

Ainsi  $ls$ , image de l'objet vu à la loupe, est une image virtuelle.

Comme la distance de la vision distincte est naturellement plus petite chez les myopes, il semble au premier abord que l'image virtuelle  $a'b'$  (fig. 37) devra être reportée moins loin pour lui que pour le presbyte et l'image lui paraître plus petite, puisque la distance de la vision distincte est moindre.

Mais il n'en est rien; car, d'une part, nous verrons que les myopes reportent l'image vue à la loupe à la même distance que les presbytes; d'autre part, enfin, la loupe et l'œil ne formant qu'un seul système optique, et les myopes, pour voir nettement les objets à l'aide d'une lentille, étant obligés de les placer plus près de celle-ci que ne font les presbytes, les rayons plus convergents forment un angle optique plus ouvert, comme nous l'avons dit plus haut. (Voy. fig. 39,  $ros > nom$ .)

Ainsi les myopes, placés dans les mêmes conditions que les presbytes, voient les objets plus gros que ne les aperçoivent ces derniers, parce qu'en rapprochant la lentille de l'objet, l'augmentation de l'ouverture de l'angle optique qui en résulte détermine la formation sur la rétine d'une image plus grande.

Ce qui, outre la théorie, le prouve encore, c'est que les myopes dessinent toujours les objets vus à la loupe un peu plus grands que ne le font les presbytes, et lorsqu'ils comparent la grandeur de l'image des corps qu'ils étudient à un autre corps, leur appréciation est toujours plus élevée que celle des personnes qui ont une vue ordinaire. Nous verrons plus loin que le même fait se reproduit pour les microscopes, et que les myopes sont aussi obligés, quand ils se servent de cet instrument après un presbyte, de rapprocher un peu plus l'objectif de l'objet.

ART. IV. — DES DOUBLETS.

142. Les doublets sont formés de deux lentilles plano-convexes tournées dans le même sens, la face convexe du côté de l'œil ou en haut, la face plane du côté de l'objet ou en bas. Ces deux lentilles ne sont pas de même largeur, la plus large, qui a la longueur focale la plus grande, est placée en bas; la plus étroite est en haut.

La monture de chaque doublet se compose de trois pièces; l'une, inférieure (pl. II, fig. 4), est un court cylindre creux  $aa$ , ouvert en haut et en bas. De ce côté il porte la lentille inférieure; il est un peu conique et s'engage à frottement ou par un ou deux tours de vis dans l'anneau du porte-doublet (pl. II, fig. 2 p). Sur son ouver-

ture supérieure se visse la pièce oculaire  $bb$  du doublet (pl. II, fig. 4). Celle-ci est évasée et noircie du côté de l'œil, de manière à le garantir, pendant la dissection, de toute lumière étrangère, qui serait très-fatigante pour l'observateur. Elle porte la petite lentille ou lentille supérieure de l'appareil. En outre, un diaphragme circulaire  $ec$  est vissé à cette pièce, de manière à être interposé aux deux lentilles et à supprimer les rayons périphériques, ce qui diminue beaucoup l'aberration de sphéricité.

143. Le doublet a été imaginé par Wollaston, en novembre 1820. Son doublet se composait de deux lentilles plano-convexes dont les deux faces planes étaient tournées vers l'objet. L'idée de sa construction lui fut suggérée par l'examen des oculaires astronomiques d'Huyghens, et il résolut d'appliquer au microscope la même combinaison en sens inverse, afin d'éviter les aberrations de sphéricité et de réfrangibilité.

La monture de son doublet était construite de manière à faire varier l'écartement des lentilles, afin de les amener à produire le meilleur effet possible.

Mais leur écartement plus ou moins considérable devenait un obstacle très-grand lorsqu'il s'agissait de faire des dissections. Le foyer se trouvant très-rapproché des lentilles, il était impossible de faire agir les instruments et d'employer de forts grossissements. Ce fut 10 ans plus tard que Charles Chevalier, profitant de l'idée de Wollaston, construisit son doublet, qui, en conservant les avantages sus-indiqués, remédie aux défauts que j'ai signalés. Ce doublet se compose de deux verres plano-convexes, l'un très-large, placé du côté de l'objet, l'autre plus petit, et supérieur.

Les deux faces planes sont tournées aussi vers l'objet; entre les deux lentilles fixées dans leurs montures, se trouve un diaphragme dont l'ouverture varie suivant le foyer du doublet. La disposition de ce doublet permet de laisser entre lui et l'objet une distance assez grande pour faire agir les instruments de dissection, les verres peuvent se démonter, afin de les nettoyer, et l'on peut ainsi dédoubler son grossissement en n'employant que la lentille supérieure.

*Théorie du doublet.*

144. Les doublets sont construits d'après les principes suivants, démontrés expérimentalement et théoriquement en physique. On sait, en effet, que pour des lentilles de même longueur focale, l'aberration de sphéricité est plus grande, et par conséquent la

largeur du champ de vision distincte moindre pour une lentille biconvexe que pour une lentille plano-convexe, recevant par sa face plane un faisceau de rayons parallèles. On a reconnu, d'autre part, que deux lentilles superposées produisent une aberration de sphéricité beaucoup moindre qu'une seule lentille dont la longueur focale est égale à celle de l'assemblage des deux premières.

On peut voir (fig. 40) que, quel que soit le nombre des lentilles qu'on aurait superposées pour diminuer l'aberration de sphéricité, elles agissent, quant au pouvoir amplifiant et à la formation de l'image, comme une loupe ou microscope simple (fig. 38) formé d'une seule lentille, dont la longueur focale serait égale à celle du système de ces lentilles agissant toutes ensemble. Le doublet n'est par conséquent encore, à proprement parler, qu'un microscope simple.

En effet (fig. 40), l'objet  $ii$  examiné avec la loupe  $eq$  seule, donnerait un angle optique  $c'o'v$  limitant une image  $cv$  reportée à une certaine distance avec la grandeur  $a'b'$ . Mais si au lieu de laisser les rayons réfractés par cette loupe se croiser en  $o'$ , on les reçoit avant cet entre-croisement en  $gh$ , à l'aide d'une autre loupe d'un foyer plus court que la première, on forcera les rayons à converger beaucoup plus encore qu'auparavant. Ils s'entre-croiseront en  $o$ , de manière à aller former sur la rétine une image  $rs$  beaucoup plus

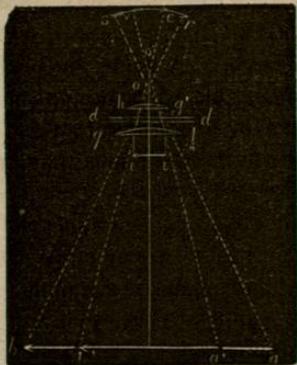


Fig. 40.

grande que  $cv$ , et reportée à une certaine distance dans le prolongement des rayons  $ro$  et  $so$ , de manière à former l'image virtuelle  $ab > a'b'$  qu'aurait donnée la lentille unique  $e$ . La théorie du doublet s'applique aussi aux loupes qui, fixées au nombre de deux ou trois à un manche en corne, peuvent être employées seules ou superposées.

145. Plus on augmente la courbure des lentilles employées, plus le pouvoir amplifiant devient considérable ; mais plus aussi on perd de lumière, et le champ du microscope se rétrécit comme dans les loupes. Néanmoins, comme on l'a vu plus haut, ces doublets et leur monture sont bien préférables aux microscopes Raspail, dont les lentilles sont simples et biconvexes, ce qui entraîne beaucoup

d'aberration de sphéricité et en limite considérablement l'emploi. L'usage des doublets de 3 millimètres de longueur focale, et au delà, est encore très-commode ; mais au-dessus ils deviennent très-fatigants pour les yeux.

On peut, pour les doublets comme pour les loupes simples, calculer très-approximativement le pouvoir amplifiant, en cherchant combien de fois leur longueur focale est contenue dans la distance de la vision distincte. Mais le chiffre obtenu de cette manière est trop considérable, en vertu d'un phénomène visuel qui sera exposé au chapitre du microscope composé proprement dit.

*Loupes de Chevalier et de Brücke.*

146. Dans l'emploi de certains grossissements avec les loupes et les doublets, la lentille se trouve trop près de l'objet. Le moyen de remédier à cet inconvénient a été indiqué par Charles Chevalier. Dans son *Manuel du micrographe* (1839), il s'exprime ainsi à ce sujet : « J'ai imaginé, en 1835, de placer au-dessus du doublet une lentille achromatique concave que j'avais faite en 1827, et qui peut s'en éloigner ou s'en rapprocher à volonté ; l'effet de cette combinaison est d'augmenter le grossissement et de reculer le foyer. Ainsi disposé, cet instrument sera le plus puissant de tous les microscopes simples, et cependant l'espace destiné au passage des scalpels, pointes, etc., sera plus considérable que si l'on faisait usage du doublet seul. Plus le verre concave sera éloigné de ce dernier, plus le grossissement sera fort ; cette puissance sera également en raison directe de la concavité. »

Cette combinaison, appliquée aux loupes qui servent à l'examen des yeux, de la peau, procure des doublets permettant d'examiner les objets en laissant entre eux et l'instrument une certaine distance indispensable dans ce cas. C'est cette idée qui a présidé à la construction de la *loupe de Brücke*.

147. Cette loupe, qui rend de fréquents services (fig. 41) par son foyer très-long, est fondée sur le principe de la construction de la lunette de Galilée, c'est-à-dire formée d'un objectif achromatique convexe et d'un oculaire concave ; l'objectif est composé de façon que l'amplification est bien supérieure à ce qu'on obtient habituellement dans les lunettes de spectacle. Le foyer est d'environ 6 centimètres, et le grossissement varie entre 5 et 8 fois. Ce dernier est obtenu par l'allongement du tube de la lunette, ce qui produit un plus grand écartement entre l'objectif et l'oculaire, et

augmente le grossissement sans modifier d'une manière nuisible le foyer total. (V. Nachet, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, Paris, 1844, t. XVIII, p. 592.)

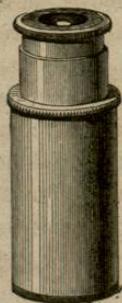


Fig. 41.  
Loupe de Brücke.

Cette loupe peut être mise à la place du *corps* dans la monture des microscopes composés ce qui permet de s'en servir pour disséquer ou chercher de petits objets parmi les autres. On peut aussi adapter cet instrument au microscope simple ou au porte-loupe, et avoir environ de 5 à 8 centimètres de distance entre l'objet et l'objectif.

Pour l'examen des yeux et de la peau, en raison du grossissement et de la longueur du foyer, les médecins l'utilisent souvent.

ART. V. — DES PORTE-LOUPES ET DE LA MONTURE DES DOUBLETS.

*Des porte-loupes.*

148. On est très-souvent obligé d'avoir les deux mains libres pour examiner les objets à la loupe et pour disséquer; il faut par conséquent que cet instrument soit fixé et puisse cependant être tourné en tous sens.

Le porte-loupe de Strauss-Durckheim (pl. I, fig. 41) est composé d'un pied quadrilatère en laiton *a*, surmonté à ses extrémités de deux supports, l'un droit *b*, l'autre courbe *c*. Une tige, articulée et susceptible de se démonter, *d*, *e*, joue autour d'un centre représenté par un genou articulé *f*, qui surmonte le support courbe *c*. Cette ligne porte à son extrémité fixe un anneau *g*, que l'on fait glisser à volonté sur la tige droite *b*, de manière à faire monter ou descendre l'extrémité libre *d*, de la tige autour du genou *f*. Cette extrémité porte une pince *h*, serrant par un anneau à coulisse; elle est susceptible de s'élargir beaucoup, de manière à pouvoir saisir le manche de toute espèce de loupe, ou celui de diverses sortes d'anneaux que l'on achète tout faits ou que l'on fait soi-même avec du fil de fer pour supporter, soit des loupes d'horloger, soit des *doublets* (pl. I, fig. 42). On pourrait encore perfectionner ce porte-loupe en ajoutant à la tige une articulation destinée à lui faire exécuter de faciles mouvements de latéralité.

149. Une modification au modèle de Strauss a été apportée par M. Nachet (fig. 42); elle consiste à faire mouvoir les branches à l'aide d'une vis de rappel A pour la mise au point de la loupe sur

l'objet. Cette vis étant loin du lieu où l'action est effectuée produit un mouvement assez rapide quoique très-régulier. Comme les ar-

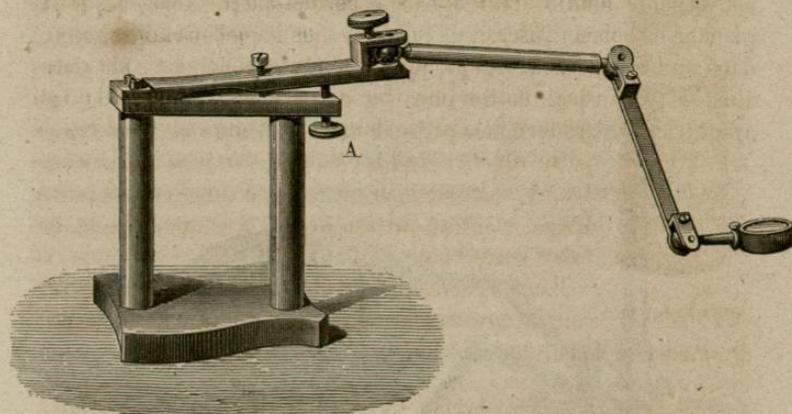


Fig. 42. — Pied porte-loupe de Nachet.

tifications sont ajustées et jointes entre elles par des boules serrées dans des coquilles, toutes les positions voulues de la loupe peuvent être obtenues avec la plus grande facilité.

On doit à M. Cosson un système de pied plus simple représenté figure 43, un pied rond en cuivre plein de plomb, traversé par une tige armée d'une crémaillère sur laquelle se meut une tige articulée terminée par un canon mobile dans lequel on enchâsse des doublets, qui peuvent être aisément rapprochés d'un objet placé sur une table ou dirigés vers un point quelconque, d'une feuille d'herbier, par exemple, le pied de loupe se plaçant sur la feuille même.

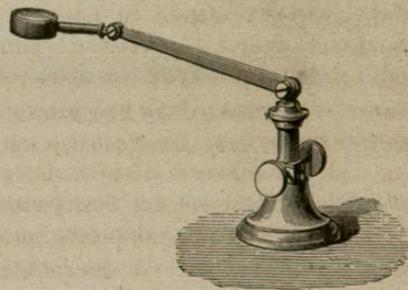


Fig. 43. — Pied articulé du porte-loupe de Cosson.

150. M. Lacaze-Duthiers a imaginé une forme de porte-loupe portatif qui mérite une description attentive. Sur une planche épaisse (fig. 44) une tige droite se visse à volonté dans un angle du carré formé par la planche. Sur cette tige glisse à frottement doux (modifiable du reste par un bouton de pression) un bras horizontal por-

tant trois organes distincts. Le premier est une articulation terminant le bras horizontal, à laquelle est attachée une grande lentille convergente munie d'un ajustage permettant de diriger sur la planche de bois un faisceau de lumière, sous lequel on établit l'objet dans un baquet ou sur des plaques de liège. Les loupes sont alors ajustées par un petit collier dans les deux autres organes articulés ayant trois articles terminés par une petite charnière horizontale, le

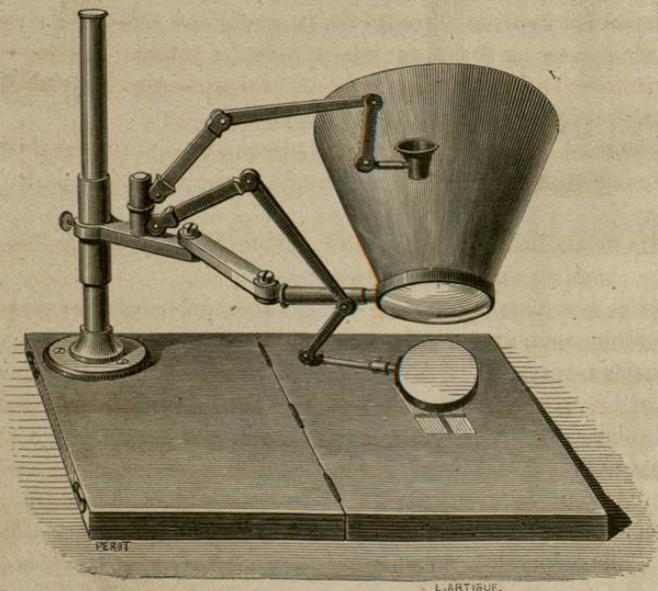


Fig. 44. — Porte-loupe de Lacaze-Duthiers. (Modèle Nachet.)

tout permettant une série de mouvements nécessaires pour parcourir les différentes parties d'un objet délicat immergé dans un baquet.

On voit de suite les facilités d'éclairage, de changement de loupes, etc., qui résultent de cette combinaison. De plus, la loupe porte dans sa monture une rainure évasée dans laquelle on introduit une feuille de carton noircie qui, par la direction de la rainure, produit un énorme demi-cône servant d'écran pour la tête de l'observateur qui se trouve dans une obscurité relative. Ajoutons que toutes ces pièces étant très-plates, M. Lacaze a eu l'idée de couper en deux parties la planche servant de base à l'instrument, lesquelles deux moitiés réunies de nouveau par des charnières peu-

vent se refermer et contenir l'instrument dans des rainures pratiquées intérieurement. De cette façon, l'appareil tout entier se réduit à une simple planche d'environ 55 centimètres carrés et de 7 centimètres d'épaisseur.

*Monture des microscopes simples.*

151. Les instruments communément appelés *microscopes simples* sont des loupes à une seule lentille, ou un doublet monté sur un pied stable en fonte ou autre métal, pourvu d'une platine pour porter l'objet, avec un trou pour laisser passer la lumière que renvoie un miroir mobile placé au-dessous. Le pied porte une tige verticale qu'une crémaillère fait monter et descendre.

Au sommet de la tige verticale est placée à angle droit une branche mobile suivant sa longueur et qui, à son extrémité, porte la loupe.

Cette disposition permet de faire parcourir la lentille sur l'objet et d'en examiner toutes les parties.

La tige horizontale porte une crémaillère qui se meut au moyen du bouton à pignon. A l'aide de ce mouvement, on fait avancer ou reculer la lentille.

Tout microscope simple, qui n'est pas muni d'un mécanisme pour faire mouvoir la lentille en tous sens, doit être rejeté.

A l'extrémité de la tige un anneau est disposé de manière à recevoir le doublet ou la loupe, qui s'y placent à frottement. Ce dernier moyen est préférable à l'ancien, qui consistait à visser la lentille.

La platine est percée à son centre d'une large ouverture destinée à recevoir une pièce de cuivre portant un diaphragme, ou bien un disque de glace, lorsqu'il s'agit de faire des dissections.

Les différents mouvements du miroir permettent de lui donner toutes les inclinaisons, afin d'éclairer convenablement l'objet.

L'objet, convenablement disposé, est placé sur la platine. La lentille étant maintenue dans l'anneau, on approche l'œil du doublet, puis on incline le miroir de manière à faire tomber la lumière sur l'objet; celui-ci étant éclairé, on fait mouvoir le bouton à pignon, qui entraîne la crémaillère placée sur l'arbre qui porte la lentille, et l'on arrête lorsque l'image de l'objet est devenue nette.

On règle ensuite la lumière au moyen du miroir et du diaphragme placé sur la platine.

Pour éclairer les objets opaques, on se sert d'une loupe à pied ou qui se fixe sur la platine et concentre la lumière sur celle-là.

152. On fera bien de choisir de préférence les microscopes simples à pied dégagé de fermeture et à miroir libre. M. Nachet a disposé un modèle représenté figure 45.

Ce qui rend ce microscope préférable consiste dans l'adaptation à la platine de deux ailes à plans inférieurs au niveau de celle-ci, sur lesquelles on peut appuyer les mains, ce qui ajoute singulièrement à la sûreté des dissections. Les doublets sont placés en anneau à frottement et peuvent être changés très-facilement. Le bras qui les porte peut pivoter de façon à déplacer le doublet latéralement. M. Cosson a disposé pour les voyages un microscope à la fois simple et composé représenté figure 46. Une platine longue de

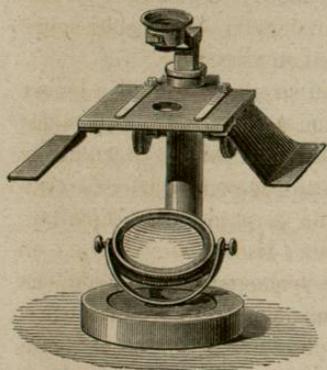


Fig. 45.  
Microscope simple de dissection.

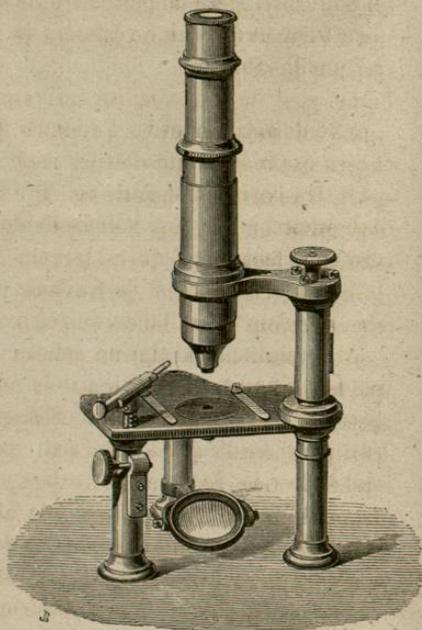


Fig. 46  
Microscope de dissection et d'observation de Cosson.

15 centimètres supportée par trois colonnes dont les deux antérieures sont percées, l'une pour soutenir une douille à crémaillère sur laquelle est fixée à frottement doux une tige qui reçoit des doublets; l'autre percée pour recevoir une pièce en équerre, porteur d'un corps de microscope composé. La partie verticale de cette pièce est formée de deux tubes glissants sur un curseur et munis d'une vis

de rappel comme un mouvement lent de microscope ordinaire. Cette pièce pouvant s'ajuster solidement à l'aide d'un bouton de serrage, peut être ou tournée de côté ou enlevée complètement, de façon à laisser fonctionner le microscope comme loupe montée.

#### Monture des doublets.

153. La première condition que doit remplir la monture des doublets comme de tous les microscopes, c'est d'être aussi simple que possible. Il faut en outre que le pied soit lourd pour présenter beaucoup de solidité, et surtout que la platine soit tout à fait immobile et peu élevée, afin de permettre de disséquer facilement les objets qu'elle renferme tout en laissant le poignet prendre son point d'appui sur la table.

Le pied décrit et figuré ici remplit les conditions précédentes qui sont indispensables à remplir. Il vaut mieux que les montures fixées sur la boîte qui doit les renfermer et que les montures à trépied. Il se compose (pl. II, fig. 2) d'une plaque circulaire en laiton *aa* creuse en dessous et remplie de plomb. Sur elle est vissé ou soudé un tambour *b* qui est largement échancré en avant et renferme le miroir réflecteur *m*. Ce tambour est recouvert d'une platine fixe *cc* en bronze ou en laiton noirci, carrée ou circulaire.

Au centre de la platine est un trou circulaire destiné à laisser passer la lumière réfléchiée par le miroir *m* pour éclairer les objets disséqués par transparence. Ses angles sont munis chacun d'un petit tube fendu *dd* destiné à recevoir un chevalet en laiton *ee* qui sert à tirer les bouquets ou autres objets qu'on place sur la platine. En arrière, la platine porte une oreille *f* prolongée en bas par un tube prismatique à quatre pans *g*, dans lequel on fait mouvoir, en tournant le pignon *h* d'une roue dentée, une tige carrée verticale *i*. Celle-ci porte une branche cylindrique horizontale *k* creusée à l'intérieur, et dans laquelle glisse à frottement doux un cylindre *l* terminé par un anneau *p*; on le fait avancer et reculer à volonté à l'aide du pignon *n* d'une vis de rappel engagée dans le cylindre. Cet anneau est placé au-dessus du centre de la platine, et reçoit les doublets *o* qu'on fixe par quelques tours de vis et qu'on peut changer à volonté. On peut même faire faire un corps de microscope (pl. II, fig. 3, *r*) qui puisse se visser dans l'anneau *p* à la place des doublets, afin d'avoir sous un petit volume à la fois un microscope à dissection et à observation.