

CHAPITRE V

VISION. — INSTRUMENTS D'OPTIQUE. — VITESSE
DE LA LUMIÈRE

I. — VISION.

777. **Structure de l'œil.** — Le globe de l'œil offre, chez l'homme, à peu près la forme d'une sphère : la figure 659 en représente une coupe, par un plan vertical dirigé d'avant en arrière. — L'enveloppe de ce globe est formée, pour la plus grande partie de sa surface, par une membrane blanche et opaque SS, à laquelle sa consistance a fait donner le nom de *sclérotique* (*ακτινωτός*, dur). — A la partie antérieure, la sclérotique est remplacée par une membrane incolore et transparente C, dont la surface a la forme d'une portion de sphère, d'un rayon plus petit que celui de la sclérotique : on lui donne le nom de *cornée trans-*

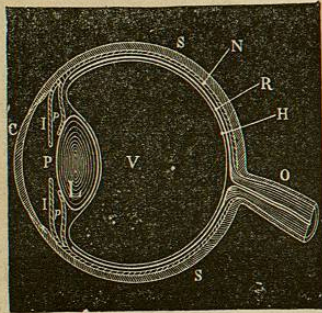


Fig. 639. — Coupe du globe de l'œil.

parente, pour la distinguer de la sclérotique qu'on nomme aussi quelquefois *cornée opaque*.

A l'intérieur du globe, derrière la cornée et à une petite distance, se trouve une cloison membraneuse verticale, perpendiculaire à l'axe de l'œil : c'est l'*iris* I, I, percé en son centre d'une ouverture circulaire, la *pupille* P. La membrane de l'iris offre, chez les divers individus, des colorations différentes, variant du bleu au brun le plus foncé. — Derrière la pupille, à une très petite distance, se trouve une lentille convergente, le *cristallin* L : cette lentille est formée de couches superposées, dont les indices de réfraction vont en croissant des parties super-

ficielles aux parties profondes ; elle est contenue dans une poche membraneuse et diaphane, qu'on nomme la *capsule du cristallin*, et maintenue en avant par les *procès ciliaires* p, p.

La cavité du globe est ainsi séparée, par le cristallin et les procès ciliaires, en deux cavités n'offrant entre elles aucune communication. — La première, située en avant du cristallin, est remplie d'une humeur limpide et incolore, l'*humeur aqueuse*. — La seconde, qui occupe les deux tiers postérieurs de l'œil, renferme un liquide plus consistant : c'est l'*humeur vitrée*, entourée par la *membrane hyaloïde* H.

Enfin, par la partie postérieure de l'œil, pénètre un nerf remarquable par sa grosseur, le *nerf optique* O. Ce nerf, après avoir traversé la sclérotique, s'épanouit en une membrane mince, la *rétine* R : celle-ci est séparée de la sclérotique, dont elle suit le contour, par une couche de matière noire ou *pigment*, supportée par une membrane intermédiaire, la *choroïde* N.

778. **Actions exercées par les diverses parties de l'œil sur les rayons lumineux.** — Considérons des rayons lumineux émis par un point extérieur. La cornée transparente C, ayant partout une épaisseur sensiblement constante, se comporte comme une lame à faces parallèles, et tout se passe comme si les rayons pénétraient de l'air dans l'humeur aqueuse : chacun de ces rayons est dévié vers l'axe de l'œil. — Les rayons qui ont ainsi pénétré n'arrivent pas tous au cristallin ; l'iris remplit le rôle d'un diaphragme (749), et intercepte ceux qui seraient trop distants de l'axe : c'est la diffusion de ces rayons sur l'iris qui rend cette membrane visible à l'extérieur, avec la coloration qui lui est propre (*).

Le cristallin, placé entre deux milieux dont les indices de réfractations sont peu différents, agit comme une lentille convergente sur les rayons qui ont traversé la pupille, c'est-à-dire qu'elle les fait converger davantage (**). — Enfin ces rayons vont rencontrer la rétine : l'impression produite sur cette membrane nerveuse est transmise par le nerf optique, et donne naissance à la sensation lumineuse.

779. **Formation des images au fond de l'œil.** — Si l'on prend un œil de bœuf et que, après avoir aminci la sclérotique jusqu'à la ren-

(*) L'ouverture de la pupille éprouve des variations de grandeur qui sont surtout en rapport avec l'éclat de la lumière qui arrive à l'œil. Lorsque l'on considère avec attention un œil fixé sur un objet peu lumineux, on constate que l'ouverture de la pupille s'agrandit, de manière à laisser arriver sur le cristallin le plus grand nombre possible de rayons. Au contraire, quand l'œil regarde un objet très brillant, la pupille se resserre, afin de diminuer la quantité de lumière qui, en arrivant sur la rétine, produirait sur elle une impression pénible.

(**) Le cristallin étant formé de couches successives, dont l'indice de réfraction va en décroissant à mesure qu'elles s'éloignent du centre, les rayons les plus distants de l'axe sont moins déviés que si la lentille présentait partout le même indice de réfraction qu'au centre. On conçoit donc que les rayons émanés d'un même point puissent concourir en un foyer, sans aberration de sphéricité appréciable.

dre transparente à sa partie postérieure, on place une bougie à 50 ou 40 centimètres en avant de la cornée, on voit, en regardant par derrière, se peindre sur le fond de l'œil une petite image *renversée* de la bougie.

L'ensemble des milieux de l'œil se comporte donc comme un *système convergent*, qui concentre, sur les divers points de l'écran formé par la rétine, les rayons lumineux émanés des divers points d'un objet placé en avant. Les rayons émis par un point P, placé sur l'axe même de l'œil (fig. 660), viennent faire leur foyer en un point P' situé sur ce même

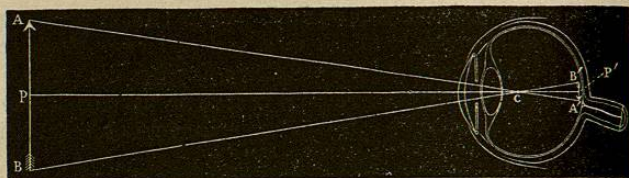


Fig. 660. — Formation des images dans l'œil.

axe; les rayons émanés d'un point A, placé à une petite distance de l'axe, viennent converger en un point A', situé sur un axe secondaire passant par le point A; il en est de même des rayons émis par le point B, ou par les autres points d'un objet AB. Quant au centre optique C, par lequel passent ces axes secondaires, on est conduit à admettre qu'il est situé un peu au delà de la seconde surface du cristallin.

La construction géométrique s'accorde avec l'expérience pour montrer que l'image est renversée, et plus petite que l'objet. Malgré ce *renversement de l'image*, nous voyons les objets dans leur situation véritable. Il en faut simplement conclure que les éléments nerveux de la rétine et du nerf optique possèdent des propriétés physiologiques telles, que si un point A' de la rétine se trouve au point de concours d'un faisceau lumineux convergent, nous *rapprochons* la position du point extérieur, d'où émane le faisceau divergent qui lui a donné naissance, en l'un des points de l'axe secondaire A'CA : il en est de même de B' et de tous les autres points de la rétine (*).

780. Vision à différentes distances. — Distance minimum de la vision distincte. — L'expérience de chaque jour, montre que, pour les vues ordinaires, la vision peut être nette, pour des objets placés à des distances très diverses. — Nous voyons nettement des objets placés à une distance qu'on peut considérer comme infinie : c'est ainsi que, si l'atmosphère est bien transparente, la lune nous apparaît avec des

(*) Si quelques physiologistes ont cru trouver une difficulté dans la position renversée de l'image, c'est qu'ils tendaient toujours à assimiler l'image formée sur la rétine aux images que nous obtenons sur des écrans extérieurs, et que nous percevons comme nous percevons des objets. Cette assimilation n'a évidemment aucune raison d'être.

contours arrêtés. Il en est encore de même pour les objets terrestres, placés à des distances de plus en plus petites. — Cependant la vision ne conserve sa netteté que si la distance ne devient pas inférieure à une limite déterminée, qui est de 15 à 20 centimètres pour les vues ordinaires, et qui varie avec les individus : c'est ce qu'on peut appeler la *distance minimum de la vision distincte*. — Quand la distance des objets descend au-dessous de cette limite, leurs contours nous paraissent troubles et estompés, et tous les détails se confondent.

Or, les physiiciens et les physiologistes s'accordent à admettre que la vision ne peut avoir de netteté, qu'autant que les rayons lumineux forment, sur la rétine, une *image ayant elle-même une netteté parfaite*. Il reste donc à expliquer comment ces images peuvent continuer d'être nettes, pour des objets placés à des distances très différentes. Il est aujourd'hui démontré que, pour les vues ordinaires, l'œil est construit de façon à concentrer sur la rétine, naturellement et *sans effort*, les rayons émanés des objets *très éloignés*; mais que le même résultat est obtenu, pour des distances successivement décroissantes, par une *accommodation* particulière, dont le mécanisme réside principalement dans un changement de courbure des faces du cristallin, s'effectuant sous l'influence de contractions musculaires (*).

D'après cela, les diverses particularités de la vision à différentes distances sont faciles à concevoir : — Pour les objets très éloignés, la vision est nette, parce que l'image formée sur la rétine l'est elle-même, et cela, sans qu'il soit besoin d'aucun effort. Quant aux petits *détails* des objets, ils ne sont pas perceptibles, parce que l'image rétinienne totale est extrêmement petite par rapport à l'objet, et que les points de l'objet qui sont rapprochés les uns des autres forment leurs foyers en des points extrêmement voisins. Or, la rétine est constituée par des éléments

(*) Ces changements de courbure peuvent être manifestés de la manière suivante. Lorsqu'on présente une bougie à l'œil d'une personne placée dans une chambre obscure, on distingue facilement, en regardant l'œil au moyen d'une loupe fixée au fond d'un tube, trois images de la bougie. — Celle de ces trois images qui est la plus rapprochée du spectateur est *droite et virtuelle* : c'est celle qui a été observée par tout le monde, et qui est formée par la réflexion des rayons sur la convexité de la cornée (729). Celle qui est la plus éloignée est également *droite et virtuelle*; elle est due à la réflexion sur la face antérieure du cristallin. Enfin on aperçoit, entre les deux précédentes, une image *renversée et réelle* qui est produite par la réflexion sur la concavité de la face postérieure du cristallin (725, 1^{re}). — Or si, laissant toujours la bougie en présence de l'œil, on fait regarder successivement, à la personne en expérience, d'abord un objet très éloigné, puis un objet situé à 15 ou 20 centimètres, on voit la première image de la bougie rester fixe, ce qui indique que la cornée ne change pas de forme. Mais, au moment où l'œil se fixe sur l'objet rapproché, on voit la seconde image droite s'avancer vers le spectateur, ce qui prouve que la face antérieure du cristallin devient *plus convexe*; l'image renversée éprouve aussi un petit déplacement, accusant une faible variation de courbure de la face postérieure. — L'anatomie a démontré, dans les membranes qui assujettissent le cristallin, la présence de fibres musculaires, à la contraction desquelles peuvent être attribués ces changements de courbures.

nerveux qui ont des diamètres appréciables (0,005 de millimètre environ) : si un même élément correspond aux foyers de plusieurs points de l'objet, il ne peut transmettre qu'une impression unique et mixte. — L'objet se rapprochant jusqu'à la distance à laquelle on place des caractères d'imprimerie de dimension ordinaire pour lire sans fatigue, l'image peut encore conserver sa netteté, avec des modifications à peu près insensibles de la part de l'œil, car le calcul montre que la position du foyer ne varie guère que de 2 dixièmes de millimètre, ce qui est à peu près l'épaisseur même de la rétine. Quand l'objet se rapproche ainsi, les *détails* deviennent de plus en plus faciles à distinguer, parce que l'image formée sur la rétine grandit, et que les images des points voisins se séparent de plus en plus. — Enfin, quand l'objet s'approche jusqu'à 15 centimètres, distance *minimum* de la vision distincte pour les vues ordinaires, les courbures du cristallin augmentent : l'image peut alors se former encore nettement sur la rétine, mais grâce à un effort, de sorte que la vision, dans ces conditions, est toujours, à la longue, accompagnée de fatigue. — Là s'arrête la faculté d'accommodation : si l'on continue à rapprocher davantage l'objet, l'œil ne pouvant plus se modifier, les foyers lumineux correspondent à des points situés au delà de la rétine : chacun des faisceaux lumineux émis par les divers points de l'objet va former sur la rétine un cercle, dont le diamètre est d'autant plus grand que l'objet est plus voisin de l'œil : ces cercles empiètent les uns sur les autres, et la vision devient confuse (*).

781. Des principales espèces de vues. — Besicles. — On appelle *vues normales*, ou *vues ordinaires*, celles dont il a été question jusqu'ici : elles distinguent nettement, sans effort, les objets placés à l'infini ; elles peuvent encore distinguer nettement, par accommodation, les objets placés à des distances décroissantes jusqu'à 15 ou 20 centimètres.

On appelle *vues myopes*, ou *vues courtes*, celles qui ne peuvent distinguer nettement que les objets placés à des distances inférieures à quel-

(*) On a d'abord cherché, dans les *variations de grandeur de la pupille*, l'explication de l'accommodation de l'œil pour la vision aux différentes distances ; lorsque le point considéré est très éloigné, l'œil recevant un faisceau peu divergent, la pupille se dilaterait pour admettre les rayons qui s'écartent le plus de l'axe, lesquels pourraient alors converger plus près du cristallin, et former un foyer à peu près sur la rétine ; ce serait l'inverse pour la vision des objets rapprochés. Mais, l'œil n'ayant pas d'aberration sensible de sphéricité, cette explication est évidemment insuffisante. — On peut remarquer enfin que, chez les personnes auxquelles on a enlevé le cristallin par l'opération de la cataracte, la vision à différentes distances n'est plus possible : la lentille convergente qu'on place alors devant l'œil, pour suppléer au défaut de convergence de cet organe, ne lui permet de voir distinctement qu'à une distance déterminée, laquelle dépend de la courbure de la lentille.

Nous admettrons, avec la plupart des physiologistes, que la dilatation de la pupille, observée dans la vision des objets éloignés, a pour but de suppléer à la diminution dans la *quantité de lumière* reçue par l'œil : en effet, cette dilatation ne se produit pas quand le point éloigné est, en même temps, *très brillant*.

ques mètres, mais qui peuvent encore distinguer nettement, par accommodation de l'œil, des objets placés à des distances bien inférieures à 15 centimètres.

On appelle *vues presbytes*, ou *vues longues*, celles qui distinguent nettement, à peu près comme les vues normales, les objets placés à l'infini, mais dont la faculté d'accommodation est limitée à une distance notablement supérieure à 15 centimètres.

L'emploi des *besicles*, appelées vulgairement *lunettes*, est destiné à rendre les conditions de la vision, pour les vues myopes ou presbytes, aussi voisines que possible de celles des vues ordinaires.

1° Soit A (fig. 661) un point lumineux placé sur l'axe d'un œil *myope*, à une distance supérieure à celles auxquelles il peut voir distinctement. Plaçons devant cet œil une lentille *divergente* LL' : elle augmentera la

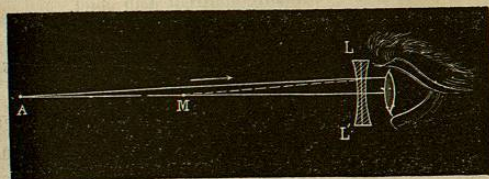


Fig. 661. — Vue myope.

divergence des rayons incidents, et tout se passera comme si ces rayons émanaient d'un point M, situé plus près de l'œil (757). Donc, si les courbures de la lentille sont convenablement choisies, ce point M pourra se trouver à l'une des distances auxquelles la vision est distincte, pour la vue myope dont il s'agit.

2° Soit A (fig. 662) un point lumineux placé sur l'axe d'un œil *presbyte*, à une distance inférieure à celles auxquelles il peut voir distinctement. Plaçons devant cet œil une lentille *convergente* LL', dont la distance

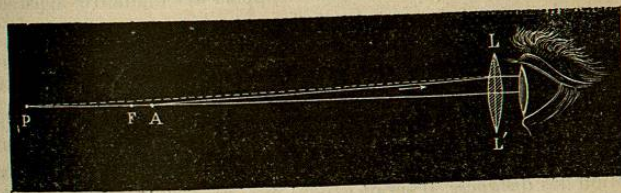


Fig. 662. — Vue presbyte.

focale soit assez grande pour que le foyer principal F se trouve au delà de A : elle diminuera la divergence des rayons incidents, et tout se passera comme si ces rayons émanaient d'un point P situé de l'autre côté

de F (754, 5°). Il suffira donc que les courbures de la lentille soient convenablement choisies, pour que P se trouve à une distance à laquelle cet œil puisse voir distinctement les objets.

782. Diamètre apparent. — Estimation des grandeurs relatives des objets placés à une même distance. — On désigne sous le nom de *diamètre apparent* d'un objet linéaire AB (fig. 663), dans une

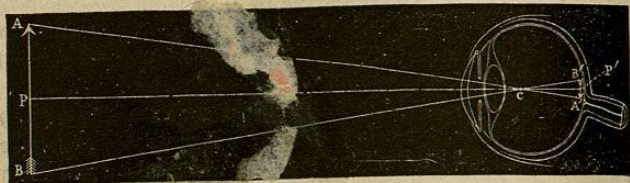


Fig. 663. — Diamètre apparent d'un objet.

position déterminée, l'angle ACB formé par les droites menées du centre optique de l'œil aux extrémités de l'objet.

Pour rendre compte de cette dénomination, concevons plusieurs objets tels que AB, placés à une même distance CP, et assez petits par rapport à CP pour que l'angle ACB soit toujours très petit lui-même. Pour chacun de ces objets, la dimension de l'image A'B' sur la rétine, dimension à laquelle il est naturel de donner le nom de *diamètre apparent*, est telle que l'on ait $\frac{A'B'}{CP'} = \frac{AB}{CP}$; or, $\frac{AB}{CP}$ n'est autre chose que le double de la tangente de l'angle ACP, ou sensiblement, eu égard à la petitesse des angles, la mesure de l'angle ACB lui-même. On peut donc écrire

$$A'B' = CP' \times \text{angle ACB};$$

on voit donc que, si la distance CP' reste constante, la dimension A'B' est proportionnelle à l'angle ACB (*). — Quand l'œil compare deux objets situés à une même distance, c'est par le rapport des diamètres apparents, qu'il juge du rapport des grandeurs des objets eux-mêmes.

Remarquons enfin que, si un même objet est placé successivement à différentes distances, son diamètre apparent diminue à mesure qu'il s'éloigne. Il est donc impossible que l'œil apprécie, par la seule comparaison des diamètres apparents, les rapports de grandeurs de plusieurs objets situés à des distances différentes; avec cette notion seule, et sans la notion des *distances*, il serait exposé aux erreurs les plus grossières.

783. Angle optique. — Estimation des distances. — On nomme *angle optique*, l'angle formé par les axes des deux yeux, lorsqu'ils sont dirigés simultanément vers un même point.

(*) Cet angle reçoit encore quelquefois le nom d'*angle visuel*.

Si l'on compare deux points placés à des distances différentes, l'angle optique correspondant au point le plus éloigné est le plus petit. — Or, pour chacun de nous, le sens du toucher a donné au sens de la vue une sorte d'éducation, d'après laquelle nous avons conscience de la valeur de l'angle que font les axes de nos deux yeux quand ils sont fixés, par exemple, sur un point situé à 30 ou 40 centimètres; à mesure que cet angle devient plus petit, nous jugeons que la distance du point augmente.

Mais ces évaluations deviennent tout à fait incertaines, quand il s'agit de points très éloignés; l'angle optique est alors très petit, et ne varie plus que de quantités insensibles avec la distance. — C'est ainsi que nous ne pouvons nous faire aucune idée de la distance d'une étoile, ni même d'un phare placé sur une côte un peu éloignée (*).

784. Évaluation des grandeurs absolues des objets. — C'est en combinant les données qui nous sont fournies, d'une part sur les *diamètres apparents* des objets, d'autre part sur les *distances* qui nous en séparent, que nous jugeons de leur grandeur. — Ce jugement présente, en général, une certaine précision, lorsque le faible éloignement des objets nous permet d'en évaluer la distance avec assez d'exactitude. Aussi, apprécions-nous assez bien les dimensions des corps placés à quelques mètres de nous.

Au contraire nous sommes portés à attribuer des dimensions trop petites aux objets qui sont placés à une grande distance. — Ainsi, la largeur d'une allée d'arbres nous paraît aller en décroissant vers l'extrémité qui est la plus éloignée de nous: de même, quand nous sommes placés à l'un des bouts d'une longue galerie, les arêtes formées par le plafond, le plancher et les parois latérales, nous paraissent converger vers un même point, etc. C'est sur ces illusions que sont fondées les règles de la perspective.

785. Unité de l'impression produite dans les deux yeux. — Lorsque nos deux yeux sont fixés simultanément sur un même point lumineux, nous ne voyons, en général, malgré la formation des deux images, qu'un seul point.

L'observation a montré que cette *unité d'impression* exige la réunion de deux conditions physiques: 1° que les axes des deux yeux convergent vers le point lumineux; 2° que les images produites sur les deux rétines

(*) Quand les données fournies par l'angle optique sur la distance des objets présentent trop d'incertitude, l'œil peut juger quelquefois de leur distance, soit par l'intensité de la lumière qu'il en reçoit, et qui est d'autant moindre que la distance est plus grande, soit au moyen du diamètre apparent de corps voisins, dont les dimensions lui sont connues. C'est ainsi, par exemple, que la hauteur d'un arbre situé très loin, au milieu d'une plaine, peut être évaluée approximativement par son éclaircissement apparent, surtout quand l'œil a acquis une certaine habitude de ce genre d'appréciation: l'évaluation devient beaucoup plus précise, lorsqu'on peut observer, à côté de cet arbre, un homme, un cheval, ou un corps quelconque dont on connaisse approximativement les dimensions absolues.

occupent des positions rigoureusement correspondantes. — Si ces conditions ne sont pas simultanément réalisées, la sensation est double. C'est ainsi, par exemple, que si l'on vient à déranger l'axe de l'un des yeux, en exerçant sur lui une légère pression, les objets paraissent doubles. C'est ainsi encore que, si nos deux yeux sont dirigés vers un point situé à une distance déterminée, dans le plan de symétrie de notre corps, tout point situé dans ce même plan, à une distance plus grande ou plus petite, nous paraît double.

786. Appréciation du relief. — Stéréoscope. — Les corps qui présentent des reliefs, lorsqu'ils sont placés à une petite distance, ne produisent pas dans les deux yeux des images identiques : les deux yeux n'ayant pas la même position par rapport à l'objet, l'un d'eux peut découvrir certains points qui sont masqués pour l'autre, et réciproquement. — Ce sont ces deux sensations, produites *simultanément* par deux images un peu différentes, qui donnent lieu à la perception des reliefs.

La meilleure preuve qu'on en puisse fournir est l'illusion qu'on éprouve, quand on a laissé quelques instants les yeux fixés sur les images du *stéréoscope*. — Les deux images que l'on place dans l'instrument, en face des verres grossissants, ne sont pas identiques : elles reproduisent les deux aspects sous lesquels on aurait vu les objets, placés à une distance convenable, en les fixant *successivement* avec chacun des deux yeux ; l'effet de l'instrument est de diriger les rayons provenant de ces deux images, comme s'ils partaient d'un objet unique situé entre elles, et à une distance telle que la vision soit distincte. On sait que l'illusion du relief est complète, quand les images sont bien construites et quand l'instrument est adapté à la vue de l'observateur.

II. — INSTRUMENTS D'OPTIQUE.

787. Microscope solaire. — Le microscope solaire est destiné à donner des images réelles, et considérablement agrandies d'objets très petits.

La partie essentielle de l'appareil est une lentille convergente LL' (fig. 664) ayant une très petite distance focale principale ; f et f' sont ses deux foyers. L'objet AB est placé en face de cette lentille, à une distance CP un peu supérieure à la distance focale principale Cf' : il se forme une image réelle et renversée A'B', beaucoup plus grande que l'objet : on la reçoit sur un écran, dans la chambre obscure où sont placés les spectateurs (*).

(*) La figure 664 représente la marche des rayons lumineux. Parmi les rayons émanés du point A, on a figuré, en particulier, celui qui est parallèle à l'axe principal

La lentille PQ et le miroir MN constituent un *système éclairant*. En effet, l'image A'B' étant beaucoup plus grande que l'objet, et n'étant formée que par le concours des rayons émis par l'objet sur la lentille LL', il est indispensable d'éclairer fortement l'objet, pour que

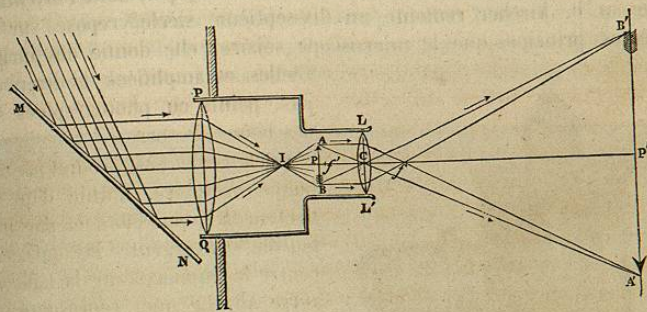


Fig. 664. — Microscope solaire.

l'image ait un éclat suffisant. — Les rayons du soleil, reçus sur le miroir plan MN qui est placé à l'extérieur de la pièce où se fait l'observation, sont réfléchis sur la lentille PQ, qui les concentre dans une très petite région I. On place l'objet AB un peu au delà de cette région ; les rayons transmis ou diffusés par l'objet viennent alors tomber sur la lentille LL' (*). L'objet est fixé entre deux lames de verre, maintenues par un *porte-objet* dont on fait varier la distance à la lentille LL' de manière à *mettre au point*, c'est-à-dire à obtenir, sur l'écran placé dans une position déterminée, une image aussi nette que possible.

On appelle *grossissement linéaire*, le rapport de deux dimensions homologues de l'image et de l'objet. — Pour le mesurer, on introduit dans l'appareil, à la place de l'objet AB, un *micromètre*, consistant en une petite lame de verre sur laquelle le constructeur a tracé, à l'aide d'une machine spéciale, des traits distants entre eux d'un centième de millimètre. Si l'on trouve que la distance des images de deux traits consécutifs, sur l'écran, est de 2 millimètres, on en conclura que le grossissement linéaire est représenté par 200.

Si l'on veut en déduire le *grossissement superficiel*, c'est-à-dire le rapport entre la surface de l'image et celle de l'objet, on remarquera que, l'image et l'objet étant des figures semblables, le rapport de leurs sur-

après réfraction, il passe au foyer f , et rencontre l'axe secondaire ACA' au point A', où se fait l'image du point A. L'image du point B a été déterminée de la même manière.

(*) A défaut de la lumière solaire, on peut employer des lumières artificielles d'une grande intensité, comme la lumière de Drummond ou la lumière électrique.

faces est égal au rapport des carrés de leurs dimensions homologues; en d'autres termes, le grossissement superficiel est exprimé par le *carré du grossissement linéaire*. Ainsi, dans l'exemple précédent, le grossissement superficiel serait représenté par 40000.

788. Lanterne magique. — La *lanterne magique*, dont l'invention, due au P. Kircher remonte au dix-septième siècle, repose sur les mêmes principes que le microscope solaire; elle donne des images réelles et amplifiées de divers objets, peints ou photographiés sur des lames de verre.

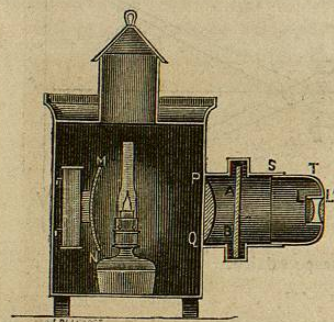


Fig. 665. — Lanterne magique.

L'éclairage est produit par une lampe ordinaire, munie d'un réflecteur MN (fig. 665), et par une lentille convergente PQ qui concentre la lumière sur la lame de verre AB. Le sujet représenté sur cette lame étant ainsi fortement éclairé, la lumière qu'il transmet est reçue sur un *objectif* formé de deux lentilles convergentes L, L', qui en donne une image réelle et agrandie, sur un écran placé à une certaine distance. Pour que cette image se forme nettement, on *met au point* en faisant glisser le tube T, qui porte l'objectif, dans le tube S. — L'objet AB doit être placé dans une position *renversée*, afin que l'image soit *droite* pour les spectateurs (*).

789. Loupe. — La *loupe* est une lentille convergente, que l'on place entre l'œil et les objets, pour en mieux distinguer les détails.

Pour concevoir l'utilité de la loupe, il faut remarquer que, lorsqu'on cherche à distinguer à *l'œil nu* les détails d'un objet, on est conduit à le rapprocher progressivement de l'œil : chacune des dimensions linéaires de l'image rétinienne, ou le *diamètre apparent* de cette dimension (782), grandit en raison inverse de la distance. Mais cet agrandissement progressif a une limite, déterminée par la faculté d'accommodation de l'œil,

(*) Les illusions de la *fantasmagorie* s'obtiennent au moyen d'une lanterne magique, dans laquelle on peut déplacer en même temps l'objet par rapport à l'objectif, et l'objectif par rapport à l'écran, mais où ces deux mouvements sont liés de telle façon que l'image vienne toujours se faire sur l'écran. A mesure que l'objet et la lentille se rapprochent, l'image grandit et semble s'avancer vers les spectateurs. — Afin de rendre l'illusion plus complète, on fait en sorte que l'image devienne *plus éclairée* à mesure qu'elle devient plus grande : il suffit, pour cela, de faire arriver la lumière sur l'objet à travers une ouverture dont les bords s'écartent à mesure que l'objet se rapproche de l'objectif. — L'appareil tout entier est porté sur un chariot, qui permet de l'approcher ou de l'éloigner de l'écran; c'est la rotation même de l'une des roues qui produit les mouvements de l'objet par rapport à l'objectif, et les variations de grandeur de l'ouverture par laquelle l'objet reçoit la lumière.

qui exige que la distance de l'œil à l'objet ne devienne pas inférieure à la distance minimum de la vision distincte (780). — L'interposition de la loupe a pour effet de substituer, à l'objet, une image virtuelle dont le diamètre apparent est supérieur à celui qu'aurait l'objet s'il était placé à la même distance.

Soit LL' (fig. 666) une lentille convergente, F et F' ses foyers principaux; soit AB un objet placé à une distance CP moindre que la distance focale principale. Nous avons vu (754, 5°) que l'œil, placé au delà de la

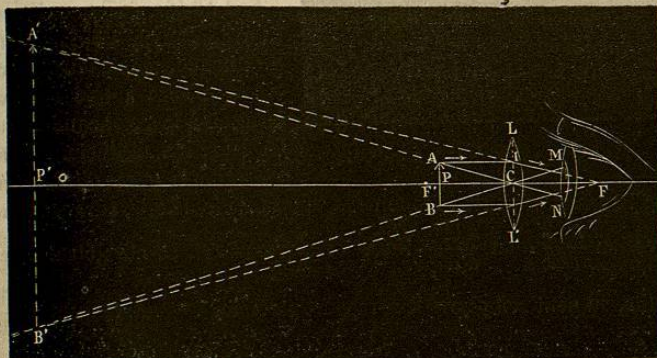


Fig. 666. — Observation à la loupe.

entille, aperçoit en A'B' une image de cet objet, image *virtuelle, droite et agrandie* (*). — Or, en se reportant à la figure 644, on voit que, si l'on rapproche AB du foyer F', si on lui donne, par exemple, la position *ab*, l'image virtuelle *a'b'* grandit et peut s'éloigner indéfiniment de la lentille; au contraire, en éloignant AB de F', on rapproche l'image : il est donc toujours possible de donner à l'objet AB une position telle, que l'image se forme à la distance minimum de la vision distincte. — C'est cette condition que la figure 666 suppose réalisée.

790. Grossissement de la loupe. — Nous appellerons *grossissement linéaire* de la loupe, le rapport des *diamètres apparents* de deux dimensions homologues de l'image et de l'objet, en supposant l'image placée à

(*) La figure 666 reproduit la construction géométrique des deux extrémités A' et B' de cette image : le rayon AI, parallèle à l'axe principal, se réfracte dans une direction IF qui passe par le foyer principal F; son prolongement géométrique va rencontrer l'axe secondaire du point A en un point A', et tous les rayons émanés du point A suivent, en sortant de la lentille, des directions qui semblent diverger de ce point A'. De même, les rayons émanés de B se réfractent suivant des directions qui semblent diverger de B'. — L'œil, placé au delà de la lentille, reçoit donc les rayons émanés des divers points de AB, comme s'ils portaient des points correspondants de l'image A'B'.