MUSÉE D'HISTOIRE DES SCIENCES
GENÈVE

UN SITE DU muséum genève

Images de science

Une institution
Ville de Genève

www.museum-geneve.ch

VILLE DE GENÈVE

Rédaction de la brochure	Laurence-Isaline Stahl Gretsch, Stéphane Fischer, Maha Zein
Photos	Philippe Wagneur, Gilles Hernot, Flora Bevilacqua, Bettina Jacot-Descombes, Touria Kentri, André Longchamp, André Piuz, Jean Wuest
Dessins	Jean-Paul Lasternas
Mise en page	Corinne Charvet
Commissariat d'exposition	Laurence-Isaline Stahl-Gretsch
Comité scientifique	Marc J. Ratcliff, Université de Genève, Ricardo Barbosa, Société astronomique de Genève
Responsable de l'Unité Publics et Expositions	Hervé Groscarret
Directeur	Jacques Ayer
Impression	Centrale municipale d'achat et d'impression de la Ville de Genève (CMAI)

Remerciements pour ses précieux conseils scientifiques à Alain Junod

Cette brochure est publiée en lien avec l'exposition « Images de science » au Musée d'histoire des sciences du 17 mai 2017 au 26 août 2018

L'exposition se poursuit dans le parc, avec un parcours de panneaux « Mes images de science » qui présente des images choisies par des scientifiques contemporains, et dans la salle d'astronomie du rez-de-chaussée, refaite pour l'occasion, « L'infatigable dessinateur du ciel : du Martheray, fondateur de la Société astronomique de Genève ».

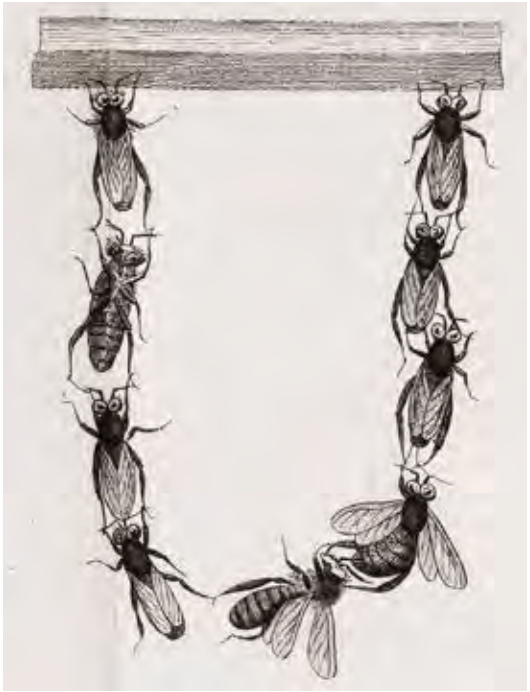
Illustration de la couverture : Cédric Marendaz

© Muséum Genève – 2017

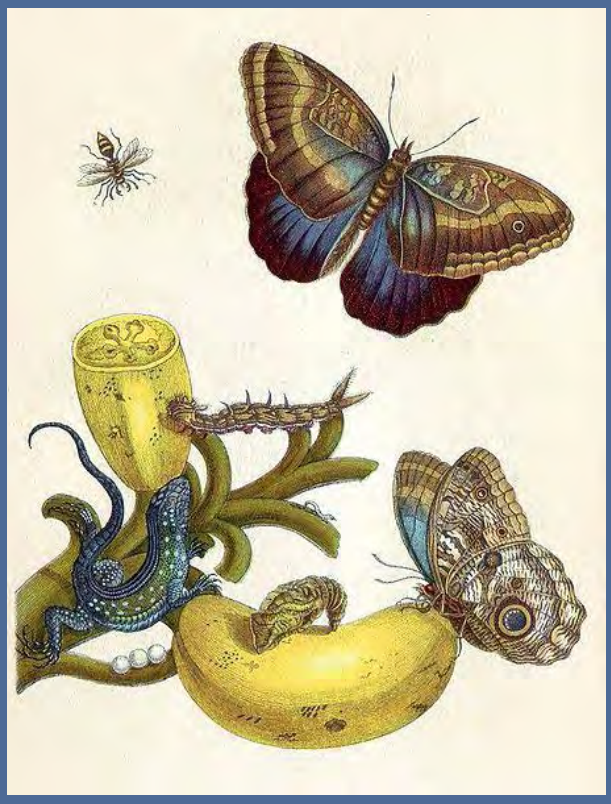
TABLE DES MATIÈRES

Introduction 3

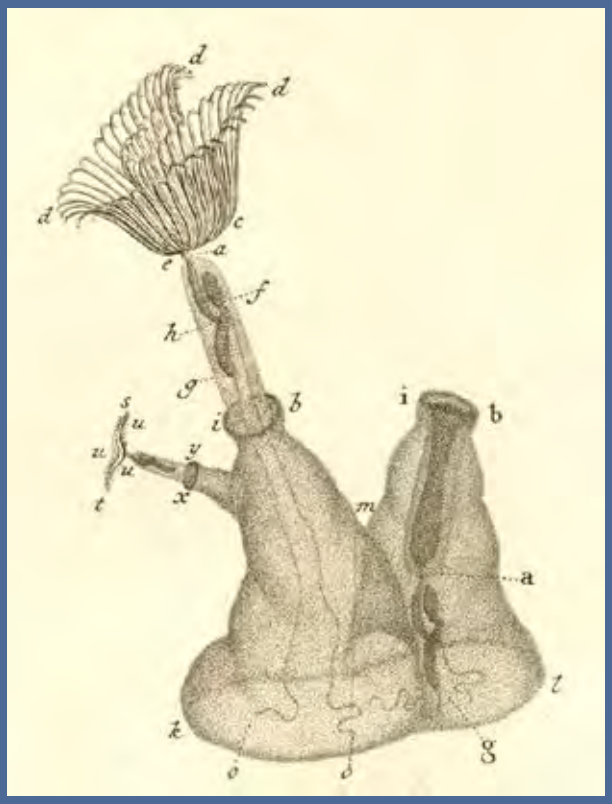
1. Les images éclairent le texte 4
   - 1.1. Images de science : définition 4
   - 1.2. Les images saisissantes 8
2. La fabrication de l'image 19
   - 2.1. Qui fait les images ? 19
   - 2.2. Les techniques de reproduction de l'image 26
   - 2.3. La création d'imagerie 47
3. Par-dessus l'épaule des savants 49
   - 3.1. Le prolongement des sciences par la technique 49
   - 3.2. Les aides au dessin 51
   - 3.3. Les savants, le crayon à la main 65
4. La science mise en scène : la gloire des savants 78
5. Bibliographie indicative 85
6. Les éléments interactifs de l'exposition 85
7. Des activités à mener avant ou après la visite, en classe ou à la maison 86



Réaumur R.A. Ferchault de, 1734-42

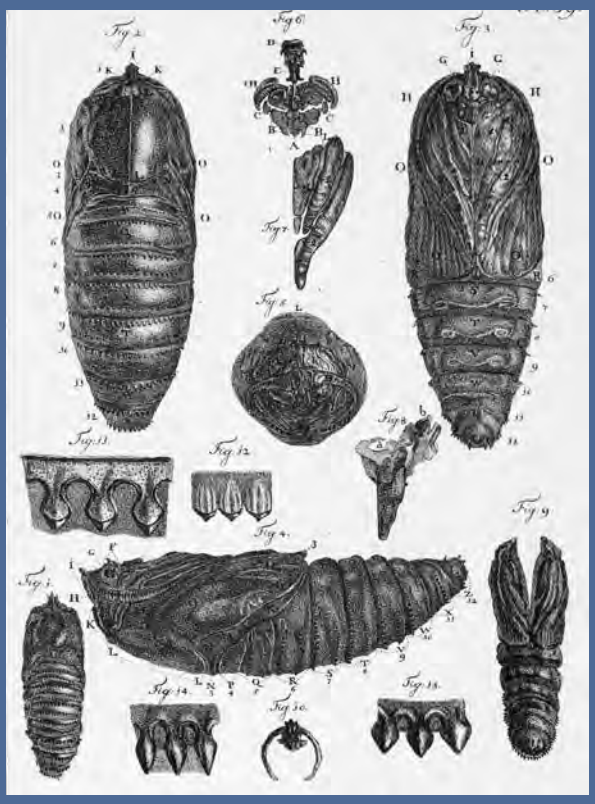


Mérian A. M. S., 1719



Trembley A., 1744

Prévost J.-L., 1828



Lyonet P., 1832

A l'occasion de la création de son exposition « Images de science », le Musée d'histoire des sciences propose cette brochure d'accompagnement. Son contenu permet de développer certains éléments de l'exposition et de valoriser une série d'instruments des collections du musée tout en proposant des pistes pédagogiques à travailler en classe ou à la maison. Elle permet ainsi à chacun de préparer ou de prolonger la visite de l'exposition.

INTRODUCTION

Qu'est-ce qu'une image de science ? Qu'est-ce qui la distingue d'une autre image ? Quelle place cette iconographie particulière a-t-elle dans la recherche et comment ces éléments sont-ils produits et diffusés ? Voici quelques pistes explorées à l'occasion de cette exposition temporaire qui invite à suivre le cheminement allant de ce que nos sens nous donnent à voir, jusqu'à dépasser leurs limites et découvrir de nouvelles perspectives.

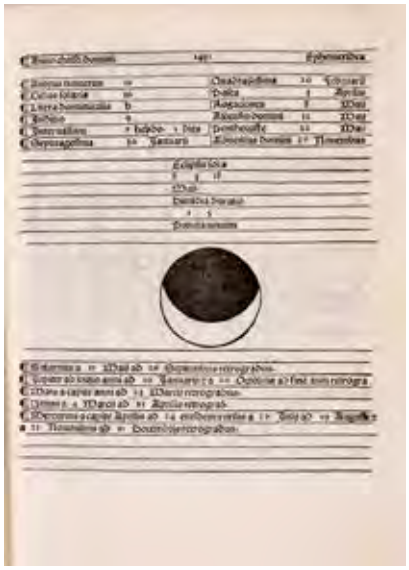
L'idée générale est de suivre la place de l'image dans le processus d'élaboration d'un concept, ou d'une théorie en science. On se place donc par-dessus l'épaule des chercheurs pendant leur travail, du laboratoire à la publication, puis lors de la diffusion des savoirs par la vulgarisation scientifique. Ce cheminement est illustré par l'exemple de quelques savants genevois, en suivant les étapes de la démarche scientifique (observation, hypothèse, expérimentation, mesures, résultats, communication des résultats). Le public est invité à se mettre dans la peau d'un savant et, à son tour, voir l'invisible en mettant son œil dans l'oculaire d'un microscope ou d'une lunette et en expérimentant des phénomènes.

Cette exposition est née de l'envie de partager la richesse iconographique des bibliothèques du Musée d'histoire des sciences et du Muséum, en ne se limitant pas à un cadre chronologique, thématique ou technique, mais en suivant les productions de quelques savants ou vulgarisateurs emblématiques, choisis subjectivement pour montrer comment l'image éclaire le texte.

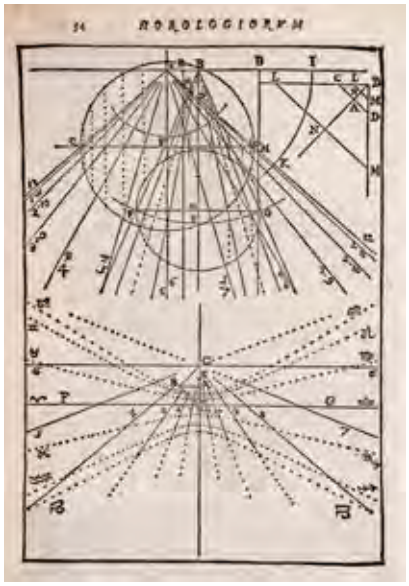
Observation au microscope à multiples oculaires
Guillemin A. 1874. Les applications de la physique aux sciences, à l'industrie et aux arts. Paris : Hachette
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Dard d'abeille et de guêpe
Deflandre G. 1930. Microscopie pratique. Paris : Paul Lechevalier
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

1. LES IMAGES ÉCLAIRENT LE TEXTE



Ephéméride de 1491 : l'image scientifique (éclipse) s'associe à des tableaux chez Regiomontanus
Johann Müller, dit Regiomontanus. 1488.
Almanach magistri Joannis de monte regio ad annos XVIII acuratissime calculata. [Augsburg] : [Erhard Ratdolt] (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)



L'image scientifique se fait graphique
Clavius C. 1586. Fabrica et usus instrumenti ad horologiorum descriptionem peropportuni : accessit ratio describendarum horarum a meridie & media nocte exquisitissima, & nunquam ante hac in lucem edita / auctore Christophoro Clavio Bambergensi Societatis Iesu. Romae : apud Bartholomaeum Grassium (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

1.1. IMAGES DE SCIENCE : DÉFINITION

Dans un monde environné d'images de toutes sortes, quelle spécificité accorder aux images de science ? Utilisant les médias de son époque, la science a généré quantité de représentations graphiques, de photos, de documents de synthèse, de tableaux ou autres schémas. Ces figures ne sont pas produites et diffusées pour elles-mêmes, mais insérées à l'intérieur du discours scientifique, dans des articles, ouvrages, conférences et présentations de diverses sortes.

Ce n'est donc pas la technique qui fait la spécificité des images de sciences, mais bien leur contexte. Par ailleurs, elles doivent s'accompagner d'éléments indispensables à leur bonne compréhension, qu'ils soient placés directement sur l'illustration elle-même ou à côté. Il s'agit de la légende, d'échelles, d'orientations, de liens, de références et de tous les autres symboles ou indications qui complètent la lecture des images, tant par des scientifiques que par différents types de publics. Ces images sont donc construites, avec des éléments variés, dans le but d'exposer des résultats, de les prouver, de présenter des méthodes, de synthétiser une pensée, d'expliquer, de valoriser une théorie. Elles participent à la construction du discours scientifique, en éclairant le texte par la comparaison, l'intégration voire la synthèse d'une très grande quantité de paramètres et d'informations.

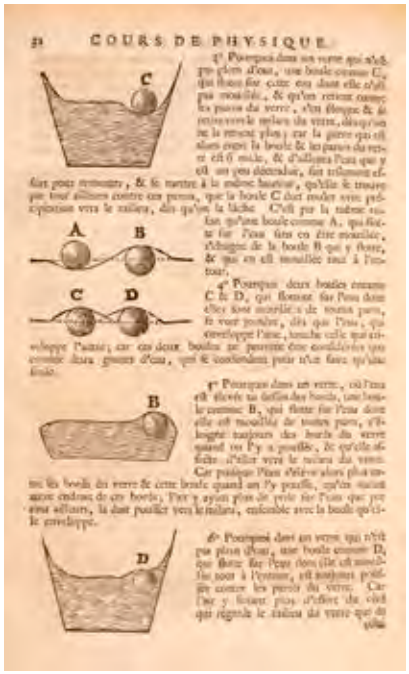
L'image intervient à différentes étapes de la recherche scientifique. Croquis et notes, tout comme les clichés ou différentes représentations de traitement de signal, participent au travail d'appréhension d'un phénomène et font partie des matériaux d'une découverte. Ils accompagnent également les différents moments de formalisation de la pensée, en illustrant certains traits, en synthétisant le message. Dès l'étape de la publication, ils gardent ce rôle de présentation, mais gagnent aussi celui d'accroche pour l'œil du lecteur (ou spectateur s'il s'agit d'une présentation orale) : l'œil est souvent attiré d'abord par l'image. Si elle est jugée intrigante ou digne d'intérêt, la légende va dire à quoi elle correspond et enfin, si le sujet intéresse suffisamment, le texte l'accompagnant sera lu. Son rôle de promotion, en vue de vendre quelque chose, que ce soit une idée ou un appareillage, n'est pas négligeable.

L'image devient parfois elle-même instrument de science
Ephéméride et astrolabe mobiles en papier au recto-verso d'une page.

L'image de science explique l'utilisation d'instruments scientifiques

Oursel J. 1680. Le grand guidon et trésor journalier des astres pour le cours des temps et diverses saisons de l'année : contenant l'usage avec les tables pour sçavoir trouver en chacune année les festes mobiles, & autres... / A Rouen : de l'impr. dudit Oursel (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

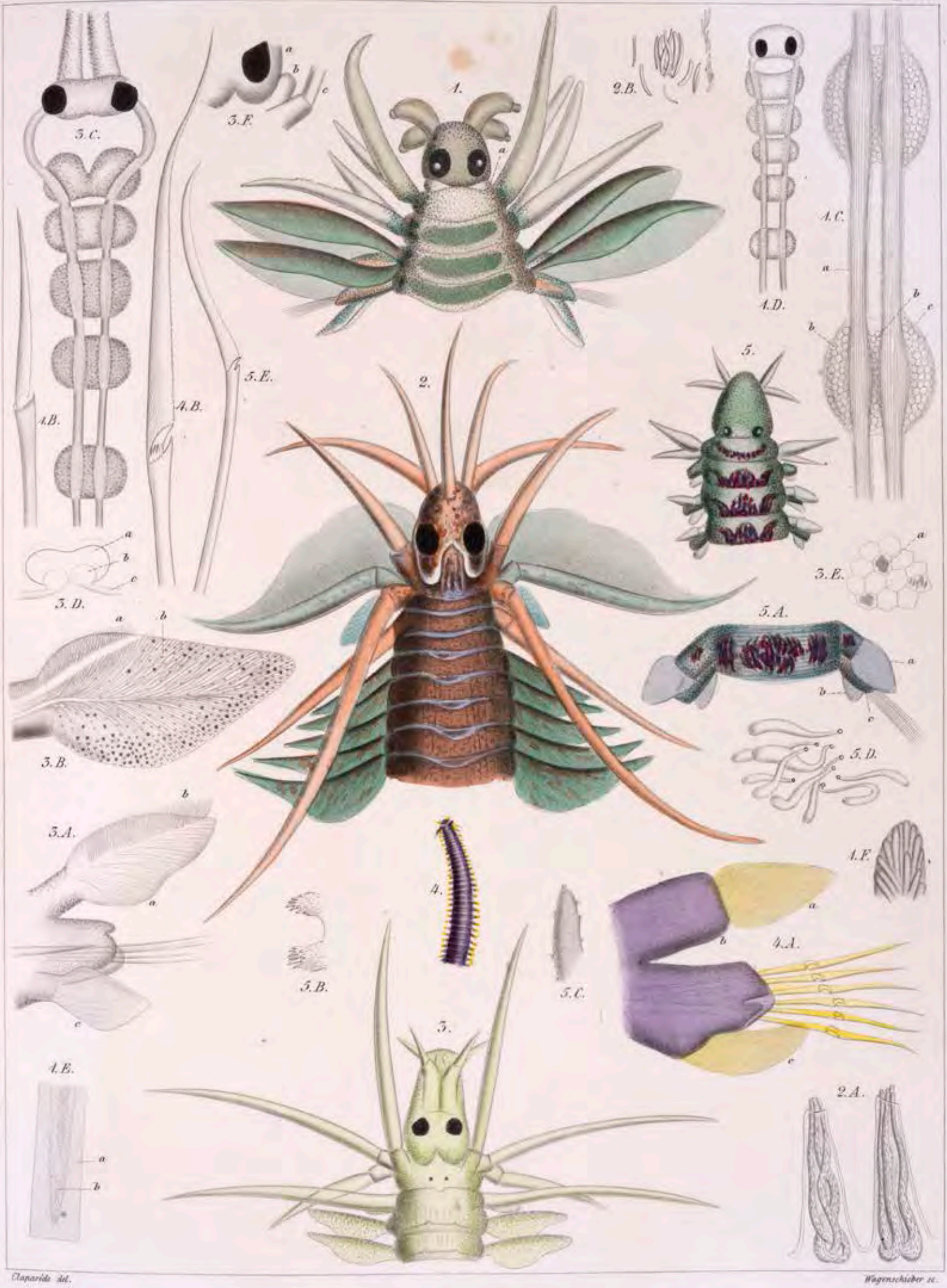
L'image scientifique se destine autant aux pairs que, parfois, à des publics aussi variés que les écoliers, les étudiants, le « grand public » ou les médias. En plus d'être rigoureuse, elle se doit donc d'être compréhensible et parfois même « saisissante ». Elle doit frapper l'imagination, faire voyager. L'engouement pour les sciences dès le 17e siècle a produit de grandes quantités de ces images impressionnantes, reprises dans les différents supports de la vulgarisation scientifique, du dictionnaire au roman.



Exemple d'intégration d'images scientifiques dans le texte, pour illustrer le propos, le cours de physique de Hartsoeker
Hartsoeker N. 1730. Cours de physique accompagné de plusieurs pièces concernant la physique qui ont déjà paru, et d'un extrait critique des lettres de M. Leeuwenhoek / par feu M. Hartsoeker. La Haye : J. Swart (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

L'image montre l'utilisation d'instruments scientifiques et le cabinet de travail du savant
Zubler L. 1607. Fabrica et usus instrumenti chorographici : das ist newe planimetrische Beschreibung, wie man mit einem leichten und geringen Instrument alle Stätt, Gärten, Weyher und Landschafften, jedes in sein gewisse Lägerstatt und Proportion auffreissen und verjüngen soll : mit XV. verstendtlichen schönen Kupfferstucken gezieret und erklärt / allen Kunstliebenden, sonderlich aber den Bawmeisteren, und die sich Circkels und Lineals gebrauchen, zu gutem an Tag geben durch Leonhard Zubler, Burger zu Zürich. Gedruckt zu Basel : in Verlegung Ludwig Königs (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Page de droite : Exemple de planche naturaliste placée après le texte scientifique : les vers de Claparède
Claparède R.-E. 1868. Les Annélides chétopodes du golfe de Naples. Genève ; et Bâle : H. Georg, Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève ; t. 19-20 [2] (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)



Claparède del. Wagenschieber sc.

Phyllodoce. – Eulalia (Pterocirrus.) – Anaïtis. – Eteone.

1.2. DES IMAGES SAISISSANTES

Nous avons choisi une série d'images scientifiques qui ont marqué l'histoire de la pensée humaine et le regard de leurs contemporains sur le monde. Ces illustrations, créées à des époques différentes, ont provoqué un « avant » et un « après » les avoir vues.

1.2.1. Voir l'intérieur d'un corps

Comment fonctionne un corps humain ? Qu'y a-t-il sous la peau ? C'est à ces questions que tente de répondre, comme d'autres, le médecin belge **André Vésale** (1514-1564). Son excellente connaissance du corps humain – acquise notamment en disséquant des cadavres de condamnés à mort – le pousse à publier de grandes planches anatomiques très précises, regroupant les organes par systèmes. D'abord *Tabulae Anatomicae sex* (les six tables anatomiques) en 1538, puis, en 1543, son fameux ouvrage en sept volumes *De humani corporis fabrica* (Sur le fonctionnement du corps humain), richement illustré de 200 gravures sur bois d'excellente qualité et sa version résumée en 10 planches, moins chères et plus accessibles aux étudiants. Cet ouvrage restera d'actualité jusqu'au 18e siècle et ses planches copiées et adaptées de nombreuses fois (p. ex. dans l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert).

Planches du médecin Vésale qui, le premier, publie un atlas anatomique.
Vésale A., édition de 1555 de son ouvrage De humani corporis fabrica (Source : BIU Santé [Paris] / 302)

Exemple de déclinaison des planches de Vésale, ici dans l'Encyclopédie
Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers / par une Société de gens de lettres ; mis en ordre & publié par M. Diderot, & quant à la partie mathématique par M. d'Alembert. Edition exactement conforme à celle de Pellet in-quarto. A Lausanne et à Berne : chez les Sociétés typographiques.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

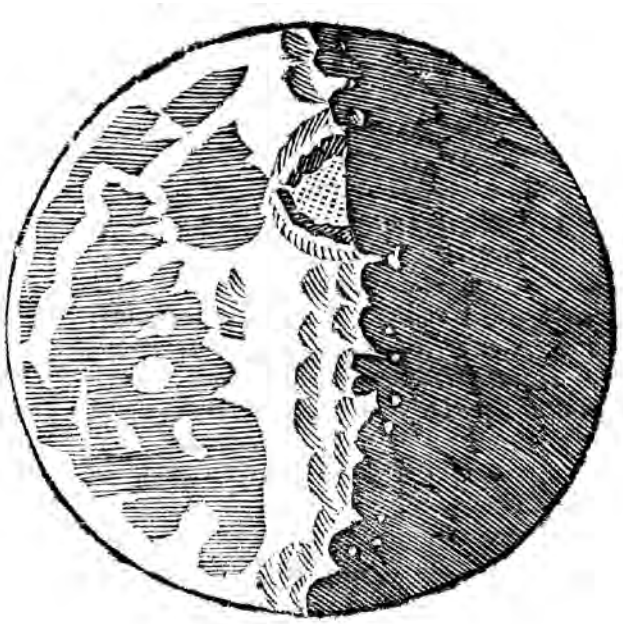
Dans la ligne de Vésale, un squelette mis en mouvement par le médecin genevois Manget.
Manget J.-J., 1717. Theatrum anatomicum, quo, non tantum integra totius corporis humani in suas partes, ac minutiores particulas evoluti, et quasi resoluti, fabrica, ex selectioribus, veterum et recentiorum omnium observationibus, retecta sistitur, quaestiones difficiliores in arte prosectoria subinde enatae, ac illae praecipue, de quibus etiamnum hodie docti inter sese magna cum contentione conversantur, curiose enodatae reperiuntur : verum etiam quicquid ad rei anatomicae illustrationem pertinet, per grandiores et vere elegantes tabulas aeneas bene multas nitide explicatur... : adjectae sunt ad calcem operis celeberr. Barth. Eustachii Tabulae anatomicae, ab illustrissimo Joh. Maria Lancisio, archiatro pontificio, summa cum diligentia explanatae : cum indicibus necessariis. Genevae : sumptibus Cramer et Perachon, 2 vol.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

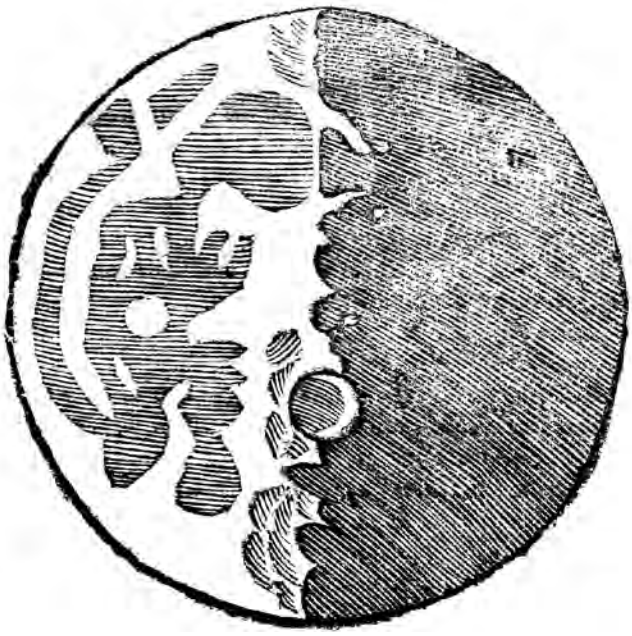
1.2.2. Les reliefs de la Lune

Hiver 1610, **Galilée** (1564-1642) pointe sa lunette – d'un grossissement d'environ 20 fois – vers la Lune et observe, par le jeu des ombres et de la lumière, un relief proche de celui des montagnes terrestres. Le monde parfait et sans aspérités du ciel en prend un coup ! Il esquisse des croquis qui seront repris par un graveur, en accentuant les ombres et les contrastes pour les publier dans son ouvrage de 1610 *Sidereus nuncius* (Le messager des étoiles).

Les premières observations astronomiques à la lunette sont ainsi portées à la connaissance du monde.

SYDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens vnicuique, præsertim verò Philosophis, atque Astronomis, quæ à
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasij Publico Mathematico
PERSPICILLI
Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNAE FACIE, FIXIS INNVMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS, apprimè verò in
QVATVOR PLANETIS
Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeritate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque diem cognitos, nouissimè Author deprehendit primus; atque
MEDICEA SYDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.
BONONIAE, Ex Typographia H H. de Duciis. MDCLV.
SVPERIORVM PERMISSV.



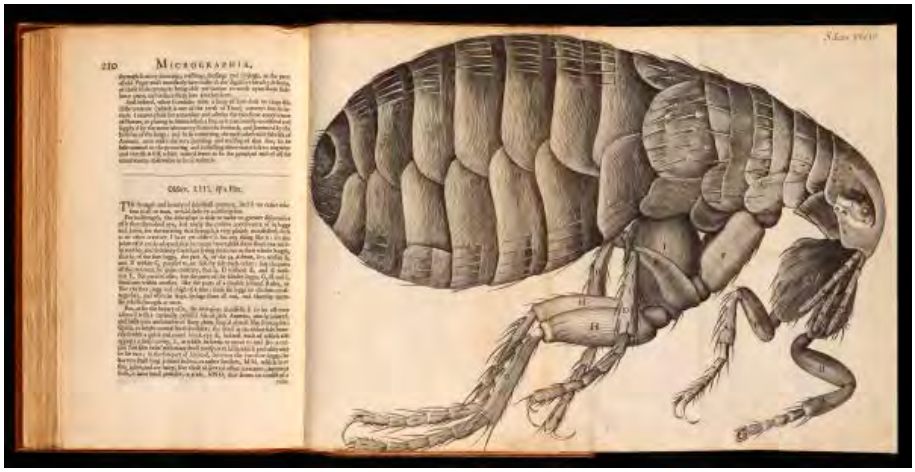


Publication des observations de Lune de Galilée
Galilei Galileo. 1655. Sydereus nuncius magna, longeque admirabilia spectacula pandens, suspiciendaque proponens unicuique, praesertim verò philosophis, atque astronomis, quae ä Galileo Galileo ...Bononiae : ex typographia HH. de Duciis, 1655. (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

1.2.3. La puce de Hooke

Voir l'invisible à l'œil nu à l'aide de microscopes : c'est dans cette démarche que se lance le savant anglais **Robert Hooke** (1635-1703). Féru d'expérimentations scientifiques, il publie en 1665 son ouvrage *Micrographia* dont les planches reproduisent ses observations au microscope composé de plusieurs lentilles (d'un grossissement d'environ 30 fois) qu'il est l'un des premiers à utiliser. La star de cet ouvrage est une puce, dont le dessin très détaillé donne une impression de volume. Il semblerait que Hooke ait utilisé un microscope composé, pour garder une vue générale de l'animal et accentuer la profondeur de champ, en parallèle d'un microscope simple, dont le grossissement est plus fort, pour ciseler les détails.

Ce dessin va être repris de nombreuses fois, copié à l'identique, par exemple dans *l'Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, ou agrémenté de compléments, comme dans *Mikroskopische Gemüths* (Amusements microscopiques), l'ouvrage de Martin Frobenius Ledermüller de 1763 qui propose des dessins alternatifs d'une tête de puce.



La fameuse puce dessinée par Hooke
Hooke R. 1665. Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies. London : Jo. Maryn and Ja. Alleftry, printers to the Royal Society. (Image tirée du site http ://www.tested.com/science/573285-shortened-history-microscope/)

Sa reprise par l'Encyclopédie
(Source : http ://www.philographikon.com/insectsentomology.html)

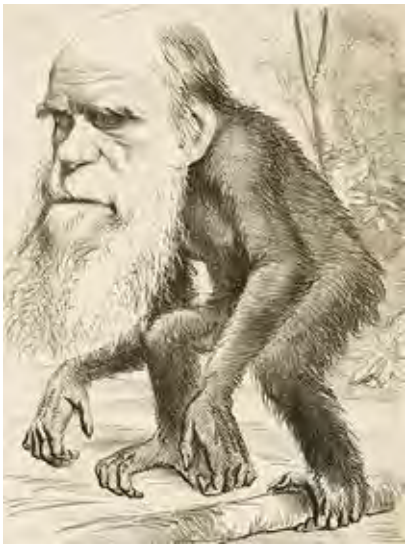
La puce de Hooke reprise par Ledermüller, avec des propositions alternative de tête.
Ledermüller M. F. 1776. Mikroskoopische Vermaaklykheden, zo voor de oogen als voor den geest, behelzende de afbeeldingen van veelerley voorwerpen, zo van dielyke lighaamen, als van planten en delfstoffen, ... / door mart. Frob. Ledermuller ; vermeerderd door Adam Wolfgang Winterschmidt. Amsterdam : by de erven van F. Houttuyn. (Bibliohtèque du Muséum)

Une vue contemporaine au microscope électronique à balayage permet de comparer ces images avec l'animal.

Photo au microscope électronique à balayage *(MEB) de 2 têtes de puce de chat (ordre des Siphonaptères, famille des Pulicidae pour la photo de gauche et des Vermipsyllidae pour la photo droite).*
(Muséum, photo de Jean Wuest)

1.2.4. L'arbre de l'évolution de Darwin

Dans son carnet de 1837, le naturaliste anglais **Charles Darwin** (1809-1882) synthétise sa pensée et sa conception de l'évolution par quelques traits de plume. D'un aspect à priori très simple, voire banal, son croquis est l'un des premiers dendrogrammes (dessin en forme d'arbre) et illustre schématiquement une théorie révolutionnaire : celle de la lignée des espèces et surtout des mécanismes de la sélection naturelle. La parution en 1859 de *L'Origine des Espèces* marque un tournant conceptuel majeur dans le regard que les humains portent sur le monde et leur propre passé et suscite de nombreuses controverses, dont de célèbres caricatures de Darwin représenté avec un corps de singe.



***Caricature de Darwin en singe «A Venerable Orang-outang»**, publiée dans The Hornet en 1871.*
(Source : Wikipedia)

***Extrait du carnet de Charles Darwin** de 1837 montrant un schéma en arbre résumant sa théorie*
(Source : Wikipedia)

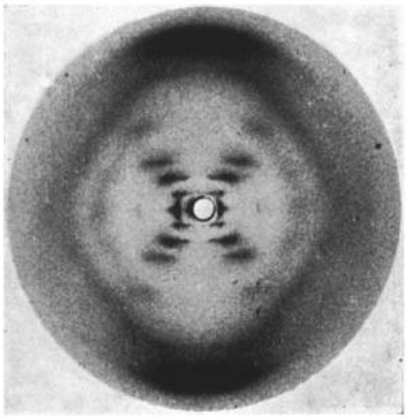


Photo 51 aux rayons X *produite par l'équipe de Rosalind Franklin montrant la structure en croix de l'ADN. (Source Wikipedia)*

1.2.5. La structure de l'ADN

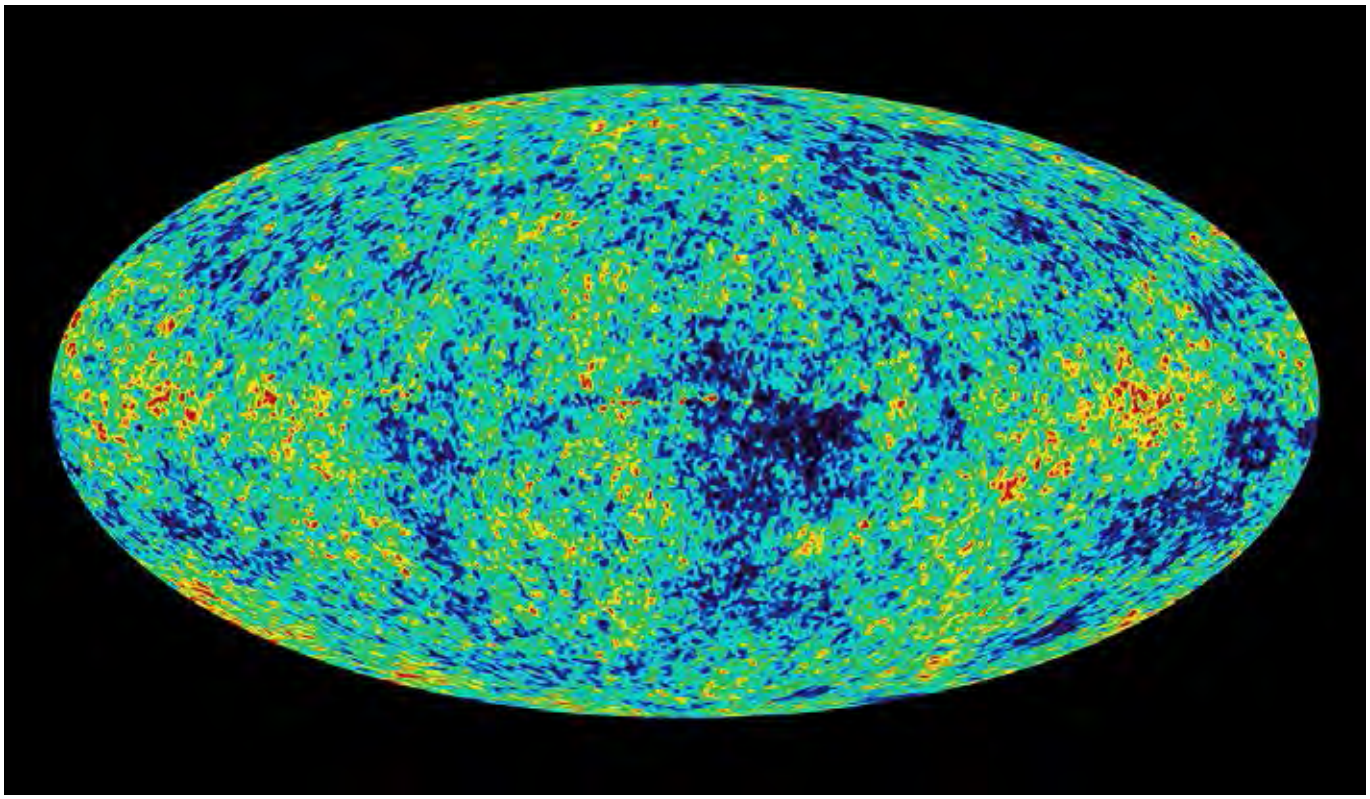
Dès les années 1940, plusieurs équipes scientifiques tentent de comprendre quelle molécule porte l'information génétique jusqu'à l'identification en 1944 du fameux acide désoxyribonucléique (ADN). Mai 1952, l'équipe de la biologiste anglaise **Rosalind Franklin** (1920-1958) obtient la première image de l'ADN aux rayons X à partir de thymus de veau : la fameuse « Photo 51 » montrant la structure en croix de la molécule. C'est à partir de cette image que le physicien anglais **Francis Crick** (1916-2004) et le naturaliste américain **James Watson** (1928-) imaginent la structure de l'ADN en deux brins identiques enroulés en double hélice qu'ils publient en 1953 et qui leur vaudra le prix Nobel de médecine en 1962.

Les découvreurs de la structure en double hélice de l'ADN*, Crick (à droite) et Watson (à gauche) (Source : http ://dataphys.org/list/watson-and-cricks-3d-model-of-dna/)*

1.2.6. Le fond diffus cosmologique

L'existence du fond diffus cosmologique est postulée par la théorie du Big Bang à la fin des années 1940. C'est à deux physiciens des laboratoires Bell, **A. Allan Penzias** (1933-) et **Robert Wilson** (1936-), que l'on doit sa découverte en 1964, pour laquelle ils recevront le prix Nobel de physique en 1978. Lors de la mise au point d'une nouvelle antenne destinée à mesurer le rayonnement des ondes radio de la Voie lactée, ils enregistrent un bruit de fond qu'ils attribuent tout d'abord à des pigeons et qui s'avérera être l'enregistrement de micro-ondes cosmologiques captées dans toutes les directions.

Issue des données satellitaires, la représentation créée par traitement informatique de ces ondes donne une image de l'état de l'Univers quelques centaines de milliers d'années après le Big Bang.



Carte de la sphère céleste *montrant les fluctuations (ou anisotropie) du fond diffus cosmologique observées par le satellite WMAP (juin 2003)*
(Source Wikipédia)

1.2.7. Lever de Terre depuis la Lune

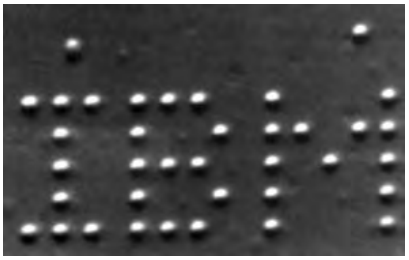
Changer de point de vue et voir un lever de Terre depuis la Lune… C'est ce qu'a photographié l'astronaute **William Anders** (1933-) le 24 décembre 1968, lors de la mission Apollo 8 en orbite autour de la Lune. Cette mission préparait les suivantes, dont Apollo 11 qui a permis au premier homme de fouler le sol lunaire. Une image proche a été produite en haute résolution par compilation de clichés en octobre 2015, pris depuis le module lunaire de la NASA Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO).

Vue de la Terre depuis l'orbite lunaire *prise par la mission Apollo 8 à Noël 1968.*
(Image Credit : NASA)

Image de la Terre depuis l'orbite lunaire *fabriquée par compilation de vues du module Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) en juillet 2009.*
(Image Credit : NASA/Goddard/Arizona State University
https ://www.nasa.gov/image-feature/goddard/lro-earthrise-2015)

1.2.8. Voir les atomes

En 1990, les chercheurs du laboratoire IBM de San Jose en Californie dessinent leur logo avec des atomes de xénon sur une surface de nickel, en les déplaçant à l'aide d'un microscope à effet tunnel. Ce type d'appareil avait été inventé par leurs collègues de Zurich, **Gerd Binning** (1947-) et **Heinrich Rohrer** (1933-2013) en mars 1981, pour lequel ils obtiennent le prix Nobel de physique en 1986. Une pointe mobile ultra fine se déplace sur une surface en suivant son relief à l'aide d'un très faible courant électrique. Cette pointe peut aussi servir à déplacer des atomes d'une matière et les déposer sur une autre. Ce procédé permet des « dessins » à l'échelle de l'atome, voire la création de films d'animation. Il est utilisé dans l'ingénierie des nanotechnologies.

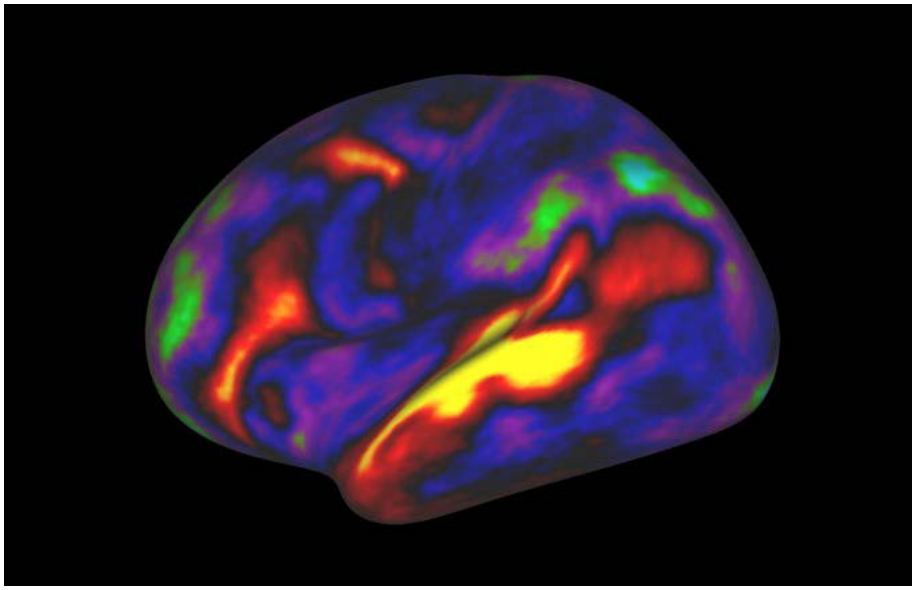


Logo d'IBM écrit avec des atomes de xénon.
(Source Wikipedia)

1.2.9. Voir le cerveau penser ?

Grâce aux différentes techniques d'imagerie médicale, on peut, depuis la fin du 20e siècle, voir un cerveau humain fonctionner en temps réel. L'activité cérébrale dessine des cartes où certaines zones se distinguent en fonction de ce que fait la personne.

Découvertes en 1875 par l'anglais Richard Caton, les ondes électriques produites par le cerveau sont étudiées par électroencéphalogramme dès les années 1950. D'autres analyses viennent les compléter : IRM et surtout tomographie par émission de positrons (TEP) qui permet de voir fonctionner le cerveau. Ces mesures ne permettent pourtant pas de lire la pensée des gens, le cerveau étant le « substrat de notre activité mentale » alors que la pensée est construite par la personne. Des équipes européennes tentent néanmoins de modéliser informatiquement le fonctionnement d'un cerveau dans un grand projet collectif, le *Human Brain Project.*

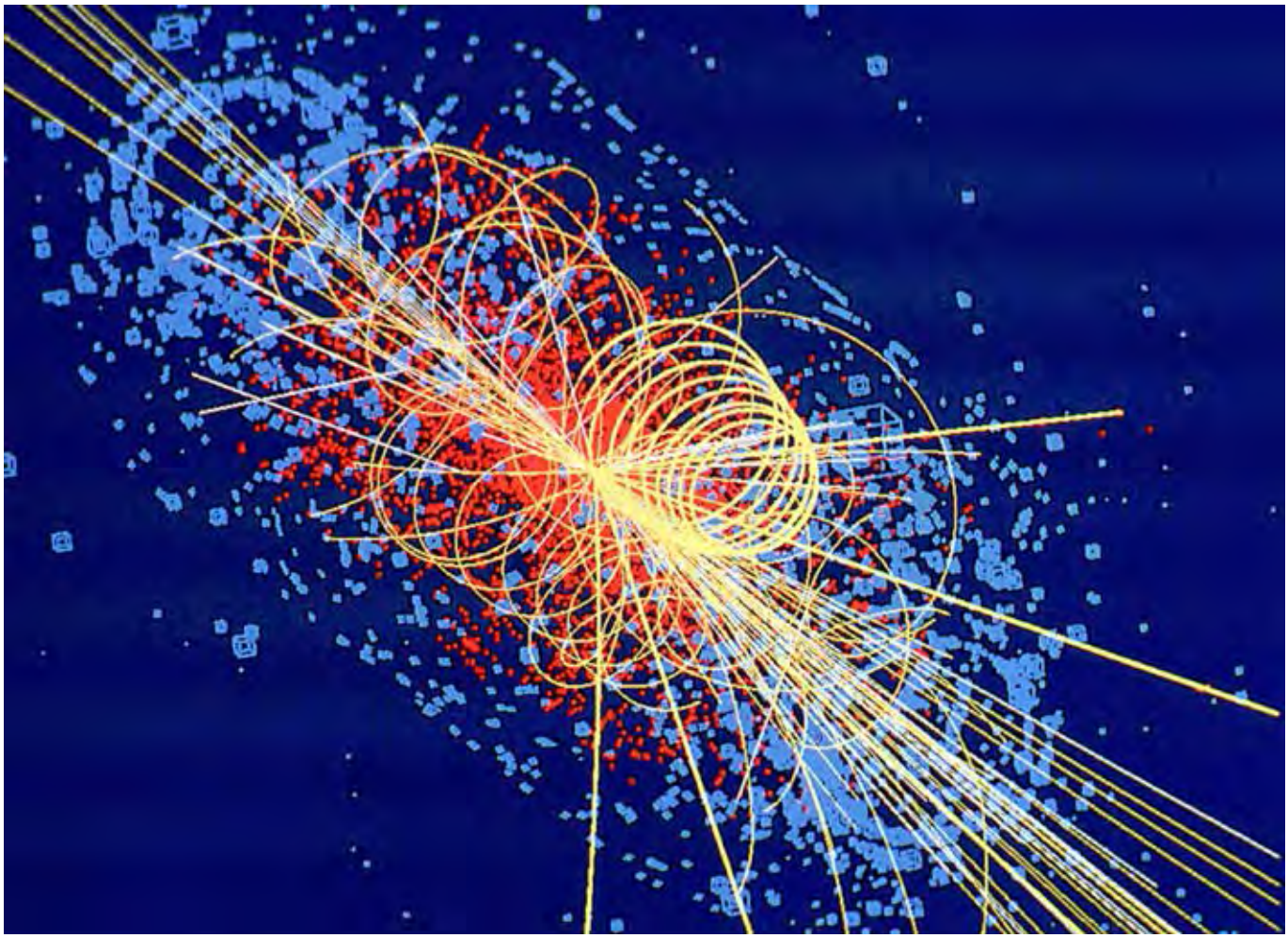


Imagerie par IRM d'un cerveau en activité : *les zones activés sont en rouge et jaune, les zones désactivées en bleu et vert).*
Matthew F. Glasser/David C. Van Essen (Source : https ://www.wired.com/2016/07/new-map-brain-redraws-boundaries-neuroscience/)

1.2.10. Casser les atomes pour voir les particules élémentaires

La compréhension des particules élémentaires s'est fortement améliorée au 20e siècle. Dès les années 1930, les protons, neutrons et électrons paraissaient être les briques les plus petites de la matière. Pourtant, ils peuvent à leur tour se diviser lors de collisions à très haute vitesse. Naît ainsi, dès les années 1960, le « modèle standard » des particules élémentaires, une théorie qui réunit quasi toutes les forces connues et permet le catalogue des briques de matière encore plus petites (quarks, leptons, bosons).

En juillet 2012 dans le LHC, le CERN met en évidence le boson de Higgs, qui serait responsable de la masse. Cette particule avait été prédite par Peter Higgs à la fin des années 1960. La confirmation expérimentale de sa théorie lui vaut le prix Nobel de physique en 2013.



Casser les atomes pour voir les particules élémentaires
Imagerie d'une collision de protons produisant des muons.
(Source : CERN, https ://home.cern/fr/node/38972)

2. LA FABRICATION DE L'IMAGE

2.1. QUI FAIT LES IMAGES ?

Si la place du savant est évidente dans la production des images scientifiques, il n'est pas seul dans ce processus. De nombreuses mains – anonymes ou citées – viennent s'ajouter aux siennes pour produire une illustration publiable (voir encadré). Ce sont souvent des mains de femmes – épouses, filles, muses ou travailleuses artisanes – qui contribuent significativement dès le 17e siècle à la qualité des premiers croquis. Le dessin final est ensuite transmis au graveur (sur bois, sur cuivre ou sur pierre), puis à l'imprimeur, enfin au coloriste. Intervient ainsi toute une chaîne de savoir-faire qui se succèdent et se complètent.

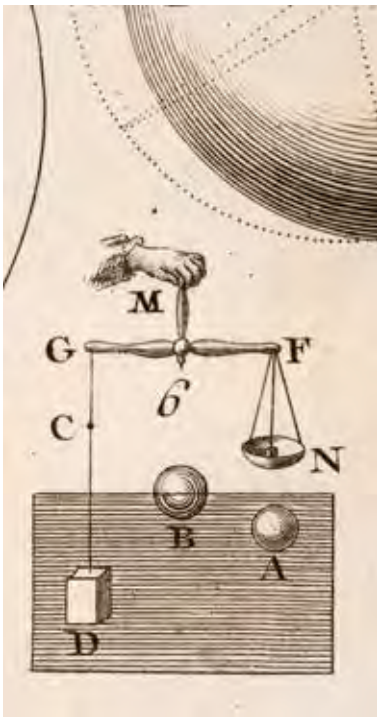
Après l'invention de la photographie, d'autres procédés sont utilisés (photographie, photolithographie, offset, etc.), mais le principe de chaîne de production reste. Il en va de même avec la création numérique d'images de synthèse ou issues de traitement de signal.

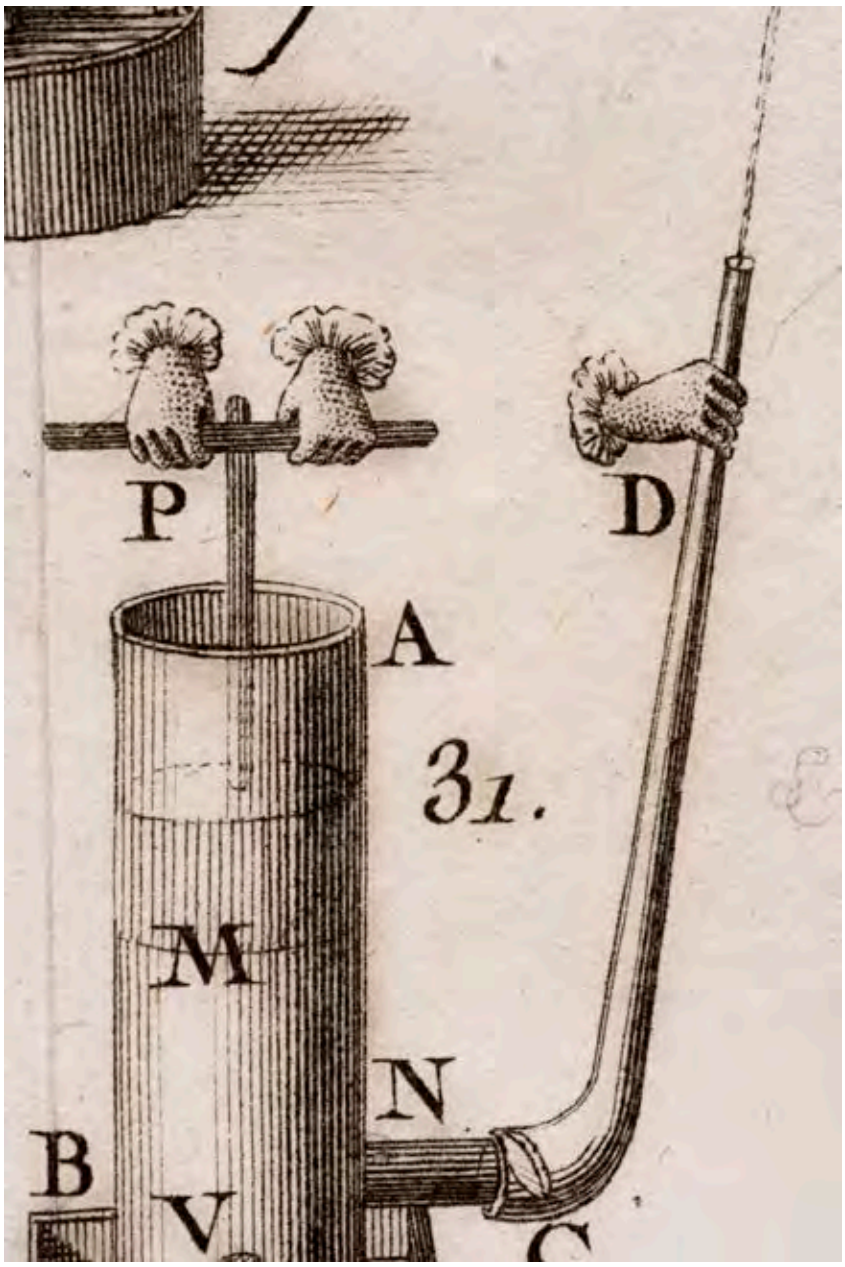
On trouve fréquemment sous les planches gravées le nom des dessinateurs et graveurs :
Delineavit (ou *Del.*) : a tracé, a dessiné en latin. Indique le nom du dessinateur
Pinxit (ou *Pinx.*) : a peint en latin. Indique le nom du dessinateur, du peintre
Sculpsit (ou *Sculp.*) : a sculpté ou gravé en latin. Indique le nom du graveur.

En 1542, le médecin allemand féru de botanique Leonard Fuchs (1501-1566) publie son ouvrage sur la classification des plantes, orné de belles planches, à la fin duquel il présente le portrait des artisans qui ont contribué à sa fabrication : dessins d'après nature de Albrecht Meyer, leur mise à l'échelle par Heinrich Füllmaurer, gravures de Veit Rudolf Speckle.
Fuchs L.. 1542. De historia stirpium commentarii insignes, maximis impensis et vigiliis elaborati, adjectis earundem vivis plusquam quingentis imaginibus, nunquam antea ad naturae imitationem artificiosius effictis et expressis. Basileae : in officina Isingriniana. (Bibliothèque du Conservatoire et Jardin botanique de Genève)

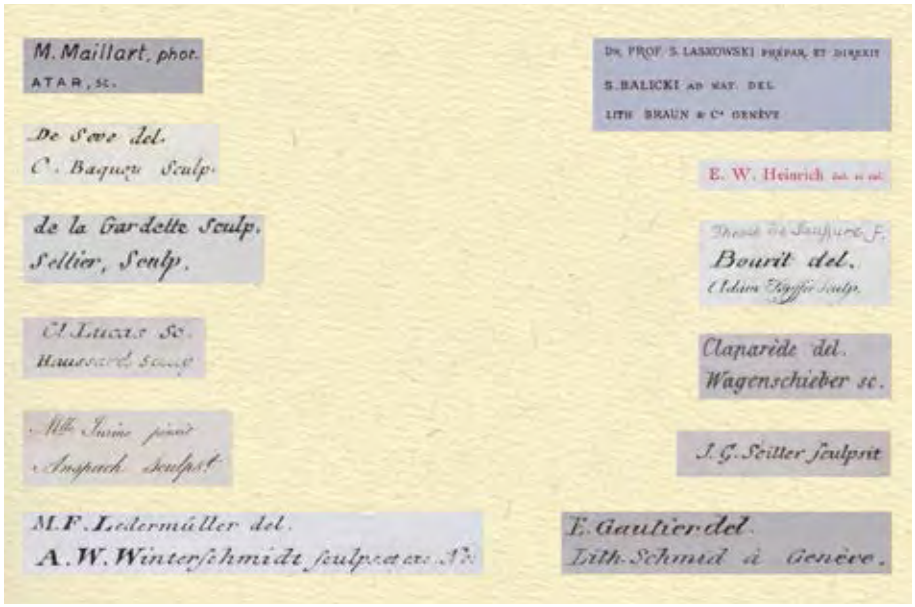
Clin d'œil : Les petites mains

Sur de nombreux dessins scientifiques, le geste est signifié par une petite main. Selon les époques et les publications, elle se pare d'élégantes dentelles ou est stylisée de manière sobre. Parfois, un œil l'accompagne…





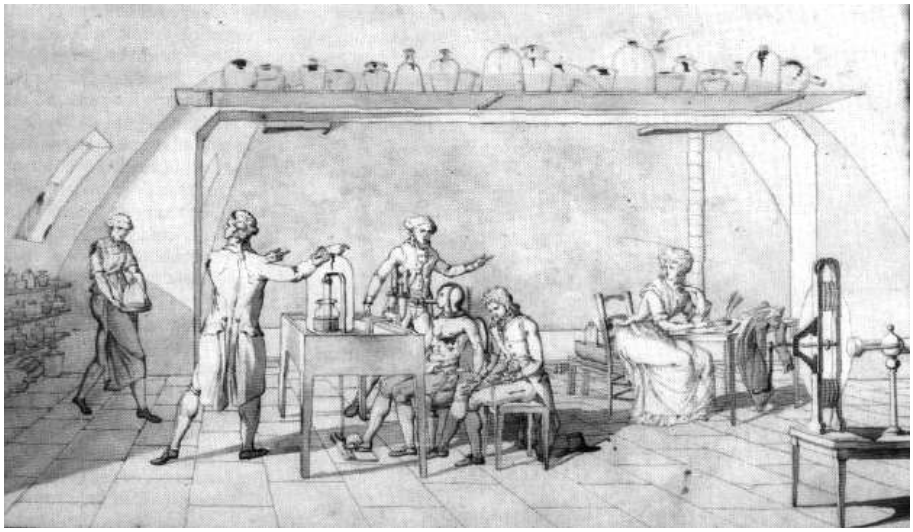
Les mains montrent le geste, soulignent un élément
Para du Phanjas F., 1788. Théorie des êtres sensibles, ou Cours complet de physique, spéculative, expérimentale, systématique et géométrique, mise à la portée de tout le monde…
Nouv. éd., rectifiée, perfectionnée, assortie aux modernes découvertes… A Paris : chez Barrois l'aîné : Cellot.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)



Exemples de signatures
des dessinateurs, graveurs et photographes de quelques planches de l'exposition.

Nombreuses sont les femmes qui se sont distinguées par des talents artistiques mis au service de la science. On peut citer la naturaliste et peintre allemande Anna Maria Sybilla Mérian (1647-1717), connue pour ses études des insectes et de la flore exotique ainsi que pour la beauté de ses compositions, Hélène Dumoustier de Marsilly, illustratrice de Réaumur jusqu'en 1757, mais aussi Marie-Anne Paulze Lavoisier (1758-1836), qui a collaboré pendant 22 ans aux travaux de laboratoire de chimie de son mari Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), père de la chimie moderne, en se chargeant également du dessin des planches de ses ouvrages et de l'édition des œuvres posthumes de ce dernier. Nées à notre époque, elles auraient certainement fait de brillantes carrières scientifiques, alors qu'aux 18e et 19e siècles, on a surtout mis en avant leur talent de dessinatrices. C'est le cas à Genève notamment de Christine Jurine ou des filles de l'entomologiste Auguste Forel, Inez et Daisy.

Métamorphose de papillon du Surinam
par A. M. S. Mérian
(Source Wikipedia)



Dessin du laboratoire de Lavoisier
pendant une expérience sur la respiration humaine, où sa femme, Marie-Anne Paulze s'est représentée elle-même assise à droite en train de dessiner.
(Source Wikipedia)

Le « pinceau inimitable » de Christine Jurine (1776-1812)

La fille aînée du naturaliste genevois Louis Jurine (1751-1819) participait très activement aux recherches de son père. C'est elle qui réalisait les dessins des publications, suscitant admiration et respect de ses contemporains. En 1803, ses compétences scientifiques lui valurent d'être nommée membre associé honoraire de la Société des Naturalistes, même si on ne la laissait pas siéger aux séances ordinaires…

Elle utilisait, pour ses observations et ses dessins, un microscope à projection sur un écran (dit microscope lucernal, voir chap. 3.2) lui permettant de reproduire de manière très fine les détails anatomiques des insectes observés. La comparaison entre ses dessins et les planches publiées, notamment dans l'ouvrage de son père sur les hyménoptères, montrent que le graveur a parfois empâté les corps des animaux, ne rendant pas toujours exactement la qualité des dessins originaux.

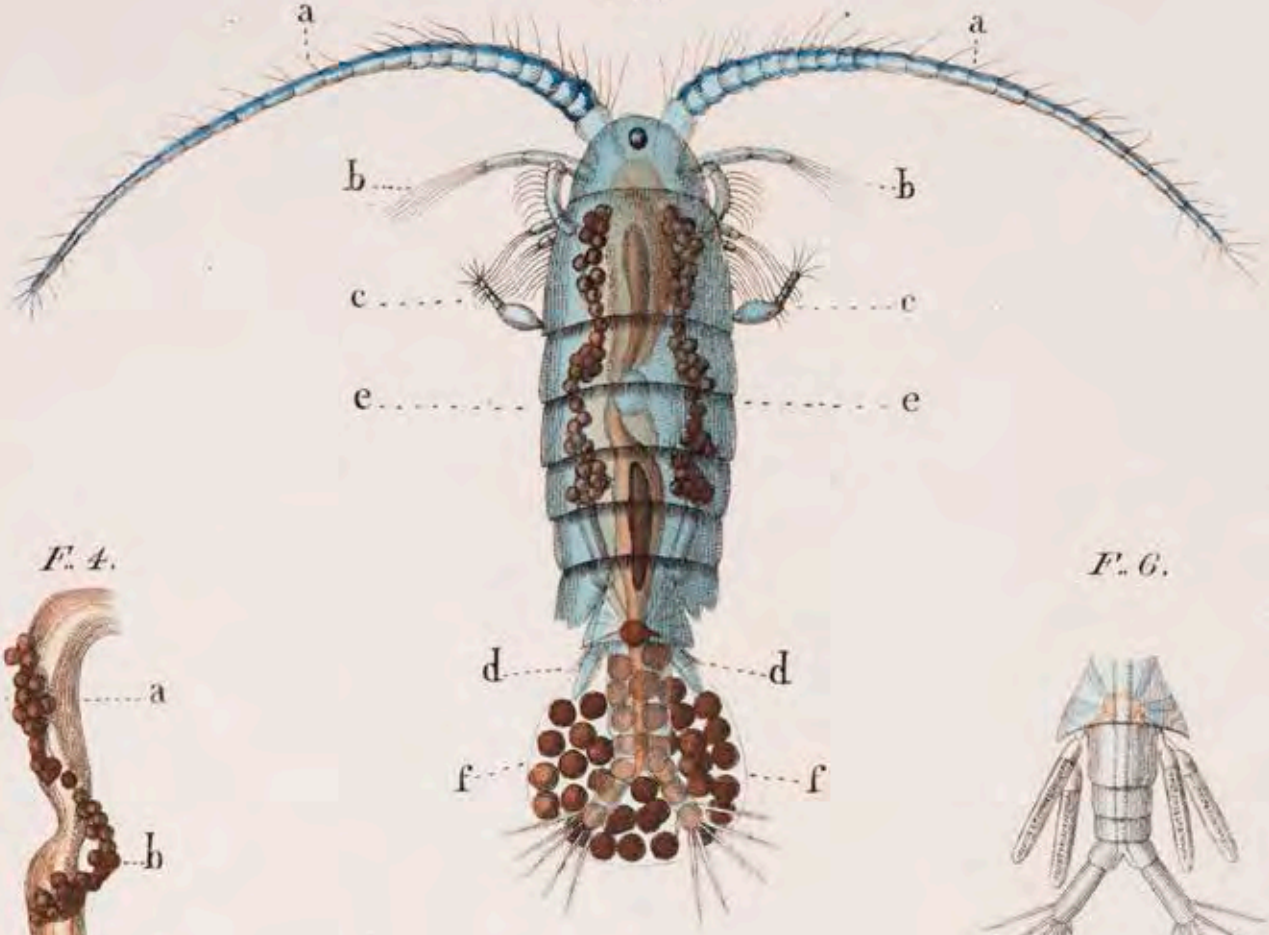
« Il m'aurait été impossible de faire connaître les résultats de mon travail d'une manière satisfaisante si ma fille aînée, en me consacrant son pinceau, ne m'eut encore fait le sacrifice de tout le temps nécessaire pour suivre mes observations et mes expériences, voir et servir avec moi les mêmes objets avant qu'elle les représentât avec la grâce de la vérité. Comme l'éloge de ces dessins serait déplacé dans la bouche d'un père, je laisse aux amateurs le soin de les juger. »

Jurine cité dans Sigrist et al. 1999, p. 318.

Dessins originaux et planches préparatoires de Christine Jurine
pour l'ouvrage de son père sur les hyménoptères et les diptères paru en 1807.
(Bibliothèque du Muséum)

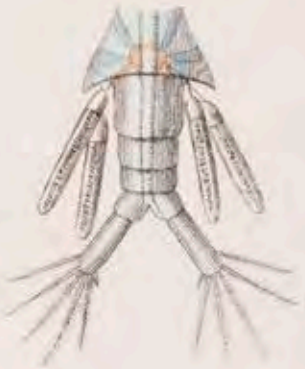
Page de droite: Publication de planches en couleur de Mlle Jurine
Jurine L. 1820. Histoire des monocles qui se trouvent aux environs de Genève. Genève ; Paris : J.J. Paschoud, (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

F. 1.



F. 4.

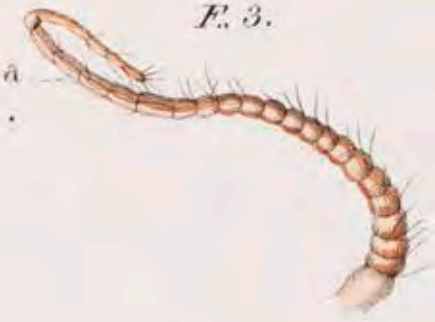
F. 6.



F. 2.

F. 6.

F. 3.



Mlle Jurine pinxit

Anspach Sculpsit

La flore des dames de Genève (copie de la Flore du Mexique), un projet participatif du 19e siècle

En 1817, le botaniste genevois Augustin-Pyramus de Candolle (1778-1841) s'était vu confier pour un temps le compte rendu richement orné de très nombreuses planches d'une expédition botanique au Mexique. Il espérait pouvoir faire copier une vingtaine de ces planches, pour garder trace des éléments les plus intéressants avant de rendre les originaux et… le projet devint participatif, tout Genève s'y mit : plus de 800 dessins furent copiés en moins de 8 jours, surtout par des femmes, d'où son nom de « Flore des dames de Genève ».

« Quelle ne fut pas ma surprise et ma reconnaissance lorsque je vis se manifester parmi tous les artistes et les amateurs de notre ville le zèle le plus aimable et le plus actif pour conserver parmi nous autant de copies qu'il serait possible des dessins de la collection mexicaine. Non seulement les personnes qui avaient quelques relations avec moi, mais celles que je n'avais point le bonheur de connaître, vinrent avec un empressement tout particulier m'offrir leurs crayons et leurs pinceaux. (…) C'est particulièrement parmi les Dames que j'ai trouvé les talents et le zèle dont je viens de parler ».

A.-P. de Candolle cité par H. Burdet dans son article des *Anales del Jardín Botánico* de Madrid, 54.1996

Bonnet obligé de se mettre au dessin, faute de dessinateur !

Lors de ses travaux de naturaliste, le grand savant Charles Bonnet (1720-1793) se plaint de ne pas avoir de dessinateur à disposition pour rendre compte fidèlement de ses découvertes. Il s'improvise dessinateur, car il faut savoir que regarder et quel élément choisir.

« Un autre avantage fort considérable que M. Trembley a sur moi, c'est de posséder dans la personne d'un ami un Physicien, qui, au talent d'observer, joint encore celui de dessiner et de graver dans la plus grande perfection. On comprend que je veux parler de M. Lyonet, dont les rapides progrès dans l'art de la gravure ne sont pas une des moindres merveilles que renferme l'ouvrage de M. Trembley. Non seulement je n'ai eu personne dans notre ville en état de graver des Planches de cet ouvrage, mais j'ai encore manqué de dessinateur. On ne doit pas être surpris : pour bien rendre un Insecte, et surtout un Insecte du genre de mes Vers, dont plusieurs parties sont assez difficiles à distinguer, il faut être observateur ; autrement on ne saisit pas le plus gros de la figure et on manque le plus intéressant. J'ai donc été réduit à dessiner moi-même les figures de la seconde partie et cela sans avoir appris le dessin. »

Ch. Bonnet, Œuvres vol. 1, préface du traité d'insectologie. p. XXIV

Détail d'une des planches de pucerons dessinée par Charles Bonnet.

Observations sur les pucerons, planche dessinée et publiée par Charles Bonnet
Bonnet C. 1779-1783. Œuvres d'histoire naturelle et de philosophie de Charles Bonnet. A Neuchâtel : de l'imprimerie de Samuel Fauche.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 6.

Fig. 5.

Fig. 8.

Fig. 7.

Fig. 9.

Fig. 11.

Fig. 10.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

2.2. LES TECHNIQUES DE REPRODUCTION DE L'IMAGE

Dans le cas des publications antérieures à l'invention de la photographie, c'est essentiellement la gravure qui est la technique de reproduction la plus couramment utilisée pour produire des illustrations scientifiques. Très précise et permettant souvent des nuances, elle a la particularité de produire des images (estampes) en miroir des originaux.

La gravure sur bois

Développée en Europe dès le 15e siècle, la gravure sur bois est un moyen de reproduire des images, tant dans des livres que pour des jeux de cartes ou autres supports. Le dessin est tracé sur le bois, puis son contour est sculpté en « taille d'épargne » : avec un outil de type burin ou couteau, on évide les zones qui devront apparaître blanches sur l'épreuve imprimée, tout en laissant les traits en relief. La matrice est ensuite encrée au tampon ou au rouleau et on applique la feuille sur cette préparation, généralement avec une presse. Ce procédé ne permet pas de produire des zones grisées, mais seulement du noir ou du blanc. Les éventuelles couleurs sont rajoutées par la suite à la main, au pinceau ou au pochoir, plus rarement surimprimées à l'aide d'une autre plaque de bois.

Les gravures sur bois peuvent être intégrées directement dans le texte, ce que les autres procédés ne permettent pas. Par ailleurs, les matrices s'usent peu et permettent des tirages très importants.

Dès le 17e siècle, cette technique est concurrencée par la gravure sur cuivre, puis dès le 19e siècle par la lithographie. Elle continue néanmoins à être utilisée, notamment avec des bois très durs, pour insérer les illustrations dans le texte et pour des productions artistiques.

Rondelet et ses « poissons »
Planches d'animaux marins (tant les poissons que les crabes, voire même des monstres marins) réunis sous le nom de « poissons », gravées sur bois et intégrées dans le texte Rondelet G. 1558. L'histoire entière des poissons. Lyon, ed. Macé Bonhome. (Bibliothèque du Muséum)

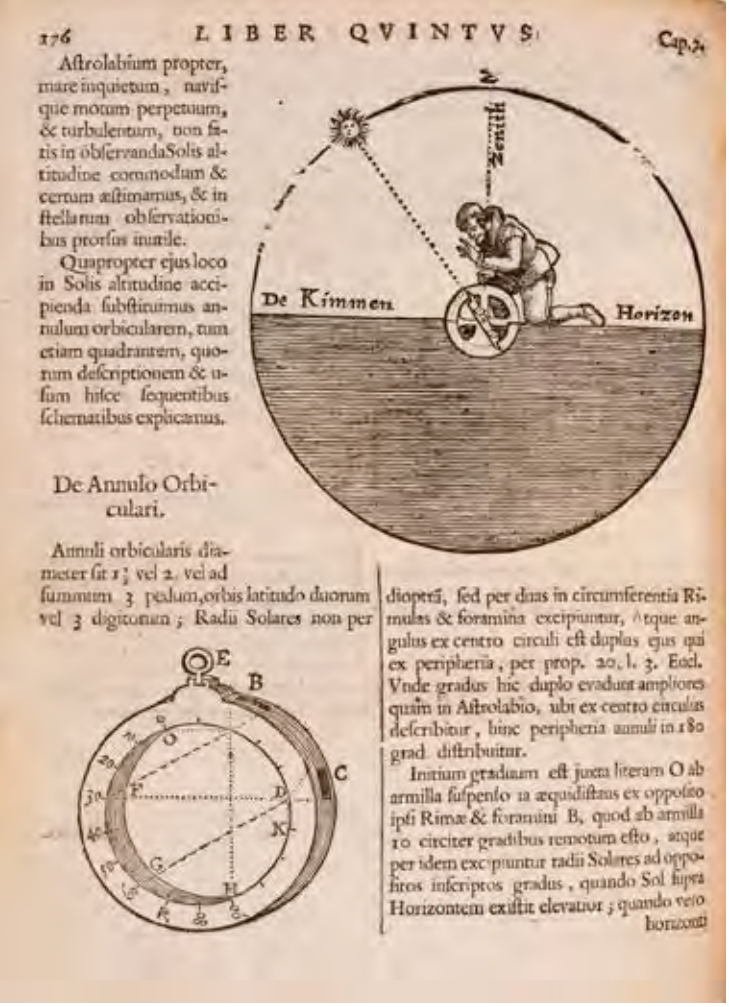
De Cancro mæa.

CAPVT XIIII.

CANCRI Μαῖαι dicuntur ab Aristotele, à Gaza maię fortasse à magnitudine: nam μαῖα quæ amitam significat & nutricem, aliquando etiam pro grandiore natu sumebatur. Cancer hic à nonnullis *carabo* dicitur, ab aliis *porroni*, à Venetis *granci porroni*, ab aliis *cancharo de barbarie*. Nostris est ἀνώνυμος: quia rarissimè in nostro litore capitur. Est omnium cancrorum maximus. Vidi ex Oceano cancrum mæam cuius latitudo palmum maiorem superabat, longitudo ad semicubitum accedebat. Testa læui contegitur, cuius laterum ambitus in semicirculos desinit, pedes octo & breues habet pro corporis magnitudine, chelas duas, dextram maiorem sinistra. Omnibus enim cancris, vt scripsit Aristoteles magna ex parte maior est chela dextra, quàm sinistra, chelarum extrema nigrescunt. Cornua quatuor ante oculos protenduntur, duo breuiora è media fronte, longiora duo sub oculis nascuntur, ij non magno interuallo à se distant pro corporis totius magnitudine, hos modò promit, modò condit. Cauda subtus est lata aliorum cancrorum caudis planè similis. Carne constat dura & insuaui, coquitur in furno vel in aqua, & ex aceto editur, difficilè concoquitur, malúmque succum gignit. In huius cancri cognitione valde hallucinatus est autor LIB. de aquatilib. qui cancrum vulgò Massilię *squinado* dictum, pro cancro mæa exhibuit, non intellectis, vel fortasse ne lectis quidem notis, quas cancro mæę Aristoteles tribuit. Cancrum enim mæam omnium maximum esse tradit: deinde crura ei breuia & tenuia tribuit: Ὅσοι δὲ αὐτῶν πελάγιοί εἰσι, διὰ τοῦτο πολὺ ἀργοτέρους ἔχουσι τοὺς πόδας αὐτῶν πρὸς τὴν πορείαν, οἷον αἵτε μαῖαι, καὶ οἱ ἡρακλεωτικοὶ καλούμενοι καρκῖνοι, ὅτι ὀλίγῃ χρῶνται κινήσει, ἀλλὰ ἡ σωτηρία αὐτοῖς τῷ ὀστρεϊώδεις εἶναι γίνεται, διὸ αἱ μὲν μαῖαι λεπτοσκελεῖς, οἱ δὲ ἡρακλεωτικοὶ μικροσκελεῖς εἰσι. Cancris qui ex pelagiis sunt, pedes sunt ad ingrediẽdum tardiores, vt mæis, & heracleoticis cancris, quia parua vtuntur motione,

Lib. 4. de hist. cap. 3.

[illegible] 4. de [illegible] enim.



176 LIBER QVINTVS. Cap. 2.

Astrolabium propter, mare inquietum, navisque motum perpetuum, & turbulentum, non satis in observanda Solis altitudine commodum & certum æstimamus, & in stellarum observationibus prorsus inutile.

Quapropter ejus loco in Solis altitudine accipienda substituimus annulum orbicularem, tum etiam quadrantem, quorum descriptionem & usum hisce sequentibus schematibus explicamus.

Zenith

De Kimmen

Horizon

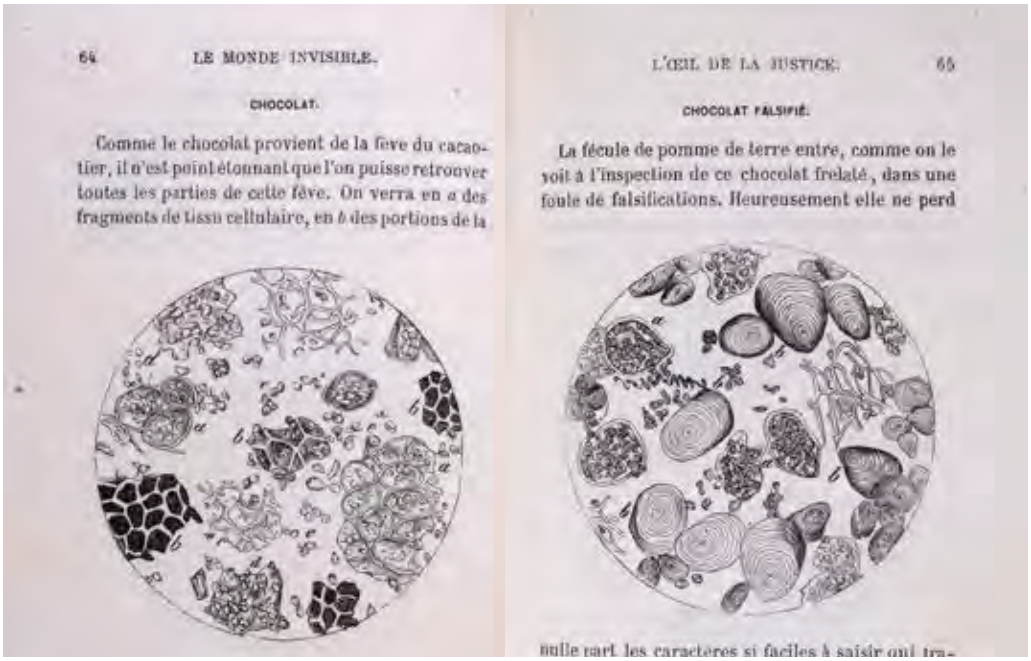
De Annulo Orbiculari.

Annuli orbicularis diameter sit 1; vel 2. vel ad summum 3 pedum, orbis latitudo duorum vel 3 digitorum; Radii Solares non per dioptrã, sed per duas in circumferentia Rimulas & foramina excipiuntur, atque angulus ex centro circuli est duplus ejus qui ex peripheria, per prop. 20. l. 3. Eucl. Vnde gradus hic duplo evadunt ampliores quam in Astrolabio, ubi ex centro circulus describitur, hinc peripheria annuli in 180 grad. distribuitur.

Initium graduum est juxta literam O ab armilla suspenso in æquidistans ex opposito ipsi Rimæ & foramini B, quod ab armilla 10 circiter gradibus remotum esto, atque per idem excipiuntur radii Solares ad oppositos inscriptos gradus, quando Sol supra Horizontem existit elevatior; quando vero horizonti

E B C O D K G H

L'astronome et arpenteur hollandais Adriaan Adriaanszoon, dit Metius, publie un traité sur l'astrolabe et sur d'autres instruments d'astronomie. *Les gravures, sur bois, sont intégrées dans le texte.*
Metius A. (Metii). 1633. Primum mobile Astronomice, sciographice, geometrice & hydrographice nova methodo explicatum (Opera ominia astronomica). Editio nova, ab innumeris mendis vendicata, et instrumentis mathematicis / aucta à Guilielmo Blaeu. Amsterdami : apud Guilielmum Blaeu. (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)



64 LE MONDE INVISIBLE.

CHOCOLAT.

Comme le chocolat provient de la fève du cacaotier, il n'est point étonnant que l'on puisse retrouver toutes les parties de cette fève. On verra en *a* des fragments de tissu cellulaire, en *b* des portions de la

L'ŒIL DE LA JUSTICE. 65

CHOCOLAT FALSIFIÉ.

La fécule de pomme de terre entre, comme on le voit à l'inspection de ce chocolat frelaté, dans une foule de falsifications. Heureusement elle ne perd

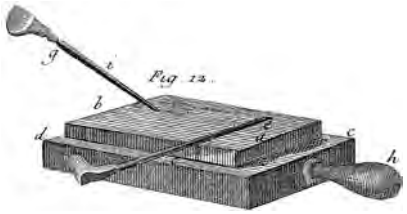
nulle part les caractères si faciles à saisir qui tra-

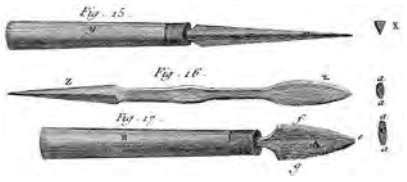
Exemple d'insertion de planches dans le texte : *une vue microscopique de chocolat frelaté ! (en regard, le chocolat dans son état normal).*
Fonvielle W. de. 1867. Les merveilles du monde invisible / par Wilfrid de Fonvielle. 2e éd. Paris : L. Hachette. Bibliothèque des merveilles. 360 pp.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

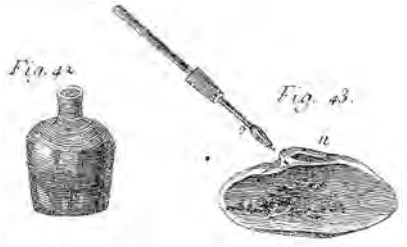
La gravure sur cuivre

Le cuivre se grave en « taille douce », c'est-à-dire qu'on évide le trait lui-même, dans lequel l'encre sera ensuite déposée. Ce travail se fait soit en intervenant directement sur le métal avec un outil de type pointe sèche ou burin, soit avec de l'acide (« eau forte » selon l'ancienne appellation de l'acide nitrique). La plaque de cuivre est recouverte d'un vernis noirci pour augmenter le contraste sur lequel l'artiste trace le motif à graver, dénudant ainsi certaines zones qui seront ensuite attaquées et creusées par l'acide. On peut jouer sur la dilution de l'acide ou sur des préparations en plusieurs étapes, dénudant certaines zones, en couvrant d'autres. Le vernis est ensuite enlevé et la plaque encrée. Celle-ci passe sous presse une fois l'excédent d'encre ôté.

Ce système ne permet pas d'intégrer une figure dans le texte à cause de la différence d'épaisseur entre la plaque et les caractères d'imprimerie. C'est pourquoi les planches de dessin sont souvent placées sur des pages séparées qui se déplient pour être lues en regard du texte. La gravure sur cuivre donne lieu à des tirages plus restreints (quelques centaines d'exemplaires). La plaque de cuivre doit ensuite être regravée.

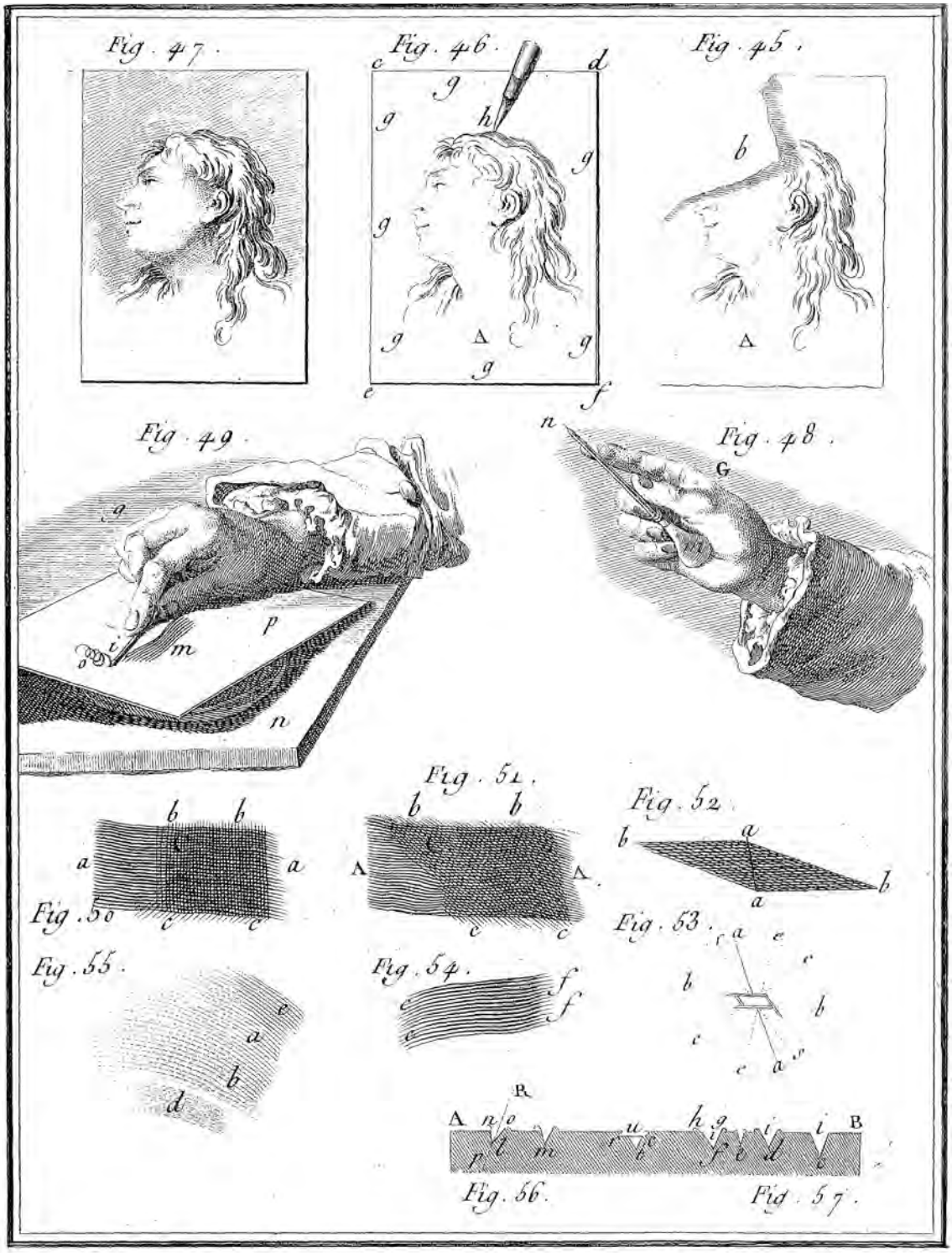






L'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert *présente la technique de la gravure dans tous ses détails, de la façon de préparer les plaques de cuivre aux manières de dessiner, en passant par les outils utilisés.*

Article « Gravure en taille douce »
Encyclopédie, ou, Dictionnaire universel raisonné des connaissances humaines : A - Z / mis en ordre par M. De Félice. Yverdon : F.-B. de Félice, 1770-1776 (version rééditée électronique).
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)



GRAVURE en Taille douce .

Encyclopédie, ou, Dictionnaire universel raisonné des connaissances humaines : *A - Z / mis en ordre par M. De Félice. Yverdon : F.-B. de Félice, 1770-1776 (version rééditée électronique).*
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Gravure, Maniere de faire mordre à l'eau-forte.

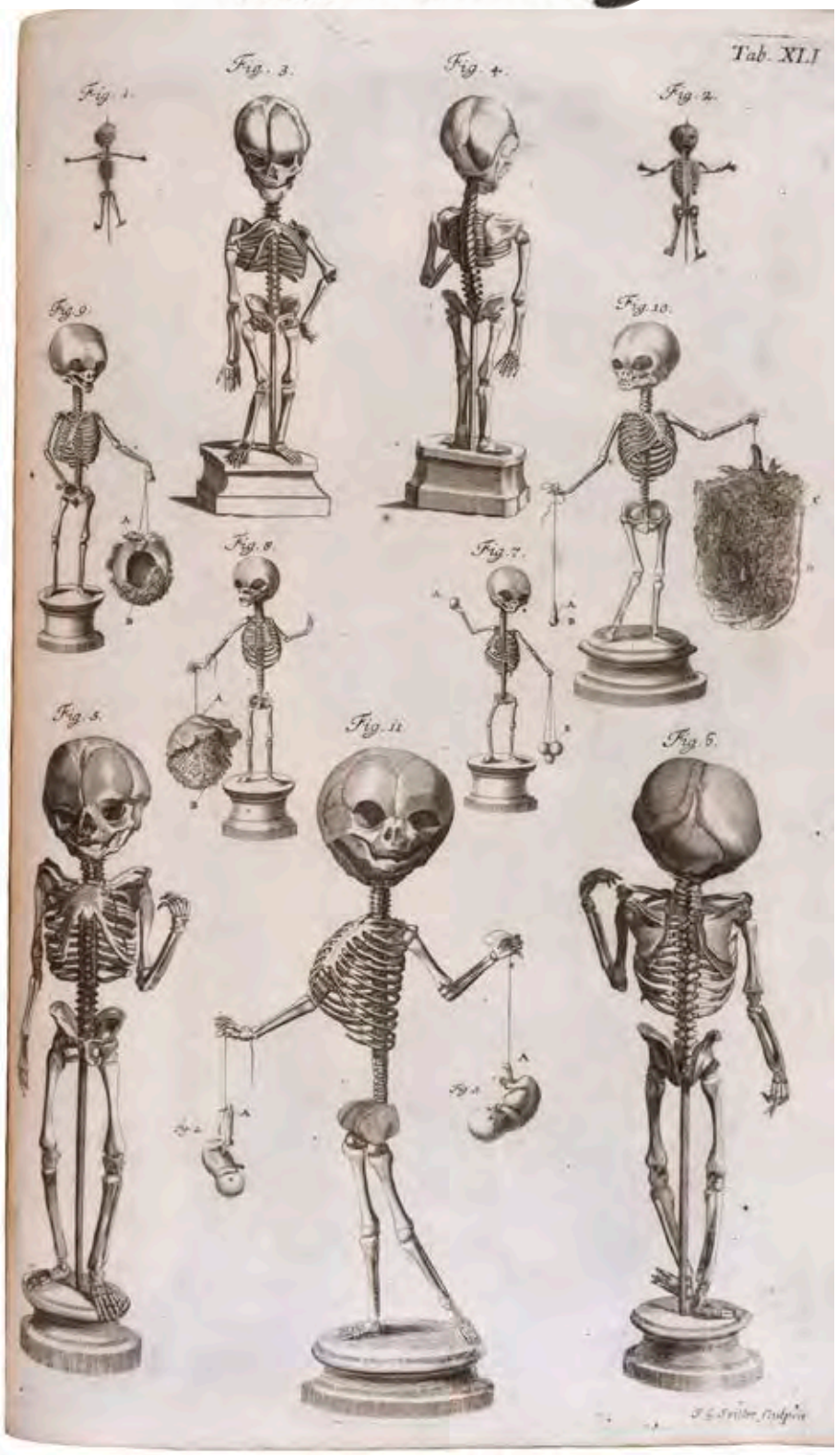
Planche anatomique colorée d'Agoty, *dite d'Ange anatomique. (Source Wikipedia)*

« La préparation du cuivre est longue et ennuyeuse, mais on peut se reposer de ce travail sur des gens qu'on aura dressés à cela : il ne s'agit que d'un peu de soin, d'attention et de patience. »

Encyclopédie de Diderot et d'Alembert, article Gravure en manière noire.

La couleur imprimée apparaît sporadiquement dans les gravures du 18e siècle (les ouvrages sont généralement coloriés à la main). C'est Jacques Fabien Gautier d'Agoty (1716-1785) qui met au point la gravure en quatre couleurs, permettant de rendre des teintes vives et des gris colorés, notamment dans la production de planches anatomiques aux couleurs réalistes, très prisées des amateurs. Mais le procédé ne sera vraiment utilisé qu'au 19e siècle.

Réaumur présente les abeilles dans son traité sur les insectes. *Tout d'abord une planche de ces animaux en grandeur réelle, distinguant l'ouvrière du faux-bourdon et de la reine, puis en zoomant sur des éléments anatomiques (tout en gardant le lien avec l'abeille telle que nos yeux la voient).*
Réaumur R. A. Ferchault de, 1734-1742. Mémoires pour servir à l'histoire des insectes / par M. de Réaumur. Paris : de l'Imprimerie royale, (Musée d'histoire des sciences)



Au tout début du 18e siècle, le médecin genevois Jean-Jacques Manget publie un atlas anatomique synthétisant les connaissances de son époque. *Dans ce cadre, il reprend les planches publiées par d'autres, en les faisant redessiner. Par exemple des détails de pieds et de main ou la planche de squelettes de fœtus humains est reprise du catalogue de l'étrange collection du médecin hollandais Frederik Ruysch (1638-1731).*
Manget J.-J., 1717. Theatrum anatomicum, quo, non tantum integra totius corporis humani in suas partes, ac minutiores particulas evoluti, et quasi resoluti, fabrica, ex selectioribus, veterum et recentiorum omnium observationibus, retecta sistitur, quaestiones difficiliores in arte prosectoria subinde enatae, ac illae praecipue, de quibus etiamnum hodie docti inter sese magna cum contentione conversantur, curiose enodatae reperiuntur : verum etiam quicquid ad rei anatomicae illustrationem pertinet, per grandiores et vere elegantes tabulas aeneas bene multas nitide explicatur... : adjectae sunt ad calcem operis celeberr. Barth. Eustachii Tabulae anatomicae, ab illustrissimo Joh. Maria Lancisio, archiatro pontificio, summa cum diligentia explanatae : cum indicibus necessariis. Genevae : sumptibus Cramer et Perachon, 2 vol. (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Exemples de matrices de gravure

Matrice de gravure sur bois
de Bernard Salomon et Jean De Tournes (Lyon Paris) « L'homme discret n'entreprend l'impossible ». Ouvrage de Guillaume de La Perrière, 1545 « Théâtre des bons engins auxquels sont contenus cent emblèmes ».
(© Musées d'art et d'histoire, Ville de Genève, Cabinet d'arts graphiques, n° inv. E 2017-0397. Photo : André Longchamp)

Pierre lithographique
de Samuel-Ferdinand Gallot-Perrelet. Portraits de A. P. de Candolle et de J.P. Maunoir. 1re moitié 19e s.
(© Musées d'art et d'histoire, Ville de Genève, Cabinet d'arts graphiques, n° inv. E 2017-0402. Photo : Flora Bevilacqua)

Matrice de gravure sur cuivre *anonyme représentant le plan de la ville de Genève vers 1860. Editée par Béchérat, place du Lac à Genève.*
(© Musées d'art et d'histoire, Ville de Genève, Cabinet d'arts graphiques, n° inv. E 2017-0400. Photo : Flora Bevilacqua)

La lithographie

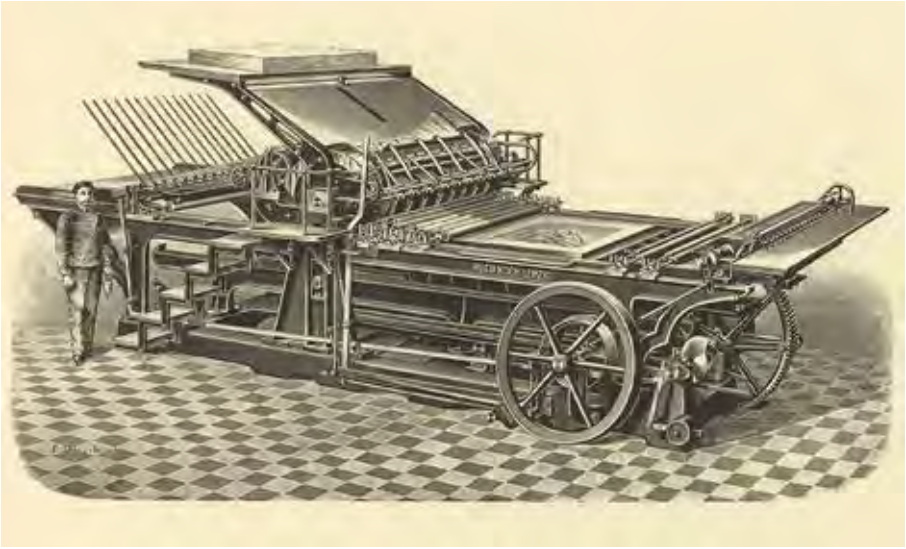
Portrait lithographié *de l'inventeur de la lithographie, Aloys Senefelder (Source Wikipédia)*

Le processus inventé par Aloys Senefelder à la toute fin du 18e siècle utilise des procédés chimiques pour faire adhérer l'encre sur certaines parties d'un calcaire très fin traité à cet effet. Il ne s'agit donc pas à proprement parler de gravure, mais plutôt d'un traitement de surface exploitant la répulsion entre la graisse et l'eau. Le dessin est effectué au crayon gras directement sur une surface calcaire très finement polie. Après un traitement chimique, la pierre est mouillée puis encrée. Le gras du crayon retient l'encre, au contraire des surfaces non dessinées humidifiées. La pierre est ensuite placée dans une presse.

Ce procédé laisse le dessinateur intervenir directement, sans passer par le travail d'un graveur, et permet de très gros tirages.

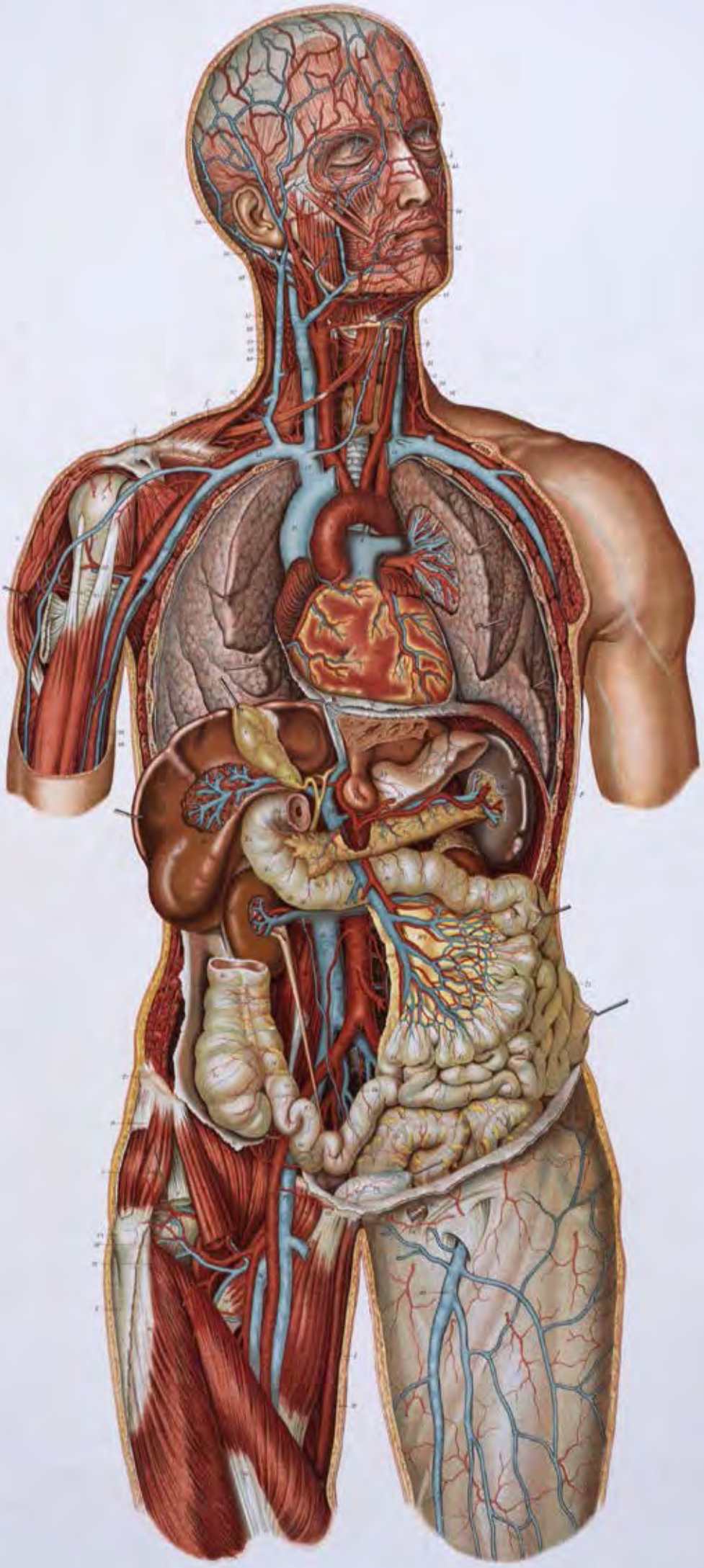
Il est possible de superposer plusieurs pierres pour obtenir des tirages en couleur. La chromolithographie est inventée en 1837 par Engelmann. L'exemple de l'atlas anatomique du corps humain en grand format publié à Genève en 1894 par Laskowski en est un cas extrême. Certaines planches ont été tirées en 18 couleurs, afin d'apporter toutes les nuances de teinte des tissus et des organes, soit un total de 200 pierres pour l'ouvrage qui a été imprimé à 160 000 exemplaires sur un papier spécialement fabriqué en Hollande !

L'impression offset date de 1904. Elle découle directement de la lithographie. La différence est qu'au lieu que le support soit rigide et en plaque, il est cylindrique et sur un support souple en caoutchouc.



Presse lithographique *d'Hugo Koch, vers 1880 (Source Wikipedia)*

Page de droite: Planche anatomique en couleur lithographiée
Le professeur de médecine de Genève, Sigismond Lazkowski publie un atlas anatomique en couleur destiné aussi bien à être présenté en classe que consulté par les personnes intéressées. Il milite pour un enseignement précoce des sciences aux enfants.
Laskowski S. 1894. Anatomie normale du corps humain : atlas iconographique de XVI planches / par le docteur S. Laskowski ; dessinées d'après les préparations de l'auteur par S. Balicki. Genève : Braun
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences et Bibliothèque du Muséum)



Photographie

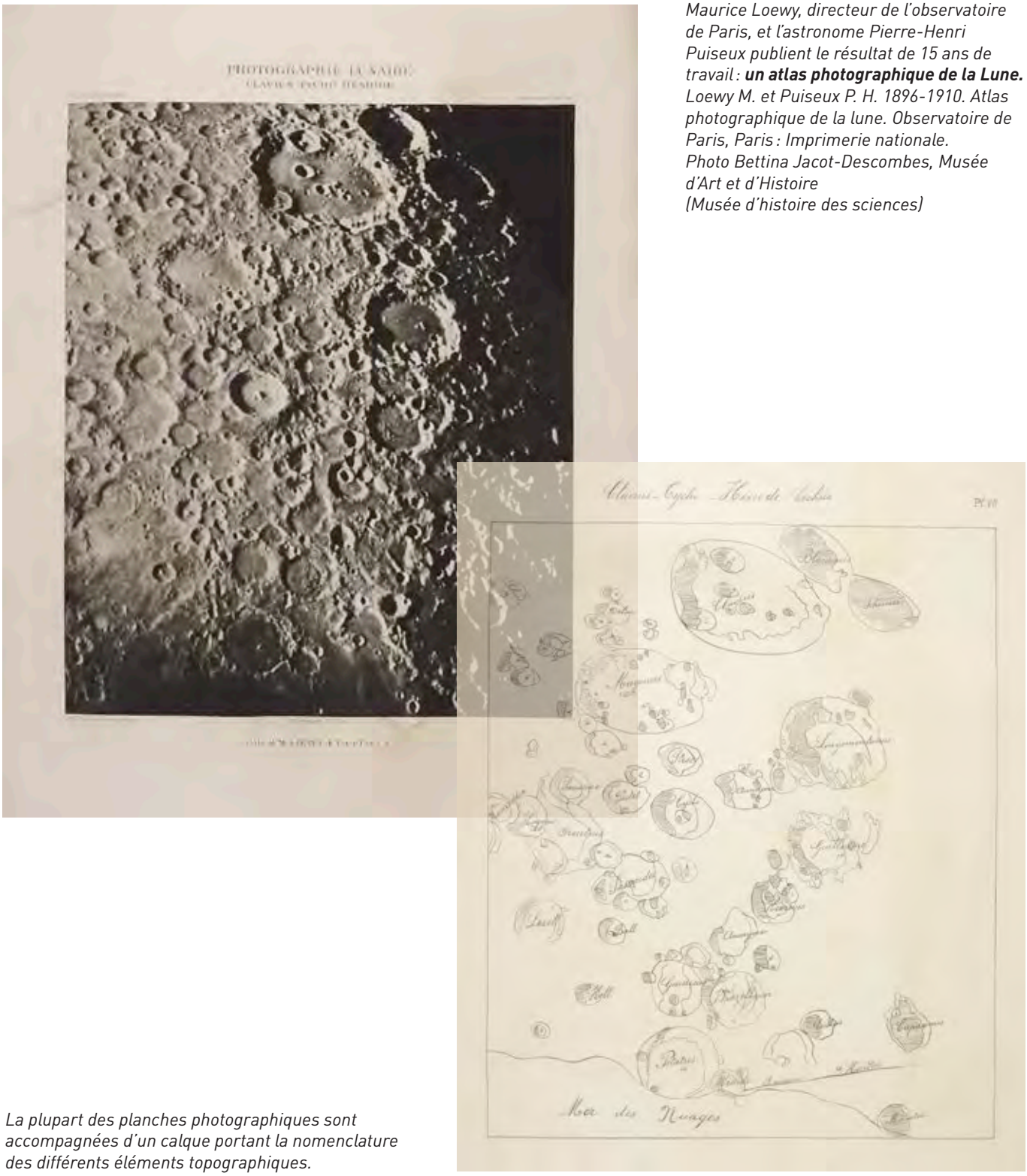
Première photo de Nièpce
« Point de vue du Gras »
(Source Wikipedia)

La combinaison de la maîtrise de processus optiques et de réactions chimiques (par exemple le noircissement du chlorure d'argent à la lumière qui peut se stopper avec de l'hyposulfite de sodium) donne naissance à la photographie dans la première moitié du 19e siècle par Nicéphore Niépce et Louis Daguerre. 1839 est retenue comme date officielle. Dès lors, le monde scientifique s'en empare. La photographie devient un moyen de documentation et de diffusion. On peut citer l'exemple de l'atlas astronomique de photos de la Lune publié par Loewy et Puiseux en 1898, à partir de leurs 6000 clichés pris en 500 nuits d'observation. Ces vues resteront pertinentes pour la topographie lunaire jusqu'aux clichés pris par les sondes spatiales des années 1960. La photographie entre dans les laboratoires et s'associe également à la microscopie, bien que les images soient ensuite souvent copiées à la gravure pour l'édition. Il faudra attendre la photolithographie, à la fin du 19e siècle, pour imprimer directement des photos grâce à un procédé de trame, faite de points plus ou moins gros en fonction de la valeur claire ou sombre qu'on veut obtenir. La photographie s'associe très vite à la médecine, notamment pour documenter des maladies nerveuses et des maladies de peau, en remplacement des cires anatomiques très en vogue au 19e siècle. Des photos noir-blanc étaient ensuite colorées à la main pour rendre le réalisme des pathologies.

Foraminifère (*Parathalmanninella appenninica*) au Microscope élecronique à balayage
Photo André Piuz - Touria Kentri

La technique photographique connaît rapidement de grands progrès. Le temps de pose diminue (la première photographie de Niépce avait un temps de pose de 8-10 heures !), les appareils deviennent plus légers et moins chers et la partie du traitement chimique se stabilise. Après le daguerréotype – une plaque d'argent recouverte d'iodures d'argent est exposée en chambre noire (camera obscura) puis soumise à des vapeurs de mercure qui révèlent l'image latente –, les images s'impriment sur papier positif recouvert de chlorure d'argent fixé à l'eau salée. Le négatif est inventé dès 1840, avec des variantes techniques à l'albumine ou au collodion humide, et permet plusieurs tirages d'un même cliché. Tout d'abord en verre, il est remplacé par un film celluloïd développé en 1885 par George Eastmann, le fondateur de la firme Kodak.

Les photos « en relief » par stéréoscopie sont mises au point vers 1841 : une succession de clichés légèrement décalés, pris par des appareils à deux objectifs, produit de doubles clichés qui sont regardés à travers un appareil optique recomposant l'impression de volume. La photo couleur, après quelques essais, est mise au point par les frères Lumière en 1903 avec les autochromes (plaques faites pour la projection). La pellicule couleur est développée en 1935 et popularisée dans les années 1950. Le 21e siècle correspond à l'avènement de la photographie numérique, technique développée commercialement dans les années 1990, avec notamment l'adoption de la norme JPEG (Joint Photographic Experts Group) en 1992.

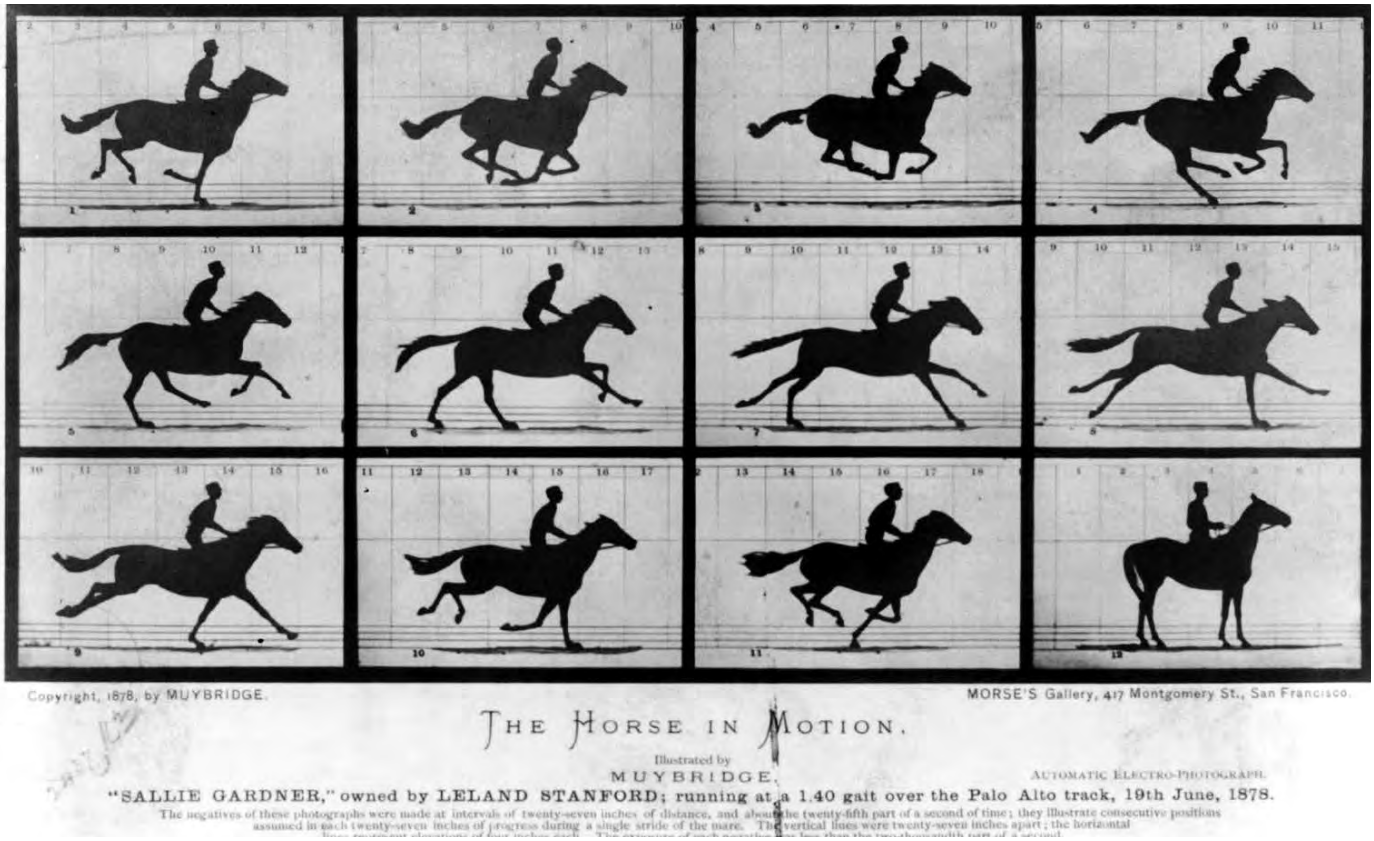


*Maurice Loewy, directeur de l'observatoire de Paris, et l'astronome Pierre-Henri Puiseux publient le résultat de 15 ans de travail : **un atlas photographique de la Lune.** Loewy M. et Puiseux P. H. 1896-1910. Atlas photographique de la lune. Observatoire de Paris, Paris : Imprimerie nationale. Photo Bettina Jacot-Descombes, Musée d'Art et d'Histoire (Musée d'histoire des sciences)*

La plupart des planches photographiques sont accompagnées d'un calque portant la nomenclature des différents éléments topographiques.

Photographier le mouvement

Le Britannique Eadweard Muybridge (1830-1904) passe une partie de sa vie aux Etats-Unis où il se passionne pour la photographie. Il crée un studio itinérant en Californie et acquiert une bonne réputation de photographe paysagé et de guerre. Il s'intéresse à la polémique de la course du cheval : ces animaux ont-ils ou non (comme le soutient Marey) tous les sabots en l'air pendant un bref instant lors des phases d'extension du galop ? Un prix est offert à qui peut apporter la réponse par la photographie. Il place une série de 12 appareils en ligne le long d'une piste. Un cheval déclenche les prises de vue sur collodion humide (procédé précis, mais nécessitant un développement très rapide) en traversant des fils tendus. Ses photos confirment la théorie de Marey. Il met alors au point en 1879 un zoopraxinoscope (projecteur qui recompose le mouvement) qui sera le clou de l'Exposition universelle de Chicago en 1893. Il publie un travail sur le mouvement animal (Animal Locomotion) en 11 volumes renfermant quelque 100'000 photos prises à des temps de pose très courts (1/500, puis 1/1000 de seconde).

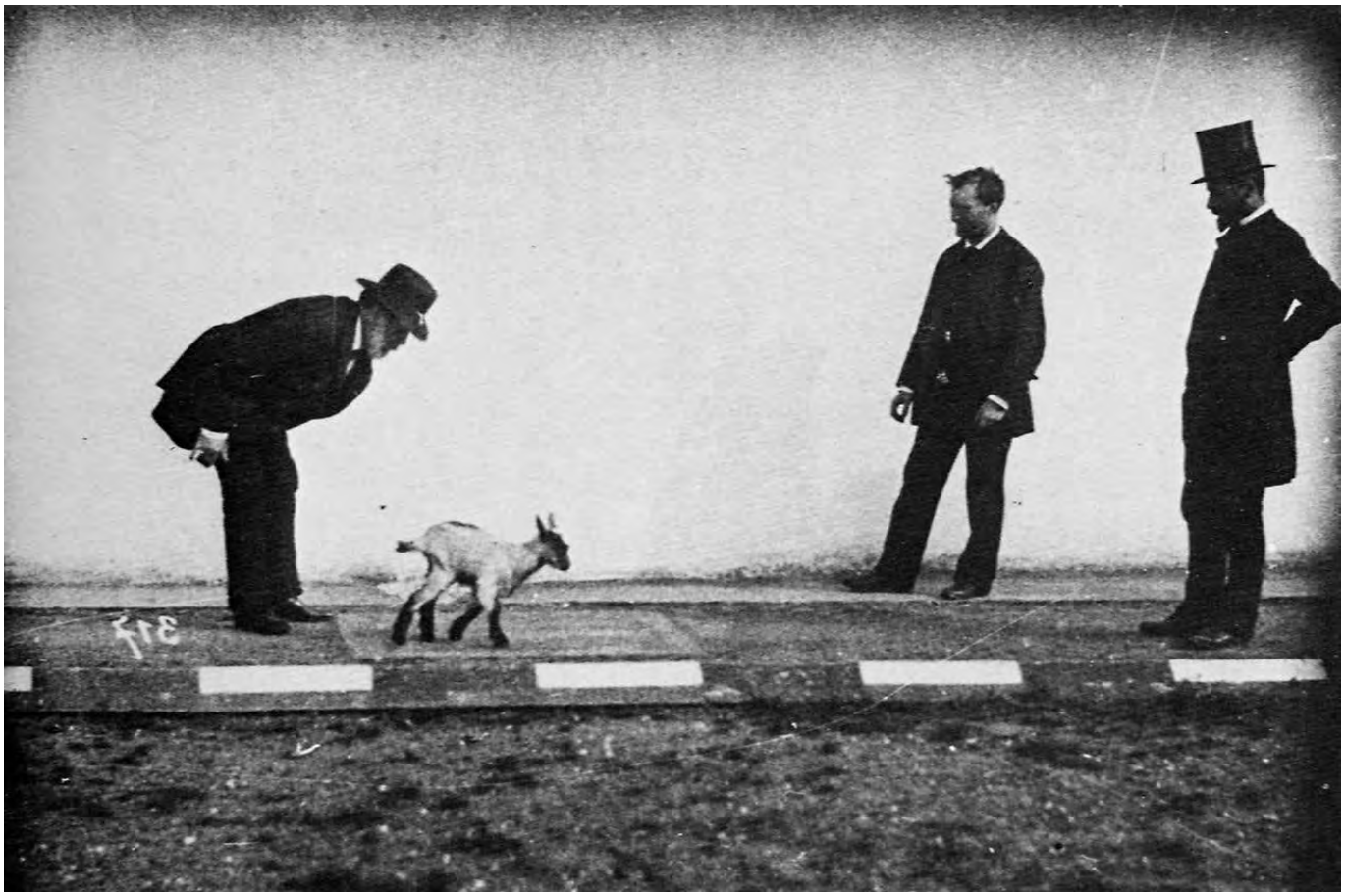


Photos de Sallie Gardner au galop *prises par Muybridge. On voit que dans les phases d'extension, le cheval a toujours un sabot au sol. (Source Wikipédia)*

En parallèle, le médecin français Etienne-Jules Marey (1830-1904), professeur au Collège de France et membre de l'Académie des sciences, se penche sur l'étude du mouvement, notamment du vol des oiseaux. Il entend parler des travaux photographiques de Muybridge et les adapte à ses recherches. Il met au point un fusil photographique permettant 12 poses successives à 1/725 de seconde avec de petites plaques photographiques à la place des balles, puis développe un chronophotographe, imprimant plusieurs images sur la même plaque. Il passe ensuite au support papier souple en nitrate de cellulose (l'ancêtre de la pellicule) qu'il adapte à une caméra.

La mise au point de pellicule avec des perforations latérales par Edison et les travaux des frères Lumière ouvrent le champ au cinéma.

***Course d'un homme**, avec superposition de plusieurs clichés sur la même plaque par Marey. (Source Wikipédia)*



***Dispositif employé par Etienne-Jules Marey** (personnage de gauche) pour photographier le mouvement, là d'une chèvre. (Source Wikipédia)*

Les éléments des collections

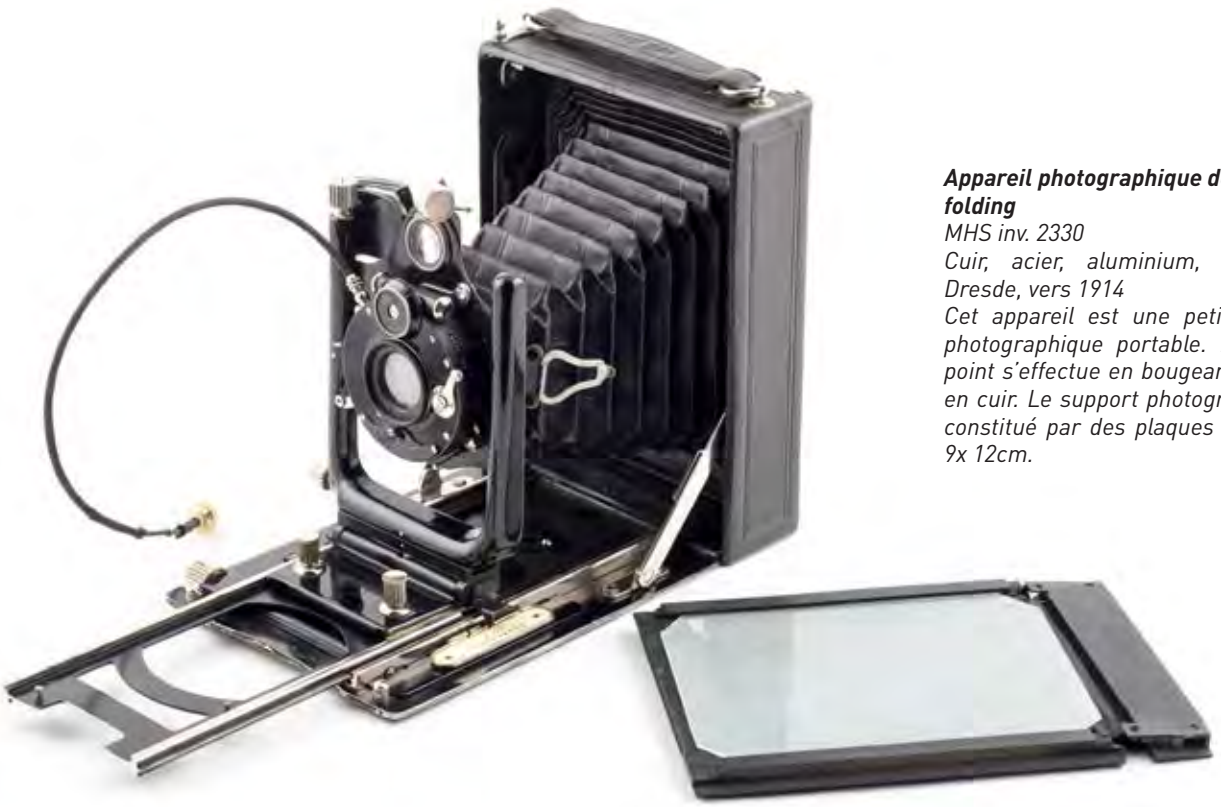
Daguerréotype
Cuivre, argent, bois, Bonijol, Genève, seconde moitié du 19e siècle
MHS inv. 2484
Ce daguerréotype représentant un portrait de femme est signé Louis Bonijol, un constructeur genevois d'instruments scientifiques.
Le procédé consiste en une plaque d'argent recouverte d'iodures d'argent qui est exposée en chambre noire puis soumise à des vapeurs de mercure qui révèlent l'image latente.

Appareil photographique du type chambre de voyage
Bois, laiton, toile cartonnée, verre Herbst & Firl, Görliz, fin 19e, début 20e siècle
MHS inv. 1987
La mise au point se fait en avançant ou en reculant le soufflet. Le support photographique est une plaque en verre recouverte d'une émulsion photosensible.

Obturateur mécanique
Acier, laiton, Thury & Amey, Genève, fin 19e siècle
MHS inv. 2521
A la fin du 19e siècle, l'entreprise genevoise Thury & Amey met au point un obturateur rapide, dit instantané, dont le temps d'exposition au 1/50e de seconde permettait de photographier des sujets en mouvement. L'obturateur se place devant l'objectif. Il est constitué de deux lames entraînées par une crémaillère qui se croisent en sens contraire.

« Posographe »
Aluminium, nickel, émail, Kaufmann, Puteaux, France, vers 1930
MHS inv. 1988
Tabelle « automatique » donnant le temps de pose pour prises de vue à l'intérieur et à l'extérieur en fonction de différents paramètres : luminosité, couleur du sol, éclairage, mois de l'année, etc.

Appareil photographique du type box
MHS inv. 1675
Tôle, verre, Zeiss Ikon, 20e siècle
Le support photographique est constitué par une pellicule en rouleau.



Appareil photographique de type folding
MHS inv. 2330
Cuir, acier, aluminium, verre, ICA, Dresde, vers 1914
Cet appareil est une petite chambre photographique portable. La mise au point s'effectue en bougeant le soufflet en cuir. Le support photographique est constitué par des plaques en verre de 9x 12cm.

Plaques photographiques en verre
Verre, Brown-Boveri, Baden, 20e siècle
MHS inv.
Ces négatifs représentent des vues de l'usine hydroélectrique de Ritom au-dessus de Piotta dans le Tessin, construite en 1917.

Stéréoscopie

Les photos «en relief» par stéréoscopie sont inventées vers 1841: des vues légèrement décalées l'une par rapport à l'autre sont obtenues par des appareils à double objectif et produisent des paires de cliché qui sont regardés à travers un appareil optique recomposant l'impression de volume.

Appareil photographique stéréographique
Acier, bakélite, verre, Gaumont & Cie, Zeiss, Paris, début 20e siècle
MHS inv. 928
Appareil à double lentille, viseur et niveau d'eau. Avec réglage des distances et temps de pose. Les prises de vues se faisaient sur plaques interchangeables.

«Perfescope»
Aluminium, bois, verre, White, USA, fin 19e siècle
MHS inv. 2331
Stéréoscope portatif destiné à visualiser des clichés stéréoscopiques.

Tube de Crookes
Verre, aluminium, 20e siècle
MHS inv. 2235
Inventés au début du 20e siècle, ces tubes à décharge ont permis de visualiser la trajectoire linéaire des rayons cathodiques (jets d'électrons) dans un vide très poussé.

Tube à rayons X
Verre, platine, tungstène, cuivre, acier, verre, Allemagne, vers 1920
MHS inv. 2384
Tube à rayons X à usage médical. En appliquant une décharge à haute tension (150 000V) aux bornes du tube, on provoque l'ionisation du gaz : certaines particules se chargent électriquement et acquièrent des charges positives ou négatives. Les particules positives sont attirées par la cathode (de forme concave) en aluminium qu'elles viennent percuter, entraînant la libération d'électrons. Ces derniers sont attirés par l'anticathode (au centre) avec laquelle ils entrent à leur tour en collision en provoquant l'émission de rayons X.

2.3. LA CRÉATION D'IMAGERIE

Avec l'imagerie scientifique, souvent utilisée à des fins médicales, on entre dans un monde différent du dessin ou de la photo, puisque les images, quel que soit leur mode de production, sont fabriquées (en général par traitement d'un signal) et ne correspondent pas à une expérience visuelle directe.

Photos aux rayons X

La découverte en 1895 des rayons X (rayonnement électromagnétique à faible longueur d'onde, en deçà des UV et à très haute fréquence) par Wilhelm Röntgen (1845-1923) marque le commencement de l'imagerie de transmission. Ces rayons, produits par un tube de Crookes (tube à décharge), se modifient en traversant des objets ou des corps, en fonction de leur composition chimique, et s'impriment en conservant leurs empreintes sur un film. Les applications se multiplient : leur utilisation est adaptée l'année de la découverte des rayons X à la dentisterie (avec des temps d'exposition de 25 minutes !). On découvre également les dangers d'une surexposition (brûlures, cancers), notamment chez les techniciens.

Cette méthode est toujours utilisée pour accéder rapidement à des informations sur le squelette (radiographie, densitométrie osseuse). Elle intervient également, depuis les années 1970, dans les examens au scanner où l'absorption des rayons X dans les tissus mous permet, par informatique, de reconstruire des images en deux ou trois dimensions.

Hors du champ médical, cette méthode s'applique à la visualisation de contenu de bagages lors de passages de sécurité, par exemple dans les aéroports.

***Radiographie** de la main gauche de Albert von Kölliker : un des premiers clichés pris avec la méthode des rayons X.*
(Source Wikipédia)

Echographie

L'utilisation d'ultrasons (onde mécanique d'une fréquence trop élevée pour être perçue par l'oreille humaine) a tout d'abord été orientée vers la détection de sous-marins lors de la Première Guerre mondiale. Elle a ensuite été dirigée tant vers l'industrie (contrôle non destructif des matériaux) que vers la médecine (exploration des organes internes mous), notamment en obstétrique. Le principe est que les ondes sonores se réfléchissent sur les obstacles qu'elles rencontrent et qu'elles retournent à leur point de départ, en écho, d'où l'appellation d'échographie.

L'image est obtenue électroniquement par traitement de signal (transformation de certaines intensités d'ondes en niveaux de gris différents).

Vue en échographie *d'un fœtus humain de 9 semaines.*
(Source Wikipédia)

IRM *d'un cerveau humain.*
(Source Wikipédia)

IRM

Mise au point à la fin du 20e siècle, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une méthode non invasive et non irradiante qui permet des vues contrastées en deux ou trois dimensions de l'intérieur du corps. Elle nécessite un champ magnétique puissant, généré par un aimant supraconducteur qui magnétise les tissus. Des champs magnétiques oscillants sont alors appliqués, faisant résonner les protons des molécules d'eau, ce qui produit des signaux électromagnétiques mesurables, différents selon la composition chimique des zones testées. Ce système s'applique à l'étude des tissus mous, comme les muscles, les tumeurs et le système nerveux central, plus particulièrement le cerveau, y compris en mode fonctionnel, ce qui permet de suivre en temps réel ses activités.

3. PAR-DESSUS L'ÉPAULE DES SAVANTS

3.1. LE PROLONGEMENT DES SENS PAR LA TECHNIQUE

Une image, quelle que soit la technique utilisée ou l'échelle choisie, commence par le regard d'un scientifique. C'est lui qui définit le sujet, le cadrage, le choix des éléments importants à faire ressortir par rapport à ce qui est jugé anodin ou banal. Ce regard est limité par la physiologie de notre œil. La science s'est investie dans la recherche de modalités techniques permettant de dépasser la limite de nos sens, puis de franchir d'autres limites physiques (notamment le critère de Rayleigh, voir encadré). Grâce à l'utilisation de lentilles – et la maîtrise de leurs propriétés optiques-, de prismes ou de différents procédés, elle a ainsi permis de voir l'invisible. L'image scientifique donne à voir, par-dessus l'épaule du chercheur, ce que l'œil ne peut percevoir naturellement. Certains savants ont proposé plusieurs procédés graphiques pour que cette plongée dans l'infiniment petit ou l'incroyablement loin se fasse en plusieurs étapes, pour ne pas effrayer trop le lecteur non habitué à l'exercice. Certaines publications montrent des pas successifs, en cascade, pour s'enfoncer progressivement dans un mode inconnu des sens.

En plus de cette prolongation technique des sens, le dessin permet de rendre compte, voire de révéler des éléments habituellement invisibles, comme l'intérieur des corps. Que ce soit le dessin anatomique, issu des observations de dissections, de coupes d'éléments préparés pour la microscopie ou d'imagerie médicale, les images d'anatomie accompagnent la médecine, la science et surtout l'imaginaire collectif depuis de très nombreuses années. Ce sujet particulier a même été l'occasion de représentations en relief, sculptures et modelages de cire, de bois ou de plâtre.

Vue à plusieurs échelles d'une observation microscopique du flux de circulation sanguine chez la grenouille
Ledermüller M. F. 1776 Mikroskoopische Vermaaklykheden, zo voor de oogen als voor den geest, behelzende de afbeeldingen van veelerley voorwerpen, zo van dielyke lighaamen, als van planten en delfstoffen, ... / door mart. Frob. Ledermuller ; vermeerderd door Adam Wolfgang Winterschmidt. Amsterdam : by de erven van F. Houttuyn. (Bibliothèque du Muséum)

Le **critère de Rayleigh** permet d'indiquer le pouvoir de résolution, c'est-à-dire la capacité de séparer deux points, d'un instrument optique (y compris l'œil humain), en corrélant le diamètre d'ouverture et la longueur d'onde pour obtenir une valeur angulaire (exprimée en degré ou radian).

Pour une ouverture circulaire : Teta (ϑ) = env 1.22 λ/D
D : diamètre de l'ouverture
λ : longueur d'onde

C'est pourquoi, pour améliorer la résolution, soit on joue sur le diamètre de l'optique, comme c'est le cas des télescopes, soit on joue sur la longueur d'onde, comme c'est le cas en microscopie électronique, qui utilise des électrons avec une faible longueur d'onde.

Les points étant vus comme des taches, le minimum pour les voir distinctement est qu'elles empiètent les unes sur les autres d'une valeur moindre que celle de leur rayon.

L'édition hollandaise des Amusements microscopiques de Ledermüller *compte quelques planches supplémentaires à la version d'origine, dont cette magnifique mouche, figurée sur la même planche à sa taille réelle, puis fortement agrandie par microscopie en cascade.*
Ledermüller M. F. 1776. Mikroskoopische Vermaaklykheden, zo voor de oogen als voor den geest, behelzende de afbeeldingen van veelerley voorwerpen, zo van dielyke lighaamen, als van planten en delfstoffen, ... / door mart. Frob. Ledermuller ; vermeerderd door Adam Wolfgang Winterschmidt. Amsterdam : by de erven van F. Houttuyn.
(Bibliothèque du Muséum)

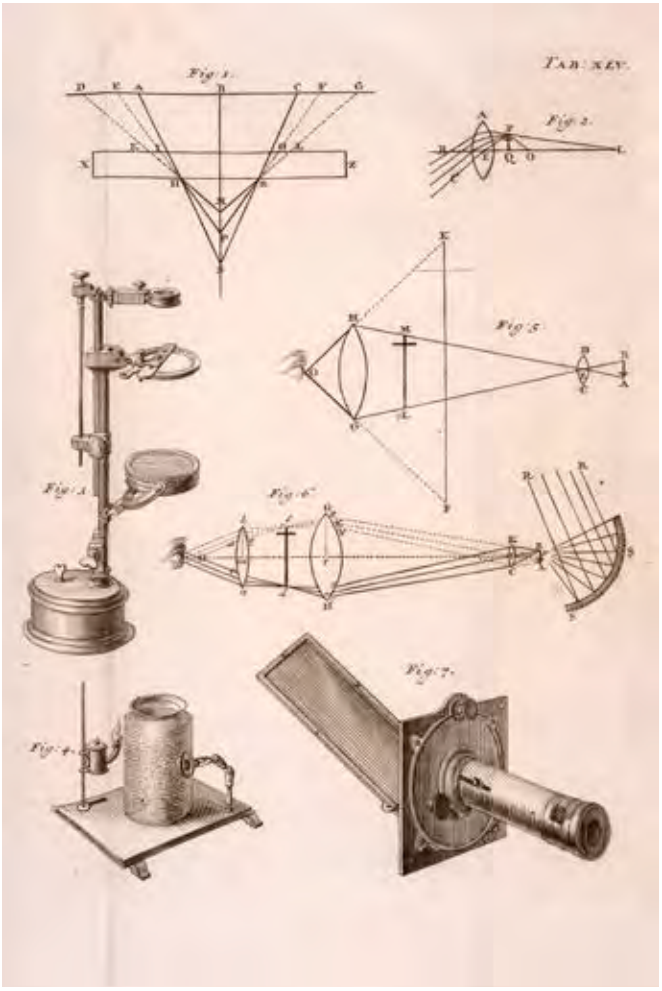


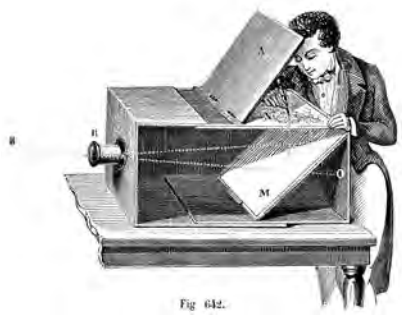
Planche d'optique du physicien hollandais Pieter Musschenbroek (1692-1761)*, montrant à la fois des phénomènes et des instruments, tels des microscopes (composé, aquatique de Trembley ou solaire).*
Musschenbroek P. van, 1769. Cours de physique expérimentale et mathématique / Pierre Van Mussenbroek [sic] ; trad. par Sigaud de la Fond. Paris : Bauche.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

3.2. LES AIDES AU DESSIN

Petit survol de quelques instruments ou dispositifs optiques et mécaniques des collections du Musée d'histoire des sciences très en vogue avant l'invention de la photographie, destinés à faciliter la réalisation de dessins au microscope ou encore à agrandir l'image afin de permettre l'observation par plusieurs personnes simultanément.

La chambre noire

Aussi appelée camera obscura, la chambre noire est un dispositif optique très apprécié des peintres et des artistes. Son principe aurait été décrit par Aristote et son invention est attribuée au savant arabe Ibn al-Haytham (965-1039). La chambre noire permet de reproduire une image réelle par projection. Elle consiste en une enceinte fermée de toutes parts, sauf en un point muni d'une petite ouverture par où pénètrent les rayons lumineux venus de l'extérieur. Ces rayons vont produire sur la paroi intérieure opposée une image réelle, mais renversée, du monde extérieur. Par la suite, l'ouverture de la chambre noire a été remplacée par une lentille pour améliorer la netteté et la qualité de l'image projetée. On lui a aussi rajouté à l'intérieur un miroir à 45° pour renvoyer l'image sur un écran horizontal en verre dépoli afin de faciliter le travail du peintre ou du savant.



Les rayons lumineux B pénètrent dans la chambre à travers une lentille R et tendent à former une image sur la paroi opposée en O. Mais, rencontrant un miroir M incliné à 45° sur leur chemin, les rayons changent de direction et forment une image horizontale sur le verre dépoli N que l'utilisateur de la chambre obscure pourra facilement recopier.
Ganot, traité de physique, Paris, 1884 (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Chambre noire
Bois, laiton, verre
MHS inv. 564
La netteté de l'image projetée sur le verre dépoli peut être réglée en avançant ou en reculant l'objectif ou la paroi avant de la caisse en bois.

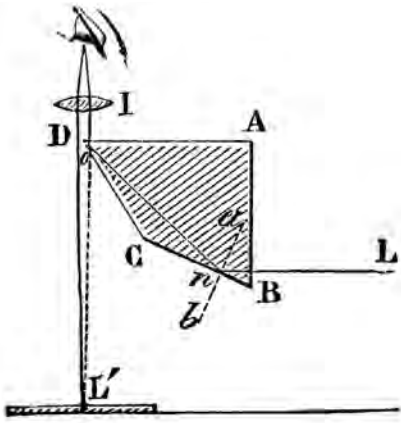


Fig. 645.

La chambre claire de Wollaston
ABCD est un prisme quadrangulaire porté par un pied. La face AB est tournée vers l'objet à dessiner. Les rayons lumineux partis de l'objet L tombent perpendiculairement sur cette face, y pénètrent sans réfraction et viennent se réfléchir sur la face BC. Ils subissent une seconde réflexion totale entre C et D et ressortent perpendiculairement à la face DA. Grâce à cette double réflexion, l'image est redressée, ce qui évite de la voir en miroir. L'œil qui reçoit ces rayons voit en L' l'image de l'objet L.
Ganot, traité de physique, Paris, 1884 (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

La chambre claire

Aussi appelée camera lucida, la chambre claire est un dispositif optique qui facilite la reproduction par dessin d'un objet observé au microscope ou à l'œil nu. Elle permet de superposer l'image de l'objet à dessiner à celle de la pointe du crayon sur la feuille de dessin.

L'invention de la chambre claire est attribuée au physicien et chimiste anglais William Hyde Wollaston (1766-1828) qui dépose en 1806 un brevet pour un appareil à dessiner. Le mérite de Wollaston est d'avoir perfectionné un principe optique connu depuis longtemps. Lorsque l'on regarde une feuille blanche posée sur une table à travers une vitre inclinée à 45°, on voit apparaître l'image (renversée) d'objets située devant nous.

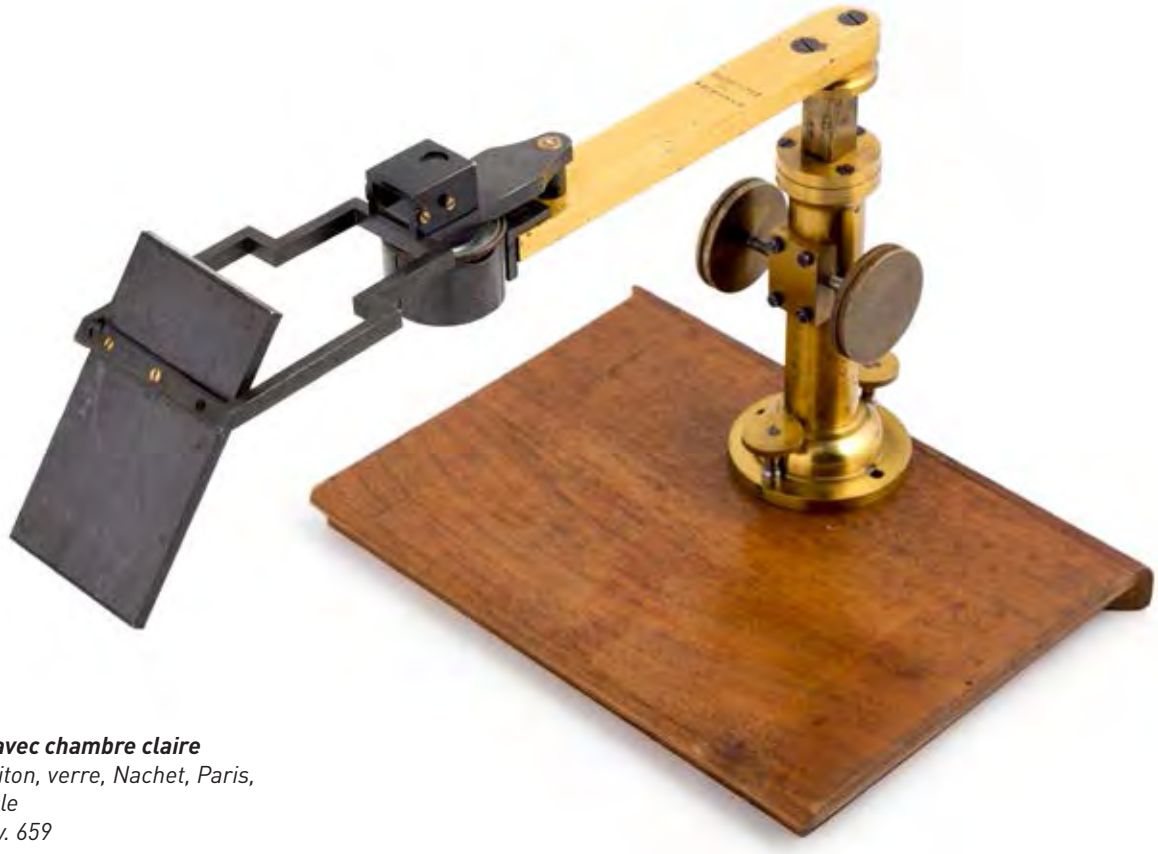
La pièce maîtresse de la chambre claire de Wollaston est constituée par un prisme dont une des faces est disposée devant l'oculaire. L'observateur place son œil de manière à ce qu'il perçoive en même temps l'image de l'objet à dessiner, reflétée dans le prisme, et la feuille de dessin.

Le dispositif de Wollaston a surtout été utilisé dans le dessin artistique. Les premières chambres claires pour la microscopie apparaissent au milieu du 19e siècle. Il s'agit le plus souvent d'un double prisme placé au-dessus de l'oculaire et fixé par une bague autour du tube optique. D'autres modèles plus perfectionnés vont les remplacer comme la « camera d'Amici », du nom de son inventeur le physicien italien Giovanni Amici (1786-1863), dont un des prismes a été remplacé par un miroir métallique percé d'une ouverture qui se place sur l'oculaire. Vers la fin du 19e siècle, le physicien allemand Ernst Abbe (1840-1905) met au point un modèle encore plus performant qui connaît un grand succès dans les laboratoires. Le dispositif comprend un prisme percé d'une ouverture, d'un miroir latéral et de plusieurs filtres colorés. L'image microscopique est vue directement à travers l'ouverture du prisme alors que celle du papier subit une double réflexion sur le miroir et sur le prisme.

Chambre claire
Bois, laiton, verre, Gourdon, Genève, 19e siècle
MHS inv. 2300
Le dispositif optique est formé d'un prisme et d'une lentille grossissante. La chambre claire est signée Barthélémy Gourdon (1770-1850), du nom d'un mécanicien-physicien installé à Genève. Plusieurs de ses instruments sont aujourd'hui conservés au Musée.

La chambre claire universelle
Première page d'un catalogue publicitaire pour la chambre claire Belleville.
Berville, la chambre claire universelle, Paris, 1935
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Appareil à dessiner « Réflex »
Acier, verre, France, 20e siècle
MHS inv. 2131
Encore très en vogue dans les années 1960, l'appareil Réflex est une chambre claire munie d'un prisme et de différentes lentilles qui permettent d'agrandir l'image observée.

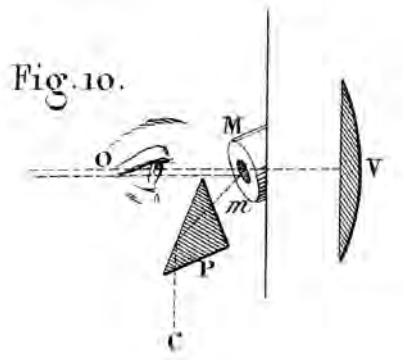


Loupe avec chambre claire
Bois, laiton, verre, Nachet, Paris, 19e siècle
MHS inv. 659

Microscope polarisant avec chambre claire
Laiton, verre, acier, Nachet, Paris, 19e siècle
MHS inv. 2278
La chambre claire de Nachet est formée de deux prismes accolés l'un à l'autre.

Microscope catadioptrique avec chambre claire
Bois, laiton, verre, Amici, Modène, 1822
MHS inv. 377
En guise d'accessoire à ses microscopes catadioptriques, Giovanni Amici met au point une chambre claire composée d'un petit miroir rectangulaire percé d'une ouverture rectangulaire et d'un prisme rectangulaire. Le dispositif se place contre l'oculaire.

Microscope horizontal avec chambre claire
Laiton, verre, Charles Chevalier, Paris, première moitié du 19e siècle
MHS inv. 460
La chambre claire est conçue pour des microscopes horizontaux. Fortement inspirée de la chambre claire d'Amici (voir schéma), elle comprend un petit miroir argenté percé d'une ouverture au-dessus de l'oculaire et d'un prisme horizontal qui réfléchit l'image du papier sur celle de l'objet agrandi.



La chambre claire d'Amici améliorée par Chevalier
En regardant par l'ouverture du miroir M, on distingue parfaitement l'objet amplifié dans l'oculaire du microscope. Le prisme P agit sur les rayons partis du point C de la feuille et les renvoie en m sur le miroir plan qui les réfléchit dans la direction mO vers l'œil de l'observateur. Ce dernier voit tout à la fois l'objet et l'image de la main ou du crayon qui le dessine.
Chevalier, des microscopes et de leur usage, Paris, 1839
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

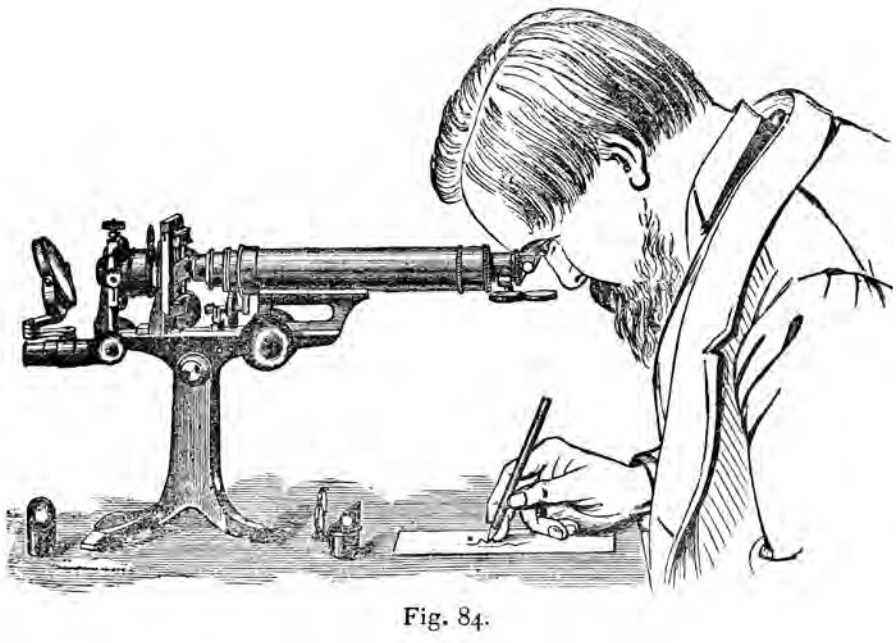
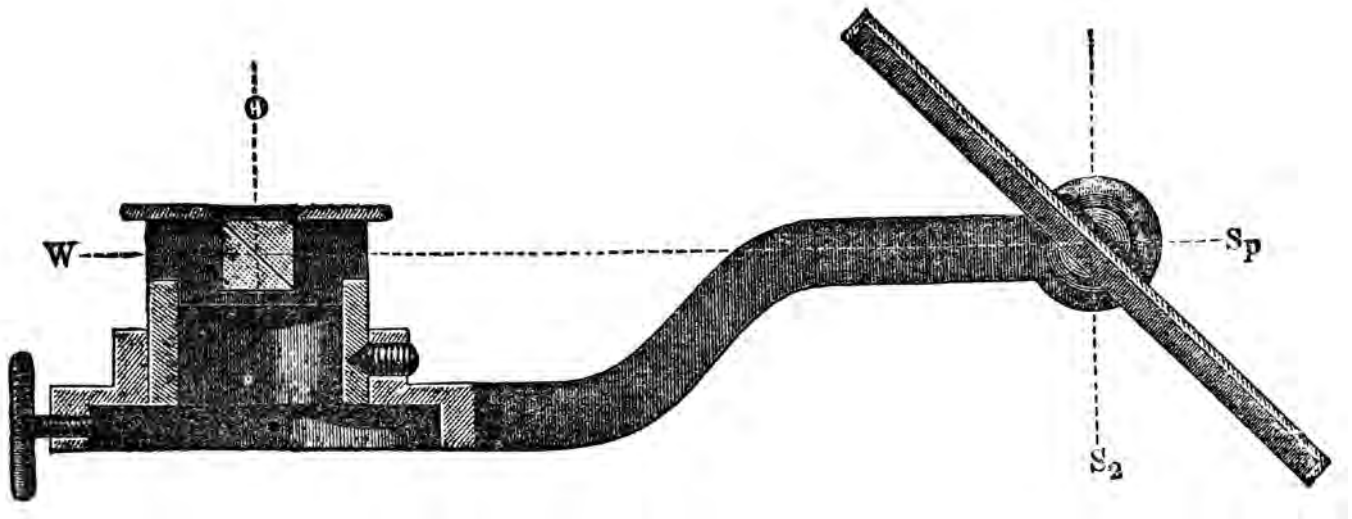


Fig. 84.

Observateur à la chambre claire
Lorsque l'on utilise une chambre claire sur un microscope, il faut veiller à ce que l'éclairage du microscope soit à peu près égal à celui du papier sur lequel on dessine.
Van Heurck, le microscope, Anvers, 1891
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Chambre claire d'Abbe
Acier, laiton, verre, Zeiss, Allemagne, 19e siècle
MHS inv. 2211 et MHS inv. 986
A monter sur un microscope Zeiss
Le dispositif qui comprend un miroir et un prisme se fixe sur le tube optique du microscope de manière à ce que l'ouverture dans le prisme se retrouve au-dessus de l'oculaire.



La chambre claire d'Abbe
L'image de la feuille S_2 subit une double réflexion sur le miroir Sp et sur la face argentée du petit prisme w avant de parvenir à l'œil O de l'observateur. L'image microscopique se voit directement dans l'oculaire par une petite ouverture pratiquée dans l'argenture du prisme. L'intensité de la lumière réfléchie par le papier se règle au moyen de deux verres fumés qui se placent devant le prisme.
Van Heurck, le microscope, Anvers, 1891
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Les microscopes à projection

La microscopie est une activité très individualiste. Les objets observés sur la platine ne peuvent être vus que par un seul observateur. Pour pallier cet inconvénient, sont apparus au 18e siècle des microscopes de projection projetant une image agrandie sur un écran qui peut être vue par plusieurs personnes à la fois.

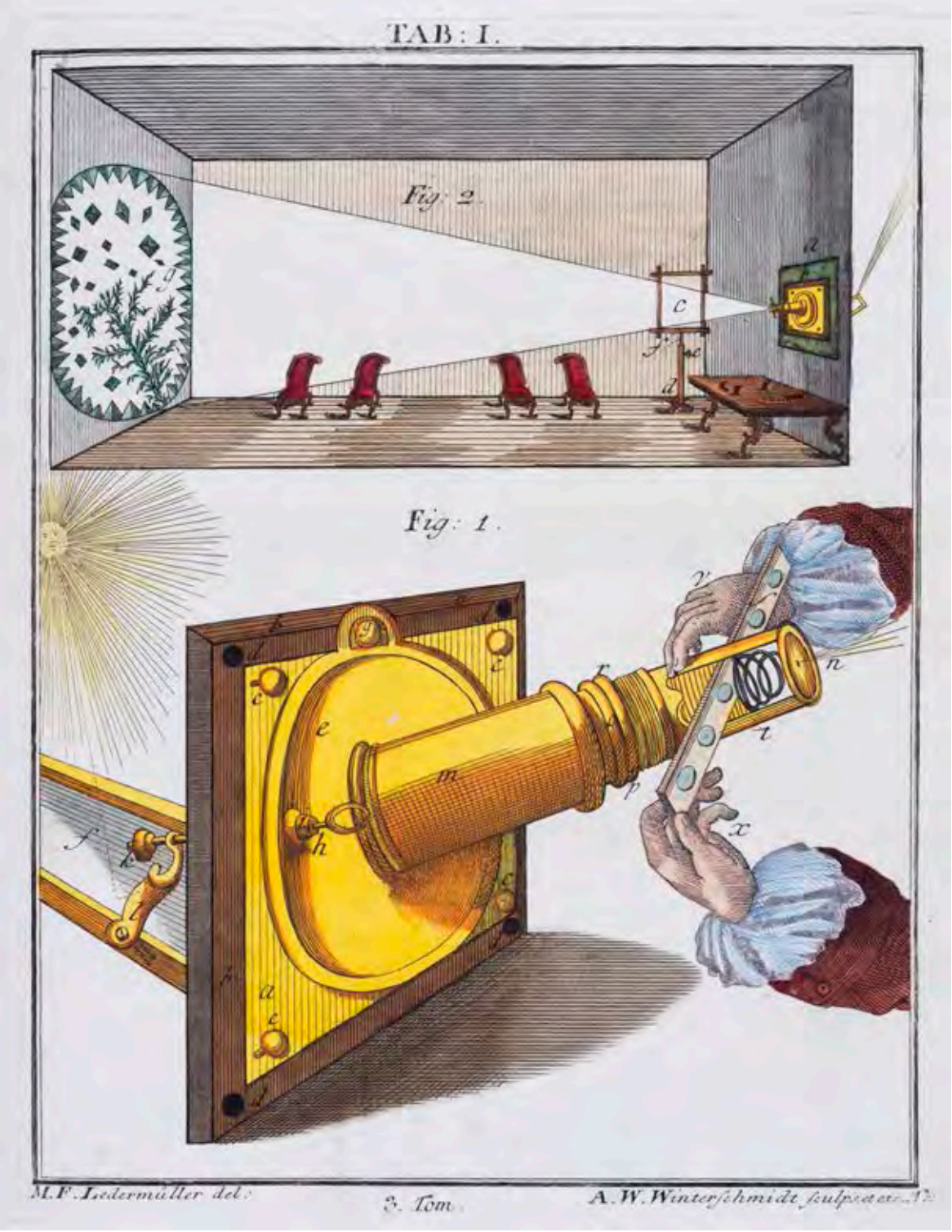
Le principe des microscopes à projection est fondé sur celui de la lanterne magique. Les rayons lumineux provenant d'une source de lumière naturelle (le Soleil) ou artificielle (lampe à huile, lampe à arc électrique) sont captés par une grosse lentille collectrice qui les concentre sur l'objet (le plus souvent fixé sur une lame en verre transparente) à observer. De là, les rayons traversent un objectif où ils sont agrandis et vont former une image agrandie et renversée de l'objet sur un écran placé devant l'appareil.

Les microscopes solaires

Les premiers microscopes à projection ont été des microscopes solaires utilisant le Soleil comme source lumineuse. Ils auraient été inventés par le médecin allemand Johann Lieberkühn (1711-1756) vers 1740. Par la suite, ils ont été améliorés par différents constructeurs anglais et français qui leur ont ajouté un miroir réflecteur pour collecter les rayons du Soleil et des objectifs plus performants composés de plusieurs lentilles achromatiques.

Pour être fonctionnel, l'appareil doit être disposé dans une pièce sombre. Il se fixe sur un panneau de volet muni d'une ouverture circulaire. Le miroir qui capte les rayons solaires est à l'extérieur. Le tube optique placé en face de l'ouverture regarde à l'intérieur de la pièce. Deux molettes permettent de régler l'inclinaison et l'orientation du miroir pour concentrer les rayons solaires réfléchis dans le tube optique afin d'éclairer au mieux la préparation placée à l'extrémité opposée du tube optique.

Microscope solaire
Bois, laiton, verre, 18e siècle
Collection Saussure
MHS inv. 399

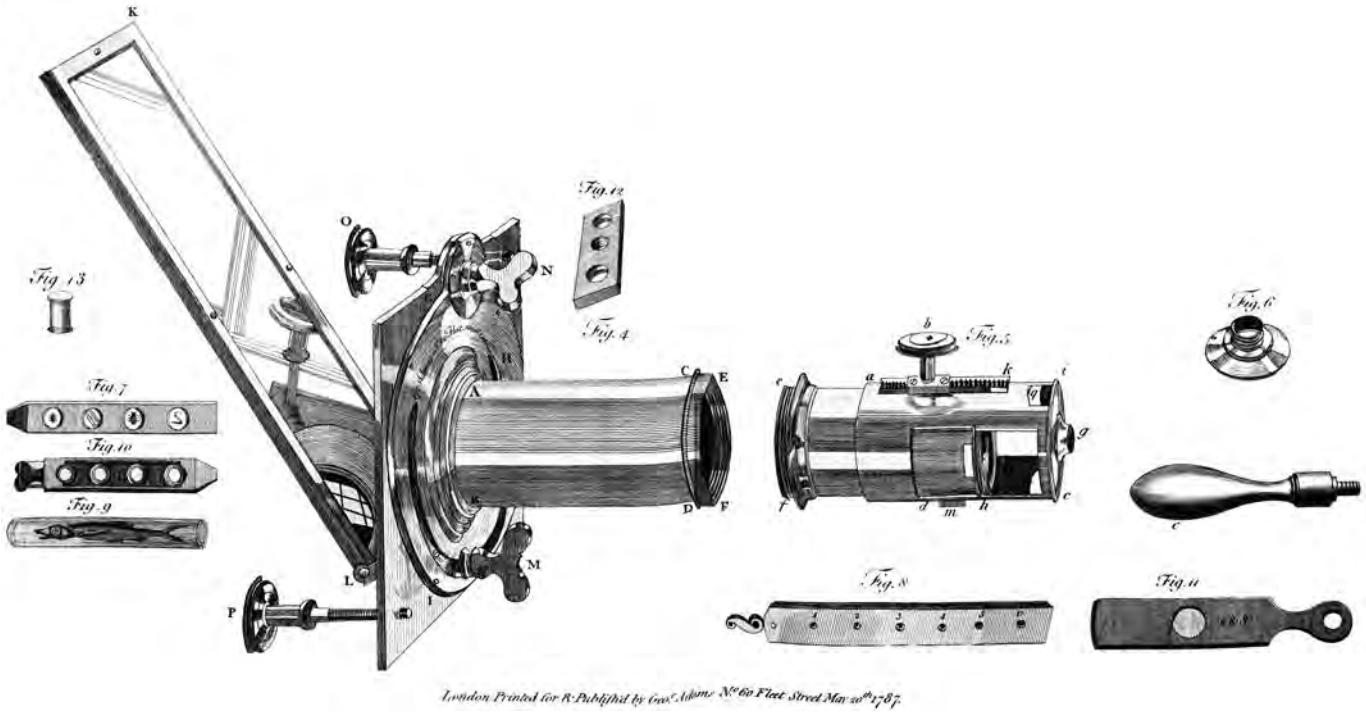


Le microscope solaire en fonction

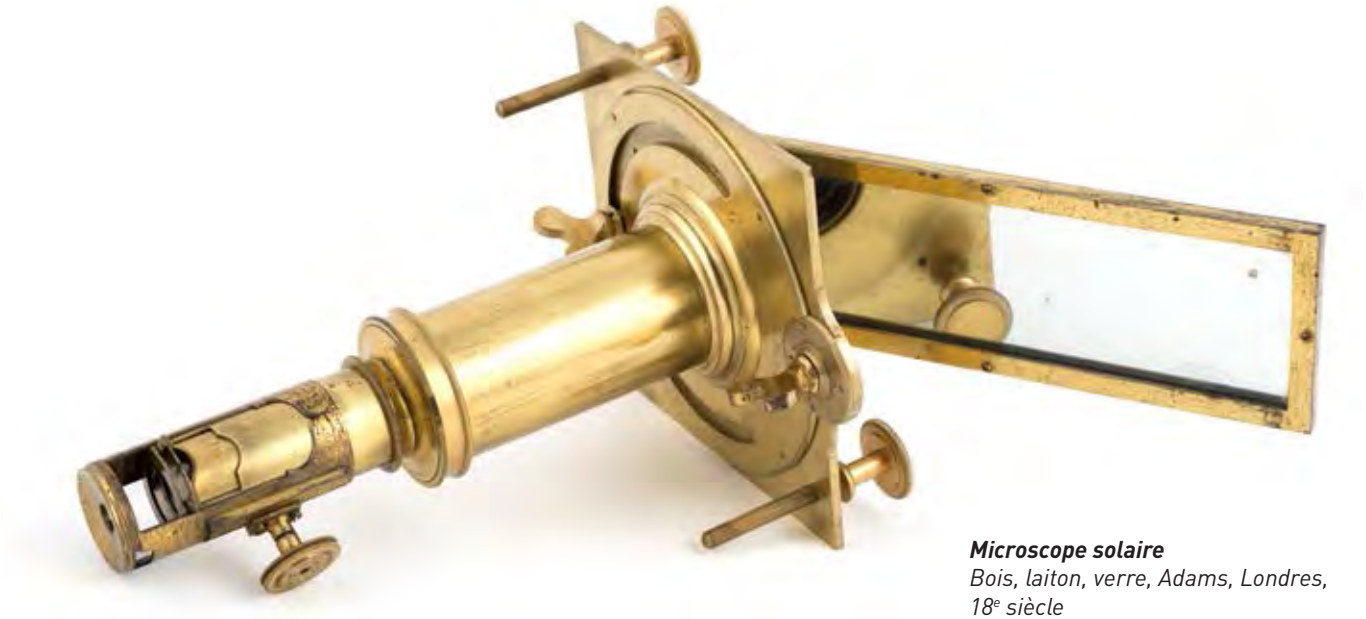
Figure 2 : projection au microscope solaire. L'instrument est fixé contre une paroi. Le miroir est à l'extérieur et reçoit les rayons du Soleil. Figure 1 : la lame contenant les préparations est glissée dans le microscope pour l'observation.

Ledermüller M. F. 1776. Mikroskoopische Vermaaklykheden, zo voor de oogen als voor den geest, behelzende de afbeeldingen van veelerley voorwerpen, zo van dielyke lighaamen, als van planten en delfstoffen, ... / door mart. Frob. Ledermuller ; vermeerderd door Adam Wolfgang Winterschmidt. Amsterdam : by de erven van F. Houttuyn.

(Bibliothèque du Muséum d'histoire naturelle)

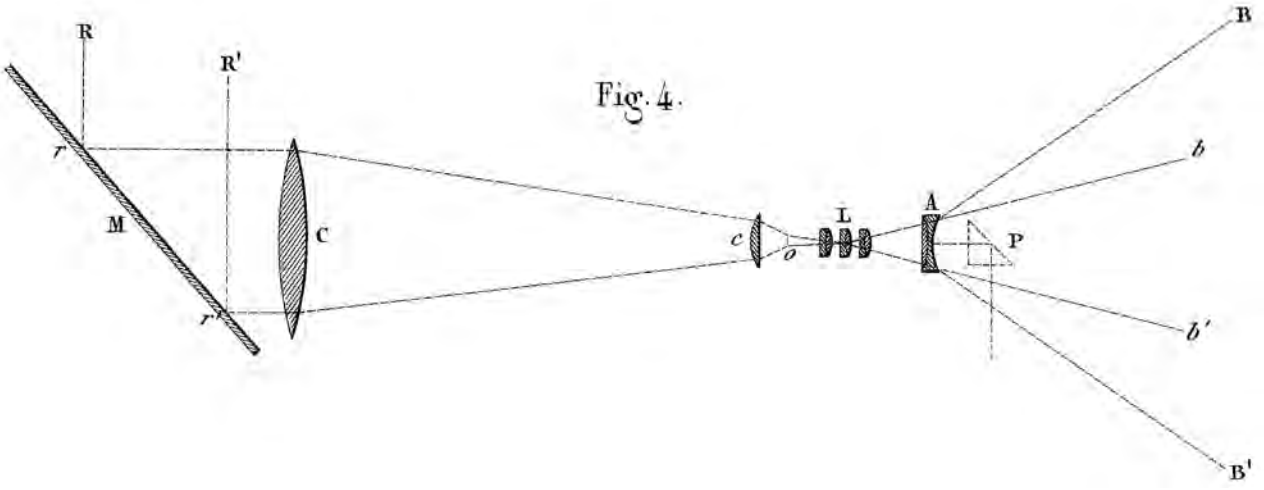


Le microscope solaire d'Adams et ses accessoires
Comme tous les microscopes solaires, il comprend deux parties principales qui se vissent l'une dans l'autre, le tube optique, avec le miroir et la lentille condensatrice, destiné à capter la lumière du soleil (figure 4) et le microscope simple qui reçoit la préparation (figure 5). Devant le microscope se fixe une lentille amplificatrice (figure 6). Les objectifs sont constitués par des lentilles enchâssées dans des plaquettes en ivoire (figure 8 et figure 9) qui se glissent dans l'ouverture q du microscope. Figure 7 : lame avec différentes préparations. Figure 10 : lame en laiton contenant des capsules en verre pour contenir des insectes entiers. Figure 9 : tube en verre.
Adams G., Essays on the microscope, Londres 1798
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)



Microscope solaire
Bois, laiton, verre, Adams, Londres, 18e siècle
MHS inv. 1634

Microscope solaire
Laiton, verre, Secrétan, Paris, vers 1850
MHS inv. 2548
Fabriqué au milieu du 19e siècle par Marc Secrétan, un mathématicien vaudois établi à Paris dès 1844, ce microscope solaire est doté de nombreuses améliorations inspirées par le constructeur parisien Charles Chevalier. Le tube optique comprend une seconde lentille condensatrice mobile qui peut se placer plus ou moins près de l'objet à examiner pour moduler l'intensité du faisceau de lumière incident. L'objectif est formé de trois lentilles grossissantes achromatiques. Il manque une lentille qui devait être fixée à l'origine devant l'appareil pour amplifier la taille de l'image projetée.



Le microscope solaire
Les rayons du Soleil R R' sont réfléchis par le miroir M, réfractés par la lentille condensatrice C et la lentille c qui les concentrent sur l'objet o. Les rayons qui repartent de l'objet sont repris et réfractés par les lentilles de l'objectif L et vont former une image agrandie et renversée de l'objet. On peut encore rajouter une lentille plan concave A pour agrandir encore davantage l'image projetée. L'usage d'un prisme P permet de reporter l'image sur une table ou un plafond.
Chevalier, des microscopes et de leur usage, Paris, 1839
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Microscope à projection
Laiton, verre, Watkins & Hill, Londres, première moitié du 19e siècle
MHS inv. 47
L'instrument fonctionne selon le principe d'une lanterne magique. La source de lumière externe est captée par la grosse lentille collectrice. L'image de la préparation est projetée de manière agrandie sur un écran.

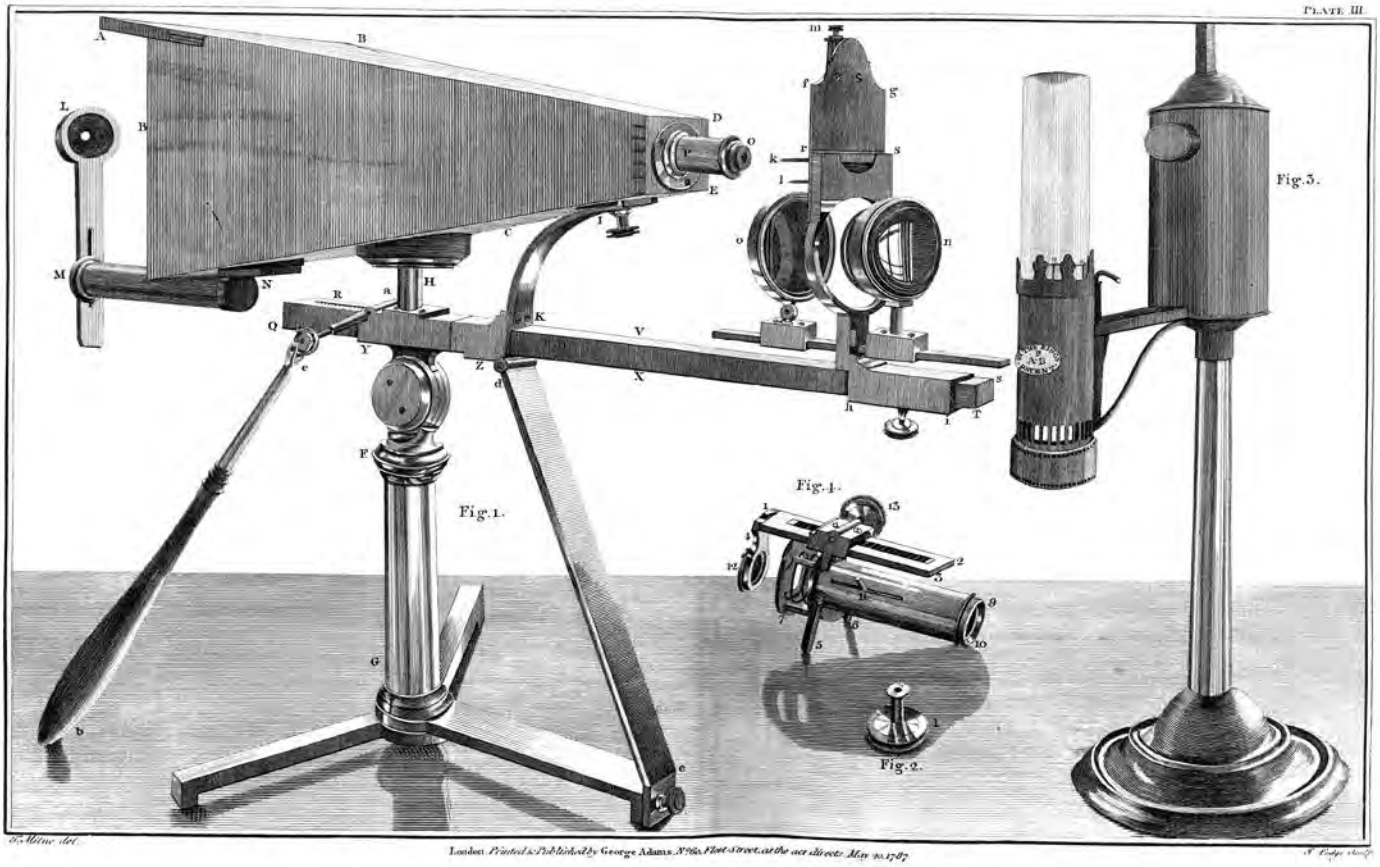
Microscope à projection
Aluminium, acier, verre, 20e siècle
MHS inv. 1633

Microscope à projection
Aluminium, acier, verre, ICA, Allemagne
20e siècle
MHS inv. 2380

Le microscope lucernal

Parallèlement au microscope solaire, un deuxième type de microscope à projection est apparu au 18e siècle, le microscope lucernal. Son invention est attribuée aux constructeurs londoniens George Adams père et fils vers 1770. Eclairé par une puissante lampe à huile, ce microscope projette une image agrandie de l'objet sur une plaque en verre dépolie fixée à l'extrémité d'un caisson en bois. L'image peut être ainsi aisément recopiée.

Microscope lucernal
Acier, bois, laiton, verre, Harris, Londres, deuxième moitié du 18e siècle
MHS inv. 234
Ce microscope lucernal fabriqué par l'opticien londonien Thomas Harris est fortement inspiré du modèle inventé par Adams en 1770. L'image de la préparation est projetée sur un écran en verre dépoli placé à l'extrémité du caisson de projection. L'appareil est doté de deux supports différents destinés à recevoir des objets opaques ou transparents. Ce microscope lucernal fait partie d'un kit optique extrêmement bien conservé qui comprend aussi un microscope composé monté sur trépied et divers accessoires (objectifs, cuves en verre, préparations diverses) qui peuvent s'adapter sur l'un ou l'autre des deux microscopes.



Le microscope lucernal en situation
Fig. 1 : le microscope lucernal sur son trépied. Trépied muni d'un support pour préparations opaques. n : lentille condensatrice ; o : miroir concave réfléchissant. O : objectif ; B écran. Fig. 3 : lampe à huile de type Argand qui éclaire le microscope. Fig. 4 : support pour préparations transparentes. L : oculaire
Adams G., Essays on the microscope, Londres 1798
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Exemple d'images obtenues avec le microscope lucernal.

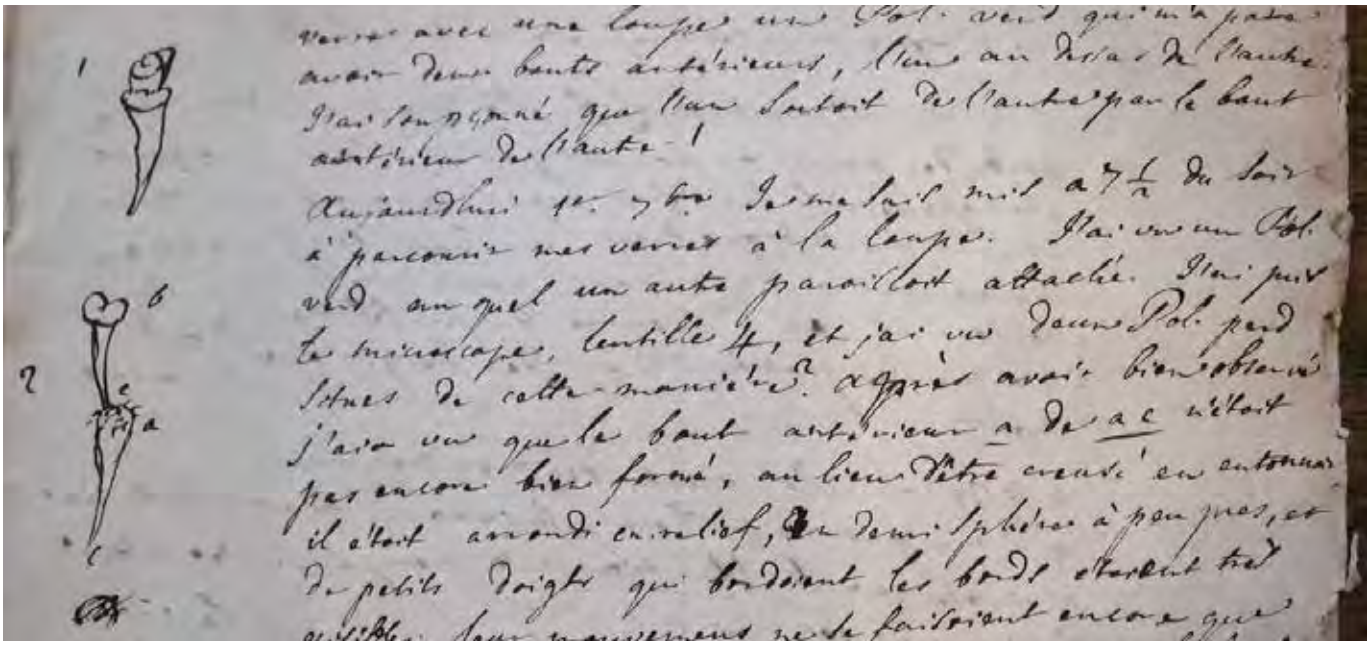
3.3. LES SAVANTS, LE CRAYON À LA MAIN

En illustration de l'importance de l'image et du dessin pour le travail des scientifiques, du laboratoire à la publication, l'exposition se penche sur quelques cas de savants genevois emblématiques.

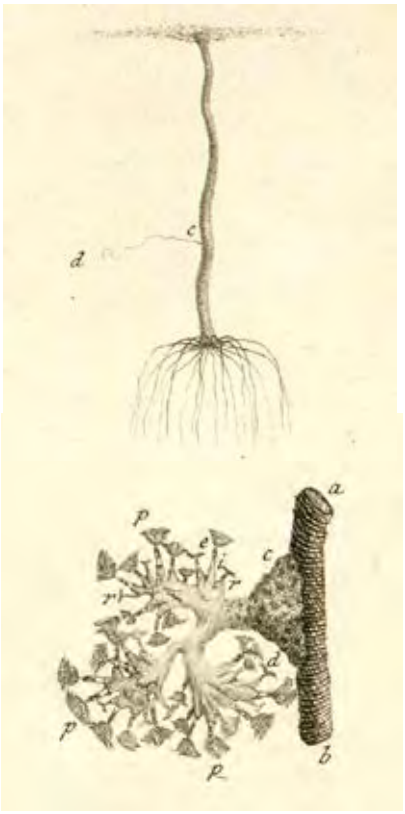
Abraham Trembley (1710-1784) : la régénération animale, la réplication de l'expérience et la diffusion des connaissances

Après des études de mathématiques, Trembley s'intéresse à la biologie expérimentale, en parallèle de ses mandats de précepteur, tout d'abord en Hollande pour le prince de Hesse-Hombourg, à Leyde pour le comte de Bentinck, enfin pour le duc de Richmond. Il s'inspire de la méthode mise au point par Réaumur pour l'observation rigoureuse des organismes de très petite taille, dont l'étude correspondait à un nouveau champ de recherche. Il invente un appareillage et des systèmes de coloration pour étudier les propriétés de ces êtres vivants.

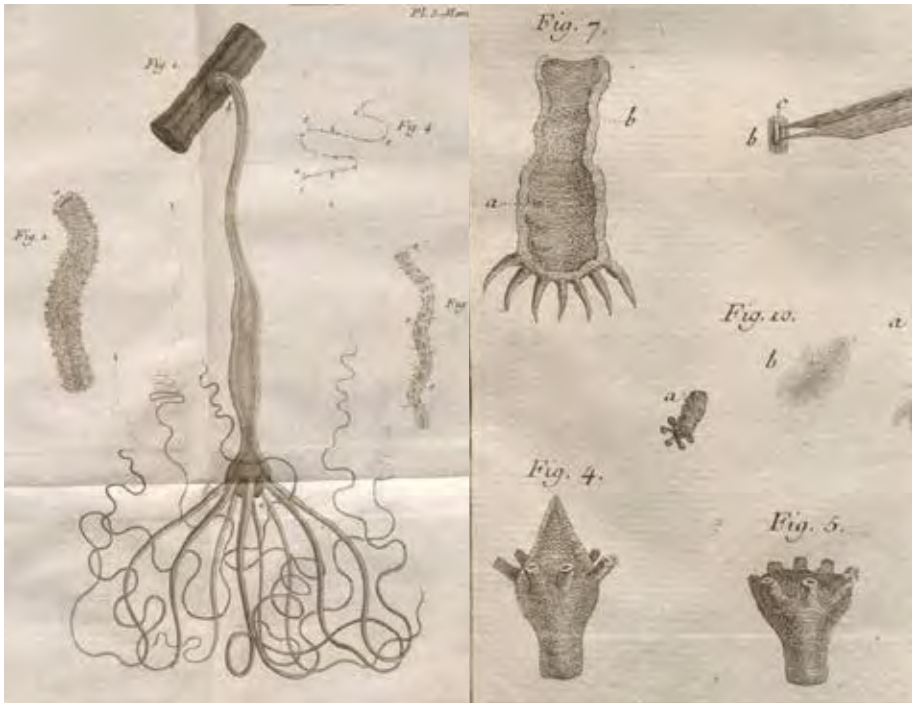
Il se pose notamment la question de la nature des hydres (qu'on appelle polype à cette époque) : animale ou végétale ? Il tente le bouturage, comme pour les plantes. Après avoir coupé une hydre en deux, il a la surprise de voir que ce qu'il pense être un animal – du fait de ses mouvements et de son alimentation – reconstitue la partie manquante. Il découvre ainsi la régénération animale. Il multiplie par la suite les expériences de sectionnement, puis de greffe.



Dessin d'hydres à l'encre dans les marges du journal de laboratoire d'Abraham Trembley.
(Bibliothèque de Genève, Fonds Trembley 25, enveloppe 12, folio 5)



Publication de Trembley présentant ses observations sur la régénération des hydres. *Dessins et gravure de Pierre Lyonet.*
Trembley A. 1744. Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce à bras en forme de cornes. Leyde : Jean et Herman Verbeek.
(ci-dessus Bibliothèque de Genève et ci-contre ETH de Zurich [eRARA])



Il documente ses recherches dans un journal agrémenté de croquis. Il envoie ensuite à d'autres savants des « kits » de polypes et des indications suffisamment précises de ses travaux – tant la méthode employée que les résultats – pour que des Réaumur, Bonnet, Baker ou Lyonet puissent répliquer l'expérience (Bonnet la poursuit sur des vers). Enfin il publie ses observations et conclusions, agrémentées de planches dessinées par Lyonet, dans un ouvrage en forme d'articles publiés en 1744 à Leyde, dans lesquels il incorpore des fragments de son journal d'expérience sous la forme de tableaux.

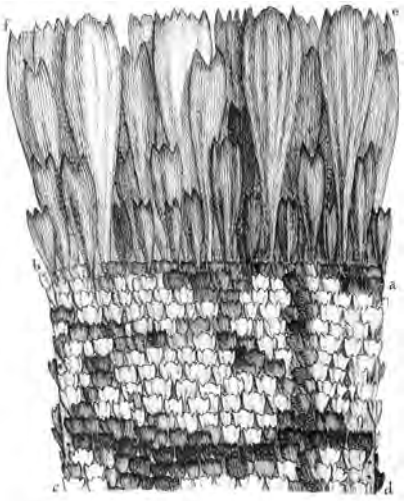
Trembley aura passé moins de 10 ans à expérimenter en biologie et pourtant l'importance de sa découverte, la très grande rigueur apportée à ses recherches, à leur validation et vérification par ses pairs, ainsi que le soin apporté à l'iconographie assurent sa renommée et l'excellente diffusion de son travail. Il reçoit la Copley Medal de la Royal Society, l'équivalent d'alors d'un prix Nobel.

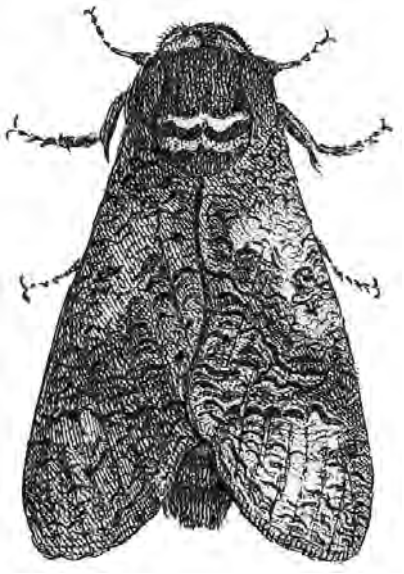
« Les deux premières années que je les ai observés, j'ai été, en quelque manière, entraîné d'une observation à l'autre : en sorte que je n'ai eu que le temps de faire ces observations, et de les noter dans mon journal ; et c'est pourquoi je n'ai pu commencer de bonne heure à dresser les Mémoires que je donne à présent au Public (…)

Comme il m'a paru, dès que j'ai commencé à observer les polypes, que la connaissance des propriétés remarquables, qui se trouvent dans ces Animaux, pouvait faire plaisir aux curieux, et contribuer en quelque chose aux progrès de l'Histoire Naturelle, je me suis fait un devoir de communiquer mes découvertes,

« Die Fortsezung von Polypen ».
Publication par Ledermüller d'hydres
Ledermüller M. F. 1776.
Mikroskoopische Vermaaklykheden, zo voor de oogen als voor den geest, behelzende de afbeeldingen van veelerley voorwerpen, zo van dielyke lighaamen, als van planten en delfstoffen, ... / door mart. Frob. Ledermuller ; vermeerderd door Adam Wolfgang Winterschmidt. Amsterdam : by de erven van F. Houttuyn.
(Bibliothèque du Muséum)

Présentation du dispositif de microscopie de Trembley pour observer les hydres *(Die Armpolypen), dit microscope aquatique, tel que compris par Ledermüller. En fait il omet l'élément important qui est le système de fixation de l'organisme vivant à l'intérieur du bocal, permettant de l'observer en mouvement.*
Publication par Ledermüller d'hydres « Die Fortsezung von Polypen ».
Ledermüller M. F. 1776.
Mikroskoopische Vermaaklykheden, zo voor de oogen als voor den geest, behelzende de afbeeldingen van veelerley voorwerpen, zo van dielyke lighaamen, als van planten en delfstoffen, ... / door mart. Frob. Ledermuller ; vermeerderd door Adam Wolfgang Winterschmidt. Amsterdam : by de erven van F. Houttuyn.
(Bibliothèque du Muséum)





Exemples de planches que Pieter Lyonet a conçues et réalisées pour son ouvrage sur les insectes *qui montrent son grand talent et son expertise en gravure.*
Lyonet P. 1832. Recherches sur l'anatomie et les métamorphoses de différentes espèces d'insectes. Ouvrage posthume. Publié par M. W. de Haan. Paris, Baillère.
(Bibliothèque du Muséum)

à mesure que je les ai faites. J'ai donné des polypes, autant que je l'ai pu, à ceux qui ont souhaité de répéter mes Expériences ; & je leur ai indiqué comment je m'y suis pris pour les faire.»

Trembley, 1744. Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce à bras en forme de cornes, p. iv-v

«Il m'aurait été impossible d'exposer clairement mes Observations, sans le secours d'un grand nombre de figures. Je n'ai pas été moins heureux à cet égard, qu'à celui de la découverte que j'ai faite sur les polypes. Sans flatter l'habile dessinateur, à la bonté duquel je suis redevable des figures, qui accompagnent cet ouvrage, je puis bien dire, qu'il n'y en a point qui eût pu, comme lui, exécuter les dessins nécessaires, pour faciliter l'intelligence des descriptions que je devais donner. Il m'a suffi de mettre les objets sous les yeux de Mr. Lyonet, pour qu'il vît tout ce qu'il aurait été difficile de faire remarquer à d'autres. C'est qu'il est, non seulement habile dessinateur, mais encore Observateur pénétrant et expérimenté.

Mr. Lyonet a, non seulement dessiné les Figures qui accompagnent cet Ouvrage, mais, il a même gravé les huit dernières Planches. Je ne saurais mieux faire l'éloge de la beauté de la Gravure, qu'en renvoyant à ces Planches. Il suffit de les voir, pour les admirer.

On sera, peut-être, surpris de ce que Mr. Lyonet n'a pas gravé les cinq premières ; mais on le sera bien davantage de ce que je vais dire à cette occasion. Les Dessins de ces cinq Planches furent prêts à être gravés au mois de Mai de l'année passée. Dans ce temps-là, Mr. Lyonet ne savait pas encore graver, et n'avait même jamais vu graver. Cependant, il était déjà, le mois suivant, un excellent Graveur. On aura, peut-être, de la peine à croire ce que je dis. C'est néanmoins un fait, qui a eu plusieurs témoins. Mr. Lyonet, s'étant trouvé au mois de Mai 1743 avec un des plus habiles graveurs de la Hollande, lui montra plusieurs dessins, qu'il a faits, des insectes qu'il a observés. La beauté de ces Dessins frappa Mr. Wandelaar, (c'est le Graveur dont il s'agit,) et il y reconnut tant d'art et tant de facilité, qu'il se persuada d'abord, qu'il ne tiendrait qu'à Mr. Lyonet d'exceller dans la gravure, comme il excellait dans le dessin. Il l'exhorta à faire un essai. Mr. Lyonet se rendit donc au milieu du mois de juin suivant chez Mr. Wandelaar à Leyde. Ce fut alors, qu'il mania, pour la première fois de sa vie, la pointe et le burin.»

Trembley, 1744. Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de polypes d'eau douce à bras en forme de cornes, p. vi

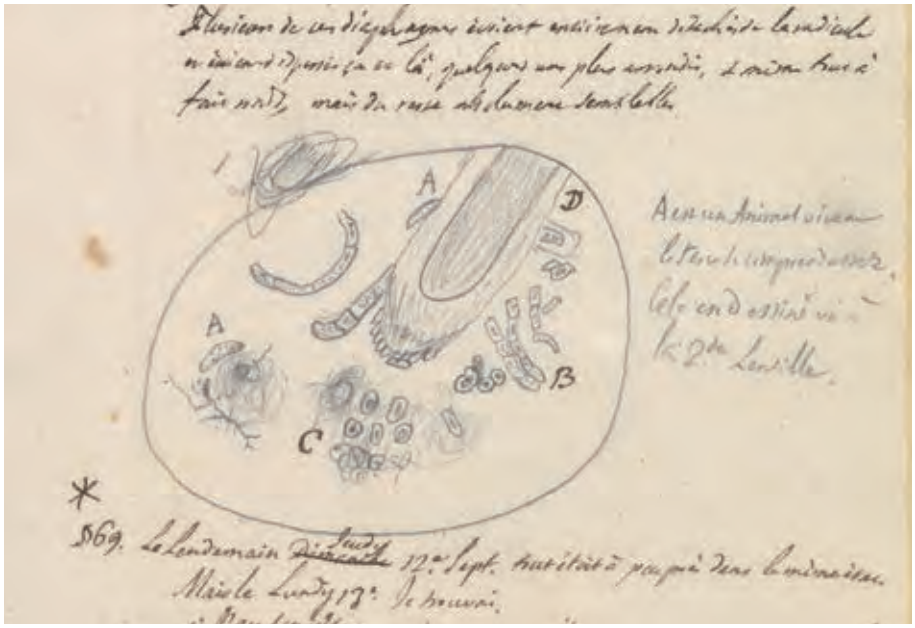
[Il semblerait en fait que le naturaliste hollandais passionné d'insectes Pierre Lyonet (1708-1789) avait déjà fait un apprentissage de graveur, sans en parler à Trembley]

Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799) : la très discrète découverte de la mitose… sans images

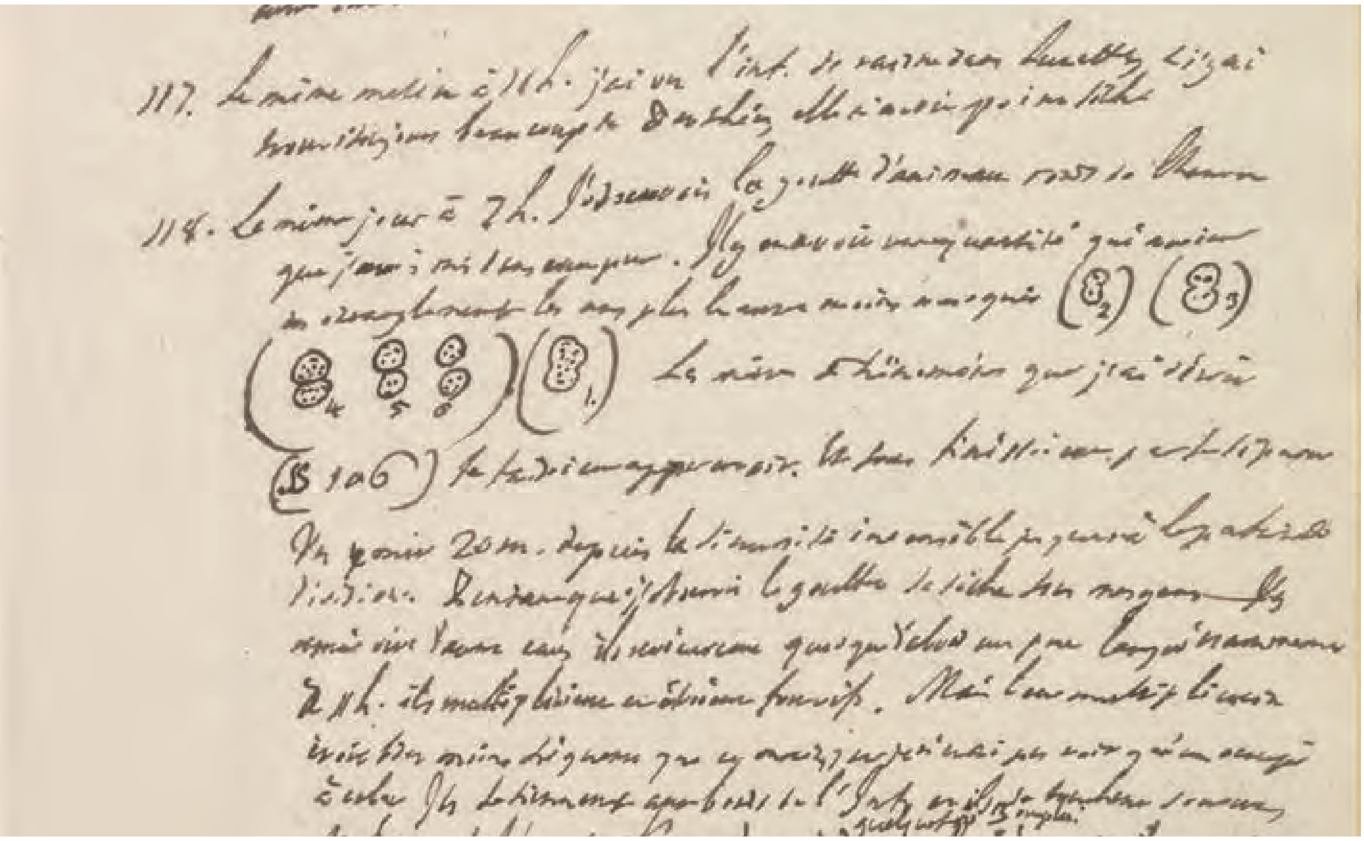
Ayant débuté l'étude des sciences naturelles par la botanique, le grand savant naturaliste du 18e siècle est surtout connu pour ses travaux en géologie et météorologie, qui voient leur point culminant avec ses expéditions scientifiques en haute montagne, plus particulièrement au Mont-Blanc dont il atteint le sommet en 1787. Ses travaux biologiques sont moins connus et pourtant…

En 1765, Saussure étudie au microscope des « animalcules » qu'on trouve dans de l'eau dans laquelle il a mis à tremper des plantes et qu'on appelle joliment à son époque « infusoires ». Il tient un journal de ses travaux (deux cahiers intitulés *Observations sur les Animalcules des Infusions*), dans lequel il rassemble notes et croquis. C'est dans ce cadre qu'il observe et décrit le mode de reproduction des unicellulaires : la division cellulaire, qu'on nommera mitose vers 1880 en l'observant avec des appareils plus performants. Lors d'un voyage à Londres, Saussure raconte informellement sa découverte aux membres de la Royal Society, dont le naturaliste John Ellis (1714-1776) fait partie, mais ne la publie pas. Ellis refait les observations, sans en savoir tous les détails techniques, et publie un article à ce sujet en 1769, avec une planche. Au même moment, John Needham (1713-1781), tenant de la théorie de la génération spontanée, va également parler de la division identifiée par Saussure, en considérant qu'elle corrobore ses théories. Du coup, Charles Bonnet, l'oncle de Saussure, l'invite à décrire son expérience, ce qu'il fait dans une lettre en septembre 1769, mais sans dessins. Bonnet inclut celle-ci dans la réédition de sa *Palingénésie philosophique* en 1770. L'expérience est reproduite par d'autres et de nouvelles planches sont alors dessinées.

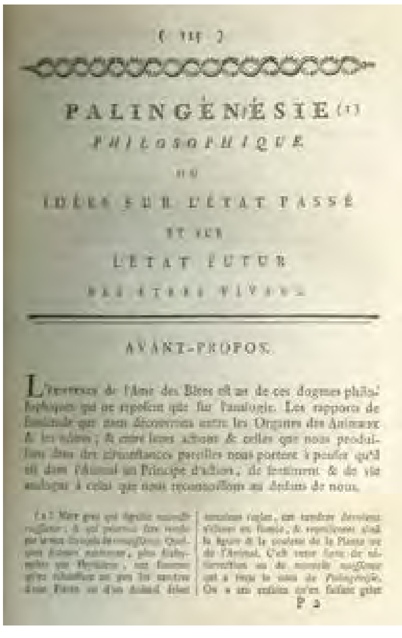
L'absence de publication dans un journal scientifique et surtout de dessins ou de planches de synthèse des observations a desservi la propagation de cette remarquable découverte.



Journal de laboratoire d'Horace-Bénédict de Saussure *montrant une observation microscopique de micro-organismes (infusoires). Il est intéressant de noter l'utilisation de lettres de nomenclature pour distinguer les espèces. (Bibliothèque de Genève , Archives de Saussure 63, p. 66)*



Journal de laboratoire d'Horace-Bénédict de Saussure *avec le croquis montrant la division cellulaire.*
(Bibliothèque de Genève, Archives de Saussure 63, p. 92)



PALINGÉNÉSIE (1)
PHILOSOPHIQUE
OU
IDÉES SUR L'ÉTAT PASSÉ
ET SUR
L'ÉTAT FUTUR
DES ÊTRES VIVANS

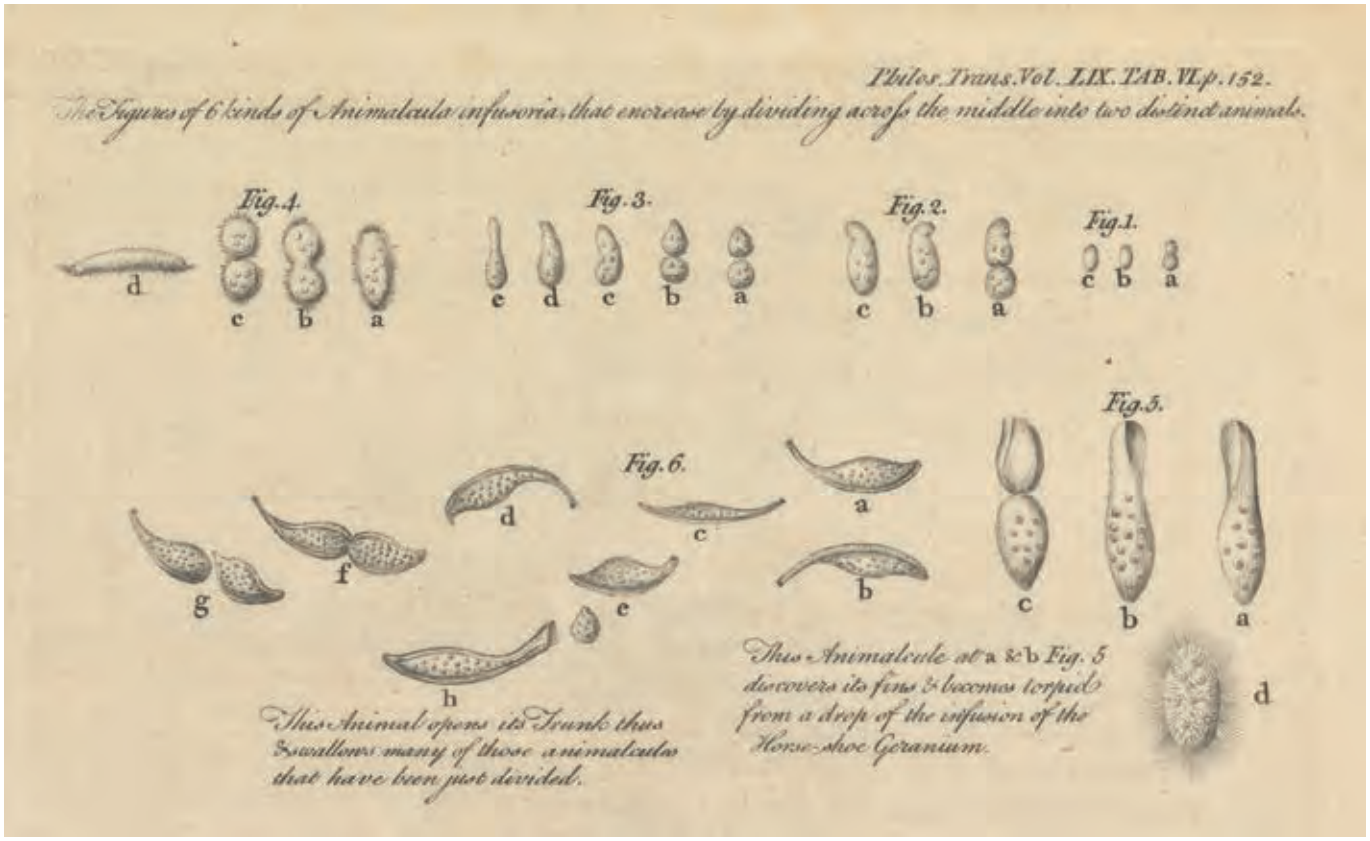
AVANT-PROPOS.

Genève le 28 sept. 1769

« Vous aviez donc, Monsieur, bien raison de penser que les animalcules des infusions pouvaient comme les polypes se multiplier par une division et subdivision continuelle. Vous proposiez cette opinion que comme un doute : mais les observations que j'ai faites sur plusieurs espèces de ces singuliers animaux m'ont convaincu qu'on pouvait la regarder comme une vérité. Ceux de ces animaux qui ont une forme ronde ou ovale sans aucun bec ou crochet en avant, se divisent en deux transversalement. Il se forme au milieu de leur longueur un étranglement qui augmente peu à peu jusque à ce que les deux parties ne tiennent plus qu'à un fil. Alors l'animal, ou plutôt les deux animaux font de grands efforts pour achever leur division, et après leur séparation ils demeurent quelques moments comme engourdis, mais ensuite ils se mettent à courir çà et là dans la liqueur, comme le faisait l'animal entier dont ils ont été produits. »

H.-B. de Saussure, cité dans les œuvres complètes de Bonnet, 1783, t. 7,
Palingénésie philosophique, p. 324

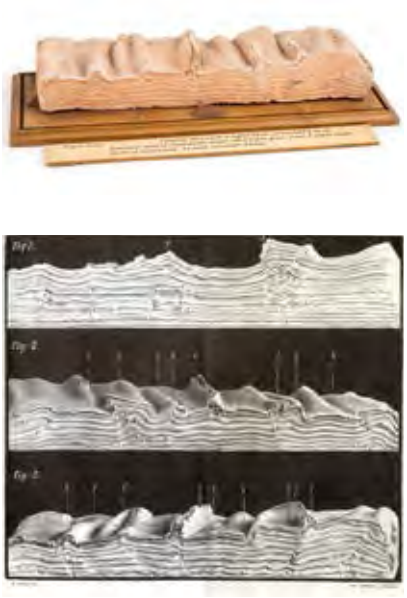
Palingénésie philosophique de Bonnet *dans sa version revue de 1783, dans les Additions de laquelle il insère la lettre de Saussure.*
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)



Publication par Ellis *de ses observations effectuées après avoir entendu Saussure présenter ses expériences à la Royal Society.*
Ellis J. 1769. « Observations on a particular Manner of Increase in the Animalcula of vegetable Infusions », Philosophical Transactions, t. lix, pp. 138-152.
(Bibliothèque de Genève, Ra 141)

Palingénésie philosophique de Bonnet *dans sa version revue de 1783.*
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Alphonse Favre (1815-1890) dessine la carte géologique des environs de Genève tout en proposant un modèle de plissement des Alpes



Un des blocs d'argile sur caoutchouc modélisant le plissement de montagnes *(collections du Musée d'histoire des sciences MHS-632) et leur publication dans Archives des sciences en 1878 (photo reprise en lithographie pour impression). (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)*

Le géologue genevois, professeur à l'Académie entre 1844 et 1852, inscrit ses pas dans ceux d'Horace-Bénédict de Saussure dans l'étude du Mont-Blanc, du Salève et du Canton de Genève dont il dessine la carte géologique à la demande de la classe d'agriculture de la Société des Arts. La petite centaine d'années qui le sépare de Saussure permet de mesurer l'évolution des connaissances en géologie et de voir s'élaborer des théories qui seront reprécisées, voire abandonnées plus tard. Il discute par exemple de l'origine des grottes du Salève, réfutant une action de cours d'eau comme l'avait imaginé Saussure.

Caractérisé par son souci de précision dans ses observations, Favre complète ses relevés de terrain par l'étude des fossiles et les indications de chronologie relative qu'ils amènent.

Pensant que les plissements géologiques découlent de la rétractation des roches lors du refroidissement de la Terre après sa création, il élabore, à la suite de James Hall, un modèle expérimental en argile posé sur du caoutchouc fortement étiré ; les expériences sont effectuées avec Turrettini à la Société genevoise d'instruments de physique (SIP) et publiées en 1878. Ces modèles ont été conservés et font partie des collections du Musée d'histoire des sciences. La Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences conserve également ses carnets de terrain : chacune de ses sorties était l'occasion d'une description, d'un récit, d'un croquis ou d'un dessin élaboré, tant du paysage que des coupes de terrain, voire de la première formulation de ses hypothèses. Il les utilisera ensuite pour rédiger ses synthèses (les carnets portent la marque de grands traits obliques et de références à des articles). Son goût du terrain le pousse à fonder le Club alpin suisse qu'il préside en 1866.

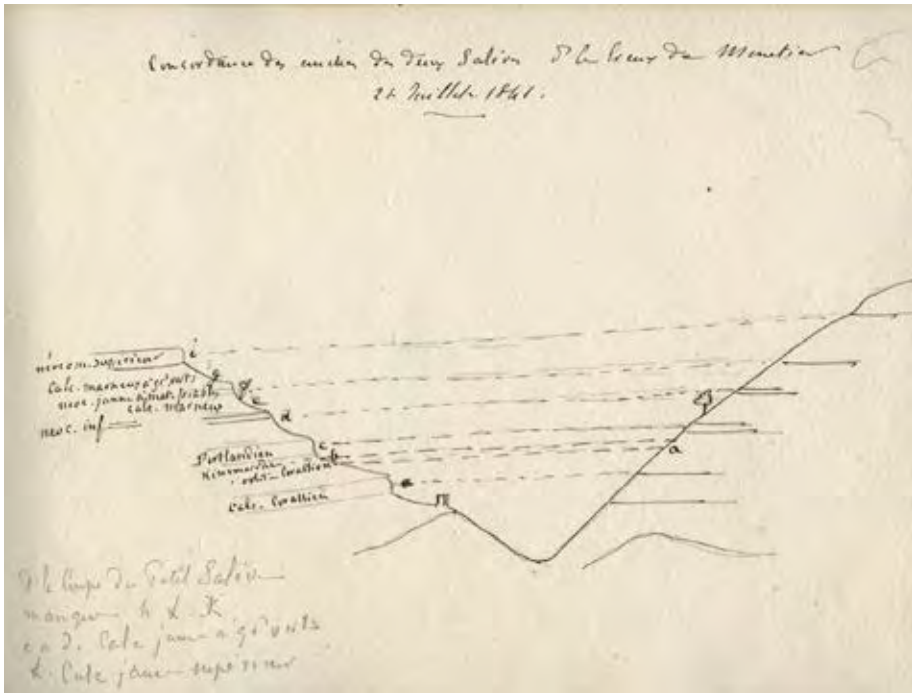
Quelques-uns des carnets de terrain d'Alphonse Favre *conservés dans les collections de manuscrits. (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)*

« J'ai commencé, en 1840, à parcourir la Savoie et les contrées voisines : je l'ai fait sans idées préconçues et sans plan arrêté. Je ne savais d'abord si j'utiliserais les notes que je recueillais avec activité, j'observais pour avoir le plaisir d'observer. Je ne connais pas, en effet, de jouissance plus vive que la poursuite et l'étude d'une idée dans un laboratoire aussi splendide que la chaîne des Alpes : à chaque pas, le travail scientifique est interrompu par la contemplation de beautés de la nature auxquelles des milliers de touristes rendent hommage chaque année J'ai éprouvé et savouré longtemps le bonheur que procure ce genre de recherches. Lorsque les matériaux que je recueillais ont été abondants et que chez moi le corps ne s'est plus trouvé à l'unisson de l'esprit passionné pour les voyages à pied, pour les grandes escalades, pour la vie dure qui accompagne la carrière de géologue alpin, je me suis décidé avec quelque peine à réunir mes observations. Plus familier avec le marteau qu'avec la plume, j'ai éprouvé de nouvelles difficultés en prenant celle-ci. Et je crains de ne pas les avoir convenablement surmontées. »

Favre, 1867. *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. Paris, Masson*, pp. vi-vii

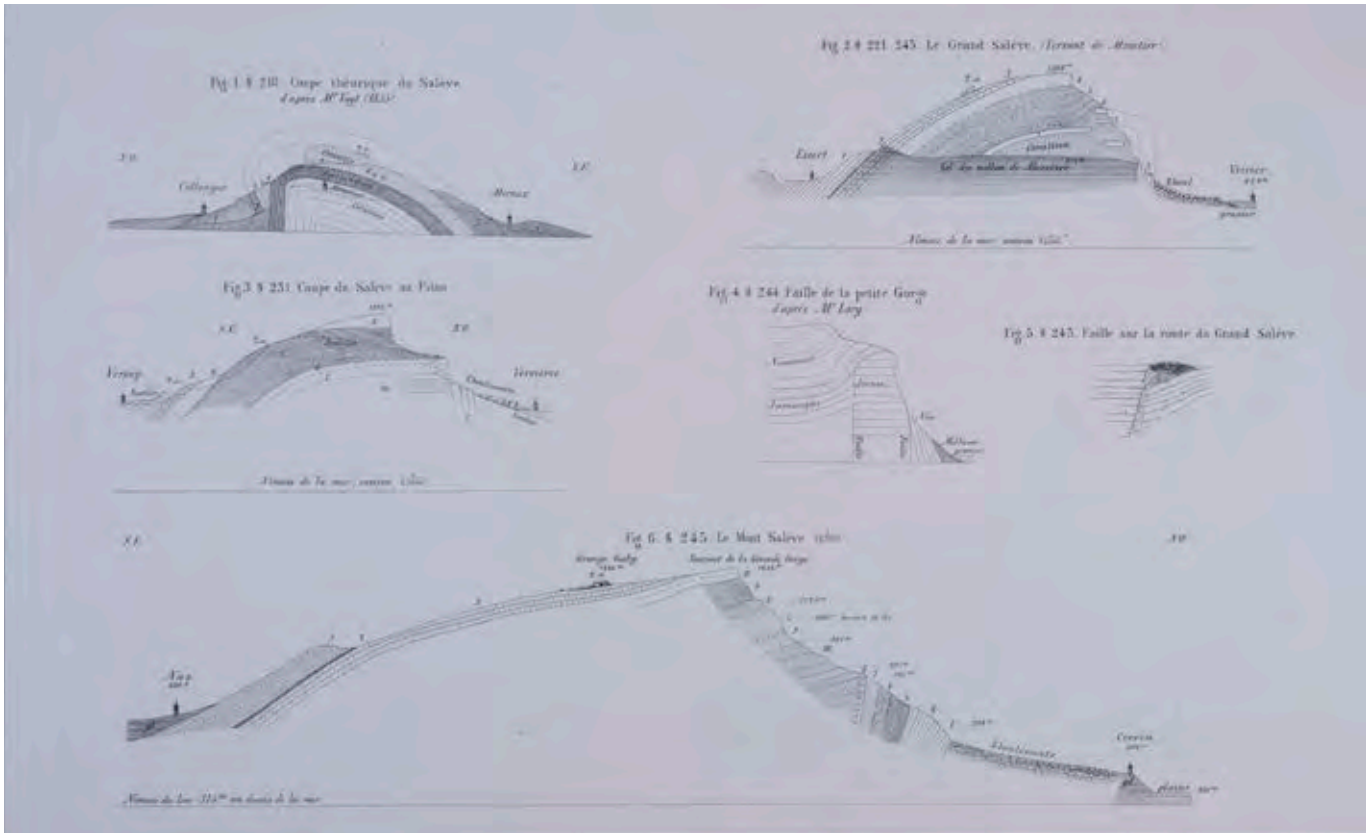
« On ne sera donc pas étonné du sentiment de défiance que j'éprouve au sujet des théories que je propose ; en général, les systèmes passent, les observations restent, et chacun peut en tirer parti. » ibid p. xii

Coupe aquarellée du Salève (Petite Gorge)

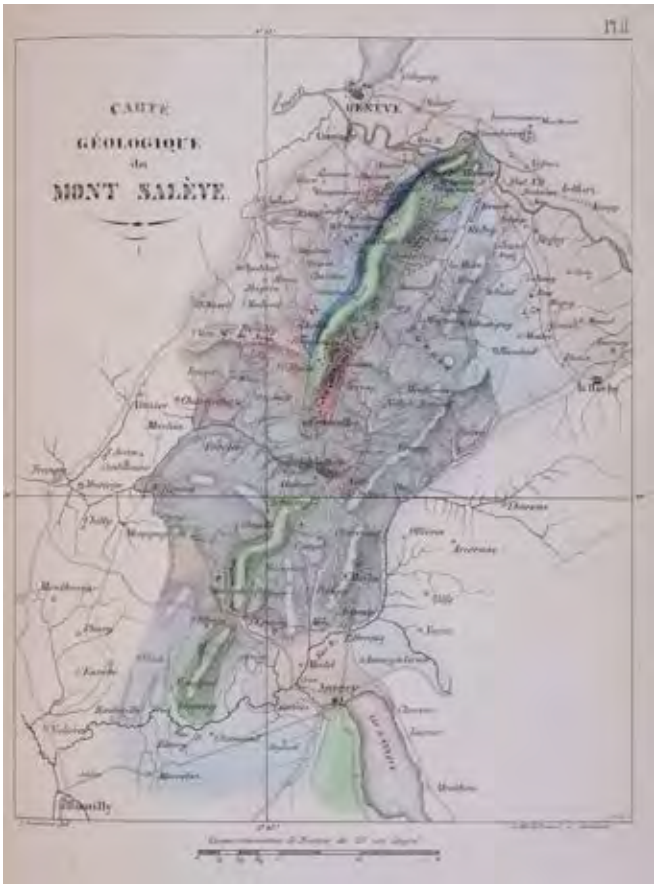


Raccord entre les couches du Grand et du Petit Salève
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences, carnet 5)

Vue artistique de la jonction entre les deux Salève et plan topographique

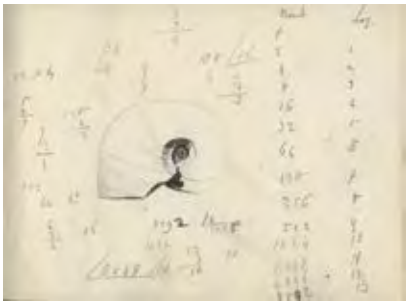


Coupes à travers le Salève
Favre A. 1867. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. Paris : Masson (Bibliothèque du Muséum)



Carte géologique du Salève
Favre A. 1843. Considérations géologiques sur le Mont Salève (Bibliothèque du Muséum)

Fossiles du Mont-Salève, Oolithe coralienne et Valangien
Favre A. 1867. Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. Paris : Masson
(Bibliothèque du Muséum)



Dessin et décompte de fossiles du Salève *(carnet n° 9 conservé dans les collections du Musée d'histoire des sciences) et planche publiée des fossiles de l'Oolithe coralienne et Valangien du Salève.*
Favre A. 1843. Considérations sur le Mont-Salève. Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève
(Bibliothèque du Muséum)

Jean-Louis Prévost (1790-1850) : l'embryologie expérimentale

Le médecin Prévost, après avoir fondé le Dispensaire à Genève, établissement de soin pour les indigents, choisit de s'éloigner de la clinique pour se plonger dans la recherche, notamment en physiologie animale. Il est considéré comme un des précurseurs de la biochimie. Il s'associe avec le chimiste français Jean-Baptiste Dumas rencontré à Genève pour certains travaux, notamment ceux sur la fécondation animale, où ils éclaircissent le rôle des spermatozoïdes (qu'ils appellent encore animalcules spermatiques). Deux écoles s'affrontaient alors : soit tout venait de l'ovule, et les spermatozoïdes (découverts par Leeuwenhoek au 17e siècle grâce aux débuts de la microscopie) n'étaient que des parasites, soit c'étaient les spermatozoïdes seuls qui apportaient les éléments héréditaires. Prévost et Dumas démontrent que les apports parentaux se font par les deux moyens. Cette théorie ouvre la porte, des années plus tard, à l'étude de la génétique.

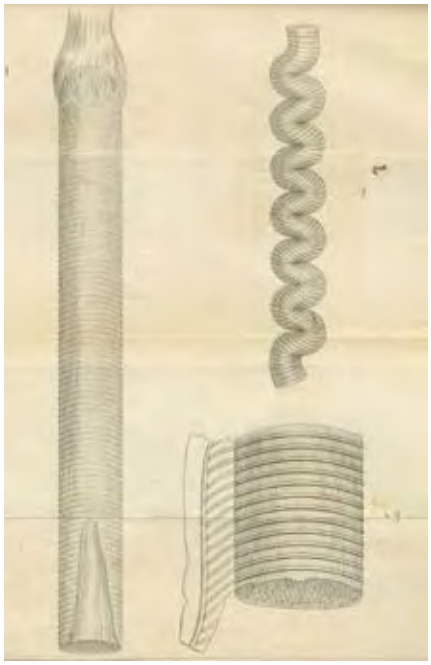
Il s'intéresse également à des applications pratiques de l'électricité (par exemple pour dissoudre des calculs de la vessie), dans les décennies qui suivent l'invention de la pile par Volta.

La bibliothèque du Musée d'histoire des sciences possède ses carnets d'expérience de 1844 à 1848 en embryologie.

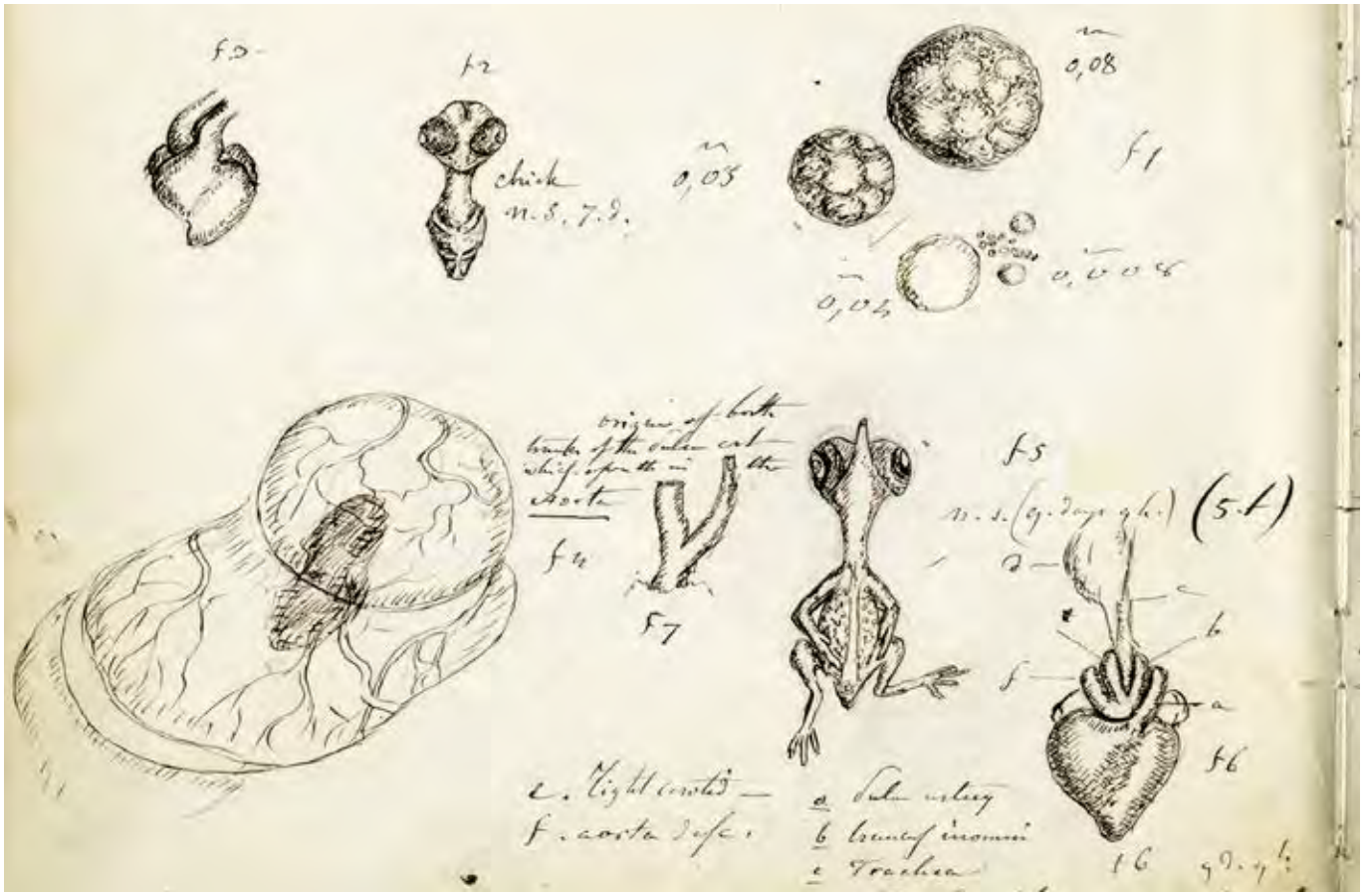
Animalcules spermatiques de grenouille et de salamandre *publiés par J.-L. Prévost dans les Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, vol. 9, 1841-42, pp. 289-293.*

Animalcules spermatiques *dessinés par J.-L. Prévost en 1844 dans son carnet Physiological objects, n° 2.*

Observation de fibre musculaire *dessinée par J.-L. Prévost en 1849 dans son carnet Physiological objects, n° 6.*

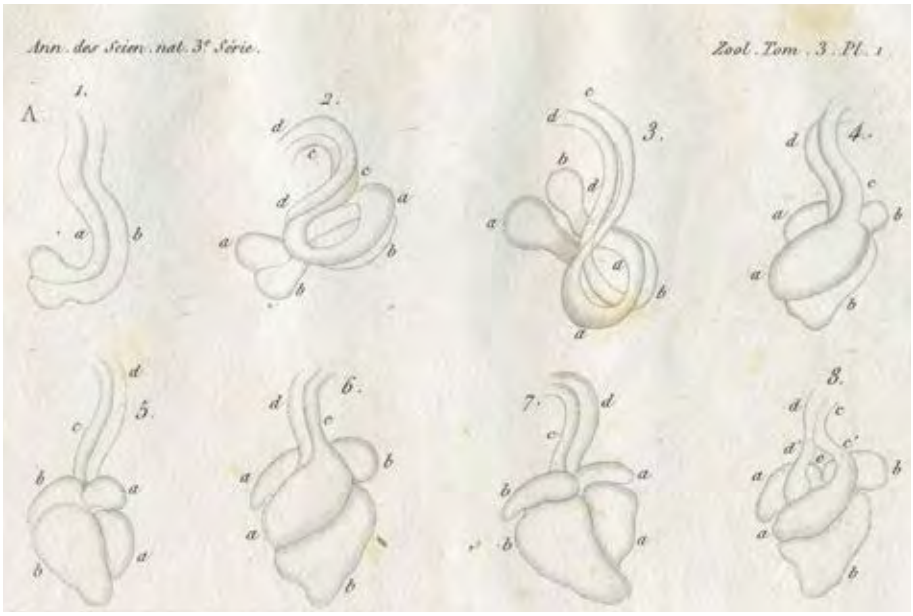


Fibre musculaire fortement agrandie *(600x) et sa version contractée, publiée par J.-L. Prévost dans la Bibliothèque Universelle de Genève de 1837 « Note sur le développement d'un courant électrique qui accompagne la contraction de la fibre musculaire ».*



Croquis de développement d'embryons de poulet *par J.-L. Prévost en 1844 dans son carnet Physiological objects, n° 2.*

Embryologie de cœur de poulet
dessiné par J.-L. Prévost en 1844 dans son carnet Physiological objects, n° 1.



Développement du cœur chez un embryon de poulet *publié par J.-L. Prévost en 1845 dans les Annales des Sciences Naturelles.*

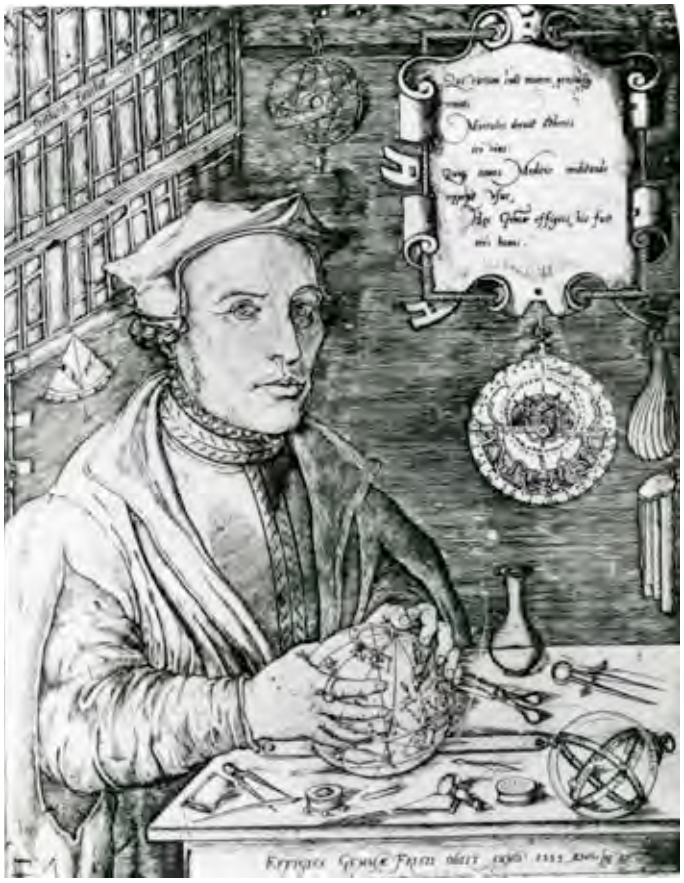
4. LA SCIENCE MISE EN SCÈNE : LA GLOIRE DES SAVANTS

Buste de Camille Flammarion *(1842-1925) dans le contexte de son œuvre de vulgarisation astronomique. Jubilé Scientifique de Camille Flammarion. 1912. Discours de Armelin G., Richet C., Haraucourt E., Fouché M., Renard P., Mascart J.,Bulletin de la Société astronomique de France. (Société astronomique de Genève)*

Les images de science ne servent pas qu'à la transmission de données et de théories entre savants. Elles sont également créées pour diffuser des connaissances à un public plus large ou raconter l'histoire des découvertes. La vulgarisation scientifique s'est ainsi attachée à diffuser les théories scientifiques hors du cercle des chercheurs.

Elle a promu, surtout au 19e siècle, la notion de progrès véhiculé par une image de science bienveillante et triomphante. Des auteurs se spécialisent dans ce domaine comme Louis Figuier, Camille Flammarion et bien d'autres encore. L'image du chercheur dans son laboratoire en train d'effectuer son expérience cruciale, voire mis en scène dans un moment dramatique de sa vie, devient un genre et nombreuses sont les images qui ont été ainsi produites à la gloire des chercheurs. L'imagerie emprunte au domaine religieux classique ses codes et ses mises en scène pour sanctifier, de façon laïque, les savants.

Portrait mis en scène de Louis Figuier *(1819-1894). Figuier L. 1867-1870. Les merveilles de la science ou description populaire des inventions modernes. Paris : Furne, Jouvet et Cie. (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)*



Portrait du mathématicien et cartographe Gemma Frisius *(1508-1555), maître de Vésale et de Mercator, par van Stalburgh 1557. (Musée d'histoire des sciences)*

Les astronomes Tycho Brahé *(1546-1601)* ***et Johannes Kepler*** *(1571-1630) à Prague, lors de leur collaboration.*
Figuier L. 1870-1884. Vies des savants illustres depuis l'Antiquité jusqu'au dix-neuvième siècle / par Louis Figuier. Paris : Hachette, 5 vol.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Newton (1643-1727) décompose la lumière au moyen du prisme.
Figuier L. 1870-1884. Vies des savants illustres depuis l'Antiquité jusqu'au dix-neuvième siècle / par Louis Figuier. Paris : Hachette, 5 vol..
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

« Une distraction de Rouelle dans son cours de chimie au jardin du roi ».
Le chimiste Guillaume-François Rouelle (1703-1770) et ses célèbres cours publics.
Figuier L. 1870-1884. Vies des savants illustres depuis l'Antiquité jusqu'au dix-neuvième siècle / par Louis Figuier. Paris : Hachette, 5 vol.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

L'ascension du Mont-Blanc en 1787 par Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799) et ses guides.
D'après Christian van Mechel 1790, Bâle
(Bibliothèque de Genève, Centre d'iconographie)

Portrait d'Antoine Lavoisier et de sa femme
Cette célèbre œuvre du peintre David met en scène Antoine (1743-1794) et Marie-Anne (1758-1836) Lavoisier dans un laboratoire… de salon. Les croquis de Marie-Anne montrent que les expériences de chimie se faisaient dans un véritable laboratoire et non dans une pièce d'apparat. (Source Wikipedia)

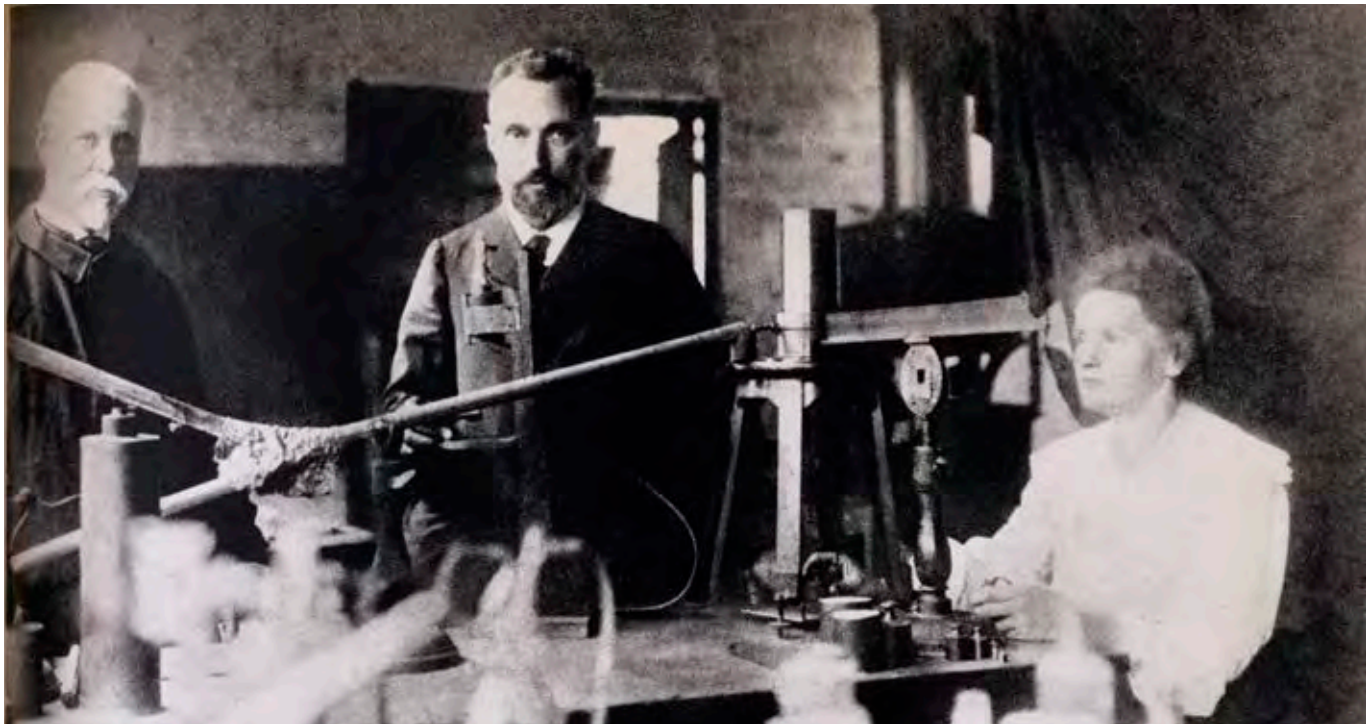
Réaumur (1683-1770) dans son cabinet de travail pour des travaux de thermométrie.
Figuier L. 1870-1884. Vies des savants illustres depuis l'Antiquité jusqu'au dix-neuvième siècle / par Louis Figuier. Paris : Hachette, 5 vol.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

« Galvani (1737-1798) […] découvre en 1790 l'irritabilité des muscles de grenouille par l'électricité ».
Figuier L. 1867-1870. Les merveilles de la science ou description populaire des inventions modernes. Paris : Furne, Jouvet et Cie.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Alessandro Volta (1745-1827) invente la première pile électrique.
Figuier L. 1867-1870. Les merveilles de la science ou description populaire des inventions modernes. Paris : Furne, Jouvet et Cie.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

« Oersted [1777-1851] découvre la déviation de l'aiguille aimantée par le courant électrique ».
Figuier L. 1867-1870. Les merveilles de la science ou description populaire des inventions modernes. Paris : Furne, Jouvet et Cie.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Autoportrait humoristique du chimiste Jean-Charles Galissard de Marignac (1817-1894).
Documents de la famille



Pierre (1859-1906) et Marie (1867-1934) Curie dans leur laboratoire.
Taton R. (dir). 1964. Histoire générale des sciences. T. 3, La science contemporaine / F. Abelès et al.. Vol. 2, Le XXe siècle. Paris : Presses universitaires de France. VIII, 1080.
(Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

Photo d'Albert Einstein (1879-1955) et J. Robert Oppenheimer (1904-1967)
Taton R. (dir). 1964. Histoire générale des sciences. T. 3, La science contemporaine / F. Abelès... [et al.]. Vol. 2, Le XXe siècle. Paris : Presses universitaires de France. VIII, 1080. (Bibliothèque du Musée d'histoire des sciences)

En 1928 le biologiste écossais Alexander Fleming (1881-1955) découvre accidentellement la pénicilline*. Il est souvent photographié des années plus tard dans son laboratoire, avec ses boîtes de Petri montrant la disparition des bactéries suite à une exposition au penicillium*
(Source web)

5. BIBLIOGRAPHIE INDICATIVE

Chansigaud, Valérie. 2009. Histoire de l'illustration naturaliste. Des gravures de la Renaissance aux films d'aujourd'hui. Delachaux et Niestlé, Paris, 239 pp.

Daston Lorraine. 2014. Scientific Image in Early Modern Europe. *Archives des sciences,* 67/2, Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, pp. 159-174.

Ratcliff, Marc J. 2009. The quest for the invisible : microscopy in the Enlightenment. Farnham : Ashgate.

Ratcliff, Marc J. 2016. *Genèse d'une découverte, la division des infusoires (1765-66).* Paris : Muséum national d'Histoire naturelle, 751 pp.

Rifkin Benjamin A., Ackerman Michael J. et Folkenberg Judith. 2006. *L'anatomie humaine* (cinq siècles de sciences et d'art). Paris : Ed. de la Martinière.

Sicard Monique. 1998. *La fabrique du regard. Images de science et appareils de vision (XVe-XXe siècle).* Ed. Odile Jacob : Le champ méthodologique. 275 pp

Sigrist René, Barras Vincent et Ratcliff Marc J. 1999. *Louis Jurine (1751-1819) Chirurgien et naturaliste.* Bibliothèque d'histoire des sciences, 2. Genève : Georg.

Trembley Jacques (éd.). 1988. *Les savants genevois dans l'Europe intellectuelle du XVIIIe au milieu du XIXe siècle*. Ed. du Journal de Genève.

http ://www.photo-museum.org/fr/histoire-photographie/

6. LES ÉLÉMENTS INTERACTIFS DE L'EXPOSITION

Comment passer de son reflet dans le miroir à une image scientifique

Voir la banque d'images présentées dans l'exposition

Camera obscura, ou chambre noire

Camera lucida, ou chambre claire

Voir le très petit, grâce à des loupes et des microscopes

Voir très loin, avec une lunette

Microscopes de projection

Voir la chaleur, caméra thermique

Une synthèse en appariements

Regarder les interviews des savants contemporains

7. DES ACTIVITÉS À MENER AVANT OU APRÈS LA VISITE, EN CLASSE OU À LA MAISON

Observer, analyser ou dessiner une image de sciences permet une introduction à la démarche scientifique. L'image de science est également un outil puissant de vulgarisation de la science à destination des enfants. Par ailleurs, les images de science peuvent faire parler l'imaginaire à travers l'écriture ou la parole et pousser au questionnement.

Afin d'introduire ou approfondir l'exposition « Images de science », des activités à mener en classe ou à la maison sont suggérées ici.

Une image - un texte, un texte - une image

A partir d'une image de science, l'enfant doit raconter ou écrire un texte qui peut être strictement descriptif, « je décris ce que je vois », ou il peut imaginer toute une histoire découlant de l'image qu'il observe.

Inversement, à partir d'une simple légende, l'enfant peut dessiner une image telle qu'il l'interprète.

Suite à l'exercice, l'image et la légende d'origine peuvent être comparées aux productions des enfants et amener une discussion autour de l'interprétation des images de science.

Voici les légendes des quatre images suivantes. Les images peuvent donner lieu à un texte, les légendes, quant à elles, peuvent servir à la production d'une image.

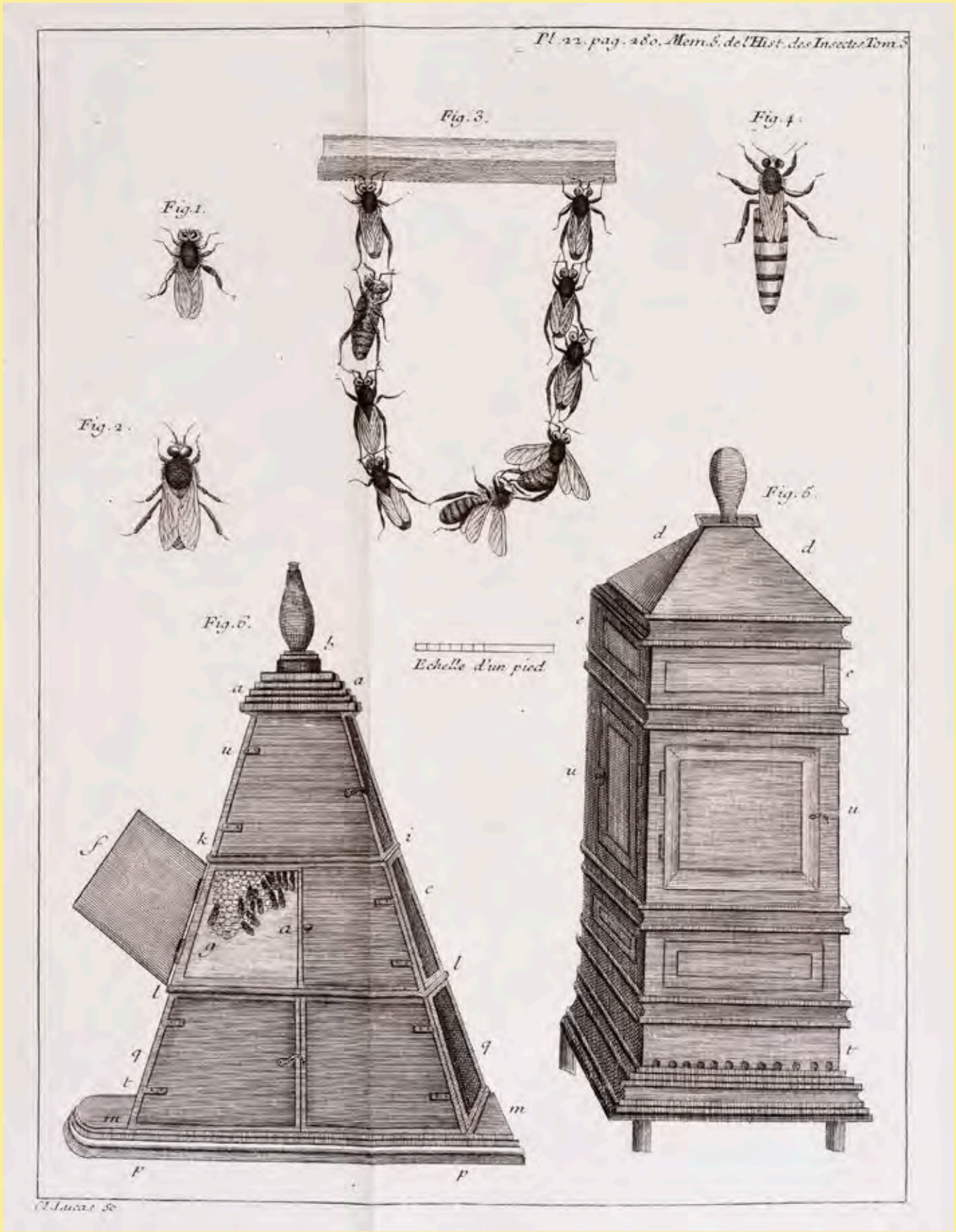
• **Image 1 :** Présentation du dispositif de microscopie d'Abraham Trembley (savant naturaliste genevois du 18e siècle) pour observer les hydres, dit microscope aquatique, tel que compris par Martin F. Ledermüller. Celui-ci omet l'élément important qui est le système de fixation de l'organisme vivant à l'intérieur du bocal, permettant de l'observer en mouvement.

• **Image 2 :** Réaumur présente les abeilles dans son traité sur les insectes en montrant ces animaux en grandeur réelle, distinguant l'ouvrière du faux-bourdon et de la reine (fig. 1, 2 et 4). La fig. 3 représente les ouvrières accrochées en guirlande et les fig 5 et 6 deux types de ruches. Tiré de Réaumur R. A. Ferchault de, 1734-1742. Mémoires pour servir à l'histoire des insectes / par M. de Réaumur. Paris : de l'Imprimerie royale, (Musée d'histoire des sciences)

• **Image 3 :** Vue de la Terre depuis l'orbite lunaire prise par la mission Apollo 8 à Noël 1968 (NASA).

• **Image 4 :** Cette magnifique mouche est figurée sur la même planche à sa taille réelle puis fortement agrandie par microscope. Elle est tirée de la version hollandaise des *Amusements microscopiques* de Ledermüller où sont présentées quelques planches supplémentaires à la version d'origine.

TAB. LXVII
a.
b.
c.
d.
e.
f.
g.
h.
i.
k.
l.
m.
n.


Pl. 22. pag. 280. Mem. S. de l'Hist. des Insectes Tom. 5
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Echelle d'un pied
Cl. Lucas f.

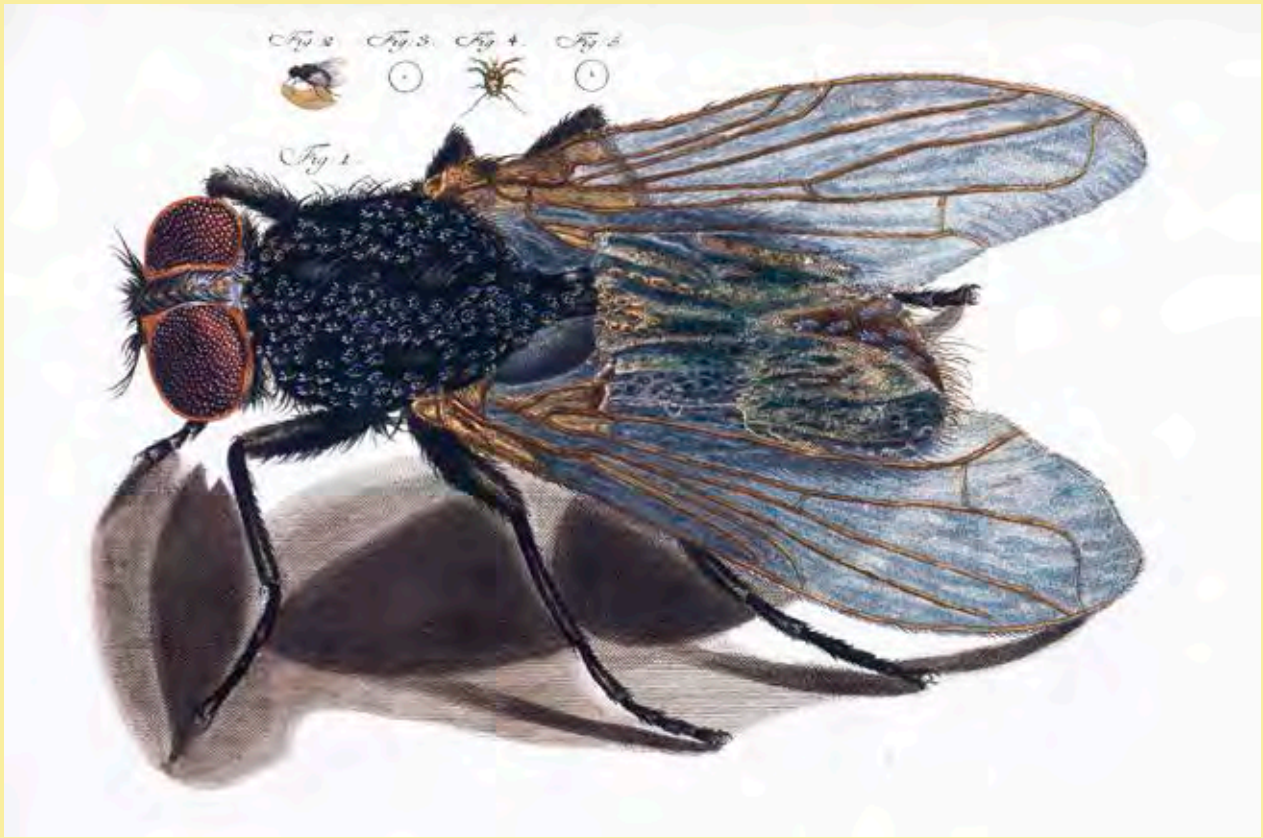


Fig 2.
Fig 3.
Fig 4.
Fig 5.
Fig 1.

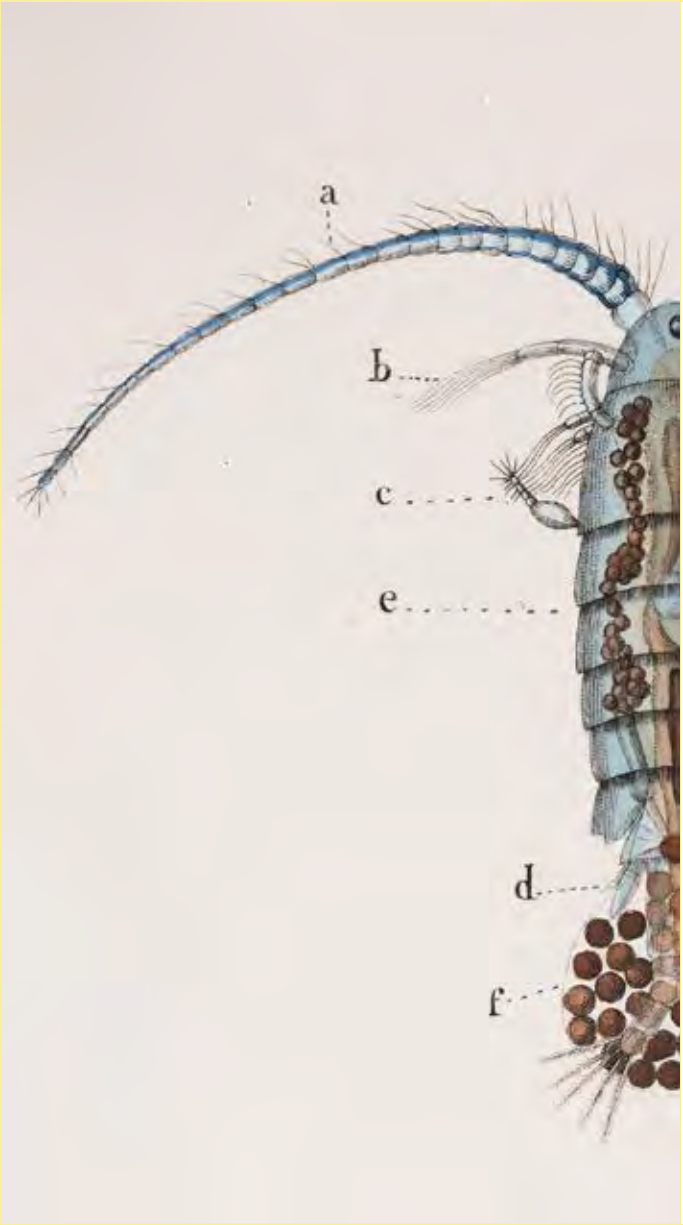
Un dessin scientifique à compléter

Le dessin de la page suivante est une planche de Monocles, avec signature de Mlle Jurine, tiré de *Histoire des monocles qui se trouvent aux environs de Genève* écrit en 1820 par son père Louis Jurine, chirurgien et naturaliste genevois.

Les enfants ont le choix de le compléter en respectant la symétrie et la logique scientifique ou de créer une suite plus imaginative.

« Monocles » est l'ancien nom donné aux copépodes, petits crustacés dont les adultes ne mesurent souvent pas plus d'un à deux millimètres. Ils se développent dans tous les milieux aquatiques, des océans au plus petit des étangs. Ce sont les organismes pluricellulaires les plus abondants de la planète et ils composent la majorité de la masse du zooplancton. Certaines espèces sont parasites d'animaux marins. Dans ce cas, leur corps a souvent subi d'importantes modifications, au point que seule la larve permet de reconnaître le parasite comme un copépode.

Tigriopus brevicornis, *copépode mâle adulte photographié au microscope. A noter l'œil nauplien unique en rouge et le vert des intestins dû à son alimentation de microalgues. La taille réelle de l'animal est d'environ 1 mm.*


a
b
c
e
d
f

Sur le terrain

La cour d'école, un parc ou un trottoir peuvent constituer un terrain d'observations très riche. Si vous avez la possibilité d'explorer une prairie ou un jardin, c'est encore mieux !

Les boîtes-loupes sont un outil précieux, car elles font office de boîtes de récoltes et d'instruments d'observation.

Une démarche possible :

- demander aux enfants, seuls ou par groupe de deux, de ramasser un ou deux sujets qui les intriguent dans l'espace choisi (une plante, un petit insecte, un caillou, etc.)
- ramener la récolte en classe ou à la maison
- dessiner le sujet uniquement au crayon gris, à l'œil nu puis à travers la loupe
- légender le dessin :
  - de manière globale : date et lieu de récolte, description, échelle
  - choisir des parties de ce qui est observé
- terminer avec un travail collectif : classer les dessins par catégories (plante/animal, vivant/non vivant, vertébrés/invertébrés, etc.)

Germination d'une graine de haricot

Le but de cette activité est d'observer et dessiner le développement d'une plantule de haricot, de la germination au fruit.

Pour faire pousser des haricots :

- se procurer un sachet de graines de haricots coco ou mangetout à semer
- faire tremper les haricots au moins 12 h avant de les faire germer
- déposer les graines sur du coton humidifié et les placer sur un plateau, sur un radiateur puis recouvrir d'une couche de coton mouillé
- les haricots devraient germer après environ 24 h. On observe alors la plantule
- mettre en pots avec du terreau léger sans enterrer les graines et recouvrir d'une couche de sable de rivière
- après une semaine, les haricots seront levés et auront déjà des feuilles.

Il est intéressant d'expérimenter la plantation avec différents paramètres : soleil/ombre, avec ou sans arrosage, enfermé dans une armoire, etc.

Une technique de « gravure » facile

Le monotype est un procédé d'impression sans gravure qui produit un tirage unique. Il s'agit d'étaler de l'encre, de la peinture à l'huile ou de la gouache sur un support non poreux comme du verre, du métal ou du plexiglas. Un motif est ensuite tracé avec un élément (stylo usagé, coton-tige, pointe) qui enlève la peinture. Puis la peinture est passée sous presse avec un papier qui reçoit l'épreuve ou on peut enduire la totalité du support et appliquer la feuille de papier par-dessus.

Le support n'étant pas gravé, il peut resservir pour d'autres monotypes après nettoyage. Contrairement aux techniques de gravure sur cuivre, bois ou lino, le monotype n'est pas une gravure au sens strict. Cette technique a l'avantage d'être simple et facile à expérimenter avec les enfants. A noter que le dessin imprimé sera à l'envers !

Matériel

- Une plaque de verre, de gomme, de polystyrène ou de plexiglas. On peut aussi utiliser un plat en verre retourné
- Un rouleau de peinture en mousse
- Des cotons-tiges, de vieux stylos, une fourchette, les doigts !
- Du papier cartonné A4. Idéalement, la taille du papier doit être la même que le support

Images tirées de http ://www.blog-parents.fr/maman-nougatine/2016/01/19/experience-et-activite-artistique-la-technique-du-monotype/

Marche à suivre

1. A l'aide du rouleau, recouvrir le support de peinture

2. Avec le coton-tige ou autre outil, réaliser des dessins sur la peinture. On enlève ainsi la peinture sur certaines zones.

3. Presser le côté lisse de la feuille cartonnée sur la peinture

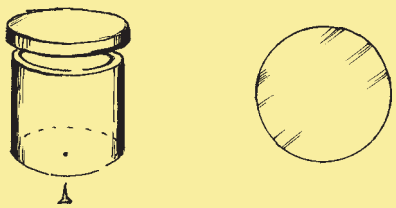
4. Retirer délicatement la feuille et laisser sécher.

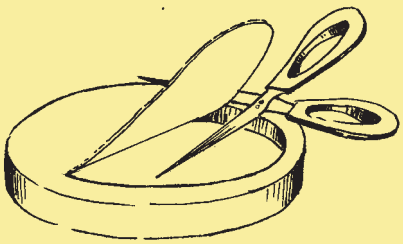
Fabriquer une camera obscura

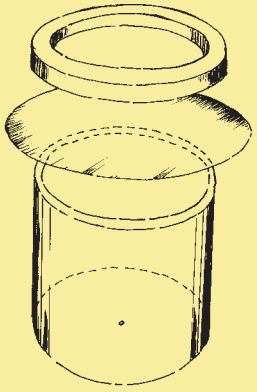
La camera obscura ou chambre noire est l'ancêtre de l'appareil photo. C'est une boîte noire dans laquelle on fait un petit trou sur l'une des parois. Si le trou est suffisamment petit, on obtient sur la paroi opposée une image renversée de la scène extérieure.

Matériel

- Une petite boîte cylindrique de chips
- Du papier calque
- Du papier cartonné noir
- Du scotch







Marche à suivre

- tapisser l'intérieur de la boîte avec du papier noir. Inciser le couvercle en laissant juste la bordure et faire un petit trou au centre, du côté fermé de la boîte
- recouvrir le côté ouvert avec un morceau de papier calque et le caler avec le couvercle découpé
- enrouler un morceau de papier noir autour de la boîte de manière à ce que le papier calque soit à l'intérieur du rouleau
- regarder un endroit où il y a un contraste clair-obscur, par exemple une fenêtre dans une pièce où il fait sombre.

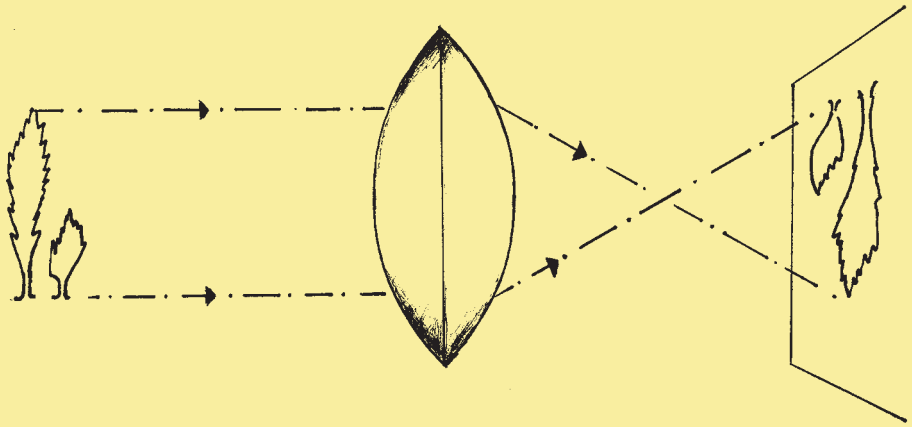
Que se passe-t-il ?

Les rayons lumineux qui partent des objets extérieurs se croisent en passant par le trou et l'image qui apparaît sur le calque est alors à l'envers.

Cette chambre noire est l'ancêtre de l'appareil photo. Dans celui-ci, le trou est remplacé par une lentille et l'image est imprimée sur un support photosensible : pellicule photo pour les appareils argentiques et capteur pour les appareils numériques.

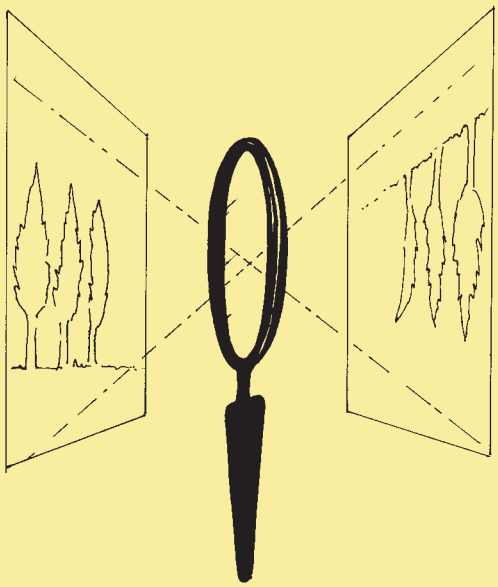
Ce bricolage peut être complété par l'expérience suivante :

- se placer devant une fenêtre ouverte en plein jour
- mettre une loupe devant une feuille blanche
- en plaçant la loupe à la bonne distance de la feuille, on voit apparaître en plus petit et à l'envers le paysage.



Que se passe-t-il ?

Le paysage éclairé par le soleil envoie de la lumière vers la loupe qui forme une image inversée sur la feuille. La loupe joue le même rôle que le trou dans la chambre noire. Elle est constituée d'une lentille convexe qui va faire converger les rayons lumineux provenant du paysage sur la feuille.



VOLET PÉDAGOGIQUE

L'exposition « Images de science » présente des liens avec le PER, en particulier avec les objectifs d'apprentissage suivants :

Cycle élémentaire : MSN 16, 18, A 11 AC&M, A 13 AC&M, FG 11

Cycle moyen : L122, MSN 25, MSN 26, MSN 28, SHS22, A 23 AC&M

Pour assurer la pertinence et l'intérêt de la visite, il est fortement conseillé de la préparer en classe avant votre venue au Musée d'histoire des sciences. Le présent document vous y aidera.

Cette brochure est téléchargeable sur http://institutions.ville-geneve.ch/fr/mhn/votre-visite/site-du-musee-dhistoire-des-sciences/expositions-temporaires/images-de-science

Sur place, un carnet-découverte de l'exposition est à votre disposition.

L'exposition « Images de science » est recommandée pour les enfants à partir de 7 ans, mais des plus jeunes peuvent la découvrir aisément s'ils sont bien accompagnés. Il n' y a pas de limite supérieure d'âge.

Ledermüller M. F., 1776

Pour organiser votre visite

Ce document permet de préparer la visite de l'exposition « Images de science » et de la découvrir de manière autonome.
Les visites guidées des collections du musée doivent être réservées au minimum deux semaines à l'avance par mail : maha.zein@ville-ge.ch ou au 022 418 50 69
Elles sont gratuites pour les écoles du Canton de Genève.
Pour les classes venant d'autres cantons ou de l'étranger, le tarif est de CHF 20.- par heure et par groupe.

Musée d'histoire des sciences de Genève

Villa Bartholoni
Parc de la Perle du Lac
128, rue de Lausanne
1202 Genève
www.museum-geneve.ch
mhs@ville-ge.ch
+41 22 418 50 60

Horaires

L'exposition « Images de science » est présentée
du 17 mai 2017 au 26 août 2018
Ouvert tous les jours de 10h à 17h
Fermé le mardi
Entrée libre

Accès

Le Musée se trouve dans la Villa Bartholoni, une villa de maître nichée dans le Parc de la Perle du Lac.
Il est conseillé de s'y rendre en transports publics.
Déconseillé en voiture. En semaine, il n'y a que quelques places disponibles à l'entrée du parc de la Perle du Lac. Le week-end, possibilité de stationner au parking de l'IHEID voisin.

INFORMATIONS PRATIQUES

HORAIRE
Le Musée d'histoire des sciences est ouvert
tous les jours de 10h-17h, sauf le mardi,
le jour de Noël (25 décembre) et le jour de l'An (1er janvier).
Les 24 et 31 décembre, le Musée ferme à 16h.

MUSÉE
D'HISTOIRE
DES SCIENCES
GENÈVE

Parc de La Perle du Lac
128 rue de Lausanne
CH-1202 Genève, Suisse

CONTACT
Tél. +41 22 418 50 60
www.museum-geneve.ch
info@museum-geneve.ch

ACCÈS
bus 1-25 (arrêt Sécheron)
tram 15 (arrêts Butini & France)
bus 11-28 (arrêt Jardin botanique)
bateau Mouettes M4 (arrêt Châteaubriand)
Le bâtiment étant ancien, il ne dispose d'aucun ascenseur

Gare CFF de Genève Cornavin à 15 min. à pied
Halte ferroviaire Genève Sécheron (lignes régionales) à 5 min. à pied

UN SITE DU muséum genève

© MUSÉUM GENÈVE 2017 - Avec l'aimable participation iconographique du CERN