

La figure 651 indique la marche des rayons : U est l'objectif, dont les foyers sont en f et en f' ; LL' est l'oculaire, dont les foyers sont en F et F' . — L'objet AB , placé à une distance Pc de l'objectif un peu supérieure à la distance focale principale f' , donne une image réelle A_1B_1 , renversée et agrandie. L'oculaire LL' est placé à une distance P_1C de l'image A_1B_1 inférieure à sa distance focale principale $F'C$; les rayons

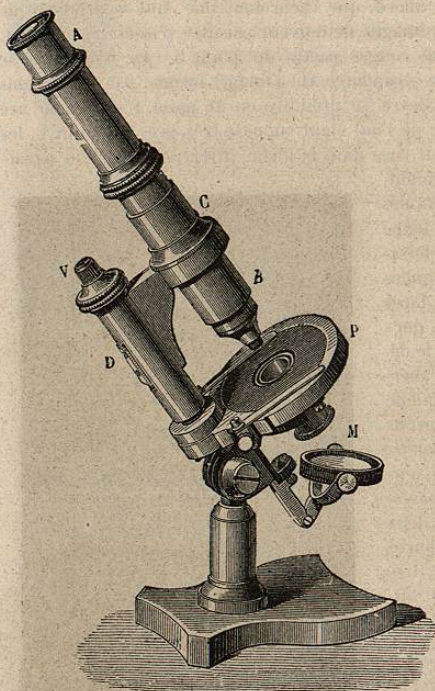


Fig. 652. — Microscope composé.

qui se sont croisés aux différents points de l'image aérienne A_1B_1 , se comportent par rapport à l'oculaire comme s'ils émanaient d'un objet placé en A_1B_1 : il se forme une image virtuelle $A'B'$, visible pour l'œil placé au delà de l'oculaire (*). — En réglant convenablement les diverses distances, on amène cette image virtuelle à se former, pour chaque observateur, à la distance minimum de la vision distincte.

855. Pièces accessoires du microscope.

— L'oculaire et l'objectif sont assujettis dans un tube métallique AB , supporté par un collier C (fig. 652), les objets, placés entre deux lames de verre mince, sont déposés sur la plaque P ou porte-objet, au-dessus de l'ou-

(*) Dans la figure 651, on a effectué d'abord, pour déterminer les extrémités de l'image réelle A_1B_1 , les constructions qui ont été indiquées pour le microscope solaire (827); ensuite, pour déterminer les extrémités de l'image virtuelle $A'B'$, les constructions indiquées à propos de la loupe (828).

soutient le tube du microscope, est fixé à la colonne creuse D ; une vis V , placée dans l'axe de cette colonne, permet de faire monter ou descendre la colonne elle-même, de manière à éloigner ou à rapprocher le tube AB du porte-objet, pour mettre au point.

L'objectif B est, en général, formé de deux ou trois lentilles à très court foyer, montées dans des garnitures métalliques qui s'adaptent les unes aux autres. L'oculaire A est également formé de deux lentilles convergentes, formant une loupe composée. — On a, pour un même instrument, plusieurs systèmes d'objectifs et d'oculaires, que l'on peut substituer les uns aux autres pour obtenir des grossissements variables.

854. **Grossissement du microscope.** — Le grossissement linéaire du microscope composé se définit, comme celui de la loupe, par le rapport entre les diamètres apparents de deux dimensions homologues de l'image virtuelle et de l'objet, l'image et l'objet étant supposés l'une et l'autre à la distance minimum de la vision distincte. On peut voir, par un raisonnement semblable à celui qui a été fait pour la loupe (829), que ce grossissement est égal au rapport des grandeurs de ces deux dimensions homologues, en sorte que, en se reportant à la figure 651, on a : $G = \frac{A'B'}{AB}$. Cette expression peut s'écrire :

$$G = \frac{A'B'}{A_1B_1} \times \frac{A_1B_1}{AB}$$

Or $\frac{A'B'}{A_1B_1}$ représente le grossissement de l'oculaire (829); $\frac{A_1B_1}{AB}$ mesure celui de l'objectif; donc le grossissement d'un microscope composé est exprimé par le produit des grossissements de l'objectif et de l'oculaire.

855. **Mesure expérimentale du grossissement du microscope, au moyen de la chambre claire.** — La figure 653 représente une chambre claire que l'on peut adapter aux microscopes, et qui permet d'obtenir une mesure directe du grossissement. Un petit miroir métallique mn , percé d'une ouverture, se fixe, au moyen d'une bague métallique, au-dessus de l'oculaire L , de manière à être incliné d'environ 45 degrés sur l'axe du tube : un prisme à réflexion totale abc est disposé latéralement, de façon que sa face hypoténuse soit sensiblement parallèle à mn . L'œil placé en O reçoit, au travers de l'ouverture du miroir mn , les rayons émis par l'objet AB et transmis par l'instrument. D'autre part, si l'on dispose une feuille

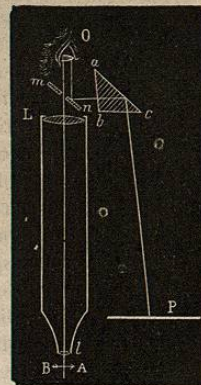


Fig. 653. — Chambre claire adaptée au microscope.

de papier P au-dessous du prisme abc , les rayons envoyés par cette feuille, se réfléchissant sur la face hypoténuse ac , puis sur le miroir mn , arrivent à l'œil suivant les mêmes directions que les rayons venus de l'objet. Pour l'observateur, l'image virtuelle de l'objet semble donc se peindre sur la feuille de papier elle-même. — Pour mesurer le grossissement, on place sur le porte-objet un micromètre tracé sur verre, comme celui qui nous a servi à mesurer le grossissement du microscope solaire (827), et l'on dispose sur la feuille de papier une règle divisée en millimètres, de manière que l'image des divisions du micromètre se projette sur la règle. Supposons que 3 divisions de la règle soient couvertes par 1 division grossie du micromètre : chacune des divisions du micromètre étant égale à 1 centième de millimètre, le grossissement linéaire sera exprimé par $\frac{3}{0,01}$, ou 300.

La chambre claire permet aussi de suivre avec la pointe d'un crayon, sur le papier, le contour des images données par le microscope, et d'obtenir ainsi un dessin fidèle de ces images.

856. Champ du microscope. — Point oculaire. — Le *champ* d'un microscope est l'espace dans lequel doit être compris un point extérieur, pour que son image puisse être vue par l'œil placé à l'oculaire.

Soient W (fig. 651) l'objectif, LL' l'oculaire, A un point de l'objet et A_1 son foyer conjugué par rapport à l'objectif. Les rayons qui concourent à la production de l'image A_1 forment, avant la réfraction, un faisceau divergent qui a pour sommet A et pour base W ; après la réfraction, un faisceau convergent qui a pour base W et pour sommet A_1 . Pour que le point A soit compris dans le champ, il suffira donc que ce dernier faisceau rencontre l'oculaire. Or le faisceau WA_1 est toujours formé de rayons qui s'écartent très peu de son axe cA ; on peut donc dire que la condition, au moins approximative, pour que le point A soit compris dans le champ, c'est que la droite Ac , menée du point A au centre optique de l'objectif, aille rencontrer l'oculaire. — De là résulte enfin que, si l'on imagine un cône ayant son sommet au centre optique c de l'objectif et s'appuyant sur les bords de l'oculaire LL' , la nappe inférieure de ce cône sera la limite du champ.

Si maintenant on considère les rayons qui forment les axes des faisceaux lumineux correspondant aux divers points du champ, ces rayons, passant tous au centre optique c de l'objectif, se comportent comme s'ils émanaient du point c lui-même, et viennent ensuite, après avoir été réfractés par l'oculaire, passer par le foyer conjugué de c par rapport à LL' ; et comme la distance cC de l'objectif à l'oculaire est toujours assez grande par rapport à la longueur focale CF de l'oculaire, le foyer conjugué de c , est situé très peu au delà du foyer F . — C'est donc en ce point que l'œil doit être placé, pour embrasser le champ tout entier. — Pour cette raison, ce point a reçu le nom de *point oculaire*.

857. Lunette astronomique. — La lunette astronomique comprend, comme le microscope composé, un *objectif* convergent, donnant une image réelle de l'objet, et un *oculaire* convergent, faisant fonction de loupe, et donnant une image virtuelle qui est contemplée par l'œil (*).

Quand la lunette astronomique est destinée à l'observation d'un point lumineux très éloigné, tel qu'une étoile, l'objectif doit avoir une *surface* aussi grande que possible, afin d'admettre la plus grande quantité possible de lumière, contribuant à la formation de l'image réelle. Or, une lentille ne peut avoir une grande surface qu'à la condition d'avoir de grands rayons de courbure et, par suite, une *distance focale* considérable. — Quand on observe un objet éloigné, de diamètre apparent sensible (une planète ou un objet terrestre), le diamètre apparent de l'image virtuelle, vue dans l'instrument, est d'autant plus grand que la distance focale de l'objectif est plus grande (858). De là, la longueur qu'on est obligé de donner aux lunettes astronomiques, longueur d'autant plus grande que l'instrument est plus puissant.

La figure 654 rend compte de la formation des images. Soient L l'objectif et L' l'oculaire; l'objet est supposé à gauche de L et très éloigné.

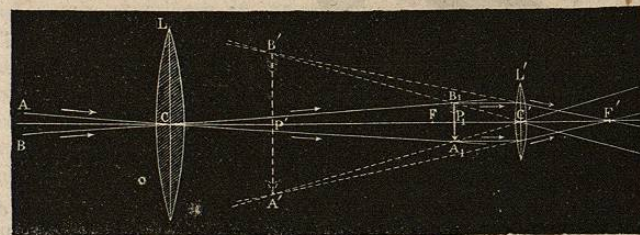


Fig. 654. — Formation des images dans la lunette astronomique.

Un peu au delà du foyer F de L , mais très près de ce foyer, se forme une image réelle, renversée et très petite, de l'objet; elle a été représentée en A_1B_1 et l'on s'est borné à tracer les axes secondaires ACA_1 et BCB_1 de ses extrémités. L'oculaire L' , à travers lequel on regarde l'image aérienne A_1B_1 , a son foyer principal un peu à gauche de cette image, dans le voisinage du foyer F ; il substitue à cette image une image virtuelle $A'B'$, droite par rapport à A_1B_1 , mais renversée par rapport à l'objet.

L'impossibilité où l'on est de changer la distance de l'objet à l'instrument, comme on le faisait pour le microscope, oblige ici à faire mouvoir l'oculaire, pour *mettre au point*. — L'objectif, formé par un système de lentilles achromatique, est assujéti en A à l'extrémité d'un gros tube

(*) L'invention de la *lunette astronomique* paraît due à Zacharias Jansen, et remonte aux dernières années du seizième siècle.

de métal AB (fig. 655) : dans l'autre extrémité B, s'engagent deux tirages CD et EF, c'est-à-dire deux tubes de diamètres plus petits, dont le dernier porte l'oculaire F. Cet oculaire est toujours, comme dans le microscope, un *oculaire composé*. — Pour obtenir une image aussi parfaite que possible, on commence par faire mouvoir à la main le tube EF dans le tube CD, jusqu'à ce que l'image apparaisse avec une certaine netteté :

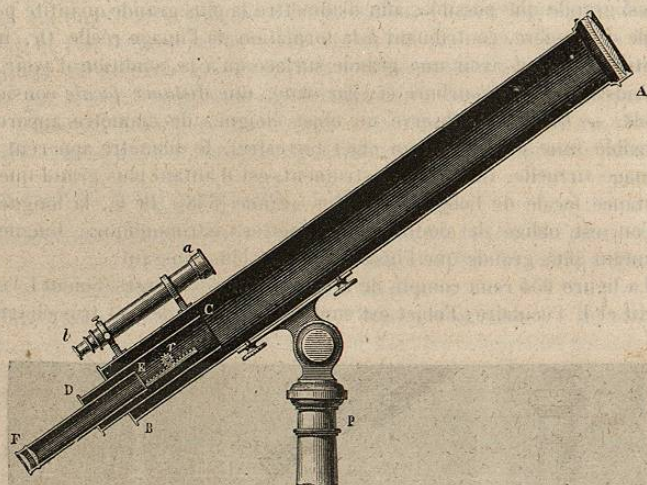


Fig. 655. — Lunette astronomique.

on achève ensuite de mettre au point, en imprimant au tube CD de petits déplacements, au moyen de l'engrenage r qui correspond à un bouton extérieur.

858. Grossissement de la lunette astronomique. — Dans la lunette astronomique, comme dans tous les instruments d'optique, on doit appeler *grossissement* le rapport du diamètre apparent de l'une des dimensions de l'image, vue dans l'instrument, au diamètre apparent de la dimension correspondante de l'objet vu à l'œil nu. Mais ici, la distance de l'objet ne pouvant pas varier au gré de l'observateur, il est nécessaire de considérer le diamètre apparent de l'objet tel qu'il est vu, sans instrument, *dans sa position réelle*.

Supposons toujours que le centre optique de l'œil et celui de l'oculaire L' (fig. 654) se confondent : le diamètre apparent de $A'B'$ est l'angle $A'C'B'$. Pour évaluer celui de la dimension homologue AB de l'objet, nous supposons, eu égard à la grande distance de cet objet, que l'œil soit transporté au centre optique C de l'objectif : il voit alors la dimension AB sous l'angle ACB. Le grossissement linéaire G est donc égal à $\frac{A'C'B'}{ACB}$. Ce

rapport est égal à celui des angles $A_1C'P_1$, et A_1CP_1 , ou à celui de leurs tangentes trigonométriques, c'est-à-dire au rapport de $\frac{A_1P_1}{C'P_1}$ à $\frac{A_1P_1}{CP_1}$; on a donc, en supprimant le facteur commun A_1P_1 :

$$G = \frac{CP_1}{C'P_1}.$$

Or, l'image réelle A_1B_1 se fait sensiblement au foyer F de l'objectif, lequel se confond à peu près avec le foyer de l'oculaire ; si donc on désigne par F la distance focale principale de l'objectif, et par f la distance focale principale de l'oculaire, on aura pour expression approchée du grossissement :

$$G = \frac{F}{f} (*).$$

Cette expression montre que le grossissement est d'autant plus grand que F est lui-même plus grand par rapport à f ; c'est là une remarque importante, sur laquelle nous reviendrons plus loin.

859. Mesure expérimentale du grossissement. — Pour déterminer par expérience le grossissement d'une lunette, on peut employer une sorte de chambre claire (fig. 656), disposée comme celle qui nous a servi pour le microscope composé (855). On dispose, à une grande distance de l'instrument, une échelle divisée ; l'œil placé comme l'indique la figure 656, voit l'échelle à travers la lunette, par l'ouverture du miroir m ; tandis que les rayons réfléchis par les deux miroirs m' et m la font voir telle qu'elle apparaîtrait à l'œil nu. Le grossissement est donné par le nombre n de divisions vues à l'œil nu qui correspondent à une seule division vue à travers la lunette.

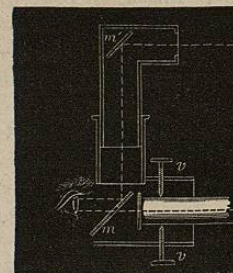


Fig. 656.

840. Réticule. — Fixation de l'axe optique. — Dans les recherches astronomiques, les lunettes servent surtout à déterminer exactement les *directions* dans lesquelles se trouvent les astres, par rapport à l'observateur, à un moment donné. Il est donc indispensable de fixer, dans l'instrument lui-même, une *ligne de visée*.

Pour arriver à ce résultat, on place à l'intérieur du tube, dans le

(*) Cette approximation n'est complètement légitime que si l'on suppose l'œil adapté pour la vision à une très grande distance, puisque c'est alors seulement que l'image A_1B_1 doit, pour être vue distinctement dans l'oculaire, être placée très près de son foyer. — C'est ce qu'on exprime quelquefois en disant que l'expression précédente indique la valeur du grossissement pour un œil infiniment presbyte.

plan même où se forme l'image réelle fournie par l'objectif, un *réticule* (fig. 657), c'est-à-dire un diaphragme présentant une ouverture circulaire dans laquelle sont tendus deux fils très fins, perpendiculaires entre eux : ce sont ordinairement des fils d'araignée. — Pour viser un astre, on dirige la lunette de façon que l'œil, placé derrière l'oculaire,



Fig. 657.
Réticule.

voit l'image de cet astre coïncider avec le point de croisement des fils. Il ne peut en être ainsi que si l'astre lui-même est situé dans le prolongement de la droite qui passe par le point de croisement des fils et par le centre optique de l'objectif (789). — On voit donc que le point de croisement des fils détermine, avec le centre optique de l'objectif, une droite qui doit être considérée comme liée à la lunette elle-même, et qui sert à définir la ligne de visée. — C'est cette droite qu'on nomme l'*axe optique* de la lunette (*).

Des cercles gradués, sur lesquels se meuvent les lunettes, servent à mesurer les angles dont on doit déplacer leur axe optique pour passer d'un astre à un autre.

841. Champ de la lunette. — Point oculaire. — En raisonnant comme on l'a fait pour le microscope (856), on verra encore que le *champ* est limité par la nappe antérieure d'un cône ayant son sommet au centre optique de l'objectif, et s'appuyant sur les bords de l'oculaire.

Il en résulte que, avec un même oculaire, le champ est d'autant plus petit que la distance focale principale de l'objectif est plus grande, c'est-à-dire que le grossissement de la lunette est plus considérable (858). Aussi est-il toujours difficile, avec les lunettes très grossissantes, de trouver, sur la voûte céleste, un astre déterminé, faute de pouvoir amener simultanément dans le champ les autres astres qui serviraient de repères. C'est pourquoi on adjoint, aux instruments un peu puissants, une *lunette chercheur* ab (fig. 655), ayant un grossissement beaucoup moindre et un champ beaucoup plus grand. L'axe optique du chercheur est rendu sensiblement parallèle à celui de la grande lunette, en sorte que, lorsqu'il est pointé sur un astre déterminé, celui de la grande lunette l'est au moins approximativement, et cet astre apparaît dans le champ de la vision.

Il y a, dans la lunette astronomique comme dans le microscope, un *point oculaire*, c'est-à-dire un point par lequel passent les rayons de tous les points du champ : c'est encore le foyer conjugué, par rapport à l'oculaire, du centre optique de l'objectif (856); il se confond sensi-

(*) La *lunette du cathétomètre* (fig. 20) n'est autre chose qu'une lunette astronomique, disposée pour la vision d'objets rapprochés; c'est, en quelque sorte, un instrument intermédiaire entre la lunette astronomique et le microscope composé. L'axe optique y est déterminé, comme dans la lunette astronomique, par un réticule placé dans le plan où se fait l'image réelle donnée par l'objectif.

blement avec le deuxième foyer F' de l'oculaire (fig. 654). L'œil, placé au point oculaire, voit le champ tout entier (*).

842. Divers systèmes d'oculaires composés adaptés au microscope et à la lunette astronomique. — Les oculaires des microscopes et des lunettes sont toujours formés par un système de deux lentilles, constituant un *oculaire composé*.

— Selon la position de ces lentilles par rapport à l'image réelle fournie par l'objectif, le système prend le nom d'*oculaire négatif* ou d'*oculaire positif*.

1° *Oculaire négatif*, ou *oculaire d'Huyghens*, peut être considéré comme différent d'un oculaire simple LL' (fig. 658) par l'addition d'une seconde lentille L_1L_1' , placée entre l'objectif W et le plan où viendraient se former les images réelles : de là résulte que l'image réelle d'un point tel que m n'est plus au point m' où l'objectif tendait à la former, mais en un point m'_1 , situé entre le point m' et le centre optique C_1 : c'est ce point m'_1 que l'on regarde au travers de la lentille LL' (**).

Il est facile de voir que, si les courbures de ces lentilles sont convenablement calculées, l'*achromatisme* de l'image virtuelle peut être obtenu au moyen de cet oculaire composé, lors même que l'objectif ne serait pas achromatique. — En effet, soient $a'b'$ et $a''b''$ (fig. 659) l'image rouge et l'image violette que formeraient les rayons de ces deux couleurs, après avoir été réfractés par l'objectif W ; l'interposition de la lentille L_1L_1' transporterait les points a' et a'' en leurs foyers conjugués a_1 et a_2 , situés sur les axes secondaires C_1a' et C_1a'' : on conçoit donc qu'on puisse choisir les distances focales des deux verres de l'oculaire, de façon que les points a_1 et a_2 soient en ligne droite avec le centre optique C de LL' , en sorte que

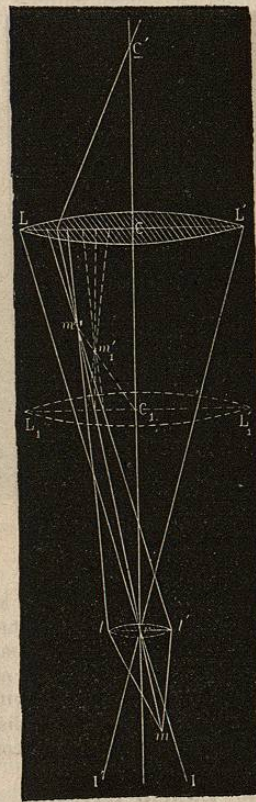


Fig. 658. — Oculaire négatif.

(*) Pour calculer le grossissement linéaire (858), nous avons supposé le centre optique de l'œil au point C' ; en réalité, l'œil est placé au point oculaire, et le centre optique de l'œil se confond sensiblement avec le point F' . Mais alors la distance $F'P'$ étant au moins égale à la longueur focale de l'oculaire $C'F'$, on peut considérer les angles $A'F'B'$ et $A'CB'$ comme sensiblement égaux; ce qui, pour le calcul, revient à supposer le centre optique de l'œil au point C' .

(**) Cette lentille L_1L_1' est quelquefois désignée sous le nom de *verre de champ* ou de *lentille collective*. On voit, en effet, que l'interposition de cette lentille ramène

ces deux points étant vus par l'œil dans la même direction, les images de diverses couleurs se superposent.

2° L'oculaire positif, ou *oculaire de Ramsden*, n'est autre chose qu'une loupe composée, formée de deux lentilles convergentes, qui sont situées l'une et

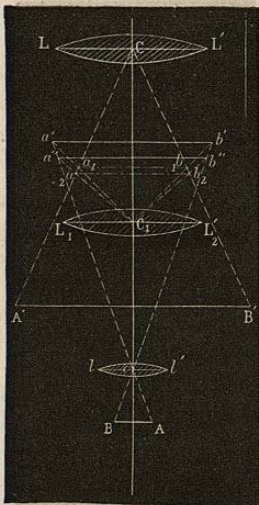


Fig. 659. — Achromatisme de l'oculaire négatif.

afin que l'œil, situé derrière la lentille LL' , pût voir dans le même plan l'image virtuelle de m'_1 et l'image virtuelle du réticule; par suite, à chaque observation, les déplacements que l'on imprimerait à l'oculaire tout entier, pour mettre au point, auraient pour effet, de modifier la direction de l'axe optique.

Le plus souvent, dans la lunette astronomique, on emploie l'oculaire positif de Ramsden, dans lequel la distance des deux lentilles est égale aux deux tiers de leur longueur focale commune.

845. **Lunette terrestre.** — Le renversement des images, qui n'a aucun inconvénient dans les observations astronomiques, serait peu commode pour l'observation des objets terrestres. — On désigne sous le nom de *lunettes terrestres*, ou *longues-vues*, des lunettes qui diffèrent de la lunette astronomique par l'interposition, entre l'objectif et l'oculaire, d'un système de lentilles ayant pour but de substituer, à l'image

vers le centre C l'axe du faisceau provenant du point m qui vient rencontrer cette lentille. Il peut donc arriver que ce faisceau rencontre alors la lentille LL' , lors même que la droite cm' ne la rencontrerait pas. Donc la présence de la lentille L_1L_1' , augmente le champ de l'instrument. — En revanche, elle diminue le grossissement, puisque chacun des points de l'image réelle est ainsi rapproché de l'axe de l'appareil.

réelle et renversée qui est fournie par l'objectif, une autre image redressée, par rapport à laquelle l'oculaire fonctionne toujours comme une loupe. — Voici la disposition qui est le plus souvent adoptée.

Au delà de l'image réelle et renversée A_1B_1 (fig. 660) qui est fournie par l'objectif (l'objectif est supposé à gauche, bien en dehors des limites de la figure), on place une première lentille C_1 , à une distance de A_1B_1 moindre que sa distance focale principale C_1f_1 ; cette lentille substitue, à l'image réelle A_1B_1 , une image virtuelle A_2B_2 , qui est encore renversée par rapport à l'objet, et qui est plus grande que A_1B_1 . Au delà de C_1 est une seconde lentille C_2 , placée à une distance de A_2B_2 qui diffère peu du double de sa distance focale principale; l'image A_2B_2 se comporte

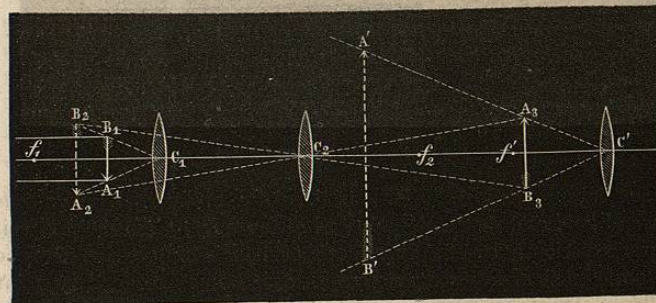


Fig. 660. — Oculaire terrestre.

alors par rapport à cette lentille comme un objet, en sorte qu'elle donne en A_3B_3 une image réelle, renversée par rapport à A_2B_2 , c'est-à-dire redressée par rapport à l'objet, et dont la grandeur diffère peu de celle de A_2B_2 . — C'est cette image redressée qu'on regarde au travers de la lentille oculaire C' : le foyer principal f' de cette lentille est placé de manière qu'elle fonctionne comme une loupe, substituant à l'image A_2B_2 une image virtuelle et grossie $A'B'$, droite par rapport à l'objet.

On donne le nom d'*oculaire terrestre* au système des trois lentilles C_1, C_2, C' , qui sont fixées dans un même tube, mobile à tirage, de manière à permettre la mise au point. — L'ensemble des deux lentilles C_1 et C_2 a reçu le nom de *véhicule* (*).

(*) Le redressement de l'image pourrait être produit par l'emploi d'une seule lentille complémentaire C_2 , qui substituerait alors, à l'image réelle A_1B_1 fournie par l'objectif, une image réelle placée dans une position analogue à celle de A_3B_3 dans la figure 660. Mais il est facile de voir qu'il en résulterait une diminution considérable du champ. En effet, avec le système des deux lentilles C_1 et C_2 , le champ est mesuré par l'angle d'un cône ayant pour sommet le centre optique de l'objectif (supposé à gauche de la figure 660), et pour base la surface de la lentille C_1 ; si, pour redresser l'image, on n'employait que la lentille C_2 , la base du cône, dont l'angle mesure le champ, serait la surface de la lentille C_2 ; la base s'éloignant ainsi du sommet du cône, l'angle du cône serait notablement moindre. — Donc, en opérant le redressement au

844. **Lunette de Galilée.** — **Lorgnettes jumelles.** — La lunette de Galilée permet d'obtenir une image droite, sans l'interposition de verres supplémentaires, en employant simplement comme oculaire une lentille *divergente*. — Cette disposition a, en outre, comme nous allons le voir, l'avantage de donner à l'instrument une longueur bien moindre.

La figure 661 indique la marche des rayons lumineux. Soit A_1B_1 l'image réelle et renversée que donnerait l'objectif L, un peu au delà

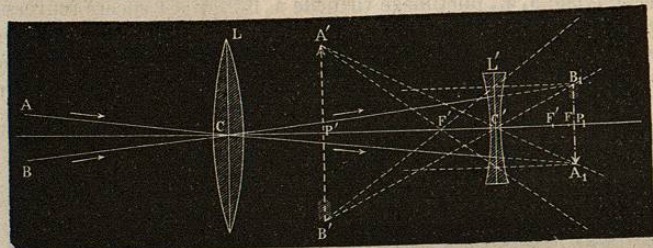


Fig. 661. — Lunette de Galilée.

de son foyer principal F. Plaçons l'oculaire divergent L' entre cette image et l'objectif, de manière que sa distance $C'P_1$ à l'image A_1B_1 soit un peu supérieure à sa distance focale principale $C'F'$, et cherchons ce que deviendront alors les rayons qui seraient venus concourir au point A_1 . Parmi ces rayons, nous considérerons celui qui se propageait parallèlement à l'axe principal : en traversant l'oculaire divergent, ce rayon est réfracté de manière que son prolongement géométrique passe par le foyer principal virtuel situé en F' , à gauche de la lentille (796) ; il rencontre en A' l'axe secondaire $A_1C'A'$; c'est donc en A' que passent les prolongements de tous les rayons qui, sans l'interposition de l'oculaire, viendraient se croiser en A_1 . On détermine le point B' par une construction semblable. — De là résulte que l'œil, placé au delà de l'oculaire, voit en $A'B'$ une image virtuelle, agrandie et renversée par rapport à A_1B_1 , c'est-à-dire *droite* par rapport à l'objet lui-même (*).

moyen d'un véhicule formé de deux lentilles, au lieu d'une seule, on a l'avantage d'augmenter le *champ*, ce qui est un point capital pour l'observation des objets terrestres.

Au lieu d'une seule lentille oculaire C' (fig. 660), on emploie le plus ordinairement un système de deux lentilles fonctionnant comme un *oculaire négatif* (842, 1°). — Le système connu sous le nom d'*oculaire terrestre* comprend alors, en définitive, quatre lentilles, portées dans un même tube à tirage.

(*) Dans la lunette de Galilée, l'image de l'objectif formée par l'oculaire est virtuelle ; il n'existe donc pas, comme dans la lunette astronomique (841), une position de l'œil permettant de recevoir tous les rayons transmis par l'instrument. On a intérêt à placer l'œil le plus près possible de l'oculaire, afin de recevoir le plus grand nombre possible des rayons divergents qui en sortent. — Pour une position déterminée de l'œil, le *champ* est limité par un cône ayant pour sommet le centre optique de l'objectif, et pour base l'ouverture de la pupille ; la grandeur du champ de la lunette de Galilée varie donc avec la position de la pupille.

Les lorgnettes de spectacle, ou *jumelles*, se composent de deux lunettes de Galilée, assujetties parallèlement. Les tubes qui portent les objectifs $AB, A'B'$ (fig. 662), sont réunis par des traverses, à leurs deux extrémités. Les tubes à tirage qui portent les oculaires $CD, C'D'$ sont réunis également par une traverse DC' , de manière qu'on puisse faire mouvoir ensemble ces deux tubes à tirage, et les mettre simultanément au point pour les deux yeux. Il suffit, pour cela, de faire tourner sur lui-même

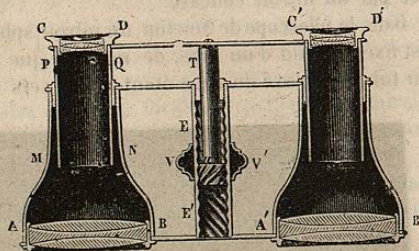


Fig. 662. — Lorgnettes jumelles.

le tube EE' , au moyen de la molette saillante VV' que l'on tient entre les doigts : le pas de vis pratiqué intérieurement sur la paroi de ce tube fait alors monter ou descendre la tige T , qui est fixée à la traverse DC' (*).

845. **Avantages relatifs des divers systèmes de lunettes.** — Pour l'observation des corps célestes, la lunette astronomique est préférable à la lunette terrestre, parce qu'elle est composée d'un moins grand nombre de verres : de là résulte une moindre perte de lumière, par les absorptions auxquelles donnent toujours lieu les lentilles, ou par les réflexions partielles qui se produisent à leur surface. — On a vu en outre que, dans la lunette astronomique, on peut fixer exactement la ligne de visée au moyen d'un réticule (840) : ce résultat ne peut être obtenu avec la lunette de Galilée, dans laquelle il ne se forme pas d'image réelle.

Pour l'observation des objets terrestres, on tient généralement à obtenir des images droites : on emploie alors la lunette terrestre ou celle de Galilée. — La lunette de Galilée a l'avantage d'offrir, à égalité de grossissement, une longueur moindre, puisque sa longueur est sensiblement égale à la différence des distances focales principales de ses deux verres (fig. 661), tandis que la longueur de la lunette terrestre est supérieure à la somme de ces mêmes distances (843). Aussi est-ce toujours d'après le système de la lunette de Galilée que l'on construit les instruments qu'on cherche à rendre très portatifs. — Lorsqu'on se propose de distinguer des objets dont la grande distance rend difficile l'observation des détails, c'est à la lunette terrestre ou *longue-vue* que l'on a recours ; on obtient en général un grossissement d'autant plus grand que l'instrument présente une plus grande longueur.

(*) Dans les bonnes lorgnettes, chacun des objectifs et des oculaires est ordinairement composé de trois lentilles, formant un système *achromatique*.