

« Un homme fait le projet de dessiner le monde. Les années passent : il peuple une surface d'images de provinces, de royaumes, de montagnes, de golfes, de navires, d'îles, de poissons, de maisons, d'instruments, d'astres, de chevaux, de gens. Peu avant sa mort, il s'aperçoit que ce patient labyrinthe de formes n'est rien d'autre que son portrait. »¹

1. Jorge Luis Borges, *L'auteur et autres textes*, Paris, Coll. « L'imaginaire », Gallimard, 1982.

Jorge Luis Borges, 1982

Sommaire

Introduction	5
I La représentation scientifique	9
I.I La curiosité et l'émerveillement : Fontenelle	
I.II L'iconographie dans les ouvrages scientifiques	
I.III Hooke : Une nouvelle échelle de représentation	
II Réalité et approche scientifique	17
II.I L'objectivité de la photographie : Worthington	
II.II Représenter le lointain	
II.III Représenter l'invisible : M87*	
Conclusion	31
Le rôle d'une belle image	
La notion d'hyperimage	
Une inversion des enjeux	
Iconographie	39
Table des illustrations	91
Bibliographie	92
Remerciements & Colophon	93

Introduction

Si l'être humain a tant évolué au cours de son histoire, c'est sans doute parce qu'il n'a jamais cessé de se questionner sur le monde qui l'entoure.

Le monde d'abord, l'univers ensuite.

Alors qu'il est relativement facile de situer l'homme sur une frise chronologique, il est aujourd'hui plus compliqué de cerner où il se situe physiquement dans l'espace. En effet, à force d'observation, il est possible de voir toujours plus loin, vers l'infiniment grand, comme vers l'infiniment petit, plaçant l'être humain au centre d'une échelle de grandeur encore dépourvue d'extrémités, et donc d'un univers toujours plus vaste à appréhender.

« L'homme est la mesure de toute chose », décrétait au V^e siècle avant notre ère le sophiste Protagoras, dans un propos rapporté par Platon². Sur un plan très concret, cette affirmation est longtemps restée vraie : les unités de mesure étaient le plus souvent fondées sur une approximation des proportions du corps. Ce n'est qu'au XVIII^e siècle, où politiques et scientifiques réforment le système de mesure en s'appuyant cette fois-ci sur un autre standard que le corps humain. Le système métrique devait être calqué sur un phénomène naturel, ainsi, le 26 mars 1791, naissait le mètre dont la longueur était établie comme égale à la dix millionième partie du quart du méridien terrestre. Le système métrique résulterait-il simplement du goût pour l'universalisation qui touche l'Europe à cette époque ? Ou révélerait-il plutôt que les découvertes lointaines, microscopiques et macroscopiques, imposent un nouveau standard, plus adapté que l'utilisation du pouce, du pied ou encore de la coudée ?

D'innombrables découvertes et inventions ont marqué l'histoire de l'humanité, enrichissant au fur et à mesure le socle commun des connaissances de l'espèce. Depuis au moins le XVII^e siècle, bulletins, revues, atlas, encyclopédies, sont autant d'ouvrages qui servent à stocker, véhiculer, mais surtout rendre accessible ces connaissances, comprenant pour la plupart des représentations sous forme de dessins, de gravures ou de schémas. Certaines sont même devenues des symboles, gravées à jamais dans nos mémoires.

Dans leur quête de connaissance, et encouragés par des technologies de visualisation toujours plus performantes³, les scientifiques se mettent au défi de représenter l'invisible. Quelques jalons essentiels suffisent à donner un aperçu de cette aventure. En 1665, le scientifique Robert Hooke tente de rendre visible par le dessin l'anatomie des insectes à l'aide de lentilles grossissantes, dans son ouvrage *Micrographia*. À la fin du XIX^e siècle, c'est le physicien Arthur Mason Worthington qui décompose la trajectoire d'une goutte en mouvement vertical ainsi que la corolle qu'elle génère lors de son impact dans un liquide. En 1840 John William Drapper réalise le premier daguerréotype de la lune, et ce n'est qu'en 2019, après un travail qui s'étend sur quarante ans, que le monde découvre la première « photographie » en prise directe du trou noir M87*.

Même si les sujets d'études scientifiques sont vastes, invisibles parfois à cause de leur échelle et parce que les outils ne sont pas encore adéquats, ou bien invisibles par leur nature même et leur composition physique, le processus reste le même :

l'instrument capte,

l'œil du scientifique interprète,

il analyse,

et les calculs corrigent ou permettent de vérifier.

Enfin, la vue d'artiste simplifie, parfois au détriment de la véracité. Mais il est sûr qu'elle séduit le regard du novice, puisque pour être parlante, l'image doit toucher les émotions du public.

La création d'image scientifique semble donc être un processus complexe qui implique de trouver un équilibre entre réalisme et esthétisme. Mais comment les scientifiques et les artistes arrivent-ils à trouver cet équilibre à mi-chemin entre nature et art, réalité et fantasme ?

2. Platon, *Théétète*, 152a.
En ligne : [https://fr.wikisource.org/wiki/Théétète_\(trad._Cousin\)](https://fr.wikisource.org/wiki/Théétète_(trad._Cousin)),
(Consulté le 8 décembre 2020)

3. Delphine Gleizes et Denis Reynaud, *Machines à voir. Pour une histoire du regard instrumenté (XVII^e-XIX^e siècles)*, Lyon, « Littérature et idéologies », PUL, 2017.

I

La représentation scientifique

I.I La curiosité et l'imagination : Fontenelle

Dans les ouvrages qui ont pour vocation la transmission du savoir, l'iconographie est depuis longtemps utilisée pour simplifier un long discours. Qu'elle s'apparente à un simple dessin, un schéma technique ou même une photographie, le texte se substitue à l'image dans le but de faire passer des messages avec efficacité. Parfois même, l'utilisation d'images mentales à travers un texte peut être nécessaire afin d'explicitier des notions abstraites en les appuyant sur des connaissances du réel, maîtrisées par le lecteur.

En 1686, l'écrivain et scientifique Bernard Le Bouyer de Fontenelle publie les *Entretiens sur la pluralité des mondes*. Cet ouvrage de vulgarisation scientifique tente de décrire à un public non initié le fonctionnement de notre monde, la composition et l'immensité du cosmos qui l'entoure. Il faut rappeler que la philosophie et les sciences étaient autrefois des domaines élitistes, accessibles à l'aristocratie ou la bourgeoisie, ce qui complique davantage la transmission des connaissances abstraites à un public qui n'est pas éduqué. Ce texte de fiction nous conte l'histoire d'un philosophe qui enseigne à une marquise les rudiments de l'astronomie et les découvertes faites par René Descartes et Nicolas Copernic. S'ensuit alors un voyage à travers les astres, segmenté en six leçons, représentés en six soirs dans la composition du livre.

Dans ce texte dépourvu d'iconographie, Fontenelle convoque l'imaginaire de la marquise, et donc du lecteur, en l'invitant à se détacher de l'univers dans le but d'en avoir une vue d'ensemble, comme s'il prenait la place d'un spectateur qui ferait face à une pièce de théâtre. Cette métaphore lui permet ensuite d'explicitier de manière plus tangible la façon dont fonctionne l'univers : il peut ainsi comparer par analogie les phénomènes naturels aux rouages et aux artifices parfaitement réglés d'une machinerie complexe ou des décors de théâtre. De cette manière, le philosophe parvient à susciter la curiosité, mais surtout à appuyer ses propos sur des connaissances que la marquise maîtrise.

Ce n'est d'ailleurs pas anodin si le concept de représentation renvoie à deux sens. Comme l'expliquent Havelange, Lenay et Stewart dans l'article « Les représentations : mémoire externe et objets techniques », paru dans un numéro du magazine *Intellectica* en 2002 :

D'une part, il repose sur la métaphore de la diplomatie : deux entités sont alors clairement séparées, la représentation et ce qui est représenté ; la représentation est un dédoublement tendanciellement fidèle d'un référent pré-donné auquel elle peut donc servir de tenant-lieu. D'autre part, le terme « représentation » s'appuie sur la métaphore du théâtre : la représentation est ici ce qui rend (de *reddere* en latin) présent ; elle n'est dès lors ni une réplique plus ou moins exacte, ni un substitut, mais un processus, une activité.

Dans son récit, Fontenelle emploie souvent l'image du vaisseau. De cette façon, chaque astre qui brille devient un navire qui flotte dans l'espace, ce qui rend plus facile d'accès le voyage spatial pour la marquise. Pour mieux comprendre la force qui maintient notre lourde Terre suspendue dans l'espace, l'écrivain compare aussi celle-ci à un navire qui flotte sur l'eau malgré sa taille et son poids.

Oh ! répliqua la Marquise, le Soleil et les astres sont tout de feu, le mouvement ne leur coûte rien ; mais la Terre ne paraît guère portative. Et croiriez-vous, repris-je, si vous n'en aviez l'expérience, que ce fût quelque chose de bien portatif, qu'un gros navire monté de cent cinquante pièces de canon, chargé de plus de trois mille hommes, et d'une très grande quantité de marchandises ? Cependant il ne faut qu'un petit souffle de vent pour le faire aller sur l'eau, parce que l'eau est liquide, et que se laissant diviser avec facilité, elle résiste peu au mouvement du navire ; ou s'il est au milieu d'une rivière, il suivra sans peine le fil de l'eau, parce qu'il n'y a rien qui le retienne. Ainsi la Terre, toute massive qu'elle est, est aisément portée au milieu de la matière céleste, qui est infiniment plus fluide que l'eau, et qui remplit tout ce grand espace où nagent les planètes. Et où faudrait-il que la Terre fût cramponnée pour résister au mouvement de cette matière céleste, et ne pas s'y laisser emporter ? C'est comme si une petite boule de bois pouvait ne pas suivre le courant d'une rivière.

Dans son ouvrage *Contes de la Lune*, Frédérique Aït-Touati décrit très bien la façon dont Fontenelle s'empare de l'écriture pour retranscrire le monde réel. Si les outils de visualisation ne suffisaient pas à représenter le cosmos et les règles qui le régissent, la fiction invite à la conception d'images mentales⁴. Elle pique la curiosité et guide le lecteur en stimulant son imagination et ses rêveries.

4. Frédérique Aït-Touati, *Contes de la lune. Essai sur la fiction*

et *la science modernes*, Paris, « nrf essais », Gallimard, 2011, p. 113-118.

I.II

L'iconographie dans les ouvrages scientifiques

La représentation est une notion qui a beaucoup posé question dans le domaine des sciences. En effet, depuis le XVII^e siècle, les atlas et plus largement les ouvrages scientifiques séduisent les curieux, accompagnent les novices dans leur apprentissage, mais aussi les experts dans leurs questionnements. Ces ouvrages permettent non seulement de rendre compte des points communs qui aident à classer les éléments naturels, mais aussi de mettre en évidence les variations dans la nature. Au fil des époques, ils sont devenus des objets collectifs, conçus pour durer dans le temps afin de servir plusieurs générations de chercheurs, devenant un lieu de rencontre entre chercheurs et illustrateurs. C'est d'ailleurs pour s'assurer une diffusion maximale que les premiers atlas étaient rédigés en latin, puis ensuite traduits en trois langues ; l'anglais, le français et l'allemand.

L'atlas est une entreprise sociale, et une forme exemplaire d'empirisme collectif : une collaboration entre des chercheurs disséminés dans l'espace et dans le temps et spécialisés dans l'étude de phénomènes naturels trop vastes et trop divers pour être rassemblés par un seul et unique penseur, aussi brillant, érudit et appliqué fût-il⁵.

L'amélioration des techniques d'imagerie a joué un rôle majeur dans la diffusion et la transmission des connaissances scientifiques, mais aussi dans la façon de représenter le monde, puisqu'avant l'invention de la photographie les scientifiques avaient pour habitude de travailler avec des artistes, le plus souvent sortis de l'Académie des Beaux-Arts, pour concevoir des illustrations des spécimens observés.

Dans leur ouvrage *Objectivity*, Lorraine Daston, historienne des sciences et Peter Galison, physicien et philosophe, abordent la création d'image scientifique, et l'évolution des techniques de représentations entre le XVI^e et le XX^e siècle. Pour mieux comprendre le cheminement de l'évolution des modes de représentation, ceux-ci constituent trois groupes distincts en s'appuyant sur la notion d'objectivité. Au XVII^e siècle par exemple, la première partie de la formation d'un élève à l'Académie des Beaux-Arts était de commencer très jeune à recopier les dessins qui avaient été réalisés par un artiste bien plus aguerri. Ce n'est qu'après de longues années à reproduire que l'apprenti était autorisé à dessiner un objet en volume. La pratique du dessin de nus, ou « Étude Académique » invitait l'élève à restituer le modèle partie par partie pour davantage s'attarder sur les détails. Ce n'est qu'après cet apprentissage long et très réglementé que l'élève passait au stade de dessin d'après-nature, un processus de dessin bien plus pointu qui vise à dessiner d'après un modèle vivant, ou d'après un site⁶. Au XVIII^e siècle donc, l'élite artistique était issue des écoles de dessin et des académies des beaux-arts de partout en Europe. Des anatomistes

ou des botanistes avaient pour habitude de s'associer avec ces mêmes artistes pour illustrer des manuels, des atlas ou encore des comptes rendus scientifiques. Les scientifiques théorisent, expérimentent, parfois même croquent pour engager une première représentation afin que l'artiste puisse finaliser, et surtout embellir le dessin. En revanche, aucun d'entre eux ne voyaient de contradictions entre les exigences de la vérité et celles de la beauté.

Par exemple, l'atlas médicinal de Leonhart Fuchs, *De Historia Stirpium*, est un ouvrage qui a marqué son époque quand il a été publié. Ce célèbre herbier, qui demanda pas moins de dix ans de travail à Fuchs, fit, pour la botanique, l'effet d'une révolution comparable à celle de Copernic⁷ pour l'astronomie ou de Vésale⁸ pour l'anatomie. Il décrit plus de 400 plantes d'Europe et 100 plantes étrangères, dont la citrouille originaire d'Amérique est représentée pour la première fois. Un soin tout particulier avait été apporté aux représentations, en essayant de corriger les quelques aberrations que l'on peut retrouver dans les atlas de botanique imprimés antérieurement. En effet, certains ouvrages de plantes médicinales avaient tendance à exagérer la taille ou la forme de certains éléments. Au Moyen-Âge, certaines croyances voulaient que les fleurs ou les fruits qui ressemblaient à un organe humain pouvaient servir à soigner les maladies qui touchaient l'organe auquel ils s'apparentaient. Dans les ouvrages donc, les représentations de ces plantes peuvent être exagérées de façon à mieux reconnaître l'élément qui sert à la conception du remède⁹. Pourtant, même l'ouvrage de Fuchs recèle de petites incohérences. Sur certaines pages, les plantes sont parfois représentées avec les boutons, le fruit et la fleur sur la même pousse, ce qui n'arrive pas dans la nature puisqu'on le sait, le fruit résulte d'une fleur pollinisée.



[fig. 1 p. 40-41]

5. Lorraine Daston et Peter Galison, *Objectivité*, Paris, « Fabula », Les Presses du Réel, 2012, p. 30-37.

6. *Ibid.*, p. 121-123.

7. Une révolution s'opère dans le monde des sciences lorsque Nicolas Copernic publie son écrit *De revolutionibus orbium coelestium*, en 1543. Sa vision de l'univers s'oppose totalement à la vision de l'astronomie contemporaine établie par le géocentrisme. Dans cet ouvrage Copernic explique et décrit l'univers d'un autre point de vue que la Terre. Il schématise le système solaire par des cercles concentriques qui illustrent le cycle

des planètes en révolution autour du soleil.

8. *De humani corporis fabrica libri septem*, publié en 1543, et rédigé par André Vésale est reçu comme l'un des plus beaux livres du monde et est considéré comme un ouvrage fondateur de l'anatomie moderne, qui participe à de nouvelles représentations de l'homme et du vivant.

9. Ariane Lepillet, *Le De Historia Stirpium de Leonhart Fuchs : histoire d'un succès éditorial (1542-1560)*, Lyon, ENSIB, Bibliothèque Numérique, 2012, p. 38-40.

L'aura esthétique qui entourait les sujets de botanique et l'anatomie autorise les naturalistes et leurs illustrateurs à uniformiser et à idéaliser des objets dessinés d'après nature. Leur point de vue peut facilement se comprendre quand on rappelle que pour eux, le réel était beau en lui-même, harmonieux et bien proportionné parce qu'il avait été créé ainsi par Dieu selon les croyances du Moyen-Âge. Puis, à partir de la Renaissance et du XVII^e siècle, le réel leur apparaissait fondé sur un ordre mathématique à l'origine

de cette beauté et de cette perfection. Ces représentations, pensées par des professionnels des sciences et dessinées par des artistes, étaient donc nécessairement esthétisées et s'avéraient être des objets à mi-chemin entre la nature et l'art, entre réalité et fantasme. Cela les conduit à sélectionner et à parfaire le spécimen jusqu'à obtenir une image représentative de la classe. L'iconographie des ouvrages de sciences courrait-elle alors le risque de fabriquer une image faussée de la nature ?

II

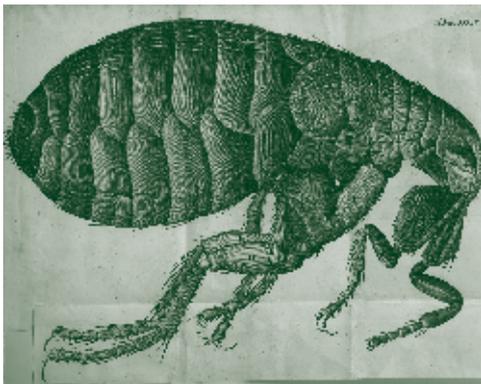
Réalité et approche scientifique

I.III

Hooke : Une nouvelle échelle de représentation

Au fil du temps, les techniques de visualisation se sont nettement améliorées. L'apparition d'outils optiques comme les loupes ou les microscopes ont mené les scientifiques à faire des découvertes de plus en plus lointaines. Lointaines par leur localisation, mais aussi par leur échelle. La découverte de ces « mondes », jusqu'alors invisibles, passionne certains scientifiques qui tentent de les rendre accessibles aux yeux de tous.

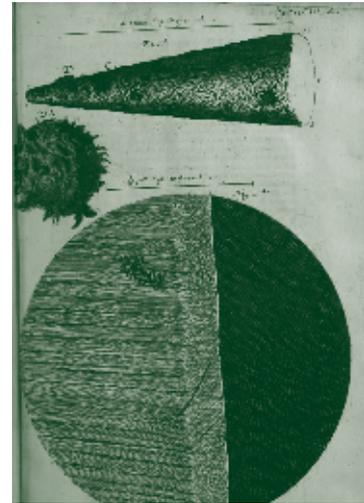
C'est le cas de l'Anglais Robert Hooke qui publie l'ouvrage *Micrographia* en 1665. Ce traité d'observation est l'un des premiers qui dépeint les paysages qu'il est possible d'observer à travers un microscope, puisque Hooke faisait partie du premier groupe de philosophes naturels qui utilisaient le microscope comme un outil scientifique en Angleterre. L'ouvrage, par sa taille, est imposant. Il est composé de textes qui décrivent les observations de Hooke mais aussi d'un grand nombre de gravures d'une rare qualité, représentant des vues au microscope. De nombreuses gravures se succèdent, ce qui mène le lecteur à observer des lames de rasoirs, des pointes d'aiguilles, des coupes de lièges, des écorces, ou encore une mouche, une puce ou un pou. L'observation est faite avec minutie, la pratique du dessin est précise, rigoureuse, et les gravures sont d'une beauté exceptionnelle.



[fig. 2 p. 42-43]

À cette époque, l'ouvrage fascine le public. En effet, dans le courant du XVII^e siècle, le développement des compagnies maritimes guide l'Europe vers une envie de découverte et d'exploration. De nouvelles terres sont répertoriées sur les cartes, accompagnées par une nouvelle faune et une nouvelle flore. Les explorateurs s'empressent donc de croquer, schématiser et diffuser leurs découvertes. C'est d'ailleurs à cette période qu'apparaissent les premiers cabinets de curiosités. Les récits et les témoignages d'animaux étranges vont bon train et ne font que renforcer l'engouement des Européens pour l'étrange¹⁰. *Micrographia* est donc perçu comme un ouvrage de référence qui bouleverse totalement la perception que l'homme peut avoir de l'environnement qui l'entoure. Sans avoir besoin de traverser les mers, Robert Hooke

révèle des créatures et des paysages incroyables. Il dessine un monde nouveau, insoupçonné, où la perfection et la finesse d'une lame de rasoir se transforme en une chaîne de montagnes, loin de la pureté linéaire et aiguïlée que l'on perçoit à notre échelle.



[fig. 3 et 4 p. 44-45]

Hooke constate de ses propres yeux et illustre ce que d'autres scientifiques avaient deviné avant lui par le biais de calculs et de théories. Peu de temps après sa publication, Samuel Pepys écrit dans son journal qu'il resta éveillé jusqu'à deux heures du matin à feuilleter ce livre. Il qualifie même l'œuvre comme étant « le livre le plus ingénieux que j'ai lu de ma vie »¹¹.

Micrographia semble être la restitution d'un exercice d'observation qui a pour but d'éprouver et de prouver l'utilité et la puissance du microscope dans le domaine des sciences. Il est d'ailleurs intéressant de préciser que le choix des modèles observés ne semble répondre à aucune logique, si ce n'est le cheminement aléatoire guidé par la curiosité de Hooke. Ce qui amène davantage à rapprocher cet ouvrage des « livres à figures », ou livres d'images, plutôt que d'un réel ouvrage de science. Il est d'ailleurs important de noter que la technique d'impression de la gravure impliquait forcément une esthétisation du dessin, et donc un écart considérable comparé à ce qui pouvait être observé.

Certes, et nous l'avons déjà dit, le travail de Robert Hooke est d'une précision rare. L'attention qu'il a apportée aux détails est sans précédent et révèle bien l'étendue des choses que ses contemporains découvrent avec *Micrographia*. La texture duveteuse de la tête d'une mouche est fidèlement redessinée.

10. Danièle Vial, *Histoire de l'illustration Naturaliste*, Conférence proposée par les amis du Musée de l'Imprimerie, Lyon, 2020.

11. Samuel Pepys, *The Diary of Samuel Pepys. Daily entries from the 17th century London diary, 1660-1669, 21th January of 1665.*



[fig. 5 p. 46]

Les ommatidies qui forment l'œil composé de la mouche y sont aussi détaillées avec délicatesse, mais ce qui est le plus important à mettre en avant c'est que ces vues ne sont pas symétriques pour autant. Là où certains scientifiques auraient systématiquement simplifié ou idéalisé les formes créées par la nature, Hooke se contente de les redessiner telles qu'il les voit au travers de son microscope puisque c'est là toute l'utilité de cet instrument d'optique, voir en détail ce qui échappe à nos yeux. C'est tout un monde que décrit d'ailleurs Jacques Henri Bernardin de Saint-Pierre en écrivant que :

Les petits êtres qui vivent sur une feuille doivent percevoir le monde d'une toute autre manière. Les gouttes de rosée fixées aux poils d'une plante doivent paraître pour des océans sans rivage.

En s'évaporant dans l'air ce liquide doit prendre la forme d'une mère aérienne. Ces mêmes petites créatures doivent voir des fluides monter au lieu de descendre, se mettre en rond, au lieu de se mettre de niveau, et s'élever en l'air au lieu de tomber.¹²

Se rapprocher davantage du sujet observé met au jour toutes ses imperfections et ses impuretés ; Robert Hooke le relève bien en représentant la pointe d'une lame perçue au travers d'un microscope. Pour ce scientifique, l'objectif n'est plus de représenter le monde tel que nous l'imaginons, mais tel qu'il est réellement, à différentes échelles. De cette façon, il est possible de se rendre compte que la nature n'est pas aussi parfaite que l'homme ne l'avait imaginé, et que sa beauté est irrégulière, accidentée, plutôt qu'uniforme et régulière.

En revanche, si Hooke tient à représenter la nature avec fidélité, toute sa méthode repose sur l'observation, et sur sa propre interprétation de ce qu'il voit. Ou plutôt, de ce qu'il devine. Dans la préface de l'ouvrage, le scientifique explique en effet que pour réaliser ces gravures, il aura fallu un temps considérable d'expérimentation puisqu'il a d'abord fallu comprendre la forme globale de l'objet observé. Malgré les inconvénients qu'implique le procédé d'impression, Hooke ajoute que les graveurs ont assez bien suivi ses instructions et ses ébauches. Mais la plus grosse difficulté était que la lumière jouait une importance cruciale pour différencier une proéminence d'une dépression. S'ensuivaient alors des comparaisons entre ce qu'il observait au microscope, et ce qu'il voyait à l'œil nu afin de parfaire les croquis qu'il élaborait. La démarche de Hooke, qui se basait donc sur la comparaison et l'observation, reposait avant tout sur des choix qui nécessitaient un jugement personnel¹³.

12. Jacques Henri Bernardin de Saint-Pierre, *Études de la Nature*, Paris, 1784. Extrait dans : *Machine à voir, op.cit.*, p. 40.

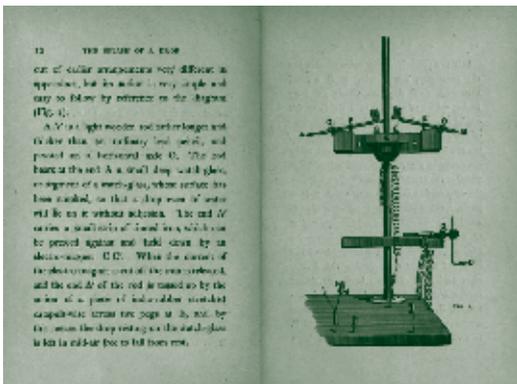
13. Robert Hooke, *Micrographia*, Londres, J. Martyn and J. Allestry, 1665, p. 33.

II.I L'objectivité de la photographie : Worthington

Au fil des temps, les instruments d'observations ne cessent d'évoluer et avec eux, une fascination pour l'insaisissable continue de prendre de l'ampleur. L'utilisation des lentilles grossissantes repousse les limites de l'observation ; mais ce qui marque un tournant radical dans la façon de représenter les objets d'études scientifiques, et qui remet en question la production d'images par le dessin traditionnel, c'est l'apparition de la photographie.

Les travaux du physicien anglais Arthur Worthington sur la mécanique des fluides montrent bien qu'il y a un avant et un après l'apparition de la photographie et son utilisation dans l'imagerie scientifique. En 1785, il réussit à mettre au point une méthode de classification visuelle systématique représentant, étape par étape, le processus complexe de l'écoulement d'un liquide. L'objectif était de comprendre le mouvement et les déformations que subit une goutte attirée par la pesanteur.

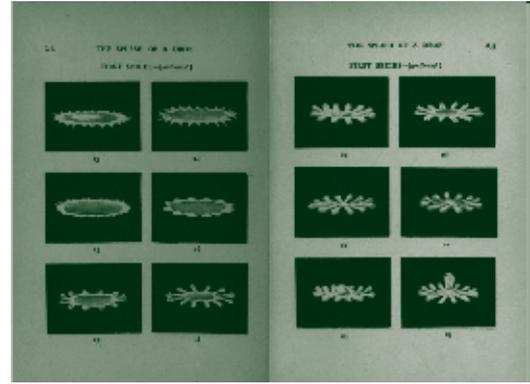
Alors qu'il suffirait aujourd'hui d'enregistrer une vidéo et de la lire au ralenti pour décomposer le mouvement de la goutte, Worthington avait dû mettre au point toute une machinerie certes ingénieuse, mais malgré tout archaïque à nos yeux : un système de goutte à goutte qui produit un puissant flash de quelques secondes à chaque fois qu'une goutte entame sa chute. Une fois plongé dans l'obscurité la plus totale, Worthington était en capacité de redessiner la goutte emportée dans sa chute grâce à l'image rémanente dû au phénomène de la persistance rétinienne. À chaque flash, le physicien disposait donc de quelques secondes seulement pour déposer sur le papier l'image imprimée dans sa rétine avant qu'elle ne s'estompe et finisse par disparaître¹⁴.



[fig. 6 p. 47]

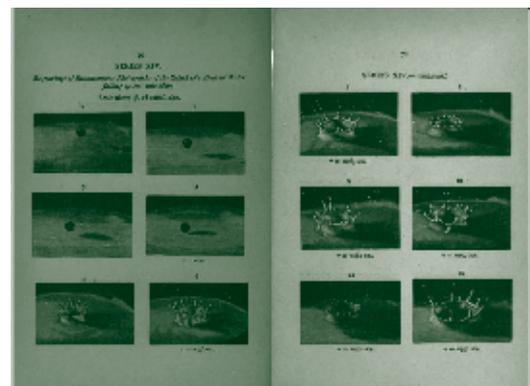
Dans cette course contre la montre, il va de soi qu'il devait lui être difficile, si ce n'est impossible, de redessiner à la perfection ce qu'il pouvait voir pendant ce flash. Mais, à force d'observation et de répétition, il lui était finalement possible de retranscrire la forme de la goutte d'eau à chaque étape de sa chute, jusqu'à son contact avec une surface liquide

ou solide. À sa grande surprise, la goutte ainsi que son éclaboussure étaient parfaitement symétriques ; et quand elles ne l'étaient pas, le physicien mettait cela sur le compte de l'erreur, puisque comme beaucoup, il essayait de représenter le monde à travers ses types et ses régularités. Tout homme de sciences à cette époque restait fasciné par la complexité, la finesse et la beauté de la nature. En regardant au travers d'une lentille, il était possible de se rendre compte des architectures qu'elle pouvait bâtir. Si belles, d'une symétrie irréprochable, si parfaites.



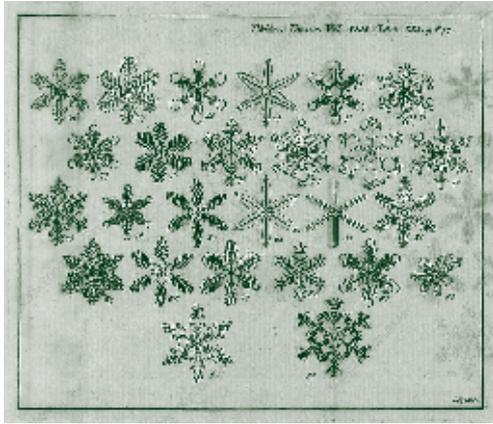
[fig. 7 p. 48-53]

Mais en poursuivant ses recherches, Worthington accomplit un saut technologique : il met au point un système photographique pour capturer le mouvement du liquide en pleine chute. C'est après avoir posé le regard sur les photographies qu'il a produit qu'il s'aperçoit que la perfection qu'il avait observée et croquée sans relâche durant les vingt années précédentes n'était en fait qu'une illusion ; illusion due au manque de fiabilité de ce que pouvait saisir son œil, ou de ce que pouvait interpréter son cerveau. Tandis que l'œil de Worthington voyait une corolle parfaitement symétrique, la photographie révélait une toute autre image. Lorsque la goutte (de lait) rencontrait une surface, la corolle était en fait produite de façon totalement aléatoire et désordonnée puisque, comme de nombreux phénomènes naturels, il est impossible de résumer le comportement d'un liquide en une figure géométrique simple.



[fig. 8 et 9 p. 54-57]

14. Arthur Worthington, *The Splash of a Drop*, Londres, Society for Promoting Christian Knowledge, 1895, p. 7-18.



[fig. 10 p. 58-59]

Une telle obsession, illusoire, pour la rigueur et la pureté des formes générées dans la nature a toujours été présente. L'exemple le plus frappant reste celui des représentations de cristaux de neige. Dès le XVII^e siècle, Robert Hooke avait tenté de les dessiner dans *Micrographia*¹⁵. D'autres après lui se sont acharnés à représenter les flocons de neige à l'aide d'un microscope, et tous se sont contentés de constater leur extraordinaire symétrie. En réalité, quand certains spécimens ne répondaient pas à cette règle, ils étaient considérés comme des « anomalies », et laissés de côté... John Nettis, relève d'ailleurs ces anomalies dans son article *An Account of a Method of Observing the Wonderful Configurations of the*

Smallest Shining Particles of Snow en 1755. Sur la dernière page de son article, il glisse une petite note qui informe le lecteur que les cristaux numéro 57 et 84 sont des « figures de neiges anormales » et qu'il est possible d'en observer une « variété infinie »¹⁶. Mais comment est-il possible de juger que celles-ci sont des « anomalies » s'il en existe une variété infinie ? Ce n'est qu'en 1892 que le météorologue Gustav Hellmann fait appel au micro-photographe Richard Neuhaus pour prendre des clichés de flocons de neige, et qu'il constate l'irrégularité systématique de ceux-ci¹⁷.

L'exemple des flocons de neige, si l'on confronte les représentations qu'en a données Nettis et les photographies qu'en a réalisées Neuhaus, montre que la quête de l'échantillon parfait a pu conduire certains scientifiques à s'égarer : l'idéalisation des formes naturelles leur a fait rejeter les résultats de leurs observations, en refusant de représenter ce qu'ils considéraient comme des « spécimens ratés » ou des « anomalies ».

C'est l'utilisation de la photographie dans le domaine des sciences qui a apporté avec elle une nouvelle vision de la représentation scientifique, que Daston et Galison appellent « l'objectivité mécanique »¹⁸. Celle-ci permet de capter un phénomène à l'instant I sans que la subjectivité de l'observateur intervienne dans le processus de représentation.

15. Robert Hooke, *op.cit.*, p. 143.

16. John Nettis, « An account of a method of observing the wonderful configurations of the smallest shining particles of snow, with several figures of them », *Philosophical Transactions*,

Vol. 49, 1755-1756, p. 644-648.

17. Gustav Hellmann et Richard Neuhaus, *Schneekristall beobachtungen und studien*, Berlin, Mückenberger, 1893.

18. Lorraine Daston et Peter Galison, *op.cit.*, Chap. III, p. 137.

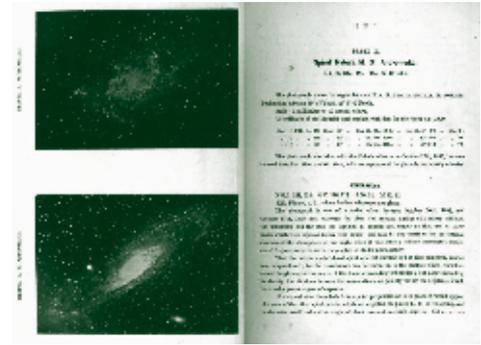
II.II Représenter le lointain

Parallèlement à ces recherches en microscopie, le domaine de l'astronomie a, lui aussi, beaucoup évolué suite à l'utilisation de l'image mécanique par les scientifiques. Le 16 mai 1840, le monde découvre la première image en prise directe de la Lune, réalisée par John William Draper à l'aide d'un daguerréotype. À l'époque, il aura fallu un temps de pause de vingt minutes pour que l'image s'imprime grâce à la vapeur d'iode qui entre en contact avec une petite plaque de bronze recouverte d'argent pur.



[fig. 11 et 12 p. 60-61]

Si l'on tient compte du fait que nous ne percevons pas réellement les objets célestes, mais plutôt la lumière qu'ils nous renvoient, il est difficile d'imaginer en représenter un à la perfection sans user de stratagèmes. C'est à la seconde moitié du XIX^e siècle, que l'ingénieur Britannique Isaac Roberts se prend de passion pour l'astro-photographie vers la fin de sa carrière. Considéré aujourd'hui comme l'un des pionniers de cette discipline, il est l'auteur de plus de 2500 plaques photographiques d'étoiles, de galaxies et de nébuleuses. C'est en 1893 qu'il publie son premier ouvrage *A selection of photographs of stars, star-clusters and nebulae*, dont un second volume paraît en 1899.



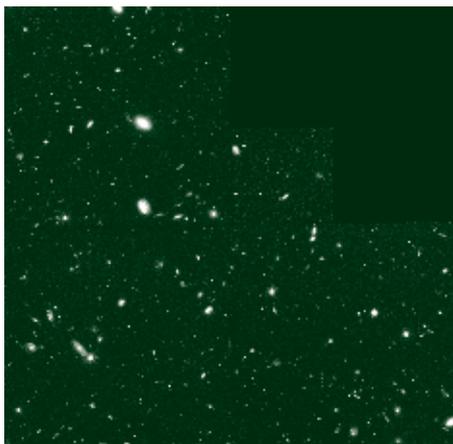
[fig. 13 p. 62-65]

Alors que John William Draper démontre ce qu'il était possible de faire avec une exposition longue, Isaac Roberts, lui, repousse les limites de la photographie en prenant en compte la façon dont la rotation de la Terre peut imprimer une sorte de mouvement à la captation photographique des astres. Sa méthode consistait à pointer la lunette vers un corps céleste pour ensuite anticiper le mouvement de rotation de la Terre afin de suivre le sujet et ainsi éviter les images floues lors d'une pose photographique longue. Cette technique requiert une synchronisation parfaite pour éviter le moindre tremblement. Cette technique de *tracking* a aussi permis à Roberts de rendre visibles des parties du ciel qui ne le sont pas à l'œil nu, car plus le temps de pose est long, plus l'appareil absorbe de lumière afin de révéler les objets lointains et peu lumineux. De cette façon, il a été possible de vérifier des hypothèses avancées par les rêveurs, philosophes, scientifiques et mathématiciens d'autrefois ; puisque qu'avant cela, l'astronomie s'appuyait davantage sur l'observation du ciel et les calculs mathématiques. Les objets lointains dont il était possible de deviner l'existence étaient ensuite croqués ou schématisés pour illustrer les rapports de recherches.

C'est vers le milieu du XIX^e siècle que des scientifiques commencent à prendre leurs distances avec cette pratique du dessin, la jugeant trop subjective. Une autre époque s'ouvre, où l'observateur cherche à s'effacer devant la nature : l'image doit être une représentation mécanique de ce qui est perçu, afin de représenter au mieux et le plus fidèlement possible le spécimen ou le phénomène observé comme il apparaît dans son environnement.

II.III Représenter l'invisible : Le trou noir M87*

Aujourd'hui encore ces techniques sont utilisées pour révéler des objets lointains. Bien évidemment les technologies se sont améliorées : les ingénieurs se sont rendu compte que, dans le cas des télescopes, plus le miroir était grand et plus il était possible de voir loin dans la voûte céleste. Certains télescopes, aujourd'hui, sont équipés d'un miroir d'une vingtaine de mètres de diamètre ; le plus grand jamais construit est l'ELT, Extremely Large Telescope, qui bénéficie d'un miroir de trente-neuf mètres de large. Ces télescopes impressionnent par leur taille, mais aussi par les fonctionnalités dont ils sont équipés puisqu'ils sont capables de contrer les déformations engendrées par l'atmosphère, ils sont équipés de filtres de couleurs, de capteurs d'ondes, de capteurs thermosensibles ; parfois même, il est possible de synchroniser plusieurs télescopes disséminés dans une même région pour augmenter leur portée et « photographier » le ciel profond.



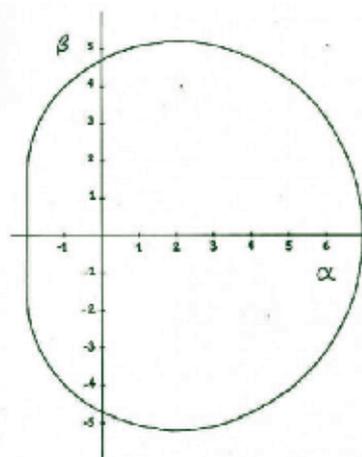
[fig. 14 p. 66]

Mais peut-on encore parler de photographie au sens strict ? Quand on prend connaissance des nombreux facteurs qui brouillent les images captées par les lunettes d'astronomie, il est intéressant de s'interroger sur la manière dont les images sont réellement produites.

Le 10 avril 2019, la première « photographie » du trou noir M87* est dévoilée au monde entier. Un trou noir est sans doute la chose la plus abstraite que l'on puisse être amené à s'imaginer puisqu'il n'est ni solide, ni gazeux. Un trou noir est défini comme étant une frontière immatérielle que l'on appelle l'horizon des événements. Au-delà de cet horizon, la gravité est telle que rien ne peut s'en échapper. Ni le son, ni les ondes, ni même la lumière. Un trou noir est donc totalement invisible par nature. En revanche, un trou noir est le plus souvent entouré de gaz ou de débris qu'il absorbe en son centre, étant donné la forte gravité qu'il génère. Par conséquent, le gaz autour de lui produit un disque d'accrétion chaud à l'intérieur duquel il émet un spectre caractéristique de rayonnement électromagnétique.

De cette manière, il est possible de deviner la forme du trou noir en s'appuyant sur les déformations gravitationnelles que produit le rayonnement électromagnétique qui l'entoure si il y a de la lumière, des étoiles, derrière le trou noir observé. En d'autres termes, lorsque les rayons lumineux d'une source quelconque traversent le disque gazeux autour d'un trou noir avant d'être capté par la lentille d'un télescope, celui-ci est biaisé, comme pourrait l'être un rayon de soleil qui traverse la surface de l'eau¹⁹.

L'étude des trous noirs a débuté dès les années soixante-dix. Après avoir compris la théorie de la relativité générale d'Einstein, les scientifiques se sont attelés à vouloir le représenter. La fin du XX^e siècle offre aux scientifiques la possibilité d'engager des simulation sur ordinateur, pour reconstituer les conditions d'existence d'un trou noir, et ainsi sur la base de calculs, comprendre son fonctionnement. Alors, James Maxwell Bardeen publie son premier schéma en 1973²⁰.



[fig. 15 p. 67]

À cette époque, l'astrophysicien Subrahmanyan Chandrasekhar exprime l'excitation qui s'empare de lui lorsqu'il découvre le travail de Bardeen :

De toute ma vie de scientifique, longue de 45 ans, ma plus intense expérience a été de réaliser que la solution exacte aux équations d'Einstein de la relativité générale découverte par le mathématicien néo-zélandais Roy Kerr fournit une représentation absolument exacte d'une quantité innombrable de trous noirs qui peuplent l'univers. Ce frisson ressenti devant la beauté, le fait incroyable qu'une découverte résultant d'une recherche d'esthétique en mathématiques trouve son reflet exact dans la Nature, me persuade que la beauté est ce à quoi l'esprit humain est sensible dans ce qu'il a de plus fondamental et de plus profond.²¹

19. Jean-Pierre Luminet, *40 years of black hole imaging : early work 1972-1988 [partie 1]*, Futura Sciences, 7 mars 2018. En ligne : <https://blogs.futura-sciences.com/e-luminet/2018/03/07/45-years-black-hole-imaging-1-early-work-1972-1988/> (Consulté le 24 février 2021)

20. James Maxwell Bardeen, *Time-like and null geodesics in the Kerr metric*, « Black Holes, Les Astres Occlus », New York, C. Dewitt & B. S. Dewitt, 1973, p. 215-239.

21. Subrahmanyan Chandrasekhar, *Shakespeare, Newton, and Beethoven*, Ryerson Lecture, University of Chicago, Center for Policy Study, 1975.

Il est bien question, là, de beauté et d'esthétique. Qu'est-ce qui excite réellement Chandrasekhar lors de cette découverte ? Est-ce la compréhension de la relativité générale ? Ou alors est-il sensible à la beauté que l'image produite lui laisse voir ? Mais peut-être que ce sont ces deux éléments qui rendent sa découverte si belle : Chandrasekhar semble tout d'abord sensible parce que le résultat de cette expérience permet d'aboutir à une forme représentative des phénomènes insaisissables que sont les trous noirs. De cette façon, cet événement très mal connu est enfin visualisable et il est possible de l'appréhender autrement que de manière complètement abstraite ou intellectuelle. Mais Chandrasekhar est aussi sensible parce qu'il est confronté à une preuve qui confirme la théorie de la relativité générale. Comme il l'explique lui-même, il se trouve subjugué par le fait que « le résultat d'une recherche esthétique en mathématiques trouve son reflet exact dans la nature » : illustrant à la fois la rigueur et la complexité avec laquelle le monde et l'univers fonctionnent.

Au fil des années, les schémas s'enchaînent et se précisent. Jean-Pierre Luminet, astrophysicien français, explique dans son article « 40 years of black hole imaging » qu'il utilise un IBM 7040 pour générer ses schémas, un des premiers ordinateurs à transistors, acheté par l'observatoire de Paris-Meudon. Désormais, le scientifique dicte les règles en entrant des données, des calculs. La machine, quant à elle, interprète en exécutant les tâches prévues par le programmeur. Elle simule et ainsi dessine les schémas anticipés par les scientifiques. Néanmoins, ces schémas restent destinés à ces mêmes scientifiques, ou aux gens capables de comprendre ces dessins techniques.

Il faudra attendre la fin des années soixante-dix pour découvrir la première image « photographique » en noir et blanc d'un trou noir. Mais comme on vient de l'expliquer, en réalité, cette image n'a rien d'une photographie. Pour l'obtenir, Jean-Pierre Luminet s'appuie sur les schémas qu'il a simulé par ordinateur, puis intervient lui-même à l'encre de chine. Il commence par remplir la zone lumineuse du trou noir avec des points espacés de manière plus ou moins dense selon l'intensité de la lumière. Une fois cette phase laborieuse terminée, Luminet inverse les contrastes de l'image pour admirer le résultat final.

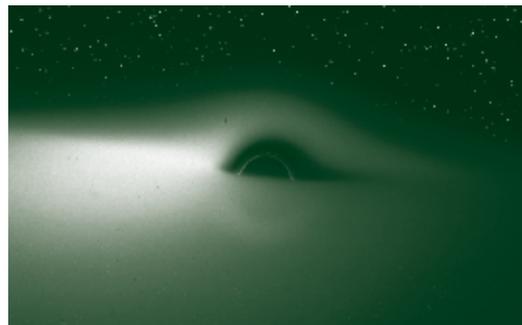


[fig. 16 p. 68-69]

Pour la première fois, nous avons une représentation de ce à quoi doit « ressembler » un trou noir. Il est d'ailleurs intéressant de préciser que la légende qui accompagne cette image lors de sa parution dans un journal anglais est : *Simulated photograph of a spherical black hole with thin accretion disk*²². Or, en dépit de cette formulation insolite,

« photographie simulée », la façon dont cette image a été produite montre bien qu'elle n'a strictement rien à voir avec une photographie. Quand bien même son traitement et ce qu'elle représente pourrait s'apparenter à une photographie, elle reste un dessin : une vue schématisée qui s'appuie sur des théories et des calculs. Cette image ne placerait-elle pas Luminet dans la suite directe du travail de représentation que pouvaient exercer les naturalistes du XVII^e ou du XVIII^e siècle ?

Les progrès technologiques continuent et il est désormais possible de visualiser des couleurs dans les images générées par ordinateur. Entre 1989 et 1990 Jean-Alain Marck, un collègue astrophysicien de Jean-Pierre Luminet perfectionne les premières visualisations en ajoutant un code couleur qui permet de rendre visible les rayonnements électromagnétiques émis par le disque. De cette façon, les parties colorées en jaune sont donc les plus lumineuses et les plus chaudes, tandis que les plus froides sont colorées en rouges. Ce filtre électromagnétique permet donc de rendre visible et compréhensible ce qui se déplace autour d'un trou noir de Kerr.



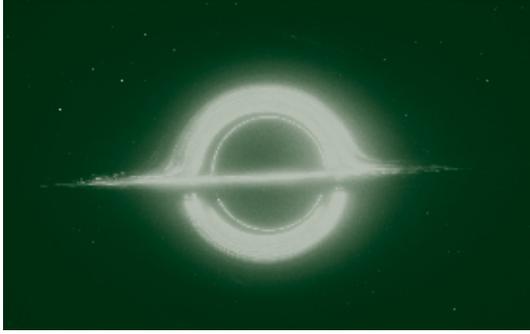
[fig. 17 p. 70-71]

On peut voir une nouvelle preuve de la porosité entre le domaine de la science et celui de l'art dans le fait que ce travail de visualisation a été utilisé pour les effets spéciaux du film *Interstellar* sorti en 2014 et considéré par certains médias comme une « simulation d'une précision sans précédent »²³. Pourtant, dans la deuxième partie de son article *40 years of black hole imaging (2): Colors and movies, 1989-1993*²⁴, Jean-Pierre Luminet remet en question la symétrie du trou noir représenté dans le blockbuster hollywoodien, puisque c'est justement son aspect asymétrique qui définit un trou noir. Au cinéma, les trous noirs n'ont jamais cessé de fasciner. S'apparentant parfois à de simples tourbillons, ou à des vortex plus complexes.

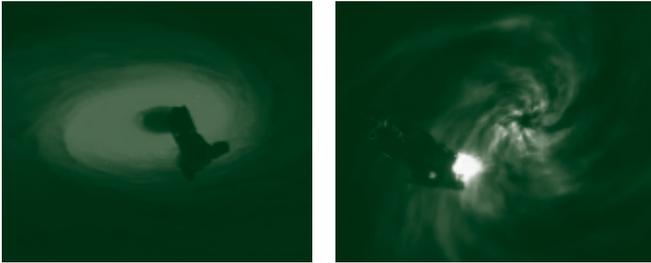
22. Jean-Pierre Luminet, « Image of a Spherical Black Hole with Thin Accretion Disk », *Astron. Astrophys N°75*, 1979, p. 228.

23. A. Rogers, *The Warped Astrophysics of Interstellar*, Wired.com, 2014. En ligne : <https://www.wired.com/2014/10/astrophysics-interstellar-black-hole/> (Consulté le 8 décembre 2020)

24. Jean-Pierre Luminet, *40 years of black hole imaging : early work 1972-1988 [partie 2]*, Futura Sciences, 7 mars 2018. En ligne : <https://blogs.futura-sciences.com/e-luminet/2019/05/23/40-years-of-black-hole-imaging-2-colors-and-movies-1989-1993/> (Consulté le 24 février 2021)



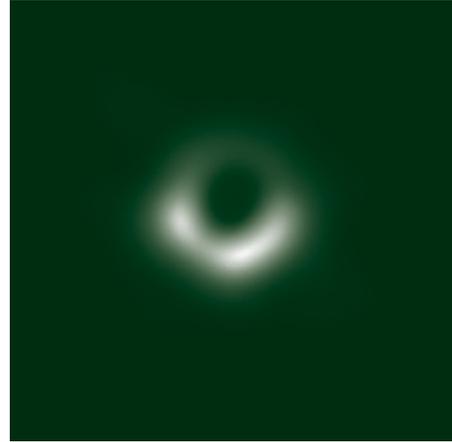
[fig. 18 p. 72-73]



[fig. 19 et 20 p. 74 et 75]

Les représentations de ces phénomènes dans la science-fiction ont très souvent nourri l'imaginaire autour d'eux et tenté de donner forme à cet événement cosmique encore trop mal connu. Il faudra attendre l'année 2019 pour que les scientifiques soient capables de réaliser une la première image en prise directe du trou noir M87*. La différence avec cette image de 2019 est que cette fois-ci, elle a été obtenue grâce à une observation directe ; l'image a été captée à l'aide de l'Event Horizon Telescope, un ensemble de cinq radiotélescopes terrestres dont les images, captées sur une période d'une semaine, ont été superposées afin qu'il en résulte une image complète et détaillée. Cette image de M87* en activité

a donc été réalisé à partir d'un enregistrement direct, bien que le procédé implique ensuite un traitement numérique pour concevoir l'image finale.



[fig. 21 p. 76-77]

Avant cela, beaucoup de simulations ont participé à la recherche sur les trous noirs, et toutes ont permis de rétrécir la distance qui s'étend entre le phénomène tel qu'on l'imagine, et le phénomène tel qu'il existe dans la réalité. Il est d'ailleurs surprenant de voir à quel point les scientifiques avaient réussi à être proches de la réalité. Cependant, il est quand même utile de préciser qu'à l'état naturel, c'est un phénomène qui reste invisible à l'œil nu.

Finalement, ces images ne représentent que le disque gazeux qui tourne autour du trou noir, en utilisant un filtre qui en affiche les ondes électromagnétiques. Il est frappant de constater que dans certains cas, la représentation ne peut être fidèle à la réalité. Pourtant, toutes les simulations faites avant la prise de vue directe de 2019 ont été prises au sérieux, et ont grandement déterminé la façon dont on imagine ce phénomène astrophysique insaisissable.

Conclusion

Le rôle d'une belle image

Lorsque le rôle de l'artiste a été remis en question dans le processus de la création d'image scientifique, beaucoup ont pensé qu'il pouvait être avantageusement remplacé par « l'œil » froid et objectif des appareils toujours plus précis que les ingénieurs étaient capables de produire. Encore aujourd'hui, la représentation visuelle est une étape à part entière de la recherche scientifique. Parfois elle se fait pendant l'étude de terrain, parallèlement à la rédaction de l'article ou de l'essai scientifique ; mais il est aussi possible que cette phase intervienne en toute fin de recherche. Dans ce cas, la conception de l'image scientifique impose un retour en arrière dans le processus de recherche, elle oblige à réitérer la phase d'observation.

Dans son article « Une belle image pour une bonne revue », Quentin Lade étudie l'importance d'une belle image pour une revue de sciences. Alors assistant dans un laboratoire de neurobiologie, ce doctorant en histoire et anthropologie des sciences a suivi selon la méthode de l'observation participante deux neurobiologistes dans leur étude des phénomènes électriques chez l'aplysie, plus communément appelée « limace de mer ». Dans ce texte²⁶, Quentin Lade explique qu'à son arrivée dans le laboratoire, les deux scientifiques avaient terminé d'écrire un article sur des recherches qui avaient déjà été menées sur plusieurs mois. S'ils devaient pourtant « repasser par la paillasse », c'est parce qu'il leur manquait une « belle image » pour accompagner l'article.

Dans le cas de ce laboratoire, l'expérience de terrain est très longue et minutieuse avant de pouvoir espérer en tirer une image convenable. Il s'agit de disséquer la limace de mer pour isoler un ganglion de la taille d'une tête d'épingle. L'étape suivante consiste à « épilucher » le ganglion en retirant la fine couche de peau qui l'enveloppe afin de venir finalement placer des électrodes sur les nerfs. Comme on le devine, toutes ces manipulations sont très difficiles et minutieuses puisqu'elles doivent être réalisées sans altérer la cellule afin qu'elle produise toujours son courant électrique. Si l'opération échoue, il faudra alors changer de spécimen et recommencer les manipulations.

Mais si les observations des mois précédents ainsi que les données statistiques sur lesquelles s'appuie l'article suffisent à prouver la finalité de leurs recherches, pourquoi les deux biologistes dépensent autant d'énergie à produire une belle image ?

Pour répondre à cette question, il est d'abord important de comprendre ce qu'est réellement une belle image. Romuald et Alexis, les deux biologistes dont il est question dans cet écrit sont catégoriques : « il ne s'agit que d'une illustration, qui n'a pas de valeur pour la démonstration elle-même »²⁷. En revanche, elle joue un rôle prépondérant quant à la revue de science qui publiera l'article puisqu'elle devra répondre aux exigences de l'éditeur et des lecteurs.



[fig. 22 p. 78-79]

En plus de permettre de rendre le contenu de l'article compréhensible au premier coup d'œil, l'image scientifique vient notamment confirmer les statistiques établies lors de l'étude de terrain. En d'autres termes, les données statistiques donnent un ordre d'idée des événements qui sont susceptibles de se produire lors de l'expérience. Enfin, l'image donne un exemple représentatif d'une expérience singulière. Mais les deux biologistes insistent sur le fait que l'image ne peut pas être considérée comme une preuve en elle-même.

C'est d'autant plus vrai qu'aujourd'hui, de très nombreux stratagèmes sont utilisés pour révéler l'invisible, ou plutôt l'imperceptible, et que les images produites sont issues de technologies avancées fondées sur des phénomènes tels que les ondes, les courants électriques, les réactions chimiques ou moléculaires, phénomènes dont il les résultats peuvent toujours comporter une marge d'erreur ou d'approximation. Le plus souvent, les images témoignent d'artefacts. Dans le cas de l'étude commentée par Quentin Lade, il était possible que les microélectrodes branchés sur le ganglion génèrent leur propre réaction électrique ; elles pourraient bien être la seule source des données captées par l'appareil. Si ces artefacts étaient récurrents, il aurait été possible d'en déduire que le phénomène observé n'avait rien de naturel : il était provoqué par les électrodes, c'est-à-dire par l'expérience elle-même.

C'est bien là que l'œil du scientifique intervient, puisqu'une bonne connaissance des outils de visualisation est nécessaire pour décortiquer les images, les schémas et les données produites lors d'une expérience. C'est d'ailleurs ce que Daston et Galison appellent le « jugement exercé »²⁸. Toute la difficulté de la production d'une image scientifique est donc de réussir à trouver l'équilibre entre la variabilité des phénomènes observés par les statistiques, et la singularité des images produites lors d'expériences de terrain. Cette pratique complexe n'est pas nouvelle : Nous avons vu qu'Arthur Worthington y a déjà été confronté en étudiant la mécanique des fluides²⁹.

26. Quentin Lade, « Une belle image pour une bonne revue. Une ethnographie des représentations visuelles en sciences expérimentales », *Revue Genèses* n°103, 2016.
En ligne : <https://www.cairn.info/>

[revue-geneses-2016-2-page-117.htm?](https://www.cairn.info/revue-geneses-2016-2-page-117.htm?)
(Consulté le 21 février 2021).

27. *Ibid.*

28. Lorraine Daston et Peter Galison, *op.cit.*, Chap. VI, p. 357.

29. Arthur Worthington, *op.cit.*

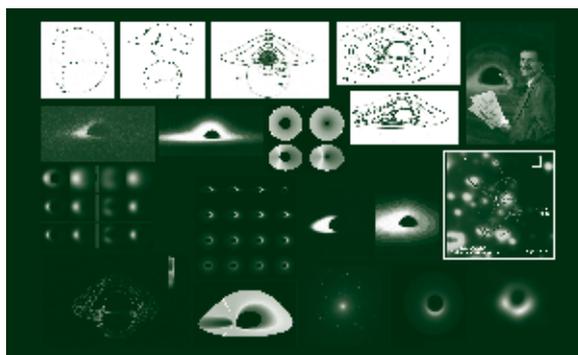
La notion d'hyperimage

À partir du XX^e siècle, les images ne suffisent plus à prouver. La mutation du statut des images dans les sciences a tout d'abord été motivée par la recherche de l'objectivité qui préoccupe les scientifiques. Elle a ensuite été renforcée par une série d'avancées technologiques qui ont conduit à une très large diffusion des outils de captation visuelle. Si l'on ajoute à cela les outils mis à disposition pour truquer, modifier ou créer des images de toute pièce, il est compréhensible qu'une image ne puisse plus servir de preuve : nous l'avons vu précédemment, mêmes les scientifiques ne sont pas convaincus qu'une image puisse résumer ou prouver quoi que ce soit. En revanche, les scientifiques et les artistes continuent de croiser les statistiques avec les représentations visuelles. Ils opèrent ensemble, d'un commun accord, et œuvrent à rendre visible un monde qui, sans eux, nous échapperait encore.

« Les poètes ont créé une lune métaphorique, et les savants une lune algébrique. La lune réelle est entre les deux... »³⁰ : cette citation de Victor Hugo suggère toute l'importance que prend la création d'image de nos jours, et ce, dans n'importe quelle discipline. Aujourd'hui, toutes ces représentations coexistent les unes avec les autres. Même si certaines images ont plus de légitimité à prétendre représenter au mieux le sujet qu'elles exposent, chaque individu est en capacité de photographier, imager et diffuser au monde ce qu'il a produit. Dans son essai *More Than One Picture*, Felix Thürlemann définit la notion d'hyperimage. Pour lui, l'hyperimage désigne le fait qu'un regroupement d'images, tableaux, dessins, photographies et sculptures, forment un tout : une « unité englobante »³¹. À l'instar de l'hypertexte, l'hyperimage suppose qu'avec la mise en réseau, les images s'entrecroisent, se complètent et se répondent pour former un flux iconographique presque infini. Ce phénomène est aujourd'hui plus que jamais au centre de l'intelligence collective, si bien qu'il existe, inconsciemment sans doute, une sorte de réciprocité entre toutes ces images en circulation, et ce indépendamment de l'intention de leurs auteurs respectifs. En confectionnant des images en tous genres pour comprendre, représenter et diffuser un fragment du monde, les scientifiques et les artistes, tout

comme n'importe quel autre individu, participent ainsi à une entreprise collective à l'échelle mondiale, qui tente de rendre visible ce qui régit notre monde. Chacune de ces représentations fonctionne indépendamment, mais il est aussi possible de les confronter les unes aux autres pour qu'elles se complètent et se questionnent, peu importe si elles sont de nature différente.

Pour reprendre l'exemple de l'étude sur les trous noirs, il aura fallu quarante années pour réussir à en capturer un en prise directe. Avant cela, les scientifiques étaient en capacité d'en simuler un par ordinateur en se basant sur le peu d'informations qu'ils détenaient. Mais en quarante ans, l'imagerie des trous noirs n'a pas cessé d'évoluer et de se préciser pour finalement être relativement proche de la réalité. Les images réalisées sont même plus impressionnantes et bien plus parlantes pour le grand public, que celle publiée en 2019.



[fig. 23 p. 80-81]

En revanche, aucune de ces images ne suffira à résumer un phénomène aussi complexe. C'est cet ensemble de visualisations qui aide à comprendre et à saisir l'idée qu'il y a, quelque part dans le vaste infini, quelque chose d'invisible et de redoutable qui distord l'espace et avale tout ce qui entre dans son orbite.

30. Victor Hugo, « Promontorium Somnii », in *Proses philosophique des années 1860-1865*, Posthume. En ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/Proses_philosophiques/Promontorium_somnii (Consulté le 24 février 2021)

31. Felix Thürlemann, *More Than One Picture : An Art History of the Hyperimage*, Los Angeles, Getty Research Institute, 2019.

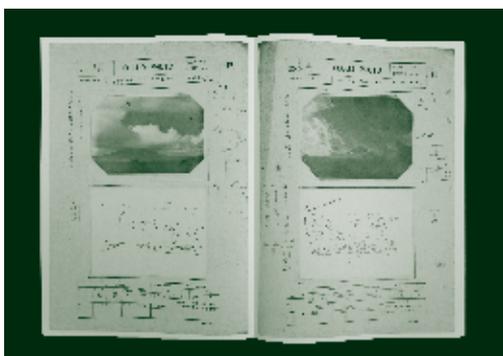
Une inversion des enjeux

Il reste intéressant de constater une inversion entre les différentes pratiques. Alors que les artistes académiques étaient formés à dessiner la nature et sa beauté, le domaine des sciences était *a contrario* constitué de philosophes et d'hommes de pensée qui imaginaient, rêvaient et dessinaient le monde d'après leurs calculs et leurs hypothèses.

Au fil du temps, chaque discipline a fini par imprégner l'autre et il serait presque possible de distinguer une inversion des pratiques. Le XVI^e siècle marque le début de la grande période que l'on appelle la Renaissance. Cette période, qui donne une impulsion nouvelle à certains domaines tels que les arts, les sciences, la littérature et bien d'autres est une période fertile qui favorise l'échange entre les disciplines. De plus, le développement de l'imprimerie invite à la diffusion des connaissances et donc à la vulgarisation scientifique. Se trouvant alors dans la nécessité de produire des images, les arts et les sciences se sont rencontrées pour faire exister une toute nouvelle pratique bien définie : l'illustration naturaliste³². Si l'on peut résumer, alors que les arts étaient un métier de savoir-faire et de représentation du réel, les sciences, elles, étaient davantage un métier lié à l'intellect, motivé par le fantasme et la rêverie.

Aujourd'hui les arts semblent davantage se rapprocher du domaine de la philosophie, de la rêverie, ou de l'absurde. La production artistique s'appuie le plus souvent sur des pensées, déplaçant l'enjeu vers quelque chose de plus conceptuel qu'esthétique. Au début du siècle dernier, Rodin écrivait déjà : « L'art, c'est la plus sublime mission de l'homme, puisque c'est l'exercice de la pensée qui cherche à comprendre le monde et à le faire comprendre. »³³.

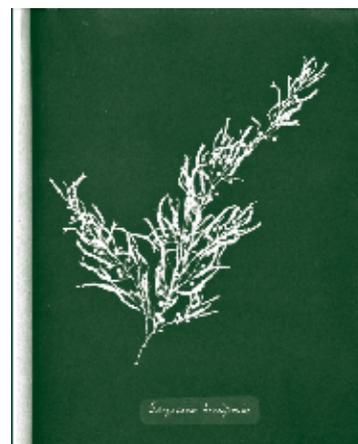
À l'inverse, les sciences sont devenues une discipline technique de précision qui tente de matérialiser les phénomènes invisibles qui régissent l'univers, dont les représentations graphiques et les schémas techniques est a priori incompatible avec toute recherche esthétique. La recherche de l'objectivité dans les représentations a fait dériver les sciences vers une autre façon de faire, davantage axée sur la représentation du réel.



[fig. 24 p. 82-85]

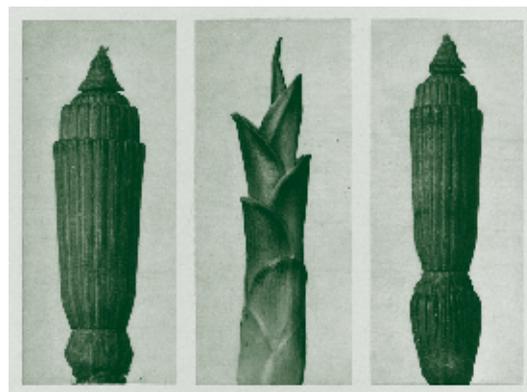
Toujours est-il qu'au croisement de ces disciplines se révèlent certains artistes ou scientifiques qui brouillent les pistes tant par leurs productions d'images que par leurs

travaux de recherches. Robert Hooke, Arthur Worthington, ou encore Isaac Roberts, Masanao Abe, Anne Atkins, sont tout autant d'individus que l'on ne saurait qualifier de chercheurs ou d'artistes. Tous, en tout cas, ont su marquer leur époque par leurs découvertes et leur intelligence, mais aussi et surtout, par la beauté avec laquelle ils ont partagé leur vision de l'univers.



[fig. 25 p. 86-87]

Mais la notion de beauté dont il est question s'est exprimée au travers de différents prismes au fil de l'histoire : Nombreux ont été les savants qui, comme John Nettis, ont montré par leurs analyses l'harmonie de la nature ainsi que la structure régulière et mathématique du réel. Lorsque le photographe Karl Blossfeldt étudie la structure des végétaux par exemple, son travail illustre parfaitement cette fascination qu'avaient certains chercheurs pour l'esthétique du réel. Ici, la notion de beauté est rattachée à la perfection de la nature.



[fig. 26 p. 88-89]

Seulement, à partir du XIX^e siècle et du Romantisme, l'idée d'équilibre, d'harmonie, ne représente qu'une partie de ce que vise l'art : les artistes aiment aussi la représentation du désordre, du déséquilibre, de ce qui donne une forme de vertige, voire d'angoisse. On appelle cet effet le Sublime. La réflexion sur cet effet esthétique, différent et

32. Valérie Chansigaud, *Histoire de l'illustration naturaliste. Des gravures de la Renaissance aux films d'aujourd'hui*, Paris, Coll. « Les Références »,

Delachaux et Niestlé, 2009.
33. Auguste Rodin, *L'art. Entretiens réunis par Paul Gsell*, Paris, Grasset, 1911.

complémentaire du Beau, s'était développée depuis la fin du XVII^e siècle ; elle avait été notamment stimulée par la fascination des voyageurs anglais entreprenant un « Grand Tour » en Europe pour certains paysages rendant sensible l'immensité et la puissance de la nature, et cherchant à rendre compte de leurs émotions et de leurs sensations. En 1699, Joseph Addison traverse les Alpes et écrit que ceux-ci « remplissent l'esprit d'un plaisant sentiment d'horreur »³⁴. En écrivant sur la nature, Addison utilisait très souvent des termes qui peuvent être compris comme des superlatifs : « sans bornes », « sans limites », « vaste »³⁵...

Presque un siècle plus tard, en 1790, dans sa *Critique de la faculté de juger*, le philosophe Emmanuel Kant développait une complexe « analytique du Sublime » ; deux ans plus tôt, dans la conclusion de la *Critique de la raison pratique*³⁶, il mettait déjà en parallèle les deux choses, qui, selon lui, font naître dans l'esprit le sentiment du Sublime : « le ciel étoilé au dessus de moi et la loi morale en moi. »³⁷.

Il est donc concevable que la vision de l'espace infini au milieu duquel nous sommes perdus est aussi un moyen de se confronter au Sublime. C'est sans doute ce que les savants ont pu ressentir lorsque Robert Hooke publie les gravures de *Micrographia*, qu'Isaac Roberts photographie les premières

galaxies, ou que l'ESA dévoile la première photo du trou noir M87* puisque les représentations des galaxies, de l'univers, et de ces phénomènes vertigineux que sont les trous noirs induisent ce genre de sentiment.

Il est évident que lorsque nous nous intéressons au monde qui nous entoure, nous ne cherchons pas seulement à augmenter la connaissance que nous en avons : nous recherchons aussi une émotion d'une certaine nature. Qu'il s'agisse d'en mesurer l'harmonie cachée, la variété inépuisable, les aspects invisibles, ou la profondeur vertigineuse, la traduction visuelle d'un savoir scientifique produit donc inévitablement un effet de nature esthétique. Vouloir séparer en catégories distinctes ce qui, dans ces représentations, relève de l'art ou de la science est donc vain : leur analyse appelle plutôt à comprendre de quelle manière, différente à chaque fois, art et science se combinent dans la production ou la réception de telles images.

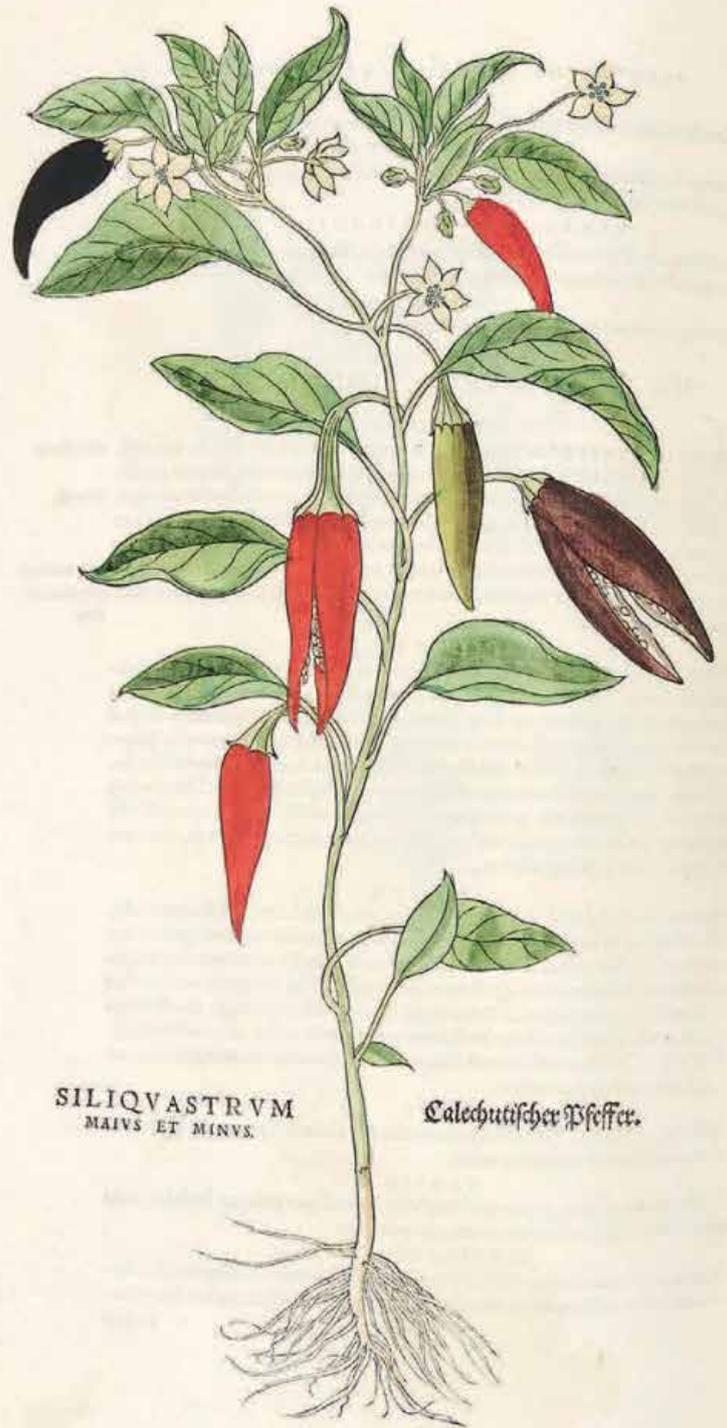
34. Joseph Addison, *Remarks on Several Parts of Italy etc. in the years 1701, 1702, 1703*, édition de 1773 édition, imprimée pour T. Walker. Chapitre sur « Geneva and the Lake », p. 261.

35. Marjorie Hope Nicolson, « Sublime in External Nature », *Dictionary of the History of Ideas*, New-York, 1974.

36. Emmanuel Kant, *Critique de la raison pratique*, Paris, Coll. « Historique des grands philosophes », F. Alcan, 1888. En ligne : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5500006p/f1.item> (Consulté le 21 février 2021)

37. *Ibid.*, p. 291.

Iconographie



SILIQVASTRUM
MAIVS ET MINVS.

Calcutischer Pfeffer.

[fig.1] Double pages illustrants les piments. Dessins d'Albrecht Meyer, reproduits sur bois par Henrich Füllmaurer, gravés et imprimés par Vitus Rudolph Speckle, *De Historia Stirpium*, Bâle, 1542.

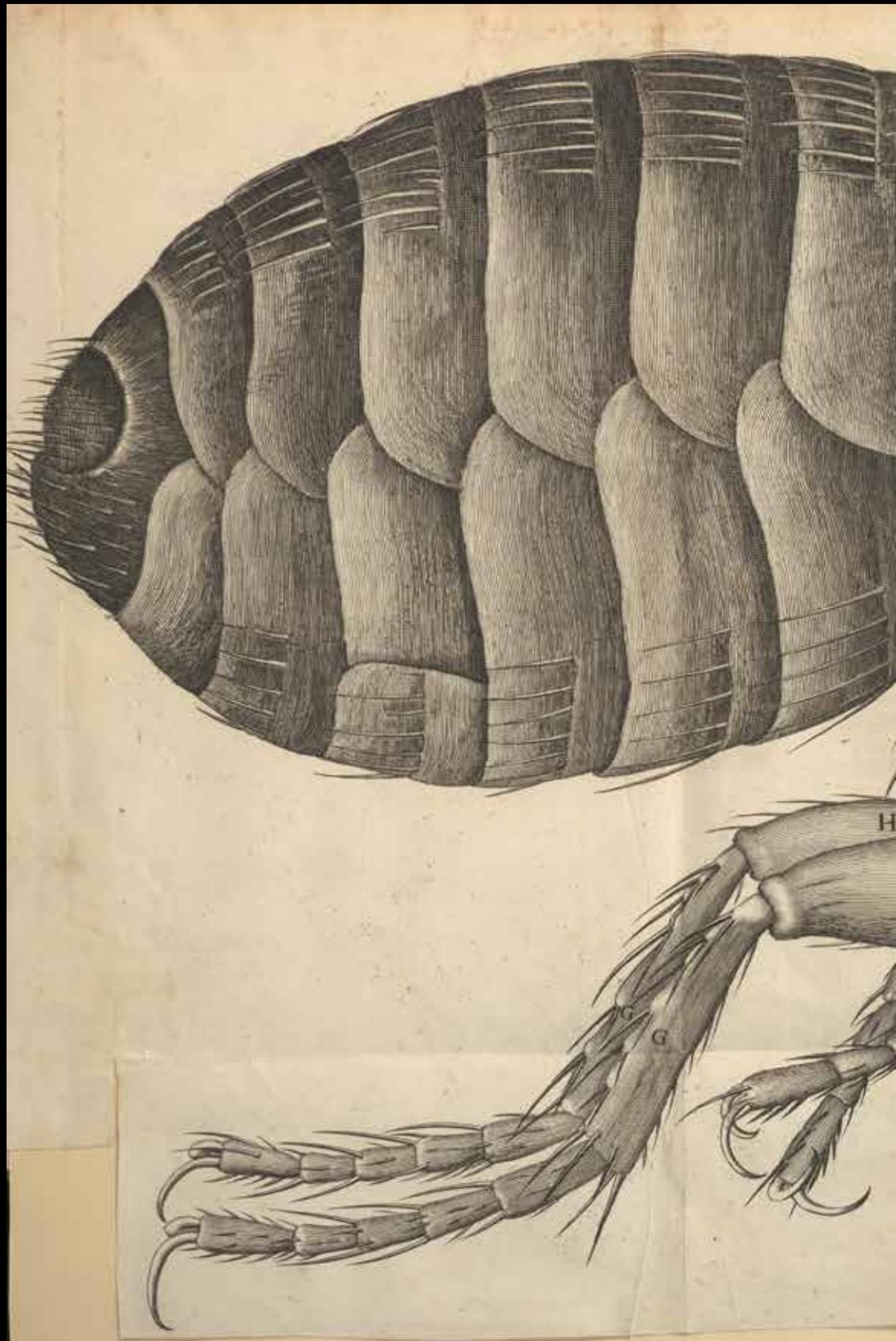


733

99

SILIQVASTRUM
TERTIVM

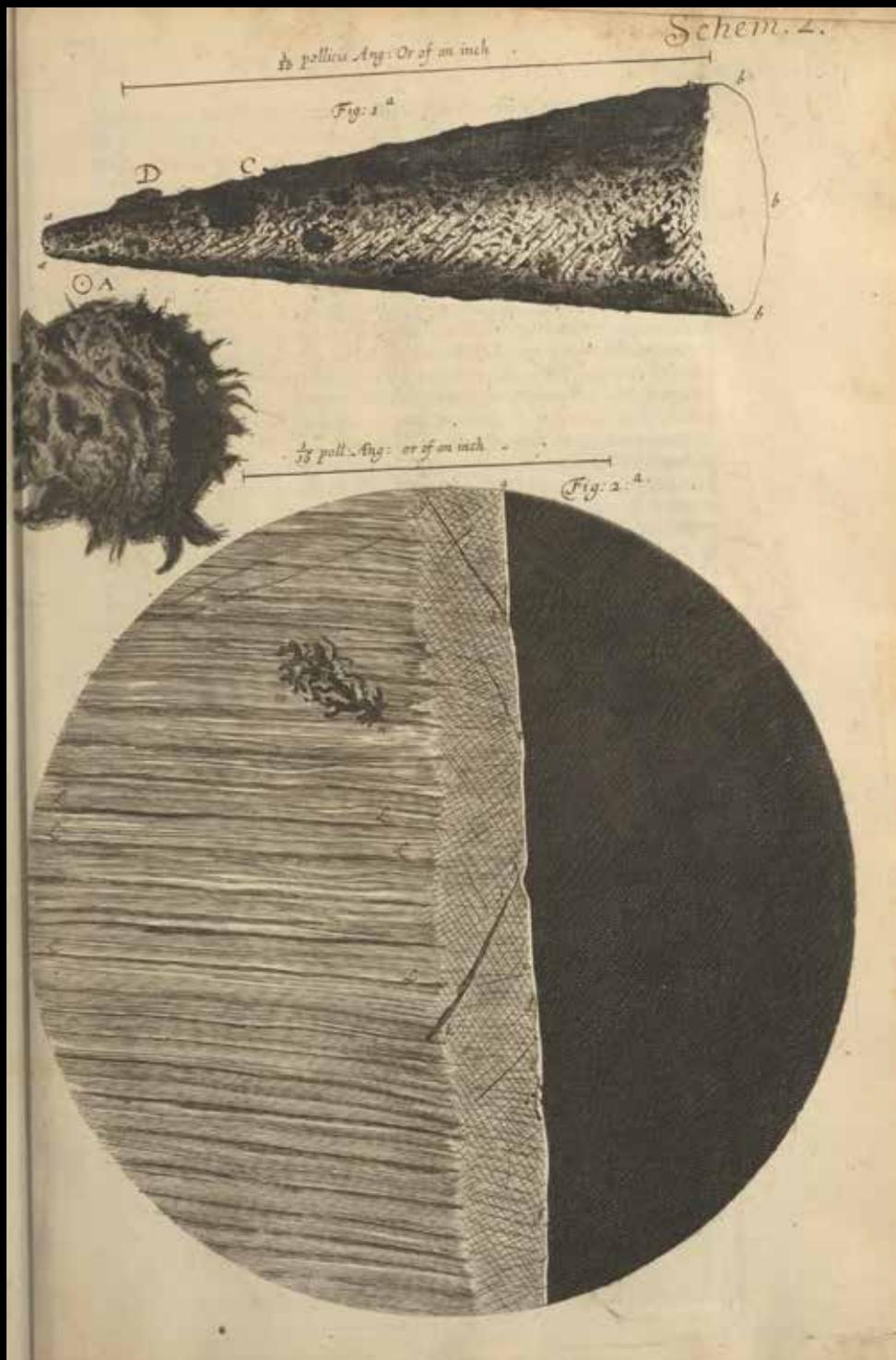
Langer Indianischer Pfeffer.



[fig.2] Planche représentant une puce. Dessin de Robert Hooke, *Micrographia*, Londres, 1665.

Schem XXXIV

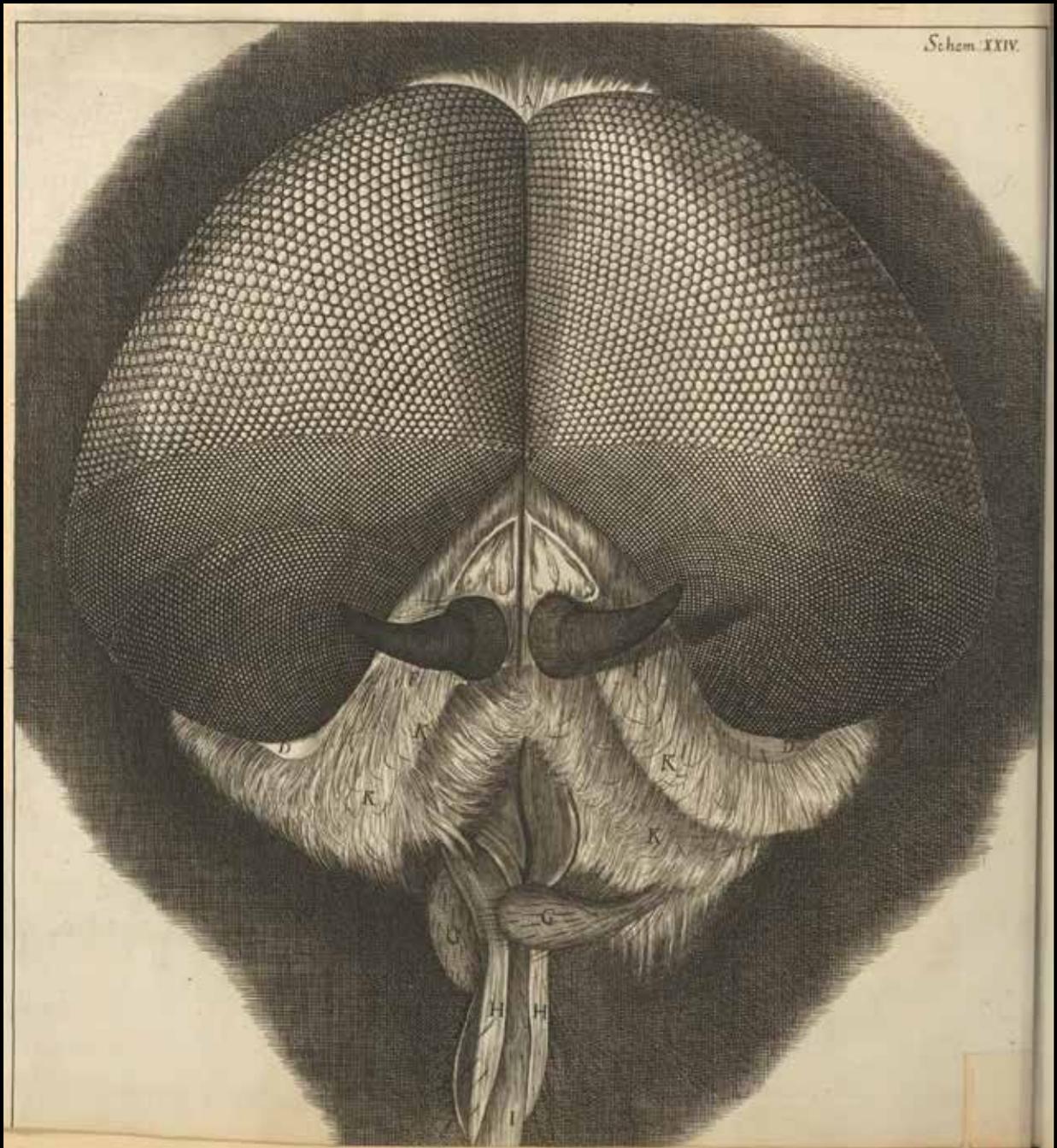




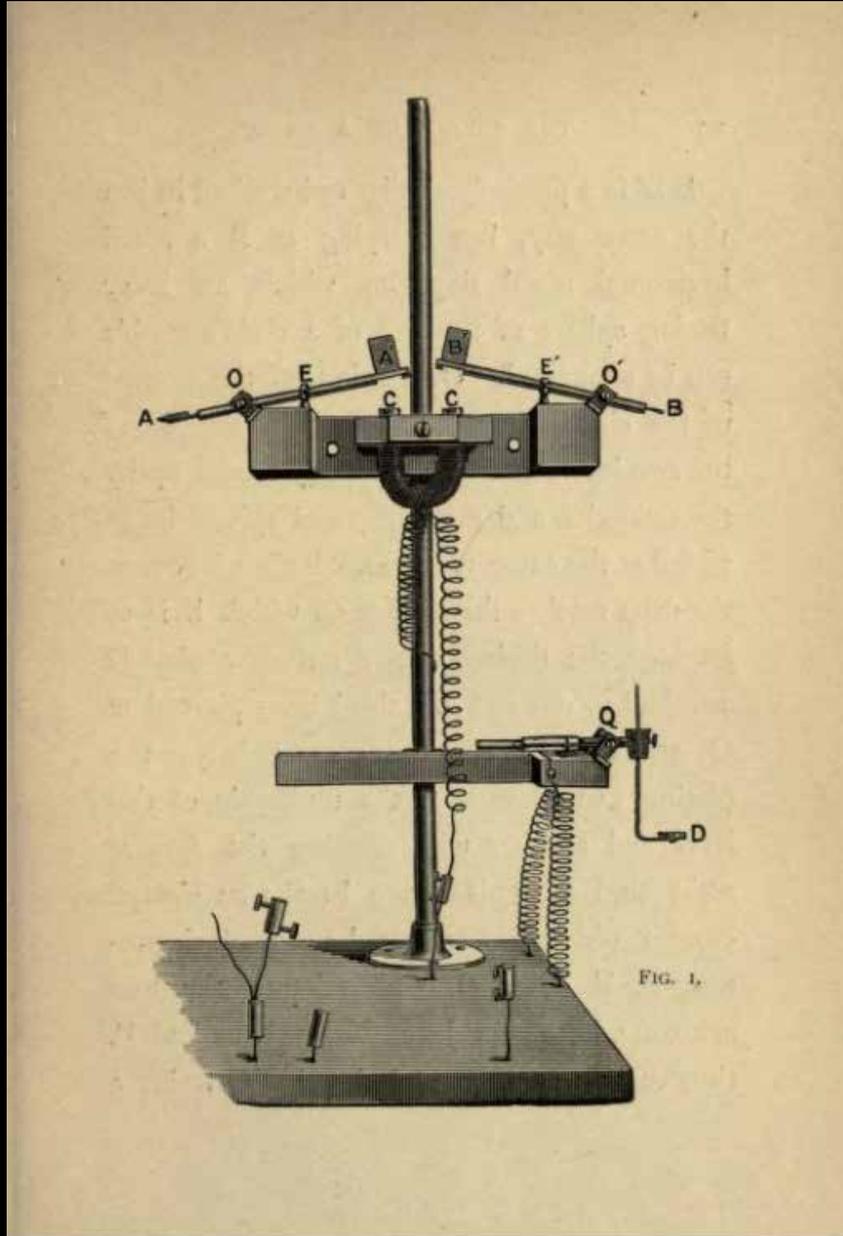
[fig.3] Vue détaillée de la pointe d'une aiguille et grossissement d'une lame de rasoir. Gravure réalisée d'après un dessin d'Arthur Worthington.



[fig.4] Profil d'une mouche et détail sur son aile. Gravure réalisée d'après un dessin d'Arthur Worthington.



[fig.5] Gravure représentant la tête d'une mouche vue de face d'après un dessin d'Arthur Worthington.

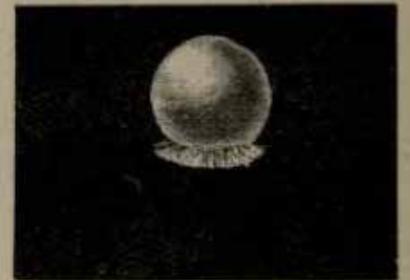


[fig.6] Schéma du système de goutte à goutte construit par Arthur Worthington tel qu'il est représenté dans *The Splash of a Drop*.

FIRST SERIES.



1



2



3



4



5



6

[fig.7] Doubles pages extraites de *The splash of a Drop*, 1895. Ici, la forme de la goutte et sa corolle sont interprétées par l'œil et dessinées par la main d'Arthur Worthington.

FIRST SERIES--(continued.)



7



8



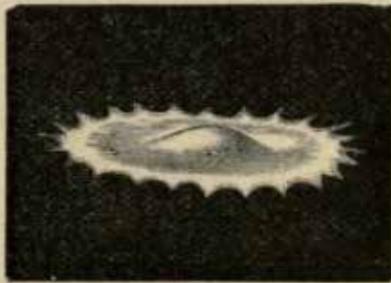
9



10



11

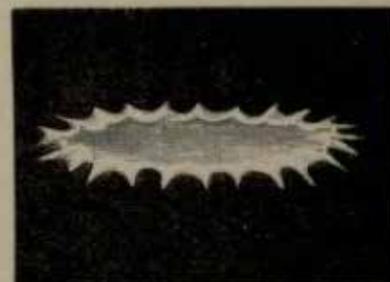


12

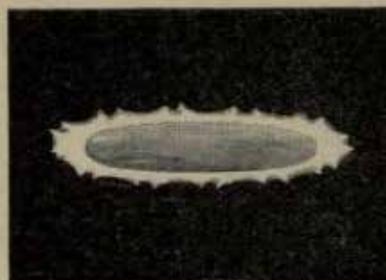
FIRST SERIES—(continued.)



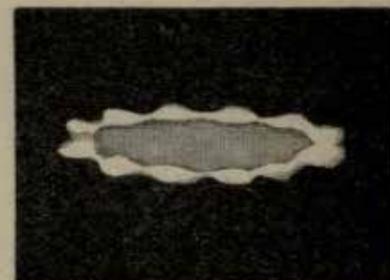
13



14



15



16



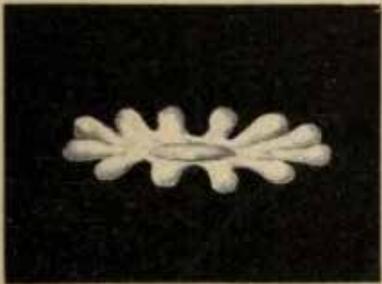
17



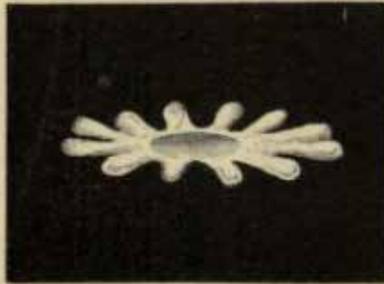
18

[fig.7] Doubles pages extraites de *The splash of a Drop*, 1895.
Ici, la forme de la goutte et sa corolle sont interprétées par
l'œil et dessinées par la main d'Arthur Worthington.

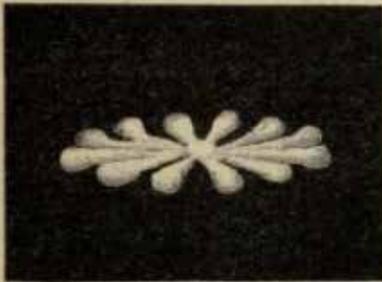
FIRST SERIES—(continued.)



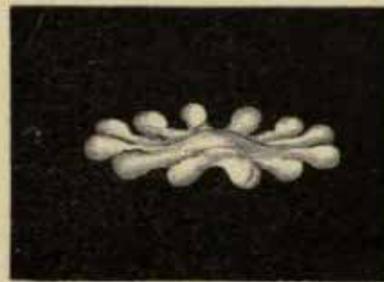
19



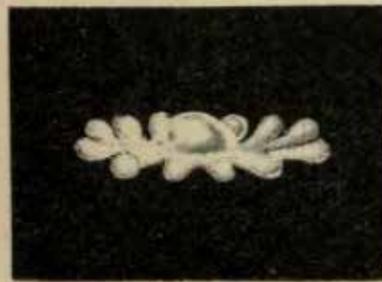
20



21



22



23



24

FIRST SERIES—(continued.)



25



26



27



28



29



30

[fig.7] Doubles pages extraites de *The splash of a Drop*, 1895. Ici, la forme de la goutte et sa corolle sont interprétées par l'œil et dessinées par la main d'Arthur Worthington.

the lobes, the liquid then being driven into and feeding the arms, which follow more slowly. In Fig. 21 the end of this stage is reached, and now the arms continuing to come in, the liquid rises in the centre; this is, in fact, the beginning of the rebound of the drop from the plate. In the case before us the drops at the ends of the arms now break off (Fig. 25), while the central mass rises in a column which just fails itself to break up into drops, and falls back into the middle of the circle of satellites which, it will be understood, may in some cases again be surrounded by a second circle of the still smaller and more numerous droplets that split off the ends of the rays in Fig. 9. The whole of the 30 stages described are accomplished in about $\frac{1}{10}$ second, so that the average interval between them is about $\frac{1}{300}$ second.

It should be mentioned that it is only in

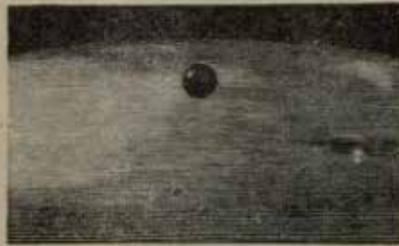
70

SERIES XIV.

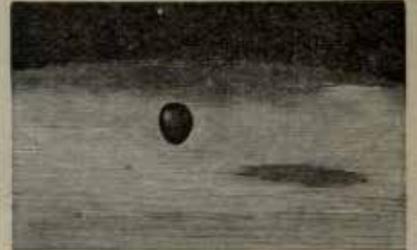
Engravings of Instantaneous Photographs of the Splash of a Drop of Water falling 40 cm. into Milk.

Scale about $\frac{1}{10}$ of actual size.

1



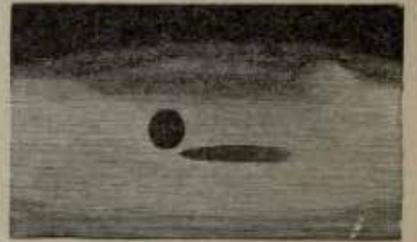
2



3



4



$\tau = 0$ sec.

5



6



$\tau = 0.0056$ sec.

[fig.8] Doubles pages extraites de *The splash of a Drop*, 1895. Ici, la forme de la goutte et sa corolle sont photographiées avant d'être gravées pour l'impression.

SERIES XIV.—(continued.)

7

 $\tau = '0163 \text{ sec.}$

8



9

 $\tau = '0182 \text{ sec.}$

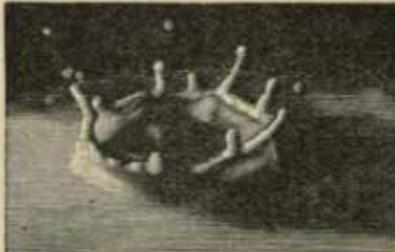
10

 $\tau = '0197 \text{ sec.}$

11

 $\tau = '0262 \text{ sec.}$

12

 $\tau = '0391 \text{ sec.}$

SERIES XIV.—(continued.)

13

 $\tau = '0514 \text{ sec.}$

14

 $\tau = '0601 \text{ sec.}$

15



16

 $\tau = '080 \text{ sec.}$

17



18

 $\tau = '101 \text{ sec.}$

[fig.8] Doubles pages extraites de *The splash of a Drop*, 1895. Ici, la forme de la goutte et sa corolle sont photographiées avant d'être gravées pour l'impression.

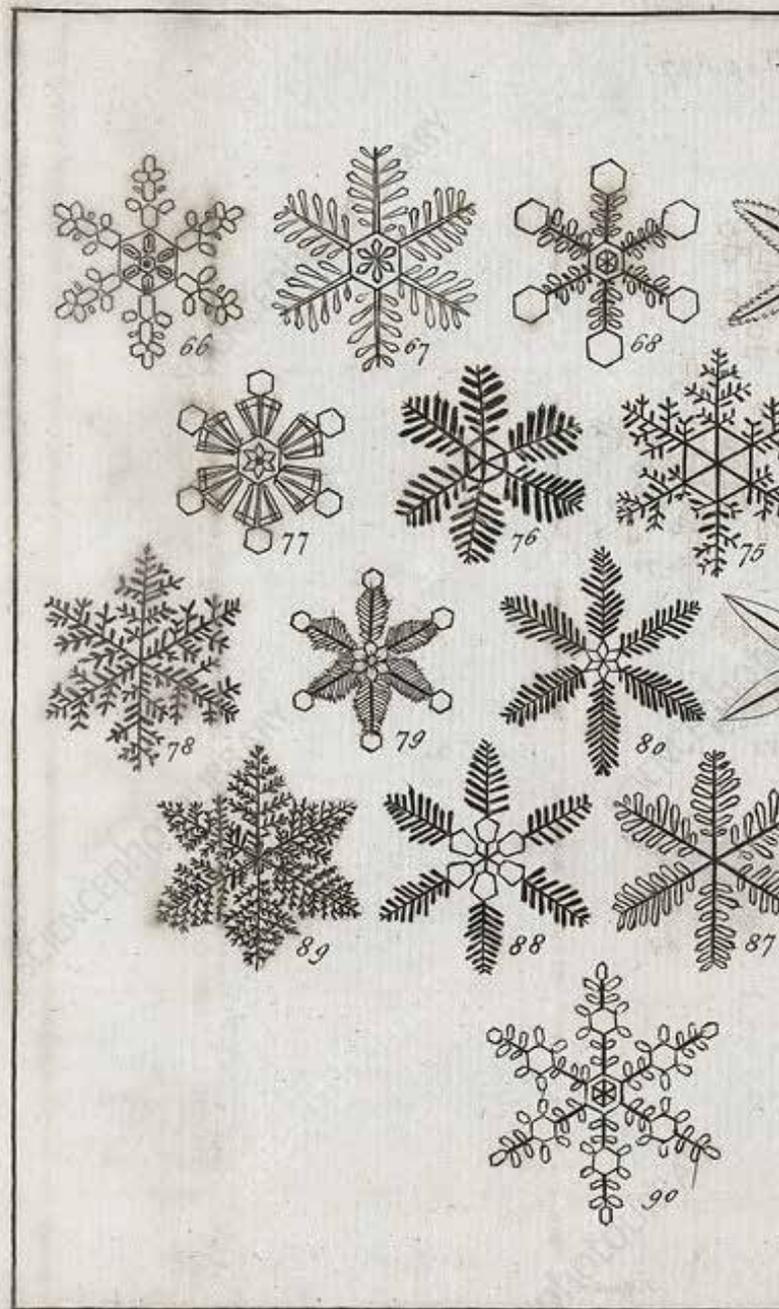
new points that the photographs have so far revealed.¹

With respect to these photographs,² the credit of which I hope you will attribute firstly to the inventors of the sensitive plates, and secondly to the skill and experience of Mr. Cole, I desire to add that they are, as far as we know, the first really detailed objective views that have been obtained with anything approaching so short an exposure.

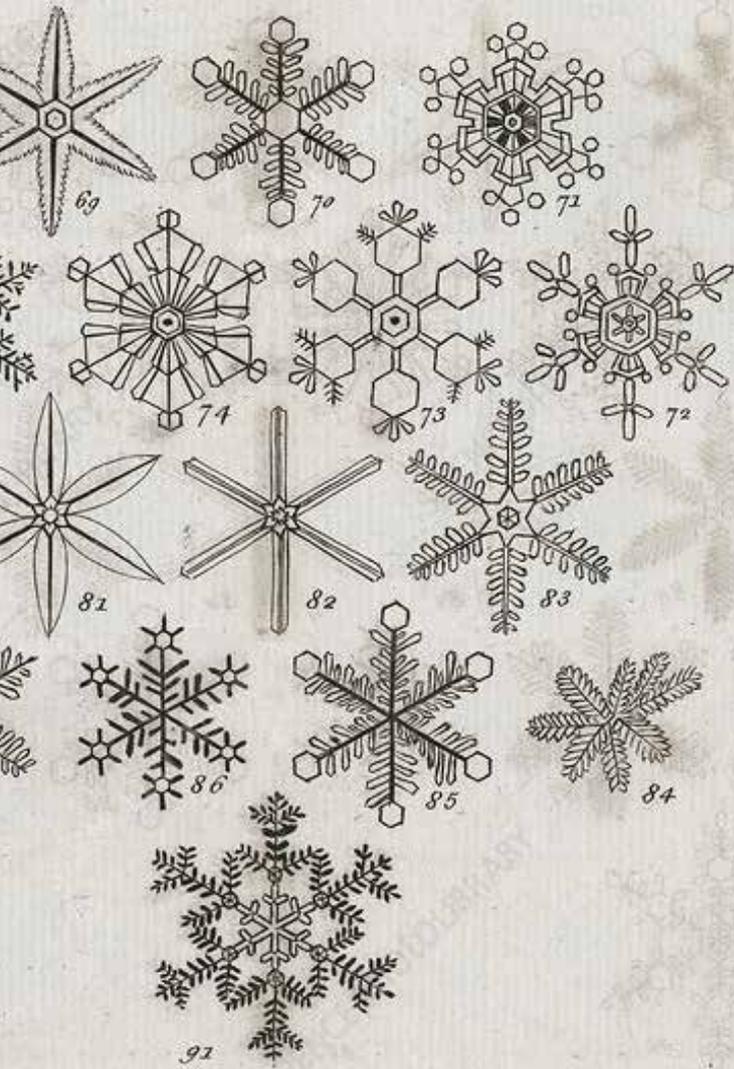
Even Mr. Boys' wonderful photographs of flying bullets were after all but shadow-

¹ The black streaks, seen especially in Figs. 11, 15, and 16, are due to particles of lamp-black carried down by the drop from the surface of the smoked watch-glass on which it rested.

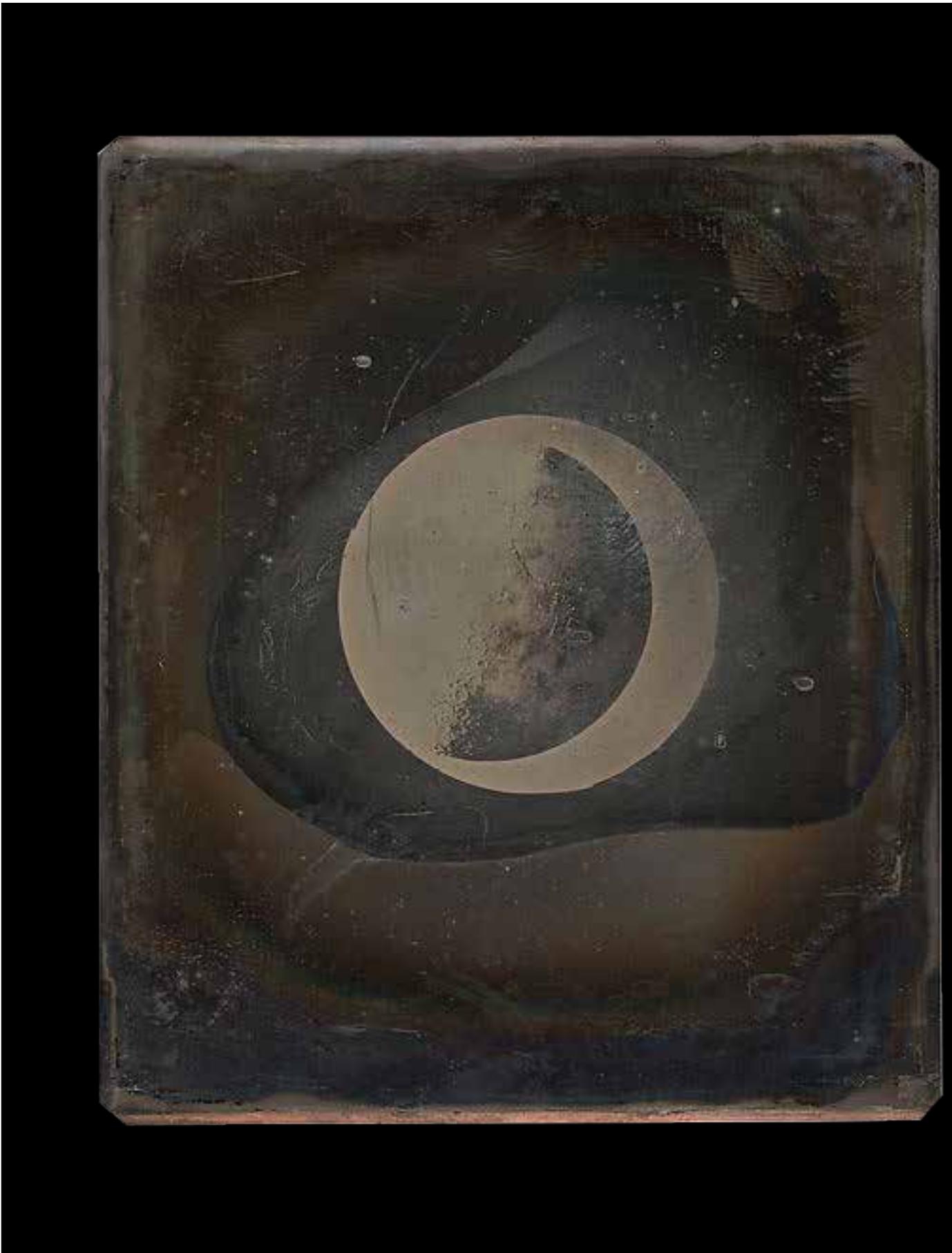
² Three of these photographs, viz. Nos. 11, 12, and 17, are reproduced full size, as a frontispiece, by a *photographic* process, to enable the reader to form a more correct idea than can be gathered from the engravings, of the amount of detail actually obtained, though even in these reproductions much is inevitably lost.



[fig.9] Planche de cristaux de neige schématisés par John NETTIS, Philosophical Transaction Vol. 49, 1755-1756. Le 57^e et le 84^e ne sont pas symétriques.



J. Mynde sc.



[fig.10] Face recto du daguerréotype de J. W. Draper, 1840.
[fig.11] Première photographie de la lune prise par Henry Draper, 1863.



Phot. by Dr. H. Draper
Sept. 1868

PHOTOGRAPH OF THE MOON.
Taken by
PROF. HERSCHEL DRAPER, M.D.
with a telescope of his own design, at the observatory of Cambridge, Mass., Sept. 1868.

NEBULA M. 33 TRIANGULI.



NEBULA M. 31 ANDROMEDA.



[fig.12] Photographies de nébuleuses et de galaxies par Isaac Roberts dans *A selection of photographs of stars, star-clusters and nebulae*, London, Universal Press, 1893-1899.

PLATE X.

Spiral Nebula M. 31 Andromedæ.

R.A. 0h. 37m. 17s. Dec. N. 40° 43'4.

The photograph covers the region between R.A. 0h. 34m. 0s. and R.A. 0h. 40m. 41s.
Declination between 39° 47'2 and 41° 37'2 North.

Scale—1 millimètre to 40 seconds of arc.

Co-ordinates of the Fiducial stars marked with dots for the epoch A.D. 1900.

Star (.)	D.M. No. 158—Zone +39°	...	R.A. 0h. 36m. 35.5s.	...	Dec. N. 40° 5'5	...	Mag. 7.0
" (-)	" " 154	" 40°	" 0h. 39m. 21.6s.	" "	40° 45'7	" "	9.0
" (·)	" " 158	" 40°	" 0h. 40m. 33.6s.	" "	40° 15'6	" "	7.5

The photograph was taken with the 20-inch reflector on October 17th, 1895, between sidereal time 23h. 19m. and 0h. 49m., with an exposure of the plate during ninety minutes.

REFERENCES.

N.G.C. 221, 224. G.C. 116, 117. A 50, 51. M 32, 31.

I.R. Photos., p. 31, where further references are given.

The photograph is one of a series taken between October 10th, 1887, and October 17th, 1895, and, although the plate was exposed during only ninety minutes, the nebulosity and the stars are depicted as densely and clearly as they are on other plates which were exposed during four hours; this may be due partly to the exceptional clearness of the atmosphere on the night when it was taken; similar unexpected results are of frequent occurrence in the practice of stellar photography.

That the nebula is a left-hand spiral, and not annular as I at first suspected, cannot now be questioned; for the convolutions can be traced up to the nucleus which resembles a small bright star at the centre of the dense surrounding nebulosity; but notwithstanding its density the divisions between the convolutions are plainly visible on negatives which have had a proper degree of exposure.

If we could view the nebula from a point perpendicular to its plane it would appear like some of the other spiral nebulae which are depicted on plates 11 to 15 following, and its diameter would subtend an angle of about two and one-third degrees; but as we can

NEBULA M. 1 TAURI.



NEBULA M. 42 ORIONIS.



[fig.12] Photographies de nébuleuses et de galaxies par Isaac Roberts dans *A selection of photographs of stars, star-clusters and nebulae*, London, Universal Press, 1893-1899.

PLATE XXVI.

The Great Nebula M. 42 Orionis.

R.A. 5h. 30m. 22s. Dec. S. 5° 27'5.

The photograph covers the region between R.A. 5h. 28m. 0s. and 5h. 32m. 1s. Declination between 4° 36'8 and 5° 59'3 South.

Scale—1 millimètre to 30 seconds of arc.

Co-ordinates of the Fiducial stars marked with dots for the epoch A.D. 1900.

Star (.)	D.M. No. 1289—Zone—5°	...	R.A. 5h. 28m. 12.6s.	...	Dec. S. 5° 24'6	...	Mag. 8.5		
" (..)	" " 1167	"	4°	"	5h. 29m. 27.3s.	"	4° 52'9	"	7.5
" (∴)	" " 1334	"	5°	"	5h. 31m. 20.7s.	"	5° 42'5	"	7.8

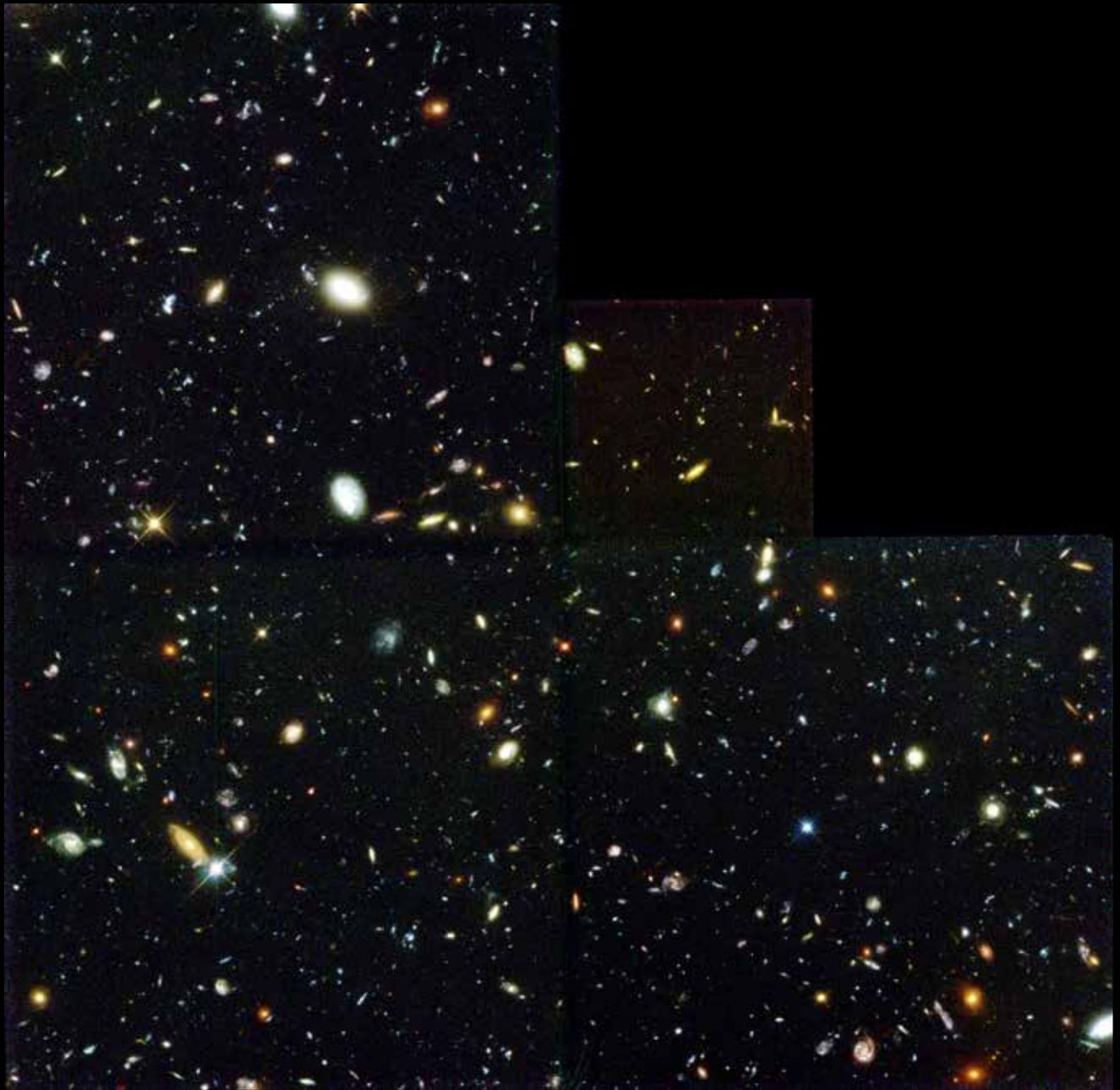
The photograph was taken with the 20-inch reflector on January 15th, 1896, between sidereal time 4h. 12m. and 5h. 42m., with an exposure of the plate during ninety minutes.

REFERENCES.

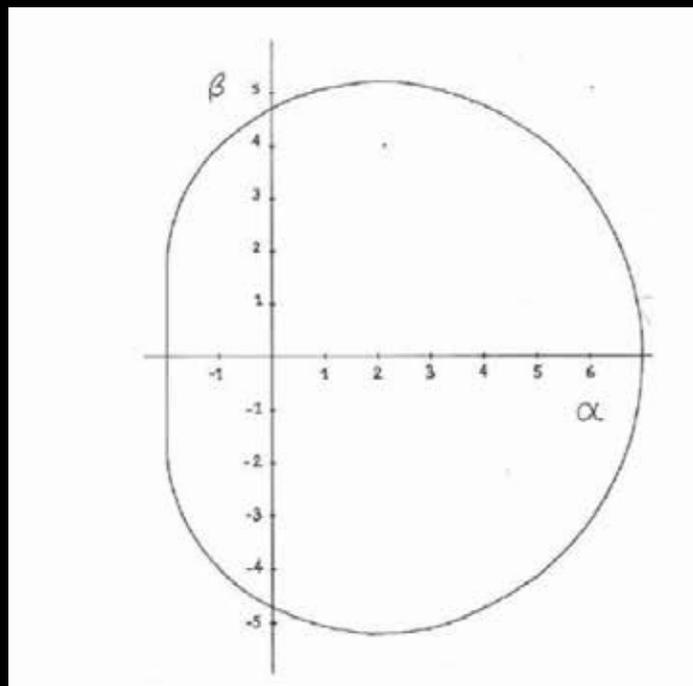
N.G.C. 1976. G.C. 1179. *h* 360.

Three photographs of this nebula with respective exposures of 15 minutes, 81 minutes, and 205 minutes were published, together with descriptive matter concerning them, in *I.R. Photos.*, pls. 15, 16, and 17. The one No. 3 was taken with the 20-inch reflector on February 4th, 1889, with an exposure of 205m. Another photograph with an exposure of 7h. 35m. was taken between the 3rd and 8th February, 1894, and was published in *Knowledge* on the 1st April, 1897.

The photograph now reproduced is presented for comparison with those referred to above, and also as a practical illustration of the unreliability of any judgment that may be founded upon time intervals only in reference to photographic results. The illustration is only one of many others similar in character which I have met with. For example, the photograph annexed was taken with an exposure of only ninety minutes, yet it shows all the faint stars and nearly all the nebulosity seen on other plates that have been exposed to the same area of the sky during various intervals of time between three hours and seven



[fig.13] Champs Profond de Hubble, 1995. Cette photo est un montage réalisé à partir de 342 prises de vues prises par le télescope Hubble, en orbite autour de la Terre. Le coin noir en haut à droite est dû aux images manquantes.



[fig.14] Forme apparente d'un trou noir de Kerr extrême vu par un observateur éloigné dans le plan équatorial, si le trou noir est en face d'une source d'éclairage avec une taille angulaire plus grande que celle du trou noir. L'ombre se gonfle sur le côté du trou s'éloignant de l'observateur (à droite) et

se serre vers l'intérieur et s'aplatit sur le côté se déplaçant vers l'observateur (à gauche). Schéma de James Maxwell Bardeen, *Timelike and null geodesics in the Kerr metric*, in *Black Holes* (Les Astres Occlus), New York, 1973, p. 215-239.



[fig.15] Première représentation d'un trou noir de Kerr.
Dessin à l'encre de chine sur papier Canson par Jean-Pierre
Luminet, France, 1979.



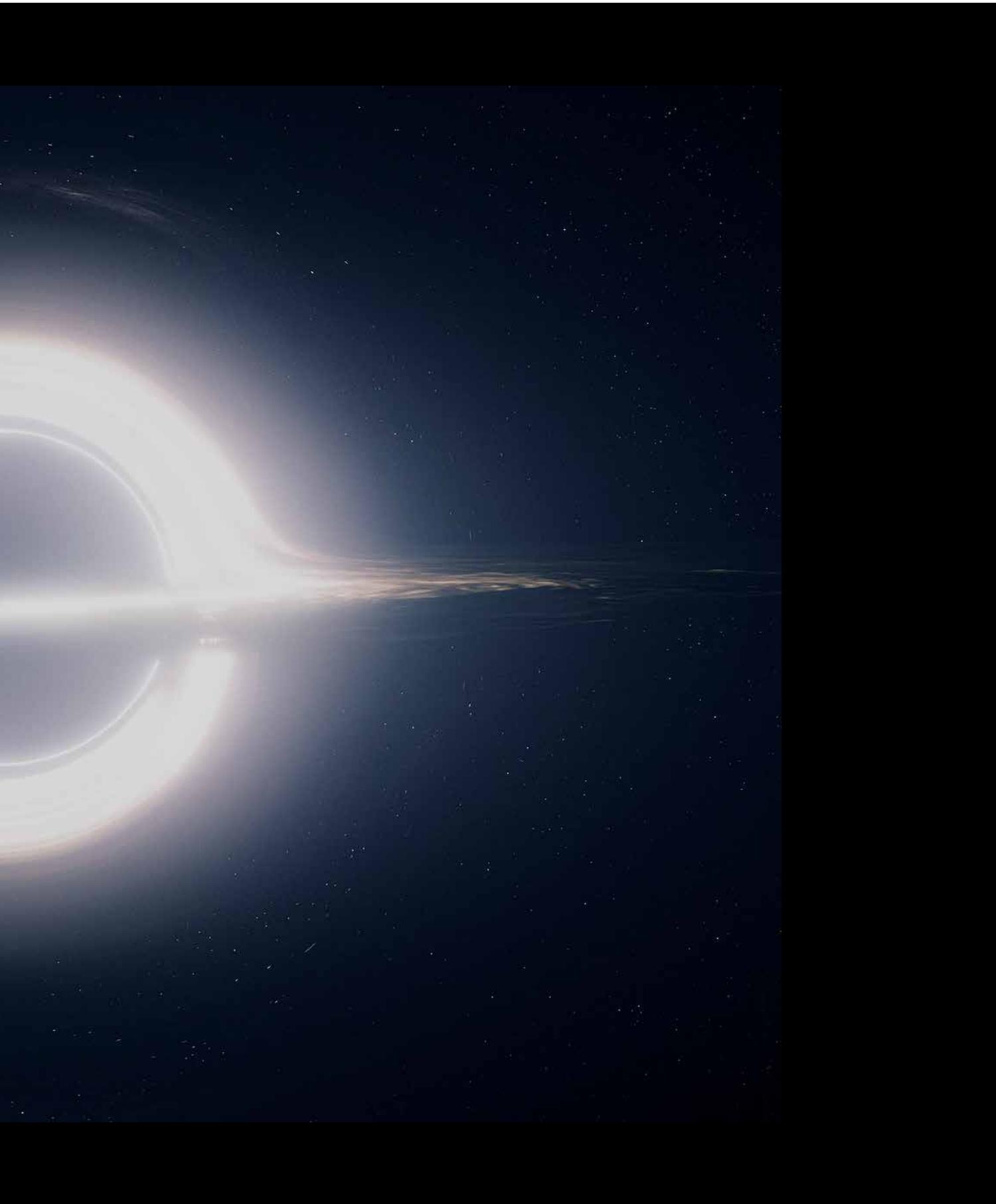


[fig.16] Représentation en couleur d'un trou noir de Kerr par Jean-Alain Marck, 1989-90.





[fig.17] Représentation d'un trou noir de Kerr tel qu'il apparaît dans le film *Interstellar*, 2014.

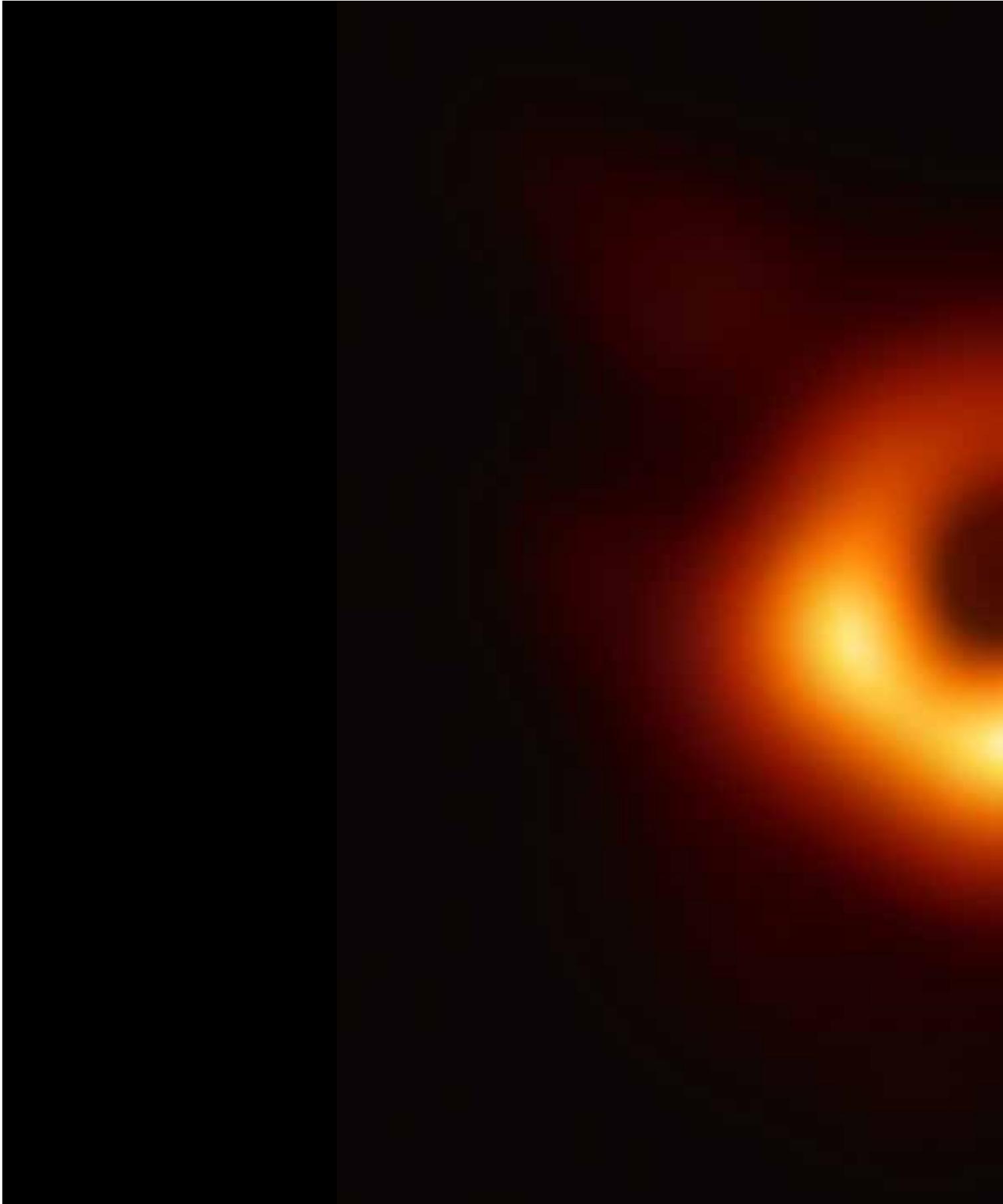




[fig.18] Représentation d'un trou noir tel qu'il apparaît dans la série *Star Trek: Enterprise*, 2002.

[fig.19] Représentation d'un trou noir tel qu'il apparaît dans le film *The Black Hole*, 1979.

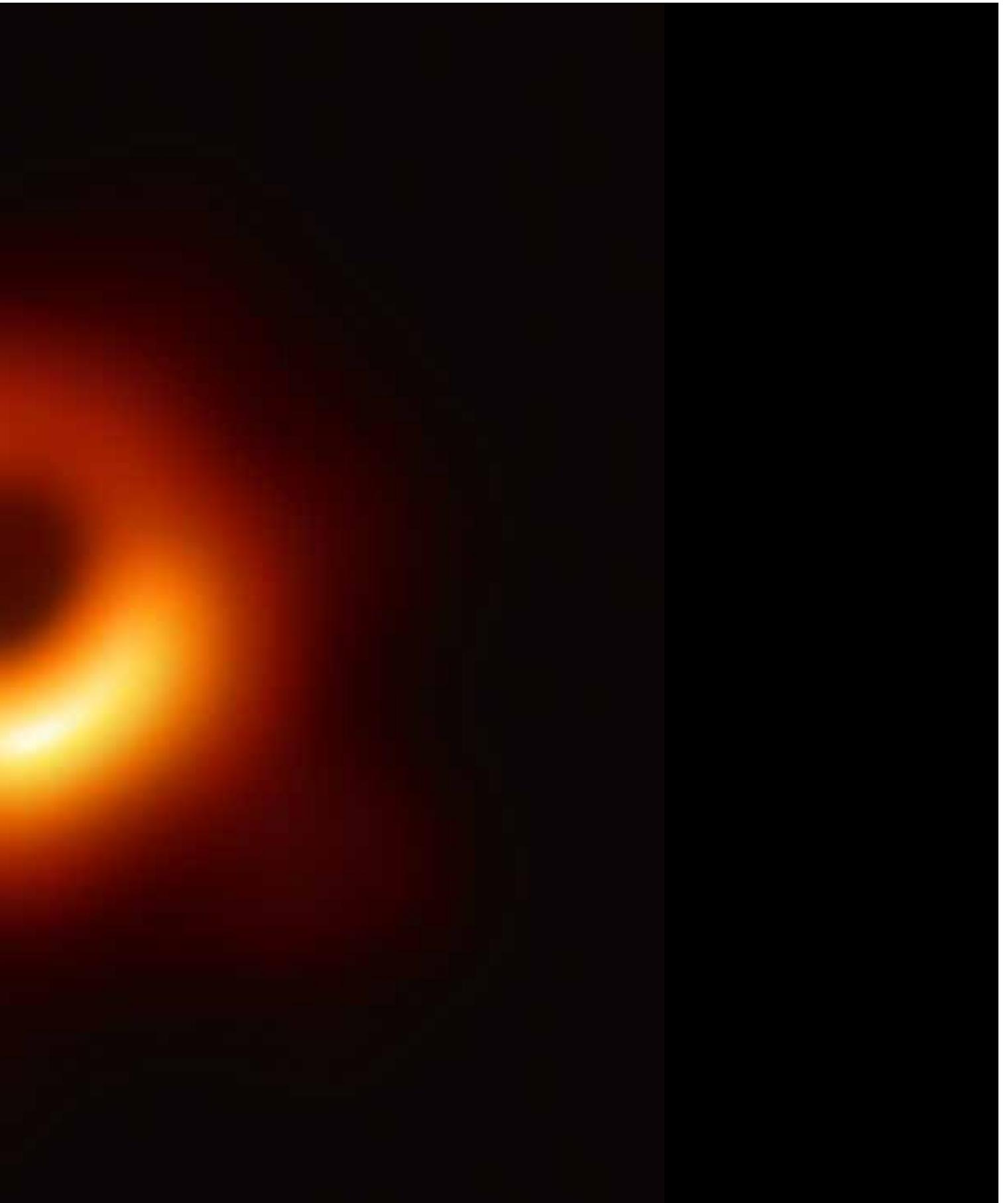




[fig.20] Photographie en prise directe du trou noir M87*, 2019. C'est la chercheuse Katie Bouman qui a développé l'algorithme qui a permis la reconstitution de cette image à partir des milliers d'images captées par l'ELT²⁵.

25. Olivier Perrin, *Comment le trou noir a soudain surgi dans nos vies ce mercredi*, *Le temps*, 11 avril 2019. En ligne : <https://www.letemps.ch/opinions/trou-noir-soudain-surgi-nos-vies-mercredi>

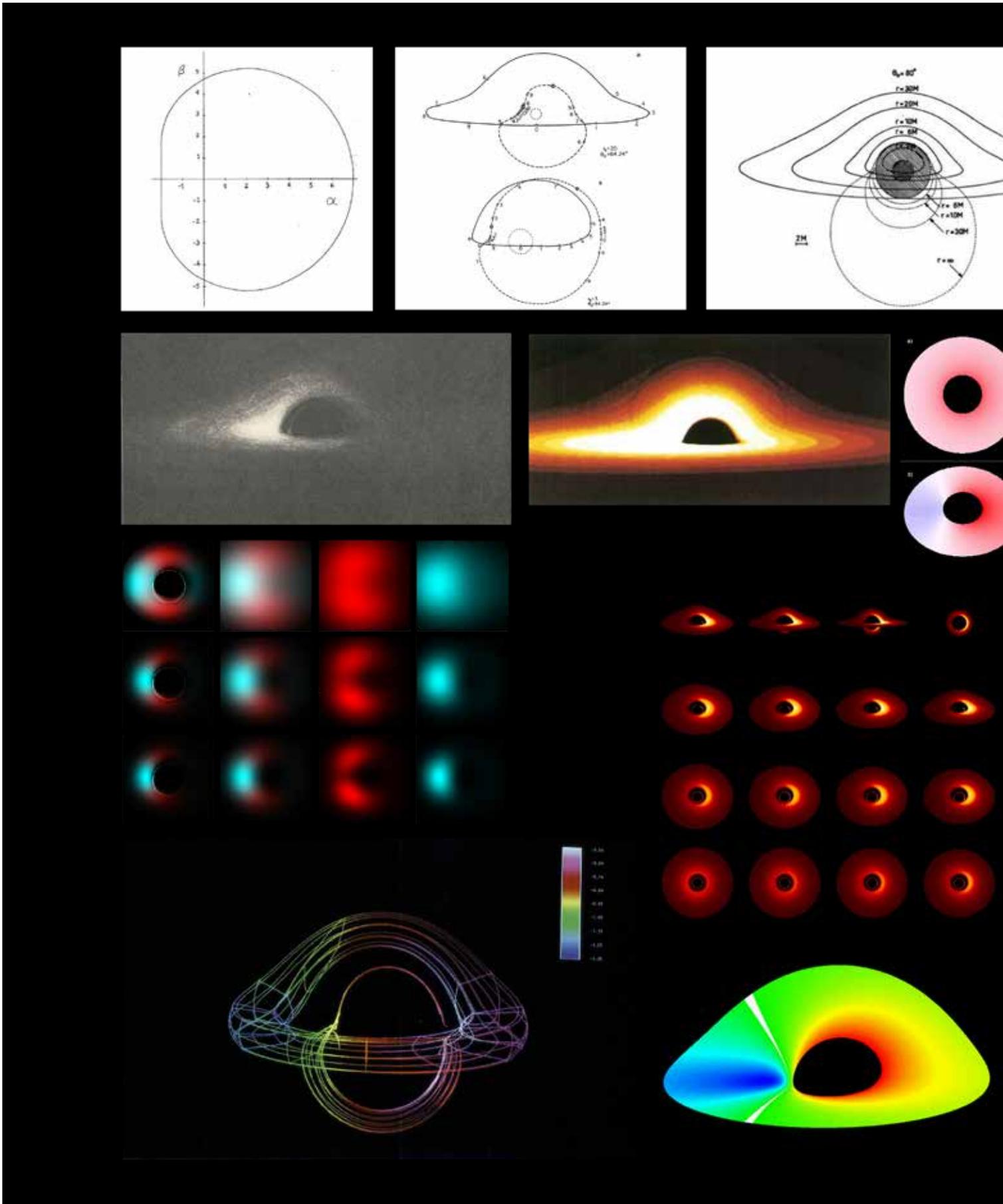
(Consulté le 24 février 2021)



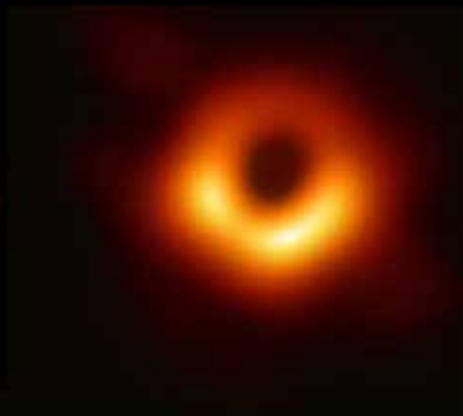
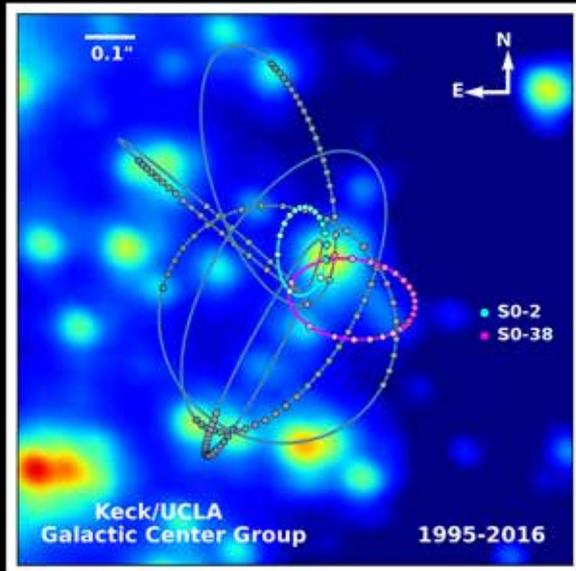
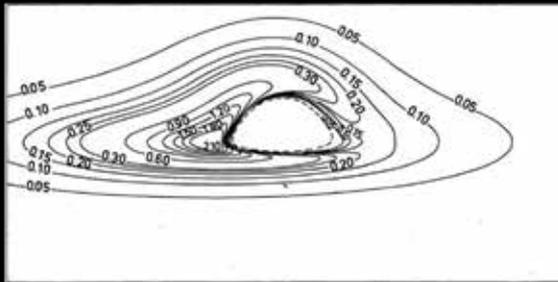
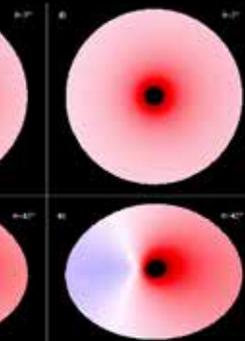
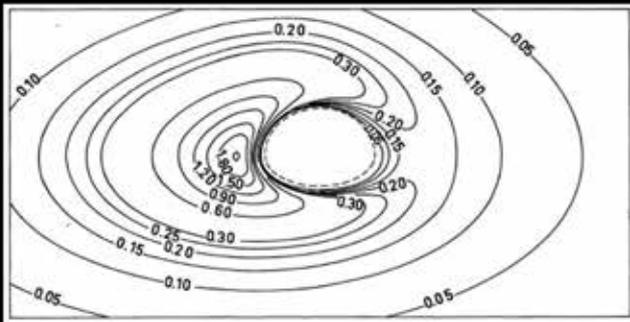


[fig.21] Derniers numéros parus : *Pour la Science* et *Science & Vie*. Sur les couvertures des magazines, l'image occupe une place majeure dans la conception de la première de couverture. Comme tout magazine, le lecteur doit être séduit, accroché.





[fig.22] Collage de documents, simulations diverses de trous noirs (c. 1973-2019)



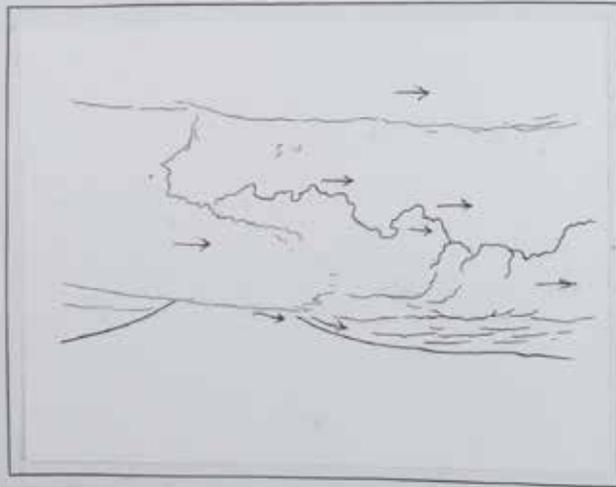
Ste.

NO. 76	CLOUD PHOTO	YEAR 2772	P.
		MONTH Nov.	
PLATE NO. 166 (216)	DATE 12	TIME 9:40	Film NO. 112 A (9.5)

山頂国初尺能は是を候、
 風向は1000m
 500m上は、



SV
 風向



Weather Conditions				Clouds Direction		Photo Exposure			
Pressure	Temperature	Humidity	Wind Direction	Wind Velocity	V.	R.	F1	F2	F3
	12.8 (57.2)	87.5 (91.5)	S	1-4	1/2	N.W. (4)	4.5	5.0	5.5
• Cloud Conditions									
Form	Height	Direction	Velocity	Amount	Remarks: 山頂上から山麓まで 7:30-8:30 500m上は				

M. ABE

[fig.23] Photographies et schémas réalisés par Masanao Abe.
 The movement of clouds around Mount Fuji.

Cloud Photograph. 9° 58" February 2nd, 1933



Meteorological Data							Direction of Camera		
Time h m	Wind Direc.	Wind Vel. m	Temp. °	Press. mm	Humid. %	Cloud Amt.	Total amount of precip. on the day	Vertical	Horizontal
10 00	S	07	22	794.5	53	5	—	—	SSE

Cloud Photograph. 12° 16" February 2nd, 1933



Meteorological Data							Direction of Camera		
Time h m	Wind Direc.	Wind Vel. m/s	Temp. °	Press. mm	Humid. %	Cloud Amt.	Total amount of precip. on the day	Vertical	Horizontal
12 00	S	10	-5.1	737.4	61	7	—	130°	N 57° W

[fig.23] Photographies et schémas réalisés par Masanao Abe.
The movement of clouds around Mount Fuji.

Cloud Photograph. 7° 07' February 14th, 1933



Meteorological Data

Time h m	Wind Direc.	Wind Vel. m/s	Temp. c	Pres. mm	Humid. %	Cloud Amt.	Total amount of precip. on the day
8 15	NE	0.7	4.0	7194	96	1.	-

Direction of Camera

Vertical	Horizontal
13.0°	N 66.0° W

Cloud Photograph. 15° 45' February 15th, 1933

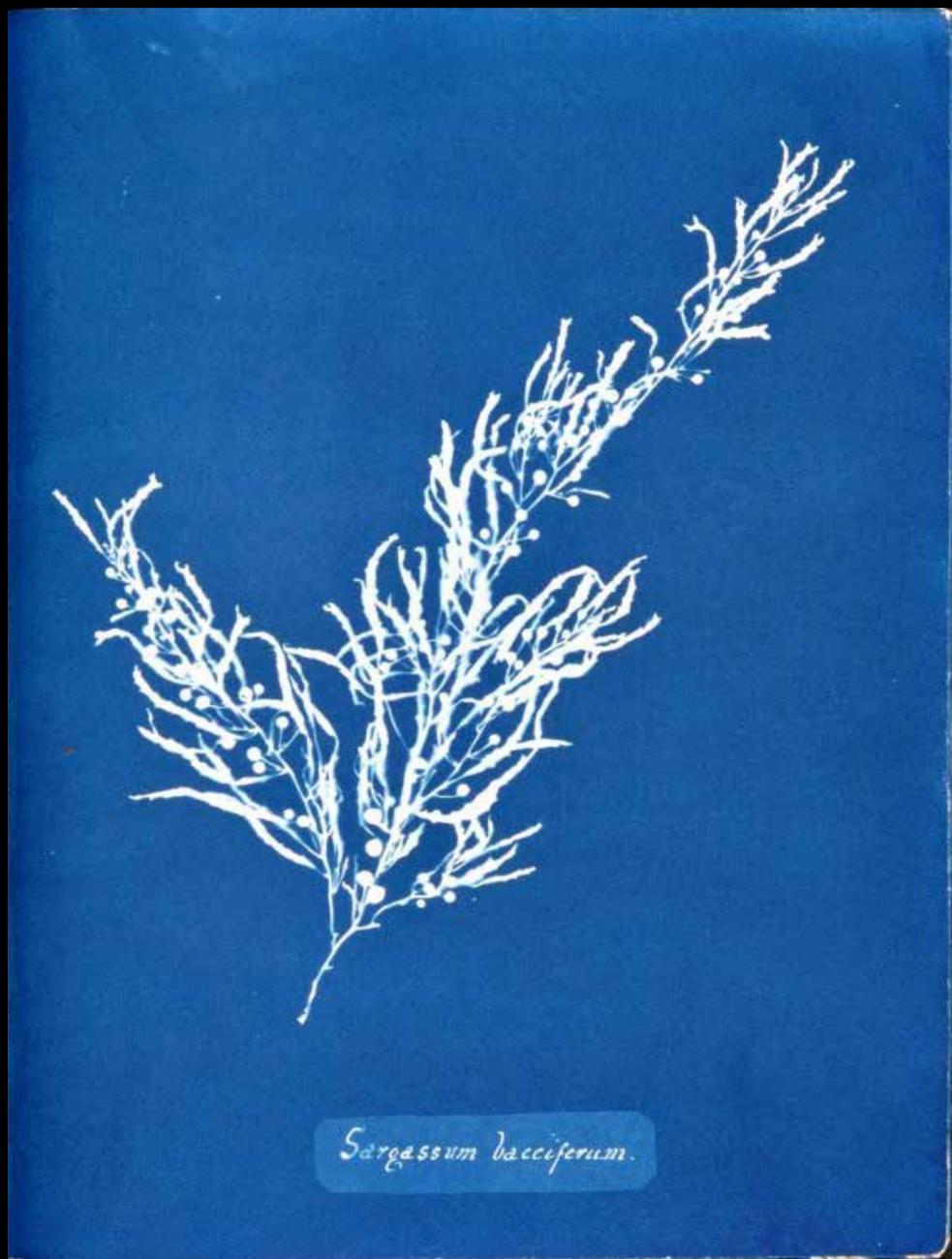


Meteorological Data

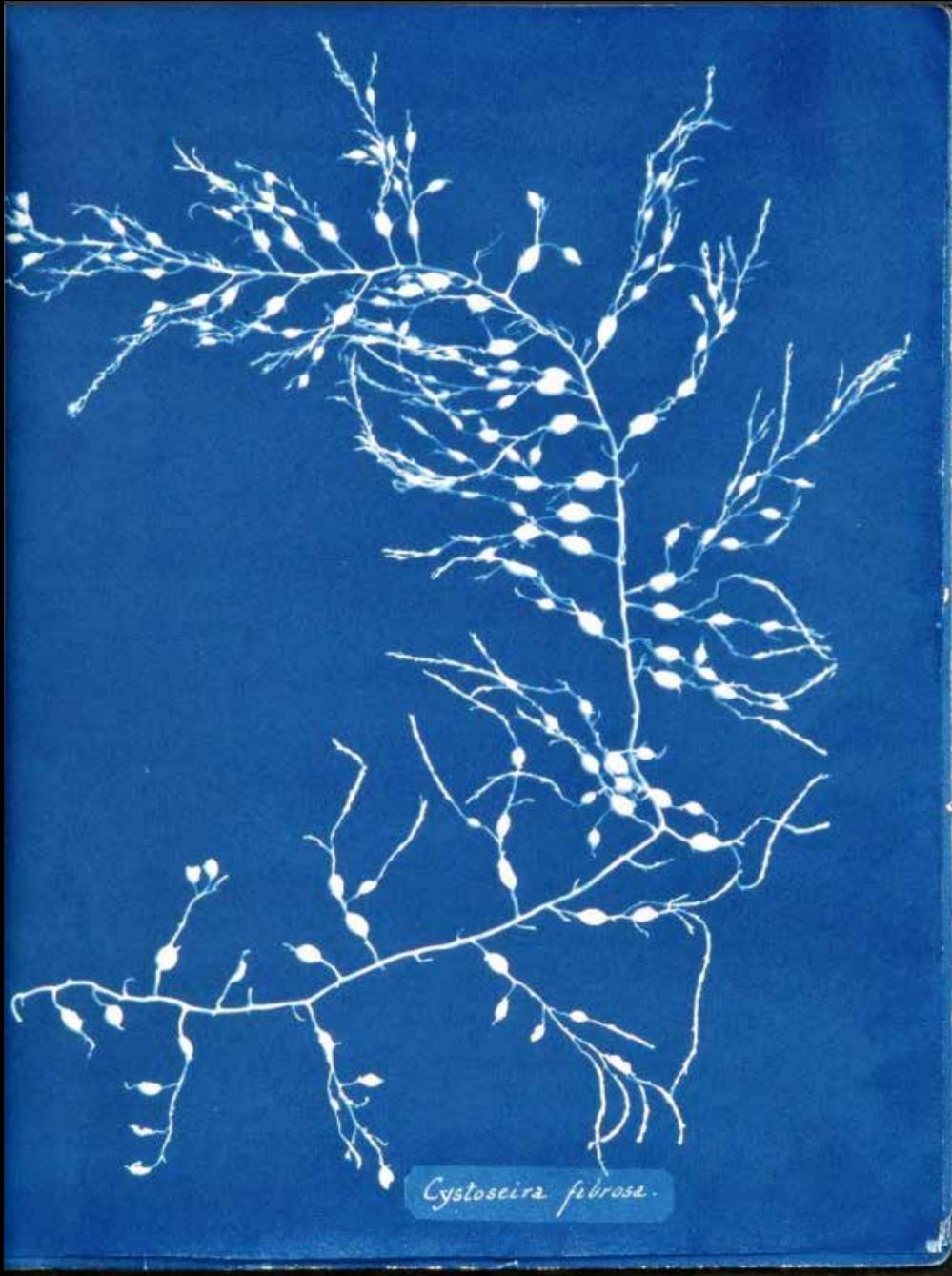
Time h m	Wind Direc.	Wind Vel. m/s	Temp. c	Pres. mm	Humid. %	Cloud Amt.	Total amount of precip. on the day
18 00	NNE	2.5	5.5	7194	18	1	-

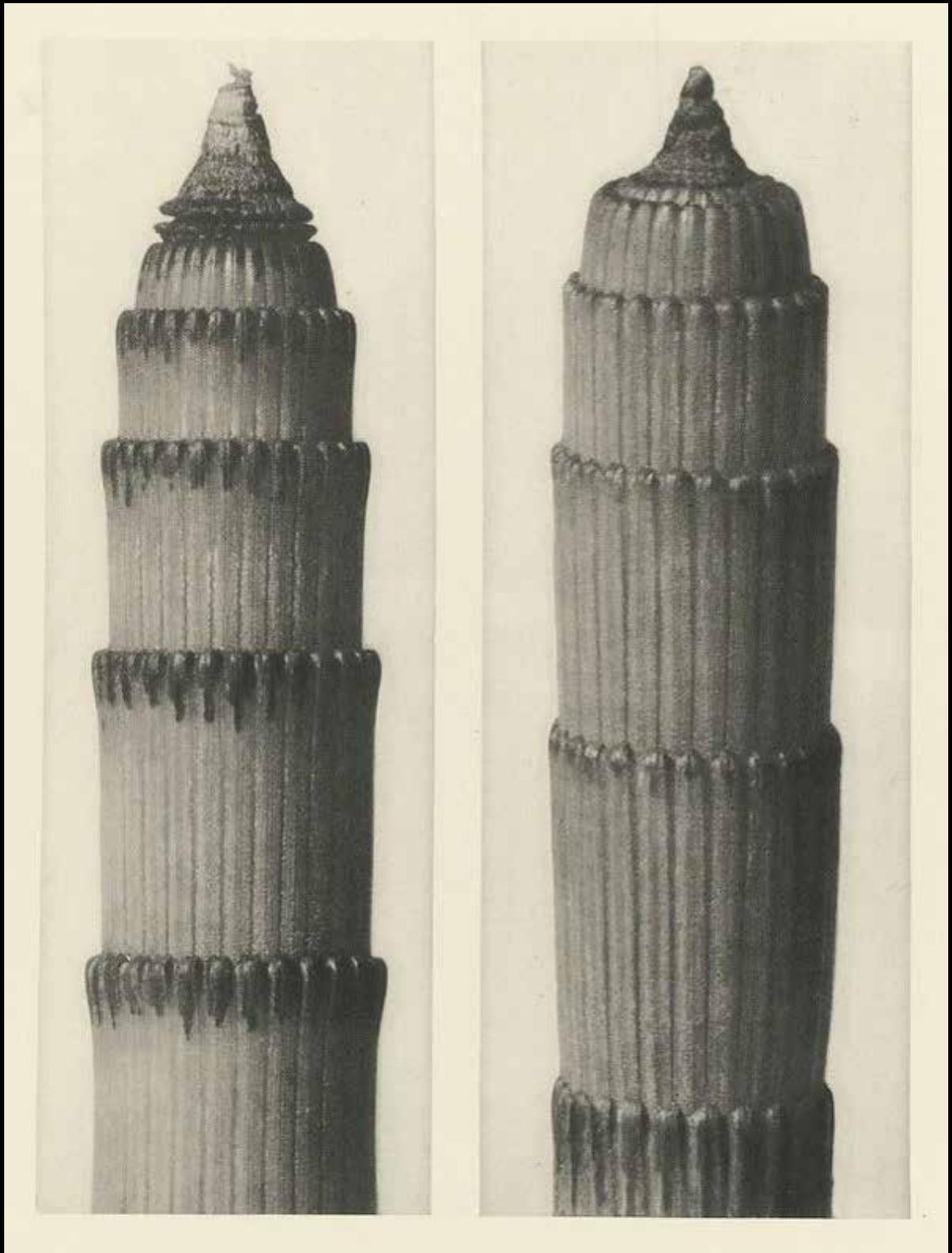
Direction of Camera

Vertical	Horizontal
12.0°	N 69.0° W



[fig.24] Quelques pages de l'ouvrage *Photographs of british algae: cyanotype impressions* publié en 1843 par Anna Atkins.





[fig.25] Photographies de plantes. BLOSSFELDT Karl,
Urformen der Kunst, Berlin, Ernst Wasmuth, 1928

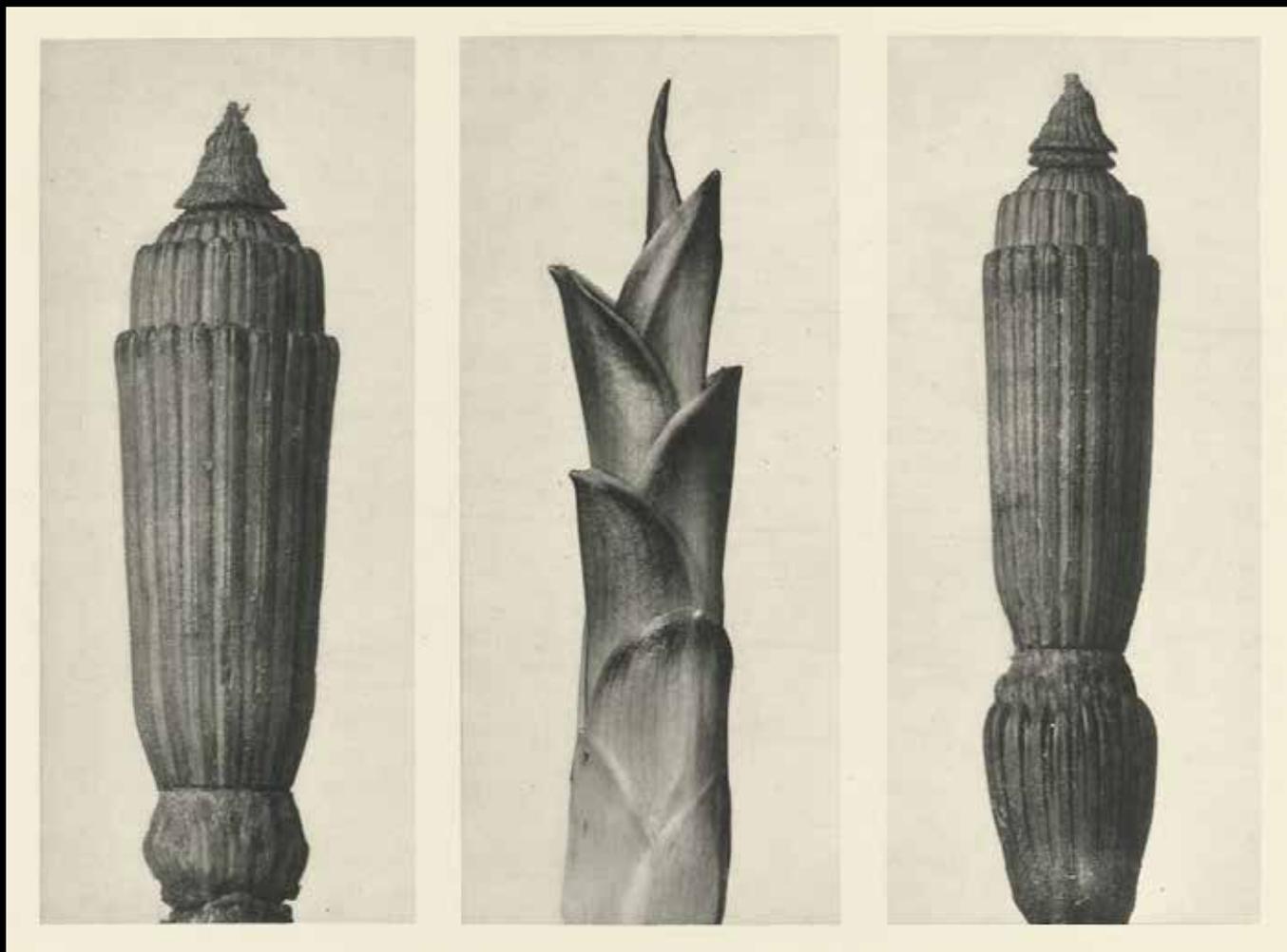


Table des illustrations

p. 40-41

[fig.1] *De Historia Stirpium*, Livre, format inconnu, 1542. FUCHS Leonhart, Suisse, Hunt Institute for Botanical Documentation, En ligne : www.huntbotanical.org/library/show.php?10

p. 42-46

[fig.2-5] *Micrographia*, Monographie imprimée, 45 × 28 cm, 1665. HOOKE Robert, Londres, Google Books, En ligne : books.google.fr/books?id=S-gFMAAAAcAAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

p. 47-57

[fig.6-8] *The Splash of a Drop*, Livre, format inconnu, 1895. WORTHINGTON Arthur, Londres, Internet Archive / University of Toronto Libraries, En ligne : www.archive.org/details/splashof-drop00wortuoft

p. 58-59

[fig.9] *Snowflake research*, Philosophical Transactions Vol. 49, 32,8 × 38,4 cm, 1755. NETTIS John, Londres, Middle Temple Library / Science Photo Library, En ligne : www.sciencephoto.com/media/433556/view/snowflake-research-18th-century

p. 60

[fig.10] *Moon*, Daguerrotypage, 8,3 × 7 × 0,5 cm, 1840. DRAPER John William, New York, New York University Archives, En ligne : www.metmuseum.org/art/collection/search/789162

p. 61

[fig.11] *A very large and extremely rare early albumen silver print photograph of the Moon*, Large folio, 43,5 × 53,6 cm, 1863. DRAPER Henry, Hastings / N.Y., Milestone Books, En ligne : www.milestone-books.de/pages/books/003150/henry-drapeer-a-very-large-and-extremely-rare-early-albumen-silver-print-photograph-of-the-moon

p. 62-65

[fig.12] *A selection of photographs of stars, star-clusters and nebulae*, Livre, 32 cm, 1893-99. ROBERTS Isaac, Londres, Internet Archive / University of Toronto Libraries, En ligne : www.archive.org/details/selectionofphoto02robewoft/page/n87/mode/2up

p. 66

[fig.13] *Champs profond de Hubble*, Photographie, format variable, 1995. WILLIAMS Robert, The Hubble Deep Field Team and NASA, hubble-site.org, En ligne : www.hubblesite.org/image/388/gallery

p. 67

[fig.14] *Timelike and null geodesics in the Kerr metric*, Schéma, Format inconnu, 1973. BARDEEN James Maxwell, New York, En ligne : blogs.futura-sciences.com/e-luminet/2018/03/07/45-years-black-hole-imaging-1-early-work-1972-1988/

p. 68-69

[fig.15] *Simulation d'un trou noir de Kerr*, Dessin à l'encre de chine sur papier négatif, format inconnu, 1979. LUMINET Jean-Pierre, France, CNRS Photothèque, En ligne : www.cnrs.fr/fr/node/3764

p. 70-71

[fig.16] *Colored images of a black hole accretion disk*, Simulation numérique, format variable, 1989-90. MARCK Jean-Alain, France, En ligne : blogs.futura-sciences.com/e-luminet/2019/05/23/40-years-of-black-hole-imaging-2-colors-and-movies-1989-1993/#more-2244

p. 72-73

[fig.17] Représentation d'un trou noir dans *Interstellar*, Film, 2014. NOLAN Christopher, Kip Thorne et Double Negative Visual Effects, Warner Bros.

p. 74

[fig.18] Représentation d'un trou noir dans *Star Trek : Enterprise*, Série télévisée, 2002. NORRIS Patrick, UPN.

p. 75

[fig.19] Représentation d'un trou noir dans *The Black Hole*, Film, 1979. NELSON Gary, Walt Disney Productions.

p. 76-77

[fig.20] *First image of the shadow of a black hole: the supermassive black hole in the centre of the M87 galaxy*, Photographie, format variable, 2019. EHT network © The EHT collaboration, CNRS Photothèque, En ligne : www.cnrs.fr/fr/node/3764

p. 78-79

[fig.21] Derniers numéros parus des revues *Pour la Science* et *Science & Vie*. En ligne : <https://www.science-et-vie.com/archives-par-numero>

p. 80-81

[fig.22] Collage de documents, simulations diverses de trous noirs (c. 1973-2019), 2020. THIRION Gaëtan, Lyon.

p. 82-85

[fig.23] *The movement of clouds around Mount Fuji Photographed and Filmed by Masanao Abe*, Livre, 24 × 32 cm, 2016. VÖLTER Helmut, Leipzig, Spector Books.

p. 86-87

[fig.24] *Photographs of british algae: cyanotype impressions*, Impressions cyanotypes reliés, 21 × 27 cm, 1843. ATKINS Anna, Grande Bretagne, The New York Public Library, En ligne : digitalcollections.nypl.org/collections/photographs-of-british-algae-cyanotype-impressions

p. 88-89

[fig.25] *Urformen der Kunst*, Photographies noir et blanc, variable, 1928. BLOSSFELDT Karl, Berlin, Ernst Wasmuth.

Bibliographie

Ouvrages

ADDISON Joseph, *Remarks on Several Parts of Italy etc. in the years 1701, 1702, 1703*, édition de 1773 edition, imprimée pour T. Walker. Chapitre sur « Geneva and the Lake », p. 261.

AÏT-TOUATI Frédérique, *Contes de la Lune. Essai sur la fiction et les sciences modernes*, Paris, « nrf essais », Gallimard, 2011.

BARDEEN, James Maxwell, « Timelike and null geodesics in the Kerr metric », *Black Holes, Les Astres Occlus*, New York, ed. C. Dewitt & B. S. Dewitt, 1973, p. 215–239.

BERNARDIN DE SAINT-PIERRE Jacques Henri, *Études de la Nature*, Paris, 1784. extrait dans : *Machine à voir*, (p. 40).

BLOSSFELDT Karl, *Urformen der Kunst*, Berlin, Ernst Wasmuth, 1928.

BORGES Jorge Luis, *L'auteur et autres textes*, Coll. « L'imaginaire », Gallimard, 1982.

CARMINATI Véronique, *Une brève histoire de la vulgarisation scientifique : du XVIe siècle à nos jours*, www.hypotheses.org, 2016.
En ligne : masterabd.hypotheses.org/174 (Consulté le 8 décembre 2020)

CHANDRASEKHAR Subrahmanyam, *Shakespeare, Newton, and Beethoven*, Ryerson Lecture, University of Chicago, Center for Policy Study, 1975.

CHANSIGAUD Valérie, *Histoire de l'illustration naturaliste. Des gravures de la Renaissance, aux films d'aujourd'hui*, Paris, Delachaux et Niestlé, Coll. « Les Références », 2009.

DASTON Lorraine et GALISON Peter, *Objectivité* [2007], trad. S. Renaut, H. Quiniou, Dijon, Les presses du Réel, 2012.

GLEIZES Delphine et REYNAUD Denis, *Machines à voir. Pour une histoire du regard instrumenté (XVIIe-XIXe siècles)*, Lyon, « Littérature et idéologies », PUL, 2017.

HAVELANGE Véronique, LENAY Charles et STEWART John, « Les représentations : mémoire externe et objets techniques », *Intellectica*, n°35, 2002, p. 115-129.

HELLMANN Gustav et NEUHAUS Richard, *Schneekristall beobachtungen und studien*, Berlin, Mückenberger, 1893.

HOOKE Robert, *Micrographia*, Londres, J. Martyn and J. Allestry, 1665.
En ligne : www.nlm.nih.gov/exhibition/historicalanatomies/hooke_home.html
(Consulté le 8 décembre 2020)

HOPE NICOLSON Marjorie, « Sublime in External Nature », *Dictionary of the History of Ideas*, New-York, 1974.

HUGO Victor, *Promontorium Somnii*, in *Proses philosophique des années 1860–1865*, Posthume. En ligne : https://fr.wikisource.org/wiki/Proses_philosophiques/Promontorium_somnii (Consulté le 24 février 2021)

KANT Emmanuel, *Critique de la raison pratique*, Paris, Coll. Historique des grands philosophes, F. Alcan, 1888.
En ligne : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5500006p/f1.item> (Consulté le 21 février 2021)

LADE Quentin, « Une belle image pour une bonne revue. Une ethnographie des représentations visuelles en sciences expérimentales », *Revue Genèses* n°103, 2016, p. 117-138.
En ligne : www.cairn.info/revue-geneses-2016-2-page-117.htm (Consulté le 21 février 2020).

LE BOUYER DE FONTENELLE Bernard, *Entretiens sur la pluralité des mondes*, Paris, Vve C. Blageart, 1686.

LEPILLIET Ariane, *Le De Historia Stirpium de Leonhart Fuchs : histoire d'un succès éditorial (1542-1560)*, Lyon, ENSSIB, Bibliothèque Numérique, 2012.

LUMINET Jean-Pierre, « Image of a Spherical Black Hole with Thin Accretion Disk », *Astron. Astrophys N°75*, 1979, (p. 228).

LUMINET Jean-Pierre, *40 years of black hole imaging : early work 1972-1988*, Futura Sciences, 2018.
En ligne : blogs.futura-sciences.com/e-luminet/2018/03/07/45-years-black-hole-imaging-1-early-work-1972-1988/ (Consulté le 1 février 2021)

NETTIS John, « An account of a method of observing the wonderful configurations of the smallest shining particles of snow, with several figures of them », *Philosophical Transactions*, Vol. 49, 1755-1756, p. 644-648. En ligne : www.royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1755.0099 (Consulté le 8 décembre 2020)

PEPYS Samuel, *The Diary of Samuel Pepys. Daily entries from the 17th century*, London diary, London, 1660-1669. En ligne : www.pepysdiary.com/diary/1665/01/ (Consulté le 8 décembre 2020)

Conférences

PLATON, *Théétète*, 152a.
En ligne : <[https://fr.wikisource.org/wiki/Théétète_\(trad._Cousin\)](https://fr.wikisource.org/wiki/Théétète_(trad._Cousin))>
(Consulté le 8 décembre 2020)

PROTAGORAS, *Traité de la vérité*,
490-420 av. J.-C. et Platon, *Le*
Protagoras, 428-347 av. J.-C.

ROBERTS Isaac, *A selection of
photographs of stars, star-clusters
and nebulae*, London, Universal Press,
1893-99. En ligne : <[www.archive.org/
details/selectionofphoto02robuoft](http://www.archive.org/details/selectionofphoto02robuoft)>
(Consulté le 8 décembre 2020)

RODIN Auguste, *L'art. Entretiens
réunis par Paul Gsell*, Paris, Grasset,
1911.

THÜRLEMANN Felix, *More Than
One Picture: An Art History of the
Hyperimage*, Los Angeles, the Getty
Research Institute, 2019.

WORTHINGTON Arthur, *The
Splash of a Drop*, Londres, Society
for Promoting Christian Knowledge,
1895. En ligne : <[www.public-
domainreview.org/collection/
the-splash-of-a-drop-1895](http://www.public-domainreview.org/collection/the-splash-of-a-drop-1895)> (Consulté
le 8 décembre 2020)

ROGERS A., *The Warped
Astrophysics of Interstellar*, Wired.
com, 2014. En ligne : <[www.wired.
com/2014/10/the-warped-astrophy-
sics-of-interstellar/](http://www.wired.com/2014/10/the-warped-astrophysics-of-interstellar/)> (Consulté le 8
décembre 2020)

Médias

MARTIN Nicolas, Sciences avec
vues (d'artistes), « La méthode scien-
tifique », France Culture, 2017. En
ligne : <[https://www.franceculture.fr/
emissions/la-methode-scientifique/
sciences-avec-vues-dartistes](https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/sciences-avec-vues-dartistes)>
(Consulté le 8 décembre 2020)

Balade Mentale, Plongée dans l'in-
finiment grand, Youtube, 2020. En
ligne : <[https://www.youtube.com/
watch?v=MUARMr63Yoc](https://www.youtube.com/watch?v=MUARMr63Yoc)> (Consulté
le 8 décembre 2020)

VIAL Danièle, « Histoire de l'illus-
tration Naturaliste », Conférence
proposée par les amis du Musée de
l'Imprimerie, Lyon, 2020.

BOURDAROT Guillaume,
« Télescopes géants et interféro-
mètres : nouveaux yeux, nouveaux
mondes », Conférences du Club d'As-
tronomie de Lyon Ampère (CALA),
Lyon, 2020.

Remerciements

Je souhaite remercier le corps enseignant associé au DNSEP Design Graphique de l'ENSBA Lyon.

Tout particulièrement Catherine Guiral et Boris Donné pour m'avoir aiguillé tout au long de mes recherches. Pour leur patience, leur minutie et leurs multiples relectures

Jean-Marie Courant, Alaric Garnier, ainsi que Derek Byrne, pour leur suivi tout au long de ces deux années.

Merci à la bibliothèque des Beaux-Arts et ses bibliothécaires.
Merci à Denis pour ses conseils et sa maîtrise.

Merci à mes camarades d'atelier.

Mais aussi Jade pour m'avoir soutenu durant l'écriture de ce mémoire, et bien plus encore.

Je termine, bien entendu, par remercier mes parents qui m'ont toujours permis de m'épanouir tout au long de ma scolarité.

Colophon

Entre réalité et esthétique :

Quand les sciences représentent l'invisible.

Gaëtan Thirion

ENSBA Lyon, avril 2021.

Achevé d'imprimer à Lyon sur les presses
de l'école Nationale Supérieure des Beaux Arts.

Direction : Boris Donné & Catherine Guiral

Design graphique : Gaëtan Thirion

Typographies : Sentinel Book, Medium & *Italic*

Papier : Sirio Rough Royal Green 210g et Cyclus Print 115g.

Soutenance orale le 25 mai 2021.

Présidente du jury : Vanina Pinter

ENSBA Lyon, 2021

www.ensba-lyon.fr

