

Cette donnée, qui nous paraîtrait pouvoir être désignée avantageusement sous le nom de *pouvoir séparateur* d'un instrument, n'a guère été étudiée jusqu'à ce jour. On s'est plutôt occupé de l'avantage relatif qu'il y'a à se servir de l'instrument; d'après ce que nous avons dit, cet avantage est donné par la comparaison de l'image rétinienne fournie par l'instrument à l'image rétinienne produite directement; cette comparaison est déterminée par le rapport de ces deux quantités, rapport auquel on a donné le nom de *grossissement*.

Nous dirons donc :

Le grossissement d'un instrument optique est le rapport de l'image rétinienne d'un objet vu à l'aide de l'instrument à l'image rétinienne de l'objet vu directement.

Conformément à ce que nous avons dit, il est évident qu'on peut remplacer le rapport des images rétiniennes par le rapport des diamètres apparents correspondants. On comprend aisément que le grossissement fera connaître le mieux possible l'avantage qu'on peut retirer de l'emploi d'un instrument si les grandeurs des images rétiniennes ou des diamètres apparents sont évaluées, pour chaque cas, dans les meilleures conditions.

Le pouvoir séparateur étant le diamètre apparent d'un objet déterminé, l'unité de longueur, on peut encore donner la définition suivante de grossissement :

Le grossissement d'un instrument est le rapport du pouvoir séparateur de cet instrument au pouvoir séparateur de l'œil sans instrument, ces pouvoirs séparateurs étant évalués l'un et l'autre dans les meilleures conditions possibles.

Pour un œil donné, dans des conditions déterminées, le pouvoir séparateur est constant : le grossissement d'un instrument est donc proportionnel à son pouvoir séparateur.

613. — Qu'il s'agisse de regarder un objet directement ou à l'aide d'un instrument, deux conditions très différentes peuvent se présenter : 1° l'objet est à une distance invariable de l'observateur; 2° l'observateur peut faire varier à volonté la position de l'objet.

Considérons d'abord la vision de l'objet sans instrument. Soit D, dans le premier cas, la distance invariable à laquelle se trouve l'objet; le pouvoir séparateur de l'œil α_0 dans ce cas sera $\frac{1}{D}$ (si l'on appelle λ la distance du centre optique de l'œil à la rétine, la grandeur de l'image rétinienne serait $\lambda \cdot \frac{1}{D}$); il est invariable puisque nous supposons que D ne peut changer. Il faut ajouter que cette donnée n'a d'intérêt que si l'observateur peut voir nettement l'objet, si D est compris dans les limites de la vision distincte.

Considérons le cas où l'objet peut être déplacé; nous savons (573) que

pour le voir le mieux possible, il faut placer cet objet au p. proximum; si donc nous appelons π la distance de ce point à l'œil, le pouvoir séparateur dans ce cas sera $\frac{1}{\pi}$.

Examinons maintenant l'effet de l'instrument : comme nous l'avons dit (352), cet effet consistera à faire arriver à l'œil des faisceaux qui nous feront voir l'image de l'objet produite par l'instrument.

Il faut évidemment que cette image que nous voyons (c'est le plus souvent une image virtuelle) soit à une distance comprise entre les limites de la vision distincte, c'est-à-dire qu'il faut que les faisceaux émergeant de l'instrument aient une forme telle que l'accommodation puisse les transformer en faisceaux convergents ayant leurs sommets sur la rétine. Il est nécessaire que les faisceaux émergents puissent changer de forme avec la nature de l'œil qui regarde à travers l'instrument, il faut, autrement dit, que l'image que nous voyons puisse se déplacer. Si la distance de l'œil à l'objet ne peut varier, ce changement ne peut se produire que par une variation de puissance de l'instrument; si cette distance peut changer, il n'est pas nécessaire que la puissance varie, et le changement de forme des faisceaux émergents, le déplacement de l'image, peuvent résulter d'un déplacement de l'objet par rapport à l'instrument.

Ces considérations conduisent à diviser les instruments d'optique en deux groupes :

1° *Lunettes*, appareils destinés à regarder des objets situés à une distance invariable; leur puissance dioptrique doit pouvoir être modifiée : les lunettes doivent donc être constituées par deux lentilles au moins.

2° *Microscopes*, appareils destinés à regarder des objets pouvant se déplacer à volonté; leur puissance dioptrique peut être invariable : les microscopes peuvent être constitués par une seule lentille ou par plusieurs lentilles dont les distances respectives ne changent point.

Ajoutons que, dans chacun de ces groupes, on peut établir une subdivision suivant que l'instrument produit la vision droite ou la vision renversée, c'est-à-dire suivant que, par leur emploi, nous voyons les objets dans le sens où nous les voyons directement, ou que nous les voyons dans le sens contraire.

614. — Dans la très grande majorité des cas, les instruments fournissent des images virtuelles (352); tout se passe au point de vue géométrique comme si nous regardions des objets situés à la position occupée par ces images; nous raisonnerons toujours sur ce cas, quoique quelquefois les conditions sont différentes puisque les hypermétropes peuvent avoir la vision nette quand ils reçoivent des faisceaux convergents, correspondant à la production d'images réelles; mais outre que ces cas sont rares, la plupart des résultats que nous trouverons leur sont applicables.

Nous nous occuperons plus spécialement des microscopes, les lunettes

n'ayant pas d'applications particulières qui méritent de nous arrêter. Considérons un microscope quelconque (il est représenté sur la figure par une seule lentille, mais comme on le verra nous n'avons à considérer que le premier foyer principal F' et le plan principal correspondant N' qui existent dans un système centré quelconque, aussi les raisonnements seront-ils généraux et les résultats seront applicables à tous les cas) et soit AB (fig. 296) un objet; nous pouvons d'après la règle générale

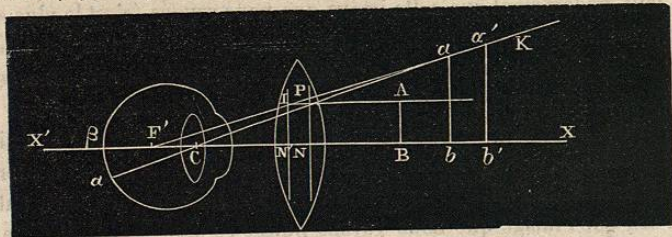


Fig. 296.

(416) tracer la caractéristique FK de cet objet et nous savons que l'image doit toujours être comprise entre cette caractéristique et l'axe, pouvant se former à toutes les distances, mais dans des conditions telles que l'image ab est d'autant plus grande qu'elle se fait à une distance plus considérable.

Si l'observateur ne pouvait voir qu'à une distance, il faudrait nécessairement que l'image ab se fit à cette distance même. Mais l'observateur peut voir nettement pour toute distance comprise entre son p. remotum et son p. proximum; il suffit donc que l'image se fasse entre ces limites, ce qui pourra toujours arriver en donnant à l'objet une position convenable.

Dans ces conditions, il est naturel de se demander où il faut que cette image se fasse pour que l'instrument soit le plus utile, pour que l'image rétinienne soit la plus grande possible.

On pourrait penser que, comme pour la vision directe, la condition la plus avantageuse est celle pour laquelle l'image vue ab serait au p. proximum. Mais on ne saurait étendre ce résultat au cas actuel; il diffère en effet du cas de la vision directe en ce que dans celui-ci l'objet change de distance, mais conserve la même grandeur, tandis que dans la vision à l'aide de l'instrument l'image change à la fois de grandeur et de position. Il faut donc étudier la question directement.

615. — Trois cas différents sont à distinguer suivant la position du centre optique C de l'œil par rapport au premier foyer F' de l'appareil.

1° Supposons d'abord que, dans le sens où vient la lumière, le centre C (fig. 296) se trouve avant le foyer F' : soit ab l'image virtuelle, qui est entre les limites de la vision distincte, de telle sorte que l'image se fait sur la rétine. L'image de b est sur l'axe en β , l'image de a se fera en α

sur l'axe secondaire obtenu en joignant le point a au centre C : le diamètre apparent (ou le pouvoir séparateur angulaire si AB a été pris égal à l'unité) est l'angle aCb , plus grand que l'angle $KF'X$ que fait la caractéristique avec l'axe.

Si l'image s'éloigne en $a'b'$, le diamètre apparent $a'Cb'$ se rapproche de l'angle $KF'X$, il est donc moindre que aCb . Si $a'b'$ est entre les limites de la vision distincte, l'image est encore sur la rétine, mais l'image α de a s'est rapprochée de β , elle a diminué. Il n'y a donc pas intérêt à éloigner l'image: le diamètre apparent et par conséquent l'image rétinienne diminuent.

Par contre, on reconnaît naturellement qu'il y a avantage à rapprocher l'image le plus possible. Comme, d'autre part, il faut que la vision reste nette, la meilleure condition correspond donc au cas où l'image ab est au p. proximum. Dans ce cas l'accommodation doit donc avoir sa plus grande valeur.

2° Considérons maintenant le cas inverse, celui où le centre optique de l'œil C (fig. 297) est après le foyer F' . Soit ab l'image virtuelle vue,

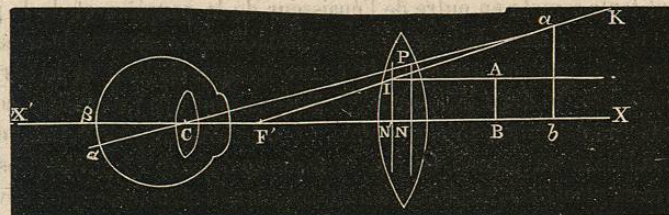


Fig. 297.

toujours limitée entre l'axe et la caractéristique $F'K$. Comme précédemment, si ab est entre les limites de la vision distincte, l'image rétinienne de ab sera $\alpha\beta$: le diamètre apparent aCb est plus petit que l'angle $KF'X$ de la caractéristique avec l'axe. Il est facile de voir que si ab s'éloigne, le diamètre apparent aCb se rapproche de $KF'X$, il croît donc, et il en est de même de l'image rétinienne. Il y a donc intérêt à produire l'image ab le plus loin possible, au p. remotum. On reconnaît sans difficulté que le résultat est vrai encore dans le cas de l'œil hypermétrope, quand le p. remotum est virtuel.

Aussi, dans ce cas, la meilleure condition correspond au cas où l'œil regarde sans accommodation.

3° On voit immédiatement que si l'œil est placé de telle façon que son centre optique C soit en coïncidence avec le foyer F' , la caractéristique $F'K$ passant par le centre optique de l'œil, l'image de a sur la rétine se fera toujours au même point et que, par conséquent, l'image rétinienne aura toujours la même grandeur. L'effet produit sera donc toujours le même, quelle que soit la distance de l'image ab' , pourvu que cette image

reste entre les limites de la vision distincte, afin qu'elle se fasse nettement sur la rétine.

616. — Diverses conséquences importantes se déduisent de ces remarques.

La valeur du diamètre apparent dans le cas où le centre optique de l'œil C est avant le foyer étant supérieure à l'angle KF'X de la caractéristique avec l'axe est, à plus forte raison, supérieure au diamètre apparent correspondant au cas où le centre optique de l'œil est en arrière du foyer F'. Au point de vue de la grandeur de l'image rétinienne, il y a donc intérêt à placer l'œil dans la première position lorsque cela est possible et par conséquent à faire l'observation au p. proximum, c'est-à-dire au maximum d'accommodation. On reconnaît aisément aussi que pour un même appareil et une même distance du p. proximum, le diamètre apparent est d'autant plus grand que le centre optique C est plus éloigné du foyer F', qu'il est plus près par conséquent de l'instrument.

C'est donc dans cette position qu'il faut se placer lorsque cela est possible : mais on ne peut se rapprocher indéfiniment de l'instrument. La distance du centre optique à la cornée est d'environ 7 millimètres, mais il faut tenir compte en outre de l'épaisseur de la paupière et de la présence des cils ; aussi doit-on estimer à 15 millimètres environ la distance minima qui peut exister entre le centre optique de l'œil et la surface d'émergence. Si donc le foyer F' de l'instrument est à une distance de cette face moindre que 15 millimètres, on se trouvera nécessairement dans les conditions du second cas ; si la distance dépasse 15 millimètres on pourra se placer à volonté dans l'un des trois cas et, comme nous l'avons dit, pour avoir la plus grande image rétinienne possible, pour voir le plus de détails de l'objet, il faudra se placer dans le premier cas.

617. — On peut étudier la question à un autre point de vue, à celui de la fatigue qui résulte de l'accommodation : à ce point de vue, il y a intérêt à se placer dans le deuxième cas, puisque les meilleures conditions correspondent à la vision sans accommodation.

Lorsque, par la position du foyer, assez éloigné de la face d'émergence, on peut placer le centre optique de l'œil à l'une quelconque des trois positions, il y a donc opposition entre les deux conditions auxquelles il serait intéressant de satisfaire : la condition qui donne la plus grande image rétinienne est celle qui correspond à la nécessité de l'accommodation pour produire le meilleur effet, à celle qui amène la plus grande fatigue pour l'œil. Il est vrai que l'influence de la variation de distance du centre optique au foyer, dans les limites où elles se présentent dans la pratique, est assez faible. Aussi serait-il préférable de choisir des conditions qui placent l'œil derrière le foyer pour éviter la fatigue de l'accommodation, fatigue qui peut devenir réelle lorsqu'il s'agit d'un emploi prolongé de l'instrument. Mais, jusqu'à présent, cette condition n'a pas appelé l'attention des constructeurs.

Dans le cas particulier où le centre optique de l'œil C est en coïncidence avec le foyer F', il n'y a pas de difficulté ; l'image rétinienne ayant toujours la même grandeur quelle que soit la position de l'image regardée, il est évident qu'il y a intérêt, pour éviter toute fatigue, à regarder sans accommodation, au p. remotum par conséquent.

618. — Considérons le cas qui, jusqu'à présent, paraît être le plus fréquent pour les microscopes en général (loupes et microscopes), celui où le centre optique de l'œil est avant le foyer où, par suite, la meilleure condition d'observation est celle où l'image est au p. proximum.

Soient O la grandeur d'un objet, I la grandeur de l'image que fournit l'instrument considéré, et π la distance du p. proximum.

Si α_0 et α_1 sont les diamètres apparents de l'objet vu directement et de l'image fournie par l'instrument, on a par définition (573) :

$$\alpha_0 = \frac{O}{\pi} \quad \text{et} \quad \alpha_1 = \frac{I}{\pi}.$$

Le grossissement g est égal à $\frac{\alpha_1}{\alpha_0}$ comme nous l'avons dit (612) d'une manière générale. On a donc, dans ce cas :

$$g = \frac{I}{O}.$$

C'est-à-dire que le *grossissement* est égal au rapport de l'image fournie par l'instrument à l'objet ; ce rapport est le *grandissement* fourni par l'instrument pour la distance du p. proximum : ces deux données ont donc la même valeur dans ce cas. Mais c'est là une condition particulière qui ne se présente pas pour d'autres circonstances ou pour d'autres instruments.

619. — Nous avons maintenant les données générales nécessaires pour l'étude des microscopes.

Comme nous l'avons dit, les microscopes sont des appareils destinés à donner d'un objet que l'on peut déplacer à volonté une image rétinienne nette plus grande que celle que donnerait l'objet vu directement.

Les microscopes se divisent en deux genres :

Les *loupes* qui donnent la vision droite et les *microscopes proprement dits* qui donnent la vision renversée.

Nous avons déjà indiqué que, dans presque tous les cas, on a à regarder des images virtuelles fournies par l'instrument (cette condition est absolument générale si la vision doit avoir lieu au p. proximum) ; le premier cas correspond donc à un système dont les images virtuelles situées assez loin du côté d'où vient la lumière sont de même sens que les objets ; par suite (431) il faut que le foyer F' soit situé après le plan principal correspondant, dans le sens de la propagation de la lumière : cette condition peut se trouver réalisée par un système de lentilles convenablement

choisies, mais elle existe naturellement pour une lentille convergente. On peut donc avoir une loupe constituée par une lentille de cette espèce, c'est la *loupe simple*; on peut avoir des loupes, *loupes composées*, formées de deux ou plusieurs lentilles.

Inversement, pour les microscopes, il faut avoir des images virtuelles éloignées qui soient de sens contraire à l'objet auquel elles correspondent. Il faut donc que le premier foyer principal soit situé avant le plan principal correspondant; une lentille ne peut donner ce résultat¹, que l'on peut obtenir seulement à l'aide de systèmes de lentilles. Les microscopes proprement dits sont donc nécessairement constitués par des systèmes de lentilles, d'où le nom de *microscopes composés* sous lequel on les désigne généralement.

620. **Loupe simple.** — La loupe simple est constituée par une lentille convergente qui fonctionne comme il est indiqué au III de la discussion générale (420), c'est-à-dire que l'objet AB est placé entre la lentille et le plan focal F; on sait que l'image est virtuelle, droite, agrandie (fig. 208) et qu'elle peut se former à toute distance, de l'infini au plan principal, lorsque l'objet se déplace du foyer à la lentille.

Nous avons donné la construction de l'image quand la position de l'objet est donnée; dans le cas actuel, O (fig. 298) étant par exemple la position de l'œil, nous savons que l'image virtuelle doit se former en *ab* à une distance déterminée de l'œil. Par une construction inverse on déterminerait aisément la position que doit occuper l'objet. Il importe toutefois

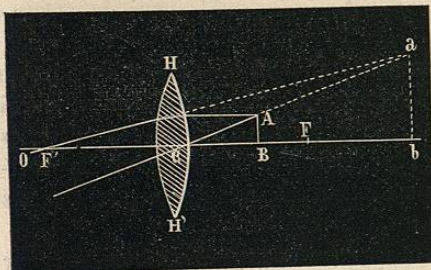


Fig. 298.

de remarquer que cette construction n'a pas, dans la pratique, une grande importance, car on ne détermine pas à l'avance cette position; c'est par tâtonnement, en déplaçant peu à peu l'objet, qu'on arrive à le placer à l'endroit où les conditions de la vision nette de l'image agrandie sont le mieux réalisées.

Rappelons que si l'observateur placé en O voit l'image virtuelle *ab* (fig. 299) de l'objet AB, c'est que de chaque point, tel que A, par exemple, part un faisceau divergent AHH' qui après avoir traversé la lentille est remplacé par un faisceau moins divergent qui, pour l'œil de l'observateur, donne la même impression que s'il existait un point lumineux à son sommet *a* (350).

1. Une lentille divergente présente bien cette disposition du foyer et du plan principal; mais les images virtuelles éloignées sont fournies seulement par des objets virtuels (421).

621. — Soit une lentille fonctionnant comme loupe (fig. 296) et soit C la position du centre optique de l'œil placé aussi près que possible de la lentille, puisque c'est la meilleure position. Supposons que l'image doive se faire au p. proximum; il est évident d'après ce que nous avons dit précédemment (615) que le diamètre apparent, ainsi que la grandeur de l'image rétinienne, diminuera au fur et à mesure que ce p. proximum s'éloignera, que l'image virtuelle se fera à une plus grande distance; il y a donc avantage au point de vue de la grandeur de l'image rétinienne à ce que le p. proximum soit le plus près possible. Toutes choses égales,

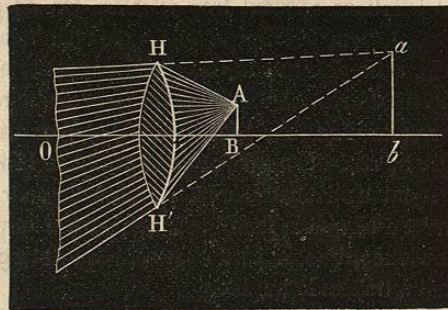


Fig. 299.

avec une loupe comme sans loupe, un presbyte verra moins de détails d'un objet qu'un individu dont le p. proximum est moins éloigné.

Si nous considérons le grossissement qui, comme nous l'avons dit, mesure l'utilité qu'il y a à se servir de l'instrument, de la loupe dans ce cas, nous savons qu'il est égal au grandissement, c'est-à-dire au rapport $\frac{ab}{AB}$: il croît donc en même temps que *ab* (fig. 296) et par suite en même temps que *Cb*, c'est-à-dire qu'il est d'autant plus considérable que le p. proximum est plus éloigné.

Il n'y a pas contradiction entre ces deux résultats comme il pourrait le sembler au premier abord; le premier correspond à une mesure absolue, le second à une comparaison. De deux individus dont le p. proximum est à des distances différentes, celui pour lequel il est le plus rapproché a, absolument, une image rétinienne plus grande que l'autre; mais, sans loupe, il a également une image rétinienne plus grande, et l'accroissement de cette image que produit la loupe est relativement moins important que pour celui qui a le p. proximum le plus éloigné.

Supposons maintenant un individu dont la distance du p. proximum serait *Cb* (fig. 296); le point C étant fixe par rapport à la lentille il en est de même de *b*. Quel est l'effet d'un changement de la distance focale? Il est aisé de s'en rendre compte sur la figure. Si la distance focale diminue, le point F' se rapproche de la lentille: la caractéristique devant toujours passer au point I s'incline de plus en plus, la partie IK s'éloignant de l'axe, le point *a* s'écartera de plus en plus de l'axe, et la grandeur de l'image rétinienne $\alpha\beta$ croîtra. L'effet serait évidemment inverse si le foyer s'éloignait de la lentille.

Il y a donc tout intérêt, à ce point de vue, à ce que la distance focale soit la plus petite possible, que la lentille ait la plus grande puissance possible.

Mais on ne peut dépasser une certaine valeur à cet égard, car alors les aberrations deviendraient trop grandes, les images seraient déformées, les irisations seraient trop visibles. On ne pourrait obvier à cet inconvénient, pour la loupe simple, qu'en diminuant l'ouverture de la lentille; mais cette diminution, si elle dépassait certaines limites, aurait l'inconvénient de restreindre la quantité de lumière qui pénètre dans l'œil, et par suite d'affaiblir l'éclaircissement, ce qui est un inconvénient à divers égards, notamment parce que l'acuité de la vision est affaiblie.

Ajoutons d'ailleurs que, à égalité de courbure, il n'y a pas d'intérêt direct à ce que la lentille ait une grande ouverture, car il n'y a d'utile, en somme, que la partie du faisceau émergent qui peut pénétrer dans l'œil à travers la pupille.

622. — Dans le but d'obtenir une puissance assez grande, tout en diminuant l'aberration de sphéricité, on peut employer des lentilles accolées. Si elles étaient infiniment minces, leur ensemble jouerait le rôle d'une lentille simple dont la puissance serait la somme des lentilles composantes : l'aberration serait moindre que pour une lentille unique de même puissance, parce que chaque lentille, moins puissante que cette lentille unique, aurait un plus grand rayon de courbure.

En réalité, la question n'est pas aussi simple, et même lorsqu'on met les lentilles au contact, elles ne forment pas un système réellement équivalent à une lentille simple, car leur épaisseur n'est pas négligeable; c'est un véritable système complexe qui doit rentrer dans les loupes composées, et ce n'est que par approximation qu'on peut l'assimiler à une loupe simple.

On désigne sous le nom de *biloupe*, de *triloupe* des appareils constitués par deux ou trois loupes de puissance différente, montées ensemble, de telle sorte qu'on puisse à volonté se servir de l'une ou de l'autre, ou qu'on puisse utiliser ces lentilles en les superposant de manière à se trouver à peu près dans le cas que nous venons d'indiquer.

623. — Les loupes sont des instruments d'un emploi facile; elles sont montées diversement, présentant quelquefois un manche qui sert à les porter, quelquefois étant fixées dans une garniture circulaire que l'on peut enchâsser dans l'orbite de manière à n'avoir pas besoin de la tenir. Quelquefois enfin elles sont montées sur un pied, on les désigne souvent dans ce cas sous le nom impropre de microscope simple : tel est le modèle de Nacet (fig. 300). La platine fixée sur un pied cylindrique porte latéralement des prolongements sur lesquels on peut appuyer les mains s'il s'agit de faire une préparation sous le microscope, comme il est quelquefois nécessaire pour les dissections fines. Cette platine est percée d'une ouverture circulaire par laquelle arrive la lumière envoyée

par un miroir mobile situé au-dessous. Enfin la loupe, proprement dite peut se mouvoir, pour se rapprocher ou s'éloigner à volonté de l'objet placé sur la platine.

624. — Parmi les loupes simples, et même avant celle-là, on peut placer la *loupe de Stanhope*, dans laquelle le grossissement est produit par un dioptré seulement. Elle consiste en un cylindre de verre, limité d'un côté par une surface sphérique et de l'autre par une face plane qui est située un peu avant le plan focal du dioptré constitué par la surface sphérique.

L'objet à examiner est appliqué contre la face plane, les rayons qui en émanent entrent dans le verre sans réfraction, et la seule réfraction qu'ils subissent se produit à l'émergence. L'objet, étant avant le plan focal, la discussion (399) montre que l'image est virtuelle, droite et agrandie¹.

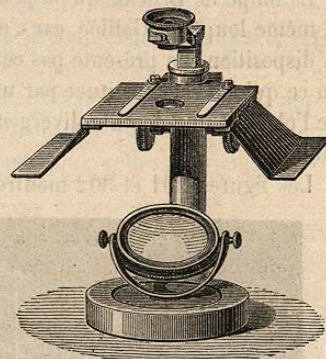


Fig. 300.

Cette loupe est maintenant peu employée; elle présente l'inconvénient que l'image se fait à une distance invariable, puisque l'objet est aussi à une position fixe, et qu'on ne peut adapter cette image à la vue de chaque observateur. On rencontre une disposition analogue dans les vues photographiées microscopiques qui sont adaptées à des porte-plume.

625. **Loupes composées.** — Ainsi que nous l'avons dit, un système formé de plusieurs lentilles peut produire le même effet qu'une loupe simple : on les désigne sous le nom de *loupe composée*.

Nous avons indiqué d'une manière générale à quelles conditions, à quelle disposition des plans focal et principal, F' et N' , correspondait le fonctionnement d'un système pour donner la vision droite; nous n'y reviendrons pas, et nous nous bornerons à dire qu'on peut réaliser de diverses manières ces conditions nécessaires.

On peut, par exemple, employer un système centré formé de deux ou trois lentilles convergentes; c'est alors ce qu'on appelle un *doublet* ou un *triplet*. De semblables combinaisons sont fréquemment employées dans des appareils complexes, mais comme loupe proprement dite on ne se sert guère que du doublet de Wollaston, composé de deux lentilles plan-convexes fixées dans des montures qui se vissent l'une dans l'autre, de telle sorte qu'on peut, au besoin, faire varier un peu la distance des lentilles. Seulement le foyer F du système est très près de la première

1. Cette conclusion ne se trouve pas dans la discussion même, car on y a supposé que la lumière passait de l'air au verre, tandis que dans ce cas elle passe du verre à l'air; mais on peut aisément l'en déduire par réversibilité.

lentille et l'objet qu'on regarde devant être entre ce foyer et la lentille, sa distance à celle-ci, *distance frontale*, est petite. Il en résulte qu'on ne peut disséquer sous cette loupe, la place manquant pour le passage de l'instrument.

La loupe de Brücke, qu'on pourrait mieux appeler loupe de Chevallier et même loupe de Galilée, car c'est ce savant qui le premier en a indiqué la disposition, ne présente pas cet inconvénient. Elle diffère des doublets en ce qu'elle est constituée par une lentille convergente tournée du côté de l'objet et une lentille divergente derrière laquelle l'observateur place l'œil.

Les figures 301 et 302 montrent la construction de l'image dans cette

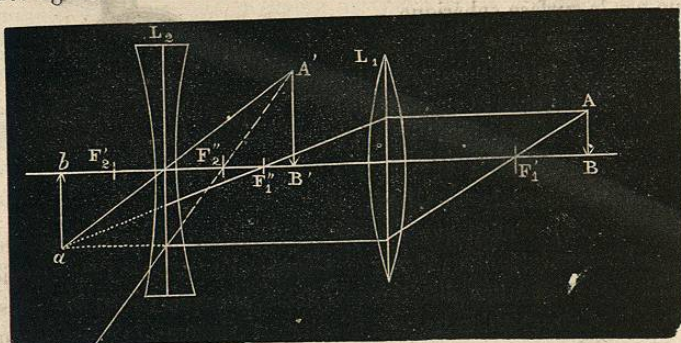


Fig. 301.

loupe et la marche des faisceaux; l'objet AB est placé plus loin que le foyer de la première lentille L_1 qui en donnerait une image réelle en ab ,

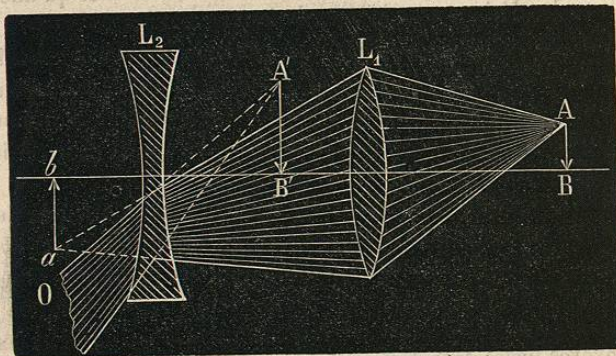


Fig. 302.

image correspondant à des faisceaux convergents qui sont coupés avant leurs sommets par la lentille divergente L_2 dont le foyer doit se trouver avant ab : il se produit alors une image virtuelle $A'B'$ (421), c'est-à-dire que les faisceaux convergents sont transformés en faisceaux divergents

qui donnent à l'observateur dans l'œil O de qui ils arrivent la sensation de points lumineux situés à leurs sommets.

On peut chercher dans un pareil système la position du plan focal F et du plan principal correspondant N : la construction montre que ces plans peuvent être fort en avant de la première lentille et c'est précisément cette condition qui, en donnant une grande distance frontale, rend l'appareil avantageux pour servir aux dissections fines.

626. **Microscope composé.** — Un microscope composé est un appareil qui donne d'un objet de petites dimensions et qu'on peut déplacer à volonté une image rétinienne plus grande que celle que donnerait la vision directe, mais de sens contraire.

Comme nous l'avons indiqué un semblable appareil est nécessairement un système composé, comprenant par conséquent au moins deux lentilles.

Le microscope composé le plus simple est formé de deux lentilles au moins, une lentille convergente de grande puissance, c'est-à-dire de petite distance focale devant laquelle on place l'objet, c'est l'*objectif*; une autre lentille convergente derrière laquelle l'observateur met son œil, c'est l'*oculaire*.

La théorie géométrique de l'appareil est simple :

L'objet AB (fig. 303) est placé entre le plan principal F_1 de l'objectif et le plan antiprincipal G_1 ; on sait, d'après la discussion générale (420), qu'il se formera de cet objet une image ab réelle, renversée et agrandie, d'autant plus grande qu'elle sera plus éloignée de F'_1 , et que, par conséquent, l'objet sera plus rapproché de F_1 . Cette image réelle pourrait être vue par un observateur qui se placerait au-dessus à une distance convenable; mais ce n'est pas ainsi qu'elle est utilisée et on la regarde à travers l'oculaire. A cet effet, cette lentille est placée de manière que ab soit entre la lentille et son foyer F_2 ; elle agit donc alors comme une loupe et les faisceaux qui en émergent donnent à l'observateur la même sensation que donnerait un objet qui serait placé en $A'B'$, $A'B'$ étant l'image virtuelle de ab . Cette image est de même sens que ab , donc de sens contraire à l'objet; elle est agrandie par rapport à ab et, à plus forte raison, par conséquent, par rapport à l'objet AB.

On pourrait bien entendu déterminer autrement cette image de $A'B'$, conjuguée de AB par rapport à l'instrument : on peut en effet trouver les plans focaux et les plans principaux du système comme nous l'avons indiqué (429) et on utiliserait ces plans cardinaux pour la détermination directe de l'image $A'B'$.

Dans les conditions où sont placées les lentilles, on trouve que le 2^e foyer Φ du système est plus loin de la lentille que son 1^{er} foyer F_1 , et que le plan antiprincipal correspondant est encore plus loin, comme nous savons que cela doit être (619). Le 2^e foyer du système est situé au delà de l'oculaire, à une distance variable suivant les modèles.