

page 604), font reconnaître qu'il s'agit là simplement de groupements spéciaux de composés définis se réunissant dans de mauvaises conditions de cristallisation. (Voyez ci-dessus, page 525 et Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*, t. I, p. 401 et suiv.) Il faut tenir compte, en outre, de la propriété qu'ont ces corps de fixer en passant à l'état solide une certaine proportion des substances albuminoïdes liquides qu'ils solidifient ainsi et entraînent avec eux, fixation qui est elle-même la cause qui amène leur dépôt sous forme globuleuse, ou mieux sous celles d'aiguilles plus ou moins intimement cohérentes, groupées autour d'un centre et se terminant en général exactement au même niveau; d'où la régularité de la surface ou du contour de ces corpuscules. (Voy. aussi Ch. Robin, *Sur la lithogénie animale*, dans *Leçons sur les humeurs*, 1867, p. 454 et suivantes.)

1002. *Des fausses cellules.* Il y a d'autres modes de groupements encore, qui ont été désignés par Beale sous le nom de *fausses cellules*, parce que leur forme les a fait considérer comme des cellules ou éléments anatomiques alors qu'ils n'en sont pas. Ce sont ceux qu'on produit en agitant des corps gras dans les matières albumineuses (dont nous avons déjà parlé, pages 561 à 565; voyez aussi p. 725), et dans lesquels le contenu simule plus ou moins un noyau et des granulations. Ce sont aussi certaines des gouttes sarcoïdiques produites pendant l'altération des éléments anatomiques. (Voy. p. 564.)

CHAPITRE II

De l'analyse spectrale microscopique.

1005. L'intervention du microscope dans l'analyse spectrale (voy. page 991) devient nécessaire toutes les fois qu'on veut observer le spectre que donnent des objets trop petits pour occuper toute la largeur de la fente du spectroscopie. L'emploi du microscope dans ces circonstances ne peut jamais exempter de recourir à l'usage du spectroscopie lui-même.

1004. Il existe deux manières de voir sous le microscope l'influence exercée sur les divers rayons du spectre lumineux par les corps qui se trouvent dans les conditions que nous venons de signaler. Dans l'une on grandit l'objet comme à l'ordinaire et on l'éclaire avec la lumière dont on se sert habituellement, puis c'est au-dessus, à la place de l'oculaire qu'on dispose le prisme destiné à décomposer la

lumière en ses divers rayons formant le spectre. Dans l'autre, le spectre lumineux, produit comme à l'ordinaire, est projeté sur le miroir qui le réfléchit sur l'objet, tous deux sont alors grandis par l'objectif et l'oculaire du microscope.

Bien que la plus récemment imaginée (1865), celle qui est la plus employée, repose sur l'usage d'un appareil consistant en un microscope ordinaire dont l'oculaire est remplacé par un spectroscopie à *vision directe*. Après lui avoir fait subir plusieurs modifications, Sorby et J. Browning donnèrent à leur spectroscopie oculaire la disposition représentée ici (fig. 297). Huggins fit construire également un instrument semblable¹.

On sait qu'on désigne sous le nom de spectroscopes à vision directe des spectroscopes essentiellement constitués par plusieurs prismes de substances différentes, accolés les uns aux autres. Chaque prisme ayant un pouvoir réfringent différent, on arrive par leur association à compenser la déviation que chacun en particulier ferait subir aux rayons lumineux, tout en laissant la dispersion se produire. Cette disposition des prismes réfringents imaginée et construite autrefois par Amici, s'est trouvée remarquablement applicable aux études spectroscopiques.

1005. La figure 297 montre les parties les plus importantes de l'appareil de Sorby. C'est un oculaire, adapté au tube du microscope, dont la lentille supérieure (*c*) a été rendue achromatique. Au point focal de cette lentille (*d*) est fixée l'étroite rainure dont la figure 298 donne le plan horizontal, et qui peut s'élargir ou se rétrécir en tournant le bouton de la vis (*a**). Un petit prisme rectangulaire (*e*) est fixé de façon à s'étendre sur une moitié environ de la rainure et à réfléchir la lumière qui vient par une ouverture en *f* de la pièce attachée au côté de l'oculaire,

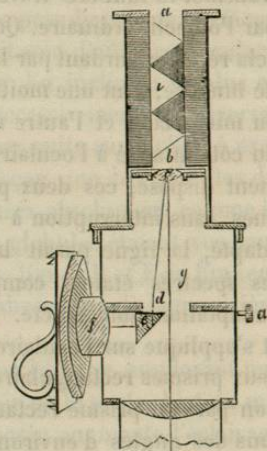


Fig. 297. — Oculaire à spectre de M. Sorby, pour le microscope, avec arrangement pour produire deux spectres de comparaison (d'après Beale. *Microscope* pl. L.)

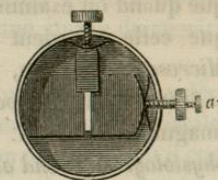


Fig. 298. — Disposition pour modifier la longueur et la largeur du spectre (d'après Beale).

¹ Huggins, *Transactions of the Microscopical Society*, 10 may 1865.

comme on le voit dans la figure 298. L'autre moitié de la rainure transmet la lumière traversant le corps principal du microscope par l'objectif ordinaire. Quand tout est convenablement disposé et éclairé, en regardant par la lentille (c) on peut voir une étroite ligne de lumière, dont une moitié a traversé un objectif placé sur la pièce du microscope et l'autre moitié a traversé tout autre objectif placé du côté attaché à l'oculaire; et si le prisme (e) a été convenablement disposé, ces deux parties se montreront parfaitement continues, sans interruption à leur jonction; mais s'il n'a pas été bien adapté, la ligne paraît brisée et donnerait de faux résultats si les spectres étaient comparés. On doit donc faire en sorte que l'adaptation soit exacte. Le prisme analyseur (ab) est composé et s'applique sur l'oculaire comme un chapeau long. Il consiste en deux prismes rectangulaires de flint-glass, corrigés pour la réfraction par un prisme rectangulaire de crown-glass, et deux autres sous des angles d'environ 75°. Cette combinaison produit une vision directe, et une somme de dispersion admirablement appropriée au résultat pour lequel cet instrument est employé. Il suffit en effet pour diviser toutes les bandes d'absorption qu'on voit dans les solides et les liquides colorés, et la division n'est pas assez considérable pour les répandre sur un trop large espace ni pour les rendre très-obscurcs, comme cela a lieu quand la dispersion est grande. Comme la lumière qui passe par l'ouverture en f ne se répand pas sur la même surface que celle qui passe par l'objectif, elle serait beaucoup trop brillante si elle n'était modifiée à l'aide d'un petit couvercle qui s'ouvre et se ferme avec une vis. Dans tous les cas il peut être aisément ajusté, de façon que la lumière venant des deux sources soit égale ou qu'on puisse la rendre variable pour quelque résultat spécial. On voit aussi dans la figure 298 un mécanisme qui permet de limiter la longueur de la rainure, de sorte que quand on examine de très-petits objets, il ne passe de lumière que celle qui vient de ceux-ci. (Beale, *How to work with the Microscope*, London, 1868, in-8°, p. 218-228.)

1006. L'autre procédé que nous avons à décrire est le premier imaginé, celui de G. Valentin (*Der Gebrauch des Spectrosopes zu physiologischen und aerztlichen Zwecken*, 1865), qui recommande de disposer le spectroscopie de façon à recevoir le spectre sur le miroir réflecteur. Il recommande même d'interposer une lentille convergente entre le réflecteur et le porte-objet, modification proposée encore par Stricker dernièrement.

Afin de protéger le spectre sur le porte-objet du microscope, Preyer (1866) commençait par retirer la lunette du spectroscopie ordinaire, puis il disposait son microscope près du prisme, de façon à recevoir le spectre sur le miroir. Il avait soin d'ailleurs d'exclure le mieux possible toute lumière étrangère. En inclinant de plus en plus le miroir, il pouvait faire tomber successivement les diverses régions du spectre sur le porte-objet et par suite sur l'objet à examiner. Preyer put s'assurer de cette façon que les globules du sang absorbaient les radiations lumineuses absolument comme le faisait leur matière colorante. Quand les globules étaient vus dans la portion du spectre comprise entre les lignes D et E de Fraunhofer, ils donnaient les deux bandes d'absorption de leur matière colorante.

En 1868, Stricker perfectionna ce procédé, en employant une lentille convergente placée entre le miroir et le porte-objet du microscope. L'emploi de la lentille interposée augmente l'éclairage de l'appareil, et sans cela on ne peut faire d'observations à un grossissement puissant. Nous avons déjà vu l'usage de ce condensateur indiqué par Amici. (Voy. page 422, § 578.) Il doit être placé à une distance du porte-objet sensiblement égale à sa distance focale. De cette façon, les radiations qui, après avoir été dispersées par le prisme du spectroscopie, ont une direction divergente peu éloignée du parallélisme, sont réfléchies par le miroir du microscope en conservant chacune leur direction relative, puis sont réunies par la lentille convergente en une image très-petite, qui se forme très-près du foyer de cette lentille. On obtient ainsi un spectre microscopique sur le porte-objet du microscope. On peut alors observer au microscope, simultanément, et l'objet en expérience et le spectre microscopique qui vient se projeter sur lui. Lorsqu'on projette un spectre sur un pareil instrument, il est donc toujours facile de le recevoir sur la lentille plan convexe, et de placer ensuite celle-ci dans une position convenable pour obtenir une image du spectre dans le plan de l'objet microscopique.

Les observations microspectroscopiques entreprises de la manière que nous venons d'indiquer, ne sont pas d'une exécution facile. Outre qu'il faut chercher en tâtonnant la position respective qu'il convient de donner au spectroscopie et au microscope, il est encore nécessaire d'opérer dans une chambre obscure, afin d'éviter tout mélange de lumière blanche. Enfin, même avec l'emploi de la lentille convergente, l'éclairage du microscope laisse encore à désirer.

1007. Supposons maintenant qu'il s'agisse d'étudier une goutte de sang au microspectroscope. On commence par examiner cette goutte sous le microscope, avec un grossissement quelconque, selon les procédés habituels. Quand le microscope donne une image nette, on retire l'oculaire et on le remplace par le spectroscope oculaire qui vient d'être décrit.

Dans le microscope ordinaire, l'œil regarde, à travers l'oculaire, l'image réelle, agrandie et renversée d'un objet microscopique, formée par une première lentille convergente, l'*objectif*. Dans le spectroscope ordinaire, ou dans celui à vision directe, nous regardons à travers un *prisme* les rayons qui ont traversé la fente et qui sont amenés au parallélisme par une lentille convergente placée au foyer de cette fente. Le spectroscope ne nous permet pas d'apprécier la forme de l'objet; nous ne voyons avec cet instrument que la lumière provenant de l'objet lui-même, ou modifiée par lui et dispersée ensuite par le prisme.

Si maintenant nous combinons le microscope avec le spectroscope, en mettant celui-ci à la place de l'oculaire, il est bien évident que nous ne pourrions voir l'image de l'objet examiné. Dans ce cas, comme avec le spectroscope simple, nous ne verrons qu'un spectre.

Lorsqu'on examine une membrane transparente, la membrane interdigitale des grenouilles, par exemple, le spectre observé a son plus haut degré de netteté lorsqu'il paraît strié. Des stries semblables s'observent aussi lorsque des grains de poussière se sont déposés sur les bords de la fente, ou lorsqu'on applique devant elle un mince tissu, comme du papier de soie. (Victor Fumouze.)

L'apparition de ces stries sur le spectre observé au microspectroscope indique donc que l'objet examiné n'a pas une épaisseur partout égale, qu'en certains endroits il intercepte le passage de la lumière. Or, ici, ce n'est pas l'objet lui-même qui est observé avec le spectroscope oculaire, mais son *image*, et comme, en d'autres circonstances, les stries se montrent toujours avec le plus de netteté lorsque les opacités de l'objet ou les grains de poussières qui les produisent sont placés sur la fente même, on est averti par ce fait que l'image se trouve elle-même sur le plan de la fente du spectroscope oculaire.

La première condition pour qu'un objet microscopique examiné de cette façon donne un spectre, c'est donc que l'image formée par l'objectif du microscope ait la même largeur que la fente du spec-

troscopie-oculaire (fig. 298). De telle sorte, par exemple, que si l'on donne à cette fente l'ouverture déjà exagérée de un quart de millimètre, un objet microscopique n'ayant que un quarantième de millimètre de largeur fournira, avec un objectif grossissant seulement dix fois, une image réelle et renversée ayant précisément un quart de millimètre de diamètre, c'est-à-dire la largeur de la fente.

On voit ici combien ce système de microspectroscopie est simple et préférable à celui que nous avons indiqué page 1005, lorsqu'on veut observer le spectre d'objets trop petits pour occuper toute la largeur de la fente du spectroscope.

Trois cas principaux peuvent se présenter au point de vue de l'étude du sang, par exemple: 1° lorsque la quantité de sang à examiner est tellement petite qu'elle ne peut être observée au spectroscope ordinaire, cas se présentant souvent en médecine légale; 2° lorsqu'on veut voir l'action de la lumière sur les globules rouges du sang modifiés ou non par les agents chimiques; 3° lorsqu'on veut observer le spectre du sang sur les capillaires sillonnant les parties transparentes du corps des animaux vivants.

1008. L'examen des liquides en général à l'aide du microspectroscope n'exige guère de précautions particulières. Si le fluide coloré est suffisamment concentré, il suffit d'en placer une ou plusieurs gouttes sur un porte-objet plat ou à dépression centrale. Mais, dans le cas où la substance colorée se trouve en très-petite quantité dans le liquide, il faut augmenter l'épaisseur de la couche observée. On parvient à ce résultat en examinant le fluide dans des tubes de différentes longueurs, placés verticalement ou horizontalement sur la platine du microspectroscope et examinés sous un objectif faible (nos 0 à 2) sans qu'il y ait nécessité d'une exacte *mise au point*. Nous savons en effet que ce n'est pas comme éléments anatomiques, tissus, cristaux, ou toute autre partie ayant une forme déterminée que les corps agissent sur telle ou telle des diverses couleurs du spectre, mais en raison de leur état moléculaire spécifique, chimiquement parlant.

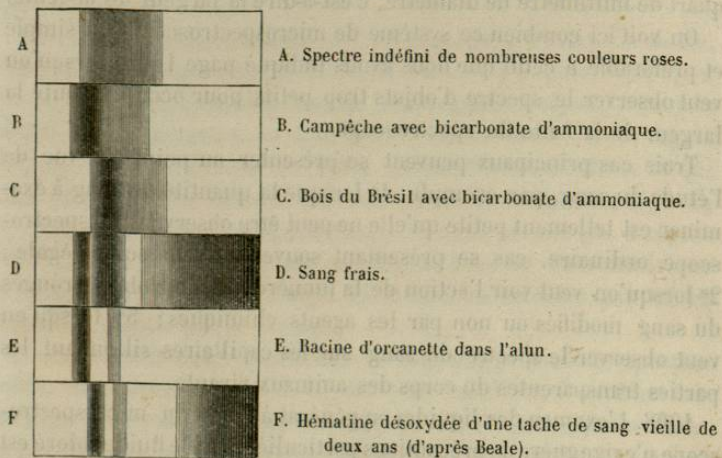
On constatera ainsi par exemple que le sang artérialisé (*hémoglobine oxygénée*) donne un spectre caractérisé par deux bandes d'absorptions entre *D* et *E* disparaissant par l'action des agents réducteurs (fig. 299) et remplacées alors par une large bande obscure entre *D* et *E* avec le minimum d'absorption dans la partie rouge du spectre. (Hoppe-Seyler, 1862; Stokes, 1864.)

La matière colorante de l'urine (*urobiline* de Jaffe) présente dans

la partie verte du spectre solaire une bande d'absorption très-nette placée entre les raies *b* et *F* de Fraunhofer, et ainsi des autres.

1009. Comme on l'a déjà vu (p. 991) les moyens concernant la

Fig. 299.— Bandes d'absorption produites par diverses substances.



manière d'isoler ou de concentrer les liquides colorés tel que le sang des divers animaux, sa matière colorante prise dans le liquide frais ou dans des taches soumises à l'analyse médico-légales, ou les sérosités, la bile, l'urine et d'autres humeurs encore, tous ces procédés disons-nous n'ont plus de rapport avec l'emploi du microscope lui-même. Ce sont des procédés physiques et chimiques dont la description faite ici ne pourrait empêcher ceux qui voudraient les mettre en pratique de recourir aux ouvrages spéciaux qui traitent de la spectroscopie proprement dite.

Il faut donc s'arrêter aux indications qui précèdent et renvoyer aux travaux des auteurs cités plus haut, tel que celui de M. V. Fumouze (*les Spectres d'absorption*, Paris, 1870), ainsi qu'à l'important *Report of the medical officer of the privy Council* (London, in-8°, 1869) par le docteur Thudichum, les observateurs qui voudraient se livrer spécialement aux études de cet ordre.

FIN



ADDENDA ET CORRIGENDA

P. 95, avant-dernière ligne, *au lieu de* : le foyer F, *lisez* : le foyer virtuel F tandis que fig. 24 en F on a le foyer réel des rayons LL réfractés par la lentille ABCD.

P. 125, à l'explication de la figure, 5^e ligne en comptant de la dernière, *au lieu de* : planche précédente, *lisez* : planche III.

P. 141, ligne 28, *au lieu de* : cintré, *lisez* : centré.

P. 177, au titre courant et *passim* au lieu de : *aplanatique*, *lisez* : *aplané-tique*.

P. 289, à la 5^e ligne en comptant d'en bas, *ajoutez* : L'acide chlorhydrique concentré auquel on ajoute un peu d'eau pour le rendre moins fumant attaque la trame du rein et permet ensuite d'en isoler aisément les tubes (Henle) Il agit de même sur la trame de l'ovaire, de manière à faciliter l'isolement de ses tubes sur les embryons et les ovisacs (Paloméque). Ces tissus doivent avoir séjourné douze à vingt-quatre heures dans l'acide avant d'être préparés.

P. 555, ligne 18^e, au lieu de : *caduques*, *lisez* : *caducs*.

P. 552, ligne 9^e, *au lieu de* : *chaires*, *lisez* : *chaines*.

P. 574, lignes 16^e et 24^e, *au lieu de* : *hématoidine*, *lisez* : *hémine*.

P. 635, dernière ligne, *au lieu de* : 166 et 168, *lisez* : 168 et 170.

P. 656, dernière ligne, *au lieu de* : fig. 168, *lisez* : fig. 170.

P. 657, au titre du milieu de la page ajoutez : ART. VI.

P. 660, au titre, *au lieu de* ART. VI, *mettez* : ART. VII, et ainsi des autres aux articles suivants de ce chapitre.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE PREMIÈRE.

FIG. I. Forme des seringues à main pour injections fines. — *a* Corps de la seringue. — *b* Porte-canule conique qui le termine, continu avec l'extrémité arrondie et nue du corps *b'*. — *c* Oreille à 8 pans, destinée à retenir la seringue avec les doigts pendant la pression. Elle est portée par la virole qui ferme la seringue en haut, ou par le haut du corps de la seringue. — *ce* Autre oreille circulaire ou à pans, destinée à retenir les doigts en sens inverse quand on remplit la seringue d'une seule main. — *d* Manche du piston. — *f* Anneau du piston destiné à recevoir le pouce.

FIG. II. Piston séparé pour montrer *aa* les 2 pièces du parachute en cuir qu'on relève à volonté pour maintenir l'occlusion hermétique du corps de seringue.

FIG. III. Coupe du piston, montrant la manière dont ces deux pièces de cuir *aa* sont fixées par les deux pièces solides en cuivre *cc* et *ee* qui composent la charpente du piston.

FIG. IV. Forme d'une canule de moyen volume pour injections fines. — *a* Corps de la canule légèrement conique, destiné à s'adapter sur le porte-canule (*b* fig. I) par frottement. — *b* Tube cylindrique destiné à être introduit dans le vaisseau. — *o* Oreille destinée à fixer la canule au vaisseau en ramenant sur elle le fil qui lie le vaisseau sur le tube *b*. — *c* Bouchon qui sert à empêcher de s'échapper le liquide dont on remplit la canule avant l'injection et avant de la fixer au vaisseau, afin que l'air ne pénètre pas.

FIG. V. Canule fine sans oreille; même signification de *a* et *b*.

FIG. VI. Robinet destiné à se fixer le porte-canule *b* (fig. I), à simple frottement, et à recevoir les canules de la même manière par son autre extrémité.

Il n'y a pas de figure VII.

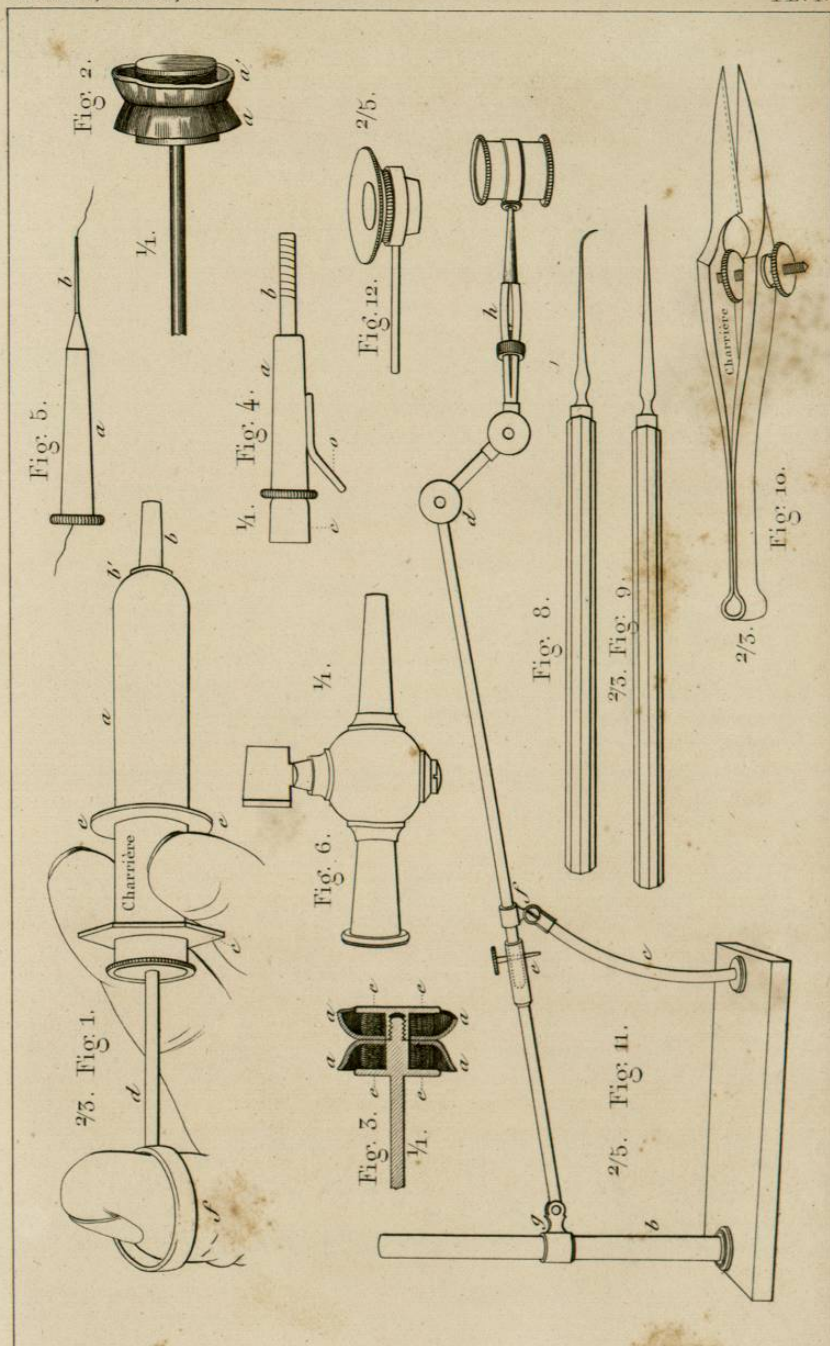
FIG. VIII. Aiguille à dissection et dilacération de Lebert, courbe.

FIG. IX. Même aiguille, droite. Il en faut une paire de chaque.

FIG. X. Microtome de Strauss, pour dissection au microscope.

FIG. XI. Porte-loupe de Strauss modifié. — *b* et *c* Deux tiges de cuivre supportées sur un pied plat, carré, de même métal. — *gdh* Tige horizontale du porte-loupe, jouant autour du genou *f* que porte la tige *c*. — *g* Anneau qui glisse à volonté sur la tige *b*. On rend le glissement plus facile et plus régulier en faisant cette tige en bronze. — *e* Articulation fine destinée à permettre de démonter l'appareil. — *d* Articulations facilitant les mouvements de la tige. — *h* Porte-loupe disposé en porte-crayon à coulisse.

FIG. XII. Porte-doublet pouvant être substitué à la coupe en *h*, fig. II.



Laackerbauer del.

Gniquet sc.

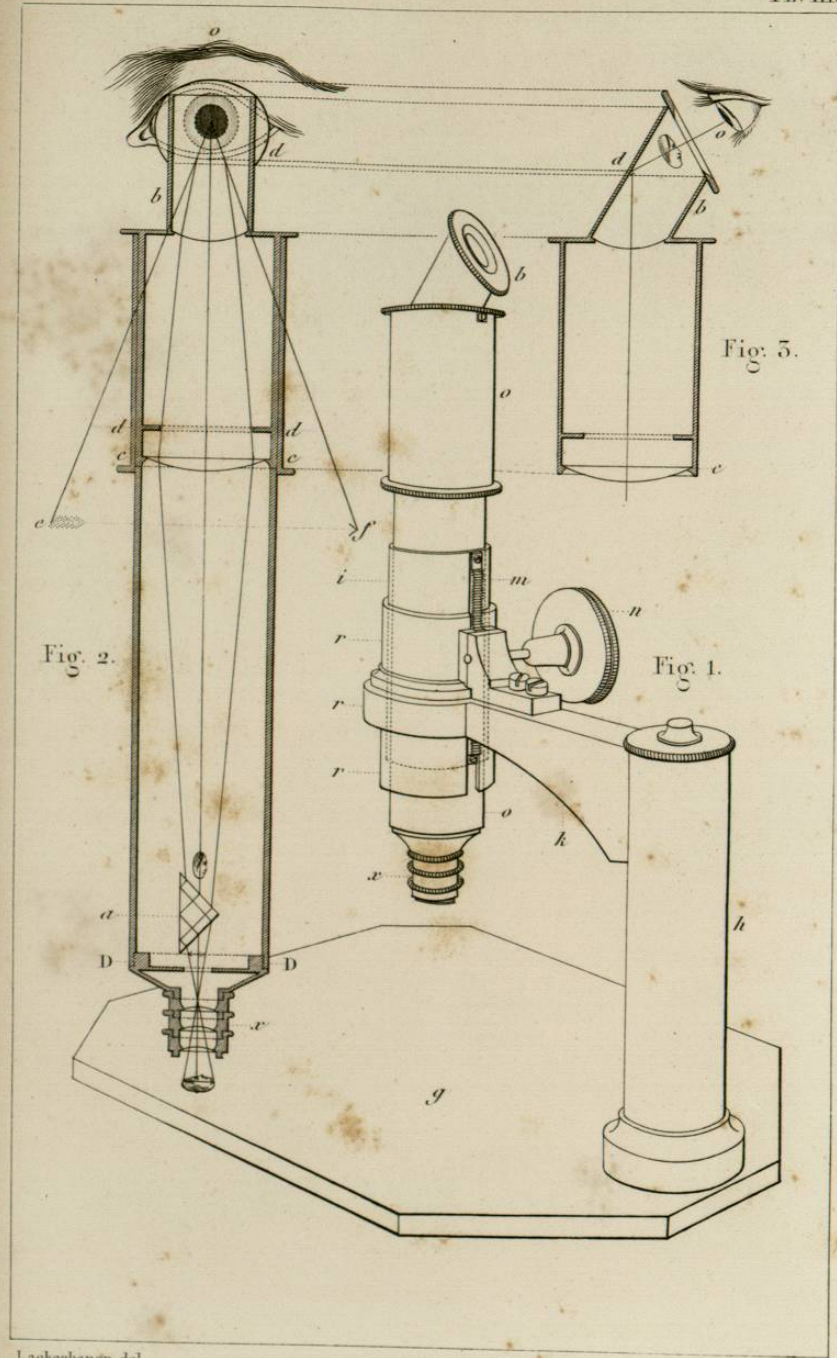


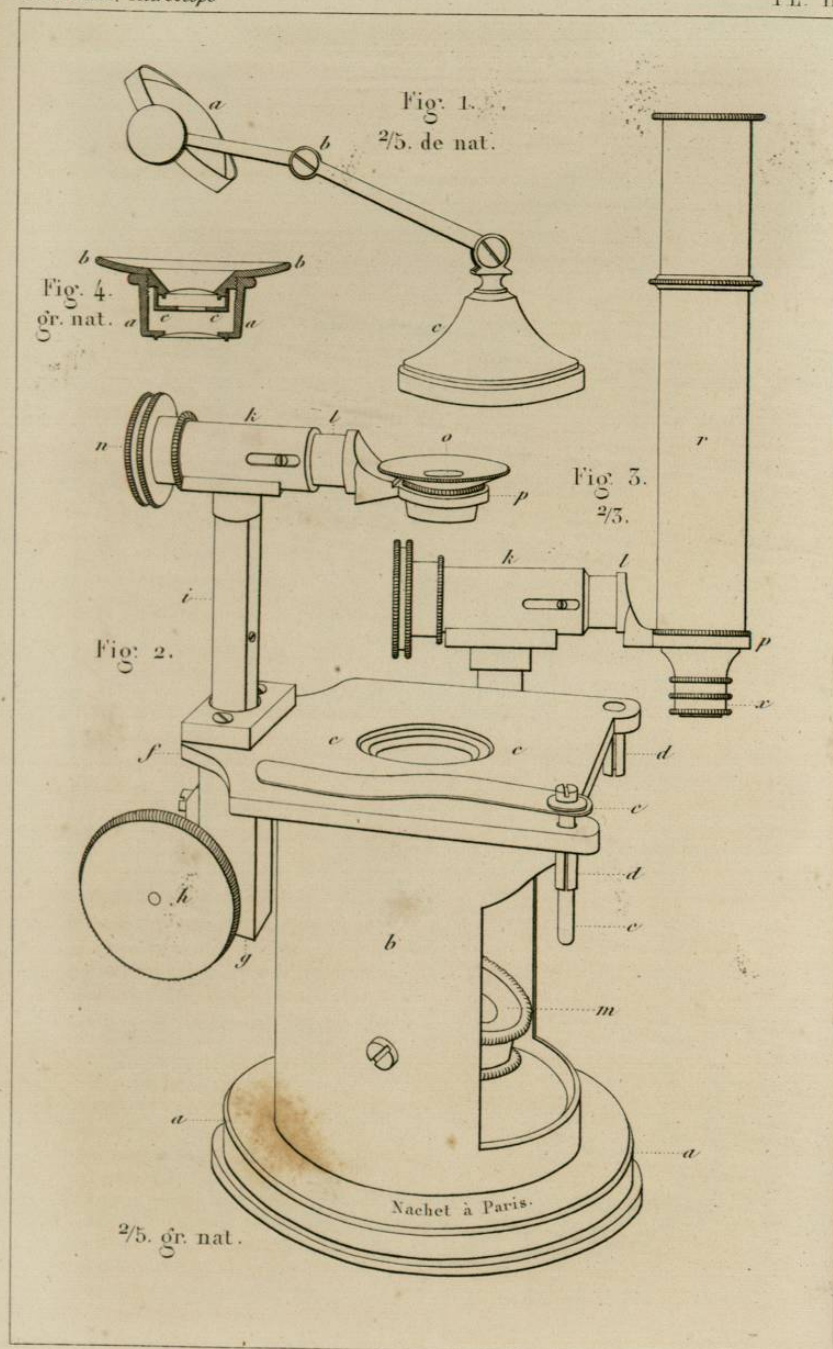
Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 1.

Lacherbauer del.

Guignet sc.



Lackerbauer del.

Guignot sc.

PLANCHE DEUXIÈME.

FIG. I. Loupe appelée demi-boule ou concentrateur, destinée à concentrer la lumière du jour du soleil sur les objets qu'on dissèque. — *a* Le pied. — *b* Articulations de la tige ou support. — *c* La loupe dans sa monture.

FIG. II. Microscope simple à dissection ou à doublet. — *aa* Le pied. — *b* Le tambour. — *m* Miroir réflecteur qu'il renferme. — *cc* platine percée d'un trou au centre pour laisser passer la lumière. — *dd* Petits tubes destinés à recevoir les chevalets *cc* pour fixer les bassinets sur la platine. — *f* Oreille de la platine portant la tige verticale *c* qui glisse dans le tube *g* au moyen du pignon *h*. — *k* Tube dans lequel glisse horizontalement le cylindre *l* au moyen du pignon *n*. — *p* porte-doublet. — *o* doublet.

FIG. III. Petit corps de microscope *rx* pouvant se visser sur le porte-doublet *p*. — *x* l'objectif. — *r* corps du microscope.

FIG. IV. Coupe d'un doublet montrant : *aa* Le tube qui porte le verre inférieur. — *bb* Pièce évasée supérieurement, vissée sur *aa* et portant le verre supérieur, plus le diaphragme *cc*.

PLANCHE TROISIÈME.

FIG. I. Microscope à dissection à prismes redresseurs de M. Nacet. — *g* Pied polygonal, formé d'une plaque de cuivre. — *h* Tige ou support du microscope. — *k* Branche horizontale terminée par un tube ou large anneau *rrr*, dans lequel glisse un tube *i*, au moyen d'une crémaillère *m*, mise en mouvement par un pignon *n*. — *oo* Corps du microscope qu'on entre et sort à volonté du tube *i*, dans lequel il glisse à frottement doux. — *b* Prisme incliné remplaçant le verre de l'œil de l'oculaire, contenu dans un cylindre creux noirci. — *x* objectif vissé au bas du corps.

FIG. II et III. Théorie du microscope à dissection dans une coupe de la partie mécanique. — *a* Prisme inférieur placé au-dessus du premier diaphragme *DD* *e*, indiquant la marche des rayons lumineux partant de l'objectif *x*. — Ce prisme redresse dans un sens l'image renversée par l'objectif, ainsi que le montrent les petites flèches et les figures représentées de profil. — *cc* Verre de champ de l'oculaire. — *bb* Prisme supérieur remplaçant le verre de l'œil de l'oculaire. — *dd* Diaphragme de l'oculaire arrêtant les rayons trop divergents. — *d'd'* Point de la grande face du prisme supérieur *bb*, sur lequel frappent les rayons lumineux, qui vont réfléchir dans l'œil placé en *oo*, après que l'image a été redressée, dans le second sens, par le prisme *bb*, ainsi que le montre le profil. — *ef* Image virtuelle théorique de la flèche placée au-dessous de l'objectif *x*, telle qu'elle est après avoir été grossie et redressée, puis reportée par les centres nerveux à une certaine distance, variable avec les divers grossissements, mais qui n'est pas celle de la vision distincte, contrairement à ce que disent les traités de physique et les manuels du microscope.