

# OPTIQUE (IX)

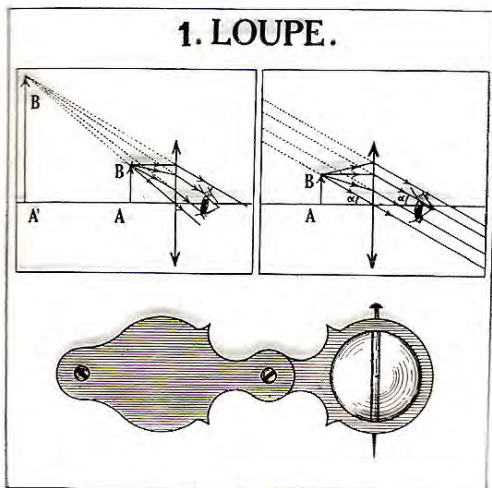
## 1. - LES INSTRUMENTS D'OPTIQUE

On appelle *instruments d'optique* des appareils destinés à aider l'œil dans l'observation des objets. Ce sont en général des lentilles ou des associations de lentilles qui donnent d'un objet à examiner une image que l'œil peut observer sous un plus grand angle.

Les uns servent à examiner des objets petits, mais que l'on a sous la main, que l'on peut placer à sa guise : ce sont la loupe et le microscope.

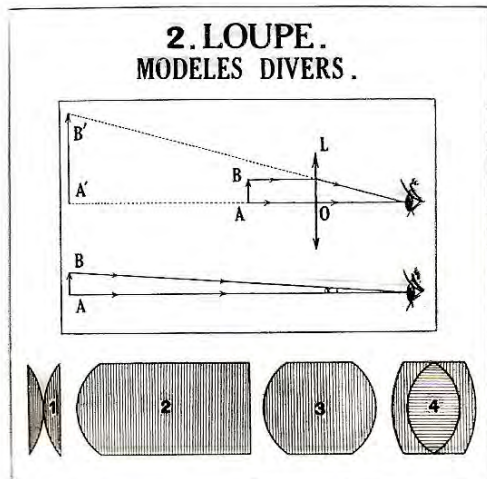
Les autres servent à examiner des objets éloignés : ce sont les diverses lunettes et les télescopes.

### 1. — LA LOUPE.



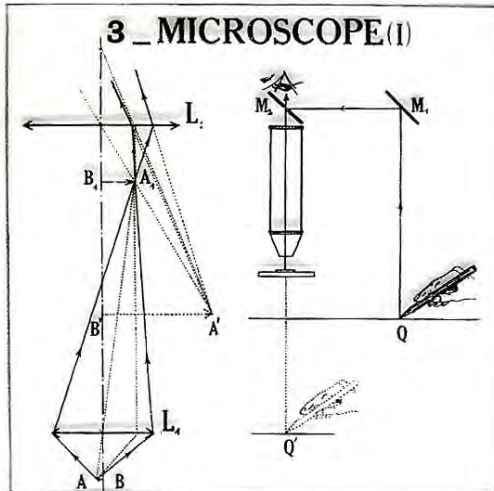
1. — LA LOUPE. — C'est le plus simple des instruments d'optique. C'est une lentille convergente qui d'un objet réel AB donne une image virtuelle A'B' (fig. de gauche). Cette image A'B' peut d'ailleurs se former à très grande distance, même à l'infini, si l'œil (normal) veut éviter la fatigue de l'accommodation (fig. de droite). Cette figure montre que l'angle  $\alpha$ , sous lequel on voit l'objet à travers la loupe, est d'autant plus grand que la distance focale est plus petite. (Ici A est au foyer.) La puissance d'une loupe est en raison inverse de sa distance focale. — En bas, vue d'une loupe, au travers de laquelle on regarde une épingle. Elle peut être repliée dans une espèce d'étui.

### 2. — LA LOUPE. MODELES DIVERS.



2. — LA LOUPE. MODELES DIVERS. — La partie supérieure de la figure permet de se rendre compte de la façon dont la loupe « grossit ». L'œil voit, à travers la loupe, A'B', sous un certain angle. Il pourrait, sans le secours de la loupe, voir l'objet sous le même angle, mais il faudrait alors que l'objet soit placé en O : il serait trop près et la vue ne serait pas nette. Si A'B' est à la distance minima de vision distincte, il faut, pour voir AB à l'œil nu, le placer à la même distance. Les deux figures nous permettent alors de comparer les deux angles. En bas, coupes de diverses loupes. (3) Lentille épaisse. (2) Dioptré sphérique à une extrémité, à l'autre dioptré, plan où on peut coller l'image à observer : il existe de semblables loupes dans certains porte-plumes. (1) Loupe composée de deux lentilles. (4) Loupe achromatique de trois lentilles.

### 3. — MICROSCOPE.



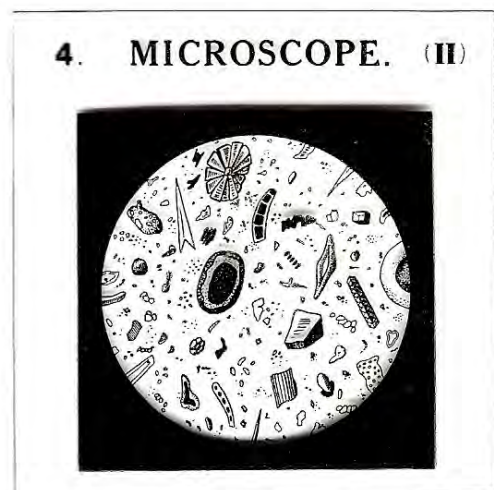
3. — MICROSCOPE. — *Principe* (fig. de gauche). — Du petit objet  $AB$ , on fait, au moyen d'une première lentille  $L_1$  (objectif) une image réelle  $A_1B_1$ , qu'on regarde à l'aide d'une seconde lentille  $L_2$  (oculaire) qui joue le rôle de loupe. L'image finale (*virtuelle*) est  $A'B'$ .

Pour que l'appareil soit grossissant, il faut d'abord que  $A_1B_1$  soit beaucoup plus grand que  $AB$ , ce qui exige que  $AB$  soit très près du foyer objet et par suite  $A_1B_1$  très loin du foyer image de l'objectif. L'appareil devant ne pas être trop long, il faut donc que la distance focale de l'objectif soit petite. De même, celle de l'oculaire, puisqu'il joue le rôle de loupe (§ 1). Le microscope sera donc d'autant plus puissant que les deux distances focales seront plus courtes.

*Chambre claire* (fig. de droite). — Moyen commode de dessiner avec précision une image fournie par un microscope. L'œil voit dans la même direction (verticale) ladite image et, par réflexions successives, sur les deux miroirs  $M_1$  et  $M_2$ , une feuille de papier et la pointe  $Q$  du crayon. En réglant la mise au point du microscope, il peut les superposer exactement. La pointe du crayon peut alors suivre les contours. L'ensemble des deux miroirs  $M_1$   $M_2$  constitue l'essentiel de la chambre claire.

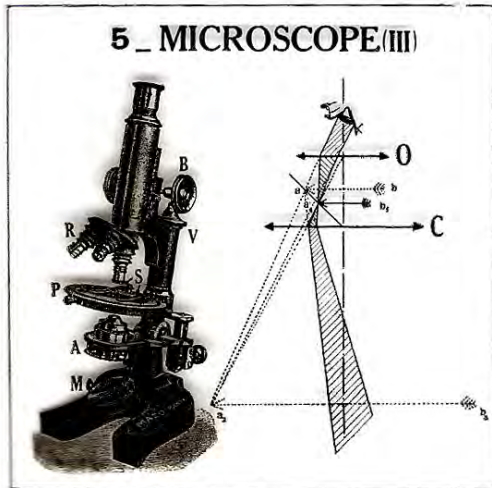
Elle peut servir à mesurer le grossissement. On regarde à travers l'appareil une division au  $1/100^e$  de millimètre, par exemple, et par réflexion, une division au millimètre; et on les superpose. Si l'on observe, par exemple, qu'une division grossie couvre trois divisions de 1 millimètre, c'est que le grossissement est 300.

### 4. — MICROSCOPE (II).



4. — MICROSCOPE (II). — Poussières de l'air vues à travers un microscope très grossissant.

## 5. — MICROSCOPE (III).



5. — MICROSCOPE (III). — Dans un microscope, en fait, ni l'objectif, ni l'oculaire, ne sont des lentilles simples. Les objectifs, en particulier, sont très compliqués. Les oculaires sont, en général, composés de deux lentilles.

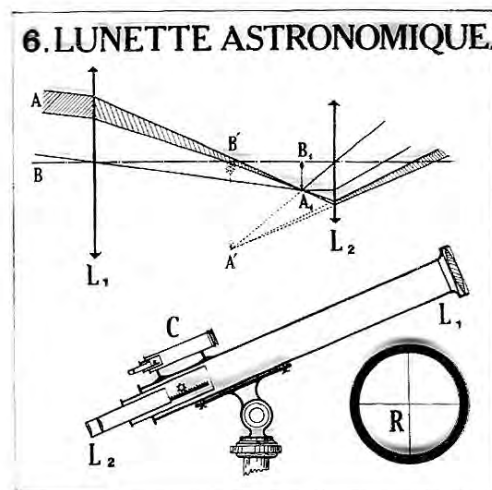
Dans un oculaire négatif (figure de droite), l'image  $ab$  (réelle) que donne l'objectif ne se forme pas en réalité. Elle joue, par rapport à la première lentille de l'oculaire (C, lentille de champ) le rôle d'objet virtuel. Cette première lentille donne de  $ab$  une image réelle,  $a_1b_1$ , et la seconde lentille (O, lentille de l'œil) donne l'image virtuelle définitive  $a_2b_2$ .

À gauche, vue d'un microscope moderne. Trois objectifs peuvent être, à volonté, mis au bout du tube (système à revolver, R) L'objet, toujours très mince, est entre deux lames de verre. L'une (porte-objet) est maintenue par deux ressorts S sur la platine P du microscope. L'autre (couvre-objet) est beaucoup plus mince.

L'objet est éclairé par dessous au moyen de rayons que renvoie le miroir M et que concentre sur l'objet le condenseur A.

La mise au point se fait en déplaçant tout le tube par rapport à l'objet. On la commence au moyen d'un système à crémaillère mu par le bouton B. On achève au moyen d'une vis V.

## 6. — LUNETTE ASTRONOMIQUE.



6. — LUNETTE ASTRONOMIQUE. — Principe. — Comme dans le microscope, une image réelle donnée par un objectif L1 est observée par un oculaire L2. Image virtuelle définitive A'B'.

Différence avec le microscope : l'objet est à très grande distance. Son image est pratiquement au foyer et sa grandeur est proportionnelle à la distance focale de l'objectif. La lunette sera d'autant plus grossissante que cette distance focale sera plus grande. D'autre part, elle sera en raison inverse de celle de l'oculaire, pour les mêmes raisons que plus haut (§ 3 et § 1). Nous démontrerons, à l'occasion de la lunette de Galilée, qu'elle est égale à  $f_1/f_2$ . Mais la formule est vraie aussi pour la lunette astronomique.

Autre différence. Mise au point. A1 B1 étant fixe vis-à-vis de l'objectif, la mise au point se fera en déplaçant L2 (comme dans la loupe) vis-à-vis de l'objet et par suite vis-à-vis de L1.

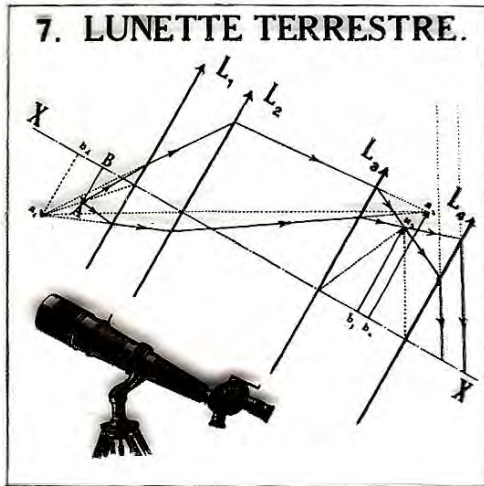
Les deux lentilles sont portées par des tubes différents qui coulissent l'un dans l'autre, parfois par l'intermédiaire d'un troisième (figure).

Pour faire une visée, on place dans le plan de l'image A1 B1 un reticule (en bas, à droite), diaphragme sur lequel sont tendus perpendiculairement deux fils très fins (fils de toile d'araignée). La visée consiste à voir l'objet coïncider avec le point de croisée des fils du reticule.

Une lunette puissante, ayant, comme nous le verrons, un faible champ, il serait très difficile de trouver un astre. Aussi on associe à une lunette d'observatoire une autre beaucoup moins puissante, dont l'axe est parallèle au sien. Le champ de celle-ci étant beaucoup plus large, il est plus facile d'y faire entrer l'astre cherché. On l'amène sur le reticule de la petite lunette. Il est alors dans le champ de la plus grande.



7. — LUNETTE TERRESTRE.



7. — LUNETTE TERRESTRE. — L'objectif d'une lunette astronomique donne de l'objet une image renversée que l'oculaire ne redresse pas. Cela n'a aucun inconvénient quand il s'agit d'objets astronomiques. Mais, sur terre, il ne peut être indifférent de voir les objets à l'envers. On introduit un système auxiliaire (*véhicule*) qui donne de A1B1 une image redressée.

Le véhicule peut être constitué par deux prismes à réflexion totale. (Voir notre feuille n° 5, planche 8.)

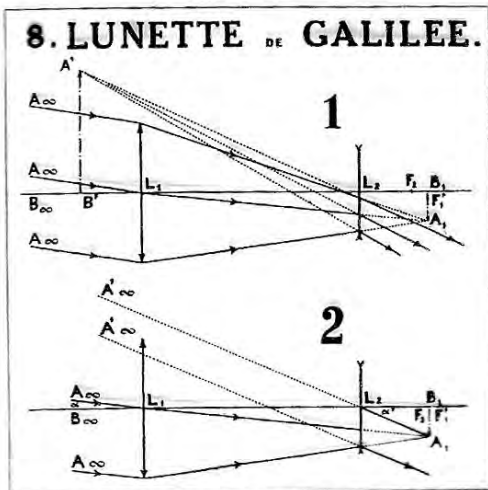
Dans notre figure, le véhicule est constitué de deux lentilles L1 L2, la première donne de AB une image a1b1 dont la seconde donne une image redressée a2b2.

L3 L4 constitue un oculaire négatif ordinaire (§ 5).

L'image définitive est à l'infini. L'ensemble des quatre lentilles forme l'oculaire terrestre.

En bas, vue d'une lunette terrestre.

8. — LUNETTE DE GALILÉE.



8. — LUNETTE DE GALILÉE. — Si l'on veut obtenir une image droite avec un oculaire simple, il faut alors prendre une lentille divergente : nous avons alors la lunette de Galilée.

L'image A1B1 donnée par l'objectif joue le rôle d'objet virtuel par rapport à l'oculaire divergent qui en donne une image définitive A1B1 (fig. 1).

Cette image peut être rejetée à l'infini (fig. 2). Alors, l'image A1B1, qui est toujours dans le plan focal F'1 de l'objectif, se trouve en même temps dans le plan focal objet (*virtuel*) F2 de l'oculaire.

Les angles  $x'$  et  $x$  sous lesquels on voit l'objet à travers l'appareil et à l'œil nu, sont aussi ceux sous lesquels on voit A1B1 de L2 et de L1, c'est-à-dire des distances  $f_2$  et  $f_1$ . Le rapport  $x'/x$ , grossissement de lentille, est donc égal à  $f_1/f_2$ .

## 9. — JUMELLES.

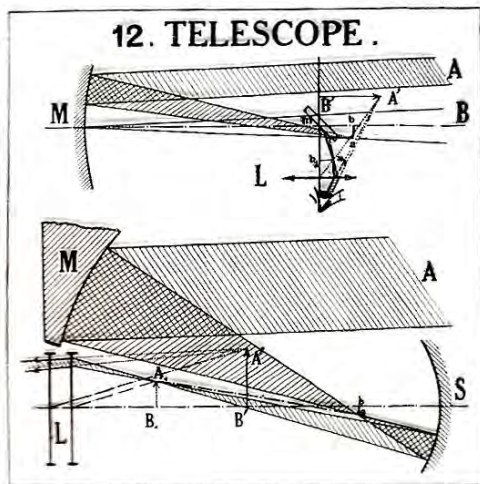


9. — *JUMELLES.* — Les jumelles terrestres sont souvent associées par deux, une pour chacun des deux yeux. On a ainsi des jumelles.

Les plus courantes sont faites de deux lunettes de Galilée ou de deux lunettes à prisme.

Voir (fig. 9) divers modèles de ces deux espèces de jumelles. Dans l'une des jumelles à prismes, on a rendu visible la marche des rayons.

## 12. — TÉLESCOPE.



12. — *TÉLESCOPE.* — A une époque où l'on ne croyait pas pouvoir réaliser l'achromatisme des lentilles, on a cherché à remplacer l'objectif des lunettes par un miroir.

Une difficulté : il ne faut pas que la tête de l'observateur gêne l'arrivée des rayons incidents. Le dispositif de Newton est représenté en haut : Le miroir objectif M donnerait d'un objet AB une image réelle ab. Mais un petit miroir plan incliné à  $45^\circ$  sur l'axe empêche la formation de ab dont il donne l'image réelle a1b1. L'oculaire L donne ensuite l'image définitive A'B'.

Autre dispositif. Le miroir objectif M est percé suivant son axe. C'est un second miroir sphérique S de même axe qui renvoie les rayons sur l'oculaire. M donne de l'objet AB l'image ab. De ab, le miroir S donne l'image A1B1 dont l'oculaire L donne l'image définitive A'B'.

La figure ne représente qu'une fraction de la section de M. Il y en a une autre partie symétrique par rapport à l'axe LS.

Bien qu'on sache aujourd'hui construire des lentilles achromatiques, on n'a pas abandonné le télescope, car il est plus facile de construire de très grands miroirs que de très grandes lentilles sans défauts.

Un perfectionnement a consisté à remplacer pour l'oculaire M le miroir sphérique par le miroir parabolique, qui donne des images plus parfaites.

## 10 et 11. — GROSSISSEMENT.

10 et 11. — GROSSISSEMENT. — Ce qu'on voit dans une lunette, en regardant le même paysage et en faisant varier le grossissement (en changeant d'objectif) : Dans la figure 11, le grossissement est le triple de ce qu'il est dans la figure 10. Le champ varie en sens inverse : on voit un espace trois fois moins étendu.

