou prou et constituent autant de repères pour l'histoire du cinéma.

Plus de 1.100.000 boîtes sont conservées aux Archives françaises du film, ce qui correspond à 110.000 films stockés dans 223

cellules pour les films anciens et 5 silos de conservation pour les plus récents. Pour un même film, on stocke séparément les négatifs, les positifs et les internégatifs.

Les films 35 mm produits entre 1895 et 1950 ont pour support le dangereux nitrate de cellulose, inflammable, à l'embrasement inextinguible, fragile et potentiellement toxique par dégagement de gaz nocifs lorsqu'il entre en phase de décomposition.

Le triacétate de cellulose, qui a succédé au nitrate, se décompose, lui aussi, en dégageant une forte odeur d'acide acétique, symptôme du « syndrome du vinaigre ». Par ailleurs, de nombreuses émulsions utilisées entre 1960 et 1980 posent aujourd'hui problème, car les pigments contenus dans ces émulsions virent au magenta.

La conservation des films nécessite donc des conditions de stockage propres à chaque support et à chaque élément, et les bâtiments de conservation sont conçus en fonction de ces exigences. Ainsi, les bobines de films nitrate sont conservées dans des compartiments en béton, d'une capacité limitée à 1.500 boîtes, afin d'éviter les risques de propagation du feu.

Des tests chimiques et une surveillance constante permettent de déceler les signes et altérations qui annoncent les décompositions à venir. Un contrôle permanent de l'environnement et une maintenance rigoureuse des bâtiments (climatisation continue, température et hygrométrie constantes) permettent d'optimiser la durée de vie des films.



Les Archives françaises du film. © Photo : Sylla Saint-Guily.

## La restauration des films

Certaines bobines détenues par les Archives française du film datent des tout débuts du cinéma, une époque émergente pour laquelle, bien sûr, la standardisation n'était pas encore de mise. Ainsi, de nombreux chef-d'œuvres (et quantités de « navets » aussi) se désolent sur des bobines aux formats et perforations fantaisistes, que l'on ne sait plus lire aujourd'hui. Pire encore, dès les premiers essais fructueux en 1895, jusqu'en 1954, année de son interdiction définitive, le support pour les images était le nitrate de cellulose. Un matériau certes extrêmement flexible et solide - ce qui permet de l'utiliser en rouleau -, mais qui se dégrade inexorablement par dépolymérisation, et qui, après un certain stade de dégradation, devient même extrêmement inflammable et donc susceptible de prendre feu spontanément. Inéluctablement, le cinéma risquait de perdre toutes ses archives sur film nitrate. Aussi, en 1991 s'est mis en place le « plan nitrate ». L'initiative gouvernementale a permis, en quinze ans de dévouement des agents des Archives françaises du film, de la Cinémathèque française et des laboratoires partenaires, de sauver plus de 15.000 titres, courts et longs-métrages, restaurés au rythme de 130 œuvres par an.

Mais comment fait-on exactement ?

Il s'agit d'abord de restaurer la bobine originale, qui peut avoir été atteinte à différents niveaux : moisissures, décoloration, rayures, etc. À chaque problème, sa solution ! Les techniciens vont, s'il est disponible, partir du négatif d'une œuvre. Image par image, ils nettoient les bobines. Pour éliminer l'effet de diffraction provoqué par les rayures, ils vont effectuer de nouveaux tirages en plongeant les négatifs dans un liquide spécial. Ce produit a le même indice de réfraction que le support du film. Ainsi, la lumière n'est plus déviée sur la copie, et on n'y verra plus les zones d'ombre créées par les rayures. Ce premier élément est appelé « interpositif » ou « marron ». Après avoir été développé et débarrassé des poussières grâce à un essuyage minutieux, c'est à partir de lui que l'on fabriquera l'« internégatif ». Ce dernier, que l'on appelle également « contretypé », est étalonné pour affiner la qualité des images. Une fois développé, on pourra en obtenir la première copie restaurée.

On peut également, après réparation du négatif, choisir directement de le scanner, photogramme par photogramme, à l'aide d'énormes machines, tel que « SACHA », afin de le convertir en fichier numérique. La restauration se fait alors grâce à des logiciels spécifiques de retouche d'images (Diamant, Combustion) et de palettes graphiques (Photoshop). Pour assurer la pérennité des fichiers restaurés, ces derniers sont ensuite transposés sur film, à l'aide d'un imageur : c'est ce qu'on appelle le « shoot ».

« On est parti d'un catalogue Pathé de 1924 où se trouvait la liste des films de Jean Comandon tournés chez Pathé », nous expliquent Patrice Delavie et Magalie Balthazard. Tous deux travaillent aux Archives françaises du film. En 2007, ils ont commencé à rechercher systématiquement les films de Comandon. À partir de ce catalogue parfois annoté et contenant de nombreux titres, ils ont retrouvé 70 % des films du médecin cinéaste.

Aux Archives françaises du film, les boîtes de pellicule ne sont classées ni par réalisateur, ni par titre ; elles sont simplement référencées dans un dépôt. Deux films déposés à la même période – lors d'un dépôt important de Pathé, par exemple – ont ainsi de grandes chances d'être conservés au même endroit, surtout s'ils n'ont jamais été sortis. C'est grâce à cette hypothèse que la recherche a commencé : partout où un titre Comandon du catalogue Pathé était référencé, l'ensemble du dépôt était passé au peigne fin. C'est ainsi qu'ont été retrouvés de nombreux négatifs, avec parfois des surprises : « On a ainsi retrouvé le film *Trypanosoma* classé à *Tripanorama* ! » Des recherches dans les dépôts de l'Institut Pasteur et du CNRS ont complété la collection. Sur quelque 400 films, 285 ont été retrouvés.

Mais devant autant de bobines, un doute s'installe. Est-ce le même réalisateur qui a filmé aussi bien des dessins animés hygiénistes destinés aux publics familiaux que des films d'opération chirurgicale pour les étudiants en médecine ?

La recherche se poursuit donc sur la paternité de ces films. Toutes les techniques sont bonnes : Patrice Delavie et Magalie Balthazard analysent dans un premier temps les images éliminées lors du montage, puis les photos du tournage : on y voit parfois apparaître Comandon mettant en scène ses acteurs. Parmi les archives papier de Comandon conservées à l'Institut Pasteur, ils ont retrouvé une importante correspondance, qui permet d'établir sa participation à de nombreux tournages. L'usage de la technique de microcinématographie de Comandon, exclusive en France, est également une preuve de sa participation. « Pour les chercheurs, le nom de Comandon était un gage de sérieux. Il était donc souvent sollicité pour des films », nous expliquent pour finir les deux enquêteurs.



Une boîte de pellicule contenant des films de Jean Comandon aux Archives françaises du film. © Photo : Sylla Saint-Guilly.

Petites scènes et dessins animés.		
5625	Ne crachez pas par terre.	30 »
5626	Lavez-vous les mains avant le repas.	30 »
5627	Craignez la Mouche.	35 »
5628	La poussière est dangereuse.	40 »
5629	Ne mouillez pas votre doigt pour tourner les pages	30 »
5630	Enfants, ne portez pas à votre bouche les jouets.	30 »
5631	Pauvre maman ! Danger du baiser)	20 »
5632	Les ongles en deuil	50 »
5633	Une habitude déplorable (la cuiller de l'enfant passant de bouche en bouche).	25 »
5634	Faites bouillir le lait.	30 »
5635	L'aigle boche est vaincu, la tuberculose doit l'être aussi. (Dessins animés) ou le taudis doit être vaincu	38 »
5636	Pour résister à la tuberculose (Dessins animés).	42 »
5637	La tuberculose menace tout le monde (Dessins animés).	60 »
5638	Comment on attrape les maladies (Dessins animés).	60 »

Catalogue Doin annoté © CNC - Archives française du film © Photo : Sylla Saint-Guilly.

Par Jonathan Ménerat

Jean Comandon naît le 3 août 1877 à Jarnac (Charente). Il semble tout d'abord se résoudre à intégrer l'affaire de son père, Louis Comandon, négociant en spiritueux. Diplômé de l'Institut commercial de Paris en octobre 1897, il effectue quelques stages de perfectionnement dans les succursales anglaise et allemande de la société « Comandon & Cie ». Il revient pourtant en France avec une autre résolution : il sera scientifique ! Il s'inscrit alors en 1902 à la Faculté des sciences de Paris. En 1904, il suit des cours de microbiologie à l'Institut Pasteur et se lance à la conquête du diplôme de médecin en 1906, à l'âge de 29 ans.



Jean Comandon à Vincennes devant son dispositif de prises de vue chez Pathé, vers mai 1909. © CNC - fonds Vétéau-Comandon.

Il transite dans le laboratoire d'Albert Dastre, à la Faculté de médecine de Paris, où Victor Henri l'initie à l'usage de l'ultramicroscope, puis dans le Laboratoire central de l'hôpital Saint-Louis où il entreprend des recherches sur le spirochète de la syphilis, encadré par les Drs Gastou, Gaucher et Fouquet. Alors qu'il prépare sa thèse de doctorat sur ces microorganismes décelables seulement à l'ultramicroscope, il a l'idée de les cinématographier au rythme de 12 à 15 images par seconde, afin de permettre une bonne synthèse du mouvement à la projection.

En 1909, grâce à l'appui de Charles Pathé, Comandon aménage un laboratoire de microcinématographie dans l'usine Pathé de Vincennes. La microcinématographie est un dispositif inauguré par Étienne-Jules Marey et Lucien Bull, qui consiste à associer un microscope à une caméra afin d'examiner les organismes invisibles à l'œil nu. Selon son propre témoignage, le premier prototype de son appareil microcinématographique, dit « vertical », est mis au point le 10 mai 1909. « Projetées sur l'écran, en défilant à cette même vitesse (16 images par seconde), ces photographies permettent de reproduire l'aspect réel des préparations. Elles peuvent donc être d'une grande utilité pour l'enseignement et la vulgarisation scientifique. » Le 26 octobre 1909, son maître Albert Dastre présente une note à l'Académie des sciences dans laquelle il déclare que « le cinématographe est le seul instrument qui nous donne vraiment le moyen de conserver des images reproduisant les préparations à l'ultramicroscope ».

Durant la guerre, Comandon est mobilisé comme médecin aide-major dans un petit hôpital et doit interrompre ses travaux très importants pour la connaissance des mécanismes cellulaires. Il sera également envoyé sur le front pour participer à la bataille de Verdun en 1915. En 1917-1918, il se voit confier la mission de réaliser un certain nombre de films de propagande hygiéniste au nom du Comité central d'assistance aux anciens militaires tuberculeux. Grâce à ce travail, la société nationale Pathé-Enseignement éditera de nombreux films d'éducation prophylactique, dont plusieurs sous la forme de dessins animés consacrés notamment à la lutte antisiphilitique et antituberculeuse. Il sera ensuite nommé chef de service du laboratoire de Bellevue de l'Office national des recherches scientifiques et industrielles et des inventions (ONRSI) en 1920, et deviendra membre titulaire de la Société de biologie.

En 1926, Pathé ne juge pas utile de poursuivre la réalisation de films scientifiques. Contraint d'interrompre une nouvelle fois ses travaux, Comandon doit quitter son laboratoire de Vincennes quelques mois plus tard. Il trouve refuge chez le banquier Albert Kahn, qui lui aménage un studio à Boulogne. Ses études microcinématographiques permettront notamment de mieux analyser la circulation du sang et la division des cellules. Il débute aussi une série de films sur la croissance des végétaux, tout en continuant ses travaux à l'ONRSI de Bellevue.

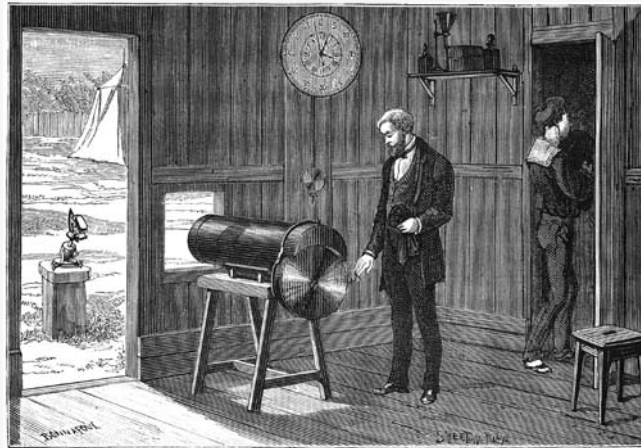
À la suite du krach boursier de 1929, Albert Kahn ne peut plus financer ces travaux. À la demande d'Émile Roux, Comandon entre comme chef de laboratoire à l'Institut Pasteur de Garches, où a été aménagé à son attention un nouveau laboratoire. Il continue à y explorer des phénomènes biologiques jusqu'alors difficiles à étudier sans son dispositif de microcinématographie. Pendant de longues années encore, il continue d'alimenter sa passion tout en recevant de nombreuses distinctions pour avoir fait progresser de concert la connaissance scientifique et la technique cinématographique. Ses films furent en effet largement utilisés à des fins didactiques dans les facultés.

Il meurt le 30 octobre 1970 à son domicile de Sèvres, à l'âge de 93 ans.

# La naissance du cinéma scientifique

Par Ornella Piu, Jonathan Ménerat et Hugo Struna

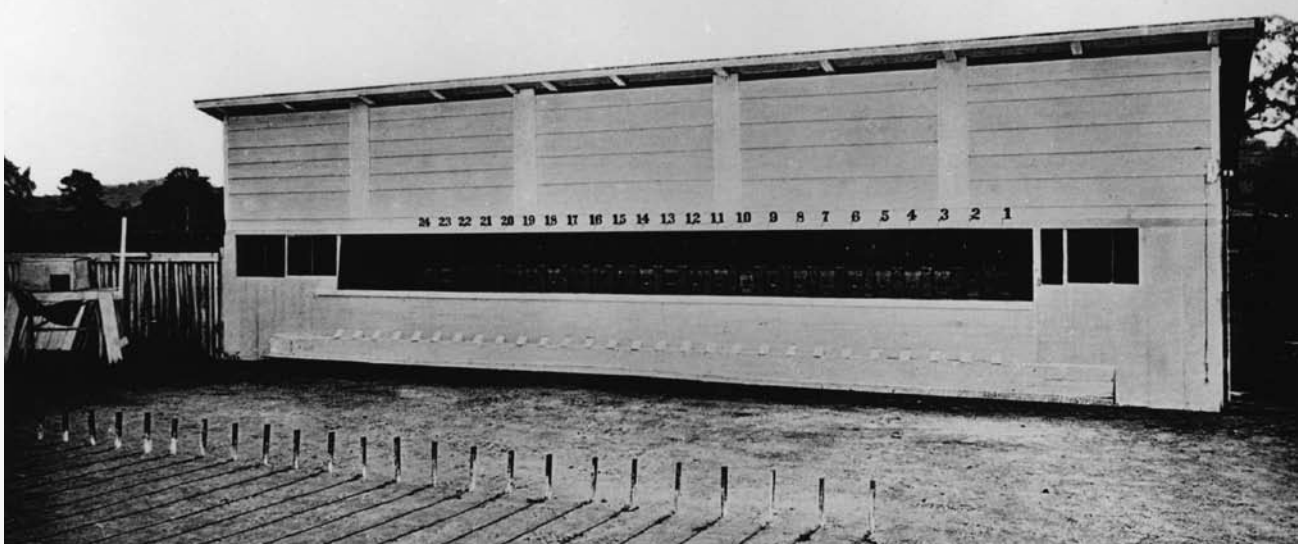
## Le « revolver photographique » de Janssen



Le revolver photographique. © Cinémathèque française, collection des appareils.

En 1873, l'astronome français Jules Janssen proposa à l'Académie des sciences d'enregistrer le passage de Vénus devant le Soleil. Il fit construire par la firme Rédier ce qui peut être considéré comme l'ancêtre de toutes les caméras cinématographiques modernes : le « revolver photographique ». Le principe consistait à orienter vers le Soleil le miroir d'un héliostat et à capter l'image reflétée à travers un télescope horizontal capable d'enregistrer, grâce à un mécanisme d'horlogerie, 48 images en 72 secondes. L'appareil fut une réussite. « Passage observé et contacts obtenus. Belles images avec le télescope sans ligament. Vénus observée sur la couronne du Soleil ! Photographies et plaques. Nuages par intervalles », écrivit Jules Janssen, présent quelques mois plus tard à Yokohama, au Japon.

## La chronophotographie de Muybridge



Installation de Palo Alto. © Cinémathèque française, collection des appareils.

Leland Stanford, un milliardaire passionné par les chevaux de course, chargea le photographe américain Eadweard Muybridge d'étudier le galop d'un de ses pur-sangs. En 1878, à Palo Alto (Californie), l'opérateur imagina un dispositif composé de douze appareils photographiques répartis le long d'une piste. Chacun de ces appareils était relié à un fil tendu et

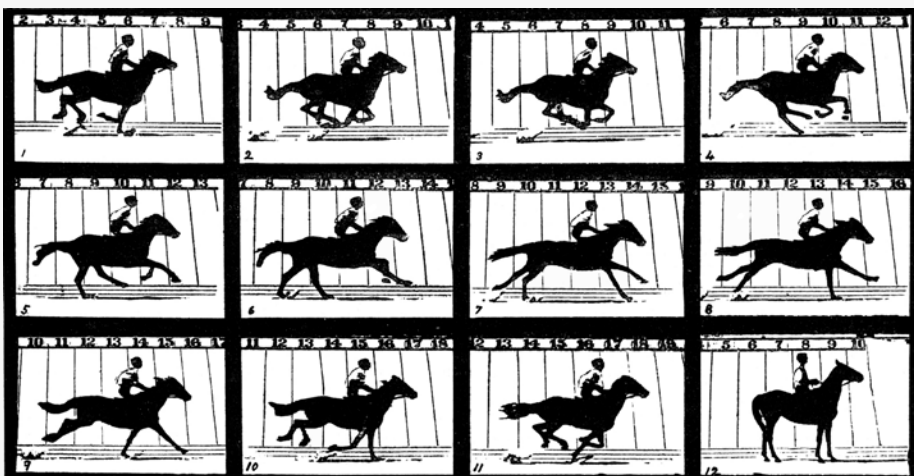


Planche obtenue par Muybridge. © Cinémathèque française, collection des appareils.

la prise de vue se faisait sur fond blanc. À chaque fois que l'animal rompait un fil, l'appareil à deux objectifs se déclenchait et capturait deux images. Ce déclenchement automatique lui permit d'obtenir une série de clichés décomposant le galop du cheval, pour comprendre la physiologie du mouvement. Ces clichés furent alors reproduits sur des plaques de verre afin de les projeter en public au moyen d'un « zoopraxiscope ».

## La chronophotographie de Marey

En 1859, Étienne-Jules Marey mit au point la méthode graphique grâce à « toutes sortes de capteurs et de transcrits de mouvement, très précis et originaux », explique Laurent Mannoni, directeur du patrimoine de la Cinémathèque française.

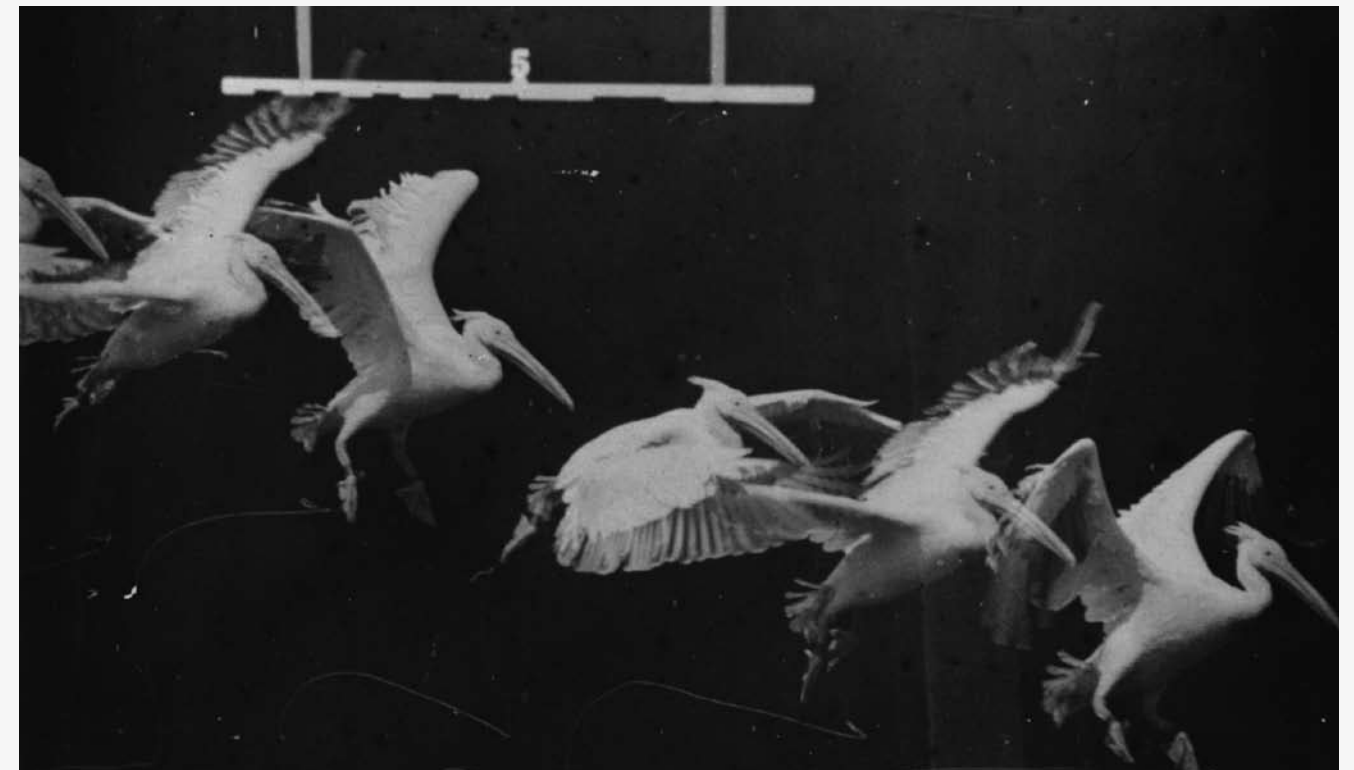
Au début des années 1870, il s'intéressa aux possibilités du vol mécanique. Il rencontra Alphonse Pénaud (1850-1890) qui, à l'occasion d'une conférence à la Société française de navigation aérienne, imagina un appareil photographique capable de prendre plusieurs épreuves successives du vol des oiseaux, à des intervalles de quelques centièmes de seconde. Marey se concentra alors sur l'étude du mouvement, notamment des êtres vivants, mais pas seulement : « Tout ce qui se meut captivait son attention : les objets, les fluides, l'air, les nuages... », ajoute Laurent Mannoni. En 1881, il fit la connaissance d'Eadweard Muybridge, photographe américain d'origine britannique, célèbre pour ses photographies séquentielles du mouvement d'un cheval au galop. L'année 1882 fut cruciale : en s'inspirant des travaux de Muybridge et de Jules Janssen, Marey décida d'adopter la photographie à ses recherches, et créa le fusil photographique. « Finalement, c'était une extension de la méthode graphique à la photographie », souligne Laurent Mannoni.

Médecin, biologiste, physiologiste, biomécanicien et inventeur : Étienne-Jules Marey fut tout cela ! Né le 5 mars 1830 à Beaune, il fit des études de médecine à Paris. De 1869 à 1904, il enseigna au Collège de France et devint titulaire de la chaire d'histoire naturelle des corps organisés. Ce membre de l'Académie des sciences mourut à Paris le 15 mai 1904. Savant atypique, il consacra toute sa vie à l'étude du mouvement. Il inventa la chronophotographie en 1882 et devint ainsi le précurseur du cinéma scientifique. Au XXe siècle, ses méthodes révolutionnaires inspirèrent le travail de Jean Comandon.



Fusil photographique. © Cinémathèque française, collection des appareils.

Au départ prévu pour étudier les mécanismes du vol chez les oiseaux, cet appareil permit à Marey d'obtenir une série d'images successives. Il a les dimensions d'un fusil de chasse classique, est constitué d'un tube avec objectif photographique, d'une culasse cylindrique avec un rouage d'horlogerie et un barillet. Le fusil capture douze photos par seconde et chaque image exige un temps de pose très court, de l'ordre de 1/720<sup>ème</sup> de seconde.

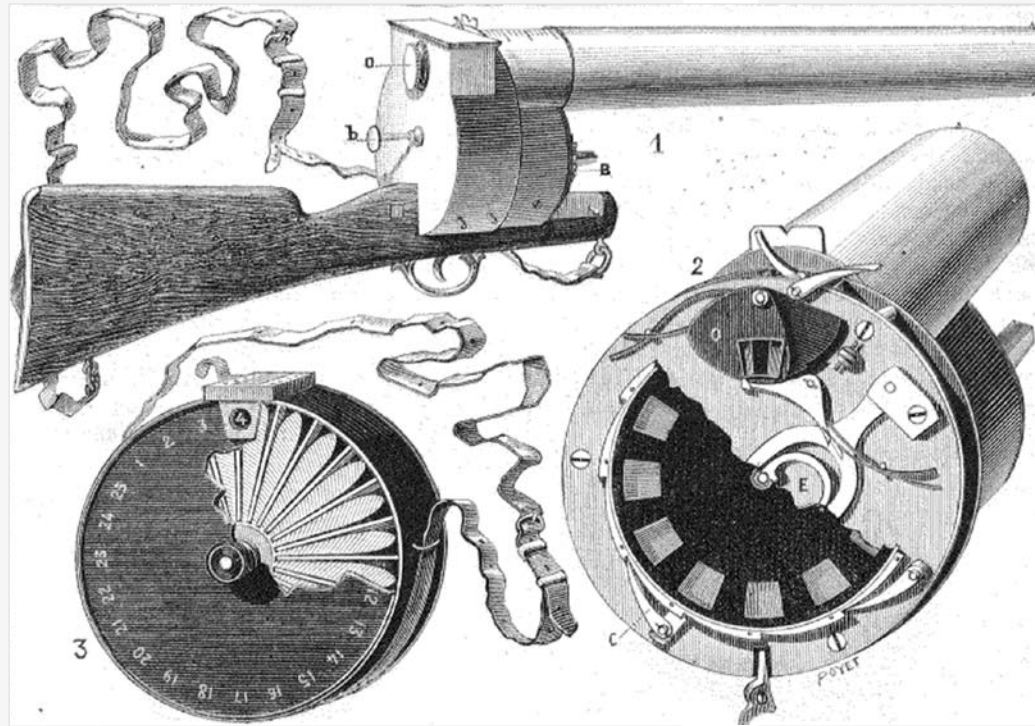


Chronophotographie sur plaque fixe de Marey. © Cinémathèque française, collection des appareils.

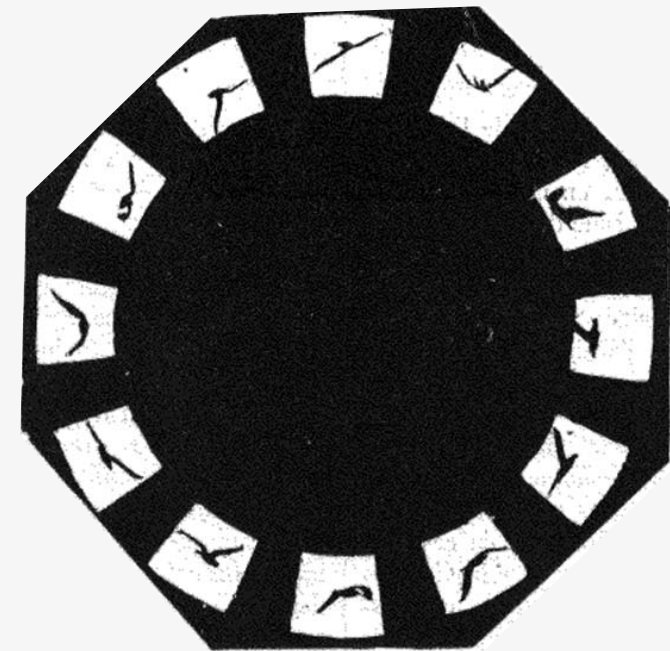
Lorsque l'on appuie sur la détente, le rouage se met en marche et l'axe central, qui fait douze tours par seconde, commande toutes les pièces de l'appareil. Un disque de métal opaque, percé d'une étroite fenêtre, laisse passer la lumière douze fois par seconde. Derrière ce dispositif, un autre disque contient douze fenêtres, en arrière desquelles vient s'appliquer la plaque photographique, de forme circulaire ou octogonale. En même temps, le disque tourne de manière intermittente pour s'arrêter douze fois par seconde en face du faisceau de lumière. L'obturateur bloque définitivement l'entrée de la lumière dans l'instrument, aussitôt que les douze images ont été obtenues.

On procède à la mise au point en allongeant ou en raccourcissant le canon, ce qui déplace l'objectif en avant ou en arrière. Enfin, une boîte à escamoter, indépendante du fusil, sert à loger vingt-cinq plaques sensibles et à les faire passer dans l'appareil.

Ces images peuvent ensuite être disposées sur un disque de phénakistoscope, afin de reproduire l'apparence du mouvement des animaux ainsi représentés.



Principe du fusil photographique. © Cinémathèque française, collection des appareils.



Une plaquette obtenue au moyen du fusil photographique. © Cinémathèque française, collection des appareils.

brillants sur les sujets en mouvement pour mieux analyser leurs déplacements », explique Laurent Mannoni. En 1889, Marey abandonna la plaque de verre pour adopter la pellicule celluloïd, qui venait d'être introduite en France. Il obtint ainsi les premières séries d'images sur « film », véritables précurseurs du cinéma.

Les films scientifiques de Marey sont courts, d'une durée de quelques secondes seulement. Laurent Mannoni explique les raisons de cette brièveté : « Il utilisait de la pellicule courte, car la projection ne l'intéressait pas. Il cherchait à obtenir des négatifs, puis des positifs, pour ensuite les étudier à l'œil nu... Il voulait un mouvement décomposé dans toutes ses phases et, si possible, un mouvement ralenti. »

De plus, Marey fut le premier scientifique à étayer toutes ses théories par l'image, il est donc considéré comme le pionnier de l'imagerie scientifique. De nos jours, tous les scientifiques s'appuient sur l'imagerie pour travailler. Marey analysait ses positifs à l'aide de dessins, de calques et de schémas. Il était opposé à la vivisection, nous rappelle Laurent Mannoni : « Il considérait que la souffrance détériorait les données collectées ». Il décida donc « d'avancer pas à pas en produisant des graphiques, des chronophotographies, des images, des statuettes, des modèles, des mécanismes, pour obtenir des preuves. Parfois il faisait des reconstitutions en statue de plâtre ou métallique, ce qui lui donnait une image synthétique en trois dimensions. »

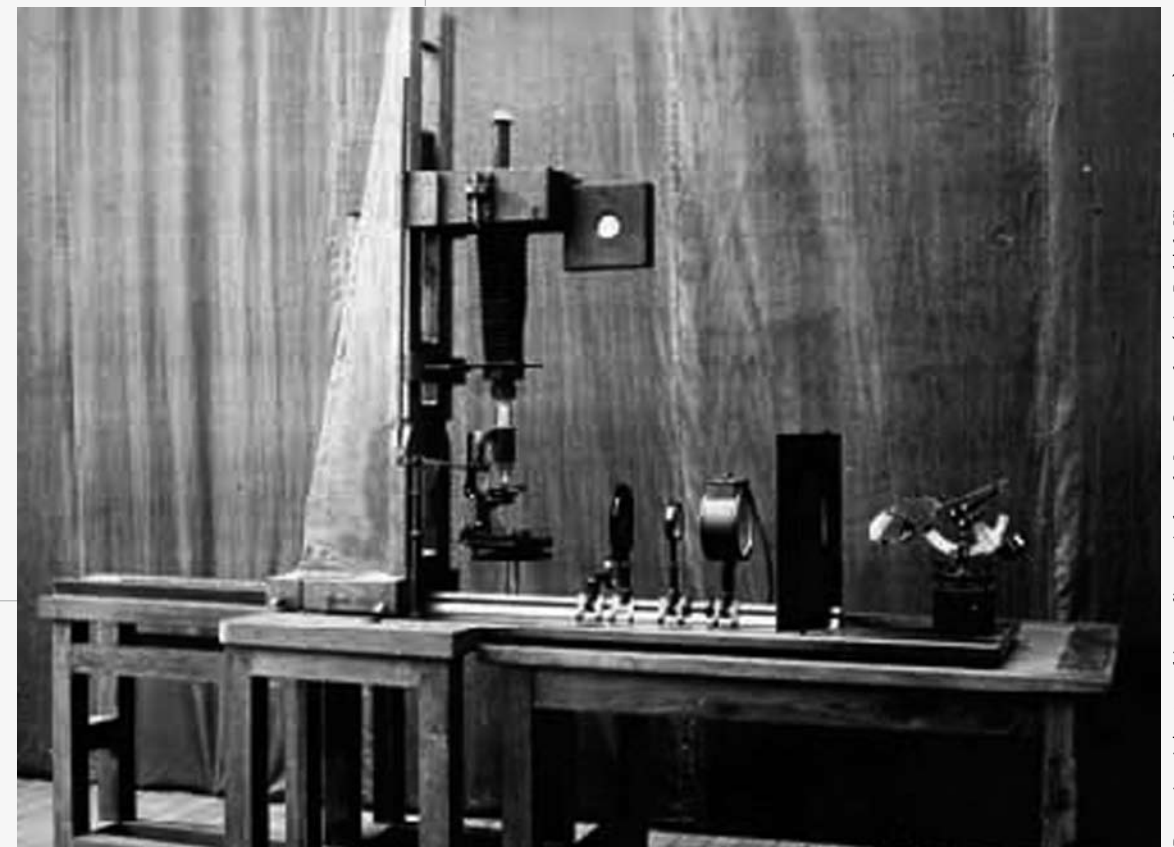
Les domaines d'étude de Marey furent vastes et variés : aviation, médecine, biologie organique, optique, etc. Mais, poursuivi par son obsession de voir l'invisible, Marey chercha, entre autres, à filmer les mouvements infiniment petits, ceux qui paraissent imperceptibles à nos yeux. En 1891, conscient de l'intérêt du microscope qui révèle les tissus vivants dans leur intimité, il décida de le coupler à son chronophotographe, et inventa ainsi la microcinématographie. Des plus petits organismes jusqu'au macroscopique, tout put désormais être « filmé ».

Par la suite, de nouveaux procédés verront le jour comme le ralenti, utilisé par Georges Demeny pour l'étude des mouvements du corps humain, et l'accélééré, mis au point en 1902 par Lucien Bull à l'initiative du docteur Antoine Pizon. Grâce à cette technique, qui consiste à enregistrer une seule image à intervalle-temps régulier, la projection restitue le mouvement initial accéléré jusqu'à 20.000 fois. Les deux biologistes purent ainsi contempler l'évolution lente des botrylles, colonies de petits animaux marins. Marey fit par ailleurs des découvertes importantes en cardiographie et sur la circulation du sang. « Son œuvre a même beaucoup influencé l'art moderne », ajoute Laurent Mannoni.

Les plus riches collections de Marey se trouvent au Collège de France et au musée Marey à Beaune. La Cinémathèque française compte, elle aussi, un fonds Marey très important : 400 films originaux, 400 plaques de verre, plus de 500 dessins, des appareils, etc.

### Comment marche la microcinématographie ?

*Dispositif de Comandon* : la caméra cinématographique surplombe le microscope. Il s'agit plus précisément d'un ultramicroscope qui permet de voir l'« infiniment petit » grâce à un éclairage latéral. Le faisceau lumineux doit être très intense et projeté perpendiculairement à l'axe d'observation.



Banc microcinématographique - dit « vertical » - de Jean Comandon (usine Pathé de Vincennes, fin 1909). © Cinémathèque française, collection des appareils.

Le plan de travail : socle massif pour éviter les vibrations.

Au centre : le condensateur et la lentille convergente.

À l'extrême droite : l'héliostat qui permet de concentrer les rayons solaires vers la préparation grâce à un miroir.

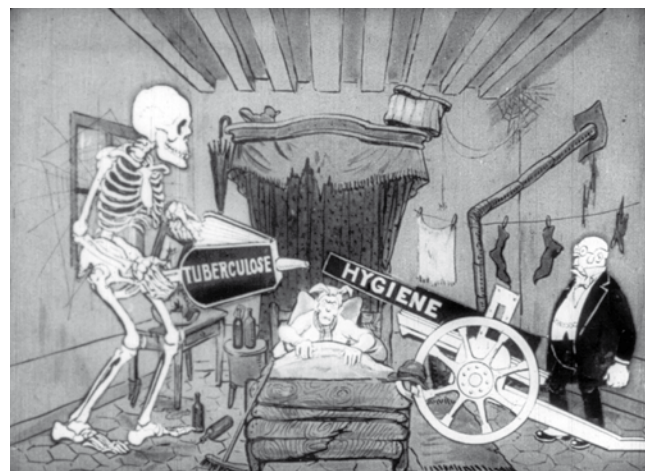


# O'Galop, Lortac et les films de propagande sanitaire

Par Florent Lacaille-Albiges et Hugo Struna

Les premiers films de propagande sanitaire voient le jour en France pendant la Première Guerre mondiale, alors que la tuberculose, extrêmement contagieuse, fait des ravages. Dès 1916, les premiers tracts et affiches contre ce fléau viennent dispenser quelques recommandations d'hygiène pour limiter sa propagation : « Lavez-vous les mains », « Ne respirez pas les poussières », etc. Un an plus tard, le Comité national d'assistance aux anciens militaires tuberculeux charge Jean Comandon de réaliser des films destinés à la propagande. Avec le matériel des studios Pathé de Vincennes, le cinéaste tourne une douzaine de documentaires à travers la France, ainsi que des films très courts évoquant quelques notions élémentaires d'hygiène.

Comandon supervise en parallèle dix dessins animés conçus par deux dessinateurs réputés : O'Galop et Lortac.

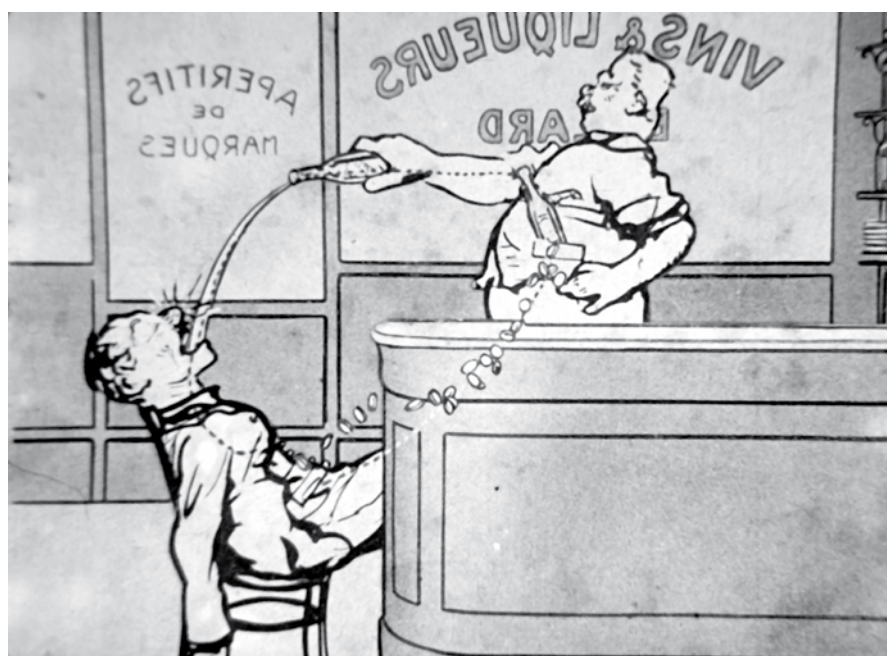


Photogramme issu du film *Le Taudis doit être vaincu* réalisé par Jean Comandon, 1918. © Gaumont-Pathé-Archives.

Ces films d'animation de quelques minutes, humoristiques et métaphoriques, usent d'images fortes et marquantes. Certains effets rhétoriques ou visuels sont très caractéristiques, comme le « before-after » montrant la personne saine avant et après sa contamination, ou encore l'insertion de prises de vues microscopiques filmées par Jean Comandon lui-même (microbes, etc.).

Ces films de prévention et d'éducation à la santé tiennent des propos antituberculeux (*Le Taudis doit être vaincu* ; *Pour résister à la tuberculose soyons forts* ; etc.), antisiphilitiques (*On doit le dire*), mais aussi antialcooliques (*Le Circuit de l'alcool*, *Petite cause, grand effets* ; *La Tuberculose se prend sur le zinc* ; etc.). On peut citer également *La Mouche*, un autre court-métrage contre les animaux transmetteurs de maladies.

O'Galop (1867-1946) et Lortac (1884-1973) sont deux dessinateurs français. Ils débutent leur carrière comme caricaturistes. En 1916, une rencontre avec le pionnier de l'animation Émile Cohl les convainc de réaliser des dessins animés. Lortac est le fondateur en 1919 du premier studio d'animation européen. En plus des fictions, peu lucratives, les deux artistes feront de nombreux films publicitaires diffusés dans les salles de cinéma. O'Galop doit également sa célébrité au bibendum Michelin, qu'il conçut.



Photogramme issu du film *Le Circuit de l'alcool* réalisé par Jean Comandon, 1918. © Gaumont-Pathé-Archives.

des combattants et de leur entourage, vers les notables, les commerçants, les classes populaires et surtout les enfants scolarisés. Cette propagande, largement diffusée dans les écoles, permet aux élèves de transmettre les bonnes pratiques d'hygiène à leur famille. En dépit de certaines subtilités mal comprises par le jeune public (métaphores, caricatures), ces campagnes cinématographiques eurent un impact fort sur les mentalités et les comportements en ce début de XX<sup>ème</sup> siècle.<sup>1</sup>

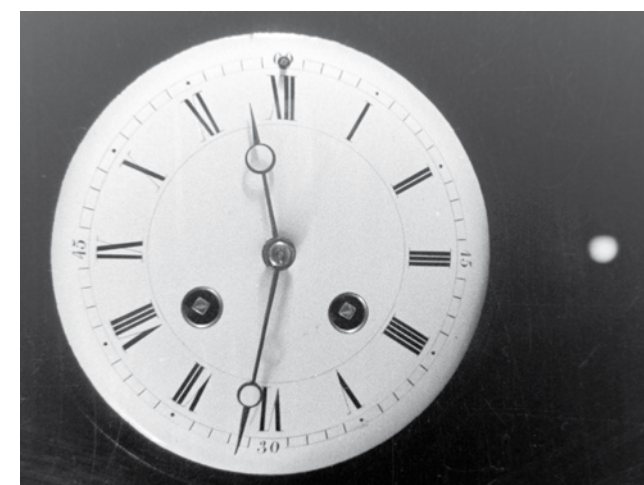
<sup>1</sup> Texte inspiré de T. Lefebvre, « Les films de propagande sanitaire de Lortac et O'Galop (1918-1919) », in Valérie Vignaux (dir.), *Marius O'Galop/Robert Lortac. Deux pionniers du cinéma d'animation français, 1895* (revue de l'Association française de recherche sur l'histoire du cinéma), n° 59, 2009.

# Deux temps, trois mouvements Filmer les plantes en accéléré

Par Mathias Champion et Pamela Duboc

Intuitivement, ce qui vit *doit* bouger. On associe l'immobilité au monde minéral, à la mort. La vie doit être mobile, le temps perceptible par son influence sur les choses : les animaux bougent, vieillissent, meurent. Mais qu'en est-il des végétaux ? On sait que le tournesol suit le Soleil dans sa course, mais à moins de regarder patiemment un champ d'héliotropes, on ne les voit pas tourner. C'est avec des observations *a posteriori* que l'on s'aperçoit du mouvement des plantes, qui se déploie à une échelle bien trop lente pour notre œil.

Classiquement, le cinéma utilise la « persistance rétinienne » pour donner l'illusion du mouvement. 24 images par seconde suffisent à produire l'impression d'un mouvement fluide. En deçà, les images paraissent saccadées, comme les films de Chaplin lorsqu'ils ne sont pas projetés à la bonne vitesse. En utilisant ces propriétés, le cinéma scientifique s'est amusé à se jouer du temps. Par exemple, on peut ralentir une action en capturant un plus grand nombre d'images par seconde. Ainsi, avec une caméra qui impressionne 48 images à la seconde, le film, projeté à vitesse normale, montrera une action deux fois ralentie. À l'inverse, la chronophotographie, inventée par Marey, capturerait des images à intervalles très espacés. Jean Comandon, pour filmer la croissance des plantes, utilisait cette



Photogramme issu du film *Mouvement des végétaux* réalisé par Jean Comandon, 1929. © Musée Albert Kahn.

En prenant une photo par heure, il pouvait résumer en une seconde 24 heures de la vie d'une plante. Ses plus beaux films datent assurément de la fin des années vingt : *Germination de graines* et *Mouvements des végétaux*, tournés en 1929 chez Albert Kahn. Ce pionnier continue, près d'un siècle plus tard, à inspirer les botanistes et les vidéastes. La technique est restée très simple : les scientifiques d'aujourd'hui n'ont guère besoin que d'un appareil photo et d'un déclencheur chronométré pour obtenir des films fascinants sur ces mouvements qui échappent à notre perception. Mais cela n'empêche pas



Prise de vue d'une fleur de Datura en *time-lapse*. © Ted Kinsman - <http://sciencephotography.com>

des professionnels du reportage scientifique de chercher la difficulté. La série *Life*, produite par la BBC, présente un plan-séquence de 60 secondes qui met en scène un bocage au fil des saisons.<sup>1</sup> Pour cette seule minute de film, deux ans de travail ont été nécessaires. En effet, à cause des contraintes météorologiques, l'équipe a dû reconstruire l'intégralité du paysage en studio pour utiliser cette technique qu'on préfère aujourd'hui appeler « *time-lapse* ». La difficulté résidait dans la synchronicité des floraisons, dans l'exactitude de la reproduction et dans le traitement graphique après tournage.

Jean Comandon, par ses études, a révélé une facette insoupçonnée du monde végétal. Ce qu'on prenait pour de l'immobilité, de la passivité, s'est révélé être un monde aussi mouvementé et aussi sauvage que celui des animaux. Mais simplement plus lent. Notre représentation des végétaux s'en est trouvée profondément métamorphosée, jusqu'à inspirer certaines recherches et théories modernes sur la mémoire et l'intelligence des plantes.

<sup>1</sup> <http://www.bbc.co.uk/programmes/p005m44b> pour consulter un extrait du reportage sur le site web de la BBC.

# La révolution nanoscopique

## La microscopie optique au plus près de l'infiniment petit

Par Romy Raffin

Repousser les limites de l'observation intime des cellules devient possible avec la microscopie de super-résolution. Grâce aux nanoscopes, microscopes de nouvelle génération, les détails les plus affriolants du vivant se révèlent et les objets cellulaires s'offrent un à un à travers l'objectif. C'est une vraie dynamique qui anime la microscopie optique, où les innovations se multiplient au gré des recherches sur toujours plus de molécules convoitées. Il s'agit alors pour les scientifiques de combiner les différentes techniques existantes, voire de les modifier à leur goût pour les adapter au plus près de leur sujet d'observation.

### La super-résolution sort de l'ombre avec la fluorescence

À l'instar d'un Superman ou d'un avion de chasse dépassant la vitesse du son, les nanoscopes repoussent les frontières de la microscopie optique « classique », qui ne permet pas de voir en deçà de 250 nanomètres (250 fois un millier de millièmes de mètre). La microscopie électronique atteint déjà des résolutions de plus de 200 nm, mais en offrant presque trop d'informations : toute en densité (images composées de zones plus ou moins contrastées), elle est bien terne comparée à la microscopie optique de fluorescence.

Au département « Imagerie et Modélisation » de l'Institut Pasteur à Paris, le Dr Christophe Zimmer et son équipe s'appuient sur cette fluorescence. Ils l'utilisent couplée à un nanoscope remanié par leurs soins, pour apporter toujours plus de

précision à leurs images cellulaires. La clé pour gagner en résolution repose sur ce changement d'état des molécules, d'un état « éteint » à un état « allumé ». On dit d'un objet qu'il est fluorescent quand il émet spontanément de la lumière au moment où on l'éclaire. Dès que la source lumineuse disparaît, la fluorescence cesse elle aussi, contrairement au phénomène de phosphorescence où l'effet perdure un certain temps. Mais contrairement aux végétaux, peu de protéines du monde animal sont naturellement fluorescentes. Il a donc fallu mettre au point des *fluorophores* ou *fluorochromes*.

Le plus fameux d'entre eux est sans doute la *GFP* (*Green Fluorescent Protein*), découverte chez une méduse, et au cœur des travaux du prix Nobel de chimie 2008, excusez du peu ! Fusionnez le gène de cette *GFP* avec celui d'une protéine d'intérêt et vous obtiendrez une protéine à la teinte vert-fluo, pour peu que vous l'éclairiez avec une lumière indiquée. D'autres techniques existent, comme l'immunomarquage, où des anticorps fluorescents se fixent sur une molécule cible dans la cellule, lui donnant une sorte de cape fluorescente. Un véritable catalogue de sondes fluorescentes est déjà à la disposition des laboratoires pour de nombreux composants des tissus vivants. Et d'autres sont en préparation pour pouvoir bientôt exploiter tout le spectre lumineux, de l'ultraviolet à l'infrarouge.

Ce n'est pas tout : imaginez que ces sondes fluorescentes soient allumables et éteignables à la demande, et vous serez alors prêt à accompagner encore plus loin ces sondes spatiales « photo-commutables » (*photoswitchables*) dans l'infiniment petit. Armés de couleurs, les procédés optiques de l'astrophysique pour localiser précisément une seule étoile dans un espace galactique se transfèrent alors à l'espace cellulaire, pour une super-localisation des molécules.



Le Dr Christophe Zimmer dans son bureau de l'Institut Pasteur à Paris où il dirige le Groupe Imagerie et modélisation © Institut Pasteur © photo : Romy Raffin.

A. l'intérieur de l'incubateur, miroir épais orientant le faisceau laser vers l'échantillon © Institut Pasteur © photo : Romy Raffin.



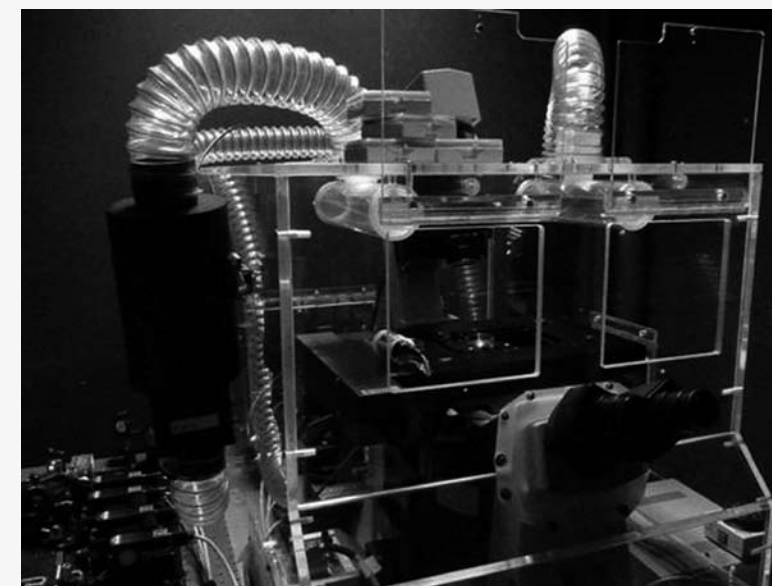
### STORM/PALM

#### Comment reconstruire une image à partir de multicouches fluorescentes aléatoires

Derrière ces deux acronymes, nul personnage de *comics* ni attribut aquatique, mais bien une technique de nanoscopie parmi les plus populaires et les plus résolutive. Elle opère avec un principe élégant : la localisation ultra précise de protéines fluorescentes photo-activables.

Dans la *PALM* (*Photoactivated Localization Microscopy*) et la *STORM* (*Stochastic Optical Reconstruction Microscopy*), une première irradiation laser active au hasard (de façon aléatoire) un groupe de fluorophores. Une caméra à haute précision capture alors une première image où chaque molécule fluorescente est localisée à quelques nanomètres près. Avec une autre série de lasers, on « éteint » tout ce groupe de fluorophores ; c'est le *photobleaching*, comme si l'on nettoyait toute l'image à l'eau de Javel... noire. Ces étapes sont répétées près d'un millier de fois jusqu'à ce que toutes les sondes de l'échantillon aient été

commutées en *on* et *off*. Toutes les captures sont ensuite assemblées pour former une image illuminée d'une nuée de points lumineux. Tout repose donc sur ces aléas de mise en lumière. Ne demandez pas au Dr Zimmer de diriger un laser sur une seule molécule donnée, ça n'est techniquement pas possible. Par contre, grâce aux logiciels de calcul adaptés que lui et son équipe ont développés, ils sont en mesure d'allumer un groupe de molécules assez éloignées les unes des autres pour qu'aucun point lumineux ne vienne « entacher » l'un de ses voisins. Au-delà de ces algorithmes, le nanoscope *STORM* que l'équipe utilise, est lui aussi « fait maison » : à partir d'un microscope de recherche, les chercheurs ont composé leur propre schéma de laser. Il faut pouvoir précisément activer et désactiver les molécules de l'échantillon dans le temps et l'espace voulu.



Corps du microscope dans l'incubateur entouré d'une cage en plexiglas pour isoler l'échantillon des vibrations et contrôler la température © Institut Pasteur © photo : Romy Raffin.

Avec des sondes fluorescentes de diverses couleurs, il est possible de voir plusieurs molécules cellulaires dans des images multicolores. La voie est ouverte à l'étude des interactions entre ces éléments. La nanoscopie, en plus d'être précise, est comme dynamisée.

Pour filmer un échantillon et ses molécules en action, il faut veiller à ne pas le brusquer, voire à le cajoler comme tout réalisateur le ferait d'une « étoile » sur son plateau de tournage. Si une cage en plexiglas le met à l'abri de l'environnement extérieur et un système de ventilation l'enveloppe d'une température adaptée, le spécimen sous l'objectif n'en reste pas moins totalement protégé des vibrations alentour. Lors d'une expérimentation, le processus est lancé, puis les longs temps de capture s'accumulent jusqu'à obtenir suffisamment de points lumineux, ou jusqu'à ce que toutes les sondes aient été animées. Cinq minutes ou quelques heures plus tard, selon la complexité des molécules scrutées, les chercheurs viennent s'enquérir des images capturées. L'intervention humaine est ici limitée.

De nouvelles améliorations sont en préparation. Ricardo Henriques, le concepteur des algorithmes et l'un des « bricoleurs » de la machine super-résolutive, espère bien rendre ce nanoscope encore plus autonome, capable de s'adapter au mieux aux cellules et à leur bien-être, détectant le moindre traumatisme et réagissant en conséquence. Son but est de maintenir les cellules « heureuses » en diminuant au maximum les perturbations parasites d'un monde extrananoscopique décidément bien remuant.

En images ou en films, les projecteurs sont braqués sur la nanoscopie optique, un atout indéniable pour comprendre et décrire les mécanismes cellulaires au plus près : de la découverte des câbles du cytosquelette qui parcourt les cellules aux transformations de virus infectants en leur sein, l'avenir de la nanoscopie s'avère des plus radieux.



Système de réflecteurs (miroirs dichroïques) orientant les lasers vers le nanoscope et modulant leur intensité © Institut Pasteur © photo : Romy Raffin.

Le cinéma scientifique existe depuis bien plus longtemps que le cinéma proprement dit. Vingt ans avant la célèbre projection du cinématographe Lumière en 1895, c'est un astronome français, Jules Janssen, qui en fut le précurseur. En 1874, il réalisa les premières prises de vue, en enregistrant les phases du passage de Vénus devant le Soleil à l'aide de son revolver photographique.

C'est donc à l'astronomie que l'on doit les prémices de la cinématographie. Des médecins y ont également contribué. Entre autres, le physiologiste Étienne-Jules Marey et le Dr Jean Comandon, qui mirent respectivement au point la chronophotographie et la microcinématographie. Depuis, la science et le cinéma n'ont jamais cessé d'interagir. Les scientifiques ont toujours cette envie de révéler le réel intangible.

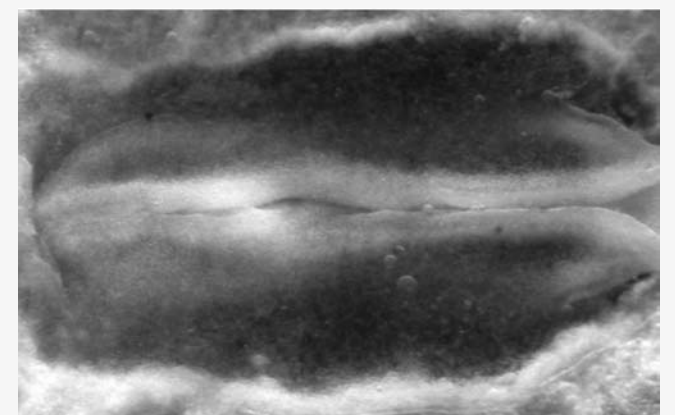
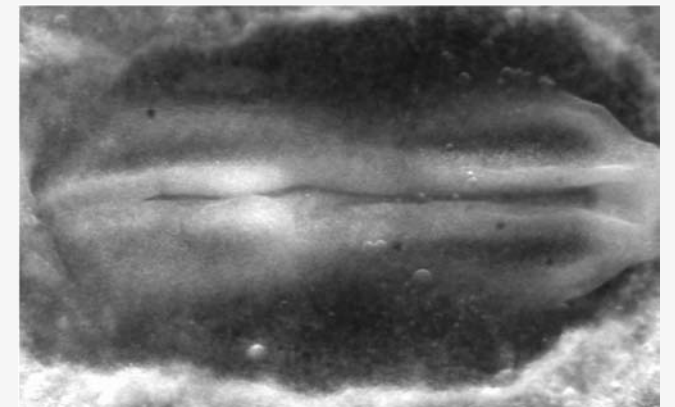
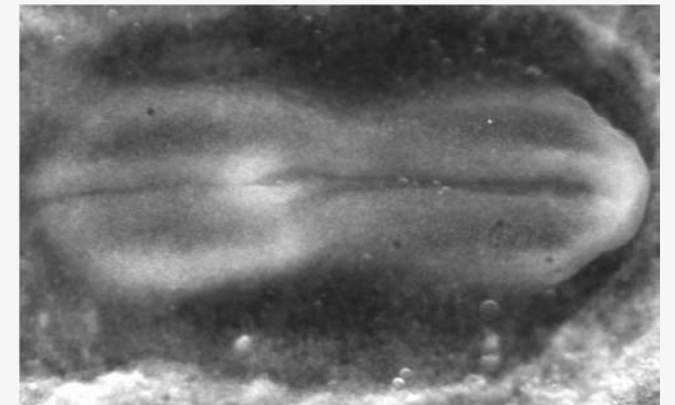
### Du microcosme...

Le cinéma a beaucoup facilité l'observation scientifique. En enregistrant la dimension du temps, il a permis d'analyser des phénomènes complexes que les capacités humaines de mémorisation ne permettaient pas d'appréhender.

Prenons un exemple : la chiralité pose la question de la symétrie et de l'asymétrie entre les parties gauche et droite du corps. Le problème biologique est fascinant : les membres extérieurs sont à peu près symétriques, alors que les organes internes sont asymétriques. Comment est-ce possible ?

Nous avons rencontré Vincent Fleury, directeur de recherches en biophysique au CNRS (laboratoire « Matière et systèmes complexes » de l'Université Paris Diderot). Ce spécialiste de la morphogénèse a modélisé la formation de l'animal au stade embryonnaire. En d'autres termes, il a étudié, en filmant ses observations chez l'embryon de poulet, comment des tourbillons de fluides participent à l'organisation asymétrique des organes internes dans l'embryon de poulet. Vincent Fleury est formel : « Les expériences récentes montrent que c'est un ensemble de mouvements de type hydrodynamique qui serait à l'origine de la forme globale de l'animal ». Ces tourbillons résultent d'une sorte d'enroulement, comme le mouvement autour d'une cuillère qu'on déplace dans une tasse de café. Un enroulement qui expliquerait aussi le phénomène de symétrie, comme le montrent ses modélisations : « Mes travaux vont dans le sens d'une approche hydrodynamique. En particulier, j'ai expliqué l'émergence d'un point col dans les tourbillons, séparant les mouvements en quatre domaines de chiralités opposées ».

Le fait que les embryons soient organisés par des tourbillons hydrodynamiques est aujourd'hui universellement accepté. Cependant, Vincent Fleury n'exclut pas la composante génétique. La brisure de symétrie gauche-droite est en effet très précoce au cours du développement : l'une des



Embryon de poulet, à différents stades de développement. Formation du dos. © V. Fleury.

premières manifestations claires en est l'expression de gènes spécifiques au côté gauche, tels que le bien nommé gène Lefty ou Nodal.

Grâce à ses films, il a démontré que les mouvements des embryons étaient identiques à celui de la «gélatine qui s'étale». La cinématographie lui est indispensable : « Depuis toujours, les biologistes représentaient le développement embryonnaire en mettant des petites flèches pour indiquer les déplacements. Mais ils n'avaient pas réussi à comprendre et à décrire l'intégralité du phénomène. Aujourd'hui, on dispose de moyens techniques impressionnants, tels que les caméras numériques avec une grande résolution ; on a des caméras particulières qui permettent de faire de l'acquisition d'images à la vitesse qu'on veut, et on a des gros ordinateurs qui nous permettent d'analyser point par point l'ensemble des déplacements. » Il est possible de traiter la totalité de l'embryon, avec une résolution très bonne ; à la fois dans le temps et dans l'espace.

Vincent Fleury a également travaillé sur la méduse *Aurelia aurita*, en collaboration avec la Cité de la Mer de Cherbourg. L'enregistrement cinématographique lui a permis d'étudier au plus près le système vasculaire.

Filmer les méduses lui permet de voir comment s'établissent les tuyaux chez l'animal, de déterminer si le développement de la vascularisation est d'origine physique ou génétique. La tâche est plus complexe que pour le poulet : « La méduse met une semaine à établir son système vasculaire, alors que, chez l'embryon de vertébré, c'est beaucoup plus rapide. Donc, il faut rentrer et sortir la méduse de l'aquarium tous les jours, ce qui nécessite une anesthésie. C'est très délicat. Ces travaux ont été repris récemment par A. Cornelissen et C. Gambini. »

### ... au macrocosme

Outil d'observation et d'analyse pour le chercheur, le film scientifique est aussi un moyen de communication et de diffusion. Il permet d'acquérir des connaissances, d'améliorer les savoirs et de transmettre des informations scientifiques. Il sert aujourd'hui à vulgariser des concepts scientifiques et techniques. En astronomie, les applications sont nombreuses. Jean-Luc Dauvergne, journaliste à *Ciel & Espace*, en est un bon exemple. Cet astronome amateur a une passion : celle de la photographie, une activité qu'il pratique depuis son enfance. Il possède sa propre galerie de photographies en ligne, *Astrophotography*, dans laquelle il présente ses clichés du ciel, de la faune et la flore. Il a également à son actif quatre livres de vulgarisation - des

guides destinés aux débutants qui souhaitent maîtriser les techniques d'observation : « Le but de ces ouvrages, c'est de partager le modeste savoir-faire que j'ai et d'aider des gens à débiter en photo, en utilisant le télescope. Pour photographier le ciel, il y a plein de choses spécifiques qu'on ne va pas trouver dans les livres de photographie classique. Ce genre d'ouvrage est utile, car il en existe très peu. »

Jean-Luc Dauvergne ne s'arrête pas là. Il filme régulièrement des phénomènes célestes. Il s'agit le plus souvent de courtes séquences en *time-lapse* (accéléré), technique qui consiste à poser l'appareil photo sur un pied et le laisser prendre des clichés à des intervalles réguliers. Au pic du Midi, par exemple, il a l'habitude de filmer la voûte céleste. On y voit



Vidéo de l'éclipse totale de Lune du 15 juin 2011 au Tadjikistan, © J.-L. Dauvergne.



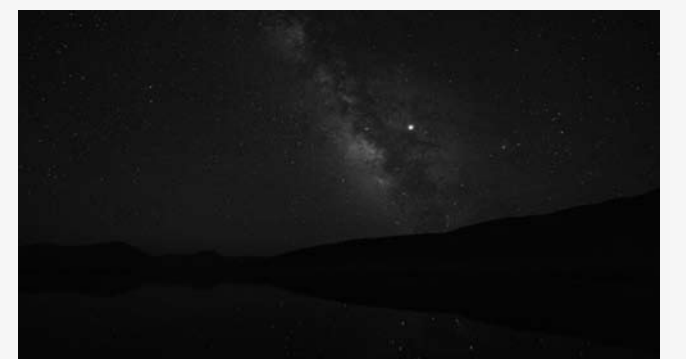
Méduse *Aurelia aurita*, © V. Fleury.

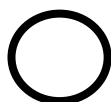
très clairement les étoiles et la voie lactée, chose quasiment impossible près des villes : « ça montre vraiment le ciel tel qu'il est encore là-haut. Il n'y a plus beaucoup d'endroits en France où on dispose d'un ciel vraiment noir, où il n'y a aucun halo orangé de villes alentours ; et le peu qu'il reste, il faut le protéger, car c'est un patrimoine culturel. »

Aller aux quatre coins du monde filmer la beauté du ciel, Jean-Luc Dauvergne le fait avant tout pour son plaisir. Ses vidéos sont presque artistiques : il rehausse le côté spectaculaire de ses images d'éclipse ou de pluies de météorites en ajoutant de la musique, en alternant les plans, en opérant des rotations ou des *travellings*... Du cinéma en quelque sorte, mais un

cinéma utile, car l'esthétisme ne suffit pas. À travers ses vidéos, il nous raconte une histoire, nous fait découvrir un lieu, lève le voile sur le mystère du ciel.

Ses films ont également une utilité pour la recherche scientifique. Dernièrement, il a réalisé, grâce à un télescope du pic du Midi, une cartographie en 3D totale de Jupiter. Aucune sonde n'ayant été pour l'heure envoyée à proximité de la géante gazeuse, son travail s'est révélé très utile pour les chercheurs. Presque à son insu, nous confie-t-il : « Ce qui est étonnant, c'est que ces vidéos que j'avais faites juste pour m'amuser, une fois communiquées sur Internet, ont attiré les scientifiques. J'ai suscité des applications scientifiques sans l'avoir voulu. »





## INFORMATIONS PRATIQUES

Bétonsalon  
Centre d'art et de recherche  
9 esplanade Pierre Vidal-Naquet  
Rez-de-Chaussée de la Halle aux Farines  
75013 Paris  
Métro ligne 14, RER C  
Station Bibliothèque François Mitterrand

Entrée gratuite  
Ouvert mardi - samedi / 11h-19h

info@betonsalon.net  
+33 (0)1.45.84.17.56  
www.betonsalon.net

Adresse postale  
37 boulevard Ornano  
75018 Paris

## PUBLICATION

Conception éditoriale : Thierry Lefebvre & Agnès Noël  
Textes : Mathias Champion, Pamela Duboc, Florent Lacaille-Albige, Julie Lacaze, Céline Loozen, Jonathan Ménéral, Ornella Piu, Romy Raffin, Nicola Reboux, Sylla Saint-Guily, Hugo Struna  
Impression : Corlet Imprimeur S.A.  
Tous droits réservés : Bétonsalon  
ISSN : 2114 - 155X

## EQUIPE

Mélanie Bouteloup, directrice  
Anna Colin, directrice associée  
Flora Katz, chargée des relations extérieures  
Agnès Noël, chargée des projets pédagogiques  
Anna Leon, stagiaire

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

Bernard Blistène, président  
Directeur du développement culturel du Centre Pompidou  
Marie Cozette, trésorière  
Directrice du centre d'art La Synagogue de Delme  
Mathilde Villeneuve, secrétaire  
Chargée du développement extérieur à l'ENSAPC  
Eric Baudelaire  
Artiste  
Guillaume Désanges  
Commissaire d'exposition  
Laurent Le Bon  
Directeur du Centre Pompidou-Metz  
Sandra Terdjman  
Directrice de la Fondation Kadist  
Françoise Vergès  
Politologue  
Le Maire de Paris  
La Direction Régionale des Affaires Culturelles d'Ile-de-France  
Le Président de l'Université Paris Diderot

Nous remercions chaleureusement : David Douard, Thierry Lefebvre, Béatrice de Pastre, Magalie Balthazard, Patrice Delavie et toute l'équipe des Archives française du film du CNC, les étudiants du Master 1 Journalisme scientifique de l'Université Paris Diderot, la galerie chez Valentin, le Service Culture de l'Université Paris Diderot, Lucie Bernard, Alain Carou et l'équipe de la Bibliothèque nationale de France.

Bétonsalon bénéficie du soutien de la Ville de Paris, Département de Paris, Université Paris Diderot, Direction régionale des affaires culturelles d'Ile-de-France - Ministère de la Culture et de la Communication, Conseil régional d'Ile-de-France & Leroy Merlin (Quai d'Ivry).



Bétonsalon est membre de tram, réseau art contemporain Paris/Ile-de-France

## Partenaires de l'exposition



{BnF

## Partenaires médias



PARISart

## Partenaires événement

