

CHAPITRE III

DESCRIPTION DES OBJECTIFS PHOTOGRAPHIQUES.

46. L'aberration sphérique est un défaut que l'on cherche à corriger dans les lentilles photographiques, mais on n'y parvient qu'en sacrifiant certaines qualités que doit posséder l'objectif, telles que la rapidité d'action. Dans certains cas, on ne détruit pas aussi complètement qu'on pourrait le faire l'aberration sphérique afin d'obtenir une surface focale correspondant à un très grand angle, tout en détruisant la distorsion par exemple. Un tel objectif est dit *non aplanétique*. Pour obtenir une image réellement nette (dont le diamètre du cercle de confusion soit inférieur ou égal à $0^m,00025$), il faut munir l'instrument d'un diaphragme égal ou inférieur à $\frac{f}{15}$, f étant la distance focale principale; cette ouverture peut nous permettre de constituer une première série d'objectifs.

La seconde série comprend les objectifs dans lesquels l'aberration sphérique est aussi complètement corrigée que possible. Ces objectifs donnent une image *nette* sur une petite étendue du plan focal, alors même qu'ils sont armés de très grand diaphragme, $\frac{f}{3}$ par exemple.

La différence principale qui caractérise ces deux classes d'objectifs est basée sur les modifications que subit le centre de l'image par l'emploi du diaphragme. En employant des diaphragmes de plus en plus petits, la *netteté augmente sur TOUTE l'étendue de l'image fournie par un objectif NON APLANÉTIQUE AUSSI BIEN AU CENTRE QUE SUR LES BORDS.*

La netteté du centre de l'image n'augmente pas avec la petitesse du diaphragme lorsque l'objectif est réellement APLANÉTIQUE. En employant des diaphragmes dont le diamètre est de plus en plus réduit, on augmente seulement l'ÉTENDUE de surface sur laquelle l'image se dessine nettement; la netteté du centre de l'image n'augmente pas.

Cette classification n'est pas absolument à l'abri de tout reproche ; nous l'adopterons en partie parce que, à un autre point de vue, elle permet de classer les objectifs par ordre de rapidité ; il n'y a là rien d'absolu : tel objectif aplanétique, dans le sens que nous donnons à ce mot, peut néanmoins être moins rapide que tel autre dont l'aberration sphérique est plus considérable.

47. Les modifications apportées dans la construction des objectifs sont extrêmement nombreuses. Nous décrirons les formes qui ont été ou qui sont encore le plus employées ; ce sont :

I. Parmi les objectifs relativement lents :

- 1° L'objectif *simple ancienne forme* ;
- 2° L'objectif *simple nouveau modèle* ;
- 3° L'objectif *simple grand angulaire* ;
- 4° L'objectif *simple rapide pour vues* ;
- 5° L'objectif *rectilinéaire à trois lentilles* ;
- 6° Le *globe-lens* ;
- 7° Le *doublet de Th. Ross* ;
- 8° Le *périscope de Steinheil* ;
- 9° Le *panoramique de Prasmowski* ;
- 10° Le *rectilinéaire grand angle de Dallmeyer* ;
- 11° Le *pantoscope de Busch* ;
- 12° Le *périgraphique de Berthiot* ;
- 13° Les *aplanats grand angle de Steinheil*.

II. Parmi les objectifs aplanétiques :

- 1° L'objectif *double de Petzval* ;
- 2° Le *rectilinéaire à portraits* ;
- 3° L'*Euryscope* ;
- 4° Les *antiaplanats de Steinheil* ;
- 5° Les *aplanats et rectilinéaires rapides* ;
- 6° L'*Orthoscopique* ;
- 7° Le *Triplet*.

Nous indiquerons enfin les principales combinaisons d'objectifs primitivement nommés à *foyers multiples*, qui sont aujourd'hui d'un usage assez répandu sous le nom de *trousses d'objectifs*.

§ 1^{er}. — OBJECTIFS A PETITE OUVERTURE.

48. L'objectif simple. — Le premier objectif employé pour produire les images dans la chambre noire était une lentille plan convexe en crown, dont la face convexe regardait le verre dépoli et qui portait un diaphragme en contact avec elle. C'est avec un objectif de cette nature que Niepce obtint ses premières épreuves héliographiques. Il reconnut que le champ de netteté de l'objectif n'était pas très grand; il était égal à $\frac{f}{5}$ pour une ouverture de diaphragme d'environ $\frac{f}{30}$, f étant le foyer. L'emploi de cet objectif remontait à Porta qui, au seizième siècle, l'avait appliqué à la formation des images à la chambre noire.

Wollaston, Cauchoix modifièrent la forme de cet instrument. Ils reconnurent qu'un ménisque concave convexe donnait une image dont le champ de netteté était plus considérable que lorsque l'on employait une lentille plan

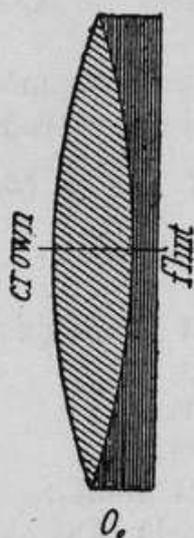


Fig. 30.

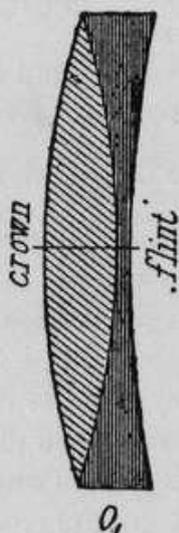


Fig. 31.



Fig. 32.

convexe, et cela dans le rapport de 5 à 8. Dans cet objectif, la surface concave regardait l'objet à reproduire, et la surface convexe le verre dépoli. Un diaphragme d'ouverture $\frac{f}{30}$ était placé en avant de la lentille et à une distance de celle-ci égale à $\frac{f}{5}$. Le diamètre du champ de netteté était $\frac{f}{4}$.

C'est l'objectif dont se servirent Daguerre, Talbot, Bayard et tous les opérateurs qui obtinrent des images à la chambre noire vers 1840. Tous ces objectifs possédaient un foyer chimique. Après avoir mis au point, il fallait modifier la position de la glace dépolie, d'après une graduation fixée à la base de la chambre noire et établie empiriquement pour chaque objectif. L'emploi de ces objectifs était peu commode, aussi l'on chercha à obtenir des lentilles exemptes de foyer chimique. Charles Chevalier est probablement le premier opticien qui livra des objectifs simples exemptes de foyer chimique.

Il employa une lentille biconvexe de crown associée à une lentille plan-convexe de flint (*fig. 30*), montée dans un tube conique de cuivre; il plaçait à l'extrémité du tube un diaphragme fixe au-dessus duquel glissait une plaque circulaire servant d'obturateur. Cet objectif, employé avec sa face convexe tournée vers l'objet à reproduire (comme dans le cas d'une lunette de spectacle), donne une image très nette, mais de peu d'étendue, le plan focal nettement couvert étant environ $\frac{f}{8}$. En retournant la lentille, de sorte que la face convexe regarde le verre dépoli, et employant un diaphragme d'ouverture $\frac{f}{30}$ placé assez près de la lentille, le champ de netteté était d'environ $\frac{f}{2}$.

Cet objectif était très lent, peu pratique pour obtenir des portraits, le temps de pose étant de dix à vingt minutes au début du daguerréotype. On chercha donc à augmenter l'ouverture du diaphragme. Buron produisit quelques objectifs admettant une ouverture de $\frac{f}{7}$; mais la netteté laissait à désirer¹. La découverte de l'objectif double par Petzval, celle des substances accélératrices, firent que, pendant plusieurs années, on laissa de côté le perfectionnement de l'objectif simple.

Plus tard, l'on reconnut qu'il vaut mieux employer la forme ménisque, le rayon de courbure de la face concave qui regarde l'objet à reproduire étant le plus souvent $\frac{f}{3}$ à $\frac{f}{2}$, et le diamètre de l'objectif $\frac{f}{6}$ à $\frac{f}{7}$ (*fig. 31*).

On calcula les autres éléments à l'aide des formules suivantes :

Soient f la distance focale du système;

K l'indice de réfraction (jaune) de la matière servant à fabriquer le flint biconcave;

K' l'indice de réfraction (jaune) pour le crown biconvexe;

Δ le rapport des pouvoirs dispersifs des deux matières.

Désignons par R le rayon de courbure choisi arbitrairement :

R' rayon de courbure des deux surfaces du crown et du flint en contact;

R'' rayon de courbure de la face de crown qui regarde le verre dépoli;

f_1 distance focale négative de la lentille de flint;

f_2 distance focale positive de la lentille de crown.

On aura pour déterminer ces quantités les équations suivantes :

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = -\Delta$$

$$\frac{1}{f_1} = (Kj - 1) \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R'} \right)$$

$$\frac{1}{f_2} = (K'j - 1) \left(\frac{1}{R'} - \frac{1}{R''} \right).$$

1. Schmidt, *Handbuch der Photographie*, 1852, p. 3.

Si l'objectif ainsi calculé a un foyer chimique qui soit en avant du foyer visuel, par exemple, on emploie un rayon de courbure R plus court; si le foyer chimique tombe en arrière du foyer visuel, on prend R plus grand.

Le diamètre et la position du diaphragme dépendent dans cet objectif de la courbure de la face de flint; en rapprochant le diaphragme, la courbure du champ augmente, mais la distorsion diminue.

Le diaphragme est d'ouverture $\frac{f}{30}$ pour donner une image nette dont le diamètre est $\frac{f}{2}$.

Cet objectif n'est pas exempt d'aberration chromatique pour les rayons obliques à l'axe. Pour réduire au minimum le foyer chimique, il faut que les angles d'immersion et d'émergence forment, avec la normale à la surface en ces points, des angles égaux. On n'arrive à ce résultat qu'avec des ménisques dont les rayons de courbure sont relativement courts.

La monture de l'ancienne forme d'objectif, est peu commode. L'anneau se fixe à la planchette de la chambre noire au moyen d'une vis; les diaphragmes se placent à la partie antérieure; ils

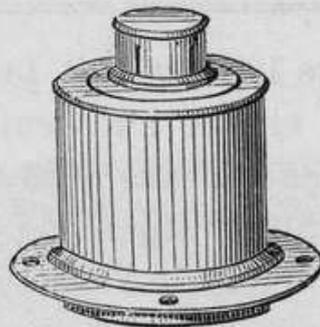


Fig. 33.

sont maintenus en place à l'aide d'un tube de cuivre noirci que l'on est obligé d'enlever toutes les fois que l'on veut modifier la dimension du diaphragme.

Ross¹ se sert indifféremment pour le verre concave ou le verre convexe soit de crown, soit de flint. Il emploie pour le verre convexe le flint léger ou le crown léger, produits qui ont un indice de réfraction peu élevé et un faible pouvoir dispersif; pour la lentille concave, il emploie le flint lourd et le crown lourd, matières qui possèdent un grand pouvoir réfractif et dispersif. Il a d'ailleurs adopté pour l'objectif simple la forme ménisque à courbure très prononcée.

Nous ne parlerons que pour mémoire des lentilles simples en pierre pré-

1. *Phot. News.*, 2 août 1867, et *Bull. Société française de photographie*, 1867, p. 278.

cieuse fabriquées d'après les idées de sir David Brewster, et que M. Claudet a fait construire. Ces lentilles simples de 12 millimètres de diamètres étaient les unes en cristal de roche, les autres taillées dans une topaze : les rayons de courbure de ces dernières étaient dans le rapport 1 : 7. Le foyer chimique considérable de ces lentilles a empêché d'en généraliser l'emploi.

L'objectif de forme ancienne se construit dans les dimensions suivantes :

DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en CENTIMÈTRES.	DIAMÈTRE DU CHAMP TRÈS NET en centimètres.
165	120	65
140	90	50
110	70	40
81	50	30
61	33	20
54	28	18
44	22	12

49. Grubb, le 8 octobre 1857, a fait breveter en Angleterre une forme spéciale d'objectif simple : la lentille de crown, ménisque convergent, tourne sa face concave vers l'objet à reproduire ; elle est associée à un ménisque divergent de flint (*fig. 32*). C'est donc une disposition inverse de celle de l'ancien objectif simple. Andrew Ross adopta ce genre de construction.

Cet objectif possède moins d'aberration sphérique, moins de courbure de champ que l'ancienne forme ; à égalité de foyer, il donne un champ de netteté plus considérable que celui que l'on obtenait avec l'ancienne forme d'objectif. Les diaphragmes se placent à une distance de la lentille égale à son diamètre $\frac{f}{5}$; le plus grand diaphragme est $\frac{f}{15}$; le plus petit $\frac{f}{30}$. Avec ce dernier, le plus grand côté de l'image nette est $\frac{2}{3} f$ sur une plaque dont les côtés sont comme 2 est à 3. Cette forme de lentille est généralement adoptée aujourd'hui par presque tous les opticiens. Ces lentilles sont montées dans un tube de cuivre et portent une plaque tournante munie d'ouvertures qui font office de diaphragmes.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1867, p. 153.

Voici les dimensions de l'objectif nouvelle forme (Hermagis) :

DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en CENTIMÈTRES.	DIAMÈTRE DU CHAMP DE GRANDE NETTETÉ (en centimètres).
110	65	55
95	55	50
81	45	40
70	37	30
54	25	20
48	22	18
44	18	15
35	17	14
21	10	9

50. Objectif simple grand angulaire. — Ce remarquable objectif a été calculé par J.-H. Dallmeyer. Il a cherché à faire embrasser à l'objectif un très grand angle¹ et à réduire la distorsion à un minimum : dans ce but, il a donné à l'objectif une forme ménisque très prononcée et il a rapproché le diaphragme de la lentille.

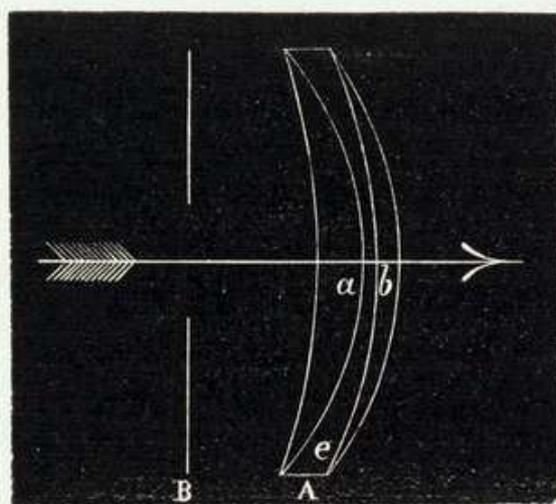


Fig. 34.

Cet objectif (*fig. 34*) est formé de trois ménisques collés ensemble et formant une lentille unique dont la concavité regarde l'objet à reproduire. Les deux crowns sont extérieurs et entre eux se trouve la lentille de flint, verre qui est le plus altérable et qui est ainsi protégé par les deux crowns qui n'ont pas le même indice de réfraction.

1. Patente du 14 octobre 1854, n° 2539; *The Photographic Journal London*, 15 avril 1865; *Bulletin de la Société française de photographie*, 1865, p. 248.

Voici les données qui servent à la construction de cet objectif; elles sont exprimées en fonctions du foyer $f = 10,000$:

Diamètre des lentilles.....	2,302
Rayons de courbure :	
Crown 1,521	{ - R ₁ 6,043
	{ - R ₂ 4,727
Flint 1,581..	{ - R ₃ 4,727
	{ + R ₄ 4,813
Crown 1,514	{ - R ₅ 4,813
	{ + R ₆ 2,561
Distance focale du système.....	10,000
Indices de réfraction	{ Flint..... 1,581
	{ Crown ₁ 1,521
	{ Crown ₂ 1,514

Rapport des distances focales pour l'achromatisme :

Crown₁ et flint — $\Delta = 0,706$,

Crown₂ et flint — $\Delta = 0,645$.

Le diaphragme est constitué par une plaque tournante percée de diverses ouvertures graduées, de telle façon que les temps de pose se doublent toujours en passant d'une plus grande ouverture à celle immédiatement plus petite, sauf pour celles marquées X; ces dernières exigent une fois et demi le temps de pose qui serait nécessaire si l'on employait le diaphragme précédent. Nous donnons dans le tableau des dimensions de ces objectifs les ouvertures des diaphragmes.

Le diaphragme se place en avant de l'objectif et à une distance égale A LA MOITIÉ DU DIAMÈTRE de la lentille (et non pas à une distance égale au diamètre). Il est donc situé fort près de la lentille. Cela est d'un très grand avantage dans la pratique, car la monture de l'objectif est plus courte que dans les anciens systèmes; la distance focale pour une même dimension de plaque étant aussi plus courte, le tirage de la chambre noire se trouve réduit.

L'angle embrassé par l'objectif peut atteindre 92° en champ rond lorsqu'on emploie le plus petit diaphragme. Le champ de l'objectif est donc considérable, avantage incontestable au point de vue artistique, car l'on peut reproduire les premiers plans en même temps que l'horizon.

Bertsch¹ a insisté sur la nécessité qu'il y avait d'employer pour les vues des objectifs à court foyer qui, mettant au point les premiers

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1859, 1860.

plans en même temps que l'horizon, permettent d'apprécier leur dimension. « En apercevant nettement près de nous les objets qui servent de premier plan, nous apprécions leur dimension réelle, et c'est en comparant cette dimension avec celle des objets semblables ou analogues, placés aux différents plans et devenant incessamment plus petits, que nous avons le sentiment de la profondeur. »

L'image donnée par l'objectif simple est plus brillante que celle fournie par aucun autre objectif, parce qu'aucune lumière réfléchie par les surfaces de la lentille ne vient la voiler : il ne donne jamais la *tache centrale*, phénomène dont nous parlerons en traitant du rectilinéaire grand angle.

Le défaut de cet objectif est de donner une légère distorsion qui s'aperçoit sur les bords de l'image, surtout quand on lui fait reproduire un très grand angle; ce n'est pas un inconvénient pour les paysages où, en général, il n'y a pas de lignes droites à reproduire; d'ailleurs, la distorsion est insensible au centre de l'image.

Voici les dimensions d'objectifs construits par M. Dallmeyer :

Nos.	DIAMÈTRE en MILLIMÈTRES.	FOYER en MILLIMÈTRES.	SURFACE couverte EN MILLIMÈTRES.	DIAPHRAGME	
				maximum.	minimum.
1 a	35	133	127 × 102	$\frac{f}{13}$	$\frac{f}{31,9}$
1	41	177	183 × 114	$\frac{f}{15}$	$\frac{f}{36,7}$
2	47	218	215 × 164	$\frac{f}{15}$	$\frac{f}{36,7}$
3	54	253	253 × 202	$\frac{f}{15}$	$\frac{f}{36,7}$
4	58	303	303 × 253	$\frac{f}{15}$	$\frac{f}{36,7}$
5	66	380	380 × 303	$\frac{f}{20}$	$\frac{f}{40}$
5 A	66	457	380 × 303	$\frac{f}{20}$	$\frac{f}{40}$
6	76	457	457 × 404	$\frac{f}{20}$	$\frac{f}{49}$
7	92	558	558 × 506	$\frac{f}{20}$	$\frac{f}{40}$
8	108	633	633 × 531	$\frac{f}{20}$	$\frac{f}{49}$

Les dimensions de surface couverte sont des dimensions *minima*. En employant les plus petits diaphragmes, ces objectifs couvrent la dimension de plaque de la grandeur suivante : c'est ainsi que l'objectif 1 a indiqué comme couvrant 127×102 peut fort bien être employé pour reproduire un paysage sur plaque 183×114 et même 130×180 ; le n° 2 peut servir pour les plaques 200×250 . Dans ce cas, la netteté est suffisante, même dans les angles, mais la distorsion apparaît s'il se trouve des lignes droites auprès des bords de la plaque.

51. Objectifs simples rapides. — Plusieurs opticiens ont construit pour les vues stéréoscopiques des lentilles simples permettant d'obtenir des vues instantanées possédant une grande profondeur de foyer et beaucoup de brillant. Les objectifs que construit M. Dallmeyer¹ pour vues stéréoscopiques ont 114, 152 et 216 millimètres de foyer : ce sont des objectifs simples dont l'aberration de sphéricité est corrigée assez complètement pour qu'ils donnent de bons résultats avec des diaphragmes² d'indice $\frac{1}{10}$; le plus petit diaphragme est $\frac{1}{20}$; ils donnent de très belles images de groupes en plein air avec un diaphragme d'ouverture $\frac{1}{15}$.

En 1881, Burton a appliqué l'objectif simple à l'obtention des portraits sur plaques au gélatino-bromure avec des temps de pose de 2 à 5 secondes dans l'atelier; l'ouverture des diaphragmes était $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{12}$. L'image obtenue avec ces objectifs n'est pas d'une netteté bien tranchée par suite de l'aberration sphérique considérable du système, aberration qui n'est pas corrigée par l'emploi de diaphragmes suffisamment étroits. L'image cependant possède une certaine douceur : elle ne possède pas de parties absolument nettes au détriment de parties complètement confuses. Le résultat obtenu présente assez d'harmonie.

En 1886, M. Dallmeyer³ a mis dans le commerce une série d'objectifs simples qu'il a désignés sous le nom de *Rapid (long focus) Landscape lens*. Cet objectif a été calculé par J.-H. Dallmeyer en

1. *British Journal of Photography*, 1881, p. 593.

2. L'indice d'un diaphragme s'obtient en divisant le nombre qui exprime la distance focale principale f par celui qui exprime le diamètre du diaphragme.

3. *The British Journal of photography*, 1886, 17 septembre, et *Bulletin de la Société française de photographie*, 1887, p. 103.

1880 : il était destiné à photographier des marines ou des paysages éloignés. Il embrasse un angle moins ouvert que celui que l'on obtient par l'emploi du grand angulaire simple. Sur la même dimension de plaque il donne une image plus grande d'objets éloignés que celle que l'on obtient avec le grand angulaire. Cet objectif embrasse un angle de 40° sur la plaque pour laquelle il a été construit, avec deux fois la rapidité de l'objectif à paysage grand angle; il est composé de trois lentilles collées : deux en flint, une en crown.

L'ouverture du plus grand diaphragme est environ $\frac{1}{12}$: avec cette ouverture, la netteté est assez satisfaisante et la rapidité assez grande pour que l'objectif puisse servir à l'obtention des portraits dans l'atelier. L'ouverture des diaphragmes est trop grande pour que l'on puisse employer la monture à disque tournant; on emploie des diaphragmes à vannes.

Cet objectif est l'un des meilleurs que l'on puisse employer pour l'obtention des vues instantanées. Grâce à la position du diaphragme et aux courbures des lentilles, la distorsion est réduite à un minimum; elle n'apparaît pas sensiblement sur la dimension de plaques pour laquelle l'objectif est construit.

Voici les dimensions d'objectifs construits dans cette série par M. Dallmeyer :

N ^{os}	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER	SURFACE nettement COUVERTE.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
1	33	225	120 × 164
2	42	305	164 × 215
3	55	375	253 × 202
4	66	450	303 × 253
5	75	550	380 × 303
6	88	625	457 × 404
7	108	750	558 × 506

Dans toute cette série, l'ouverture des diaphragmes est uniforme; elle est : $\frac{1}{11,8}$, $\frac{1}{14,5}$, $\frac{1}{16,7}$, $\frac{1}{20,5}$, $\frac{1}{29}$, $\frac{1}{41}$, $\frac{1}{57,9}$. — Les quatre

premiers diaphragmes peuvent servir pour l'obtention des vues instantanées au gélatino-bromure; on peut même à la rigueur employer le cinquième dans quelques cas spéciaux.

52. Objectif rectilinéaire pour vues. — Ce nouvel objectif¹ est extrêmement original. Il se compose de trois lentilles dont la *disposition extérieure* présente l'ensemble d'une lentille pour vues; elles sont toutes trois montées dans le même barillet; la lentille extérieure est de flint; elle est collée à une lentille de crown; les deux verres tournent leur surface convexe vers l'objet à reproduire. La troisième lentille est en crown; elle tourne sa convexité vers le verre dépoli; elle n'est pas en contact des deux premières et en est séparée par une mince lamelle d'air. Le diaphragme se place en avant de l'objectif et à une distance un peu supérieure à son diamètre; les diaphragmes sont à *vannes*.

Cet objectif présente de nombreux avantages sur les formes précédemment décrites; il admet des diaphragmes dont l'ouverture maxima est $\frac{f}{14}$; il est donc plus rapide que le grand angulaire simple et avec le plus grand diaphragme, il est sensiblement exempt d'aberration sphérique, ce qui le rend précieux pour l'obtention des instantanés.

L'image est sensiblement aussi brillante que celle donnée par l'objectif simple rapide pour vues.

Il est absolument rectilinéaire; il peut servir à la production de clichés, de cartes, plans, monuments, etc. Pour tous ces travaux, lorsque la grandeur de l'angle à reproduire n'est pas à considérer, c'est le meilleur objectif que l'on puisse employer, parce que de tous les objectifs rectilinéaires, *c'est celui qui donne l'image la plus brillante*.

Le champ est très plat, la netteté sur les bords est remarquable, et l'absence de distorsion permet de l'employer à copier des cartes par fragments. L'examen d'un objectif n° 3 (diamètre, 0^m051; foyer, 0^m31) nous a montré que le diamètre du champ de netteté était de 0^m34 en employant le dernier diaphragme. L'angle embrassé par l'objectif est donc inférieur à celui que donne le grand angulaire simple, mais plus grand que celui donné par les autres formes d'objectifs simples.

1. Déposé le 2 février 1888; *Phot. News*, 1888, pp. 146, 175, 189.

M. Dallmeyer construit cet objectif dans les dimensions suivantes :

N ^{os}	DIAMÈTRE des LENTILLES.	DIMENSIONS des plaques NETTEMENT COUVERTES	FOYER
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
1	37	164 × 120	215
2	44	215 × 164	287
3	51	253 × 202	337
4	57	303 × 253	415
5	68	380 × 303	506
6	75	457 × 404	633
7	88	558 × 506	810

Ce tableau indique exactement les dimensions de plaque nettement couverte; il montre que le nouvel objectif peut être employé pour des plaques bien plus grandes que celles auxquelles on destinait l'ancien objectif simple de même foyer.

Lorsque les circonstances permettront l'usage d'un diaphragme d'ouverture plus petite que $\frac{1}{15}$, on devra employer la nouvelle forme d'objectif; elle est préférable aux anciens *aplanats*, *rectilignes*, etc., parce que le rectilinéaire pour vues donne plus de profondeur de foyer et plus de brillant à l'image que tout autre objectif dont l'indice du diaphragme est $\frac{1}{15}$.

James J. Godard¹ avait autrefois calculé sous le nom d'OBJECTIF DOUBLE PÉRISCOPIQUE les courbures d'une lentille simple qui avait au premier abord une certaine analogie de forme avec le nouvel objectif de M. Dallmeyer; mais cette analogie n'était qu'apparente.

L'objectif double périscopique de Godard se composait de trois lentilles : les deux premières étaient cimentées à l'aide de baume du Canada; la troisième était isolée des deux premières. Cet objectif avait une courbure du champ très considérable; il nécessitait l'emploi de très petits diaphragmes et ne présentait pas de supériorité bien marquée sur les combinaisons optiques existant à cette époque. L'emploi de cet objectif ne s'est pas répandu; il est aujourd'hui à peu près oublié.

1. *British journal of Photography*, 1869, p. 398.

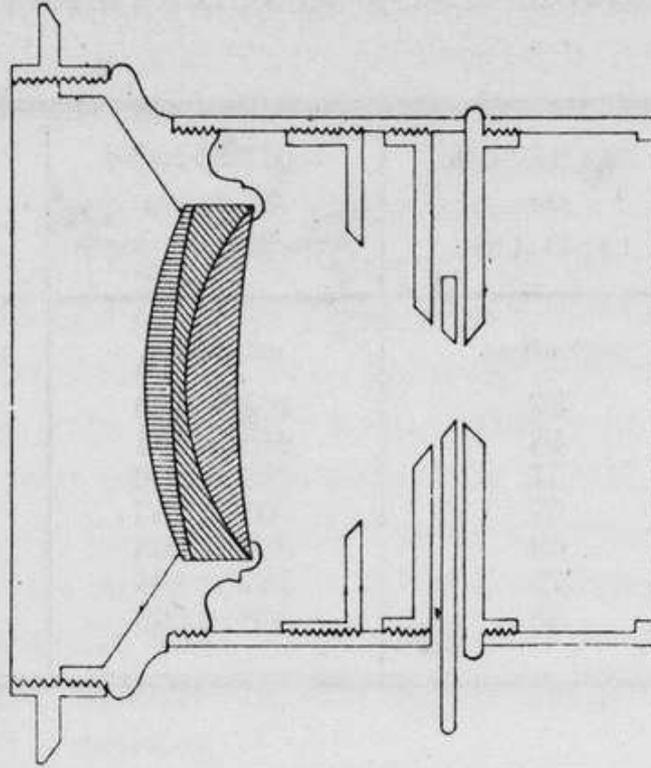


Fig. 35.

La figure 35 représente avec une très grande exactitude l'objectif simple grand angulaire de 139 millimètres de foyer; on voit à la partie antérieure la position du diaphragme percé sur plaque de laiton. Cette figure et les suivantes nous ont été communiquées par M. Dallmeyer.

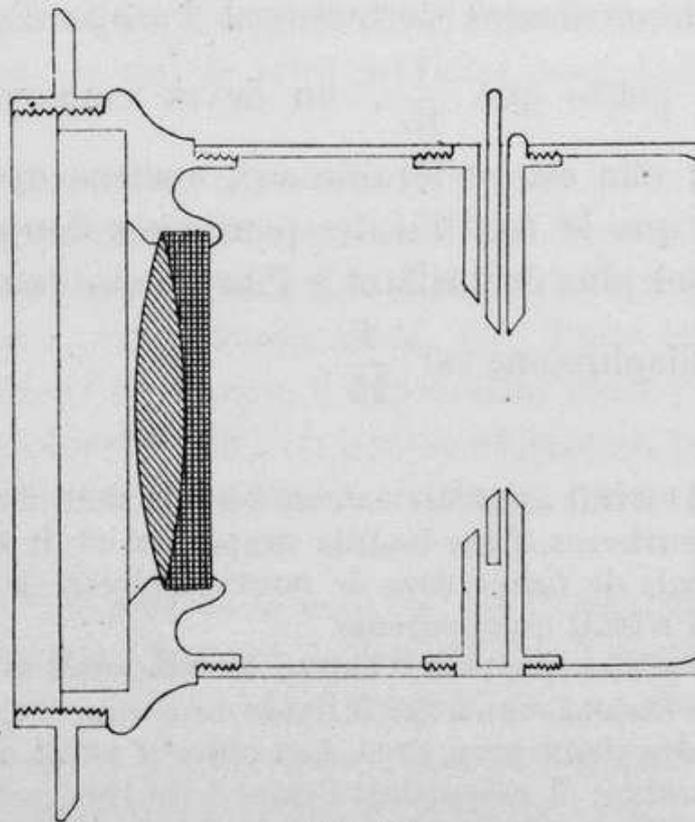


Fig. 36.

La figure 36 représente une coupe suivant l'axe d'un objectif simple stéréoscopique rapide de 11 centimètres de foyer. Cet objectif est muni d'un diaphragme tournant fixé à la monture de l'appareil.

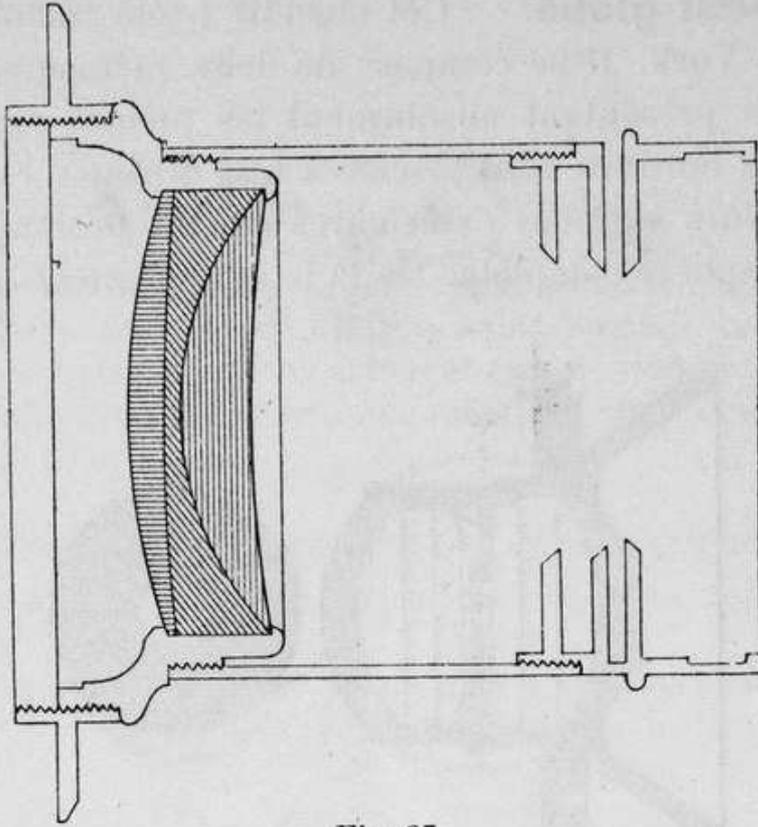


Fig. 37.

La figure 37 est la représentation exacte d'une coupe suivant l'axe de l'objectif *Rapid landscape*. Les diaphragmes à vannes se placent en avant de la lentille dans une rainure ménagée à cet effet.

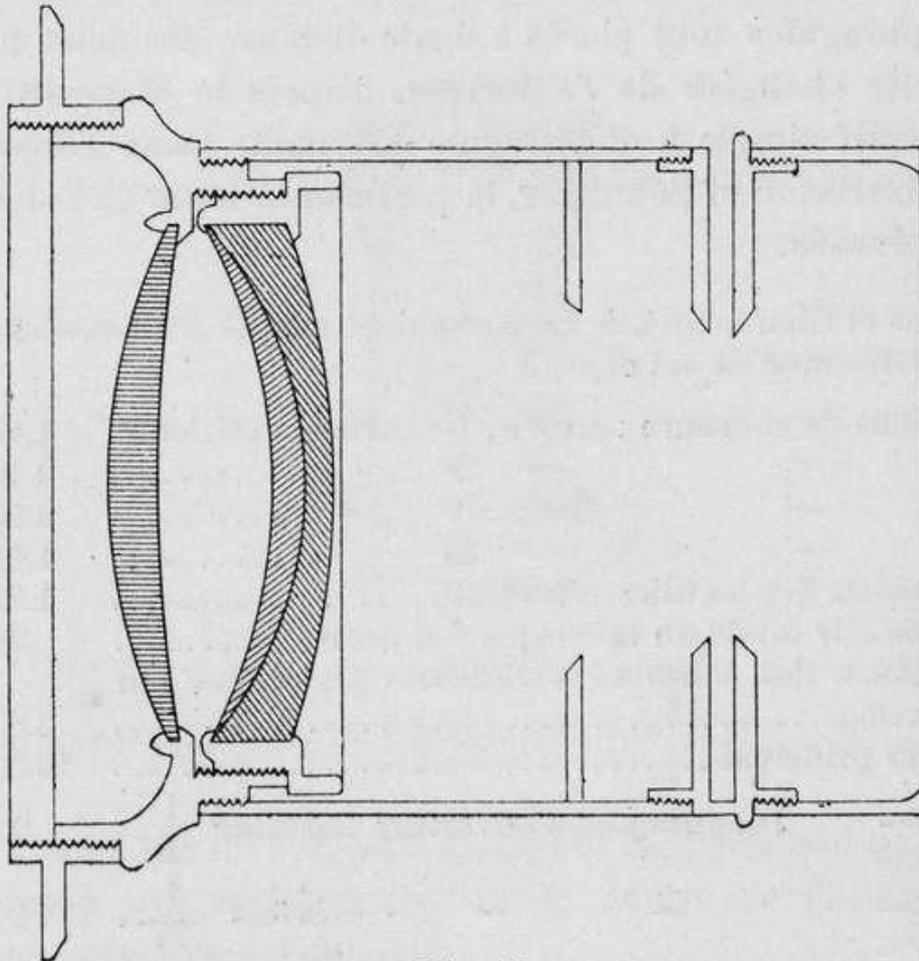


Fig. 38.

La figure 38 représente une coupe suivant l'axe d'un objectif rectilinéaire pour vues de 30 centimètres de foyer. On voit que la lentille postérieure est séparée de la lentille antérieure par une couche d'air assez considérable.

53. L'objectif globe. — Cet objectif a été calculé par Harrison¹, de New-York. Il se compose de deux ménisques convergents achromatiques présentant absolument les mêmes rayons de courbure. Ces deux lentilles sont placées à une distance l'une de l'autre, telle que, si leurs surfaces extérieures étaient prolongées, elles formeraient une sphère complète. De là le nom de *globe-lens* (fig. 39).

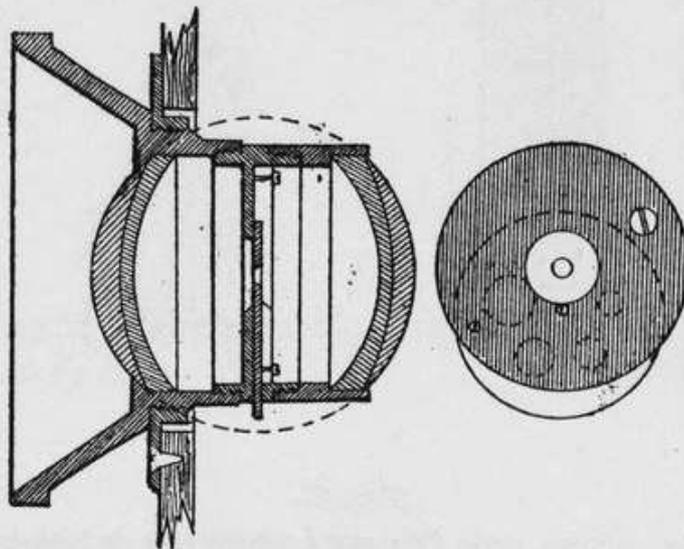


Fig. 39.

Les diaphragmes sont placés à égale distance des deux lentilles et peuvent être changés de l'extérieur, d'après le dispositif employé dans l'objectif simple à diaphragme tournant. Dans l'objectif construit par Harrison et Schnitzer, la partie antérieure de l'objectif était fortement évasée.

MM. Gase et Charconnet, à Paris, avaient adopté les données suivantes pour la construction de cet objectif :

Rayons de courbure : crown, 1 ^{re} surface extérieure.	1.412
— — — 2 ^e —	2.403
— flint, 3 ^e —	2.403
— — — 4 ^e —	1.620
Diamètre des lentilles.....	1.875
Épaisseur totale du ménisque (au centre).....	231,5
Distance des surfaces extérieures (mesurées sur l'axe).....	2.824
Foyer principal	10.000
— Diaphragme d'ouverture <i>maxima</i> $\frac{1}{36}$..	277,7
— — — <i>minima</i> $\frac{1}{72}$..	138,8

1. Le brevet anglais est du 13 octobre 1860. *Bulletin belge de la photographie*, 1863. p. 169.

Indice de réfraction pour le violet : crown.....	1,53
— — — flint.....	1,60
Densité du crown.....	2,543
— du flint.....	3,202

Dans cet objectif, la distorsion est complètement détruite, parce que la première lentille produit une distorsion égale et de signe contraire à celle que donne la seconde. L'objectif globe a été le premier objectif symétrique qui ait été employé pratiquement. Sutton avait, en 1857, indiqué le moyen de construire des instruments ne donnant pas de déformation; mais son système possédait une telle aberration sphérique qu'il était impossible de se servir de l'objectif.

L'angle embrassé par l'objectif globe est considérable et dépasse 75°. Harrisson avait adopté les distances focales suivantes¹ :

Plaque de 100mm	×	120mm	avec 150mm	de foyer.
— 160	×	220	avec 160	—
— 230	×	28	avec 200	—
— 280	×	350	avec 250	—

Cet objectif est destiné à la reproduction des monuments, des paysages, des cartes et des gravures. Il ne doit être employé qu'avec un

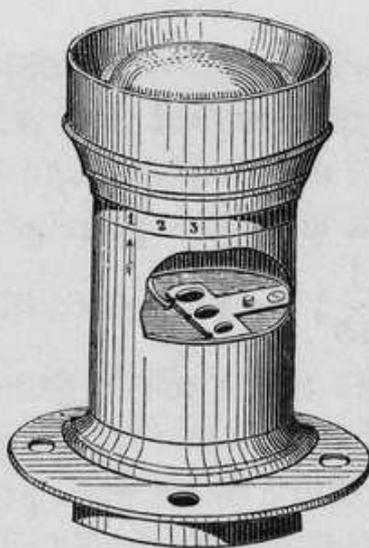


Fig. 40.

très petit diaphragme, ce qui lui donne une très grande profondeur de foyer.

Le peu de rapidité de l'objectif globe et l'inconvénient qu'il présentait de donner une tache circulaire au centre de l'image ont fait abandonner cette forme d'objectif.

1. *Répertoire encyclopédique de photographie*, 1865.

Les opticiens qui l'ont perfectionné sont : en France, MM. Darlot, qui l'a construit sous le nom d'*hémisphérique*, Gasc et Charconnet (objectif lentiforme de l'œil), Hermagis (objectif globe avec diaphragmes perfectionnés) (*fig. 40*), Derogy, Berthiot, etc.; en Allemagne, Liesegang. L'emploi de cet objectif est à peu près abandonné aujourd'hui.

54. Objectif panoramique de M. Sutton. — Cet objectif se compose de deux lentilles de flint concavo-convexe, à courbures concentriques, fixées dans un anneau métallique. L'espace qui sépare les deux lentilles est plein d'eau; deux diaphragmes de petite ouverture, placés à égale distance des deux lentilles, corrigent l'aberration sphérique; l'ouverture de ces deux diaphragmes est elliptique, le grand étant horizontal, car cet objectif était destiné à des vues dont le rapport du côté horizontal au côté vertical est :: 3 : 1, par conséquent le diaphragme circulaire donnerait un champ d'illumination trop inégal.

L'angle embrassé par l'objectif est d'environ 100°; il nécessitait l'emploi de glaces courbes : c'est la principale raison qui a fait abandonner son emploi.

55. Doublet de Th. Ross¹. — Cet objectif se compose de deux ménisques achromatiques pouvant être employés comme objectif simple : l'ensemble forme une combinaison dans laquelle l'aberration sphérique est assez bien corrigée pour permettre l'emploi de diaphragmes d'ouverture $\frac{1}{15}$; le plus petit diaphragme, $\frac{1}{45}$, permet l'admission sur la plaque d'une assez grande quantité de lumière. Les diaphragmes sont disposés sur un disque tournant. Cet objectif est supérieur à l'objectif globe en ce qu'il possède moins d'aberration de sphéricité et qu'il embrasse un angle plus grand, angle qui peut aller jusqu'à 80°; il est à peu près exempt de distorsion.

L'angle sous tendu par la base de l'image était d'environ 80°. Pendant quelque temps, Ross fabriqua des doublets couvrant une surface égale à celle couverte par un objectif simple à vue ordinaire; ces instruments étaient désignés sous le nom de *doublets petit angle*. Dans les *doublets ordinaires* qui formaient une série intermédiaire, l'angle sous tendu par la ligne de base horizontale de l'image était de 60°.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1865, p. 246.

M. Ross construisait cet objectif dans les dimensions indiquées ci-dessous :

Nos	DIAMÈTRE	FOYER	DIMENSION
	de la LENTILLE.		de la PLAQUE.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
1	32	107	120 × 180
2	32	132	120 × 200
3	40	152	170 × 220
4	44	171	200 × 250
5	53	196	250 × 300
6	69	253	300 × 380
7	83	314	400 × 450

M. Ad. Martin a fait construire récemment un objectif rectiligne, dit *grand angulaire*, embrassant un angle de 70°.

La figure 41 représente la disposition de lentilles employées dans le doublet ancienne forme de M. Ross. Dans quelques objectifs les diaphragmes ont été montés sur des tiges que l'on manœuvrait facilement de l'extérieur, dispositif assez semblable à celui qui a été employé par M. Darlot dans son objectif hémisphérique.

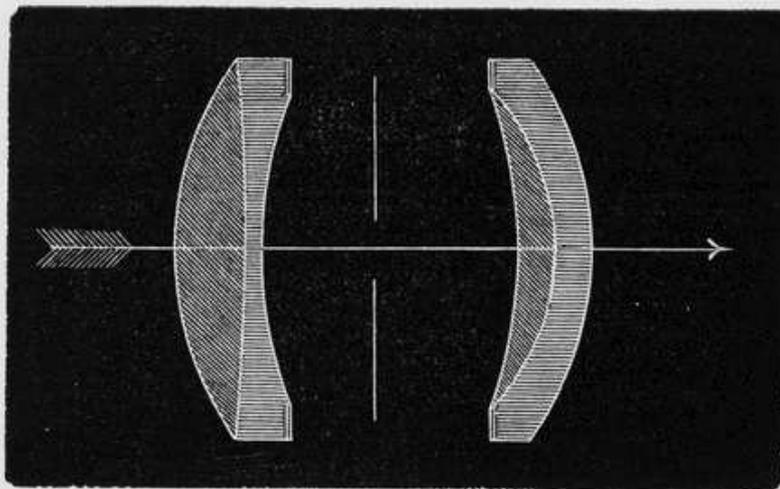


Fig. 41.

56. — Depuis une quinzaine d'années, M. Ross a remplacé la construction de ces objectifs par celle de l'instrument qu'il appelle *symétrique grand angle*, objectif qui est plus exempt de distorsion et d'aberration sphérique que l'ancien doublet ; de plus, l'instrument est fort léger, ce qui est un avantage lorsque l'on fait de la photographie au dehors. La série des objectifs symétriques portatifs à grand angle comprend douze numéros :

Nos	FOYER	SURFACE COUVERTE à TOUTE OUVERTURE	SURFACE COUVERTE avec le plus petit DIAPHRAGME
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
1	80	80 × 80	130 × 100
2	100	100 × 80	180 × 120
3	130	130 × 100	200 × 130
4	150	180 × 120	220 × 170
5	180	200 × 130	230 × 180
6	200	220 × 170	240 × 200
7	230	230 × 180	300 × 250
8	250	240 × 200	330 × 280
9	300	300 × 250	380 × 300
10	380	330 × 280	450 × 300
11	450	380 × 300	550 × 450
12	530	450 × 400	630 × 530

Tous les objectifs de cette série possèdent les mêmes indices, qui sont :

Diaphragme n°	1	2	3	4	5
Indice	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{22,6}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{45,2}$	$\frac{1}{64}$

Les diaphragmes des huit premiers objectifs sont percés sur une plaque tournante ; les diaphragmes des quatre derniers objectifs sont des diaphragmes à vanne, les ouvertures étant trop grandes pour adopter le diaphragme tournant.

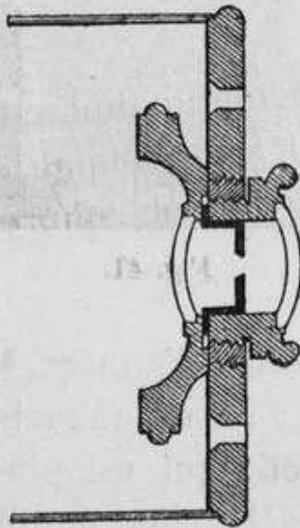


Fig. 42.

57. Objectif périscope de Steinheil. — Cet objectif embrasse un angle de 90° sur la base d'un rectangle dont la largeur est à la hauteur

comme 2 est à 3. Il est formé de deux ménisques non achromatiques, dont les faces concaves sont tournées l'une vers l'autre. Le diaphragme se place à égale distance des deux lentilles; pour changer de diaphragme, on est obligé de dévisser la lentille postérieure (*fig. 42*). Les données de ce système optique sont les suivantes :

Indice de réfraction :	$k_o = 1,5233$	
	$k_v = 1,5360$	
Diamètre des lentilles		1256
Rayon de courbure R_1 extérieur	+	1753
— R_2	—	2076
— R_3	—	2067
— R_4 intérieur	+	1753
Distance des deux lentilles		1256,35
— — —		829
Épaisseur des lentilles suivant l'axe		125,6
Foyer principal (pour l'orange)		10,000
— (pour le violet)		9,754
Ouverture du plus grand diaphragme		251,3

Le périscopie est complètement exempt de distorsion, mais il possède un foyer chimique : c'est là un inconvénient sérieux qui, joint à celui de la faible ouverture des diaphragmes, a fait abandonner l'usage de cet instrument. M. Steinheil construisait les objectifs suivants :

Nos	DIAMÈTRE	FOYER	PLUS GRAND COTÉ
	de		de
	L'OBJECTIF		L'ÉPREUVE
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
1	8,9	74	122
2	11,2	89	176
3	18,0	144	270
4	22,5	176	352
5	33,8	35,2	568
6	56,4	58,7	812
7	47,4	40,6	812

M. Zentmeyer¹, de Philadelphie, opticien bien connu par les ingénieux perfectionnements qu'il a apportés au microscope, a construit, en 1866, un objectif analogue au périscopie en ce qu'il ne renferme qu'une seule espèce de verre : les deux lentilles ne sont pas symétriques, mais les deux surfaces intérieures sont concentriques. L'emploi de cet objectif ne s'est pas généralisé.

1. *Phot. Mittheilungen*, 1866, p. 210.

58. Le Pantoscope. — Les éléments des lentilles dont se compose cet objectif ont été calculés par M. Busch de Rathenow. Le pantos-

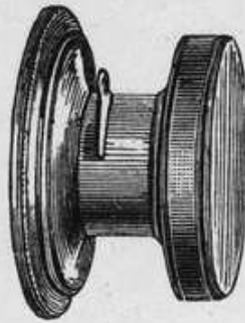


Fig. 43.

cope comprend deux lentilles symétriques, séparément achromatiques, à rayons de courbure très court. Les lentilles extérieures sont en crown, celles qui sont à l'intérieur sont en flint. Les diaphragmes à vannes se placent entre les deux lentilles (*fig. 43*). L'aberration sphérique du pantoscope est considérable; aussi doit-on employer des diaphragmes d'ouverture $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{50}$; avec le dernier, la netteté est très satisfaisante, supérieure à celle que donne l'objectif globe, et s'étend jusqu'aux bords extrêmes de l'image. Le pantoscope est l'objectif par excellence pour la reproduction des monuments, intérieurs, panorama, etc. C'est l'un des objectifs qui embrassent le plus grand angle, comme cela résulte du tableau suivant :

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER	DIAMÈTRE du CHAMP ROND.	DIMENSIONS d L'IMAGE.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.	millimètres.
1	8	52	124	70 × 105 ou 78 × 92
2	11,5	78	197	105 × 158
3	17	118	288	158 × 236
4	26	170	430	236 × 353
5	38	242	627	353 × 524
6	57	363	940	524 × 784
7	86	546	1410	784 × 1175

59. Objectifs panoramiques de Prasmowski. — Ces objectifs donnent des résultats analogues à ceux que fournit le pantoscope. L'aberration sphérique étant mieux corrigée, les diaphragmes possè-

dent une ouverture plus considérable que celle des pantoscopes. Les panoramiques de Prasmowski sont intermédiaires entre les symétriques portatifs de Ross et les pantoscopes comme grandeur d'angle. Dans des conditions favorables de lumière, les panoramiques permet-



Fig. 44.

tent l'obtention de groupes : ces objectifs sont précieux pour ce travail, parce qu'ils possèdent une très grande profondeur de foyer.

Le système optique se compose de deux lentilles, achromatiques individuellement, de très petites dimensions, symétriques et disposées dans un tube très court.

Les diaphragmes percés sur une plaque tournante se placent entre les deux verres et à égale distance de chacun d'eux (*fig. 44*).

Voici les dimensions d'objectifs de cette série que construisent MM. Bézu et Hauser, les habiles successeurs de M. Prasmowski à Paris.

Nos	FOYER	DIMENSION COUVERTE
	avec le plus petit DIAPHRAGME.	
	millimètres.	millimètres.
000	55	72 × 50
00	85	120 × 90
0	120	180 × 120
1	140	280 × 200
2	220	330 × 240
3	280	420 × 330
4	360	540 × 420
5	600	600 × 500

Lorsqu'on opère avec ces objectifs, il est indispensable que le châssis portant la glace dépolie soit exactement vertical; la moindre déviation de la chambre noire produit une inclinaison des lignes verticales sur la glace dépolie.

M. Hartnack, à Postdam, construit la même série d'objectifs avec le diaphragme central à palettes (iris-diaphragme); il exécute aussi fort bien les divers numéros de cette série d'objectifs qu'il a perfectionnés tout récemment.

60. Objectif périgraphique de M. Berthiot. — Dans le but d'obtenir un très grand angle, tout en conservant la rectitude des lignes, M. Berthiot vient de modifier¹ la fabrication de ses anciens objectifs et d'établir une nouvelle série donnant un très grand angle. Les essais que nous avons fait récemment de deux objectifs, l'un de

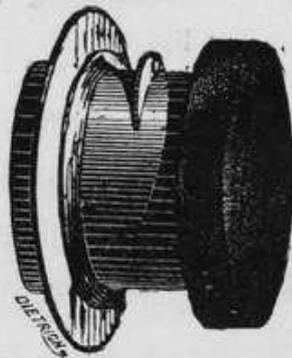


Fig. 45.

97 millimètres de distance focale, l'autre de 118 millimètres, nous ont prouvé que ces instruments ne le cédaient en rien au pantoscope comme grandeur d'angle embrassé, tout en présentant une intensité lumineuse plus considérable, le plus grand diaphragme étant d'ouverture $\frac{1}{15}$. Cet objectif est précieux pour l'obtention de vues d'intérieurs lorsque le recul est insuffisant; grâce à sa courte distance focale, sa profondeur de foyer est en quelque sorte illimitée. C'est de tous les objectifs connus celui qui, pour la dimension 13×18 , donne le plus grand angle (*fig. 45*).

61. Objectif rectilinéaire grand angle. — Ce très remarquable objectif a été calculé par J.-H. Dallmeyer, en 1866; son fils l'exécute actuellement de la façon la plus remarquable. En construi-

sant cet instrument, Dallmeyer a eu pour but de produire un objectif à très grand angle, donnant des images absolument rectilignes et exempt du défaut connu sous le nom de tache centrale (*central spot*¹). Ce défaut que l'on rencontrait fréquemment dans l'ancien objectif globe et dans beaucoup d'objectifs embrassant un grand angle, consiste dans la production accidentelle d'une tache ronde et sombre, d'une assez grande étendue, au centre des négatifs ; elle se traduit donc par un cercle plus ou moins blanc sur l'épreuve positive.

Des objectifs très bons sous d'autres rapports donnaient souvent la tache centrale sans qu'on ait jamais expliqué la raison de ce défaut. Dallmeyer fit des expériences qui lui démontrèrent que la tache centrale était produite par la lentille de derrière et par celle-là seule ; que ses dimensions et son intensité dépendaient de la grandeur et de l'ouverture du diaphragme. Il obtint ces résultats en étudiant la tache centrale dans un triplet pour vues à grand angle, et enlevant la lentille antérieure et la lentille du milieu de ce triplet ; la tache variait d'ailleurs de dimensions en modifiant l'ouverture du diaphragme. Restait à étudier l'influence de la distance du diaphragme à la lentille. Une lentille simple fut munie d'un diaphragme mobile dans le sens de l'axe de l'objectif : en déplaçant le diaphragme, il constata que pour une certaine position du diaphragme la tache centrale présentait le maximum de netteté ; d'ailleurs, le diaphragme et la tache (lorsque cette dernière était nette) étaient liés par la loi des points conjugués. Il en conclut, après avoir placé un point lumineux à la place du diaphragme et vérifié la relation des points conjugués, que la tache centrale était l'image réelle de l'ouverture du diaphragme produite par la lentille postérieure des objectifs.

Les vérifications que tenta Dallmeyer ne lui expliquaient pas cependant comment avec une aussi faible distance du diaphragme à la lentille (distance qui était plus courte que la distance focale principale) il obtenait une image *réelle* ; l'image de la tache centrale aurait dû être *virtuelle* et par conséquent invisible sur la glace dépolie.

Sir John Herschell trouva la solution de cette difficulté. Selon lui, la cause possible de l'image réelle du diaphragme était due non à la réfraction de la lumière lorsqu'elle traverse la dernière lentille des objectifs, mais à un effet de réflexion de cette lumière.

1. *Photographic Journal*, 15 juin 1867.

Soit AEBFA une lentille simple (*fig. 46*), D le diaphragme placé de telle sorte que le centre de son ouverture coïncide avec le centre de courbure de la

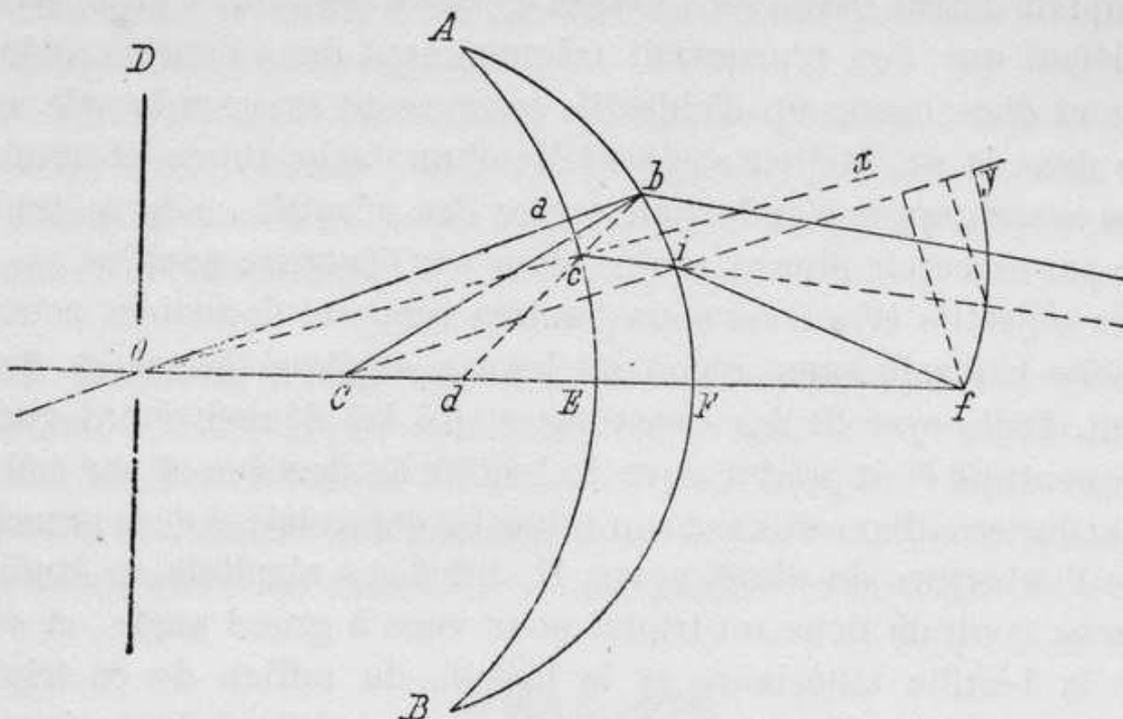


Fig. 46.

face AEB de la lentille. Soit Oa un rayon incident rencontrant en b l'autre face de la lentille dont le centre est en C , ce rayon n'émerge pas complètement : il est en parti réfléchi dans la direction bcd faisant un angle $cbd = cbo$; en c il est de nouveau réfléchi dans la direction ci telle que $xc_i = xcb$. Arrivé de nouveau en i sur la face AFB, il est réfracté dans la direction if faisant un angle $yif > Cic$ parce que la réfraction se fait du verre dans l'air. Par conséquent, ces rayons se rapprochant de l'axe viendront converger en un foyer f situé du côté convexe de la lentille; par suite, les rayons tels que Oa formeront sur le verre dépoli une tache de même forme que le diaphragme.

Cette explication fournit le moyen d'annihiler complètement le défaut de la tache centrale dans les objectifs simples; il suffit, en effet, de se servir de l'objectif avec le diaphragme placé entre le système optique et la glace dépolie.

Avec un objectif double, la théorie n'indique pas de remède. On peut atténuer le défaut en disposant le diaphragme en contact de la lentille postérieure de l'objectif; cela diminue l'étendue de cette lentille, et par suite l'étendue de la surface éclairée par l'objectif. De tous les objectifs qui possèdent le défaut de la tache centrale, le globe lens est celui qui le présente au plus haut degré, surtout lorsqu'on emploie de petits diaphragmes. On diminue l'intensité de la tache en masquant les bords des lentilles de l'objectif.

Le défaut du *central spot* peut complètement disparaître par une modification convenable de la courbure de la face postérieure de la lentille. Augmentons, en effet, cette courbure : les rayons (*fig. 47*) $Ob Ob'$ passant par le diaphragme placé en o traverseront cette lentille en se réfléchissant

partiellement en b et b' , suivant be , $b'e'$, puis suivant ei , $e'i'$; mais à leur sortie en i et i' de la lentille, ces rayons, au lieu de converger vers l'axe, divergeront; la tache ne saurait donc se produire.

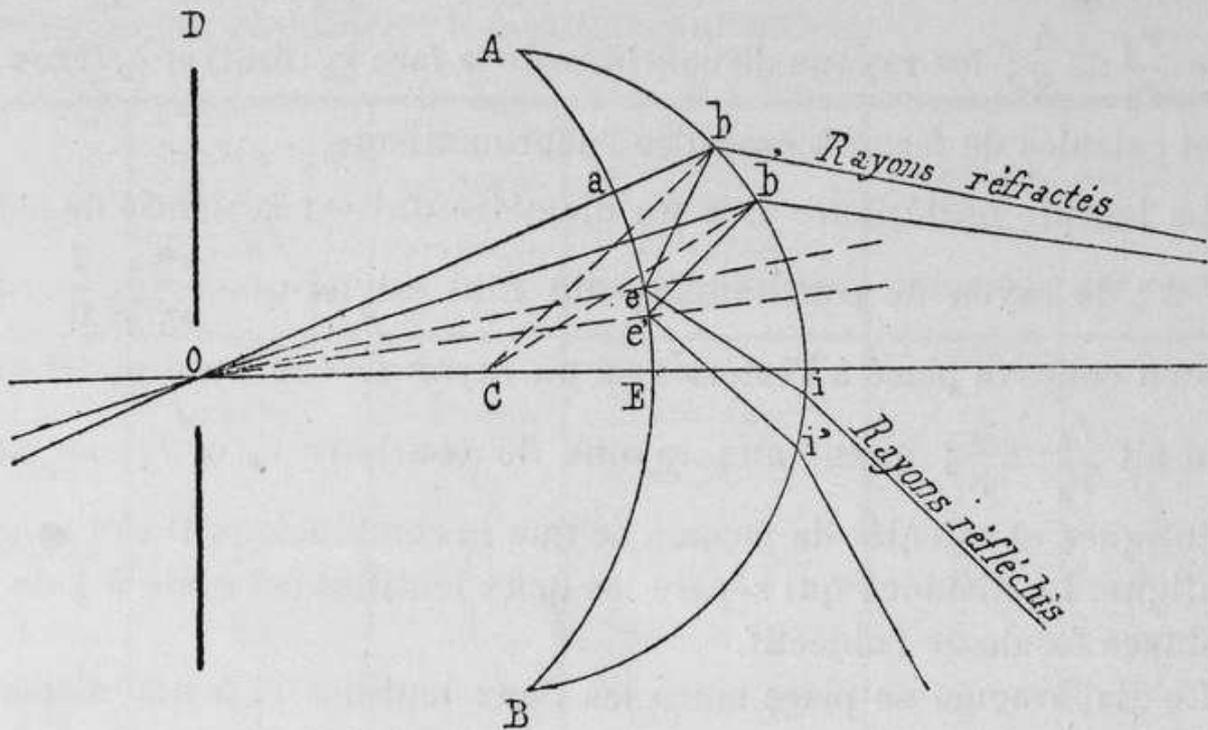


Fig. 47.

C'est en se basant sur ce principe que Dallmeyer a construit le premier objectif double exempt de tache centrale : il l'a appelé *rectilinéaire grand angle*.

L'instrument (*fig. 48*) se compose de deux ménisques achroma-

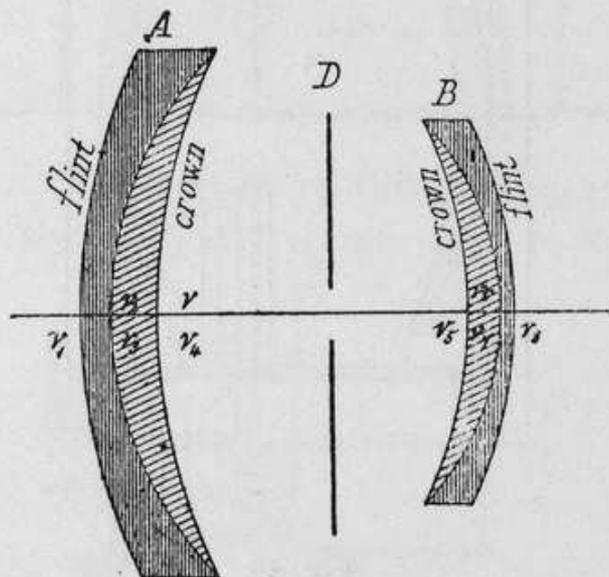
. *A* lentille frontale ; *B* lentille postérieure

Fig. 48.

tiques A et B dont les foyers sont, avec le foyer de l'objectif, dans le rapport de 2 à 1. Le diamètre du flint antérieur est sensiblement

égal à $\frac{f}{5}$; le rayon de courbure r_1 est aussi $\frac{f}{5}$. Une lentille de crown lui est associé : le rayon de courbure de la face r_4 est tel que $\frac{r_4}{r_1} = \frac{4}{3}$; les rayons de courbure de la face r_2 (flint) et r_3 (crown) sont calculés de façon à produire l'achromatisme.

La lentille postérieure B a un diamètre qui est la moitié de celui de A; le rayon de courbure r_8 du flint est tel que $\frac{r_8}{r_1} = \frac{7}{6}$. Le crown concave placé à l'intérieur a un rayon de courbure r_5 tel que l'on ait $\frac{r_5}{r_8} = \frac{4}{3}$; quant aux rayons de courbure r_6 et r_7 , ils sont identiques et calculés de façon à ce que la combinaison B soit achromatique. La distance qui sépare les deux lentilles est égale à $\frac{1}{7}$ de la distance focale de l'objectif.

Le diaphragme se place entre les deux lentilles et à une distance

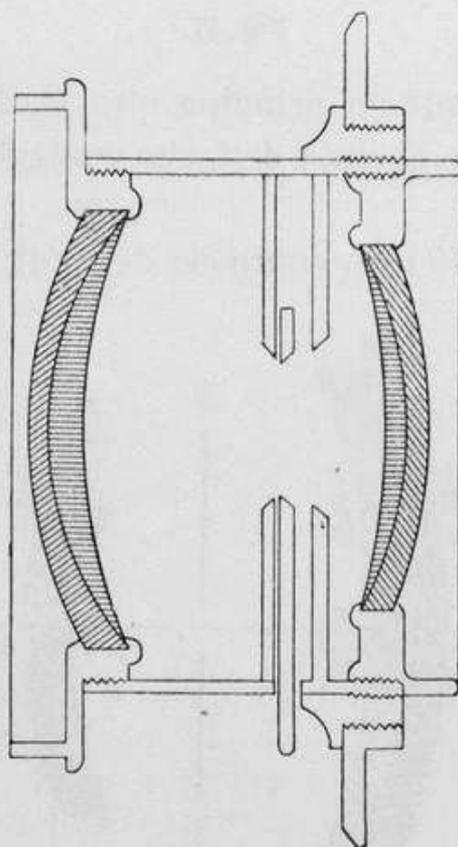


Fig. 49.

divisant l'espace qui les sépare proportionnellement à la longueur de leurs diamètres respectifs (*fig. 49*).

Cet objectif est complètement exempt de distorsion, de tache centrale; il embrasse un angle considérable. Le foyer chimique et les

aberrations pour les rayons obliques à l'axe sont réduits à un minimum; l'aberration sphérique suivant l'axe est assez bien corrigée pour que l'on puisse se servir de diaphragmes relativement grands, ainsi que cela résulte des indications suivantes :

Nos	DIAMÈTRE de LA LENTILLE antérieure.	FOYER PRINCIPAL.	DIMENSION COUVERTE avec le plus petit DIAPHRAGME.	DIAPHRAGMES	
				maximum.	minimum.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.		
Pocket.	45	57	88 × 69	$\frac{1}{11,8}$	$\frac{1}{45,3}$
Stéréoscope.	46	76	127 × 102	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{28,2}$
1 AA	22	101	183 × 107	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{36,8}$
1 A	32	133	215 × 164	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{42,4}$
1	38	177	303 × 253	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{42,4}$
2	51	215	380 × 303	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{42,4}$
3	63	329	457 × 404	$\frac{1}{17}$	$\frac{1}{48,1}$
4	76	392	558 × 506	$\frac{1}{17}$	$\frac{1}{48,1}$
5	96	481	533 × 531	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{60}$

La combinaison antérieure du rectilinéaire grand angle peut être employée seule (comme objectif simple dont la longueur focale est

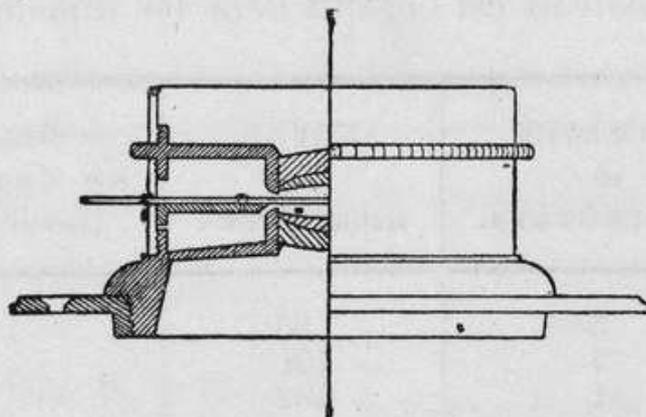


Fig. 50.

sensiblement le double de la longueur focale de l'objectif composé).

Cette lentille seule donne de meilleurs résultats que l'objectif simple ancienne forme.

62. Aplanat grand angulaire pour vues. — Bien que cet objectif soit aplanétique (de même que l'aplanat à reproductions), nous le décrivons ici, à cause de sa petite ouverture. Cet objectif est composé de deux lentilles symétriques, achromatiques séparément; les deux lentilles sont identiques. Le diaphragme, sur plaque tournante, se place à égale distance des deux lentilles; ces lentilles sont en flint léger et en flint lourd; elles ont un diamètre très petit eu égard à leur distance focale. Le plus grand diaphragme est d'ouverture $\frac{1}{20}$ ou $\frac{1}{25}$, le plus petit $\frac{1}{60}$; cet objectif embrasse un angle de 90° suivant la diagonale de la plaque (*fig. 50*).

Voici les données relatives à un objectif n° 4 :

Ouverture utile.....	13mm5
Foyer principal.....	240mm
Indices de réfraction pour la raie d : k_d	= 1,57762
	k'_d = 1,61317
Rapport des pouvoirs dispersifs	$\frac{d'}{d}$ = 1,1895

		mill.	
Rayons de courbure	$R_1 + 34,76$	»	} Flint ordinaire; épaisseur, 2mm9.
—	$R_2 - 15,64$	»	
—	$R_3 + 15,64$	»	} Flint léger; épaisseur, 2mm0.
—	$R_4 - 41,418$	»	
Distance des deux lentilles,	4mm00.		
—	$R_5 - 41,413$	»	} Flint ordinaire; épaisseur, 2mm0.
—	$R_6 + 15,64$	»	
—	$R_7 - 15,64$	»	} Flint léger; épaisseur, 2mm9.
—	$R_8 + 34,76$	»	

M. Steinheil construit cet objectif dans les dimensions suivantes :

Nos	DIAMÈTRE en MILLIMÈTRES.	FOYER en MILLIMÈTRES.	DIAMÈTRE DU CHAMP ROND. (dernier diaphragme).
1	5	96	180
2	7	121	250
3	11	182	370
4	15	262	440
5	22	405	660

63. Aplanat grand angulaire pour reproductions. — Dans le but d'éclairer uniformément la surface du plan focal, ce qui est utile pour la reproduction des cartes de géographie, le Dr Ad. Steinheil a considérablement rapproché le diaphragme de la lentille.

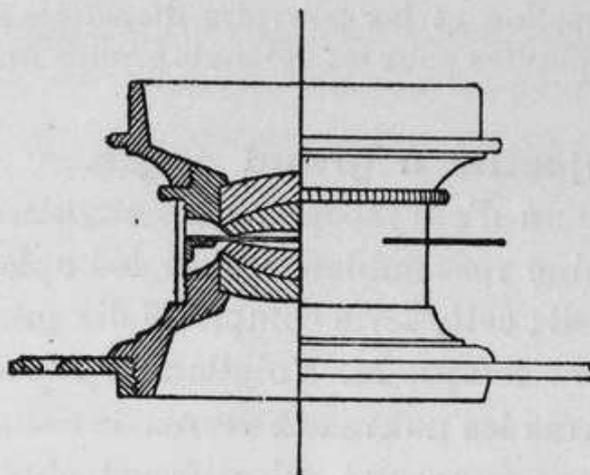


Fig. 51.

L'objectif est composé de deux lentilles symétriques de très petite surface, de façon à pouvoir être muni d'un prisme destiné au retournement de l'image (*fig. 51*). L'ouverture de l'objectif est environ $\frac{f}{16}$.

Cet objectif se construit dans les dimensions suivantes :

N ^{os}	DIAMÈTRE en MILLIMÈTRES.	FOYER en MILLIMÈTRES.	DIAMÈTRE DU CHAMP ROND en millimètres.
1	25	365	370
2	30	457	480
3	43	601	610
3 b	52	780	700
4	63	975	840
5	75	1224	1000
6	90	1423	1200

Les données suivantes servaient à la construction du plus petit de ces instruments :

Diamètre découvert..... 13 millimètres.

Foyer..... 240 —

Rayons de courbure $R_1 + 33,437\text{mm}$	}	Flint ordinaire; épaisseur, 2,77mm.
— $R_2 - 14,934$ »		
— $R_3 + 14,934$ »	}	Flint léger; épaisseur, 3,64mm.
— $R_4 - 39,001$ »		

Distance des deux lentilles, 1mm73.

—	R ₅ — 39,001 »	} Flint léger; épaisseur, 3,64mm.
—	R ₆ + 14,934 »	
—	R ₇ — 14,934 »	} Flint ordinaire; épaisseur, 2,77mm.
—	R ₉ + 33,437 »	

Les indices de réfraction et les pouvoirs dispersifs sont les mêmes que ceux des matières employées pour les aplanats grands angulaires à paysages.

64. Autres objectifs à grand angle. — M. Voigtlander a construit, sous le nom d'euryscope grand angulaire, un objectif qui présente une certaine ressemblance avec les aplanats grands angulaires du Dr Steinheil; cette série comprend dix grandeurs d'objectifs.

Dans ces derniers temps, M. Voigtlander a construit des euryscopes grand angle avec les nouveaux verres de Schott, d'Iéna: l'image nette que donnent ces nouveaux objectifs est plus exempte d'aberration que celle obtenue avec les anciens; il construit dix numéros d'objectif.

Nos	DIAMÈTRE	FOYER	DIMENSION	
	des LENTILLES		COUVERTE avec GRAND DIAPHRAGME	COUVERTE avec PETIT DIAPHRAGME
	millimètres.	millimètres.	millimètres.	
00	10,8	82	105 × 79	131 × 105
0	13	118	131 × 105	196 × 132
1	15	139	158 × 118	210 × 158
2	17	164	196 × 145	237 × 184
3	21,7	188	224 × 172	263 × 210
4	26	235	250 × 196	316 × 263
5	33	390	342 × 289	421 × 368
6	39	523	446 × 395	526 × 474
7	46	654	553 × 500	632 × 580
8	52	838	605 × 553	685 × 605

En Amérique, Morrisson a construit un objectif à grand angle composé d'un ménisque achromatique placé à l'avant de l'objectif; à l'arrière se trouve un autre ménisque non achromatique; cet objectif grand angulaire jouit d'une certaine faveur en Amérique.

§ 2. — LES OBJECTIFS A GRANDE OUVERTURE.

65. Nous désignons sous le nom d'objectifs à grande ouverture ceux dans lesquels l'aberration de sphéricité est corrigée suivant l'axe par la disposition des lentilles qui les constituent, et qui, *de plus*, permettent l'emploi de diaphragmes dont l'ouverture est supérieure ou au plus égale à $\frac{1}{10}$; ces objectifs comprennent :

- 1° L'*objectif double de Petzval et ses dérivés*;
- 2° Les *rectilinéaires à portraits*;
- 3° Les *euryscopes*;
- 4° Les *antiaplanats*;
- 5° Les *aplanats, rectilinéaires rapides, rectilignes, etc.*;
- 6° Les *orthoscopiques*;
- 6° Les *triplets*.

Il existe d'autres objectifs dont l'aberration sphérique suivant l'axe est bien corrigé, mais qui par leur construction ne peuvent être employés qu'avec des diaphragmes dont l'ouverture est inférieure à $\frac{1}{10}$. Comme la principale qualité photographique résultant de l'aplanétisme est de permettre le travail avec de grands diaphragmes, nous avons classé dans la catégorie des non aplanétiques des objectifs qui dans le sens *physique* du mot sont cependant aplanétiques. C'est ainsi que nous avons décrit les aplanats grands angulaires et plusieurs autres objectifs dans la section précédente.

66. Objectif double à portraits. — L'objectif double à portraits, employé à peu près partout aujourd'hui, a été calculé, vers 1840, par Petzval, de Vienne. Comme nous le verrons plus loin, d'autres objectifs à plusieurs verres furent construits vers la même époque; ces formes d'objectifs n'ont plus qu'un intérêt de curiosité.

L'objectif de Petzval, connu sous le nom d'objectif à portraits, se compose d'une lentille achromatique sensiblement plan convexe, tournant sa convexité vers l'objet à reproduire, et d'une combinaison biconvexe formée d'un ménisque divergent en flint, placé à une certaine distance d'une lentille biconvexe en crown. Les deux systèmes de lentilles sont fixés aux extrémités d'un tube de cuivre; entre les deux lentilles se placent les diaphragmes à vannes (*fig. 52*).

Les considérations suivantes ont guidé Petzval dans le calcul des

éléments de cet objectif : la lentille frontale, qui est sensiblement plan convexe, donne une image exempte des aberrations sphérique et chromatique suivant l'axe lorsqu'elle est employée la face convexe tournée vers l'objet à reproduire ; l'image est d'une faible étendue, car pour les rayons obliques à l'axe les deux aberrations sont considérables. Par l'emploi d'une lentille placée entre la frontale et le verre dépoli, on peut réduire dans une très large mesure ces aberrations.

La combinaison postérieure de l'objectif a donc pour objet de détruire l'aberration sphérique de la frontale et d'allonger la distance focale des pincesaux obliques à l'axe, tout en réduisant l'astigmatisme au minimum. En rapprochant ou éloignant l'une de l'autre les deux lentilles postérieures, on réduit l'aberration sphé-

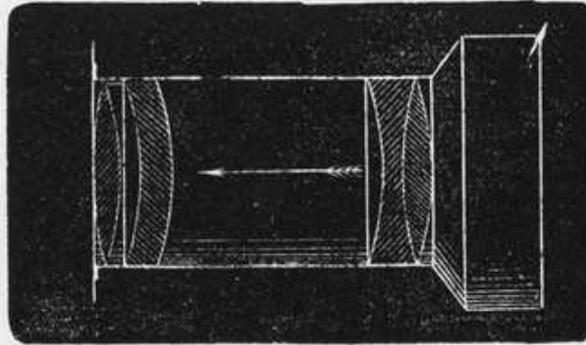


Fig. 52.

que. La lentille négative de la combinaison postérieure par sa forme ménisque dont la convexité est dirigée vers la frontale rend le champ de l'objectif entièrement plat. La lentille antérieure de l'objectif est généralement d'un diamètre un peu inférieur à celui de la lentille postérieure. On adopte cette disposition pour obtenir l'égalité de l'intensité lumineuse agissant sur l'étendue de la surface sensible ; on ne peut pas cependant augmenter outre mesure le diamètre de la lentille postérieure, parce que l'aberration sphérique pour les rayons obliques à l'axe et l'astigmatisme deviendraient considérables (*fig. 52*).

Voici les données adoptées par M. Dallmeyer pour la construction de cet objectif :

Diamètre de la combinaison antérieure..	29,77
Crown biconvexe. {	R ₁ 55,85
	R ₂ 37,01
Flint biconcave.. {	R ₃ 37,01
	R ₄ 102,662
Diamètre de la combinaison postérieure..	35,17

Flint divergent...	{ R ₅	130,30
	{ R ₆	58,44
Crown biconcave.	{ R ₇	101,95
	{ R ₈	101,95
Distance des deux combinaisons.....		24,24
Foyer principal.		10,000
Plus grand diaphragme, $\frac{1}{4}$		2,800
Plus petit diaphragme, $\frac{1}{25}$		400

L'objectif à portraits (*fig. 53*) peut s'employer à toute ouverture ; mais le champ de netteté est alors très réduit, et son diamètre ne dépasse pas $\frac{1}{4}$ de la distance focale. Avec un diaphragme dont le diamètre est le dixième de la distance focale ($\frac{1}{10}$), la netteté s'étend sur un cercle dont le diamètre est $\frac{f}{2}$; enfin, avec le diaphragme $\frac{1}{25}$, le diamètre de l'image nette est sensiblement égal à f .

Dallmeyer construit deux séries d'objectifs à portraits de la forme

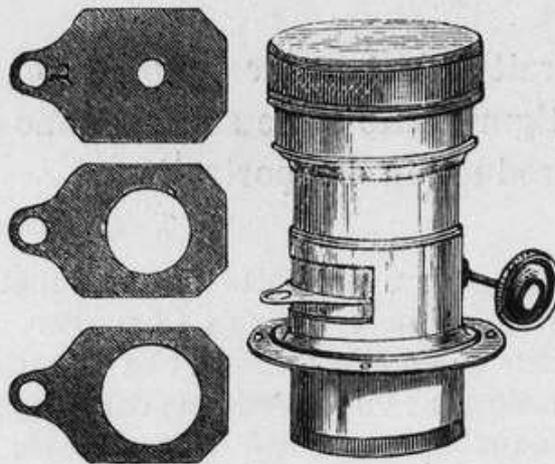


Fig. 53.

calculée par Petzval. Il désigne la plus rapide sous la lettre C. Ces objectifs, extrêmement lumineux, conviennent surtout pour obtenir des portraits d'enfants et pour les poses instantanées dans l'atelier. La série C comprend les objectifs suivants :

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES. millimètres.	FOYER millimètres.	DIMENSION de la PLAQUE. millimètres.	DIAPHRAGMES	
				maximum.	minimum.
2 C	70	150	108 × 82	$\frac{1}{2,45}$	$\frac{1}{9,8}$
3 C	88	200	121 × 102	$\frac{1}{2,49}$	$\frac{1}{14,1}$

En France, MM. Darlot, Derogy, Fleury-Hermagis, Français, etc., construisent, sous le nom d'objectifs « extra-rapides, » des appareils assez semblables à ceux de la série C de M. Dallmeyer et qui donnent de très bons résultats.

La série B comprend les objectifs rapides pour portraits :

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER	DIMENSION COUVERTE.	DIAPHRAGMES	
				maximum.	minimum.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.		
1 B	51	150	82 × 80	$\frac{1}{3,53}$	$\frac{1}{14,2}$
1 B (long foyer.)	54	160	82 × 80	$\frac{1}{3,74}$	$\frac{1}{14,9}$
2 B	70	216	127 × 102	$\frac{1}{3,31}$	$\frac{1}{13,2}$

L'objectif à portraits n'est pas exempt de distorsion; il possède plus ou moins d'astigmatisme et ne saurait donc convenir pour d'autres objets que la production des portraits.

67. Les premiers objectifs à portraits furent construits vers 1840. Plusieurs opticiens, parmi lesquels Charles Chevalier, mirent en vente dès cette époque des objectifs à verres combinés. Ces objectifs étaient composés de deux lentilles achromatiques : l'un ménisque convergent placé du côté de la glace dépolie et tournant sa convexité vers celle-ci, l'autre biconcave ou plano-convexe tournée vers l'objet; entre la frontale et le sujet on plaçait le diaphragme. La lentille frontale pouvait être remplacée par une lentille à foyer plus court; la lentille postérieure pouvait servir comme objectif simple.

Cet objectif obtint, en 1842, une médaille de platine de la Société d'encouragement; l'objectif de Petzval, construit par Voigtlander, obtenait dans le même concours une médaille d'argent. La priorité de la construction d'un objectif formé par la combinaison de deux systèmes de lentilles peut donc être discutée; mais ce que personne ne contestera, c'est que l'on se sert encore de la forme d'objectif de Petzval, tandis que la forme de l'objectif Chevalier a été rapidement abandonnée et est aujourd'hui complètement délaissée.

Les premiers objectifs construits par Voigtlander possédaient un foyer chimique (tous les objectifs jusqu'au n° 720 de fabrication présentaient ce défaut); en France, Hermagis semble avoir été l'un des premiers opticiens qui soient parvenus à corriger cette aberration.

Le diaphragme se plaçait presque au contact de la lentille frontale. L'op-

ticien Buron, en 1840, sur les conseils de M. Fortier¹, plaça le diaphragme entre les deux lentilles : c'est ce dispositif qui est généralement adopté aujourd'hui.

68. Modification de l'objectif à portraits. — L'objectif Petzval donne une très grande netteté sur une petite surface et cette netteté diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne du centre de l'image; de plus, la profondeur de foyer est très peu considérable, ce qui fait que dans un portrait, si les yeux sont mis *au point*, l'arrière de la tête manque de netteté. Claudet avait insisté sur ce défaut². Pour l'atténuer, il avait proposé de faire un portrait en mettant successivement pendant la pose les yeux, le nez, les oreilles au foyer; mais comme la dimension de l'image change pendant les diverses mises au point, il fait varier la distance des deux lentilles d'arrière, la postérieure s'éloignant ou se rapprochant de façon à ce que les dimensions de l'image soient augmentées ou réduites convenablement.

Le R. J.-B. Reade³ avait proposé un autre moyen, qui consiste à mettre au point la partie la plus rapprochée du modèle, le nez, par exemple. Il fait alors une marque sur le tube de l'objectif; il met ensuite au point les parties les plus éloignées de la chambre noire, les oreilles, et fait une autre marque sur le tube. Pendant la pose, au moyen de la crémaillère et de son pignon, il fait aller et venir l'objectif d'une marque à l'autre. M. Claudet⁴ trouvait avec raison que, mouvoir pendant l'exposition à la lumière le tube entier de l'objectif ou le châssis à glace sensible est une chose impraticable; en fait, jamais aucun spécimen de cette nature n'a été produit : un tel mouvement a pour effet de modifier la dimension de l'image sur la glace dépolie. Pour éviter un tel inconvénient, il s'agissait de rendre variable la distance qui sépare les deux verres. Le Dr Sommer, de Brunswick, calcula un objectif de cette nature, et montra qu'il valait mieux faire marcher les deux verres dans une direction opposée à partir du centre de la combinaison, et chacun dans une proportion différente, suivant la distance de l'appareil au modèle et suivant la constitution optique de l'objectif. La figure 54 représente le dispositif adopté.

1. *Bulletin de la Société française*, 1857, p. 238.

2. *British journal of Photography*, 1866, août 31.

3. *Phot. News*, 1886.

4. *Bull. Société française de photographie*, 1867, p. 146.

- AB lentilles pouvant glisser l'une vers l'autre ;
 SSS tubes contenant les lentilles ;
 LL' goupilles servant à entraîner à droite et à gauche les
 lentilles ;
 NN'N'' sextant recevant le mouvement par la vis X ;
 MM' coulisses servant à entraîner les goupilles LL' ;
 V₁R pignon et crémaillère permettant au sextant de se mou-
 voir sur la tige PP' et servant à rapprocher ou éloigner
 les deux verres.

L'arc du sextant porte 100 divisions, marquées d'une façon corres-
 pondant à chaque lentille ; la graduation indique la marche pro-

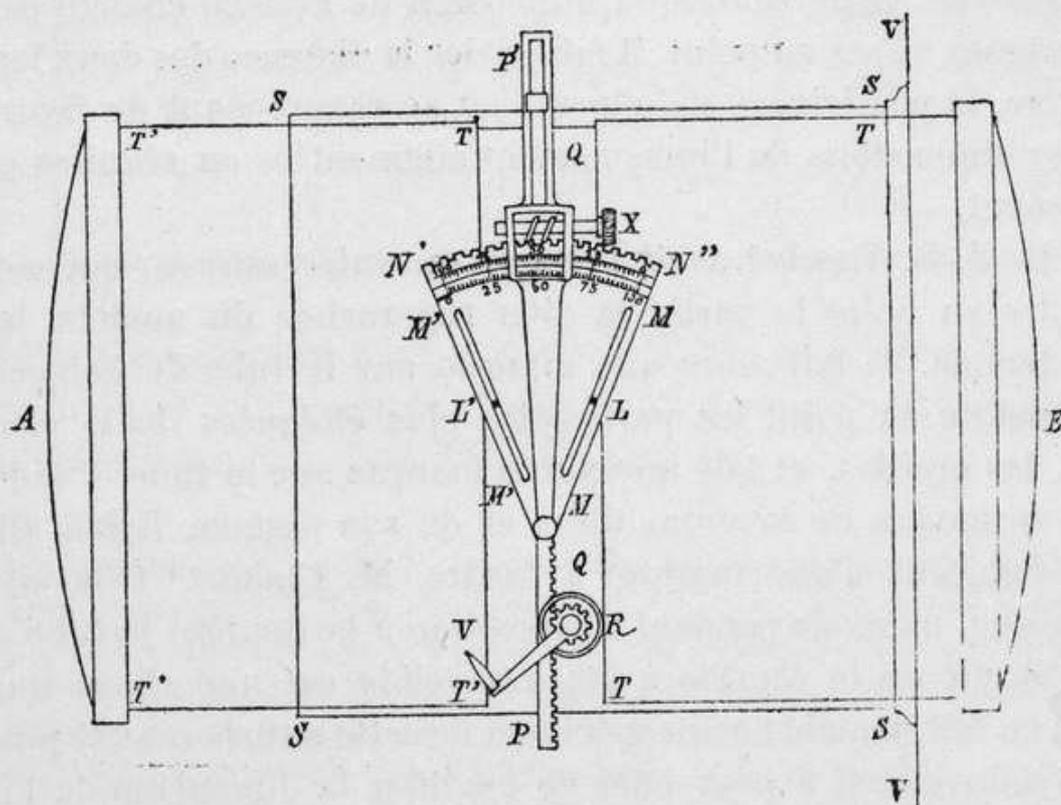


Fig. 54.

portionnelle de la lentille à partir du 0 et l'addition des deux divi-
 sions en regard représente le mouvement total.

On règle d'abord l'instrument pour la distance du modèle à l'aide
 de la vis X ; on le met par exemple à 23,5 et 76,5. Dans ces con-
 ditions, A marchera de 23,5 et B de 76,5. Le mouvement s'effectue
 en agissant sur la crémaillère : on adapte un contrepoids suivant
 la tige PP' pour contrebalancer le frottement ; on peut aussi y
 adapter un mouvement d'horlogerie.

La construction de cet objectif est assez délicate ; son maniement
 présente d'ailleurs des difficultés telles qu'on a dû l'abandonner.

69. Objectif à foyer variable. — M. Dallmeyer¹ a repris l'étude de la diffusion du foyer et a résolu d'une manière pratique le problème que s'était posé M. Claudet : il a construit tout une série d'objectifs répondant à la question.

Les objectifs nouveaux permettent d'obtenir telle diffusion du foyer, telle répartition de finesse que l'on peut désirer. Ils se composent de deux systèmes de lentilles. Le rapport des foyers antérieur et postérieur est comme 2 est à 3 ; le rapport des rayons de courbure pour la surface extérieure est comme 1 est à 5. D'ailleurs, le rapport de l'ouverture effective à la distance focale de la combinaison tout entière est comme 1 est à 3. L'image comprend sans distorsion un angle de 60°.

La lentille de crown de la combinaison postérieure a une forme légèrement ménisque (*fig. 55*), et celle de ses surfaces qui touche

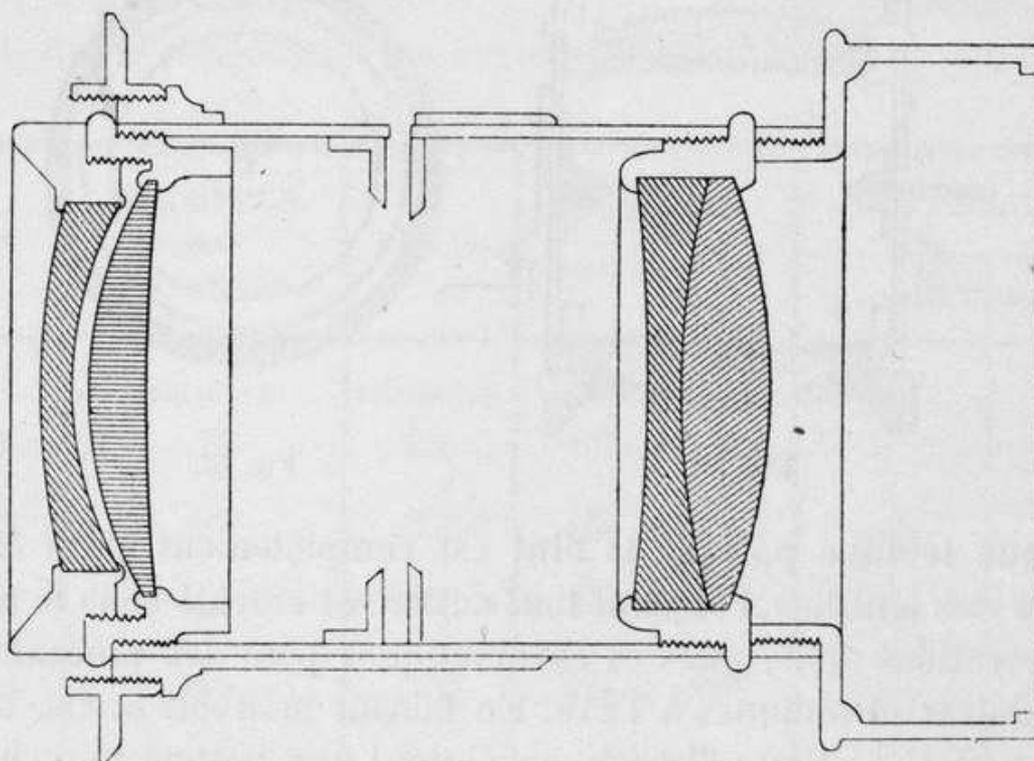


Fig. 55.

la lentille plan convexe a un rayon de courbure différent du rayon de celle-ci. Le rayon de courbure de la surface antérieure de la lentille en crown de la combinaison antérieure, et le rayon de courbure de la surface postérieure de la lentille en flint de la combinaison postérieure sont tels que les réfractions soient également partagées entre ces deux lentilles.

1. *British journal of Photography*, 21 déc. 1866, et *Bulletin de la Société française de photographie*, 1866.

Le flint de la combinaison postérieure est monté dans un tube que l'on peut faire mouvoir au moyen d'une vis, ce qui permet de l'éloigner du crown appartenant à la même combinaison. Quatre divisions sont marquées sur le tube qui porte le flint, un arrêt est tracé de même au point où doit se trouver le crown pour détruire l'aberration sphérique, et l'on peut à l'aide de ces indications donner aux lentilles tel degré d'écartement, et, par suite, produire telle diffusion de foyer que l'on désire; l'on introduit ainsi dans l'objectif une aberration sphérique qui altère la netteté de l'image sur toute son étendue et l'on augmente ainsi la profondeur de foyer (*fig. 56, 57*).

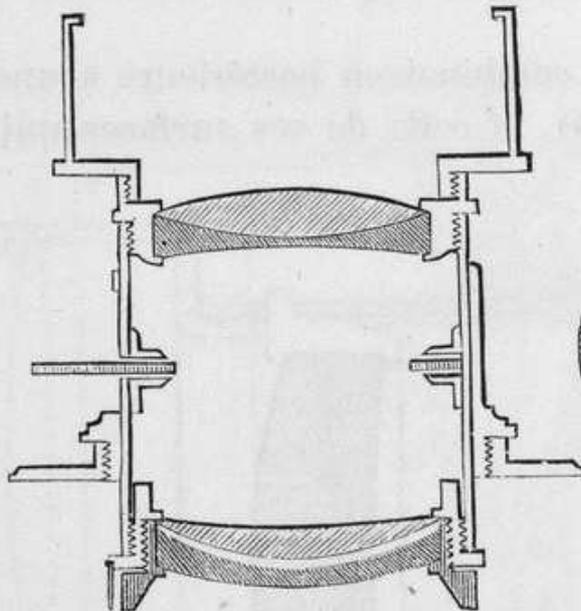


Fig. 56.

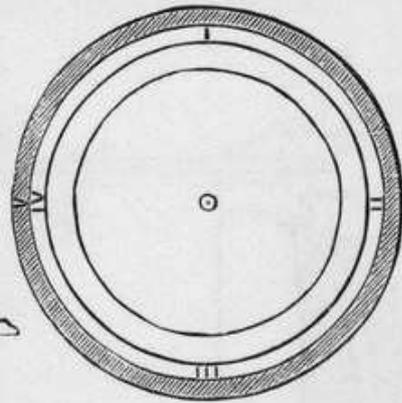


Fig. 57.

Lorsque le tube portant le flint est complètement vissé dans la monture des lentilles, l'objectif tout entier est corrigé sous le rapport des aberrations sphériques et chromatiques pour les pinceaux perpendiculaires et obliques à l'axe. En faisant mouvoir la vis, on modifie la netteté de *toute* l'image, on obtient une netteté moyenne qui satisfait l'œil.

Pour un portrait destiné à l'agrandissement, l'objectif doit être employé sans dévisser la lentille postérieure. Si l'on veut produire un portrait du format carte-album ou au-dessus, on peut dévisser de plusieurs tours après avoir mis au foyer.

Cet objectif est fabriqué de trois manières différentes, désignées par les lettres B, A, D.

B. Les objectifs B sont les objectifs *rapides*; ils sont destinés aux petites dimensions.

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER	SURFACES COUVERTES.	DIAPHRAGMES	
				maximum.	minimum.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.		
Stéréographique.	38	127	Stéréoscope.	$\frac{1}{4,24}$	$\frac{1}{16,9}$
2 B	70	216	80 × 82	$\frac{1}{3,31}$	$\frac{1}{13,2}$
3 B	90	265	165 × 121	$\frac{1}{3,24}$	$\frac{1}{18,3}$
4 B	114	350	216 × 165	$\frac{1}{3,31}$	$\frac{1}{18,7}$

A. Les objectifs de la série A exigent environ un temps de pose double de celui nécessité par les objectifs B.

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER	SURFACES COUVERTES.	DIAPHRAGMES	
				maximum.	minimum.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.		
1 A	70	250	127 × 102	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{16}$
2 A	89	337,5	165 × 121	$\frac{1}{4,18}$	$\frac{1}{23,6}$
3 A	102	400	216 × 165	$\frac{1}{4,36}$	$\frac{1}{24,6}$
4 A	114	450	254 × 203	$\frac{1}{4,36}$	$\frac{1}{24,6}$
5 A	127	525	380 × 380	$\frac{1}{4,69}$	$\frac{1}{18,7}$
6 A	152	700	508 × 405	$\frac{1}{5,19}$	$\frac{1}{20,8}$

D. Les objectifs de la série D exigent un temps de pose à peu près double de celui des objectifs de la série A ; ils ont été primitivement construits pour obtenir des groupes en plein air ou faire des études dans l'atelier (*fig. 58*).

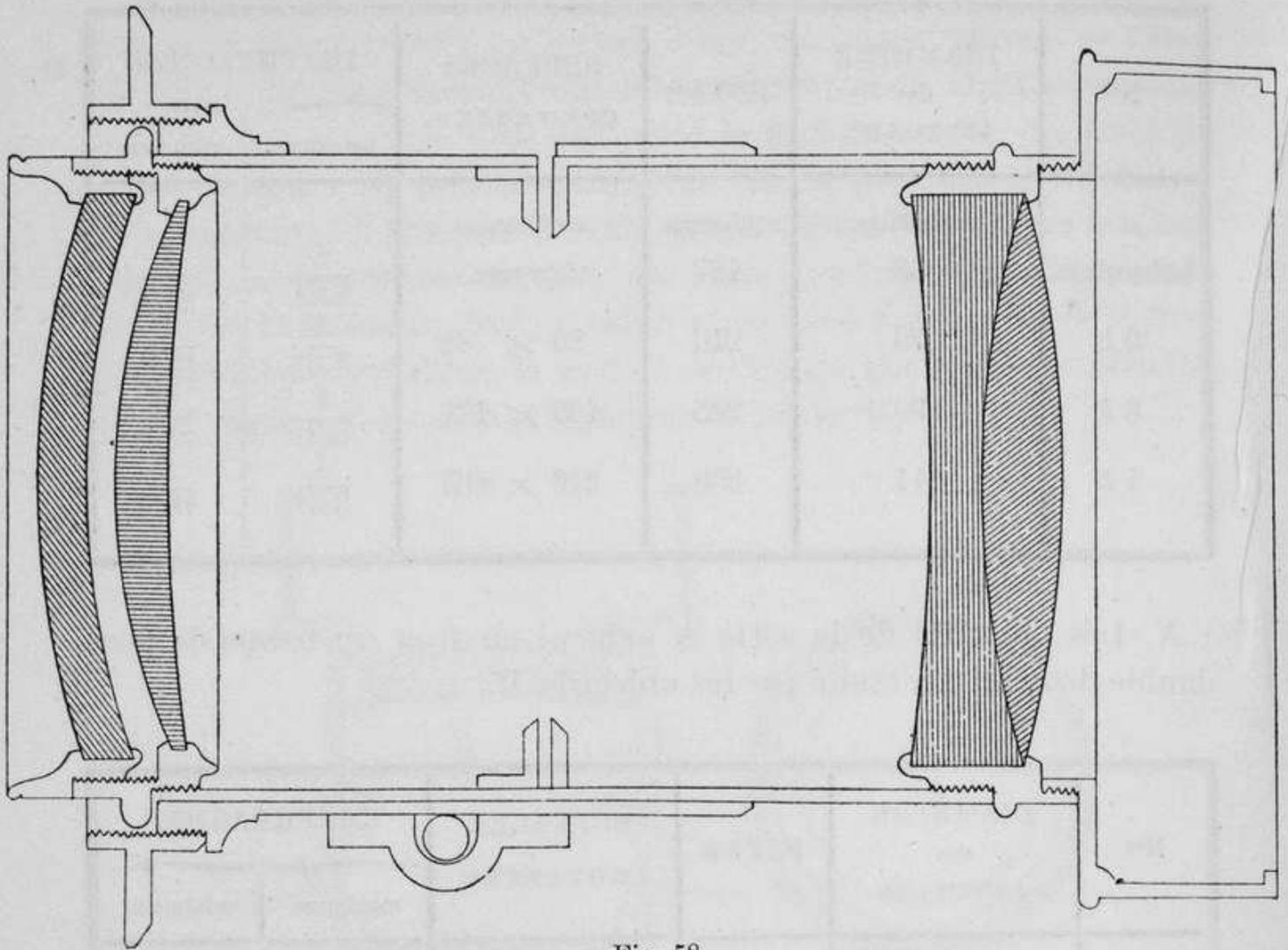


Fig. 58.

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER PRINCIPAL.	DIMENSIONS du GROUPE.	DIMENSIONS du PAYSAGE.	DIAPHRAGMES	
					maxim.	minim.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.	millimètres.		
3 D	54	315	215 × 164	253 × 202	$\frac{1}{6,59}$	$\frac{1}{37,3}$
4 D	73	425	253 × 202	303 × 253	$\frac{1}{7,07}$	$\frac{1}{40}$
5 D	82	475	303 × 253	381 × 305	$\frac{1}{6,32}$	$\frac{1}{35,7}$
6 D	102	600	380 × 303	457 × 404	$\frac{1}{6,71}$	$\frac{1}{37,9}$
7 D	127	762,5	457 × 404	558 × 506	$\frac{1}{6,71}$	$\frac{1}{37,9}$
8 D	152	925	557 × 506	663 × 531	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{28}$

70. Objectifs de M. Voigtlander. — En 1878, M. Voigtlander (le premier opticien qui ait construit l'objectif Petzval) modifia sa fabrication. Il employait du flint de densité 3,21 et d'indice de réfraction 1,602. Le crown avait pour indice 1,536 et une densité égale à 2,51. L'appareil était composé d'un ménisque convergent achromatique placé à l'avant et d'un ménisque plan convexe placé à l'arrière, les deux convexités étant en dehors. La distance focale étant égale à 10,000, l'intervalle entre les deux lentilles était 5,3. La distance focale de la combinaison antérieure et celle de la lentille postérieure étaient entre elles comme 3 est à 2. Les autres données étaient les suivantes :

Lentille frontale :

$$\begin{array}{l} \text{Crown.} \\ \text{Flint.} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} R_1 + 6,700 \\ R_2 + 5,417 \\ R_3 - 5,417 \\ R_4 - 6,00 \end{array} \right.$$

Distance des deux lentilles. 5,3

$$\text{Crown.} \left\{ \begin{array}{l} R_5 + \infty \\ R_6 + 2,5 \\ R_7 - 2,5 \\ R_8 + 6,7 \end{array} \right.$$

En 1879 (brevet n° 5761, du 25 juin 1879), Voigtlander a de nouveau modifié les données précédentes; il avait adopté :

Foyer de l'ensemble : 10,000.

Rapport des foyers des deux lentilles : $\frac{\text{Frontale}}{\text{Intérieure}} = \frac{3}{5}$.

Les rayons de courbure étaient les suivants :

Lentille frontale :

$$\begin{array}{l} \text{Crown biconvexe. . .} \\ \text{Flint plan concave. .} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} R_1 + 5,4545 \\ R_2 + 4,3182 \\ R_3 - 4,3182 \\ R_4 - 54,54 \end{array} \right.$$

Lentille postérieure :

$$\begin{array}{l} \text{Ménisque de flint. . .} \\ \text{Crown biconvexe. . .} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} R_5 + 10,909 \\ R_6 - 3,833 \\ R_7 + 4,742 \\ R_8 + 16,3636 \end{array} \right.$$

Cette forme d'objectif et la précédente ont été de nouveau modifiées en 1881 de façon à donner plus de profondeur de foyer à l'objectif tout en lui conservant la même ouverture.

71. Rectilinéaires à portraits. — En 1869, J.-H. Dallmeyer construisit un objectif symétrique dont l'ouverture était $\frac{f}{4}$. Cet objectif présentait l'avantage d'être complètement exempt de distorsion; mais le champ était plus courbe que celui donné par les objectifs de

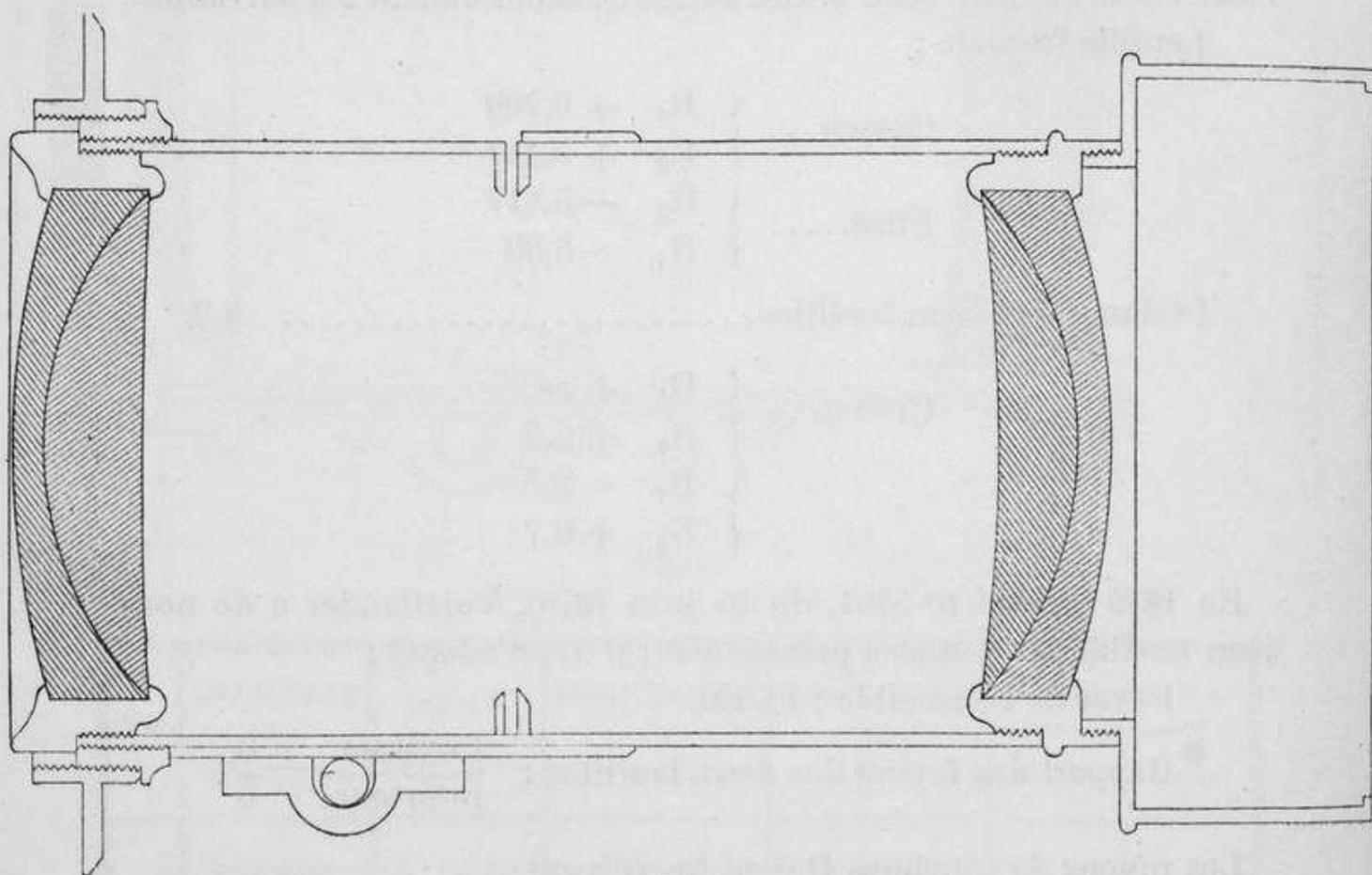


Fig. 59.

l'ancienne forme Petzval. En 1878, Dallmeyer perfectionna cet objectif, qui fut mis dans le commerce en 1886, sous le nom de *rectilinéaire à portraits*.

La forme générale de cet objectif (*fig. 59*) se rapproche de celle du rectilinéaire rapide de Dallmeyer. L'image que l'on obtient par son emploi est plus brillante que celle donnée par la forme d'objectif Petzval, parce que dans les rectilinéaires à portraits il y a deux surfaces réfléchissantes de moins que dans l'instrument à portraits.

Les deux lentilles qui constituent la combinaison postérieure sont, en effet, réunies à l'aide de baume du Canada au lieu d'être séparées

par une lame d'air, comme cela existe dans les objectifs ordinaires à portraits. La distance qui sépare les deux lentilles (comme on peut le voir d'après la figure 59, qui représente très exactement une section suivant l'axe d'un objectif de 152 millimètres de foyer) est bien plus considérable que celle adoptée dans le système « *rectilinéaire rapide.* »

Il est difficile, dans ce système, de corriger l'aberration sphérique et l'aberration chromatique pour les pinceaux obliques à l'axe ; c'est là ce qui explique pourquoi la construction de tels objectifs n'est possible que si l'on se borne à les établir pour des distances focales relativement courtes. M. Dallmeyer construit deux dimensions de ces objectifs :

N ^{os}	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER	DIMENSIONS de L'ÉPREUVE	PLUS GRAND DIAPHRAGME	PLUS PETIT DIAPHRAGME
1	51	152	81 × 110	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{1}{14,4}$
2	70	216	102 × 127	$\frac{1}{3,39}$	$\frac{1}{13,5}$

72. Euryscope à portraits. — M. Voigtlander a construit en 1878, sous le nom d'euryscope, un objectif symétrique destiné à tous les genres de travaux photographiques. L'objectif admettait des diaphragmes dont la plus grande ouverture était environ $\frac{f}{6}$; ces objec-

tifs sont en réalité des modifications de l'aplanétique. Dans ces derniers temps, le même opticien a construit pour le portrait des objectifs à très grande ouverture qui présentent sur les anciens objectifs à portraits de nombreux avantages¹ sous le rapport de la profondeur de foyer et de la dimension couverte ; de plus, l'image possède plus de brillant que celle qu'on obtiendrait avec l'ancien objectif Petzval.

L'euryscope à *portraits* est construit de deux manières différentes :

1. Voir le rapport de la Société photographique de Vienne, in *Phot. corresp.*, 28 mai 1886.

la première série comprend l'euryscope à *foyer normal* d'indice $\frac{f}{4}$ et
la seconde l'euryscope à *long foyer* d'indice $\frac{f}{4,5}$.

La première série comporte cinq objectifs :

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER de L'OBJECTIF.	DIMENSION COUVERTE avec PETIT DIAPHRAGME
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
3	52	199	156 × 117
4	65	253	195 × 156
5	78	299	234 × 182
6	91	364	286 × 208
7	104	455	390 × 312

L'Euryscope à long foyer se construit dans huit dimensions différentes :

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER de L'OBJECTIF.	DIMENSION COUVERTE avec PETIT DIAPHRAGME.
	millimètres.	millimètres.	millimètres.
1	39	162	118 × 92
2	46	188	156 × 117
3	52	216	182 × 130
4	65	280	222 × 170
5	78	338	275 × 222
6	91	398	312 × 260
7	104	502	390 × 340
8	130	650	520 × 416

73. L'antiplanat de Steinheil. — Ces objectifs (de ἀντι, contre, πλανάω, error) ont été calculés par le Dr Steinheil en 1881. Ils se composent de deux systèmes de lentilles, non symétriques, relativement épaisses. La lentille antérieure a une distance focale qui est plus courte que la distance focale de tout l'objectif; la lentille postérieure est divergente, elle permet d'obtenir une grande profondeur de foyer; l'épaisseur de cette lentille est considérable.

Le Dr Steinheil construit deux sortes d'antiplanats : il désigne la première sous le nom d'*antiplanat pour portraits*. Dans cette série chaque instrument présente sensiblement la même ouverture que celle des anciens objectifs Petzval, mais possède plus de profondeur de foyer que tout autre appareil. Il se compose de deux systèmes de lentilles. La combinaison antérieure a un diamètre plus grand que celui de la combinaison postérieure (*fig. 60*); la première contient

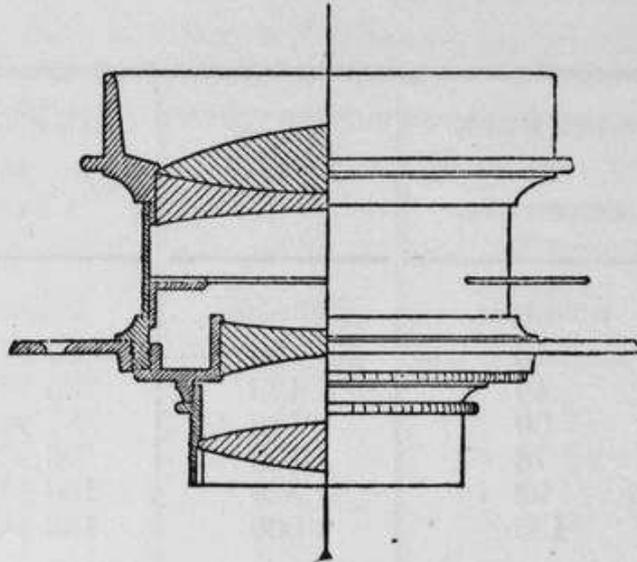


Fig. 60.

une lentille biconvexe de crown collée à une lentille biconcave de flint. La combinaison postérieure est formée d'une lentille biconcave de flint placée à une certaine distance d'une lentille biconvexe de crown; l'ensemble constitue un système divergent destiné à allonger la distance focale de la première lentille.

Voici les données qui servent à la construction d'un objectif de 24 centimètres de foyer :

Diamètre de la combinaison antérieure.....	76 mill.
Foyer principal.....	240 —

Rayons de courbure : combinaison antérieure :

$R_1 = + 72,244$ mill.	} Crown.
$R_2 = + 240,81$ »	
$R_3 = - 240,81$ »	} Flint léger.
$R_4 = - 535,14$ »	
	} Épaisseur au centre, 14,7 mill.
	} Épaisseur au centre, 5,35 mill.

Distance de la frontale à la combinaison postérieure. 26,7 mill.

Combinaison postérieure :

$R_5 = - 140,93$ mill.	} Flint léger.
$R_6 = - 61,951$ »	
	} Épaisseur au centre, 5,35 mill.

Distance de la lentille biconvexe à la lentille biconcave. 15,8 mill.

$$R_7 = + 109,83 \text{ mill. } \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Crown.}$$

$$R_8 = + 95,30 \text{ — } \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \text{Épaisseur au centre, 10,7 mill.}$$

Indices de réfraction pour le jaune : Crown 1,51705 flint 1,57710

— — — pour le violet : » 1,53250 » 1,60229

$$\frac{d'_n}{d_n} = 1,6183.$$

M. Steinheil construit actuellement ces objectifs dans les dimensions suivantes :

Nos	DIAMÈTRE des LENTILLES.	FOYER.	DIMENSIONS de L'IMAGE.	
	millimètres.		millimètres.	millimètres.
1	16	50	20 ×	30
1 a	40	120	35 ×	60
1 b	59	180	37 ×	65
2	76	240	56 ×	94
3	92	320	100 ×	140
4	135	500	150 ×	210

L'*antiplanat pour groupes* se compose de deux systèmes de lentilles. La combinaison antérieure est formée par une lentille bicon-

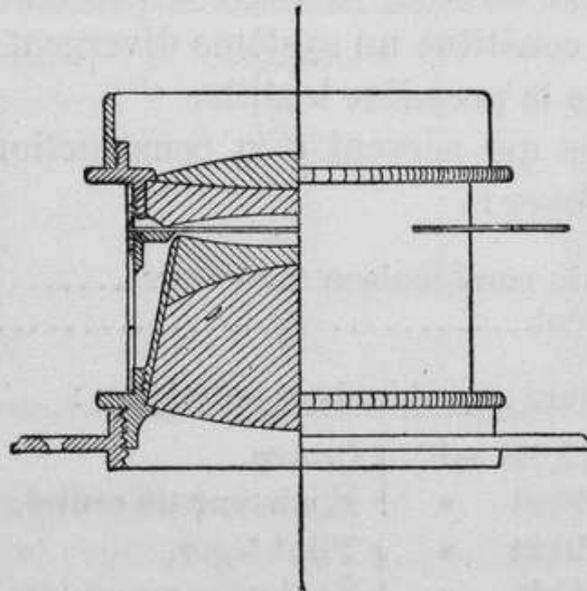


Fig. 61.

vexe de flint réunie à une lentille biconcave de crown : ce système présente une longueur focale *plus courte* que celle donnée par l'ensemble de tout l'objectif. La combinaison postérieure a pour but

d'allonger la distance focale et de corriger les aberrations de la frontale, aberrations qui sont considérables. Cette combinaison est constituée par une lentille biconcave de flint collée à une lentille biconvexe de crown; elle présente des aberrations de sens contraire à celles de la lentille antérieure. L'ensemble (*fig. 61*) constitue un objectif possédant une grande profondeur de foyer, donnant des images d'une grande finesse, et dont le champ de netteté est, eu égard à l'ouverture, considérablement plus grand que dans les objectifs de la série précédente; ceci ressort de l'examen du tableau suivant :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Diaphragme moyen.	Plus petit diaphragme.
0	9	48	34 × 27	51 × 44
1	17	95	68 × 54	102 × 88
1 b	21	124	81 × 64	125 × 110
2	25	144	95 × 74	149 × 135
3	33	184	122 × 95	203 × 176
4	43	240	158 × 108	248 × 200
5	48	275	169 × 135	284 × 230
6	64	360	217 × 176	305 × 257
7	78	440	265 × 215	375 × 315

L'objectif de 43 millimètres est construit d'après les données suivantes :

Ouverture.....	43 millimètres.	
Foyer.....	240	»
Rayons de courbure : lentille frontale	$R_1 = + 64,1$	} Flint léger; épaisseur au centre, 4,92mm. Crown; épaisseur au centre, 4,1mm.
—	$R_2 = + 287,2$	
—	$R_3 = - 287,2$	
—	$R_4 = - 98,4$	
Distance de la frontale à la lentille postérieure,	4,1.	
Combinaison postérieure.....	$R_5 = - 98,4$	} Flint léger; épaisseur au centre, 3,28mm. Crown; épaisseur au centre, 24,6mm.
—	$R_6 = - 34,44$	
—	$R_7 = + 34,44$	
—	$R_8 = + 72,44$	

La nature des verres est la même que celle des antiplanats pour portraits.

74. L'aplanat ou aplanétique du Dr Steinheil. — Nous avons vu (p. 58) qu'en plaçant à l'avant d'un objectif simple un diaphragme, la distorsion a lieu suivant la figure 26; en le plaçant à l'arrière, elle a lieu en sens inverse. En réunissant deux objectifs simples dans la même monture,

plaçant le diaphragme au milieu, les deux surfaces convexes étant à l'extérieur, on conçoit que l'on puisse produire une image sans distorsion. Un tel système employé pour reproduire l'image d'une droite ne donnera pas de distorsion, parce que la première lentille donnerait la distorsion en forme de *barillet*, la seconde en forme de *croissant* : ces deux défauts s'annulent; mais le champ de l'image est très courbe.

En plaçant les lentilles de manière à ce que leur concavité soit à l'intérieur du tube, la distorsion est donc annulée, en vertu du principe de symétrie, et le champ n'est pas très courbe; mais l'aberration de sphéricité

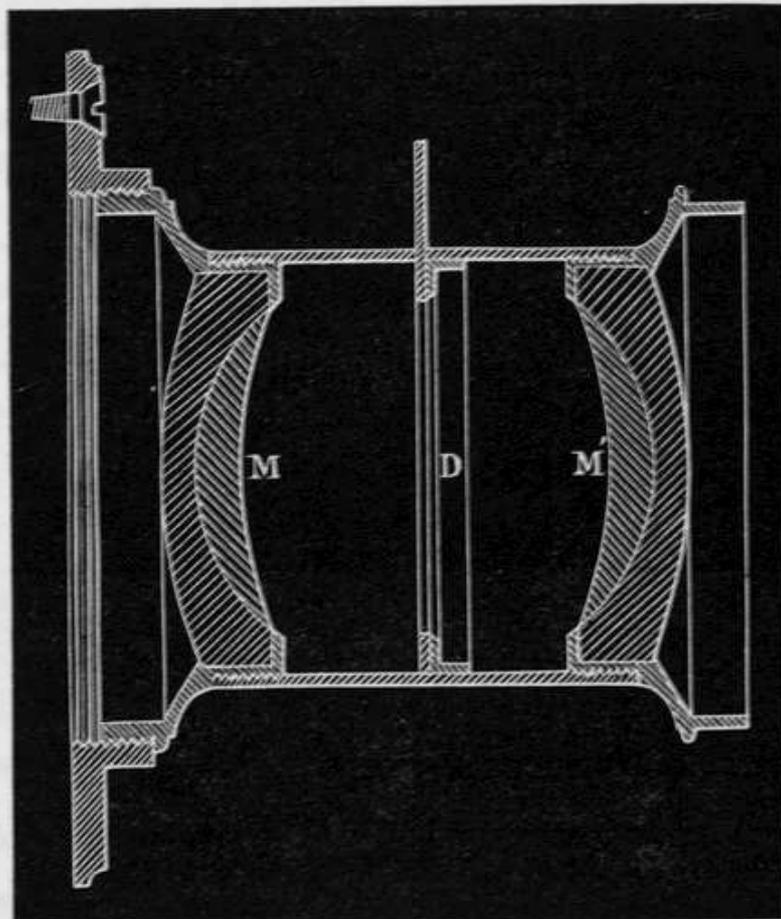


Fig. 62.

prend des proportions considérables, et pour corriger ce défaut on est obligé d'employer de petits diaphragmes : c'est ce que Harisson a fait pour l'objectif-globe (voir p. 78).

Sutton avait proposé¹ de corriger l'aberration sphérique par une lentille divergente placée entre les deux objectifs simples; mais ce système n'a pas été employé.

Le Dr Steinheil voulut produire un objectif exempt d'aberration sphérique en se servant de deux lentilles symétriques de courbures convenables, taillées dans des matières spéciales : il obtint l'objectif aplanétique. Le premier de ces objectifs fut envoyé à Van Monckhoven le 20 juillet 1866. Le système de construction fut breveté quelques mois après². La nouveauté

1. *Journal Phot. London. Soc.*, V, 6, p. 247.

2. 14 janvier 1867.

de ce système consistait en l'emploi de deux ménisques de flint. Ces ménisques étaient symétriques, ce qui permettait de réaliser deux avantages : 1^o l'absence de distorsion; 2^o l'égalité de l'angle d'émergence quelle que soit la couleur du point rayonnant ¹.

Un tel système optique (deux lentilles MM' collées ensemble et symétriques entre elles) fournit quatre éléments : trois surfaces optiques et la distance qui sépare les deux lentilles combinées. L'on peut donc réaliser quatre conditions : 1^o la distance focale; 2^o la destruction de l'aberration chromatique; 3^o la destruction de l'aberration sphérique; 4^o rendre le champ plat. Ces conditions seraient insuffisantes pour annuler l'aberration sphérique obliquement à l'axe et l'astigmatisme. Le choix des matières constituant les lentilles permet de détruire ces défauts. Le calcul démontre que les

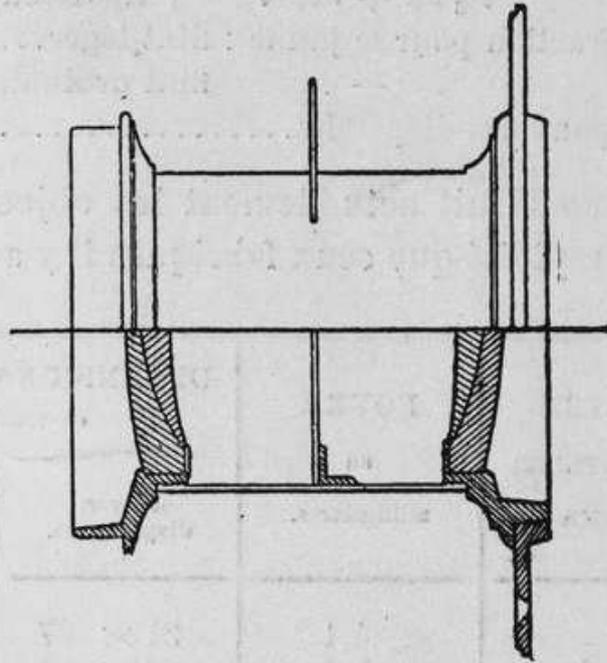


Fig. 63.

surfaces de l'objectif doivent être très courbes, que, de plus, pour détruire les aberrations sphérique et chromatique, le rapport des pouvoirs réfringents des deux verres doit être fort petit, et le rapport des pouvoirs dispersifs très considérable. C'est ce qui amena le Dr Steinheil à se servir de deux flints et non de crown et de flint dont les pouvoirs réfringents diffèrent trop. Les deux flints choisis sont : l'un, le flint léger ordinaire; l'autre, un flint très lourd (*fig. 62*).

L'aplanat est formé d'un tube cylindrique (*fig. 63*) aux extrémités duquel se trouvent deux lentilles achromatiques entièrement en flint; les deux ménisques sont identiques et symétriquement placés par rapport au diaphragme. Ce diaphragme est d'ouverture maxima $\frac{f}{7}$; avec le plus petit diaphragme $\frac{f}{40}$, le diamètre du champ circulaire de netteté est d'environ 60°.

1. Van Monckhoven, *Bulletin belge de photographie*, 1867, p. 251.

Voici les données relatives à un aplanat de 38,5 millimètres de diamètre :

Diamètre des lentilles... 38,5 millimètres.

Distance focale..... 240 —

Rayons de courbure : $\left\{ \begin{array}{l} R_1 = + 62,84\text{mm} \\ R_2 = - 26,236 \\ R_3 = + 26,236\text{mm} \\ R_4 = - 91,411 \end{array} \right\}$ Flint ordinaire.
 Épaisseur au centre, 2,5mm.
 combinaison antérieure. $\left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$ Flint léger.
 Épaisseur au centre, 4,7mm.

Distance des deux lentilles.... 43,0mm.

Combinaison $\left\{ \begin{array}{l} R_5 = - 91,411\text{mm} \\ R_6 = + 26,236 \\ R_7 = - 26,236\text{mm} \\ R_8 = + 62,84 \end{array} \right\}$ Flint léger.
 postérieure. $\left\{ \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$ Épaisseur au centre, 4,7mm.
 Flint ordinaire.
 Épaisseur au centre, 2,5mm.

Indices de réfraction pour le jaune : flint léger..... 1,58027

— — — flint ordinaire. 1,61912

Rapport des pouvoirs dispersifs..... 1,2436

Le D^r Steinheil construit actuellement les objectifs suivants qui présentent plus de rapidité que ceux fabriqués il y a quelques années.

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Moyen diaphragme.	Petit diaphragme.
1	7	4,4	34 × 27	51 × 44
2	15,8	9,5	68 × 54	102 × 88
3	24,8	14,2	95 × 74	149 × 135
4	31,6	18,9	122 × 95	203 × 176
4 b	38	24,0	150 × 120	270 × 210
5	42,9	27,7	169 × 135	284 × 230
6	51,9	35,9	217 × 176	305 × 257
7	60,9	44,0	257 × 217	325 × 284
8	74,5	53,8	318 × 264	379 × 305
9	88	63,6	379 × 313	433 × 325
10	115	83,9	433 × 338	568 × 433

Une Commission nommée par la Société française de photographie a été chargée d'examiner un de ces objectifs; le travail fut fait par MM. Civiale, Davanne, Ad. Martin, rapporteur. La Commission a déclaré que cet objectif avait « de grandes qualités de finesse qui lui paraissaient dues à un travail bien soigné des surfaces dont le mode de polissage est évidemment supérieur à celui qui est ordinairement usité en France¹ ».

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1868, p. 36.

75. L'aplanat pour paysages. — Cet aplanat, construit par le Dr Steinheil, est spécialement destiné à l'obtention de clichés de paysages, vues renfermant des monuments, etc.; il peut aussi servir pour les reproductions de cartes, plans (*fig. 64*).

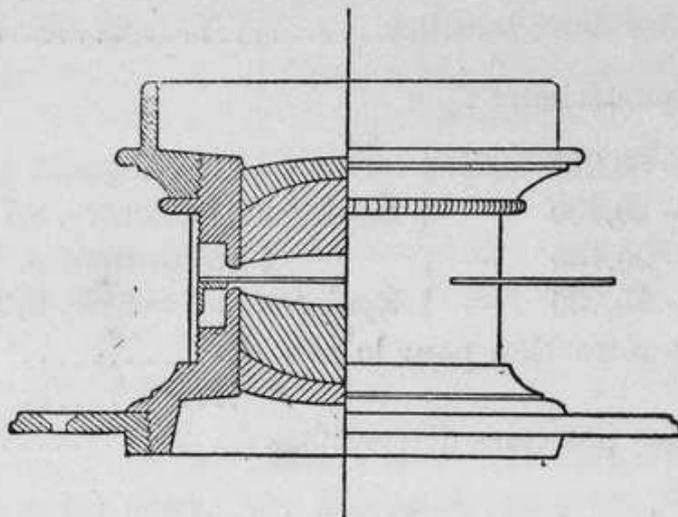


Fig. 64.

Cet objectif est moins lumineux que l'aplanat ordinaire; son ouverture est $\frac{f}{12}$ pour les petits objectifs, $\frac{f}{15}$ pour les grands. L'angle qu'il embrasse est plus considérable que celui fourni par l'ancien aplanat, comme le montre le tableau suivant :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES. en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS DE L'IMAGE en millimètres.	
			Diaphragme moyen.	Petit diaphragme.
1	5,5	58	48 × 38	75 × 60
2	9	77	61 × 50	100 × 75
3	12	122	95 × 75	150 × 120
4	17	162	125 × 100	200 × 150
5	23	240	175 × 138	280 × 200
6	36	390	263 × 207	350 × 280
7	54	600	360 × 280	520 × 410

Les principes qui président à la construction de cet aplanat (*fig. 64*) sont les mêmes que ceux qui servent pour la construction de l'aplanat primitif. Voici les données qui servent à la fabrication d'un aplanat de 24 centimètres de foyer :

Diamètre des lentilles..... 23 mill.
Longueur du foyer principal..... 240 »

Rayons de courbure, combinaison extérieure :

$R_1 = + 45,730$	mill. }	Flint ordinaire.
$R_2 = - 20,100$	— }	Épaisseur au centre, 2,24 mill.
$R_3 = + 20,100$	— }	Flint léger.
$R_4 = - 56,272$	— }	Épaisseur au centre, 8,7 mill.
Distance des deux lentilles.....		5,61 mill.

Combinaison postérieure :

$R_5 = - 56,272$	mill. }	Flint léger.
$R_6 = + 20,100$	— }	Épaisseur au centre, 8,7 mill.
$R_7 = - 20,100$	— }	Flint ordinaire.
$R_8 = + 45,730$	— }	Épaisseur au centre, 2,24 mill.
Indices de réfraction pour la raie d		1,58027
— — —		1,61588
Rapport des pouvoirs dispersifs.....		1,2161

Dans ces derniers temps, M. Steinheil a construit une trousse d'objectifs aplanétiques pour paysages; elle est formée de quatre lentilles que l'on combine deux à deux de façon à obtenir plusieurs foyers.

76. Aplanats grands angulaires. — Ces aplanats ont été décrits dans la section des objectifs à petite ouverture. (Voir nos 62 et 63.)

76. Aplanats pour portraits, pour groupes. — M. Steinheil a construit pendant quelque temps deux sortes d'aplanétiques. L'aplanat pour portraits (construit vers 1875) présentait sur l'objectif de Petzval l'avantage d'avoir deux surfaces réfléchissantes de moins, par conséquent l'image qu'il donnait était plus brillante.

Les matières qui entraient dans la composition des lentilles de cet objectif étaient le crown-glass d'indice de réfraction (pour le jaune), 1,51468 (pour le violet), 1,53049, et le flint-glass d'indice (pour le jaune), 1,57496 (pour le violet), 1,60015.

Cet objectif se composait de deux paires de lentilles tournant leur convexité à l'extérieur de l'instrument; le diaphragme se plaçait entre les deux systèmes de lentilles.

Voici les données relatives à un objectif de 108 mill. d'ouverture :

Diamètre des lentilles.....	108 mill.
Longueur du foyer principal.....	324 »

Rayons de courbure, combinaison frontale :

$R_1 = + 162,922$	mill. }	Flint-glass.
$R_2 = - 78,795$	— }	Épaisseur au centre, 6,48 mill.

$$\begin{array}{l}
 R_3 = + 78,795 \quad - \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_3 \\ R_4 \end{array}} \right\} \text{Crown-glass.} \\
 R_4 = - 471,060 \quad - \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_3 \\ R_4 \end{array}} \right\} \text{Épaisseur au centre, 16,332 mill.} \\
 \text{Distance des deux lentilles.....} \quad 177,075 \text{ mill.}
 \end{array}$$

Combinaison postérieure :

$$\begin{array}{l}
 R_5 = - 864,225 \text{ mill.} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_5 \\ R_6 \end{array}} \right\} \text{Crown-glass.} \\
 R_6 = + 78,795 \quad \text{»} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_5 \\ R_6 \end{array}} \right\} \text{Épaisseur au centre, 20,25 mill.} \\
 R_7 = - 78,795 \quad \text{»} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_7 \\ R_8 \end{array}} \right\} \text{Flint-glass.} \\
 R_8 = + 229,050 \quad \text{»} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_7 \\ R_8 \end{array}} \right\} \text{Épaisseur au centre, 6,48 mill.}
 \end{array}$$

Cet objectif diffère donc de l'aplanat ordinaire en ce qu'il est composé de flint et de crown; de plus, les deux lentilles qui le constituent ne sont pas symétriques.

En 1879, M. Steinheil a calculé une nouvelle forme d'aplanat pour groupes. L'instrument était constitué par deux lentilles de flint et crown placées à une certaine distance l'une de l'autre. Cet objectif embrassait un angle plus considérable que celui donné par l'aplanat ordinaire; il était aussi plus rapide, comme cela résulte de l'examen du tableau suivant :

DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS DE L'IMAGE en millimètres	
		avec diaphragme moyen.	avec le plus petit diaphragme.
27	132	75 × 60	140 × 120
36	174	100 × 75	180 × 160
49	239	135 × 100	250 × 210

Voici les données relatives à la construction d'un objectif de 174 mill. de foyer.

$$\begin{array}{l}
 \text{Diamètre des lentilles.....} \quad 36 \text{ mill.} \\
 \text{Longueur du foyer principal.....} \quad \dots \quad 174 \quad \text{»}
 \end{array}$$

Rayons de courbure, combinaison antérieure :

$$\begin{array}{l}
 R_1 = + 70,128 \text{ mill.} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_1 \\ R_2 \end{array}} \right\} \text{Flint.} \\
 R_2 = - 66,816 \quad - \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_1 \\ R_2 \end{array}} \right\} \text{Épaisseur au centre, 5 mill.} \\
 R_3 = + 66,816 \quad - \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_3 \\ R_4 \end{array}} \right\} \text{Crown.} \\
 R_4 = - 100,780 \quad - \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_3 \\ R_4 \end{array}} \right\} \text{Épaisseur au centre, 16 mill.} \\
 \text{Distance des deux combinaisons.....} \quad 13,00 \text{ mill.}
 \end{array}$$

Combinaison postérieure :

$$\begin{array}{l}
 R_5 = - 120,750 \text{ mill.} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_5 \\ R_6 \end{array}} \right\} \text{Crown.} \\
 R_6 = + 22,500 \quad - \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} R_5 \\ R_6 \end{array}} \right\} \text{Épaisseur au centre, 16 mill.}
 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_7 = - 22,500 \\ R_8 = + 57,797 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Flint.} \\ \text{Épaisseur au centre, 14 mill.} \end{array}$$

Indices de réfraction :

	Crown.	Flint.
Pour le jaune.....	1,51705	1,57762
Pour le violet.	1,53250	1,60262

Ces deux sortes d'objectifs étaient absolument différents des aplanats proprement dits. Ils ne sont plus fabriqués aujourd'hui ; ils ont été remplacés par les antiplanats pour portraits et par les antiplanats pour groupes.

77. Rectilinéaires rapides. — En 1866, J.-H. Dallmeyer fit breveter¹ son très remarquable objectif rectilinéaire grand-angle (*fig. 65*) ; mais cet instrument (n° **61**) nécessite l'emploi d'un petit diaphragme qui réduit considérablement son ouverture et ne permet pas de l'employer pour le travail de l'atelier. Les efforts de

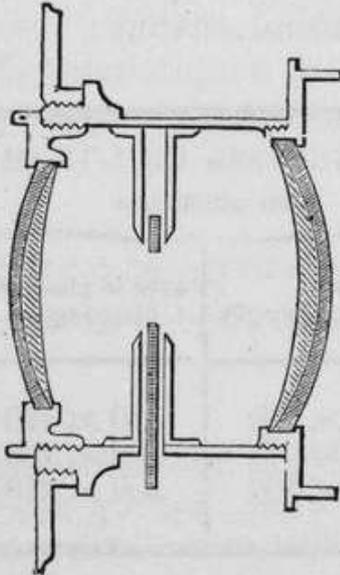


Fig. 65.

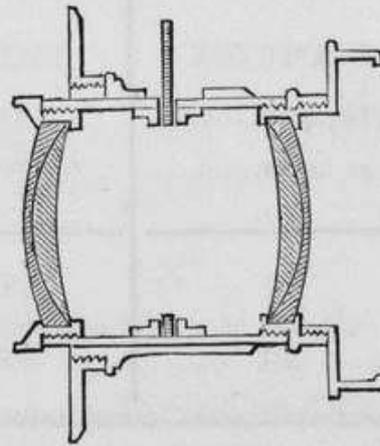


Fig. 66.

Dallmeyer eurent pour objet la destruction de l'aberration sphérique de cet objectif. Il obtint ce résultat en diminuant la grandeur de l'angle embrassé par l'appareil, et, vers la fin de 1866, il construisit les premiers *objectifs rectilinéaires rapides* (*fig. 66*).

Ces instruments (*fig. 67*) se composent de deux ménisques convergents, identiques l'un à l'autre, séparément achromatiques, formés de flint et crown ordinaires. Les deux systèmes de lentilles sont montées sur un même tube, symétriquement placées par rapport au diaphragme.

Si l'on dévisse le ménisque antérieur, on obtient un objectif simple dont le foyer est le double plus long que celui de l'objectif rectili-

1. Brevet du 27 septembre 1866.

néaire rapide et qui peut être employé avec avantages pour l'obtention des paysages.

Le rectilinéaire rapide est absolument exempt de distorsion, ce qui le rend précieux pour l'obtenir des clichés de cartes, plans, vues de monuments, intérieurs, etc. Il est assez rapide pour que l'on puisse

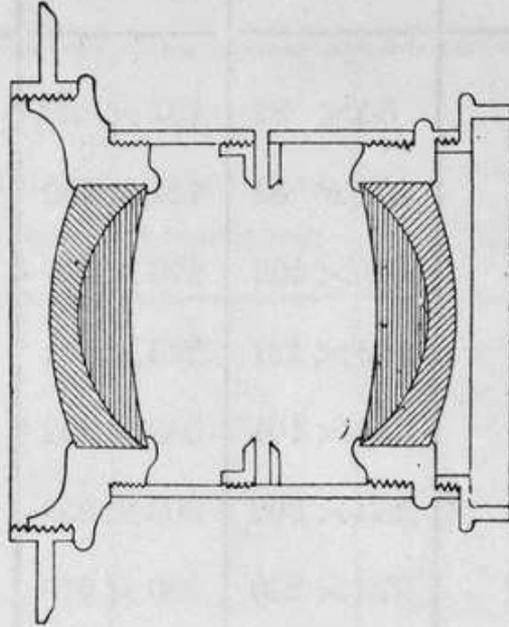


Fig. 67.

l'employer à produire des clichés de portraits dans l'atelier, groupes en plein air, etc., etc. C'est l'objectif que l'on doit choisir pour la production de portraits de grande dimension dans l'atelier.

Le rectilinéaire rapide est certainement de tous les objectifs celui qui se prête le mieux à tous les travaux photographiques; c'est de tous les objectifs celui dont l'usage est le plus répandu. Avant de donner les dimensions d'instruments construits par Dallmeyer, nous ferons remarquer que chaque objectif peut servir pour des grandeurs de plaque supérieures à celles indiquées.

Ainsi, l'objectif de 44 millimètres de diamètre et 329 millimètres de foyer peut donner une image très nette sur la dimension 303×253 , si l'on munit cet objectif d'un diaphragme dont le diamètre est d'indice $\frac{1}{40}$ ou $\frac{1}{33}$; il en est de même pour tous les autres.

Le tableau suivant (dont nous avons souvent vérifié l'exactitude) montre que le rectilinéaire rapide embrasse un angle supérieur à celui qui est donné par l'aplanat: c'est là un avantage précieux pour la reproduction des monuments, paysages, etc., en un mot, pour les épreuves dans lesquelles la grandeur de l'angle est nécessaire à l'effet artistique.

M. Dallmeyer construit la série suivante :

DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER PRINCIPAL en millimètres.	DIMENSIONS NETTEMENT COUVERTES en millimètres.		DIAPHRAGMES	
		Diaphragmes moyens.	Petits diaphragmes.	maximum.	minimum.
16	105	82 × 82	107 × 82	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{28}$
22	152	107 × 82	127 × 102	$\frac{1}{8,36}$	$\frac{1}{33,4}$
32	208	127 × 102	170 × 127	$\frac{1}{8,94}$	$\frac{1}{35,7}$
38	278	152 × 127	215 × 164	$\frac{1}{8,9}$	$\frac{1}{35,7}$
44	329	215 × 164	253 × 202	$\frac{1}{8,06}$	$\frac{1}{32,2}$
51	404	253 × 202	303 × 253	$\frac{1}{8,06}$	$\frac{1}{32,2}$
57	442	270 × 210	330 × 270	$\frac{1}{8,94}$	$\frac{1}{50,5}$
63	493	303 × 253	380 × 303	$\frac{1}{8,36}$	$\frac{1}{33,4}$
75	606	380 × 303	457 × 404	$\frac{1}{8,36}$	$\frac{1}{33,4}$
95	759	457 × 404	558 × 506	$\frac{1}{8,36}$	$\frac{1}{47,3}$
102	835	558 × 506	633 × 531	$\frac{1}{8,94}$	$\frac{1}{50,6}$
127	1100	633 × 531	760 × 605	$\frac{1}{8,94}$	$\frac{1}{50,6}$

78. Aplanétiques, rectilinéaires, etc. — Plusieurs constructeurs ont adopté le principe des aplanétiques de Steinheil ou des rectilinéaires rapides



Fig. 68.

de Dallmeyer. Cette forme d'objectifs est construite aujourd'hui par presque

tous les opticiens. Voici les dimensions adoptées par les meilleurs constructeurs.

M. Berthiot fabrique deux séries d'aplanétiques (*fig. 68*) : les aplanétiques rapides et les aplanétiques extra-rapides. Les aplanétiques rapides de ce constructeur se rapprochent beaucoup (comme disposition des lentilles et montures) des objectifs de M. Dallmeyer. Les *aplanétiques rapides* forment une série de huit objectifs :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER PRINCIPAL en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Diaphragmes moyens.	Derniers diaphragmes.
1	20	110	80 × 80	90 × 120
2	29	170	120 × 150	130 × 180
3	34	220	130 × 180	180 × 240
4	42	280	180 × 240	210 × 270
5	50	370	210 × 270	270 × 330
6	61	460	270 × 330	300 × 400
7	81	630	400 × 500	500 × 600
8	110	900	500 × 600	600 × 750

M. Berthiot construit les *aplanétiques extra-rapides* dans les dimensions suivantes :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER PRINCIPAL en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Diaphragmes moyens.	Derniers diaphragmes.
4	42	240	120 × 150	180 × 240
5	50	280	160 × 210	210 × 270
6	61	350	180 × 240	240 × 300
7	81	480	240 × 300	300 × 400

M. Hermagis a perfectionné la monture des objectifs aplanétiques. Les diaphragmes à vannes que l'on loge entre les lentilles sont le plus souvent indépendants les uns des autres et peuvent être facilement égarés. Dans la nouvelle monture établie par M. Hermagis, tous les diaphragmes sont reliés les uns aux autres (*fig. 69 et 70*) et sont inséparables de la monture ; ils se logent dans une fente plus large que celle des montures habituelles. La lumière ne peut pas passer par l'ouverture pratiquée dans la monture ; le vide laissé par les diaphragmes non employés est comblé par une bague intérieure qui glisse à volonté en poussant ensemble les deux bou-

tons, inférieur et supérieur, qui la commandent; on voit ces deux boutons sur la figure 70.

M. Hermagis construit douze numéros d'aplanétiques.

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Diaphragmes moyens.	Derniers diaphragmes.
1	110	850	330 × 450	500 × 600
2	81	640	300 × 390	330 × 450
3	72	540	270 × 330	300 × 390
4	61	440	240 × 300	270 × 350
4 bis.	57	400	200 × 260	260 × 310
5	54	360	180 × 240	240 × 300
5 bis.	48	310	160 × 210	210 × 270
6	44	270	130 × 180	180 × 240
6 bis.	37	230	100 × 150	170 × 220
7	33	190	90 × 120	150 × 200
8	26	145	80 × 100	100 × 150
9	21	100	50 × 70	80 × 100

Tous les diaphragmes dont sont munis ces objectifs sont disposés de telle sorte que le temps de pose va en augmentant du double lorsqu'on passe d'un diaphragme à celui dont la dimension est immédiatement inférieure. Ce système est adopté par tous les bons constructeurs.

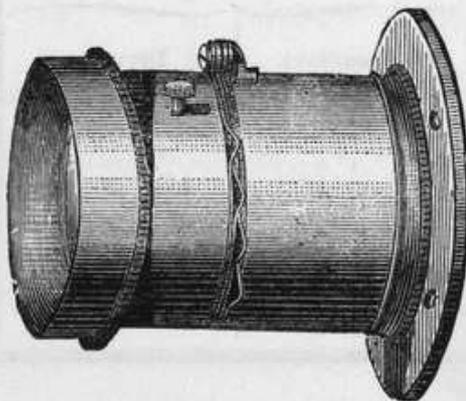


Fig. 69.

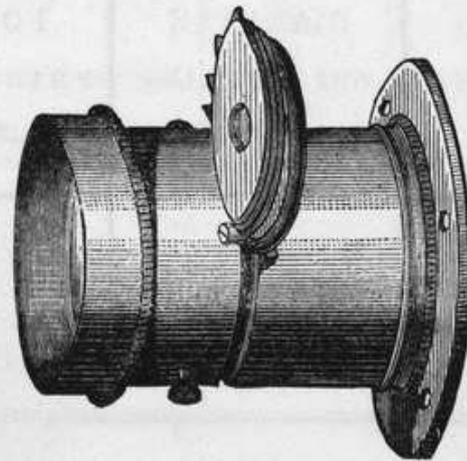


Fig. 70.

M. Prasmowski¹ a construit sur les principes qui servent de base à la fabrication de ses objectifs panoramiques une série d'instruments destinés à la production de clichés de groupes ou de portraits. Par un choix convenable du flint et du crown, les lentilles qui les composent ont des rayons de courbure beaucoup plus grands que ceux des objectifs panoramiques.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1877, page 154.

Les faibles courbures permettent à l'opticien de donner aux lentilles des diamètres relativement assez considérables, et par suite d'admettre assez de lumière pour faire des groupes et même des portraits. La distance entre les lentilles composant cette série est bien plus grande que celle qui existe dans les objectifs panoramiques, ce qui fait que le champ est plus restreint.

MM. Bézu et Hauser, successeurs de Prasmowski, construisent trois dimensions d'objectifs dans cette série.

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER	DIMENSIONS COUVERTES	
			en millimètres.	
1	32	190	130 × 180	
2	41,5	230	150 × 210	
3	48	330	210 × 270	

M. Darlot fabrique, sous le nom d'*hémisphériques rapides*, des rectilinéaires semblables à ceux des précédents constructeurs. Dans le but de réduire le volume du prisme destiné à redresser l'image dans la chambre noire (redressement nécessaire pour les impressions phototypiques), M. Derogy a eu l'idée de placer le prisme entre les deux lentilles de l'objectif; par ce moyen on donne au prisme une dimension très réduite, ce qui permet de diminuer singulièrement les difficultés de fabrication et par suite le prix.

Parmi les constructeurs étrangers qui construisent remarquablement les objectifs rectilinéaires, il convient de citer M. Ross qui, sous le nom de *symétriques rapides* (*rapid symmetrical*), fabrique les objectifs suivants :

DÉSIGNATION en POUCES ANGLAIS.	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Diaphragmes moyens.	Petits diaphragmes.
3 × 4	22	110	70 × 90	120 × 80
4 × 5	25	150	120 × 80	130 × 100
4,5 × 7,5	28	190	130 × 100	180 × 120
5 × 8	30	220	180 × 120	200 × 130
6,5 × 8,5	35	280	200 × 130	220 × 150
8 × 10	40	330	220 × 150	250 × 200
10 × 12	50	400	250 × 200	300 × 250
11 × 13	55	450	300 × 250	330 × 280
12 × 15	60	500	330 × 280	380 × 300
16 × 18	75	600	380 × 300	450 × 400
18 × 22	85	750	450 × 400	550 × 450
22 × 25	100	850	550 × 450	680 × 550

Les diaphragmes sont uniformément gradués pour tous les symétriques rapides ; voici leurs indices :

0	1	2	3	4	5	6
$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{11,3}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{22,6}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{45,2}$	$\frac{1}{64}$

En Amérique, M. Gundlach construit cet objectif sous le nom de *Rapid rectigraphic*. Les dimensions adoptées par cet opticien sont assez semblables à celles admises par les constructeurs d'Europe. Morisson, à New-York,

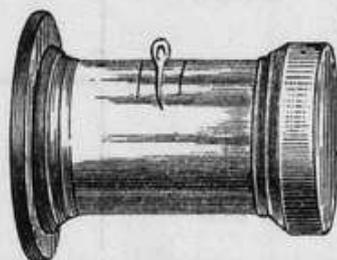


Fig. 71.

construit le *Rapid symmetrical* d'une façon un peu différente : chaque lentille est formée d'un crown plan convexe et d'un flint biconcave.

Busch, à Rathenow, a modifié la construction de l'aplanétique. Il emploie deux sortes de flint ; la lentille postérieure de l'objectif est d'un diamètre plus petit que celui de la frontale, ainsi que cela résulte du tableau suivant :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS NETTEMENT COUVERTES en millimètres.	
			Avec diaphragmes moyens.	Avec le plus petit diaphragme.
1	15 et 18	91	65 × 78	85 × 104
2	27 et 21	137	85 × 104	117 × 157
3	34 et 28	183	117 × 157	157 × 209
4	45 et 38	267	157 × 209	209 × 261
5	54 et 46	346	209 × 261	261 × 313
6	63 et 52	424	261 × 313	313 × 392
7	90 et 75	615	313 × 392	392 × 522

La monture de cet objectif (*fig. 71*) est de même genre que celle de tous les instruments analogues.

78. L'euryscope de M. Voigtlander. — Cet objectif a été calculé par le Dr Sommer, de Brunswick. Il se compose de deux lentilles achromatiques de mêmes rayons de courbure et symétriquement placés par rapport au diaphragme. Il diffère des autres aplanats

par son pouvoir lumineux considérable qui permet d'obtenir même dans l'atelier, avec une rapidité très suffisante dans la pratique, des clichés d'une très grande netteté. Nous avons vu que M. Voigtlander construisait des euryscopes pour portraits d'ouverture $\frac{f}{4}$ ou $\frac{f}{4,5}$.

L'euryscope proprement dit admet une ouverture de $\frac{f}{5,5}$; il est donc très rapide; il présente sensiblement la même profondeur de foyer que l'aplanétique. Son usage est surtout précieux pour l'obtention des groupes et des épreuves instantanées.

M. Voigtlander construit l'euryscope sous les désignations suivantes :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.	FOYER en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Diaphragmes moyens.	Petits diaphragmes.
0	26	122	105 × 78	118 × 92
00	33	170	118 × 92	143 × 118
1	39	214	143 × 118	157 × 130
2	46	243	157 × 130	183 × 157
3	52	287	183 × 157	222 × 170
4	65	366	222 × 170	275 × 222
5	78	438	275 × 222	340 × 275
6	91	528	340 × 287	420 × 340
7	104	610	420 × 340	522 × 445
8	130	793	575 × 470	652 × 575

L'euryscope à long foyer présente une ouverture maxima de $\frac{f}{7,75}$; il est tout à fait semblable aux aplanétiques, symétriques, rapides, etc.

Voici, en résumé, les rapidités relatives des divers euryscopes en prenant comme unité de temps de pose l'objectif à portraits rapide, d'ouverture $\frac{f}{3,15}$. Le temps de pose étant 1 pour l'objectif à portraits, on peut admettre les durées de pose suivantes :

Objectif rapide à portrait.	1
Euryscope à portraits.	1,6
Euryscope à portraits long foyer.	2
Euryscope normal.	4
Euryscope à long foyer.	8

Ce dernier objectif est sensiblement de même ouverture que les symétriques rapides.

D'ailleurs, les diverses données qui président à la construction de l'euryscope à long foyer diffèrent peu de celles adoptées pour l'aplanat, ainsi que cela résulte des deux tableaux suivants, qui correspondent à celles de deux objectifs dont les foyers seraient de 10 centimètres ¹.

Euryscope.	Aplanat.
$R_1 = R_6 = 2,52$	$R_1 = R_6 = 2,506$
$R_2 = R_5 = 1,062$	$R_2 = R_5 = 1,037$
$R_3 = R_4 = 3,22$	$R_3 = R_4 = 3,346$.

Distance des lentilles environ 1,98. Distance des lentilles 1,54.

79. Nouvel euryscope de M. Voigtlander. — Dans le courant de l'année 1888, M. Voigtlander a construit des euryscopes en employant les nouveaux verres de la fabrique Schott, à Iéna. Ces verres, d'une composition toute spéciale, ont permis de réaliser de grands progrès dans la construction des objectifs de microscopes. Par l'emploi de ces matières on peut établir des lentilles dont l'achromatisme est bien plus parfait que celui des systèmes taillés dans les anciens verres; la valeur de toutes les aberrations peut être considérablement réduite, ce qui permet, à égalité d'ouverture et de foyer, d'obtenir un champ de netteté plus grand.

Ces nouveaux euryscopes sont extrêmement précieux pour obtenir des portraits dans l'atelier, vues instantanées, etc. Ils sont appelés à rendre de réels services pour tous ces travaux. M. Voigtlander les construit dans les dimensions adoptées pour les anciens euryscopes. Employés à toute ouverture, le champ de netteté des instruments construits avec ce nouveau verre est d'environ *un tiers* plus considérable que celui fourni par les anciens euryscopes. A netteté égale, l'objectif en verre nouveau possède une puissance lumineuse presque double de celle des anciens instruments ².

Il est probable qu'avant peu de temps l'emploi de ces verres se généralisera pour la construction de tous les objectifs; le seul défaut que l'on puisse adresser à ces nouvelles matières, c'est qu'elles ne paraissent pas être aussi inaltérables que les anciennes, ce qui a fait émettre quelques doutes sur la durée de tels objectifs.

1. D^r Eder, *Handbuch der photographie*, I, 242.

2. *Photographische Mittheilungen*, n^o 381, 1889.

81. L'objectif triple ou triplet. — Un objectif photographique composé de trois systèmes de lentilles fut réalisé par Porro en 1847¹. Cet opticien insista sur les avantages qu'il y avait à employer ces sortes de combinaisons qu'il appelait en 1856 *objectifs anallatiques*. En 1853, Scott Archer dans le but d'allonger la distance focale d'un objectif à portraits de la forme Petzval, ajouta entre les deux combinaisons, contre le diaphragme, une petite lentille négative; c'était là un procédé empirique.

Sutton² chercha à définir les conditions que doit remplir un objectif pour que l'image qu'il donne soit exempte de déformation. Il reconnut qu'il fallait : 1^o que l'axe de chaque pinceau lumineux émergeât du système parallèlement à son incidence; 2^o que l'axe de chaque pinceau lumineux passât par un point déterminé; 3^o que l'image de chacun des points lumineux de l'objet à reproduire se formât au point où le pinceau coupait l'écran. Dans le but de réaliser ces conditions, Sutton employa deux lentilles (plan convexe), achromatiques, égales, placées à l'extrémité d'un tube, leur surface convexe étant tournée en dehors. Une petite lentille biconcave, de mêmes rayons, était placée exactement au milieu de la distance qui sépare les deux premières; au contact de la lentille biconcave se trouvait un petit diaphragme. La distance entre les deux lentilles convexes était le sixième de leur longueur focale; le foyer de la lentille concave est à celui des lentilles convexes comme 13 : 8. Cet objectif, appelé *trio-symétrique*, constitua l'un des premiers objectifs ne donnant pas de déformation³. Les nombreux défauts qu'il possédait en firent abandonner l'emploi.

Derogy⁴, en février 1858, fit breveter un objectif à foyers multiples. Cet instrument se composait d'un objectif à portraits dont le foyer pouvait être modifié par l'interposition entre les deux lentilles d'une lentille additionnelle tantôt *convergente*, tantôt *divergente*; cette dernière combinaison se rapprochait de la forme du trio-symétrique de Sutton, mais était plus exempte d'aberration sphérique. Le champ de l'objectif n'était pas très considérable.

J.-H. Dallmeyer⁵ fit paraître, en août 1860, sous le nom de *triple achromatic lens*, un objectif basé sur les principes précédents, mais dans l'application desquels se trouvaient réunis des détails qui en firent un instrument absolument nouveau. Il chercha à obtenir les résultats suivants : 1^o former l'objectif de trois combinaisons : deux positives, une négative, de puissance, de forme, de dispositions telles que les pinceaux réfractés et finalement émergents soient parallèles aux pinceaux incidents, condition indispensable pour la production d'une image sans déformation; 2^o le rendre applicable surtout à l'obtention des groupes, des paysages et des reproductions, l'ouverture maximum ne devant point dépasser le dixième ou le douzième de la distance focale; 3^o éviter toute aberration sphérique et chromatique, chacune des trois combinaisons se trouvant achromatique par elle-même; 4^o donner à l'appareil la puissance de couvrir, en l'éclairant également, un

1. *Horn's phot. journ.*, 4, p. 13, et 9, p. 74.

2. *The phot. journ. Liverpool and Manchester*, n° 103, 1^{er} oct. 1857.

3. *Journal of the Phot. Society London*, 15 septembre 1859, n° 89.

4. *Moniteur de la photographie*, 15 septembre 1858.

5. *The Photographic Journal*, 15 octobre 1863.

champ circulaire embrassant un angle de 45° et pouvant être porté à 60° et plus ; 5^o rendre aussi plan que possible le champ de l'image et donner aux bords une netteté assez grande ; 6^o enfin, cette combinaison devait être établie à un prix de revient analogue à celui des objectifs pour paysages.

L'objectif se compose (*fig. 72*) de trois lentilles ; A et B sont des combinaisons positives, achromatiques toutes deux, et présentant toutes deux,

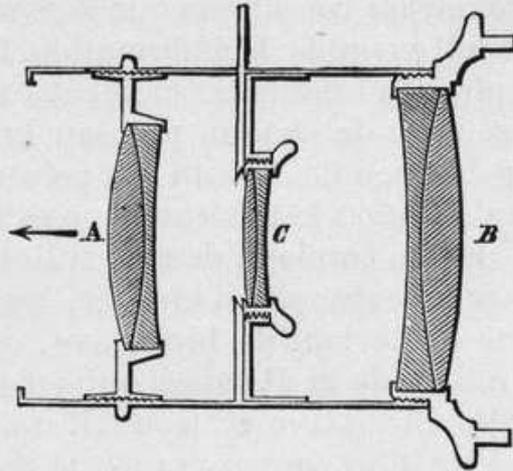


Fig. 72.

par leurs faces extérieures, la forme de ménisques concaves convexes, les rayons de courbure étant calculés d'après la distance focale qu'il faut donner aux lentilles. Si l'on donne à la distance focale de A la valeur 1, celle de B doit être égale à 1,5, et les deux diamètres doivent se trouver dans le même

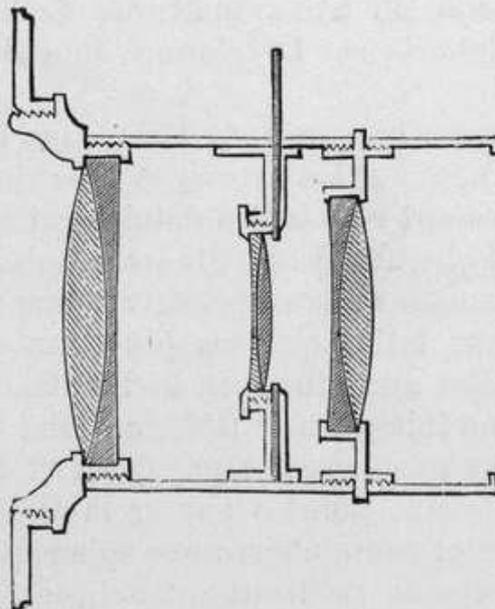


Fig. 73.

rapport. La distance qui sépare A de B, exprimée en fonction de la distance focale de A, doit être $\frac{1}{7}$ de A.

Entre A et B, partageant la distance qui les sépare proportionnellement aux puissances focales de ces deux lentilles, est située la combinaison nég-

tive C; c'est aussi la place du diaphragme. Comme A et B, C est achromatique et présente légèrement la forme ménisque. La puissance focale de la lentille C est environ la moitié de la somme des puissances focales de A + B, et son diamètre est à peu près le tiers de celui de A. La puissance focale de tout l'appareil doit être à celle de A comme 7 est à 8.

Pour obtenir des paysages, des reproductions jusqu'à la grandeur naturelle, la lentille frontale A doit être tournée du côté de l'objet à reproduire, et la combinaison B doit être tournée vers la glace dépolie de la chambre; si l'on veut se servir de l'objectif pour agrandir, la combinaison doit être renversée et tournée dans l'autre sens, B regardant l'objet à reproduire et A la surface sensible. — On peut enlever la combinaison C; on a alors un objectif à portraits, mais le champ de cet objectif est très courbe.

M. Dallmeyer construit le triplet dans les dimensions suivantes :

Nos	DIAMÈTRE DE LA LENTILLE postérieure en millimètres.	LONGUEUR FOCALE en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
			Moyens diaphragmes.	Petits diaphragmes.
1	38	177	127 × 102	152 × 127
2	51	253	177 × 152	215 × 164
3	57	303	215 × 164	253 × 202
4	70	380	253 × 202	303 × 253
5	82	457	303 × 253	380 × 303
6	102	582	380 × 303	457 × 404
7	127	733	457 × 404	558 × 506
8	133	784	558 × 506	633 × 531

Par longueur focale, on entend la distance qui sépare le verre dépoli du sommet de la lentille postérieure lorsqu'on met au point sur un objet situé à l'infini. Voici, d'ailleurs, les données complètes de ce système optique représenté très exactement en coupe par la figure 73.

Distance focale principale.....	10,000
Lentille antérieure : diamètre.....	1,714
Crown-glas biconvexe... {	R ₁ = + 3,128
	R ₂ = + 2,386
Flint-glass biconcave.... {	R ₃ = - 2,386
	R ₄ = + 20,228
Lentille négative : diamètre.....	1,071
	{ R ₅ = + 14,200
	{ R ₆ = + 4,528
	{ R ₇ = - 4,528
	{ R ₈ = - 3,200

Lentille postérieure : diamètre.	2,286
	{ $R_9 = - 30,300$
	{ $R_{10} = - 3,557$
	{ $R_{11} = + 3,557$
	{ $R_{12} = + 4,728$
Distance de la frontale à la combinaison postérieure. ...	1,257
Plus grand diaphragme $\frac{f}{10} =$	1,000
Plus petit diaphragme $\frac{f}{30} =$	333

Le triplet est un instrument à peu près abandonné aujourd'hui. Il possède un très grand nombre de surfaces réfléchissantes, ce qui détruit le

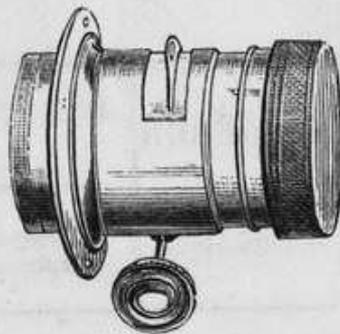


Fig. 74.

brillant que doit posséder l'image; il a été remplacé dans la pratique par les rectilinéaires rapides.

Busch, à Rathenow, a construit des objectifs à trois lentilles semblables aux triplets anglais (*fig. 74*), mais présentant quelques modifications de détail dans l'exécution. Il fabrique la série suivante :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.			FOYER PRINCIPAL en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
	Lentille antérieure.	Lentille négative.	Lentille postérieure.		Moyens diaphragmes.	Petits diaphragmes.
1	24,7	43,5	38,28	87,5	52 × 68	78 × 90
2	33,7	20,2	42,7	262	131 × 158	158 × 210
3	45,0	27,0	56,2	355	144 × 198	210 × 262
4	60,7	40,5	81,0	528	210 × 262	314 × 392
5	81,0	55,0	107,0	686	262 × 314	420 × 522
6	100,25	67,5	135,0	880	350 × 420	522 × 625
7	121,4	81,0	162,0	1065	420 × 522	625 × 784

Ce triplet couvre nettement un champ circulaire de 62°. Pour l'obtention des clichés qui nécessitent un instrument donnant un plus grand angle,

M. Busch¹ a construit, en 1867, *le triplet universel*. Cet objectif donne un angle moins considérable que celui fourni par l'emploi du pantoscope, mais supérieur à celui du triplet pour vues. L'image qu'il fournit est sans distorsion, le champ est plat et la profondeur du foyer considérable, supérieure à celle du triplet ordinaire. Cet instrument est, comme le précédent, muni de diaphragmes qui se placent près de la lentille négative. La série de ces objectifs comporte quatre numéros.

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.			FOYER PRINCIPAL en millimètres	DIMENSIONS COUVERTES en millimètres.	
	Lentille antérieure.	Lentille négative.	Lentille postérieure.		Moyens diaphragmes.	Petits diaphragmes.
1	45,0	36,0	55,0	262	158 × 198	210 × 262
2	54,0	42,7	65,2	314	198 × 236	262 × 313
3	67,5	55,0	81,0	393	236 × 288	313 × 393
4	81,0	65,2	95,7	490	288 × 343	393 × 472

80. L'objectif orthoscopique. — Le principe sur lequel est basée la construction de cet objectif semble avoir été indiqué pour la première fois par Petzval en 1840.

Soit une lentille achromatique (*fig. 75*), aplanétique suivant l'axe, dont la face convexe est tournée vers l'objet à reproduire (soit la lentille frontale d'un objectif à portraits); cette lentille donne une image très nette au centre du verre dépoli, mais l'étendue du champ de net-

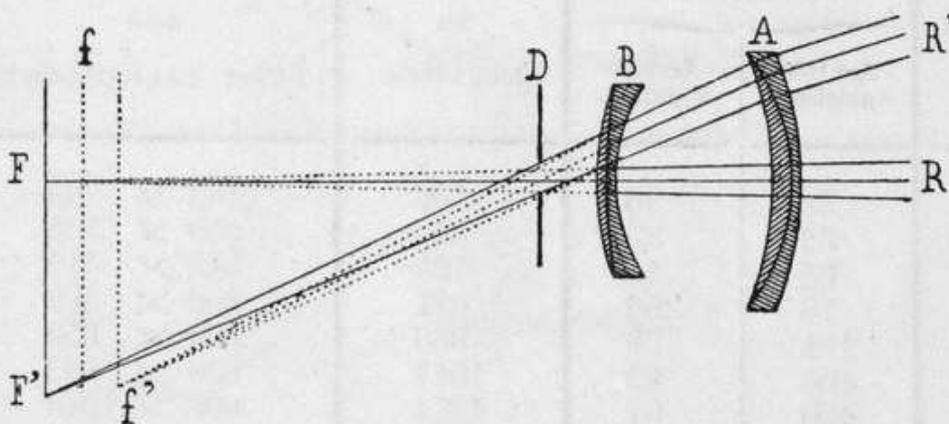


Fig. 75.

teté est très faible, parce que la distance focale des pinceaux obliques est plus courte que celle des pinceaux peu éloignés de l'axe. Plaçons

1. *Phot. Correspondenz*, 1867, p. 111.

sur le trajet de ces pinceaux une lentille négative, les pinceaux axiaux seront peu modifiés à cause de la faible épaisseur de la lentille négative, mais les pinceaux marginaux seront fortement déviés par les bords relativement épais de cette lentille et la distance focale de ces pinceaux sera allongée. On conçoit donc que par l'interposition de cette combinaison le champ de l'image puisse être rendu plus plat (*fig. 75*).

L'objectif orthoscopique se compose d'une lentille achromatique dont la face convexe regarde l'objet à reproduire. Derrière cette lentille et à une certaine distance se trouve un second ménisque qui a pour but de corriger complètement l'aberration sphérique du système, et d'allonger la distance focale des pinceaux obliques à l'axe. Ce second ménisque achromatique est formé (dans les objectifs construits par *Harrisson et Schnitzer*) de deux lentilles : celle qui est à l'intérieur de l'objectif est biconcave en flint; celle qui regarde le verre dépoli est un ménisque convergent en flint; elles se touchent par leurs bords.

Dans les premiers orthoscopiques construits par *Voigtlander*, le diaphragme se plaçait entre la combinaison postérieure et le verre dépoli. *Harrisson et Schnitzer* ont, dès 1860, adapté à cet objectif le diaphragme iris (*œil-de-chat*). En 1878, *M. Voigtlander* construisait l'orthoscopique dans les dimensions suivantes :

Nos	DIAMÈTRE DES LENTILLES en millimètres.		FOYER en millimètres.	DIMENSIONS COUVERTES avec PETIT DIAPHRAGME.
	Lentille antérieure.	Lentille négative.		
1	39	26	286	182 × 260
2	52	35	377	260 × 364
C	65	43	494	312 × 442
3	78	52	611	390 × 520
6	104	69	866	520 × 650
7	104	69	1014	650 × 832
8	130	87	1274	806 × 1040
9	156	104	1534	962 × 1248
10	15	10	110	stéréoscope.

Les images que donne l'orthoscopique ne sont pas exemptes de distorsion : cette aberration est en sens inverse de celle fournie par l'objectif simple. L'orthoscopique admet des diaphragmes relative-

ment considérables $\left(\frac{f}{8} \text{ à } \frac{f}{10}\right)$; mais avec ce diaphragme l'étendue de l'image nette ne dépasse pas $\frac{f}{2}$. Le plus petit diaphragme $\frac{f}{30}$ augmente l'étendue de l'image nette et la profondeur de foyer qui est sensiblement égale à celle de l'objectif simple.

L'orthoscopique a été employé pendant longtemps à la reproduction de cartes, monuments, etc.; il a été successivement remplacé par le triplet, puis par l'aplanat. Il possède une très grande profondeur de foyer, mais les images qu'il donne ne sont pas exemptes de distorsion; c'est là le défaut qui a fait abandonner l'emploi de cet instrument.

§ 3. — TROUSSES D'OBJECTIFS.

82. On a désigné sous le nom d'*objectifs universels*, *objectifs à foyers multiples*, *objectifs à foyers variables*, etc., des instruments d'une construction telle que par le changement ou la suppression d'une ou plusieurs

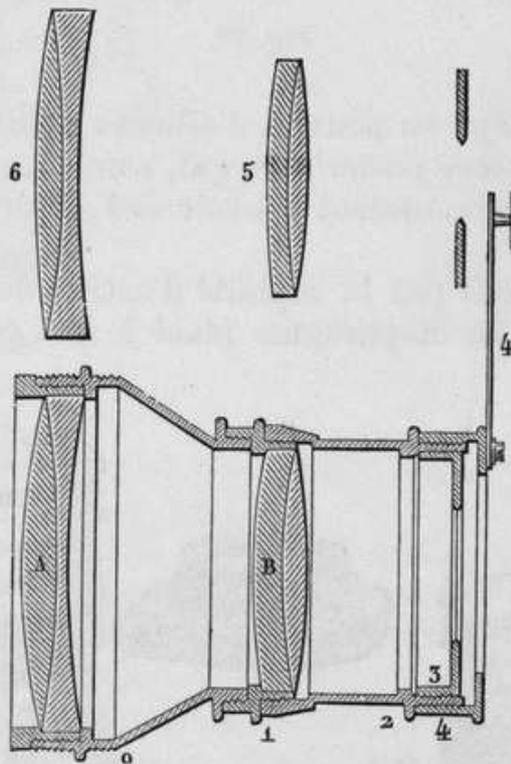


Fig. 76.

des lentilles qui le constituent la longueur focale soit modifiée. La dimension de l'image et l'angle embrassé par l'objectif sur une même grandeur de plaque peuvent donc être variables suivant les lentilles que l'on emploie.

Le premier opticien qui ait construit de tels instruments est Charles Chevalier¹; il les avait désignés sous le nom d'*objectifs à verres combinés*. Une

1. En 1840.

lentille achromatique biconvexe ou plan convexe était vissée à l'extrémité d'un tube, à l'autre extrémité se trouvait un ménisque convergent achromatique : ce dernier était placé du côté de la surface sensible. Un diaphragme se logeait devant la lentille antérieure; suivant que l'on voulait donner aux épreuves des proportions plus grandes ou plus petites, on employait une lentille antérieure de foyer plus long ou plus court (*fig. 76*).

La lentille postérieure employée seule comme objectif à paysages donnait

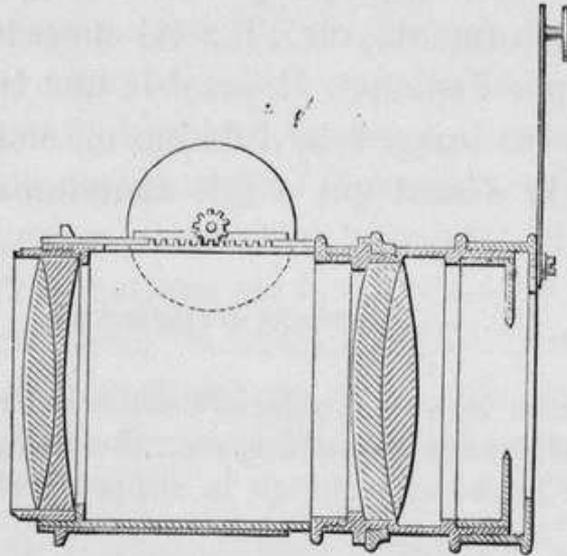


Fig. 77.

un foyer encore plus long; on pouvait d'ailleurs ajouter sur la même monture plusieurs de ces verres postérieurs qui, combinés avec des frontales de diverses dimensions, permettaient d'avoir des objectifs de plusieurs longueurs focales.

Cet objectif ne possédait pas la rapidité d'action des objectifs à portraits ordinaires; la position du diaphragme placé à une certaine distance de la

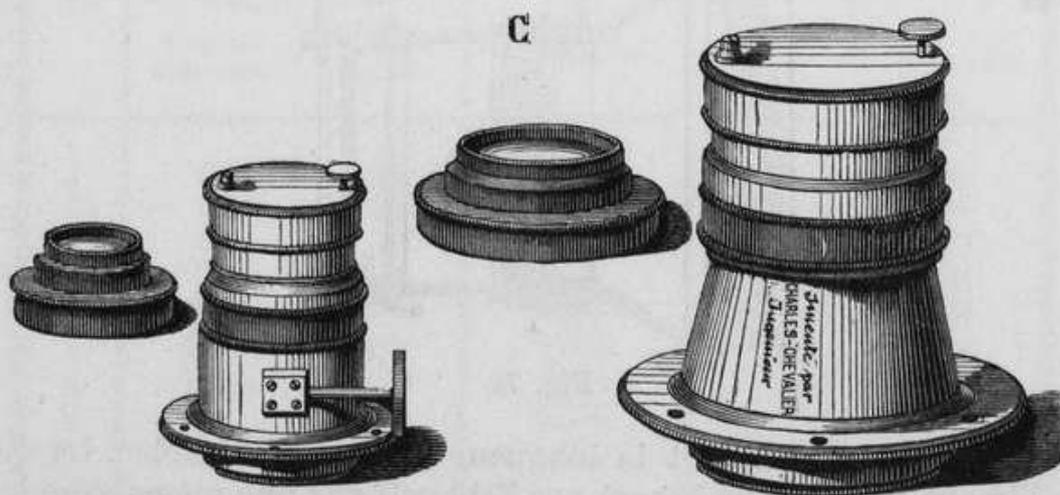


Fig. 78.

lentille antérieure n'était pas à l'abri de tout reproche; dans un semblable objectif le diaphragme aurait dû être fixé entre les deux lentilles et à une distance déterminée par les longueurs focales de chacune des lentilles.

Les grands objectifs de cette série étaient montés dans un tube conique : les lentilles formant les petits instruments étaient fixées dans un tube cylindrique que l'on pouvait faire mouvoir à l'aide d'une crémaillère (*fig. 77 et 78.*)

Porro, vers 1848, construisit sous le nom d'*objectif anallatique*¹ un instrument composé de trois lentilles achromatiques : deux d'entre elles étaient presque en contact, la troisième était à une certaine distance, la plus grande lentille se plaçait à l'extérieur. Cette combinaison avait pour objet de prendre avec un seul et même instrument des vues de différentes grandeurs, d'un même monument, sans changer de station ; étant choisie la station la plus convenable, on pouvait avoir toujours une longueur focale appropriée à la dimension de plaque employée.

Schott Archer, en 1853, plaça entre les deux lentilles d'un objectif à portraits une lentille divergente qui en augmentait considérablement le

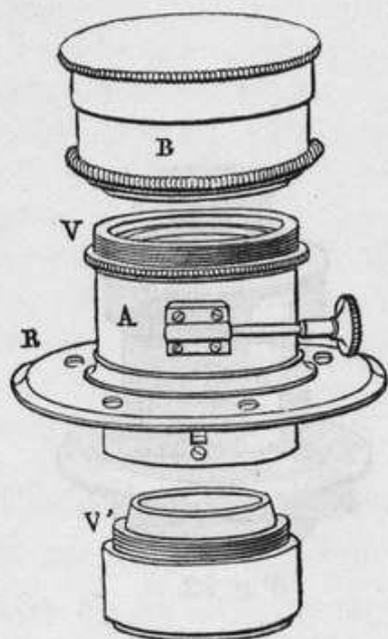


Fig. 79.

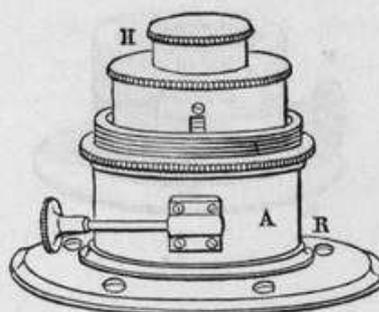


Fig. 80.

foyer. Il pouvait ainsi obtenir à une échelle considérable des détails de certaines vues d'extérieur (voir p. 127).

Jamin² a construit des objectifs doubles à *cône centralisateur*, pouvant servir comme objectif à paysage ; les deux lentilles qui le composaient pouvaient s'écarter. Plus tard, sur la demande d'Atkinson³, il fabriqua les premiers objectifs doubles à portraits pouvant servir aussi pour paysages. L'objectif construit par cet opticien est disposé comme l'indique la *fig. 79*. Quand on veut le transformer en objectif pour paysage, on enlève la rondelle R, on démonte la vis de jonction V', et cette partie inférieure du tube emporte avec elle la lentille double. Cela fait, on dévisse la partie supérieure de la monture, on monte la vis V calculée dans ce but sur la rondelle ; la lentille simple tourne alors sa face concave vers l'objet à reproduire ; on

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 15 mars 1856, p. 115

2. *Bulletin de la Société française de photographie* 1854, p. 341.

3. *Bulletin de la Société française de photographie* 1857, p. 36

adapte en avant le porte diaphragme muni de son obturateur. L'instrument présente alors la disposition indiquée par la *fig. 80*. Plus tard, M. Jamin a ajouté, suivant les idées de Schott Archer, une lentille négative entre les deux verres de l'objectif à portraits; cette lentille négative pouvait d'ailleurs être employée avec la combinaison antérieure et formait ainsi un objectif orthoscopique.

Vers la même époque, M. Hermagis¹, modifia la monture de ses objectifs à portraits. L'obturateur double C D contenait ses divers diaphragmes d'instruments à paysages (*fig. 81*.) Pour employer l'objectif pour paysages, on sépare les deux parties A B qui constituent l'instrument. On dévisse ensuite la rondelle R et on laisse de côté la partie A qui renferme la lentille postérieure de l'objectif à portraits. On enlève l'obturateur C, on visse la ron-

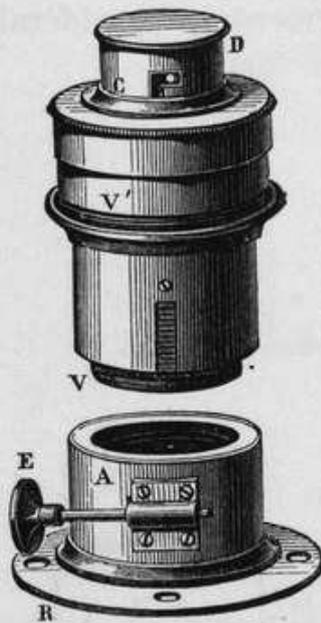


Fig. 81.

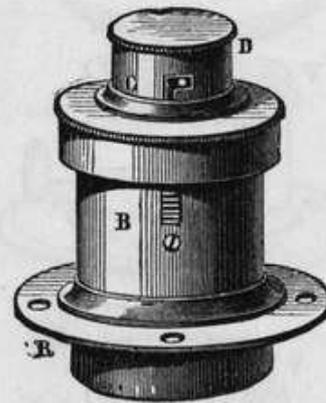


Fig. 82.

delle sur le pas de vis V' calculé dans ce but; de cette manière, la lentille simple est disposée pour paysage; sur la vis V s'adapte l'obturateur C (*fig. 82*) avec le bouchon à mouvement à baïonnette.

Dans le but de pouvoir obtenir des combinaisons variables de lentilles, Jamin² proposa de supprimer la monture habituelle des objectifs en plaçant la lentille dans des planchettes mobiles auxquelles on pourrait faire occuper, au moyen de rainures, diverses positions dans un avant-corps en bois placé sur la chambre noire; il proposait en même temps d'employer le diaphragme carré, à ouverture variable formé de quatre segments pouvant se rapprocher ou s'éloigner les uns des autres.

Millet³ adopta un système de monture analogue à celui construit par Jamin et par Hermagis; son objectif servait pour portraits et pour paysage. La monture de l'instrument était à cône, ce qui permettait d'éliminer complètement la lumière réfléchiée par les parois du tube sur la surface

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1857.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1857, p. 178.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1857, p. 248.

sensible. — MM. Ross, Dallmeyer, ont adopté des dispositifs semblables aux précédents, mais ne les recommandent pas, parce que la lentille frontale n'a pas la forme la plus convenable pour paysage.

Derogy fit breveter en Angleterre, le 20 avril 1858, un objectif qu'il appela à *foyers multiples*. C'est un objectif à portraits composé de deux lentilles à courbures spéciales; deux lentilles additionnelles l'une convergente, l'autre divergente, peuvent se placer successivement entre les deux lentilles de l'objectif à portraits. A l'aide de cet objectif on peut réaliser divers foyers et divers objectifs.

1^o Les deux combinaisons sans aucune addition constituent un objectif à portrait;

2^o La combinaison antérieure seule forme un objectif à paysage;

3^o La combinaison antérieure et la lentille additionnelle divergente donnent un orthoscopique;

4^o En employant la combinaison antérieure et la lentille additionnelle convergente l'on a un foyer plus court;

5^o La lentille divergente placée entre les deux combinaisons de l'objectif à portraits donne un triplet;

6^o On obtient enfin, en plaçant la lentille convergente entre les deux lentilles de l'objectif à portraits, un nouvel objectif de foyer très court.

M. Derogy construit cet objectif dans quatre dimensions dont les lentilles frontales ont respectivement 42, 53, 63 et 105 millimètres de diamètre.

Slater¹, Gasc et Charconnet ont construit, sous le nom d'objectif universel, un système analogue, mais ne possédant pas de lentille convergente; Melhuis² a repris le système optique de Jamin avec quelques légères modifications de peu d'importance.

83. Trousses d'objectifs. — Tous les divers instruments que nous venons de décrire avaient pour but de modifier l'objectif double à portraits, de l'utiliser pour obtenir des reproductions de monuments, paysages, etc. M. Darlot³, après avoir perfectionné l'objectif globe et l'avoir fait connaître sous le nom d'objectif hémisphérique, a imaginé de réunir dans une même trousse plusieurs lentilles simples, pouvant se visser sur la monture spéciale d'un objectif à portraits. Il a ainsi obtenu la première trousse d'objectif, et il a appelé cet instrument *objectif universel*.

L'objectif universel se compose d'un objectif à portraits ordinaires dont la monture peut se transformer en monture d'objectif à paysages; cette monture est d'ailleurs disposée de telle façon que l'écartement entre les deux lentilles puisse être modifié, le tube étant composé de deux portions qui peuvent s'éloigner ou se rapprocher l'une de l'autre; entre ces deux parties se loge le diaphragme à vannes.

1. Kreutzer, *Zeitsch f. phot.*, 1861, p. 121.

2. *Phot. news*, 1861.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1866, p. 37.

Les diverses lentilles qui composent la trousse peuvent être employées isolément comme objectif à paysage : l'angle embrassé est relativement grand, chaque lentille donnant une image nette dont le diamètre est sensiblement égal à son foyer. Ces lentilles peuvent d'ailleurs être combinées deux à deux en vissant chacune d'elle à l'extrémité du tube; on obtient alors un objectif hémisphérique à grand angle. Par exemple, en vissant à l'avant du tube une lentille de 33 centimètres de longueur focale et à l'arrière une lentille de 25 centimètres, on réalise une combinaison ayant environ 15 centimètres de foyer et couvrant nettement et sans déformation un champ circulaire de 23 centimètres.

M. Darlot fabrique les trousses d'objectif universel pour les dimensions des plaques inscrites ci-dessus :

N ^{os}	NOMBRE DES LENTILLES additionnelles.	DIMENSIONS COUVERTES POUR PORTRAITS en millimètres.
1	4 ou 5	70 × 100
2	6	130 × 180
3	3	180 × 240
4	3	210 × 270
5	3	270 × 330
6	2	300 × 400
7	2	500 × 600

Les trousses n^o 1 et n^o 2 peuvent être livrées par paires pour les images stéréoscopiques; on obtient alors, en associant des lentilles de même foyer, toute une série d'objectifs symétriques pour vues, reproductions, etc.

M. Berthiot construit plusieurs genres de trousses : les unes sont destinées aux portraits, paysages et reproductions; elles comportent pour le premier numéro une série d'objectifs combinés pour paysage de 12, 15, 19, 23, 26 et 30 centimètres de foyer, plus un objectif double à portraits de 20 centimètres de foyer; le second numéro comprend un objectif à portraits d'environ 30 centimètres de foyer et des lentilles qui par leur combinaison donnent des foyers de 21, 25, 29, 33, 36 et 40 centimètres pour paysages. Les combinaisons destinées au

paysage peuvent servir pour des dimensions de plaque dont le plus grand côté est égal à une fois et demie la longueur focale.

Les trouses dites « à foyers variés rectilignes » de M. Berthiot constituent une série de trois instruments destinés exclusivement à la reproduction des paysages, intérieurs, monuments, etc.; l'angle embrassé par ces diverses combinaisons varie de 50 à 65 et même 70°, suivant la dimension de la plaque employée et la grandeur du diaphragme. Chaque lentille additionnelle sert de lentille frontale; la combinaison postérieure est fixe; sur la monture de chaque lentille



Fig. 83.

(fig. 83) se trouve indiquée la longueur focale correspondant à l'objectif photographique formé par la frontale et la lentille postérieure. Le diaphragme est percé sur une plaque circulaire; la monture de chaque lentille est disposée de telle sorte que toutes les lentilles additionnelles sont à la distance la plus convenable du diaphragme.

La trousse n° 1 est formée d'une combinaison fixe et de trois lentilles additionnelles permettant d'obtenir des foyers de 14, 19 et 24 cen-

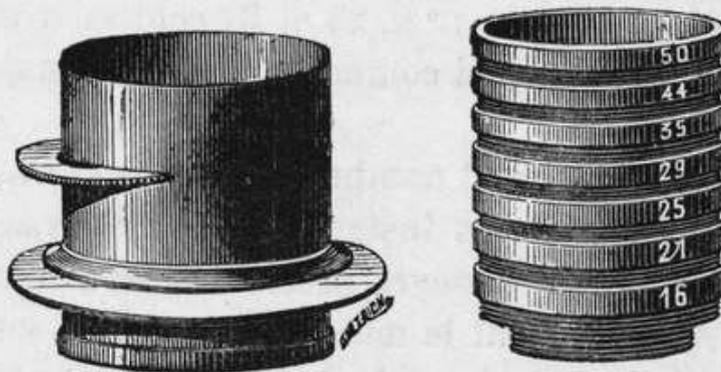


Fig. 81.

timètres; le diamètre des lentilles est de 29 et 34 millimètres; c'est le modèle le plus usité pour les dimensions 13×18 et 18×24 (fig. 83).

La trousse n° 2, que l'on emploie pour les dimensions variant de 18×24 centimètres à 27×33 , comprend des objectifs dont les

combinaisons forment des foyers de 13, 16, 20, 24, 29 et 34 centimètres ; les diamètres des lentilles sont 29, 27 et 42 millimètres.

Enfin, la trousse n° 3 peut comporter jusqu'à sept objectifs différents permettant de couvrir des plaques de 50 sur 60 centimètres ; le diamètre des lentilles est 42 et 54 millimètres (*fig. 84*).

Le même genre de construction a été appliqué par M. Berthiot aux objectifs aplanétiques.

En combinant avec la lentille postérieure d'un aplanétique une lentille à rayons de courbures convenables, on obtient un nouvel objectif à foyer plus court et qui embrasse un angle plus considé-

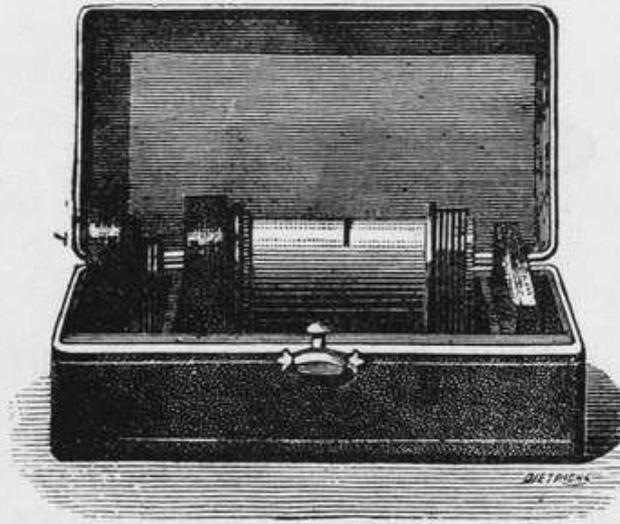


Fig. 85.

nable. Dans les trois instruments qui composent cette série, on peut obtenir des longueurs focales de 14 et 22 centimètres pour le n° 1, 19 et 28 centimètres pour le n° 2, 23 et 37 centimètres pour le n° 3. Ces trousse sont d'un emploi commode et d'un transport très facile en excursions (*fig. 85*).

Si l'on désire un plus grand nombre d'objectifs et avoir un appareil permettant d'obtenir des vues instantanées, des paysages, reproductions, monuments, etc., l'on devra préférer la nouvelle trousse aplanétique rapide (*fig. 86*), dont le maniement est tout aussi simple : il suffit de changer la lentille frontale de l'instrument pour obtenir soit un objectif grand angulaire, un aplanétique extra rapide, un aplanétique rapide ou ordinaire. Toutes les lentilles additionnelles peuvent être renfermées dans un étui de cuivre qui réduit de beaucoup le volume de cette trousse et en permet très facilement le transport. Les diaphragmes sont à vannes ; on doit employer le dernier ou l'avant-dernier diaphragme lorsque l'on se sert des combinaisons à

grand angle. M. Berthiot construit trois séries de ces troupes comportant chacune trois ou quatre lentilles additionnelles. On peut d'ailleurs modifier à volonté la composition de ces troupes; elles doivent être rangées pour les meilleurs instruments que l'on puisse employer pour tous les travaux photographiques en général; nous en possédons plusieurs répondant aux diverses dimensions de plaques photographiques (du 13×18 au 40×50 centimètres).

Parmi les opticiens qui construisent aujourd'hui des troupes d'aplanétiques ou rectilignes rapides, plus ou moins semblables à celles de M. Berthiot, il convient de citer M. Français, M. Derogy, M. Fleury-Hermagis, dont les instruments sont d'une excellente fabrication. M. Derogy et M. Fleury Hermagis livrent aussi des



Fig. 86.

troupes d'objectifs simples pour paysages et des troupes d'objectifs grands angulaires qui permettent d'obtenir de bons résultats.

M. Steinheil fabrique depuis peu de temps une troupe d'aplanétiques pour paysages : elle consiste en une série de quatre lentilles pour paysage se montant toutes sur le même tube et se vissant sur la même rondelle; on obtient ainsi par les combinaisons des lentilles deux à deux des foyers de 19,6, 26,4 et 32,8 centimètres; les lentilles achromatiques ont respectivement 32, 39, 52,3 et 62,6 centimètres de foyer.

M. Davanne a insisté sur l'utilité qu'il y a de posséder une série de foyers pour répondre aux diverses nécessités des points de vue choisis¹. Il cite comme excellent objectif à employer pour la dimension 27×35 le rectilinéaire grand angle n° 1 de Dallmeyer. Les deux len-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1874, p. 158.

tilles achromatiques qui composent cet instrument donnent par leur combinaison un foyer d'environ 18 centimètres ; on a ainsi un objectif servant pour l'obtention des panoramas. La lentille antérieure présente un foyer d'environ 40 centimètres ; employée comme lentille simple, elle donne de bons résultats pour paysages ; quant à la lentille postérieure de 30 centimètres de foyer, on peut l'employer seule pour le même objet, mais l'on doit éloigner le diaphragme de la lentille pour opérer dans les meilleures conditions. Cet objectif peut donc à lui seul remplir l'office d'une trousse. Il en est de même des grands angulaires des autres constructeurs. Si l'objectif est symétrique (comme l'aplanat, rectilinéaire rapide, symétrique portatif, etc.), on n'obtient qu'un seul et même foyer, quel que soit la lentille (frontale ou postérieure) que l'on emploie.

§ 4. — LES DIAPHRAGMES.

84. On appelle *diaphragme* tout écran qui sert à diminuer la quantité de rayons lumineux qui peuvent frapper la surface sensible. Lorsque le diaphragme est en contact avec la surface de la lentille, on l'appelle quelquefois obturateur : il a alors pour objet de réduire le diamètre de la lentille relativement à sa distance focale. Le but que l'on se propose en employant un diaphragme est de réduire les aberrations des lentilles. Nous avons vu, page 29, comment par l'emploi du diaphragme le diamètre des cercles de confusion se trouvait réduit et comment la profondeur de foyer était ainsi augmentée.

L'emploi du diaphragme pour les lentilles photographiques est dû à Niepce. Il reconnut que l'image qui se peint sur l'écran de la chambre noire gagne considérablement en netteté par l'emploi de ce dispositif ; mais il constata aussi que le temps d'exposition de la surface sensible se trouvait par là considérablement augmenté. Niepce a le premier appliqué à l'objectif photographique l'iris-diaphragme (diaphragme pupille, œil-de-chat, inventé par le P. Kircher). Ce diaphragme est constitué par une série de lamelles très minces, placées dans des plans très voisins parallèles ; vues de face, ces lames paraissent former un polygone régulier dont les côtés peuvent se rapprocher les uns des autres au point d'intercepter complètement la lumière.

Pendant fort longtemps, on n'a pas été d'accord sur la *position* à donner au diaphragme. Nous avons vu que dans les objectifs à portraits l'opticien Buron, sur les conseils de M. Fortier, plaça le diaphragme entre les deux lentilles. Chevalier, Secretan, Voigtlander et presque tous les opticiens pla-

cèrent d'abord ces diaphragmes (qui consistaient généralement en des disques de laiton noirci, percés d'ouvertures circulaires plus ou moins grandes) en avant de la lentille frontale et à une petite distance de celle-ci. Ce n'est que vers 1855 que l'on plaça les diaphragmes entre les deux lentilles de l'objectif à portrait.

W. Ross¹, en 1856, appela l'attention sur la place la plus convenable à donner au diaphragme dans l'objectif simple.

La forme du diaphragme a donné lieu à un certain nombre de discussions. Charles Chevalier présenta, en 1840, à la Société d'encouragement, un diaphragme dont le contour était polygonal : c'était le diaphragme variable du P. Kircher. Le dispositif de Chevalier consistait à écarter plus ou moins (au moyen d'une crémaillère et d'engrenages convenables) les bords d'une série de lames métalliques dont l'intersection vient former une ouverture sensiblement circulaire si le nombre des lamelles est assez grand. Maugey² employe le dispositif suivant : une rondelle de mince épaisseur en caoutchouc est percée d'une ouverture circulaire, c'est là le diaphragme d'ouverture minima ; il est fixé intérieurement à la monture. Un tube intérieur vient appuyer contre le diaphragme et en le pressant peut par son mouvement de translation ou de rotation augmenter l'ouverture de celui-ci. Jamin³ avait proposé de réduire à quatre le nombre des lamelles de l'iris-diaphragme ; l'ouverture du diaphragme était donc quadrangulaire. L'emploi d'un diaphragme de cette forme a été de nouveau proposé par Quinet et construit par Diguey frères⁴ ; Notton, en 1856, avait adopté un dispositif analogue⁵.

Londe a récemment proposé de donner aux diaphragmes la forme d'une portion de secteur circulaire dont le centre coïnciderait avec le centre de mouvement de la lamelle d'un obturateur circulaire.

L'emploi des diaphragmes à deux ou plusieurs ouvertures a été préconisé par Norman⁶, Lehman⁷, Gliese⁸. Mitschel⁹ a proposé l'emploi d'un diaphragme dont l'ouverture était constituée par un simple anneau très mince percé dans une lame opaque. L'emploi de ces diverses formes de diaphragmes n'a pas été sanctionné par la pratique.

85. Position des diaphragmes. — La *position* du diaphragme dans l'objectif est aujourd'hui parfaitement déterminée. Les instruments que l'on emploie sont composés d'une ou deux lentilles ; en un mot, l'objectif est *a*) simple ou *b*) composé.

a) OBJECTIFS SIMPLES. — Lorsque dans l'objectif simple le dia-

1. *Liverpool Phot. Journal*, mai 1856.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1858, p. 117.

3. *Bulletin de la Société française de Photographie*, 1857, p. 178.

4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1860, p. 31.

5. *Journal Phot. Soc. London*, vol. III, p. 165.

6. *Journal Phot. Soc. Great. Brit.*, 15 septembre 1855.

7. *Phot. Wochenblatt*, 1878, p. 286.

8. *Phot. Wochenblatt*, 1878, p. 299.

9. *Brit. Journ. Phot.*, 1881, p. 453.

phragme est placé au contact de la lentille et en avant de celle-ci, le champ est courbe, la distorsion est très faible, sensiblement nulle. Si l'on éloigne le diaphragme de la lentille, dans des limites comprises entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{7}$ de sa distance focale (*fig. 87 et 88*), le champ devient plat, la netteté s'étend vers les bords de la plaque, mais la distorsion augmente : on obtient la distorsion en forme de barillet.

Si le diaphragme est placé à l'arrière de la lentille on obtient des résultats analogues relativement à la courbure du champ et à la dis-



Fig. 87.

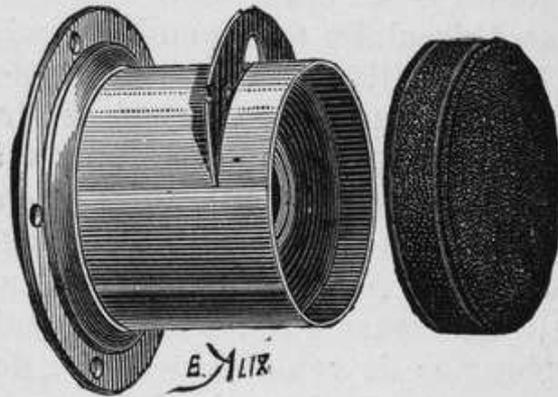


Fig. 88.

torsion ; mais dans ce cas c'est la distorsion en forme de *croissant* qui apparaît à mesure que l'on écarte le diaphragme de la lentille ; en même temps le champ de l'objectif diminue. En résumé, dans l'ob-

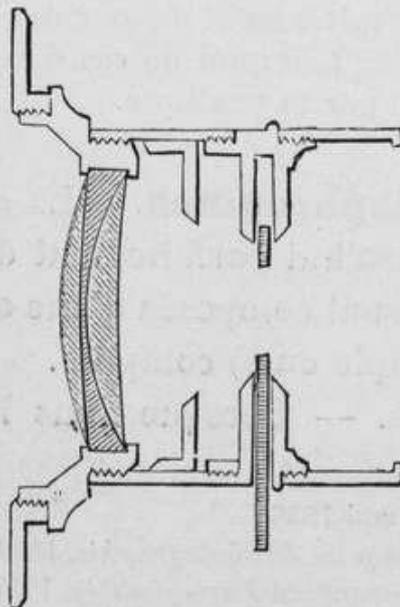


Fig. 89.

jectif simple, plus le diaphragme est rapproché de la lentille, soit en avant, soit en arrière, pourvu que le champ soit plat et la netteté satisfaisante, plus l'angle sera grand et plus faible sera la distorsion ;

c'est à l'opticien de concilier ces diverses données de façon à obtenir le meilleur résultat possible avec les courbures choisies (*fig. 89*).

La position du diaphragme influe aussi sur la production de la tache centrale (voyez n° 61). Si ce défaut se présentait, l'on devrait modifier légèrement la distance qui sépare le diaphragme de la lentille.

b) OBJECTIFS COMPOSÉS. — Dans l'objectif construit suivant les indications de Petzval (*fig. 90*) on place le diaphragme entre les

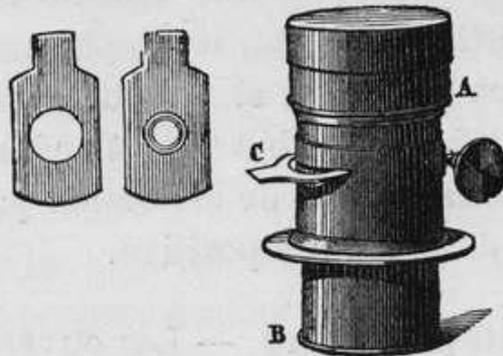


Fig. 90.

deux lentilles en C, à égale distance de chacune des combinaisons A et B. Si on le place plus près de la combinaison antérieure, il réduit le champ de l'objectif, mais tend à rendre ce champ plus plat; dans ces objectifs, la position du diaphragme n'affecte guère la distorsion et la tache centrale. Dans les nouveaux objectifs, ces deux défauts sont pratiquement évités.

Lorsque les deux lentilles qui forment l'objectif combiné sont identiques entre elles, en un mot, si l'objectif est symétrique (rectilinéaire rapide, aplanat, euryscope, etc.), les déformations produites

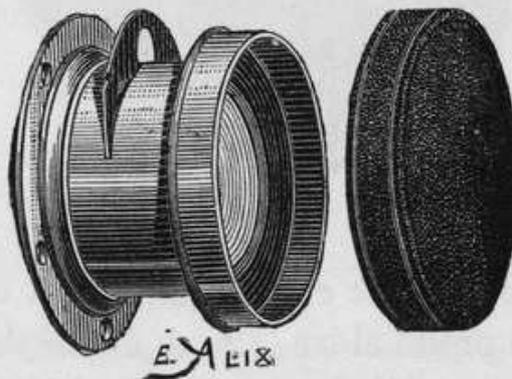


Fig. 91.

par la combinaison antérieure sont corrigées par celles en sens contraire produites par la combinaison postérieure. Le diaphragme doit se placer à égale distance des deux combinaisons.

Les objectifs non symétriques sont formés par deux lentilles de distance focale différente. L'opticien doit déterminer quelle est la distance qui doit séparer les deux combinaisons doubles; plus cette distance augmente, plus le champ devient plat, en même temps que l'angle embrassé diminue de plus en plus. Cette distance étant convenablement déterminée, la position du diaphragme est indiquée; le plan du diaphragme doit diviser la longueur qui sépare les deux combinaisons proportionnellement à leur distance focale (*fig. 91*).

Dans les objectifs composés d'une lentille convergente et d'une lentille divergente (orthoscopique), le diaphragme se place ou bien entre les deux lentilles (Harisson et Schnitzer), ou bien entre la lentille négative et la surface sensible (Voigtlander) : ce dernier dispositif est celui qui donne le plus de distorsion par suite de l'éloignement du diaphragme de la lentille positive.

86. Forme du diaphragme. — Les ouvertures circulaires (ou polygonales de douze à seize côtés pour l'iris-diaphragme) sont celles adoptées aujourd'hui. Ces ouvertures sont percées dans une même plaque susceptible de se mouvoir autour d'un point fixe si elles ne sont pas d'un diamètre trop grand (voir *fig. 37*); elles sont percées dans de petites plaques de laiton, qui se glissent dans le tube

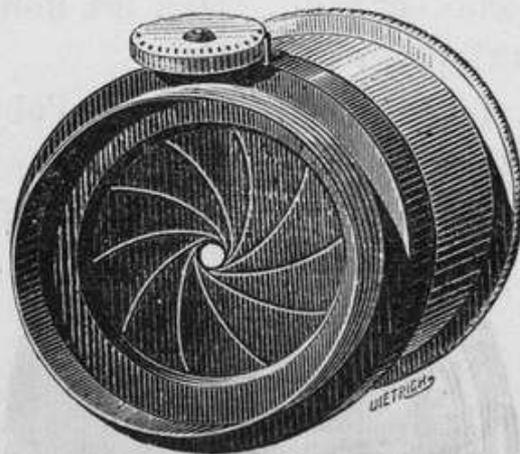


Fig. 92.

de l'objectif si l'ouverture de ces diaphragmes est un peu considérable. Le diaphragme prend alors le nom de diaphragme « à vannes ». Pour éviter d'égarer ces diaphragmes, Harisson¹ a proposé de les fixer par leur partie supérieure à un même pivot; on laisse l'un d'eux dans la rainure du tube. Hermagis a réalisé dans son aplanéti-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1865, p. 9.

que un perfectionnement de ce système (voir *fig. 70*). Le diaphragme-iris se fixe à demeure dans la monture de l'objectif; il amène une augmentation dans l'épaisseur de cette monture (*fig. 92*).

Chaque objectif est, en général, muni de diaphragmes dont les ouvertures vont en diminuant. Chez les bons constructeurs, ces ouvertures sont graduées de telle sorte que le temps de pose nécessité par l'objectif muni d'un diaphragme va en augmentant du double lorsque l'on passe d'un diaphragme à celui dont le diamètre est immédiatement inférieur. Dans les objectifs composés, le diamètre du diaphragme doit être déterminé par une méthode spéciale. Pour tous les objectifs, simples ou composés, le diamètre de l'ouverture du diaphragme détermine la *rapidité* et la *profondeur de foyer*.

Il y aurait grand intérêt à ce que les diamètres d'ouverture des diaphragmes de tous les objectifs soient rapportés à une même unité. M. G.-W. Webster a proposé d'adopter une série calculée de telle sorte qu'un diaphragme portant une certaine désignation représenterait un même temps de pose pour produire un même résultat avec les instruments de n'importe quel fabricant. La rapidité d'un objectif est réglée par le rapport de sa longueur focale à l'ouverture du diaphragme. Webster a proposé de prendre comme unité un objectif

théorique dont le rapport d'ouverture serait $\frac{f}{2}$. Dallmeyer prend comme étalon de diaphragme l'ouverture d'un diaphragme dont la rapidité relative, c'est-à-dire l'inverse du carré de l'indice (le foyer étant pris pour unité), serait égal à 1. Soit, par exemple, un objectif de 15 centimètres de foyer admettant un diaphragme de 3 centimètres, son indice $\frac{3}{f} = \frac{3}{15} = \frac{1}{5}$ élevé au carré est $\frac{1}{25}$, dont l'inverse est 25.

Dans le système de Dallmeyer, ce diaphragme serait 2,5 et nécessiterait un temps de pose égal deux fois et demi celui que l'on devrait employer avec le diaphragme étalon. La Société photographique de

Londres admet que le diaphragme d'ouverture $\frac{f}{4}$ est pratiquement le plus grand que l'on puisse employer; c'est cette ouverture qu'elle adopte comme unité. Le système de M. Dallmeyer nous semble préférable, parce que tous les nombres exprimant la rapidité relative sont supérieurs à 10 (sauf pour les objectifs extra-rapides à portraits), ce qui permet d'effectuer plus rapidement les comparaisons des divers objectifs.

Quelle que soit l'ouverture prise comme unité, il est indispensable que les ouvertures des autres diaphragmes soient telles que le temps de pose puisse être facilement calculé quand on change de diaphragme. En général, les bons constructeurs ont adopté des diaphragmes dont les surfaces d'ouvertures varient comme les nombres :

$$1 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{16} \quad \frac{1}{32} \quad \dots$$

En passant d'un diaphragme au suivant, le temps de pose sera doublé.

Au lieu de placer le diaphragme dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif, Sutton a proposé d'incliner le plan du diaphragme par rapport à l'axe, de façon à ce que le ciel envoie sur la plaque sensible moins de rayons lumineux que les objets rapprochés¹. Dans le même but, Kershaw² place à l'avant du diaphragme une petite lamelle plus ou moins inclinée et qui réduit l'intensité lumineuse des parties du sujet fortement éclairés (le ciel dans un paysage, par exemple). On arrive au même résultat par l'emploi d'un obturateur à volet.

87. Diaphragme-étoile. — Le milieu de l'image qui se forme dans la chambre noire est toujours plus éclairé que les bords, et cet inconvénient augmente à mesure que le champ de l'objectif devient plus grand ; par suite, les bords d'une image photographique obtenue avec un objectif à grand angle sont plus noirs que le centre de l'image. Il y a plusieurs raisons qui concourent à cette inégalité d'éclairage : M. l'abbé Frarier a fait remarquer les principales³.

1° Le rayon qui va frapper le bord de l'image rencontre le diaphragme obliquement et, par conséquent, pour lui l'ouverture circulaire du diaphragme est une ellipse dont le petit axe décroît en raison du cosinus de l'obliquité.

2° Le rayon extrême frappe l'image à une plus grande distance que le rayon central, et cette distance augmente comme la sécante de l'obliquité. Pour un objectif donnant un champ d'image de 90°, la lumière du bord est donc deux fois plus faible que celle du centre.

1. *Phot. Archiv.*, 1868, p. 247.

2. *British Journ. Phot. Almanach*, 1870.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1885, p. 205.

3° Le rayon extrême tombant sur la surface sensible obliquement, l'intensité de la lumière sera moins considérable.

Ce sont là les principales raisons qui font que l'image est plus éclairée au centre que sur les bords. M. l'abbé Frarier admet que l'intensité lumineuse diminue comme la quatrième puissance du sinus de l'obliquité. Ainsi, en supposant qu'au centre la force de la lumière soit prise comme unité à 30° du centre (c'est-à-dire aux bords d'une image donnée par un objectif dont le champ est 60°), la force sera

$$\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{9}{16} = 0,56$$

à 45° du centre (objectif dont le champ est 90°), la force de la lumière sera

$$\left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^4 = \frac{1}{4} = 0,25.$$

Pour un objectif dont le champ serait 120° :

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16} = 0,06.$$

Done, pour obtenir de bonnes images avec les objectifs grands angulaires, il faut diminuer la lumière au centre tout en la laissant entière pour les bords. Dans ce but, M. l'abbé Frarier a proposé d'exposer d'abord aussi longtemps que le centre le demande, puis de faire en sorte que la chambre noire laissât tomber par deux fils très minces un écran qui cacherait le centre et qui s'approcherait insensiblement de l'objectif, de manière que l'ombre de cet écran finît, après un temps suffisant, par couvrir toute l'image.

Un moyen plus pratique est celui qui a été proposé depuis plusieurs années¹ et qui consiste à employer un disque de papier noir, ou de tôle mince découpée en forme d'étoile à 24 ou 30 rayons ; il se place immédiatement devant l'objectif à l'aide d'un mince fil métallique. Le diamètre du noyau du diaphragme-étoile doit être le double du diamètre du diaphragme employé ; la longueur des rayons et la position du diaphragme doivent être telles que le champ soit influencé jusqu'aux bords.

1. *Phot. Wochenblatt*, 1881, p. 64.

Pour se servir de cet appareil, on commence par faire poser la plaque comme à l'ordinaire, mais en n'exposant que le quart ou la moitié du temps nécessaire à la production de l'image ; on achève la pose en plaçant le diaphragme-étoile, que l'on fait tourner une ou deux fois sur son axe, de telle sorte que les pleins et les vides de l'étoile n'apparaissent pas sur le cliché terminé.

§ 4. — DES OBTURATEURS.

88. La lumière doit agir pendant un certain temps pour produire sur les substances placées au foyer de l'objectif les modifications qui permettent d'obtenir l'image photographique. L'agent lumineux doit donc traverser l'objectif à un instant déterminé, produire son effet, et, ce résultat étant obtenu, il faut arrêter l'action de la lumière : on y parvient à l'aide d'appareils appelés *obturateurs*.

Dans le sens le plus général du mot, on entend par *obturateur photographique* tout dispositif qui permet d'ouvrir et de fermer aux rayons lumineux la route qu'ils doivent parcourir pour produire leur action.

Pendant fort longtemps, les obturateurs ont consisté en un simple couvercle de boîte (en cuivre ou en carton garni de peau) se plaçant à la partie antérieure du tube de l'objectif et empêchant l'accès des rayons lumineux. Au moment d'opérer, on enlève à la main l'obturateur et on le replace lorsque le temps d'exposition est écoulé (voir *fig. 91* : l'obturateur est à droite de l'objectif). Dans les débuts de la photographie, lorsque le temps de pose était considérable, l'on se servait d'une petite lame de laiton mobile autour d'un point fixe qui pouvait s'éloigner du diaphragme et venir *obturer* l'ouverture de ce dernier lorsque le temps de pose était terminé (voir *fig. 87*). Cette manœuvre devait être effectuée avec certaines précautions si le temps de pose (ou temps d'exposition à la lumière) n'était pas considérable ; il fallait, en effet, éviter de produire un ébranlement dans le système des appareils, ébranlement qui eût été préjudiciable à la netteté de l'image photographique.

Plus tard, lorsque les progrès accomplis dans les manipulations permirent d'obtenir des surfaces tellement sensibles que l'exposition à la lumière pendant une minime fraction de seconde fut reconnue suffisante, on s'aperçut qu'il fallait recourir à des dispositifs plus

perfectionnés pour ouvrir et fermer convenablement l'objectif : c'est là l'origine des appareils improprement appelés *obturateurs instantanés*.

L'obturateur instantané remplace donc le couvercle du tube ou *bouchon* de l'objectif. Avec ce dernier appareil, et pour des poses relativement longues, voici comment l'on opérait : on découvrait immédiatement la totalité de l'ouverture donnée à l'objectif, on laissait la lumière agir avec cette pleine ouverture pendant le temps convenable (quelques secondes ou minutes), puis on fermait aussi vite que possible l'objectif : le temps nécessaire pour ouvrir et fermer l'instrument était considéré comme négligeable eu égard au temps de pleine pose. Faisons décroître autant que nous voudrons la durée du temps d'exposition nécessaire pour produire l'image : ces conditions devront toujours être remplies, et on devra chercher à les réaliser dans la construction de tout obturateur, comme nous le verrons plus loin. Ces conditions permettent d'obtenir en grande partie l'égalité d'éclairage, la simultanéité de la pose de toutes les parties de la plaque sensible, le maximum d'effet utile dans le minimum de temps, les variations nécessaires dans la durée de ce temps.

Il existe un très grand nombre de modèles d'obturateurs, et l'on en construit tous les jours de nouveaux ; cependant, tous ces instruments peuvent être classés en deux catégories, qui dérivent de deux anciens modèles (*fig. 87 et 88*).

1° Les obturateurs à *mouvement circulaire* : leur mouvement s'effectue dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif (ouverture *latérale* s'il y a un seul disque, ou *centrale* s'il y en a plusieurs) ;

2° Les obturateurs à *volets* : ce sont des obturateurs constitués par un couvercle ou volet mobile autour d'un axe rencontrant ou ne rencontrant pas la circonférence du tube de l'objectif ; cet axe est, en général, perpendiculaire à l'axe optique de l'objectif.

Dans la première catégorie, on peut établir des subdivisions. On peut, en effet, avoir un seul disque obturant se mouvant autour d'un point fixe et dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif ; dans ce cas, par suite du mouvement imprimé au disque, on découvrira d'abord l'un des côtés de l'objectif ; c'est là le type d'obturateur à *ouverture latérale*. Le dispositif connu sous le nom de *guillotine* rentre dans cette subdivision. Dans la guillotine, le point du disque qui sert de centre de rotation est situé à l'infini.

Si, au lieu d'une seule lamelle se mouvant autour d'un point fixe

(situé à une distance quelconque de l'axe de l'objectif), on imagine deux lamelles sollicitées par des forces égales et de sens contraire, il est clair que les points de l'espace situé dans le voisinage de l'axe de l'objectif seront découverts les premiers et fermés les derniers. Ces sortes d'obturateurs constituent les obturateurs *centraux* pouvant être formés par deux ou plusieurs lamelles placées dans des plans très voisins et perpendiculaires à l'axe.

La catégorie des obturateurs à volets présentera les mêmes subdivisions, suivant qu'il y aura : 1^o un axe de rotation, ou 2^o plusieurs axes et plusieurs volets symétriquement placés par rapport à un plan passant par l'axe optique de l'objectif.

89. Place de l'obturateur. — Lorsque le temps nécessaire à l'ouverture et à la fermeture de l'obturateur est négligeable ou très petit par rapport à la durée de la pose totale, peu importe la position occupée par l'obturateur : on peut le placer à l'avant de l'objectif, à l'arrière ou entre les deux lentilles, s'il s'agit d'un objectif combiné. Si le temps de pose est très court (pose dite *instantanée*), il n'en est plus de même parce que la durée de l'ouverture et de la fermeture peut constituer une quantité de même ordre que la durée de pleine pose. Or, au commencement du fonctionnement d'un obturateur latéral, placé d'une manière quelconque, l'image n'est pas bonne parce qu'elle est formée par les bords de l'objectif ; de même à la fin du fonctionnement. On peut donc diviser la pose en trois temps¹ : 1^o mauvaise image au commencement de la pose jusqu'au moment où l'objectif travaille à pleine ouverture ; 2^o bonne image pendant l'ouverture complète ; 3^o mauvaise image à la fin de la pose. Il faut donc prolonger le temps pendant lequel l'objectif travaille à pleine ouverture, c'est-à-dire la bonne pose relativement au commencement et à la fin de l'opération, par suite relativement aux mauvaises poses ; en un mot, il faut noyer les mauvaises images dans la bonne, de telle sorte que cette dernière soit la seule qui apparaisse. On y parvient soit en donnant des dimensions considérables à l'ouverture du disque mobile, soit en réduisant le temps nécessaire à l'ouverture et à la fermeture de l'obturateur.

Ces diverses conditions ne sont pas toujours réalisées dans les obturateurs, et il convient alors de se préoccuper de la meilleure

1. Prasmowski, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1880, p. 323.

place à donner à ces instruments. Cette position est extrêmement importante et l'on peut constater l'influence des mauvaises images sur le résultat final à l'aide de deux expériences bien simples dues à M. Londe :

1^o On introduit lentement une vanne mobile dans un plan aussi voisin que possible du diaphragme très ouvert d'un objectif (aplanétique ordinaire); l'image, au lieu de se dessiner sur toute l'étendue du champ de l'objectif, comme cela a lieu lorsque le diaphragme est étroit, ne se forme qu'au milieu, sur une étendue de forme allongée, analogue à celle de l'espace découvert par la vanne. Celle-ci continuant son mouvement, l'image augmente d'étendue jusqu'à la pleine ouverture du diaphragme; on la voit ensuite se rétrécir lorsque la vanne limite de nouveau cette ouverture.

2^o En même temps que l'image se dessine ainsi successivement, elle se déplace sur la glace dépolie d'une quantité toujours appré-

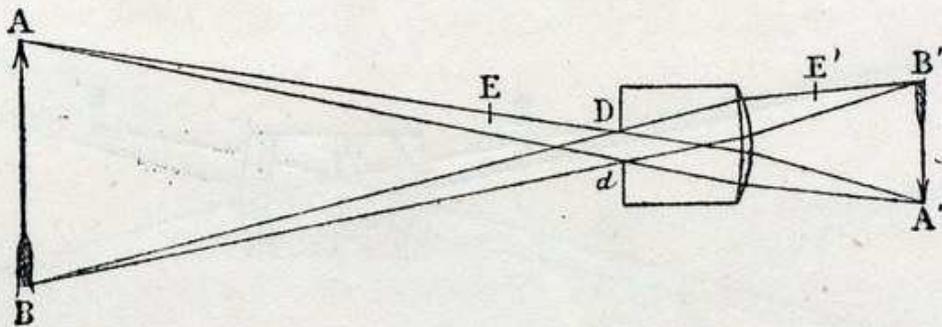


Fig. 93.

ciable, mais que l'on peut porter à plusieurs millimètres pour des objets situés dans un plan très différent de celui pour lequel a lieu la mise au point¹.

Il est donc indispensable que l'obturateur soit convenablement placé, et M. Ad. Martin² a montré quelle était la meilleure position que devait occuper cet instrument. Soit un objet lumineux AB (*fig. 93*), un diaphragme D placé en avant de l'objectif simple, et l'obturateur placé en E en avant du diaphragme D; supposons que l'écran fonctionne de haut en bas: il arrêtera une portion sans cesse croissante de rayons venant de A et l'image de ce point s'obscurcira de plus en plus, puis il en sera de même pour tous les points situés entre A et B, le point B s'obscurcissant le dernier. Ce serait l'inverse

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1885, p. 124.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1883, p. 254.

si l'écran se mouvait en E' : l'extinction se produirait de même en suivant une marche progressive, mais en sens contraire.

Si l'écran se meut dans le plan du diaphragme, aussitôt qu'il se présente devant l'ouverture il entame la même proportion de tous les faisceaux venant des divers points de l'objet AB , et l'image s'obscurcit uniformément jusqu'à s'éteindre simultanément dans toute son étendue lorsque l'écran sera parvenu au bas du diaphragme; en un mot, les choses se passent à peu près comme si l'on faisait décroître successivement l'ouverture du diaphragme jusqu'à ce que cette ouverture soit nulle. Les mêmes phénomènes se produiraient en sens inverse au moment de la réouverture de l'obturateur.

On voit donc que : 1° si l'obturateur est en avant du diaphragme et se meut de haut en bas, le ciel est visible le premier et le sol en dernier lieu; 2° s'il est en arrière, le contraire aura lieu. Dans l'un comme dans l'autre cas (à moins que la durée de pleine ouverture de

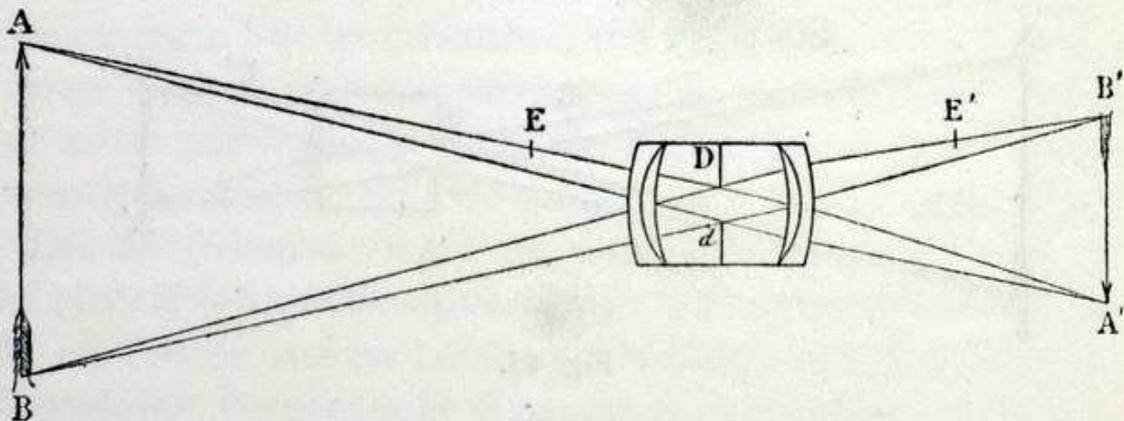


Fig. 94.

l'objectif ne soit très grande par rapport à celle qui est nécessaire pour découvrir et recouvrir l'objectif), l'image d'objets en mouvements sera déformée d'une façon très visible si ces objets occupent une certaine longueur sur l'image.

Si l'obturateur est placé sur le diaphragme même dans lequel passent tous les faisceaux correspondant aux divers points de l'objet, l'action lumineuse aura la même durée pour toute l'étendue de l'image : le disque mobile fera fonction de diaphragme qui va s'agrandissant et se rétrécissant. L'image pourra peut-être manquer de netteté par suite de la trop grande durée de pose par rapport à la vitesse de l'objet, mais il n'y aura pas déformation.

On voit donc que, pour l'objectif simple, la position de l'obturateur doit être aussi voisine que possible du plan du diaphragme. Le même raisonnement s'appliquerait à l'objectif double, aplanétique, etc.

(fig. 94). Pour que l'obscurcissement et l'éclaircissement soient simultanés pour tous les points de la glace dépolie, il faut que l'obturateur se meuve dans le plan du diaphragme. Ceci montre l'une des supériorités du système des obturateurs à disque sur le système d'obturateurs à volets.

L'étude du fonctionnement du diaphragme dans l'objectif permet de se rendre compte de ce qui se passe lorsque le diaphragme est un peu grand et que l'on emploie un obturateur à volet. Soit un objet AB, un diaphragme OP et une lentille L_1L_3 (fig. 95). Les rayons venant de B ne convergent pas sensiblement en un point comme les rayons du faisceau dans l'axe; leurs points de convergence varient suivant la région de la lentille qu'ils rencontrent. Le rayon qui passe par le centre de la lentille est coupé en b par le rayon BL_2 , qui est au-dessous de lui, c'est-à-dire que les foyers du point B donnés par la région L_2L_4 forment, non pas un point unique, mais une ligne ab ;

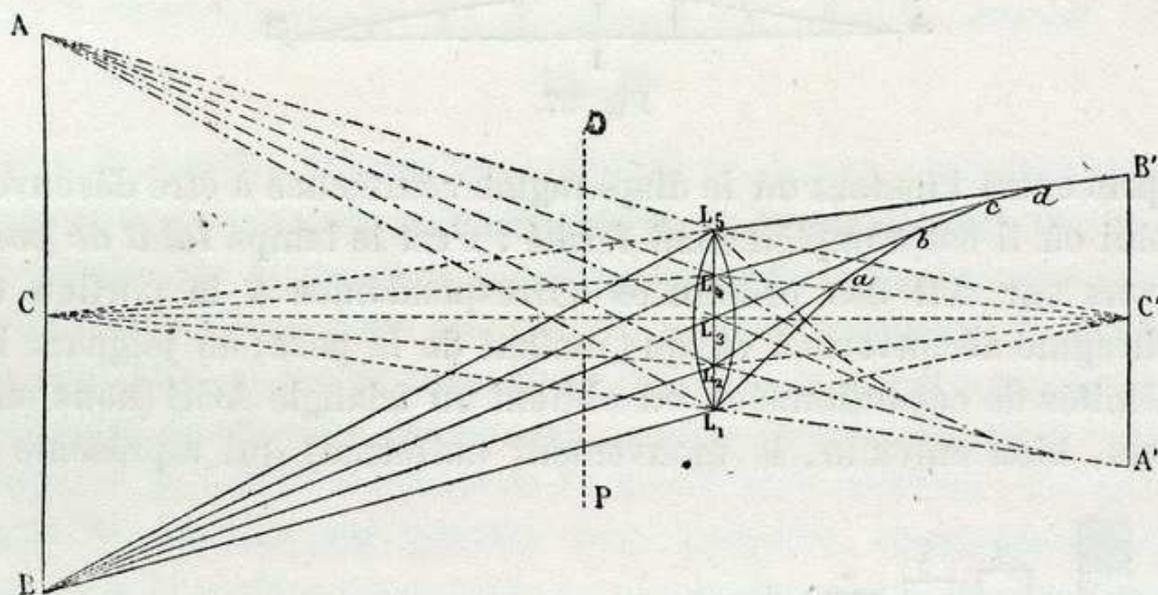


Fig. 95.

de même, les foyers formés par la région L_3L_4 forment la ligne bc inclinée sur la première. Le rôle du diaphragme est de ne laisser passer que les rayons qui concourent à former une bonne image. Pour produire ce résultat, le diaphragme doit être centré avec l'objectif; or, l'obturateur à simple plaque mobile ne l'est jamais complètement puisqu'il commence par découvrir et par fermer *latéralement* le diaphragme. Pour donner de bons résultats, cet obturateur devra avoir une ouverture de forme spéciale.

89. Ouverture de l'obturateur. — L'ouverture de l'obtura-

teur devra toujours être plus longue (dans le sens du mouvement) que le diamètre de l'ouverture du diaphragme qu'il doit obturer : l'image correspondant au temps de pleine pose sera ainsi la seule

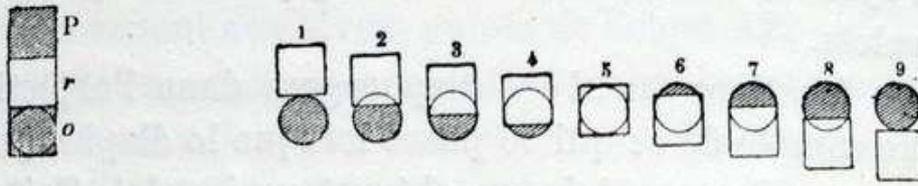


Fig. 96.

visible ; les mauvaises images ne laisseront sur la surface sensible qu'une trace nulle ou négligeable.

Supposons une ouverture carrée percée dans la lame mobile d'un obturateur (*fig. 96*), le côté de cette ouverture étant égal au diamètre du diaphragme ; représentons par AB (*fig. 97*) l'intervalle de temps

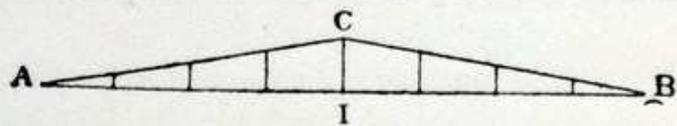


Fig. 97.

compris entre l'instant où le diaphragme commence à être découvert et celui où il est complètement fermé : c'est le temps *total de pose*. Traçons sur AB des ordonnées correspondantes à la portion du diaphragme découverte à chaque instant de la pose ; en joignant les extrémités de ces ordonnées, on obtient un triangle ACB (nous supposons, bien entendu, le mouvement uniforme) qui représente la

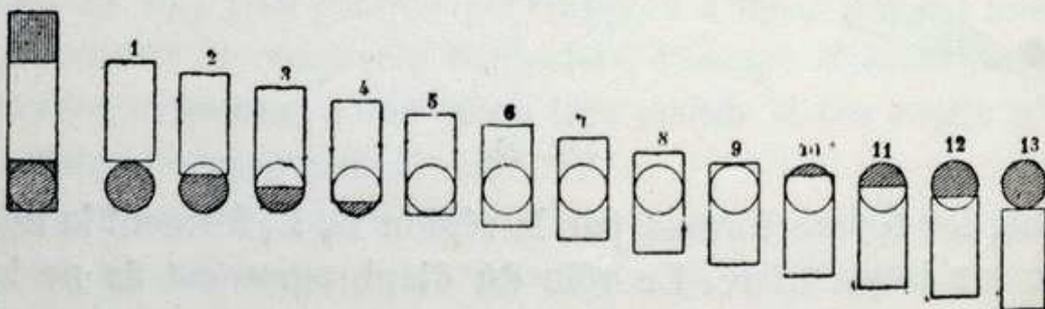


Fig. 98.

totalité du temps de pose. Or, l'objectif doit laisser passer le maximum de lumière pendant le temps le plus long possible. Ce maximum de lumière correspond à l'ordonnée C ; la pleine ouverture n'existe donc que pendant un temps très court : cette forme d'ouverture est donc mauvaise.

En augmentant le diamètre de l'ouverture de manière qu'elle soit

égale à un nombre quelconque de fois le diamètre du diaphragme, le résultat sera meilleur.

Supposons (*fig. 98*) que le côté de l'ouverture soit égal à quatre fois le diamètre du diaphragme : on voit, d'après la figure 99, que la pleine pose dure quatre fois plus que lorsque le côté de l'ouverture est égal au diamètre du diaphragme, les temps d'ouverture et de fermeture étant les mêmes ¹.

La forme circulaire de l'ouverture doit être rejetée pour un obturateur à plaque mobile animé d'un mouvement rectiligne. Soit un obturateur se mouvant de haut en bas ; divisons par la pensée la surface du diaphragme en un certain nombre de bandes étroites, verticales, et supposons qu'il s'écoule une unité de temps (une seconde par exemple) entre le commencement de l'ouverture et la fermeture totale de l'objectif ; il est clair que pour une bande s'éloignant du

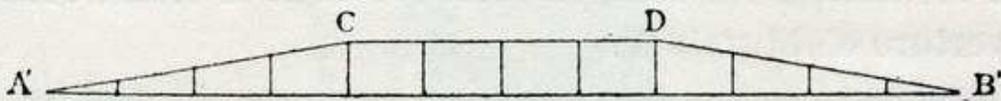


Fig. 99.

centre la lumière n'agira que pendant un temps proportionnel à la hauteur de cette bande. En particulier, la bande qui est sur le bord du diaphragme ne reçoit de lumière que pendant un temps infiniment court ; on n'utilise donc pas tout le pouvoir éclairant de l'objectif. Au contraire, si l'ouverture de la lamelle obturatrice est un carré, tout point de chacune des bandes reçoit la lumière pendant le même temps, et le fonctionnement de l'objectif sera meilleur. La quantité totale de lumière qui pénètre dans l'objectif augmentera surtout parce que la surface découverte du diaphragme est plus considérable.

En désignant par R le rayon du diaphragme, α l'angle correspondant à l'arc du segment découvert, la différence entre les surfaces découvertes par un obturateur à ouverture circulaire et un obturateur à ouverture carrée est représentée par $R \sin \alpha (1 - \cos \alpha)$. On peut démontrer qu'une lamelle à ouverture carrée tombant en une seconde laisse pénétrer autant de lumière qu'une ouverture circulaire tombant pendant 1^s,25.

Si l'obturateur est constitué par un disque tournant autour d'un

1. A. Londe, *Bulletin de la Société française de photographie*, 1883, p. 256.

2. Jubert, *ibid.*, 1880, p. 132.

point peu éloigné de l'axe de l'objectif, la forme de l'ouverture doit être celle d'un secteur.

En effet, faisons tourner un tel secteur jusqu'à ce que l'un des rayons vienne occuper la place primitivement occupée par l'autre; admettons que ce mouvement s'accomplisse d'une manière uniforme pendant une seconde : tous les points de la première droite, quels qu'ils soient, sont partis en même temps et arrivés en même temps; ils ont parcouru des chemins de plus en plus longs, mais avec des vitesses différentes. Si l'ouverture comprise entre les rayons sert à introduire la lumière dans l'objectif, cette lumière entrera pendant un temps qui sera rigoureusement le même pour toutes les parties de l'appareil, et c'est précisément ce que l'on recherche pour avoir une pose uniforme. Ceci est vrai, quelle que soit la distance du point de rotation du disque à l'axe de l'objectif; à la limite, lorsque le point de rotation est infiniment loin, on retrouve donc la forme rectangulaire de l'ouverture d'obturateur.

Une ouverture carrée ou circulaire ne donnerait pas un temps de pose régulier dans un mouvement circulaire¹.

Ce sont là les deux formes que l'on doit donner aux ouvertures des obturateurs à lamelles. La théorie est ici d'accord avec la pratique, et les deux formes indiquées sont celles que doivent présenter les obturateurs à une seule lamelle, qui constituent les obturateurs les plus simples.

Ces formes d'ouvertures sont aussi celles que la pratique a reconnu comme étant les plus avantageuses pour les obturateurs à deux ou plusieurs lamelles, que ces obturateurs soient constitués par des disques tournants ou des plaques mobiles, sollicitées par la pesanteur ou un ressort quelconque.

91. Obturateurs à mouvement circulaire. — Obturateurs latéraux. — Le plus simple de ces obturateurs est celui dans lequel le mouvement de rotation s'effectue autour d'un point situé à l'infini. Cet appareil est connu sous le nom de *guillotine*. Il consiste généralement en une lame de métal mince ou de carton percée d'une ouverture carrée passant par son simple poids devant le diaphragme. Un ressort métallique permet de rendre libre cette lamelle et de la laisser tomber au moment convenable. Il suffit, en

1. A. Londe, *La photographie instantanée*. Paris, Gauthier-Villars, 1886.

effet, d'écarter légèrement le ressort, soit à l'aide du doigt, soit par l'augmentation de volume d'une boîte à air placée entre le ressort et la paroi de l'obturateur (déclenchement pneumatique) (*fig. 100*).

L'obturateur à guillotine doit se placer entre les deux lentilles de l'objectif double; la lamelle doit être percée d'une ouverture rectangulaire dont la surface doit être deux ou trois fois plus considérable que celle de l'ouverture du diaphragme; enfin, condition qui n'est

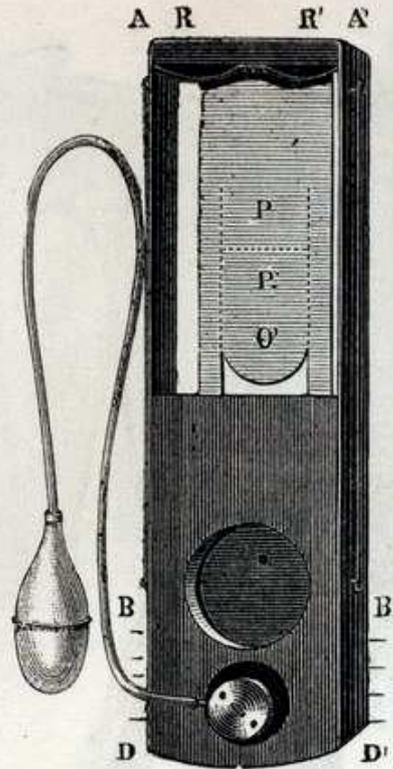


Fig. 100.

réalisée que dans un petit nombre d'obturateurs à guillotine, la lamelle doit être renfermée dans un étui (*fig. 101*). On évite ainsi complètement tout accès de lumière extérieure. Si l'on opère au soleil avec une guillotine consistant en une simple lamelle métallique glissant dans le tube de l'objectif, il peut arriver que lorsque la lamelle est à moitié de sa course la lumière s'introduise par la fente et l'ouverture de l'obturateur : la plaque est alors voilée. On s'aperçoit facilement de ce défaut en disposant l'obturateur monté sur la chambre noire de la manière suivante : on place l'appareil au soleil, les *rayons solaires pénétrant dans la fente du diaphragme*; on recouvre la lentille de son couvercle (bouchon de l'objectif); on met l'obturateur en place, et, après avoir recouvert la chambre noire d'un voile noir, on examine si le verre dépoli est éclairé : on constatera qu'il en est réellement ainsi avec un très grand nombre d'obturateurs

du commerce. De tels instruments peuvent donner lieu à des épreuves voilées.

Le plus souvent, la lamelle obturatrice est placée dans une situation verticale et tombe en vertu de son propre poids ; d'autres fois, elle est

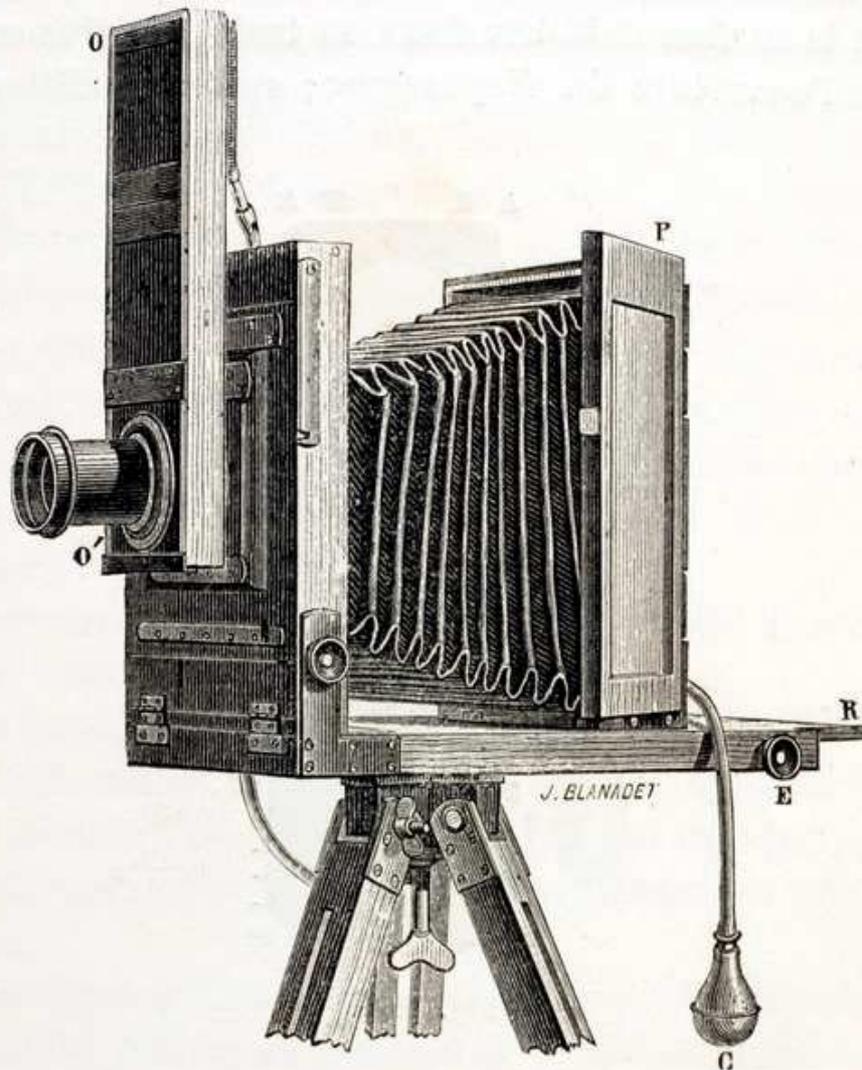


Fig. 101.

sollicitée par un ressort dont on peut modifier la tension, ce qui fait varier la vitesse de la lamelle ; en inclinant plus ou moins l'instrument, on obtient aussi une variation dans sa vitesse (*fig. 102*).

90. Obturateurs « à pose ». — Avec la forme que l'on donnait primitivement à l'obturateur, alors que cet instrument consistait en un simple couvercle que l'on plaçait sur l'objectif, on était maître de régler la durée du temps pendant lequel il convenait d'exposer la plaque sensible à la lumière ; il n'en était plus ainsi avec les obturateurs instantanés. Pour simplifier le travail lorsque l'on fait avec les mêmes appareils des clichés en employant soit des temps de poses très longs, soit des temps de pose dits instantanés, on a songé à arrêter la marche de l'instrument au gré de l'opérateur, et cela au moment où la surface de l'objectif est entièrement démasquée. Le temps d'exposition de la plaque à la lumière étant jugé suffisant, on agit sur

l'obturateur et il se referme. Un tel système constitue un obturateur dit « à pose ». Pour les poses très courtes, inférieures à une fraction de seconde, on modifie la tension du ressort qui actionne l'obturateur et on fait varier ainsi, dans des limites assez étendues, la vitesse du disque ou du volet qui obture l'objectif. Ce dispositif existe dans presque tous les bons appareils. Certains constructeurs se sont appliqués à fabriquer des obturateurs fonctionnant automatiquement pendant un nombre de secondes déterminé à l'avance, ou même pendant une fraction de seconde. Sans prétendre que de tels instruments ne soient précieux pour certaines recherches scientifiques, nous

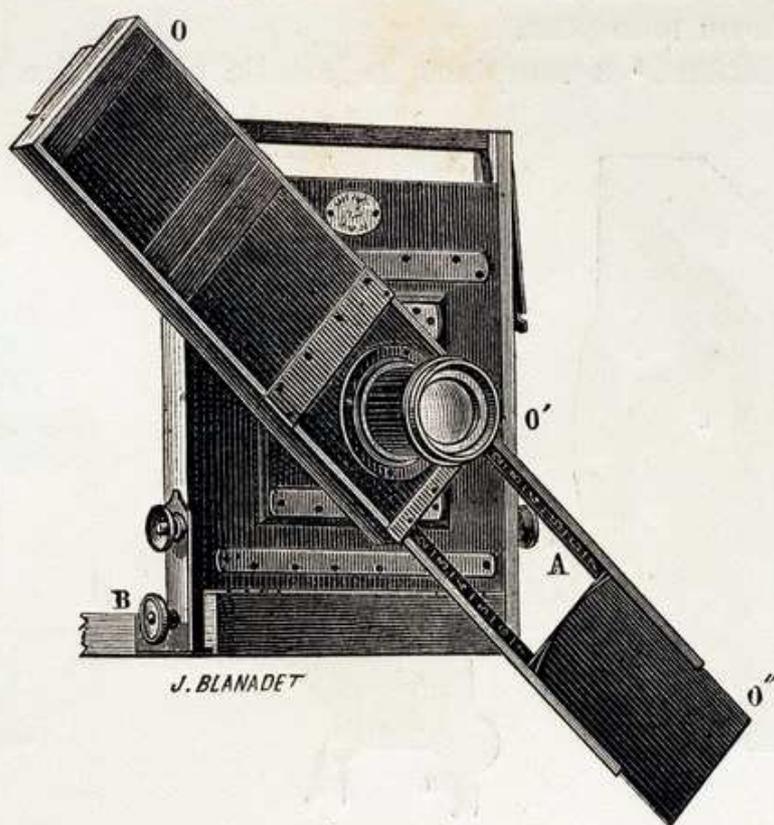


Fig. 102.

pouvons affirmer qu'ils sont absolument inutiles dans la pratique courante. L'appréciation des temps de pose est déjà difficile lorsqu'il s'agit d'une durée de quelques secondes; les erreurs que l'on commet dans cette appréciation peuvent être le plus souvent annulées par un développement bien conduit; dans tous les cas, les indications fournies par les obturateurs dits « *chronométriques* » sont absolument illusoires, relativement à la durée du temps de pose; ce qu'il importe de connaître, c'est la vitesse de l'obturateur, quel que soit le temps de pose que cette vitesse permette d'obtenir. En pratique, il faut pouvoir retrouver la vitesse d'obturateur qui, dans des conditions d'éclairage, d'objectif, de sujet à photographier, ont permis d'obtenir de bons résultats; sauf pour les recherches scientifiques, il suffit d'avoir un obturateur dont la vitesse puisse varier suivant la sensibilité de la plaque, la lumière, l'objectif employé, etc. De plus, l'obturateur doit être muni d'un dispositif permettant de prolonger à volonté la durée du temps de pleine ouverture.

93. Modifications de l'obturateur à guillotine. — Le premier emploi de l'obturateur à guillotine a été fait dès le début du daguerréotype :

on obtenait ainsi des épreuves instantanées sur plaqué d'argent; plus tard, Foucault fit observer¹ qu'il valait mieux avoir recours à des ressorts actionnant la lamelle qu'à la seule action de la pesanteur. Pour des poses relativement lentes, Bertsch² a conseillé de pousser à la main la lamelle obturatrice; de cette façon, on peut en modérer la vitesse comme l'on veut. Jamin³, au contraire, se sert d'une guillotine se mouvant de bas en haut: elle est actionnée par un poids glissant à frottement dans un tube; un dispositif permet d'arrêter ce poids et d'obtenir tel temps de pose que l'on désire. MM. Detaille⁴ utilisent pour le déclenchement la vitesse acquise par la chute d'une masse tombant de différentes hauteurs, suivant qu'on veut donner telle ou telle pose.

Humbert de Molard⁵ a remplacé la lamelle obturatrice par un simple

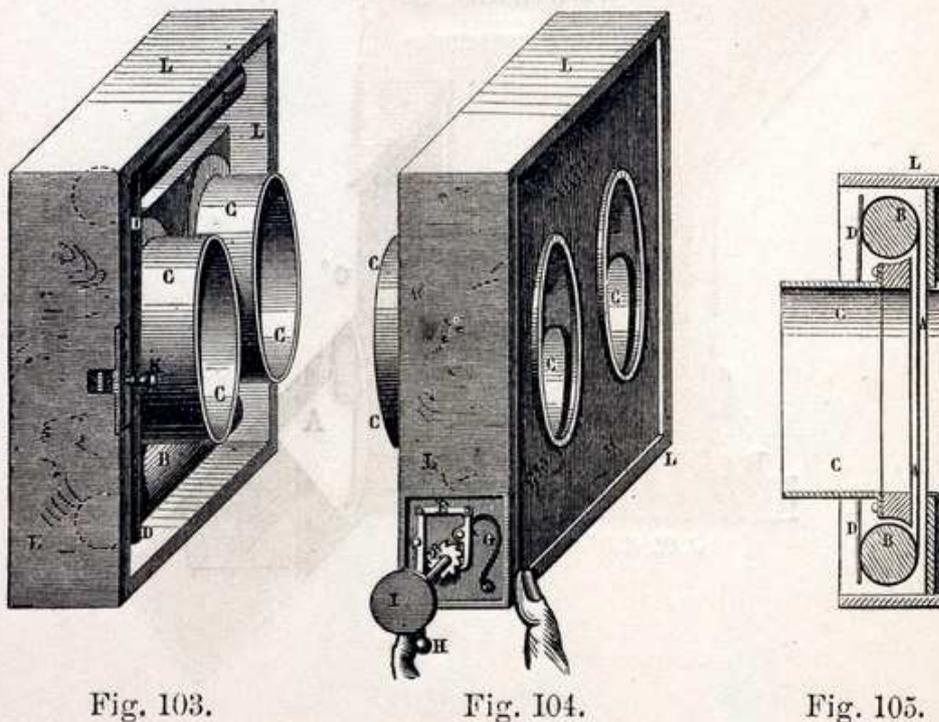


Fig. 103.

Fig. 104.

Fig. 105.

rideau; cet obturateur, qui se plaçait à l'avant de l'objectif (*fig. 103*), était basé sur le mécanisme du store de voiture, comme le représente la figure 105. BB sont les deux cylindres sur lesquels s'enroule le store, I est le bouton de remontage (*fig. 104*), E une roue à rochet, G le ressort d'encliquetage, H la clef de la détente. Un régulateur DD agissait par pression (*fig. 105*) sur les cylindres et permettait de modifier la vitesse de l'obturateur. L'emploi d'un instrument du même genre a été récemment proposé par Edwards⁶ pour l'obtention des clichés instantanés et par Jonte et Simonoff⁷. Gaudin⁸ avait appliqué l'obturateur à guillotine à la production des

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1862, p. 36.

2. *Ibid.*, 1864, p. 232.

3. *Ibid.*, 1862, p. 36.

4. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1887, p. 522.

5. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1862, p. 182.

6. *Ibid.*, 1885, p. 203.

7. *Ibid.*, 1881.

8. *Horn's Photographic journal*, 1858, n° 3, p. 73.

épreuves positives par transparence. Cet instrument fut employé par Murray et Heat, W. de la Rue¹ qui le fit servir à la photographie de la lune : l'appareil était actionné par un ressort à boudin ou par un ressort en caoutchouc.

Cet obturateur a été surtout employé dans les commencements de la photographie, et les perfectionnements dont il est susceptible ont tenté la sagacité des chercheurs. M. Mauduit² se sert d'un instrument qui fonctionne par déclenchement pneumatique, avec ou sans l'action de ressorts, selon que l'on veut plus ou moins précipiter la chute. L'obturateur s'adapte sur le tube de l'objectif à l'aide d'une bague *b* maintenue par une vis de pres-

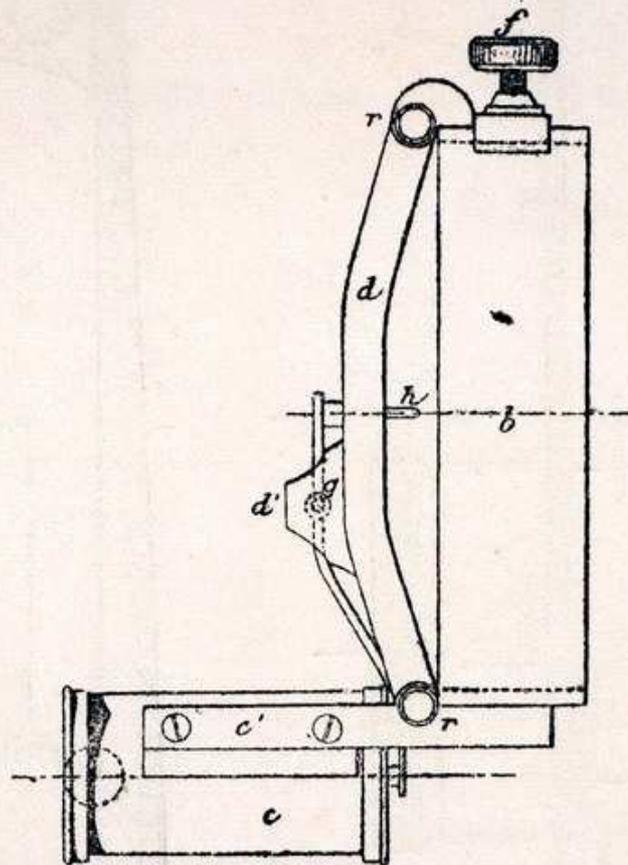


Fig. 106.

sion *f* (fig. 106); cette bague sert de support aux divers organes de mécanisme, d'enclenchement et de déclenchement actionnés par la boîte à air *c*. L'obturation est produite par une plaque d'acier *p* (fig. 107), armée au sommet de substances capables d'amortir le choc lorsque la guillotine tombe sur le tube : le cuir remplit très bien cet objet et empêche le rebondissement. Un certain nombre d'onglets $o_1 o_1 o_2$ (fig. 108) permettent l'encliquetage, suivant qu'il a lieu de donner à la chute de la plaque une vitesse plus ou moins grande. Si l'on ne veut pas se servir de l'obturateur *p*, on l'enlève et l'on glisse la bague *b* sur les mortaises qui guident cet obturateur. Au sommet *m* sont placés deux crochets *q* et *q'* où s'attachent les extrémités du ressort à boudin permettant d'obtenir une augmentation de vitesse.

Au lieu d'un déclenchement pneumatique, Williams³ actionne directe-

1. *Kreutzer, Zeitsch. f. phot.*, 1862, p. 68.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1886, p. 190.

3. *Phot. news*. 1884.

ment l'obturateur à guillotine. Son instrument se compose d'un écran

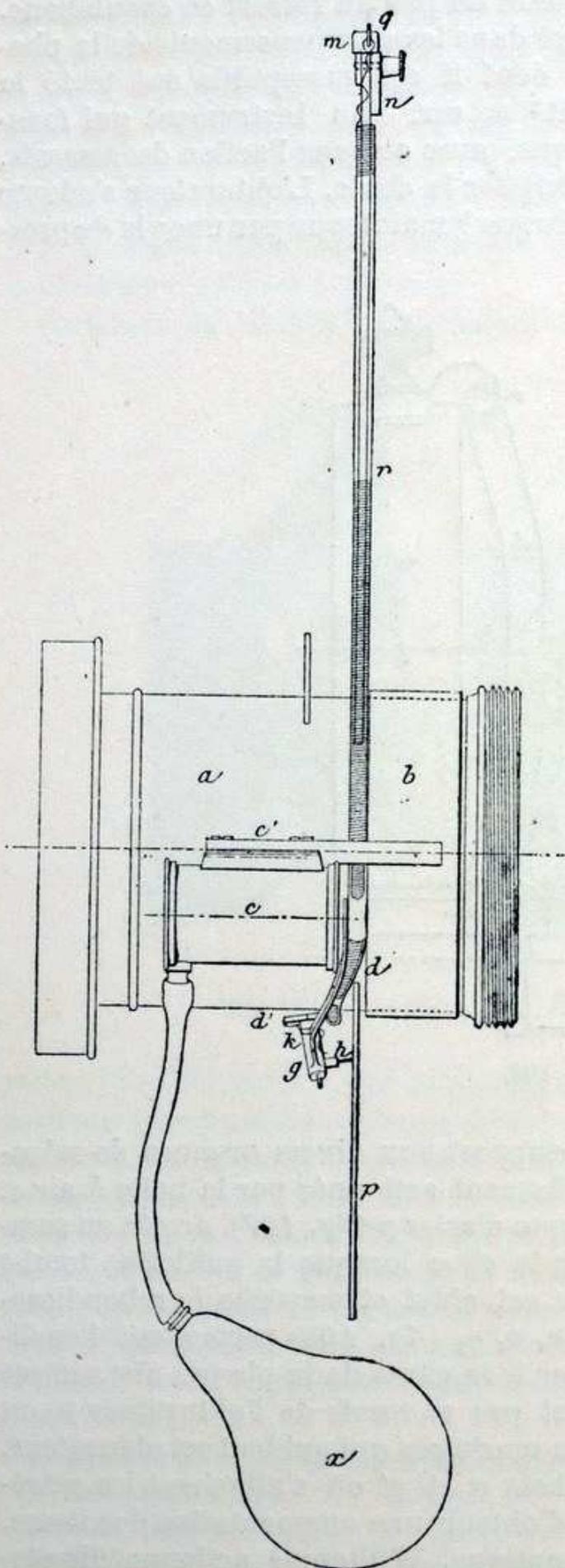


Fig. 107.

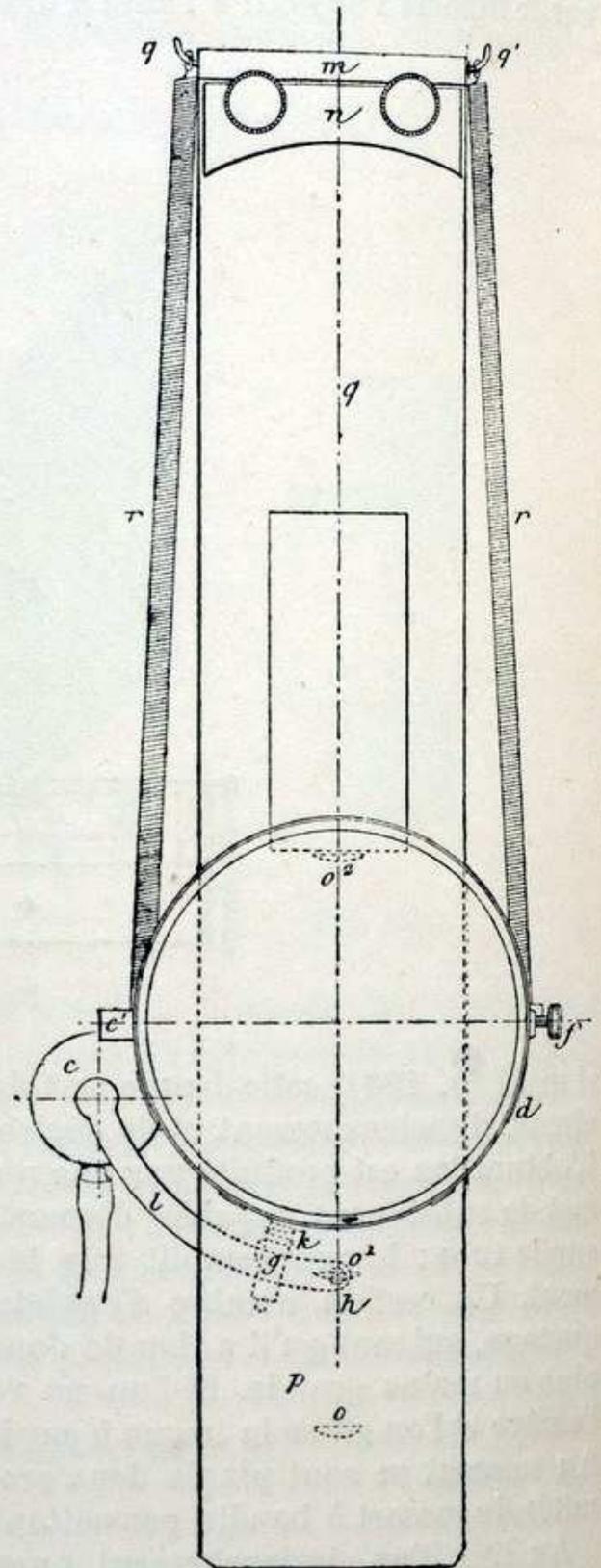


Fig. 108.

ton¹ se sert du dispositif suivant (*fig. 109*) : A est la lamelle obturatrice, B est l'une des deux parois concourant avec les pièces d'écartement C à former le bâti dans lequel glisse la lamelle, D est une épaisse pièce de bois percée d'une ouverture circulaire permettant de l'adapter à l'objectif et servant à supporter l'obturateur ; en *a, b, c* se trouvent des fentes par lesquelles on introduit un morceau de carton ordinaire de façon que la guillotine vienne y buter par l'extrémité *d* de son ouverture. Une pièce d'étain noircie ou un morceau de plaque ferrotpe recourbé suivant E (*fig. 109*) est destiné

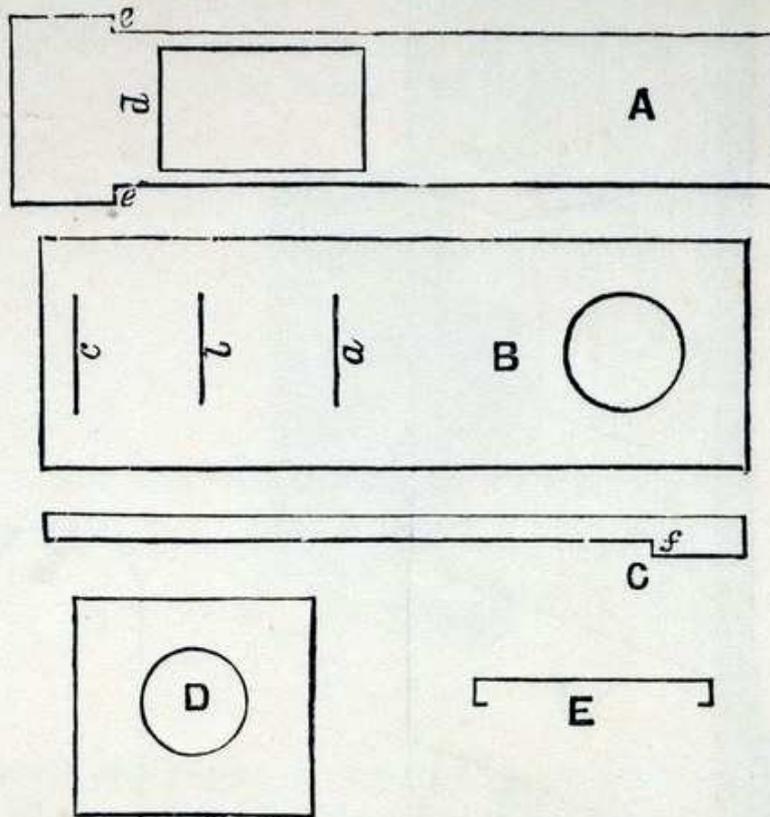


Fig. 109.

à glisser de haut en bas devant l'ouverture D; elle permet de fermer une portion de cette ouverture (*fig. 110*) de façon à diminuer la lumière du ciel.

M. Hamyngton² donne à l'ouverture de la lamelle une forme hexagonale (*fig. 111*). Dans le même but, M. Gauthier³ emploie une guillotine horizontale, actionnée par un caoutchouc; l'ouverture de la lamelle présente la forme d'un trapèze dans le haut, d'un rectangle dans le bas. On a proposé aussi pour cet objet la forme triangulaire disposée de façon à donner plus de pose aux bords qu'au centre de l'image. Ces deux dispositifs sont dus à Mason. Les extrémités de l'ouverture forment un angle plein rentrant de façon que l'ouverture va se rétrécissant au centre. M. Chapelain⁴ donne à l'ouverture de la guillotine la forme que l'on voit sur la figure 100. Ces deux formes pourraient être utiles si l'on se servait d'objectifs à angle très grand; mais ce n'est pas le cas pour la photographie instantanée et la forme rectangulaire est préférable.

1. *ABC de la photographie moderne*, p. 42; Paris, Gauthier-Villars, 1889.

2. *Photographic News Almanach*, 1882, p. 95.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1885, p. 203.

4. *Ibid.*, 1884, p. 121.

Nous avons vu que divers modes de déclenchement avaient été proposés dans le but d'éviter toute secousse pendant l'ouverture de l'obturateur à guillotine; le déclenchement, à l'aide d'une détente quelconque actionnée directement à la main, ne peut convenir qu'aux appareils un peu lourds, et,

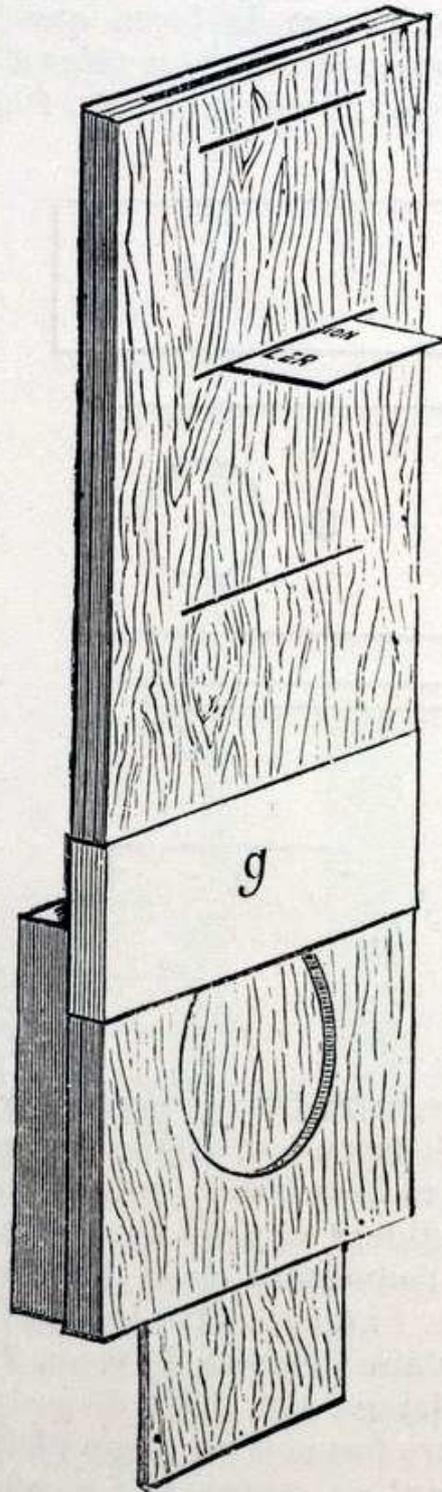


Fig. 110.

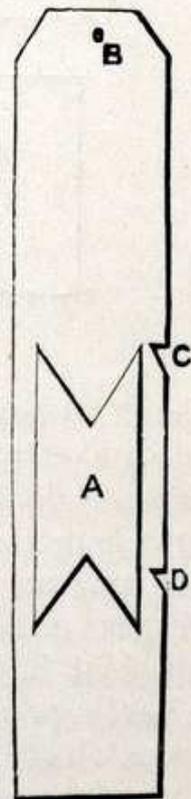


Fig. 111.

en général, il faut avoir recours au déclenchement pneumatique. M. Trévaux¹, dans le but d'éviter toute vibration de l'appareil, emploie une guillotine actionnée par un électro-aimant. M. Mauduit² a employé un dispositif analogue; le courant était fourni par une petite pile de poche.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1884, p. 65.

2. *Ibid.*, 1884, p. 127.

M. David¹, au lieu d'employer une seule lamelle, en emploie deux, qui constituent deux vannes s'ouvrant de bas en haut et se fermant de haut en bas; elles sont indépendantes. L'obturateur se place contre l'objectif, en avant ou contre le diaphragme. Si l'on veut faire une instantanéité, c'est la vanne d'ouverture qui, à la fin, déclenche la vanne de fermeture; si l'on veut faire des poses plus ou moins prolongées, on déclenche d'abord la vanne d'ouverture, puis, la pose terminée, celle de fermeture. Dans le but de déterminer très exactement le temps de pose, M. Gilonna², de Lyon, a construit sur le même principe un obturateur chronométrique (*fig. 112*): la fermeture se produit à l'aide d'un mouvement d'horlogerie qui agit après le temps voulu sur la seconde vanne; la première vanne s'ouvre à l'aide

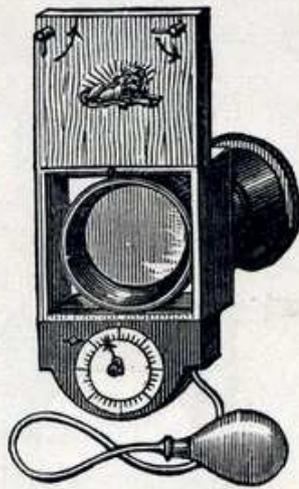


Fig. 112.

d'un déclenchement pneumatique. Afin de fractionner exactement la durée de la seconde, M. Borlinetto³ a proposé d'appliquer aux obturateurs le principe d'un métronome combiné avec l'emploi d'un électro-aimant.

M. Fleury-Hermagis⁴ a disposé sur la guillotine deux ouvertures superposées au lieu d'une seule. L'une de ces ouvertures est munie d'un verre vert, l'autre reste vide et laisse seule pénétrer dans l'objectif la lumière nécessaire à l'instantanéité de l'impression. L'objectif avec verre vert permet de photographier les détails dans la verdure, sans perdre ceux des monuments blancs placés dans la même vue. Cet obturateur s'adaptait devant le parasoleil de l'objectif comme ceux antérieurement construits par M. Darlot. Une modification de même genre a été proposée par M. Prümm⁵. Il colle sur l'ouverture de l'obturateur un morceau de papier de soie transparent, dont il découpe seulement une bande étroite suivant le diamètre horizontal de l'ouverture. La pose n'a lieu qu'après l'*exposition préalable* de toute la surface sensible à la lumière diffuse: on obtient par ce moyen des épreuves plus douces, mais le cliché est voilé si la surface du papier est trop considérable par rapport à celle de l'ouverture.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1886, p. 36.

2. *Ibid.*, 1887, p. 23.

3. *Moniteur de la Photographie*, 1880.

4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1877, p. 64.

5. *Phot. Mittheilungen*, 1880, p. 186.

M. Harisson¹ a supprimé l'ouverture de l'obturateur à guillotine. Il emploie une lamelle légère, sans ouverture. Elle se meut de bas en haut (*fig. 113*) et revient sur elle-même avec une rapidité d'autant plus grande que le caoutchouc qui sert de ressort est plus ou moins tendu, ce qui a lieu en le fixant à des points d'attache plus ou moins éloignés. Avec cet appareil, c'est la partie inférieure de l'objectif qui reçoit le plus de lumière, puisque c'est la première démasquée et la dernière fermée. Hoskin², Grimston, Gorde³, etc., ont employé des dispositifs analogues. M. Valette⁴ préconise la guillotine ordinaire se mouvant de bas en haut. Au moyen d'une poire en caoutchouc et d'une chambre à air : c'est la pression plus ou moins rapide de la poire qui donne à la planchette obturatrice un mouvement plus ou moins accéléré.

Swann, de Newcastle, a imaginé, en 1866, un obturateur qui se place dans le plan des diaphragmes. On le dispose en le glissant à travers la mon-

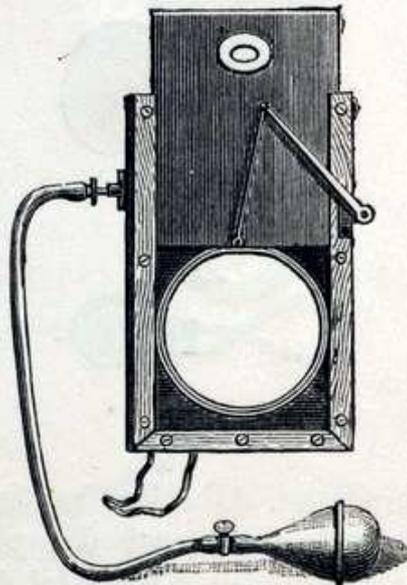


Fig. 113.

ture; en avant, se trouve une sorte de guillotine qui peut faire glisser de haut en bas, et réciproquement, un petit volet en aluminium. Cet obturateur est commandé par deux ressorts à boudin dont l'un tend à l'élever, l'autre à l'abaisser. Une double détente est disposée à la partie supérieure; si on la touche d'un côté, l'un des ressorts agit immédiatement et soulève l'obturateur qui remonte au sommet du châssis et y reste fixé jusqu'à ce que touchant l'autre côté de la détente on laisse libre l'autre ressort, qui fait redescendre l'obturateur; ce résultat s'obtient en délivrant l'extrémité du ressort élévatoire et laissant l'autre ressort libre d'exercer tout son effet.

On peut commander le second ressort à l'aide d'un fil de soie portant un poids suspendu à une distance variable d'un crochet qui commande le second ressort; on obtient ainsi divers temps de pose.

1. *British journal Almanach*, 1880.

2. *Kreutzer's Zeitsch. f. Phot.*, 1862, p. 71.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1887, p. 25.

4. *Ibid.*, 1885, p. 33.

England¹ a construit un obturateur placé dans la chambre même et faisant partie du châssis négatif. Il consiste en une lame munie d'une fente longitudinale de toute la longueur de la glace. La partie inférieure de ce volet couvre avant l'exposition toute la surface sensible. Lorsqu'on touche un petit levier, la lame tombe rapidement, la fente longitudinale passe devant la glace, fournissant ainsi une exposition très rapide.

On peut, nous l'avons vu, obtenir une vitesse plus ou moins grande de l'obturateur en employant des ressorts à tension variable agissant sur les lamelles. M. Birdshall² emploie pour cet objet un régulateur à ailettes recevant son mouvement à l'aide d'une crémaillère fixée sur le côté de l'obturateur; en inclinant plus ou moins les ailettes, on peut faire varier la vitesse de la lame et par suite obtenir une grande variété de temps de pose.

94. Obturateurs latéraux à mouvement circulaire. — Ces obturateurs consistent essentiellement en une plaque de métal léger, mobile autour d'un point fixe, et se mouvant dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif. La plaque métallique est généralement percée d'une ouverture en forme de secteur.

L'un des meilleurs systèmes d'obturateurs à mouvement circulaire a été imaginé par MM. Londe et Dessoudeix³; ils donnent à leur appareils deux formes différentes, suivant qu'ils le placent à l'arrière ou entre les deux lentilles de l'objectif.

Le premier modèle est enfermé dans une boîte en bois qui s'applique sur la planchette de la chambre au moyen de quatre vis; la planchette de l'objectif se fixe sur cette boîte. L'obturateur se compose d'un demi-disque opaque, percé d'une ouverture en forme de secteur et entraîné par un ressort en acier trempé et bruni; ce demi-disque est maintenu en place par un ressort sur lequel peut agir une boîte à air produisant le déclenchement. Un arrêt spécial évite tout rebondissement, tout en atténuant le choc qui se produit à l'arrivée et qui, à la longue, pourrait détériorer l'appareil. Une manette invariablement fixée au disque permet d'armer l'obturateur; il suffit pour cela d'amener la manette sur le mot *départ* ou D (*fig. 114*). Un bouton spécial S permet de maintenir l'appareil ouvert pour effectuer la mise au point; pour cela, il suffit de faire marcher la manette de A vers D, jusqu'à ce qu'elle ait dépassé la verticale; à ce moment on appuie sur le bouton de mise au point et on lâche la manette : le disque est immobilisé (*fig. 115*). Une manette

1. *The Phot. Journ. London*, 15 avril 1862.

2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1886, p. 228.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1885, p. 203.

plus grande, qui se meut sur sept encoches numérotées, permet de tendre plus ou moins le ressort moteur et de faire ainsi varier la vitesse de l'appareil. Toutes les fois que la manette est placée dans

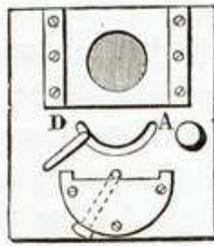


Fig. 114.

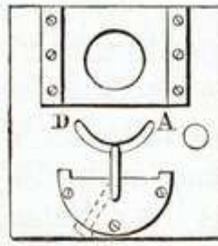


Fig. 115.

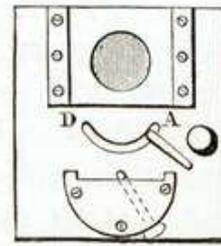


Fig. 116.

une même encoche, le ressort est tendu de la même manière et l'on obtient la même vitesse. Quant au temps de pose obtenu, il varie d'après le diaphragme employé. Le changement de vitesse peut être obtenu rapidement, même si l'obturateur est armé et prêt à partir; cet avantage est considérable dans la pratique.

Un dispositif spécial permet de maintenir le volet ouvert tant que l'on agit sur la poire en caoutchouc qui sert à comprimer l'air dans

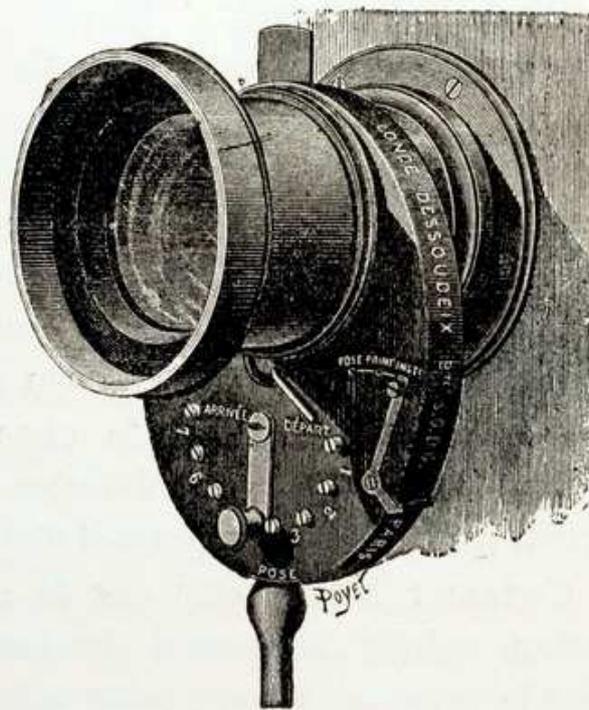


Fig. 117.

la boîte de déclenchement. Aussitôt que l'on cesse de presser cette poire, le volet se referme très rapidement; cet obturateur permet donc d'obtenir des temps de pose aussi longs qu'on le désire. Pour cela, il suffit, dans les nouveaux obturateurs, de placer l'index que l'on voit à droite de l'appareil (*fig. 117*) sur le mot *pose*: cet index permet

aussi d'immobiliser le disque lorsqu'il découvre l'objectif; il suffit de le placer sur le mot *point*.

Ce nouvel obturateur se place entre les deux lentilles de l'objectif. Grâce aux faibles dimensions du disque, il permet d'obtenir des vites-

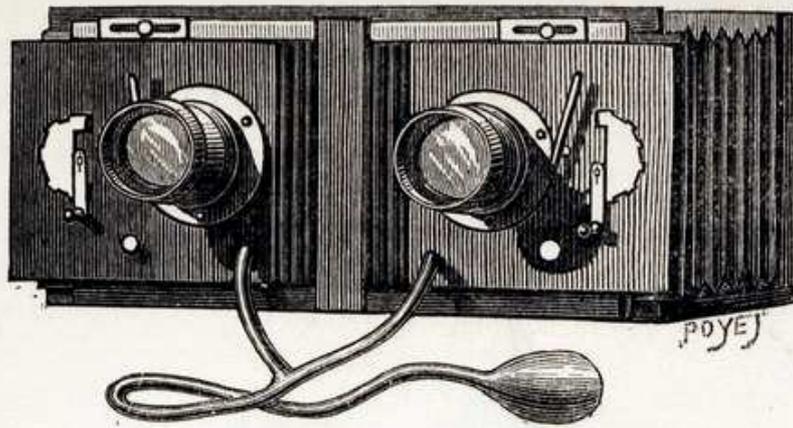


Fig. 118.

ses considérables; de plus, il est extrêmement léger et son manie-
ment est des plus simples. C'est certainement l'un des obturateurs
les plus faciles à manier et celui dont l'emploi est le plus répandu.

Pour l'obtention des vues stéréoscopiques, on emploie deux obtu-

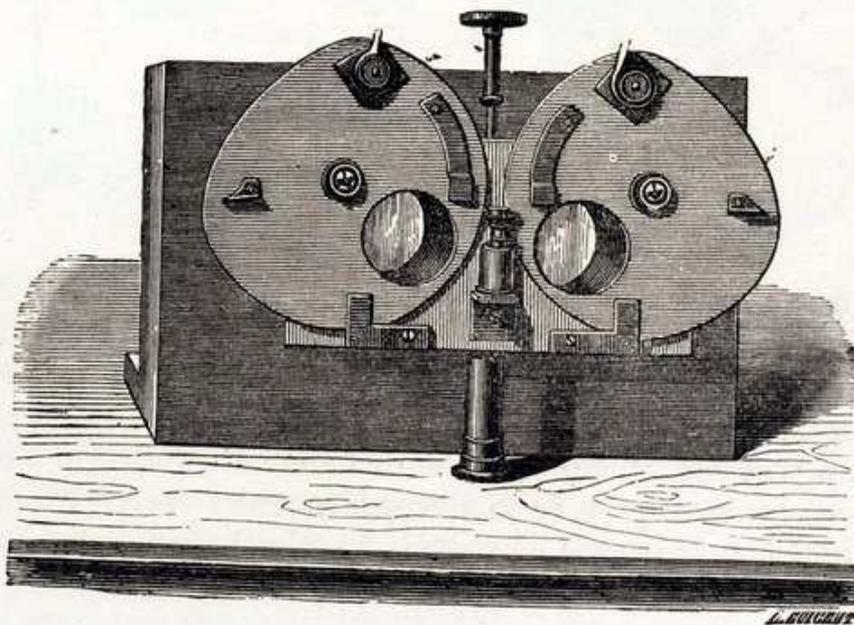


Fig. 119.

rateurs dont on détermine le départ simultané au moyen d'un tube à
embranchement (*fig. 118*).

95. Modifications de l'obturateur latéral circulaire. — L'obtura-
teur latéral circulaire est le plus ancien des obturateurs en photographie.
Nous possédons un objectif construit en 1839 qui est muni de ce dispositif; la
manœuvre s'effectuait à la main. Plus tard, en 1852, Bertsch adapta un

ressort à ces sortes d'instruments et les appliqua aux objectifs des chambres stéréoscopiques; mais il renonça¹ à cet appareil à cause de la trépidation provoquée par le ressort moteur. Quelques années plus tard, Darlot construisit un instrument du même genre². Il se composait d'une monture entrant dans le parasoleil des objectifs (*fig. 119*) et d'une plaque ou disque-obturateur percé d'une ouverture correspondant exactement à celle de l'objectif. La plaque se meut dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'objectif; elle porte un ressort semblable à celui du barillet d'une montre. Ces deux disques marchent en sens contraire, et, comme l'a fait observer Foucault, il

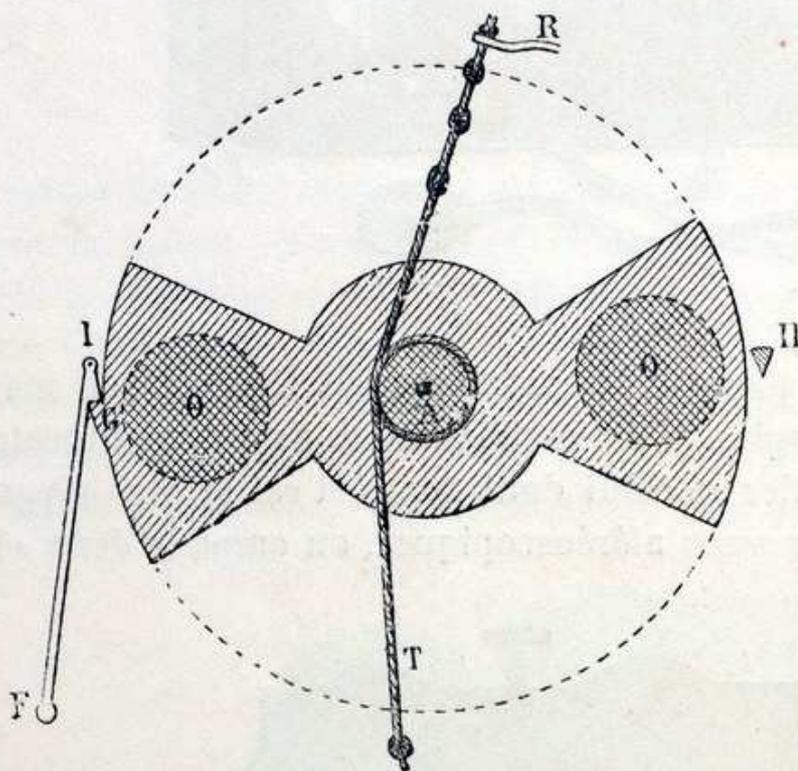


Fig. 120.

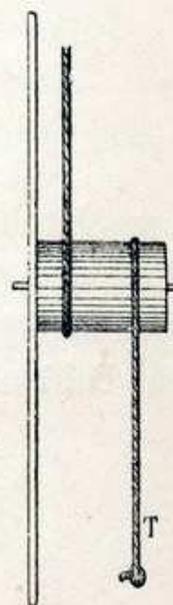


Fig. 121.

peut se faire que la réaction provoquée par le ressort soit nulle à la condition que l'appareil soit bien symétrique et que les deux ressorts échappent au même instant. M. Charlot Brossier³ a utilisé les mêmes principes dans la construction de son obturateur.

Siedebotham⁴ a employé un obturateur formé d'un disque circulaire dans lequel est percé un trou près de la circonférence et correspondant à l'ouverture de la lentille; dans cet appareil, la révolution complète du disque s'effectuait en $\frac{1}{12}$ de seconde.

M. Lecanu⁵ se sert d'un disque (*fig. 120*) tournant autour d'un arbre central A, sur lequel s'enroule une corde constamment tendue par un ressort R; cette corde est munie de nœuds qui permettent de tendre plus ou moins le ressort. Une seconde corde T (*fig. 121*), s'enroulant en sens con-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1862, p. 121.

2. *Ibid.*, 1881, p. 211.

3. *Ibid.*, 1862, p. 121.

4. *Société photographique de Manchester*, 2 décembre 1857.

5. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1882, p. 73.

traire de la première, permet de faire tourner le disque et de le ramener à son point de départ. Le déclenchement se fait à la circonférence du disque au moyen d'un levier fixé à son extrémité F. Cet obturateur est spécialement destiné aux vues stéréoscopiques. On le met en mouvement en soulevant le levier I; le cran G se trouve libre et va frapper sur l'arrêt H. L'instrument est disposé en avant des objectifs; si on le place près des diaphragmes, on peut en diminuer les dimensions.

Sutton¹ avait autrefois employé un disque analogue que l'on faisait mouvoir à la main.

M. Baillon², afin d'éviter l'ébranlement de la chambre noire par l'obturateur, fixe ce dernier appareil sur un pied indépendant, relié à l'objectif par une manche en étoffe imperméable à la lumière. Il emploie un obturateur

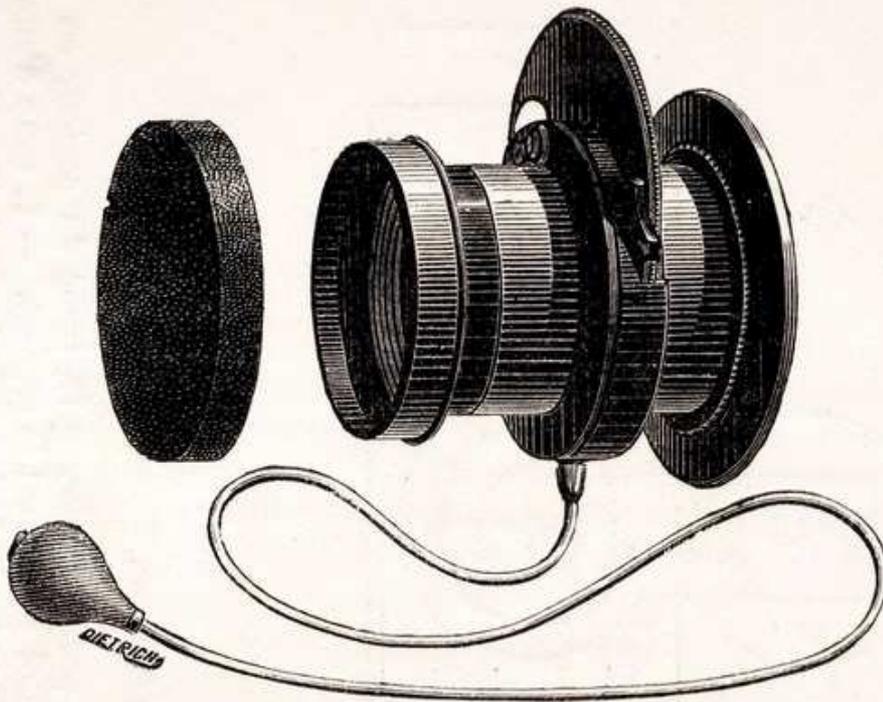


Fig. 122.

circulaire actionné par un caoutchouc auquel on peut donner une tension plus ou moins grande, de façon à déterminer une rotation plus ou moins rapide. Abney avait préconisé ce procédé³.

M. Braun⁴ a réduit considérablement le volume de l'obturateur circulaire. Il se sert d'un disque en acier pivotant sur un axe situé au-dessus du tube de l'objectif; au disque est fixée une petite poulie sur laquelle vient s'enrouler une corde qui peut être tendue plus ou moins par un ressort. M. Bertsch⁵ avait employé autrefois un dispositif analogue à celui dont se sert M. Braun, mais il le plaçait sur le parasoleil du tube de l'objectif.

1. Sutton, *Dictionary of Photography*, 1859.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 5 décembre 1880, p. 318.

3. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, mai 1880, p. 30.

4. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1883, p. 209.

5. *Répertoire encyclopédique de photographie*, t. II, p. 143.

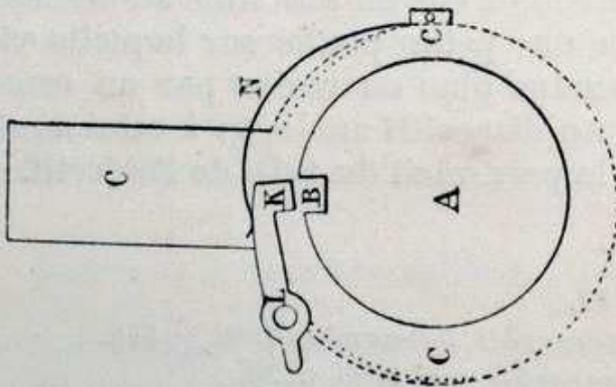


Fig. 123.

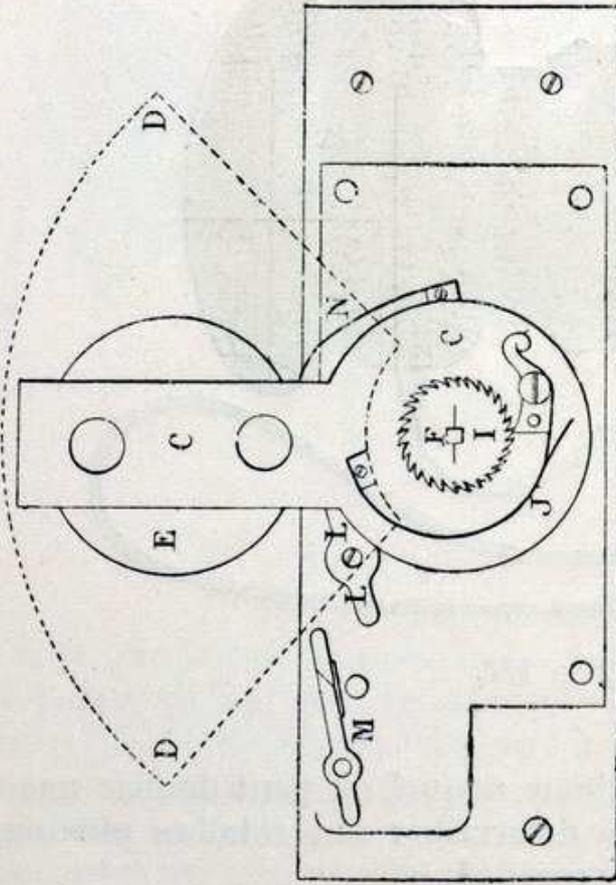


Fig. 124.

LÉGENDE.

A, disque en acier. — B, encoche. — C, porte-secteur. — D, tracé du secteur en carton. — E, objectif. — F, arbre central. — G, bariillet contenant le ressort. — I, roue d'encliquetage. — J, ressort de l'encliquetage. — K, dent d'arrêt. — L, levier de la dent d'arrêt. — M, déclenchement. — N, ressort de la dent d'arrêt. — O, dent d'arrêt de l'encliquetage. — P, roue dentée. — Q, aiguille. — R, cadran.

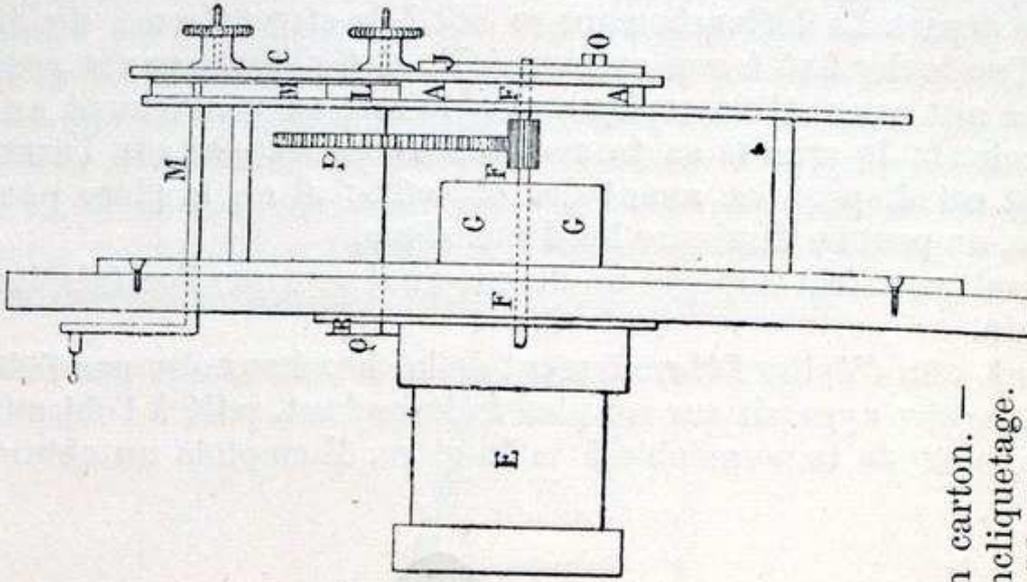


Fig. 125.

M. Dubary¹ place l'obturateur dans le plan même des diaphragmes : la lamelle circulaire est mise en mouvement par un ressort d'acier. M. Bolas² emploie un obturateur de même genre pour l'objectif de sa « *detectiv-ca-*

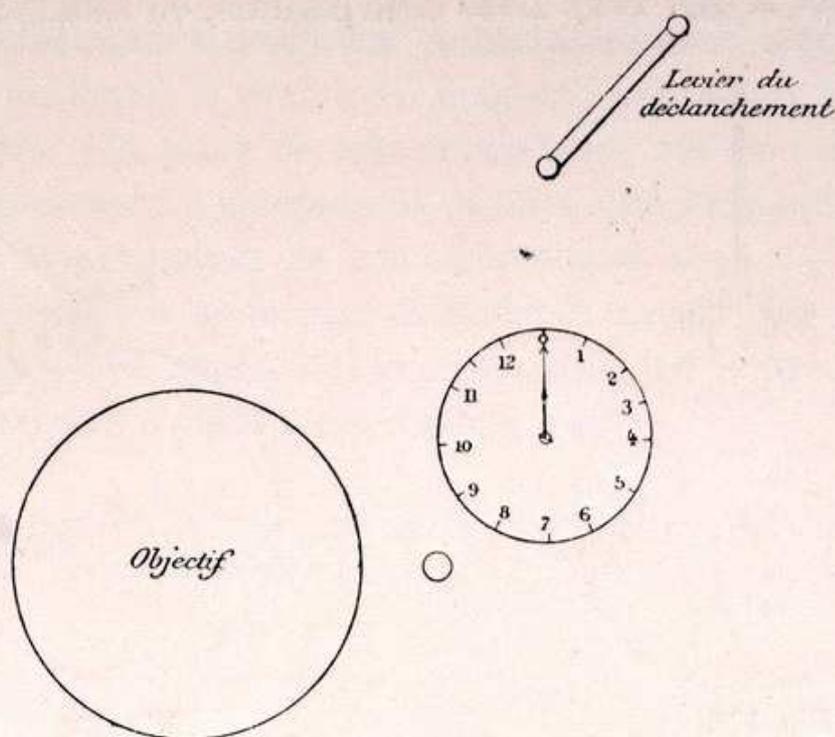


Fig. 126.

mera. » M. Berthiot a adopté ce système pour certains objectifs (*fig. 122*).

M. Londe³ avait primitivement construit son obturateur circulaire avec un disque d'acier A (*fig. 123 à 125*), muni d'une encoche particulière B; à ce disque était rivée une pièce en cuivre C, destinée à porter les différents secteurs de carton D qui doivent masquer l'objectif E. Le fonctionnement

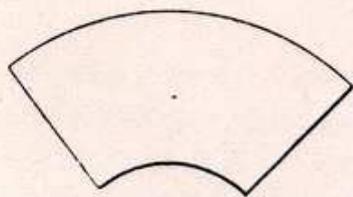


Fig. 127.

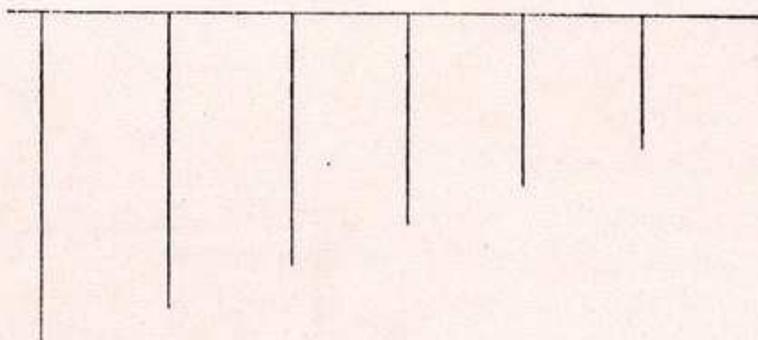


Fig. 128.

des diverses pièces de l'appareil se comprend à la seule inspection de la figure; ces pièces sont indiquées sur les figures.

L'objectif peut être démasqué plus ou moins longtemps, suivant la tension du ressort ou la grandeur des secteurs. Avec le secteur minimum (*fig. 126*) on obtient des temps de pose qui sont entre eux comme les ordonnées représentées suivant la tension donnée au ressort.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1885, p. 208.

2. *Phot. news*, 1881, p. 231.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1881, p. 184.

Peu de temps après s'être servi de cet appareil, Londe reconnut qu'il y avait lieu de modifier la forme du déclenchement. Il employa un disque d'acier C mu par un ressort et portant une tête B en acier maintenu immobile par la pièce A (*fig. 129*). Dans cette position, on tend le ressort. Si au

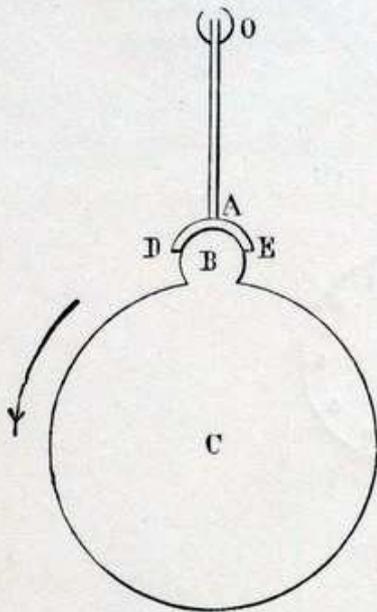


Fig. 129.

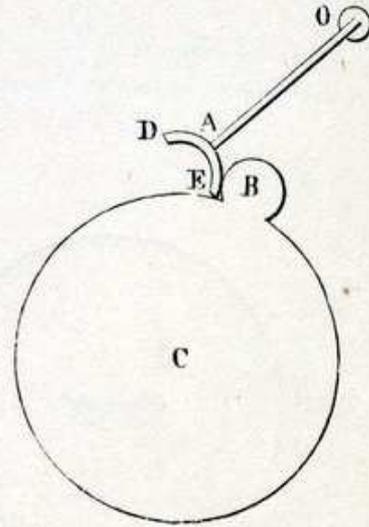


Fig. 130.

moyen du levier O on fait tourner la pièce, on pourra élever assez le cylindre DE, sans que la tête B puisse passer; alors le disque, poussé par le ressort, accomplira sa rotation, et la tête B viendra s'arrêter contre le côté E (*fig. 130*). Ce dispositif empêche le disque de faire plusieurs tours. Pour remettre l'appareil à la position de départ, il suffit d'appuyer sur le

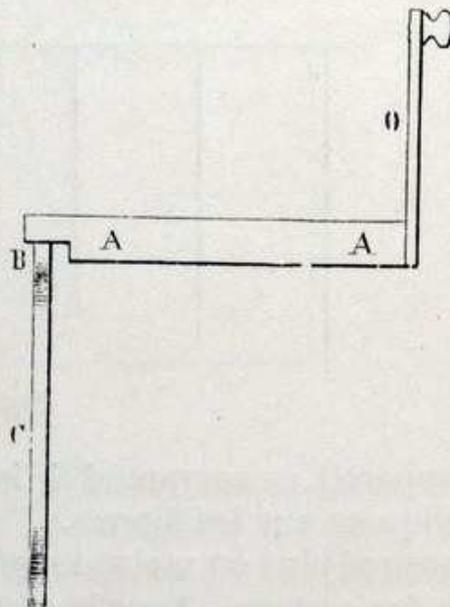


Fig. 131.

levier en sens inverse pour soulever la génératrice E, et la tête revient se placer d'elle-même dans le cylindre (*fig. 131*).

Stein¹ s'est servi l'un des premiers d'un obturateur à disque circulaire.

1. Stein, *Das Licht*, 1877, p. 464.

Dans cet appareil, le mouvement était produit à l'aide d'un ressort, et le déclenchement s'effectuait par l'intermédiaire d'un électro-aimant.

95. Obturateurs centraux à mouvement rectiligne. —

Dans ces obturateurs, le centre de l'objectif est ouvert le premier et fermé le dernier : la place de tels obturateurs est au centre du diaphragme. Dallmeyer¹ a récemment montré que les conditions à réaliser dans la construction de ces obturateurs sont les mêmes que celles des objectifs à ouverture latérale, à savoir que le temps de pleine pose doit être considérable par rapport au temps d'ouverture et de fermeture : on a ainsi un bon *rendement*.

Calculons la lumière qui traverse une ouverture circulaire placée devant deux lamelles d'abord se rencontrant suivant un diamètre et se séparant

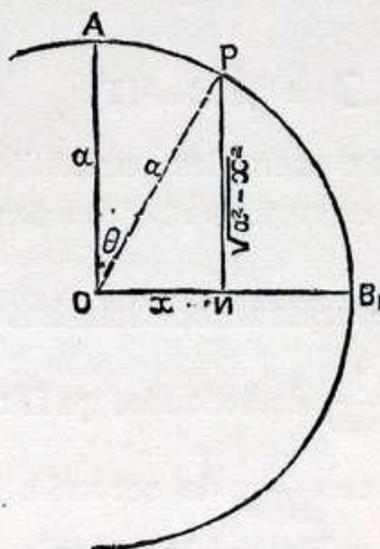


Fig. 132.

avec une vitesse uniforme. Soit AoB (*fig. 130*) un quadrant de l'ouverture dont le centre est en o , PN le bord de l'obturateur a un instant quelconque ; désignons par I la quantité de lumière tombant sur l'unité de surface du plan AoB pendant une seconde ; représentons par a la surface de l'ouverture $AoNP$. La lumière qui tombera sur cette surface pendant une seconde sera Ia , et pendant un intervalle de temps dt , $Iadt$; en désignant par T le temps que l'obturateur met à s'ouvrir, la lumière totale admise par l'obturateur pourra être représentée par

$$\int_0^T Iadt.$$

Remarquons que l'on a

$$a = AoNP = AoP + oPN,$$

1. *The Engineer*, 19 avril 1889, p. 336, et *The Camera Club*.

et, en désignant par θ l'angle AoP ,

$$a = \frac{1}{2} \theta a^2 + \frac{1}{2} x \sqrt{a^2 - x^2};$$

mais

$$x = vt$$

d'où

$$dt = \frac{dx}{v},$$

et, par suite,

$$\begin{aligned} \mathfrak{J} &= \frac{I}{20} \int_{t=0}^{t=T} \left\{ a^{2\theta} + x (a^2 - x^2)^{\frac{1}{2}} \right\} dx \\ &= \frac{a^3}{2v} \left(\frac{\pi}{2} - \frac{2}{3} \right) I = \frac{0,452 a^3 I}{v}. \end{aligned}$$

Si T est le temps du mouvement,

$$v = \frac{a}{T},$$

et, par conséquent,

$$\mathfrak{J} = 0,452 a^2 I T.$$

Nous pouvons donner deux exemples particuliers qui montrent, d'après cette formule, l'utilité d'une ouverture et d'une fermeture aussi rapides que possible.

1^{er} Exemple. — Soit un obturateur fonctionnant pendant $\frac{1}{10^e}$ de seconde; admettons qu'il s'ouvre en $\frac{1}{100^e}$ de seconde, qu'il reste ouvert pendant $\frac{8}{100^e}$ de seconde et qu'il se ferme en $\frac{1}{100^e}$ de seconde. L'éclairement total dans ces diverses phases est, en appliquant la formule précédente :

$$0,452 a^2 I \cdot \frac{1}{100} + \frac{\pi a^2}{4} \cdot I \cdot \frac{8}{100} + 0,452 a^2 I \cdot \frac{1}{100} = 0,07187 I a^2.$$

2^e Exemple. — Soit un obturateur fonctionnant pendant $\frac{1}{10^e}$ de seconde, mais s'ouvrant en $\frac{1}{20^e}$ de seconde et se fermant en $\frac{1}{20^e}$ de seconde. L'éclairement total sera, d'après la même formule :

$$2 \left(0,452 a^2 I \cdot \frac{1}{20} \right) = 0,0452 a^2 I.$$

Par suite, le rapport de la lumière admise dans le premier cas ou *rendement* à celle admise dans le second sera :

$$\frac{0,07187}{0,0452};$$

soit, sensiblement,

$$\frac{14}{9}.$$

On voit donc que la forme d'obturateur n'intervient pas seule dans le résultat définitif; il y a à tenir compte du mode de fonctionnement. Le meilleur obturateur photographique est donc celui dans lequel l'ouverture totale de l'objectif employé est utilisée pendant le plus long temps possible par rapport à la durée d'ouverture et de fermeture ¹.

Parmi les obturateurs centraux à mouvement rectiligne, l'un des plus employés est l'obturateur de Thury et Amey². Il consiste en

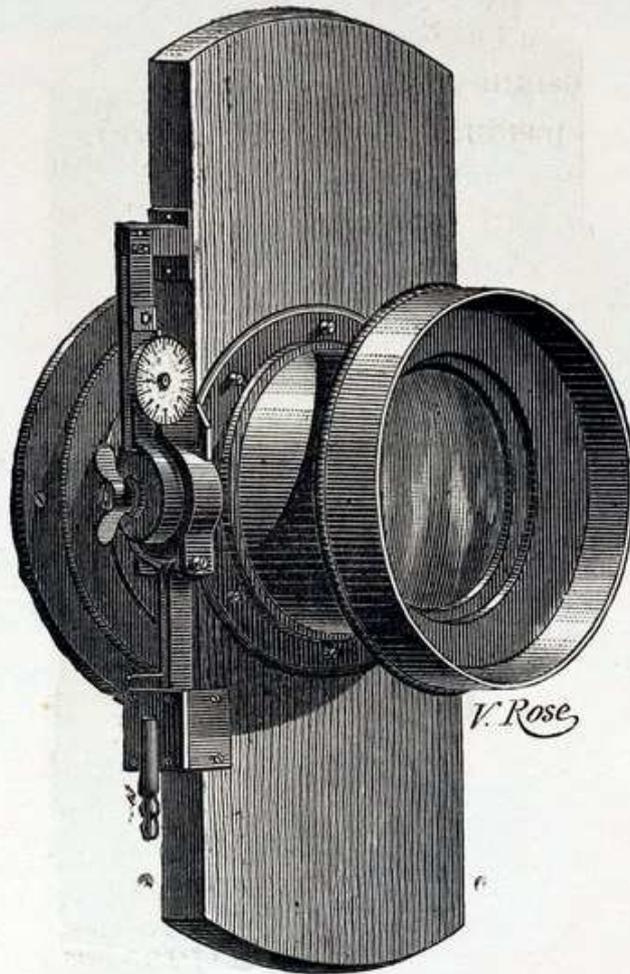


Fig. 133.

deux plaques percées d'un orifice circulaire de diamètre convenable et renfermées dans une boîte placée entre les deux verres de l'objectif (*fig. 133*), se mouvant en sens contraire. Ces deux lames sont entraînées brusquement par le déplacement de deux crémaillères auxquelles elles sont reliées, et qui engrènent avec un pignon denté, monté sur un barillet renfermant un ressort spiral. On peut bander plus ou moins le ressort du barillet et obtenir ainsi des vitesses plus ou moins grandes des plaques obturantes. Le barillet, lorsque le ressort est bandé, se trouve immobilisé par un petit linguet qui s'engage

1. Voyez *The Nature*, 3 février 1887.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1882, p. 203.

dans un des cinq crans d'une petite roue à rochet, fixée sur l'axe de rotation. On provoque la mise en marche de l'appareil en soulevant légèrement ce linguet; on y parvient soit par la pression du doigt, soit par le déplacement d'une membrane élastique poussée par l'action d'une poire en caoutchouc.

On peut bander le ressort autant qu'il est possible et modifier la

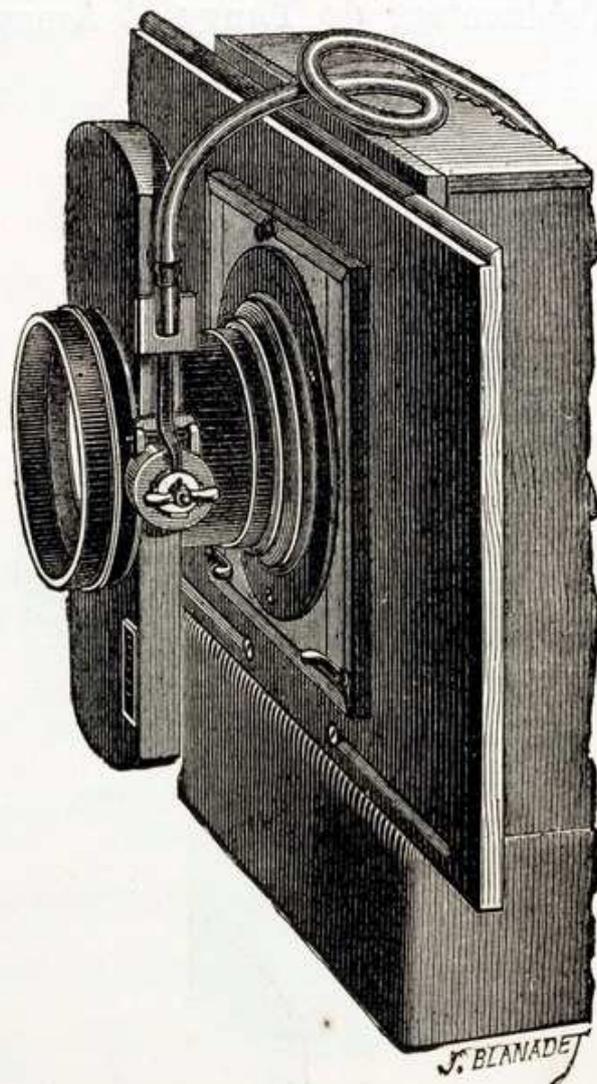


Fig. 134.

vitesse de l'instrument à l'aide d'un frein qui, par sa pression plus ou moins grande, ralentit la vitesse de la roue à laquelle est fixé le pignon des crémaillères.

Comme l'a fait observer M. le colonel Sebert, l'obturateur Thury et Amey fait l'effet d'un diaphragme dont l'ouverture est à chaque instant variable. Dès le début, aussitôt que l'objectif commence à être démasqué, l'ouverture se faisant au centre, l'image est complètement formée, mais elle est très peu éclairée. L'éclaircissement de l'image devient maximum lorsque les orifices des deux volets se superposent exactement, puis il décroît plus rapidement, le mouvement des volets étant un mouvement accéléré.

L'étude d'un de ces obturateurs (modèle 1882) (*fig. 134*), faite par M. le colonel Sebert¹, lui a montré que le temps qui sépare l'instant où l'opérateur met en marche l'appareil de celui où la pose commence réellement n'atteint jamais 0^s,01. La durée totale de la pose était de

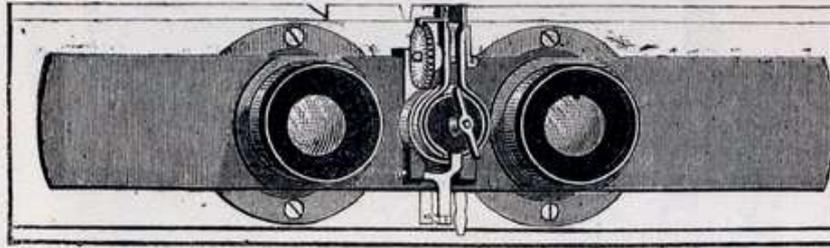


Fig. 135.

0^s,0125 à 0^s,0084, suivant la tension du ressort; la durée du temps de pose à *pleine ouverture* variait de 0^s,0046 à 0^s,0035.

On pourrait, donnant aux volets une ouverture de forme plus allongée, faire décroître l'écart relatif qui existe entre le temps de pose et la durée de l'impression photographique.

MM. Thury et Amey construisent des obturateurs spéciaux pour les chambres noires stéréoscopiques (*fig. 135*).

Au lieu d'employer une crémaillère pour faire mouvoir les deux

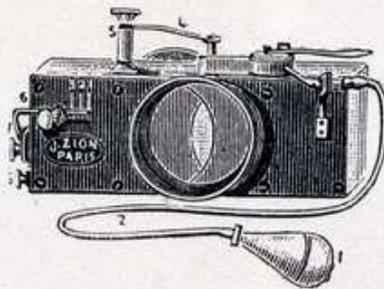


Fig. 136.

lames de l'obturateur, M. Zion actionne l'une d'elles par un ressort à boudin dont il peut modifier la tension : les deux lames sont reliées l'une à l'autre à l'aide d'un cordon fort solide. Cet obturateur (*fig. 136*) se place entre les deux lentilles, dans le plan du diaphragme.

MM. Stebbing et Colin² avaient construit des obturateurs centraux à deux lamelles dont les ouvertures étaient rectangulaires.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1882, p. 166.

2. Van Monckhoven, *Traité général de photographie*, 1865, 5^e édition, p. 144.

M. Français (*fig. 137*), M. Steinheil (*fig. 138*) construisirent des obturateurs semblables au précédent.

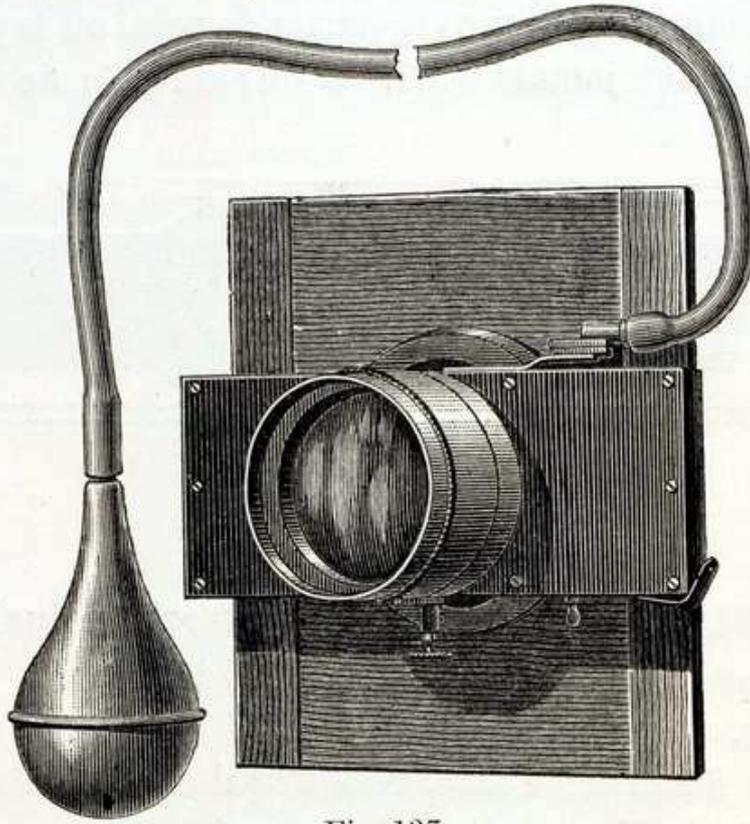


Fig. 137.

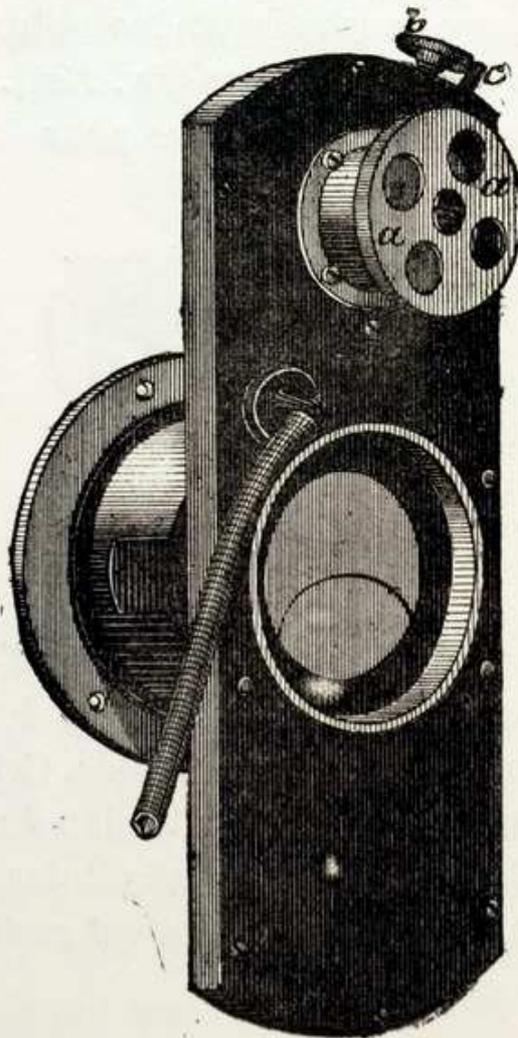


Fig. 138.

96. **Autres obturateurs centraux.** — Un des premiers obturateurs centraux a été employé par Mann (brevet anglais du 3 avril 1862) et con-

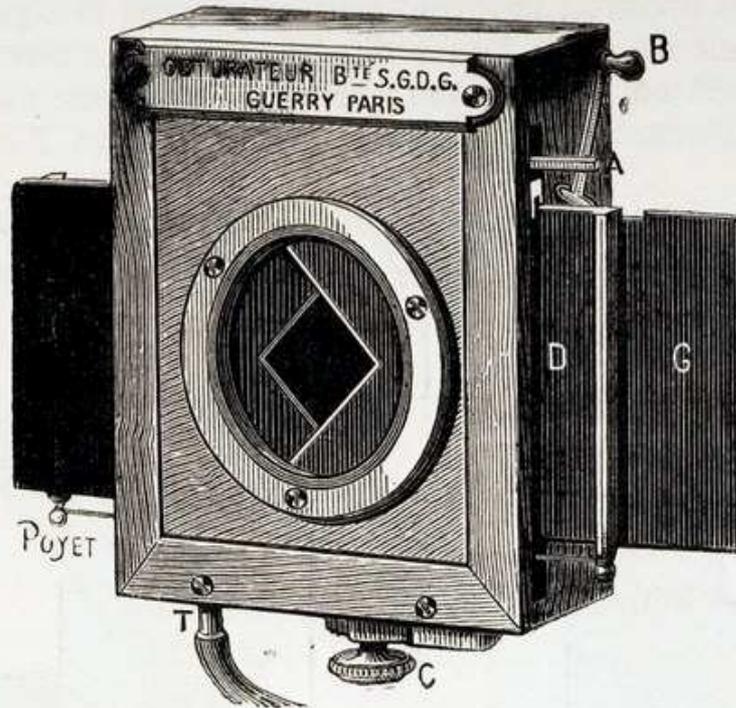


Fig. 139.

sistait en deux lames légères, percées d'ouvertures carrées se mouvant en sens inverse à l'avant de l'objectif. Hockin¹ avait employé un dispositif analogue, les deux planchettes étant mises en mouvement par l'intermé-



Fig. 140.

diaire d'une roue actionnée par un ressort. Noton² a repris la construction de cet appareil et l'a perfectionné : chacune des lames obturantes est fixée à une bielle qui reçoit son mouvement d'un même ressort.

1. *Kreutzer's Zeitsch. f. Phot.*, 1862, p. 71.

2. *Phot. News*, 1879, p. 567.

M. Contadzian ¹ s'est servi d'un obturateur système Mann, dont les lamelles étaient en carton.

M. Guerry avait repris la construction de l'obturateur primitif de Mann et avait donné à cet appareil la forme représentée par la figure 139. L'instrument se composait de deux lames d'acier, percées d'ouvertures rectangulaires, se mouvant en sens inverse et actionnées par un fort ressort. Le déclenchement pneumatique s'effectuait par un tuyau T et un levier placé

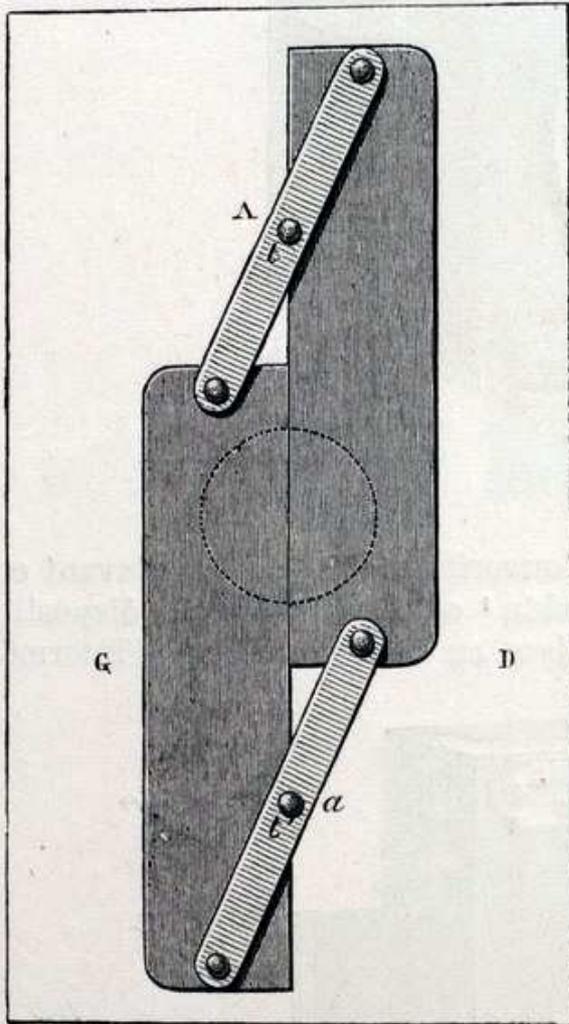


Fig. 141.

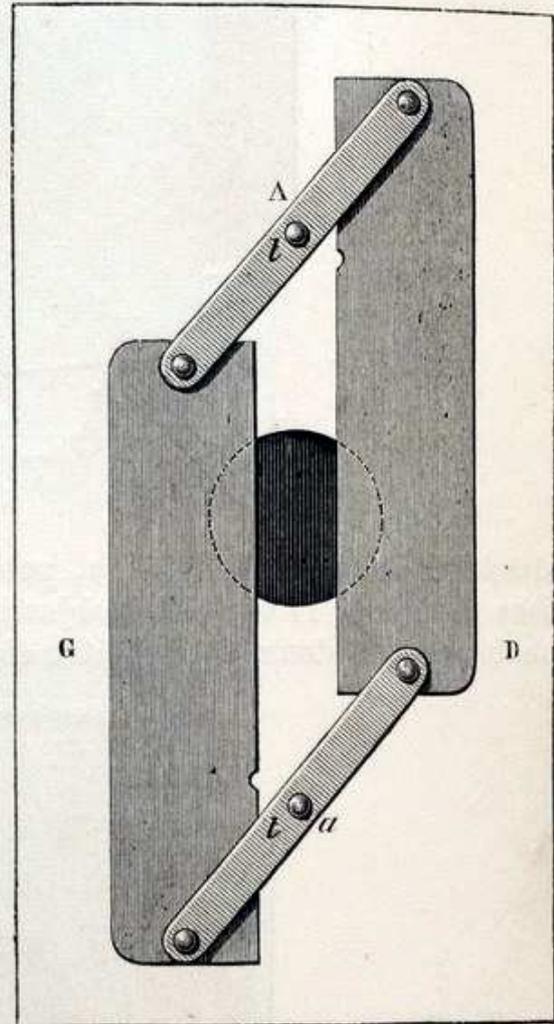


Fig. 142.

en A ; un bouton C permettait de faire varier la tension du ressort. Pour les épreuves qui demandaient un temps de pose relativement long, les volets étaient arrêtés par un levier B (fig. 140). Un rideau V s'ouvrait par la pression d'une poire pneumatique et se refermait aussitôt que l'on cessait cette pression.

M. Calame ², après Penny, emploie deux palettes en bois dur, solidaires l'une de l'autre : elles sont reliées par deux tiges de métal, de telle façon que l'ensemble représente un parallélogramme articulé (fig. 141, 142, 143). L'un des axes A du parallélogramme articulé est surmonté d'une poulie commu-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1886, p. 40.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1885, p. 210, et *Phot. News*, 5, 321.

niquant avec un ressort. Lorsque l'obturateur est complètement ouvert, la traction du ressort opérant sur la poulie continue à faire descendre la valve de droite et monter celle de gauche, de manière à placer les lames comme le représente la figure 142, mais en sens inverse. La traction du ressort fait remonter à gauche la valve gauche et rabaisser à droite la valve droite ; on obtient alors une disposition inverse de celle représentée par la figure 141.

M. Dallmeyer, se basant sur la théorie que nous avons indiquée (voir n° 95), a adopté la forme d'obturateur s'ouvrant et se fermant

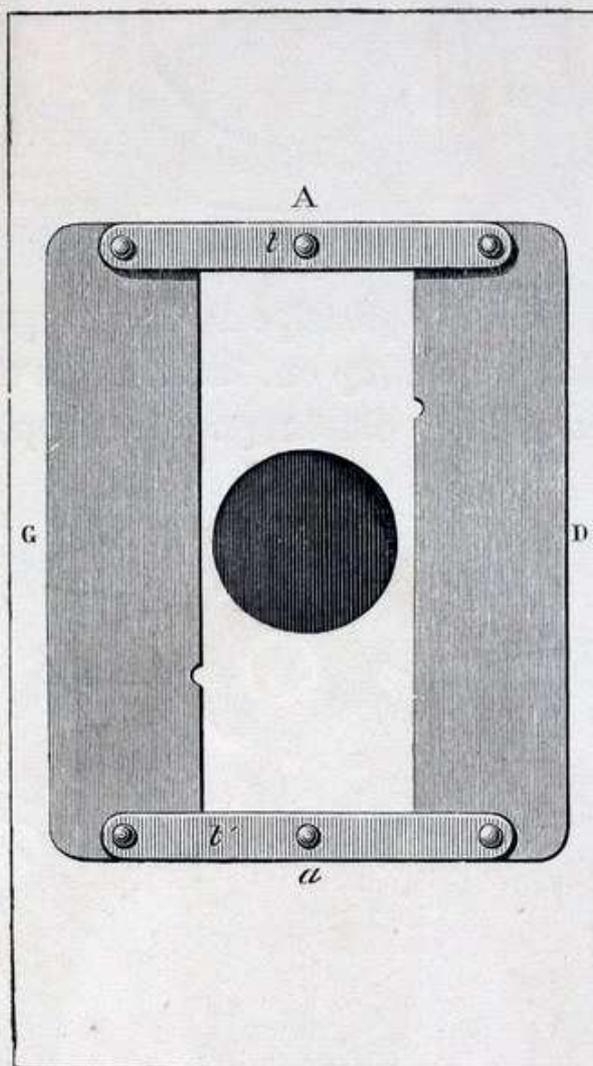


Fig. 143.

par le centre. Les deux volets sont faits de feuille d'ébonite (*fig. 144*) ; une tige A, sous l'influence du ressort de l'obturateur, se meut dans une rainure circulaire CB ; il lui suffit de parcourir l'intervalle BA pour que l'obturateur soit complètement ouvert ; il faut ensuite qu'elle parcoure le restant de la rainure CB avant de refermer l'obturateur par un mouvement inverse. Tout l'instrument est contenu dans une boîte métallique légère et facilement transportable (*fig. 145*).

97. Obturateurs centraux à mouvements circulaires. — Un des meilleurs systèmes d'obturateur central est celui dont la

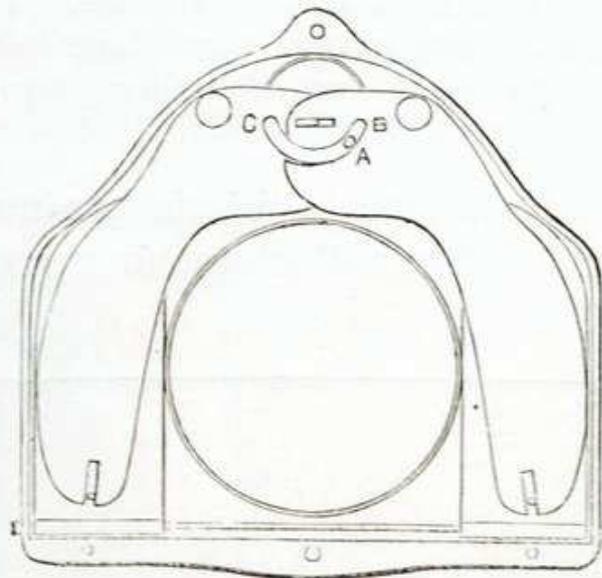


Fig. 144.

construction est basée sur le principe du diaphragme iris (voir p. 158). M. Dallmeyer et M. Beauchamp ont imaginé un mécanisme qui permet d'ouvrir et fermer l'iris diaphragme très rapidement, eu égard à

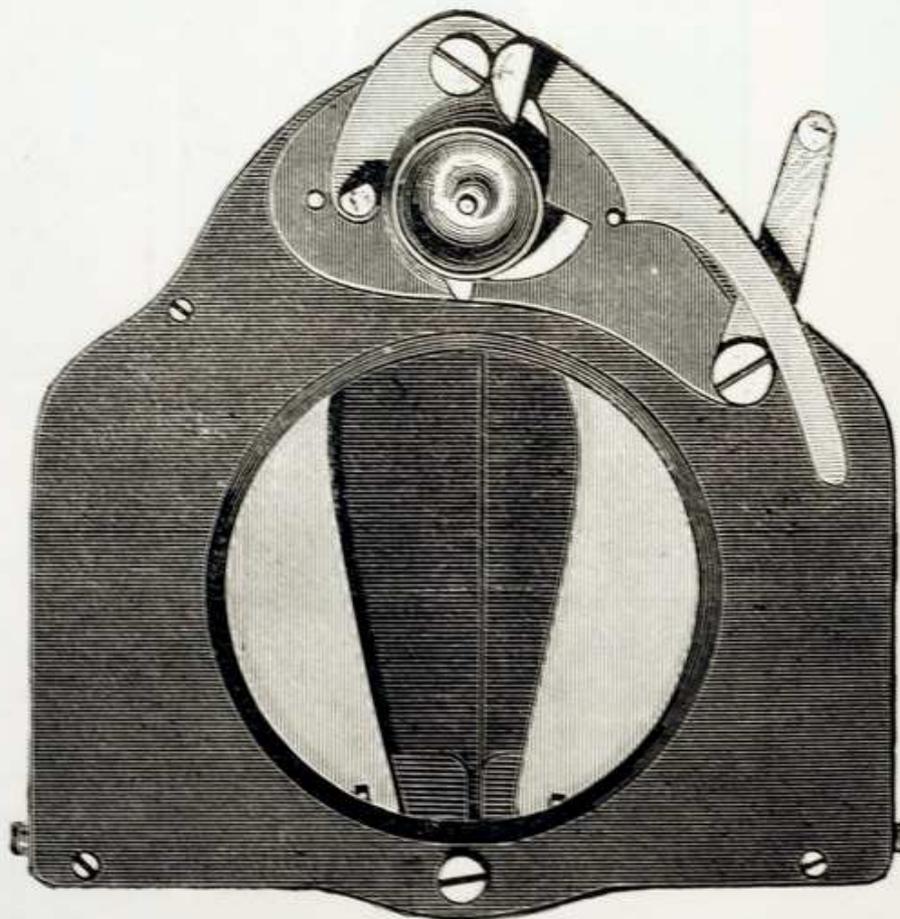


Fig. 145.

la durée du temps de pose. Le mécanisme de l'appareil est analogue à celui de l'obturateur à deux volets : les diverses lamelles de l'iris

diaphragme sont actionnées par un levier portant une tige qui glisse dans une rainure semi-circulaire (*fig. 146*). Ce levier est relié à un fort ressort d'horlogerie que l'on peut tendre à divers degrés. Des poses de durées variables sont d'ailleurs obtenues en limitant plus ou moins la course de la tige du levier; on peut aussi maintenir l'obtura-

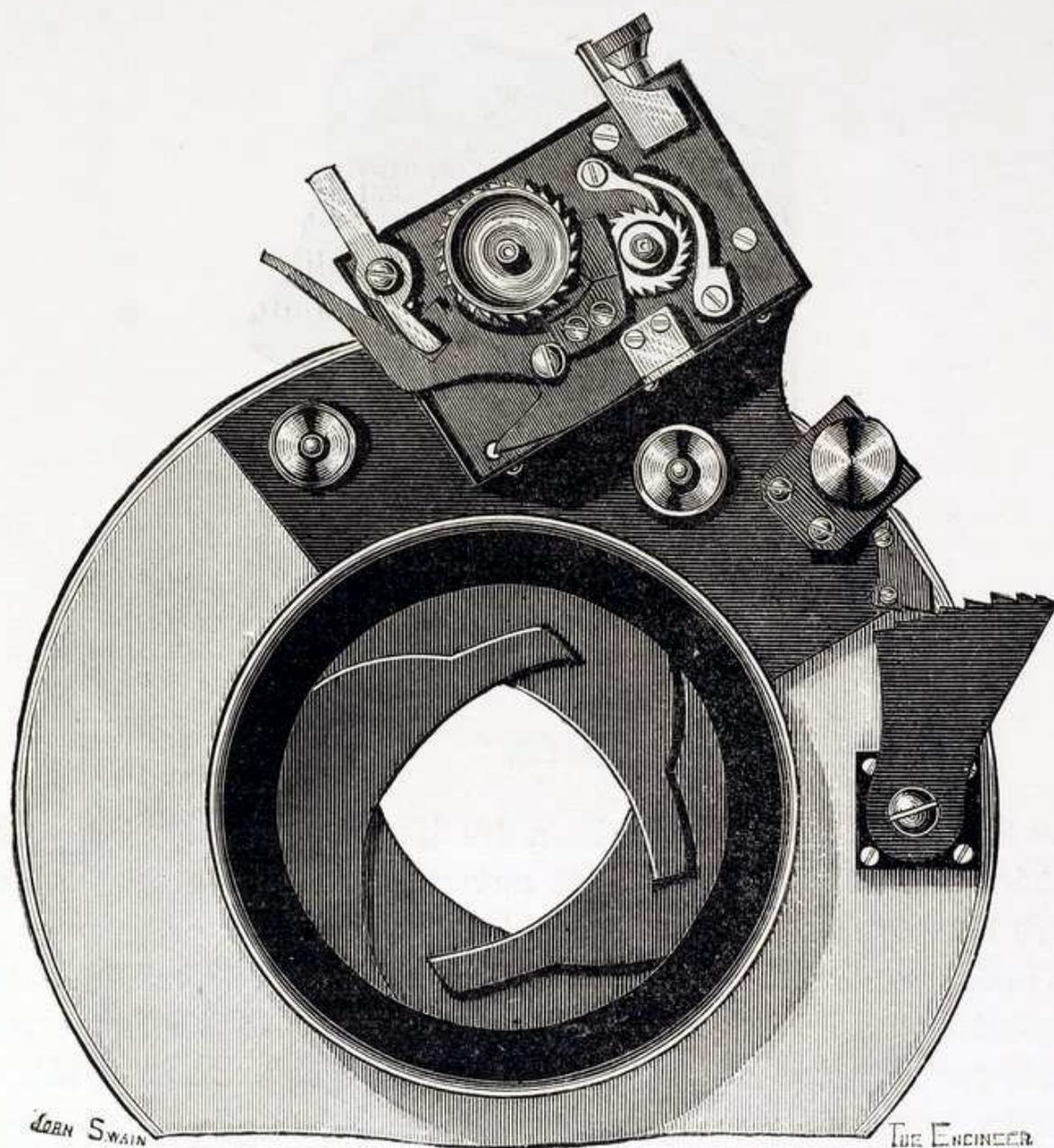


Fig. 146.

teur ouvert soit pour la mise au point, soit pour faire fonctionner l'appareil comme obturateur à pose¹.

M. Martinet construit un obturateur composé de quatre lamelles fonctionnant comme dans l'iris diaphragme (*fig. 147*). Cet instrument permet de réaliser un très grand nombre de temps de pose.

1. *The Camera Club*, avril 1889, p. 95.

Parmi les autres obturateurs basés sur le principe de l'iris diaphragme, nous devons citer celui de M. Lutken¹. Il se compose de quatre disques dont les axes et le point de rotation se trouvent dans les quatre angles d'un carré (*fig. 148*). Les disques sont réunis par quatre barres conductrices (*fig. 149*). Le ressort moteur consiste en une corde en caoutchouc fixée à deux des disques en *a* et *f* (*fig. 149*) glissant sur de petits galets *b, c, d, e*; cette corde peut être tendue plus ou moins en tournant une vis.

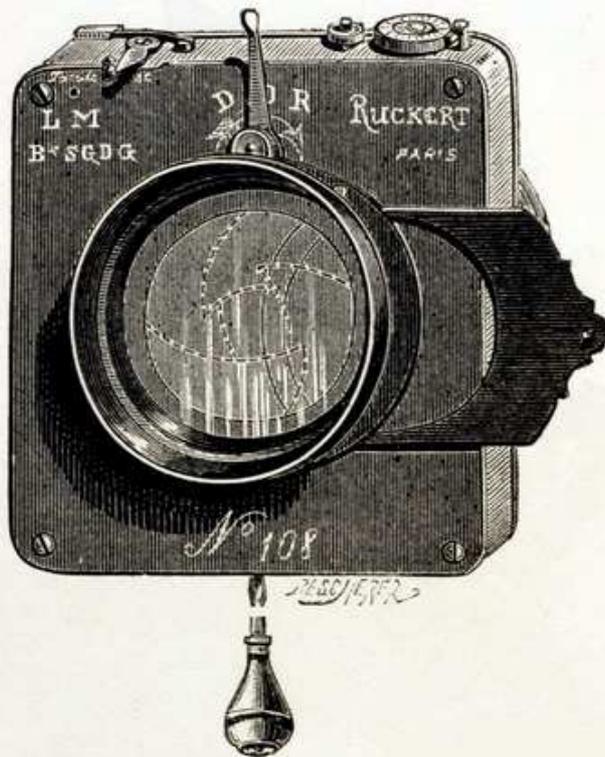


Fig. 147.

La figure 149 montre la position des disques quand l'obturateur est fermé, la figure 150, quand il est ouvert pour la mise au point, et la figure 151 quand il est fermé après l'exposition.

L'instrument se place entre les deux lentilles de l'objectif (*fig. 152*). On peut avoir des lamelles dont les ouvertures ont la forme représentée par la figure 151 ou bien la forme des figures 153 ou 154, suivant les temps de pose que l'on veut employer. Diverses encoches tracées sur le pourtour des lamelles permettent soit d'armer l'obturateur, soit d'empêcher le rebondissement des lamelles après la pose.

Salvin a fait connaître un obturateur du même genre².

M. Gilon a récemment établi un obturateur ne comprenant que trois lamelles se plaçant dans le plan du diaphragme. La construction de cet obturateur est basée sur le principe de l'iris diaphragme dont les palettes sont reliées par des tiges articulées.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1886, p. 208.

2. Dr Eder, *Ausführliches Handbuch der Photographie*, I, p. 344.

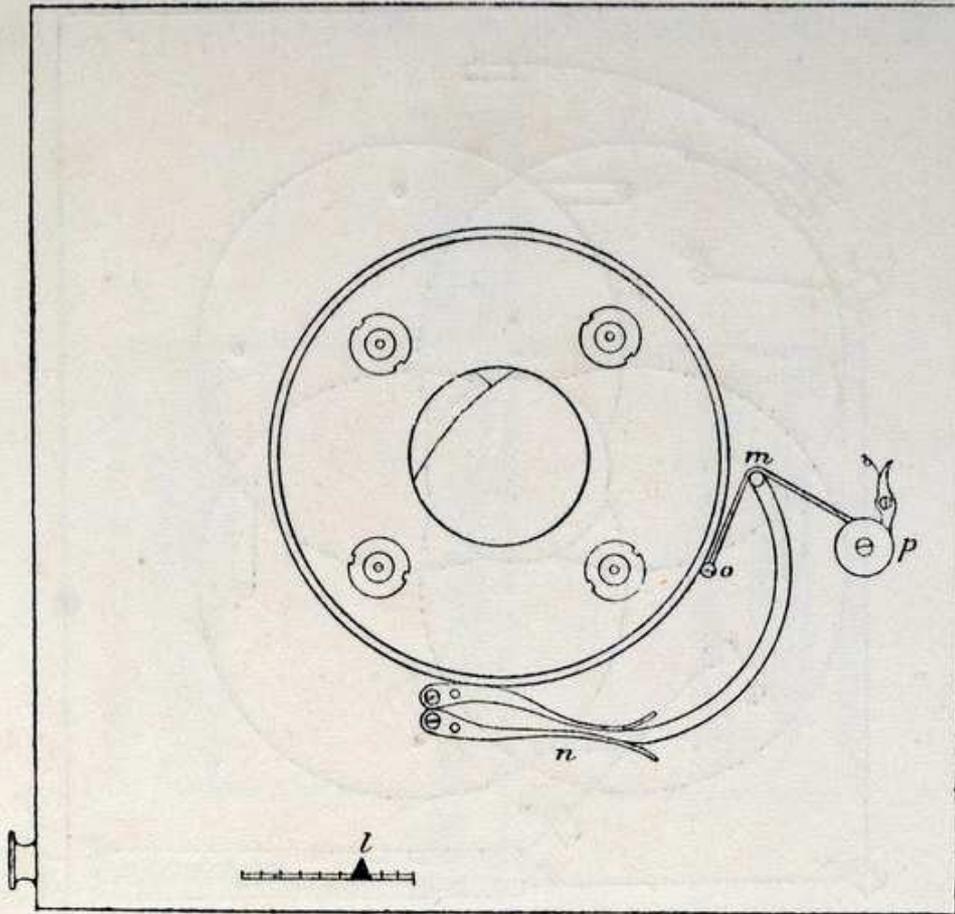


Fig. 148.

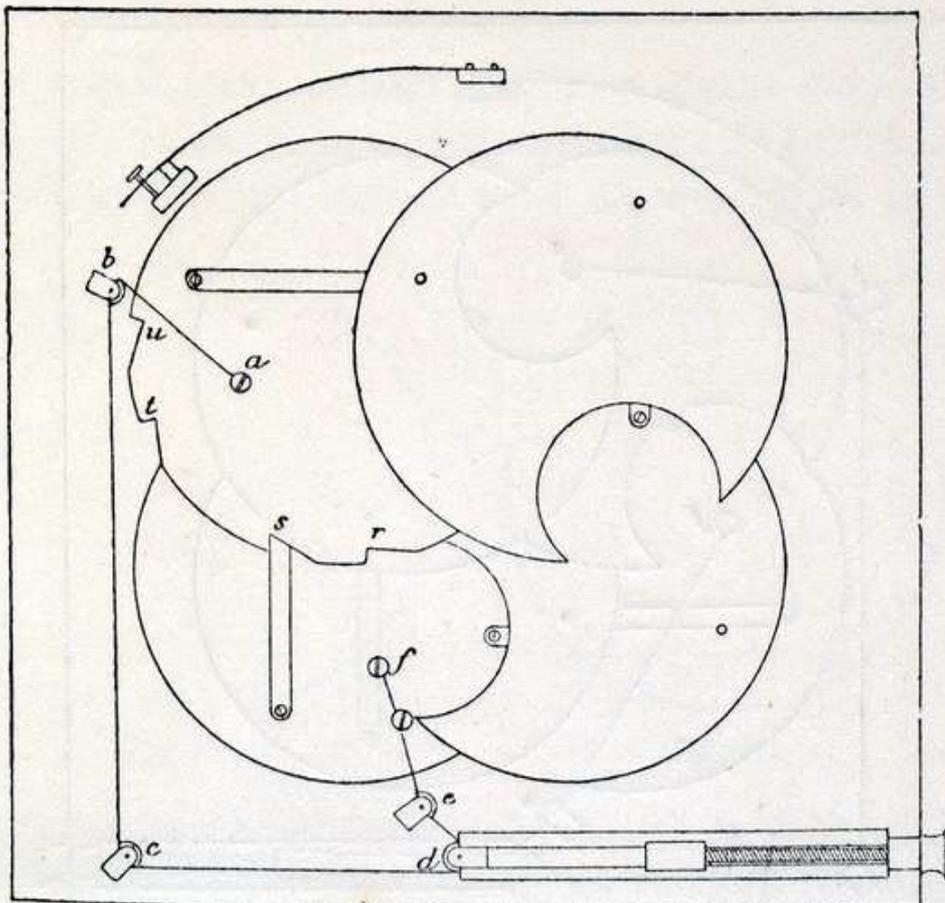


Fig. 149.

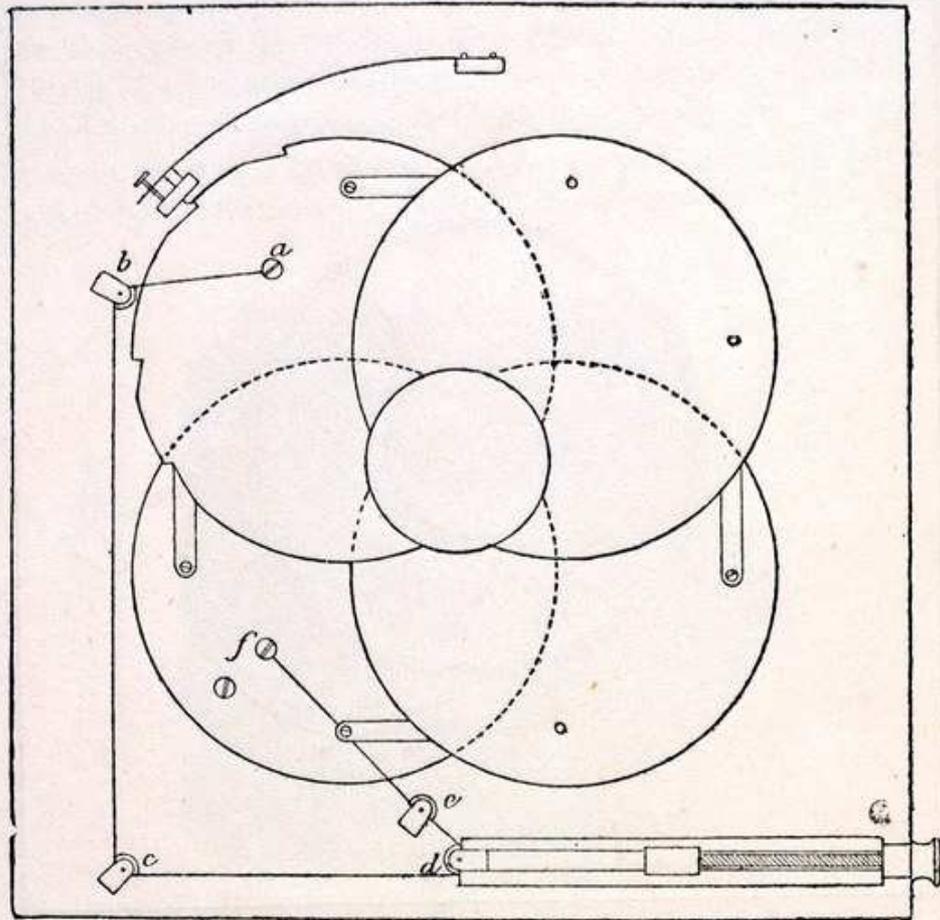


Fig. 150.

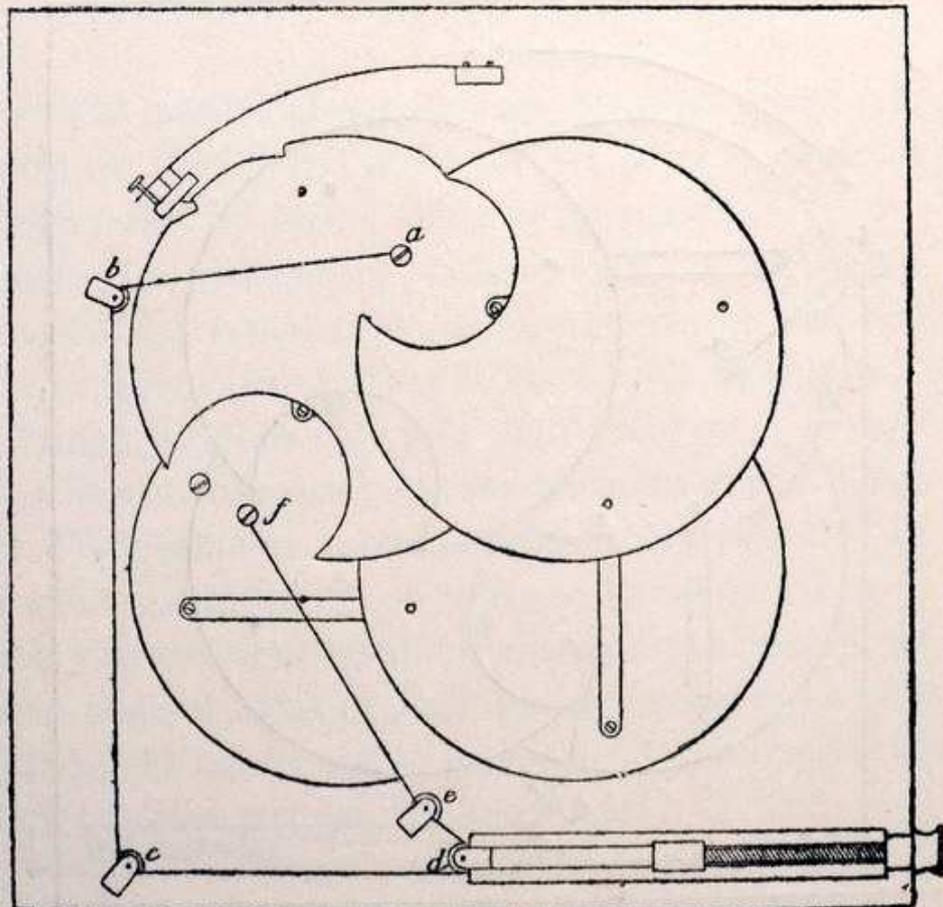


Fig. 151.

Les instruments fondés sur l'emploi de deux disques sont fort nombreux; nous citerons parmi les principaux celui de M. Boca¹. Il

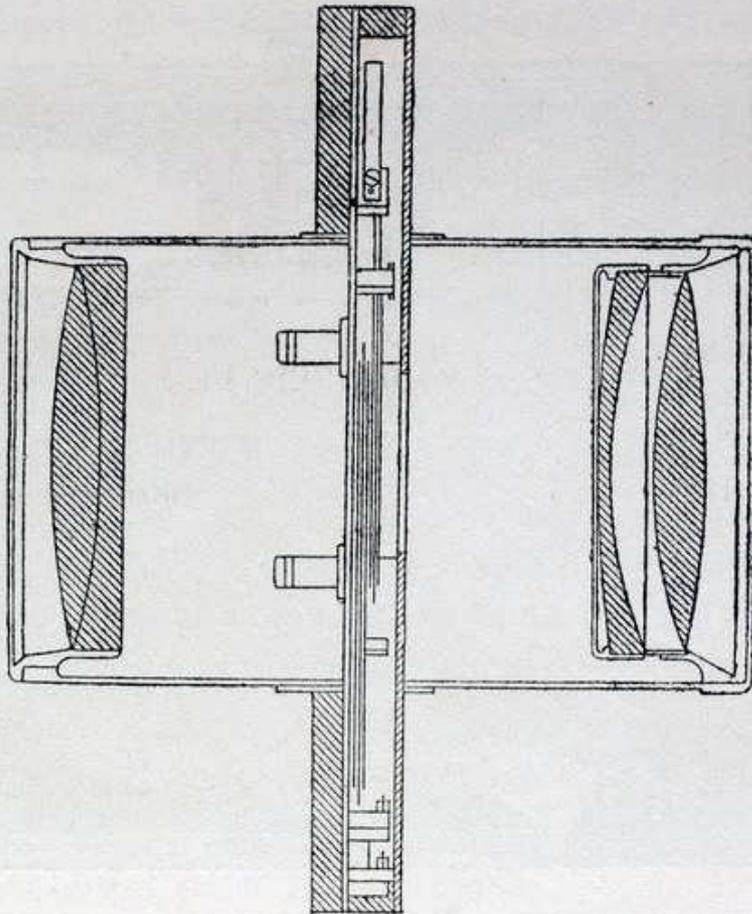


Fig. 152.

se compose essentiellement (*fig. 155*) d'un disque d'ouverture A et d'un disque de fermeture B. Une lame d'acier très flexible R est disposée pour recevoir sans choc le volet d'ouverture et le maintenir

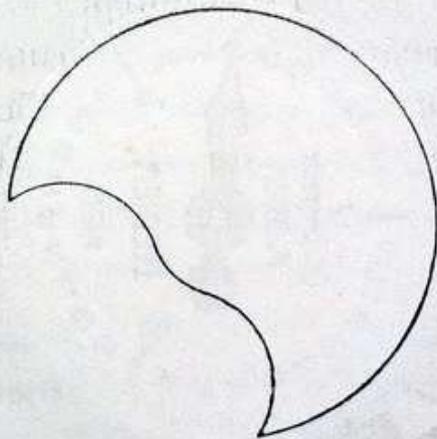


Fig. 153.

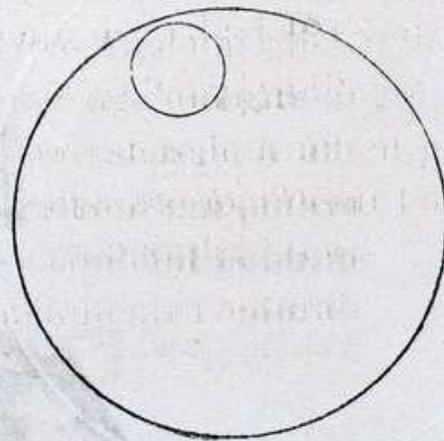


Fig. 154.

sans retour possible. Un système de leviers C, en forme de V, assure le départ simultané du chronomètre et du volet d'ouverture; le mou-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1881, p. 298.

vement de recul de ce levier est empêché par la platine de déclenchement D. Pour armer ce volet, on emploie un bras G (fig. 156) fixé sur l'axe de rotation du volet; quant au volet de fermeture, il est main-

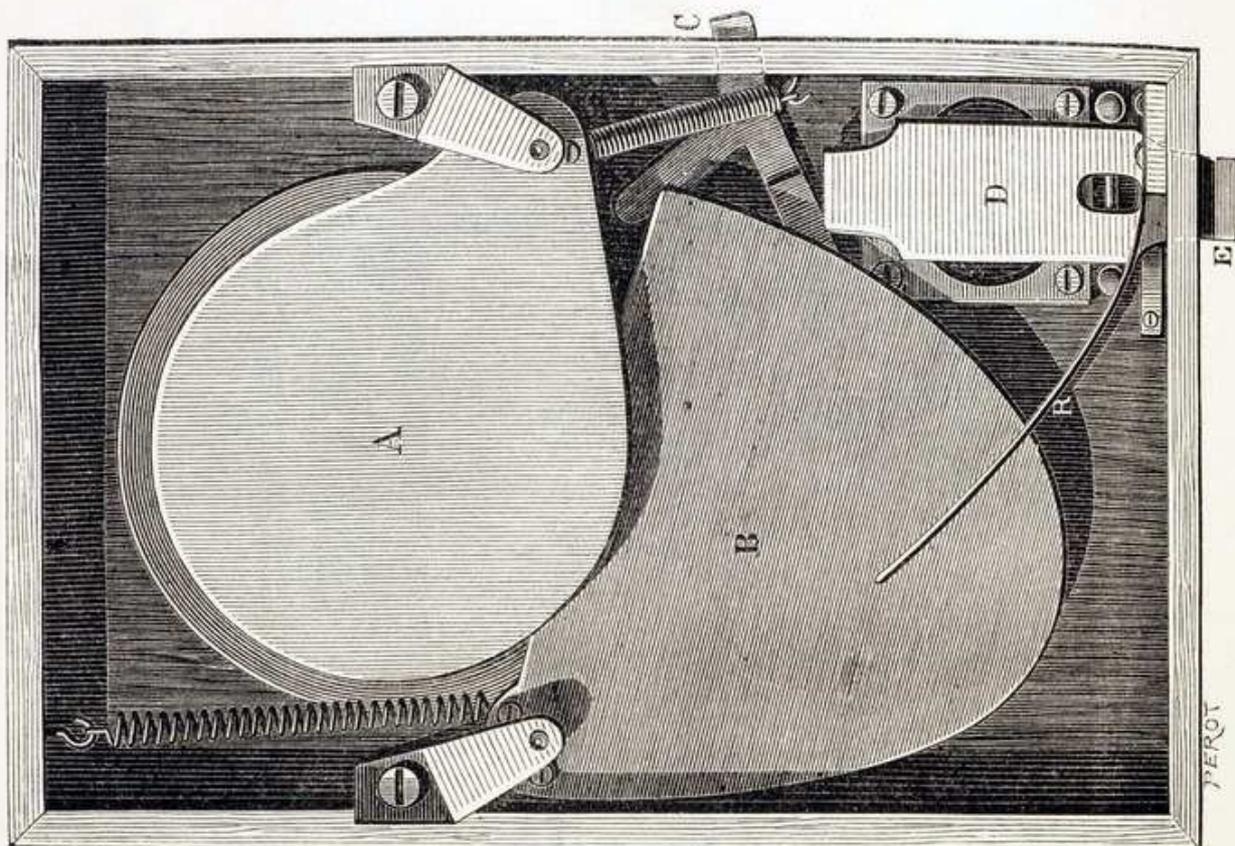


Fig. 155.

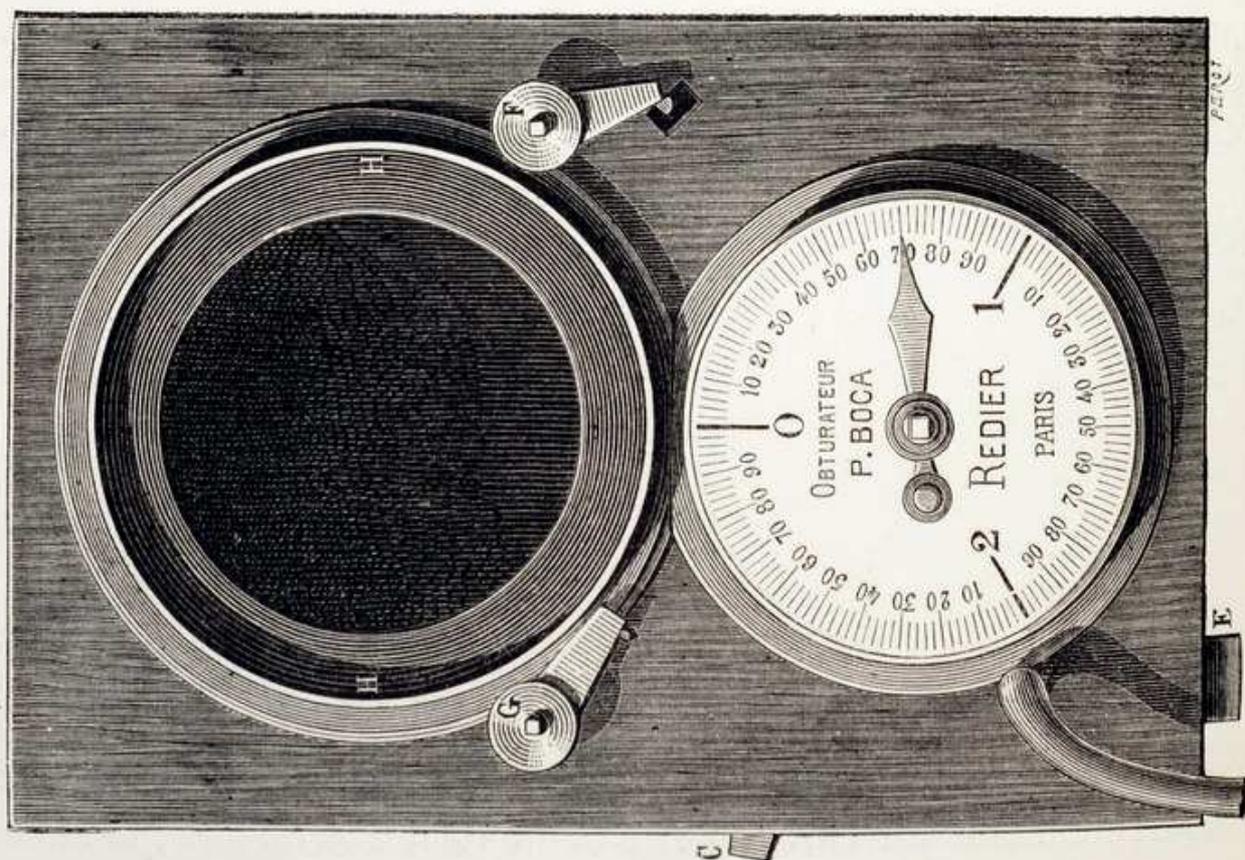


Fig. 156.

tenu en place le temps nécessaire par un bras F ; le disque sur lequel se fixent les rondelles d'objectifs est en H.

Tout le mécanisme qui compose cet appareil est contenu dans une petite boîte en bois, ne laissant pénétrer le jour par aucun point. Un chronomètre permet de régler le temps qui s'écoule entre l'ouverture et la fermeture de cet obturateur. L'échappement du chronomètre est à vibrations rapides (l'ancre fait cent cinquante vibrations par seconde), ce qui permet au rouage d'acquérir dès le premier moment la vitesse qu'il aura dans tout son parcours.

Le mouvement du chronomètre est disposé pour que l'aiguille puisse faire (à peu de chose près) deux tours du cadran, ce qui porte à plus de 5^s5, la limite extrême du temps de fonctionnement de l'appareil.

Les deux disques d'ouverture et de fermeture sont en aluminium. Celui d'ouverture est constamment sollicité par un ressort à boudin qui tend à lui faire démasquer l'ouverture ; le volet de fermeture obéit à un ressort qui tend à lui faire prendre la place du disque d'ouverture ; un butoir limite la course de ce volet.

Le déclenchement se fait soit au moyen d'un bouton de détente, soit sous l'action d'une poire pneumatique.

Pour faire fonctionner l'appareil, il faut déplacer le butoir gauche de gauche à droite, faire marquer par l'aiguille la vitesse que l'on veut donner à l'obturateur, armer le volet d'ouverture et celui de fermeture qui seront maintenus par leurs butoirs respectifs ; on appuie soit sur le bouton de détente, soit sur la poire en caoutchouc au moment convenable.

M. Montefiore-Lévy¹ a l'un des premiers employé un obturateur instantané à deux disques tournants. Il a modifié en 1880² cet appareil qui est basé sur le mouvement simultanément en sens contraire de deux disques, ce qui a pour résultat de réduire le temps de fonctionnement à la moitié de ce qu'il serait avec un seul disque animé de la même vitesse. L'ouverture des volets est circulaire ; ils sont mis en mouvement par l'action de fils de soie munis d'un poids ; ces fils s'enroulent en sens inverse sur les volets et les font tourner lorsqu'il s'agit d'opérer. M. Bedford³ a repris la construction de cet obturateur et l'a légèrement simplifiée en employant un seul poids moteur,

1. *Société photographique de Londres*, 1852.

2. *Bulletin de l'Association belge de photographie*, 1879-80, p. 480.

3. *Phot. News*, 1879, p. 87.

ce qui assure la rencontre des deux disques suivant l'axe de l'objectif. Jackson¹ se sert de deux disques d'ébonite actionnés par une très forte bande de caoutchouc. Pizzighelli emploie² deux disques mobiles autour d'un point fixe, qui viennent recouvrir la surface de l'objectif. Ces disques sont mis en mouvement à l'aide de deux excentriques actionnés par une boîte à air, excentriques qui font tourner très rapidement et en sens inverse les deux lamelles.

C'est aussi sur les mêmes principes que sont basés la construction

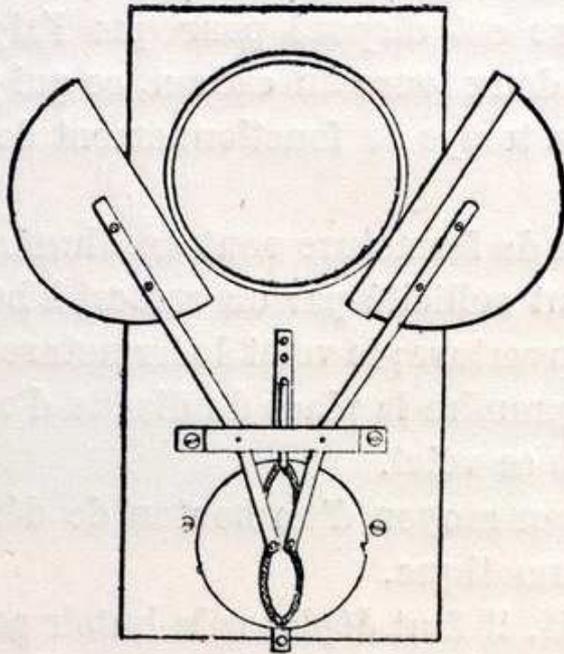


Fig. 157.

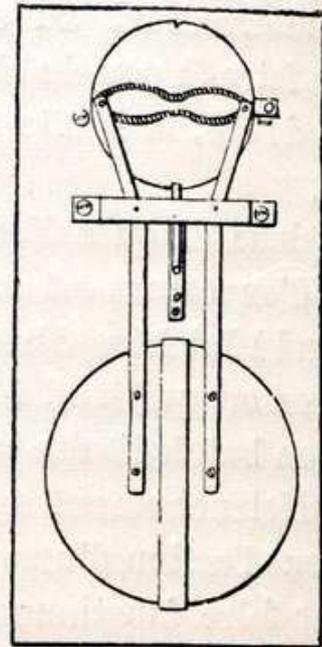


Fig. 158.

des obturateurs de M. Conti³ et de M. Guilbert : l'emploi de ce dernier instrument est assez répandu.

Zschokke se sert d'un obturateur à deux lamelles reliées à deux tiges mobiles autour de deux points fixes; un fort ressort situé à l'extrémité des tiges fait d'abord ouvrir les deux lamelles (*fig. 157, 158*) qui, sous l'action du même ressort, se referment ensuite brusquement.

98. Obturateurs à volet. — L'obturateur à volet est l'un des instruments dont l'emploi a été recommandé depuis de longues années dans le but d'obtenir des ciels dans le paysage. M. Read⁴ s'est servi d'un léger volet susceptible de pivoter autour d'un axe horizon-

1. *Year-Book of photography*, 1881, p. 171.

2. *Phot. Correspondenz.*, 1881, p. 177.

3. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1887, p. 321.

4. *The Liverpool and Manchester photographic journal*, 1858.

tal. Le volet n'était pas placé perpendiculairement à l'axe de la lentille, il était disposé sous un certain angle par rapport à celui-ci; il permettait de donner plus de pose aux premiers plans. Ce dispositif a été depuis lors employé par bien des constructeurs; dans ces dernières années il a été repris par Cadett¹ qui l'a rendu tout à fait pratique. L'instrument se compose d'une petite boîte en acajou qu'on fixe sur l'objectif au moyen d'un collier en caoutchouc. A cette boîte est fixée une feuille légère de carton recouverte de drap qui s'applique sur l'ouverture de l'objectif; de la petite boîte part un long tube en caout-

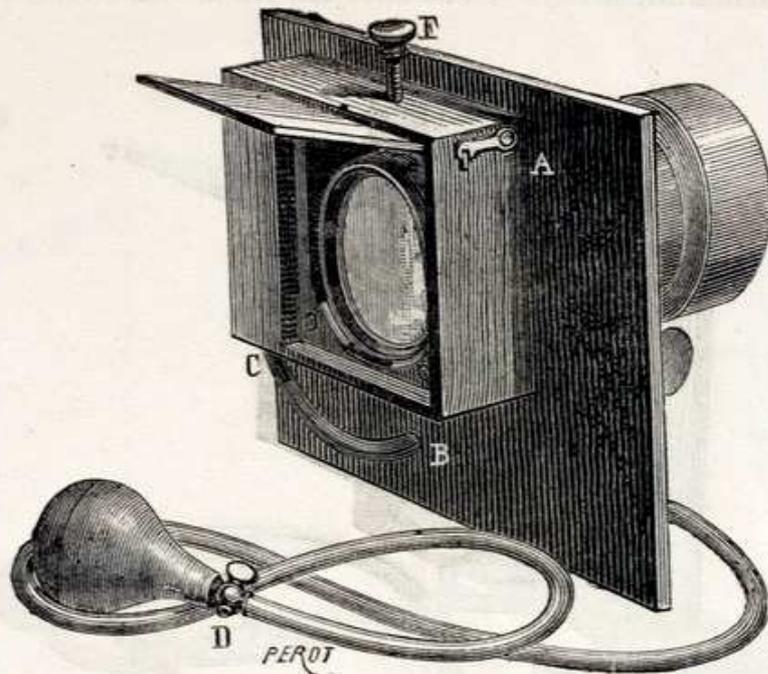


Fig. 159.

chouc qui se termine par une poire de même substance. Quand on presse la poire en caoutchouc, l'air refoulé vient agir dans la boîte sur un levier et l'obturateur se soulève. Il suffit de faire cesser la compression de la poire pour que l'effet contraire se produise et que l'objectif soit fermé.

M. Guerry² a modifié cet instrument. Il le place à l'arrière de l'objectif, dans la chambre noire, de telle sorte que le modèle ne puisse l'apercevoir; ce dispositif est avantageux pour l'obtention des portraits (*fig. 159.*)

Avec l'obturateur à volet on peut obtenir des temps de pose très courts et aussi lents que peut le désirer l'opérateur. Cet instrument est à peu près généralement employé par les photographes portraitistes, qui le placent quelquefois à l'avant (*fig. 160*) de l'objectif.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1878, p. 153.

2. *Ibid.*, 1880, p. 39.

99. Obturateurs à plusieurs volets. — Au lieu d'un seul volet pour ouvrir et fermer l'objectif on peut en employer deux ou plusieurs, l'un des volets servant à l'ouverture, l'autre à la fermeture de l'appareil.

Skaife¹ a employé ce dispositif pour les chambres destinées aux vues stéréoscopiques. A chaque objectif correspond un volet double, s'ouvrant par le milieu, et dont chaque ventail roule sur des gonds placés aux côtés de l'objectif; ces deux gonds se prolongent hors de la chambre noire par une tige fixée elle-même dans une petite bobine extérieure en bois. Autour des quatre bobines ainsi saillantes s'enroule un fil de caoutchouc qu'il suffit de

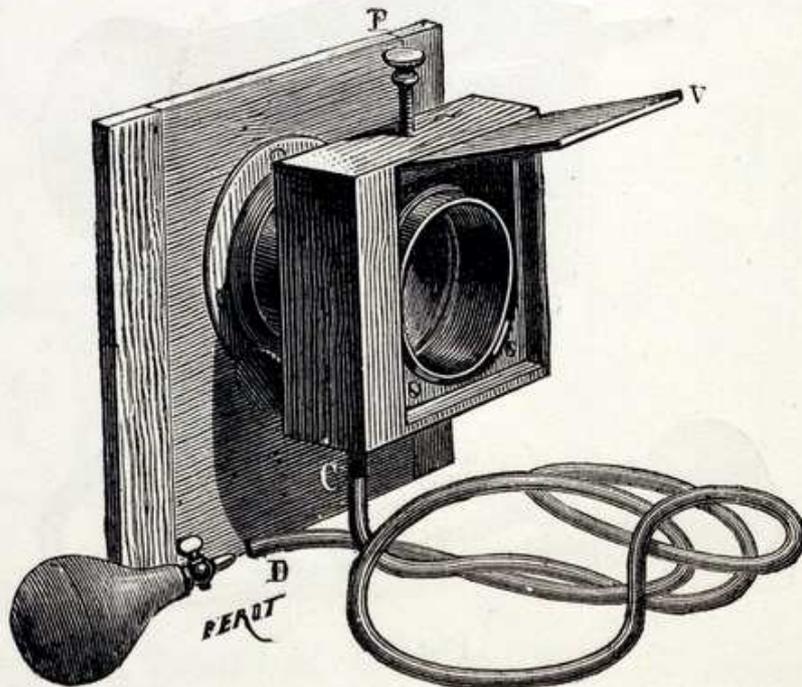


Fig. 160.

saisir en son milieu pour que les bobines se mettent en mouvement; les volets s'ouvrent et tournent sur leurs gonds. Le temps d'ouverture dépend du temps pendant lequel on tire le fil.

M. Jubert² emploie un obturateur formé de deux volets se plaçant devant l'objectif comme un obturateur ordinaire; il se compose d'une petite planchette percée au centre d'une ouverture égale à celle du parasoleil et dont la face extérieure est dans le plan de sa tranche extérieure. Une lame de carton carrée ferme cette ouverture et peut la découvrir en tournant autour de son côté inférieur, faisant charnière; un autre carton est pendant ce temps relevé et peut se rabattre devant l'ouverture ayant alors sa charnière à la partie supérieure. Les côtés libres des deux cartons sont reliés par un mince cordonnnet de soie dont on peut faire varier la longueur. Lorsque l'appareil est prêt à fonctionner, la lame de carton inférieure est relevée devant l'ou-

1. *British journal of photography* 1857 et *Bulletin de la Société française de photographie*, 1858, p. 20.

2. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1880, p. 135.

verture et maintenue par une détente très sensible; le carton supérieur est relevé verticalement, ou du moins légèrement penché en arrière. Si on lâche la détente, le carton inférieur décrit un arc de cercle, découvre l'objectif, et le fil se trouvant tendu entraîne le carton supérieur qui vient fermer l'objectif; en raccourcissant le fil de soie, le carton inférieur entraîne plus tôt le carton supérieur, et le temps de pose est diminué.

M. Audra¹ a apporté quelques modifications à l'appareil précédent. Son obturateur se compose de deux volets reliés l'un à l'autre, soit par des fils, soit par tout autre moyen, de façon que la rotation du volet supérieur autour de son axe commande une rotation identique du volet inférieur autour du sien. Il en résulte que si on relève vivement le volet supérieur, le volet inférieur vient prendre sa place et fermer l'objectif au moment même où le

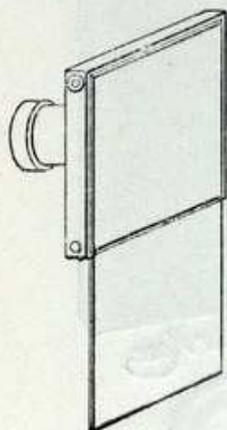


Fig. 161.

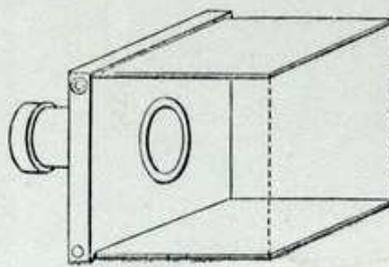


Fig. 162.

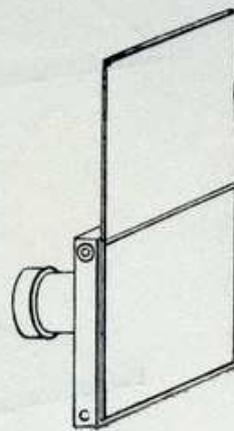


Fig. 163.

choc se produit (*fig. 161, 162, 163*). La pose a lieu pendant le court espace de temps que le volet inférieur a mis à se substituer au volet supérieur.

M. Chéron² se sert de deux volets à mouvements contrariés : celui d'avant ouvre l'objectif, celui d'arrière repose à l'intérieur sur la base de la chambre noire; les deux volets sont reliés par un fil. Quand on fait agir la détente (poire en caoutchouc analogue à celle de l'obturateur Cadett), le volet antérieur se relève et découvre l'objectif; le volet postérieur se relève aussi et vient le masquer. En réglant la longueur du fil qui rend ces mouvements simultanés, on obtient une pose plus ou moins rapide.

L'obturateur construit par M. Guerry est basé sur les principes indiqués par M. Jubert et par M. Audra. Cet instrument fonctionne de trois façons différentes : on peut l'employer soit avec les deux volets pour les poses très courtes, et il fonctionne alors comme l'obtu-

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1880, p. 291.

2. *Ibid.*, 1881, p. 42.

rateur de M. Audra ; pour les poses très prolongées on l'emploie avec un seul volet (*fig. 164*), et l'on a alors l'obturateur système Cadett ; enfin, s'il s'agit de donner une exposition plus longue pour les premiers plans que pour les ciels, on peut régler la marche des deux volets. Cet obturateur est actionné par un déclenchement pneumatique. Pour obtenir une rapidité plus grande dans le déclenchement,

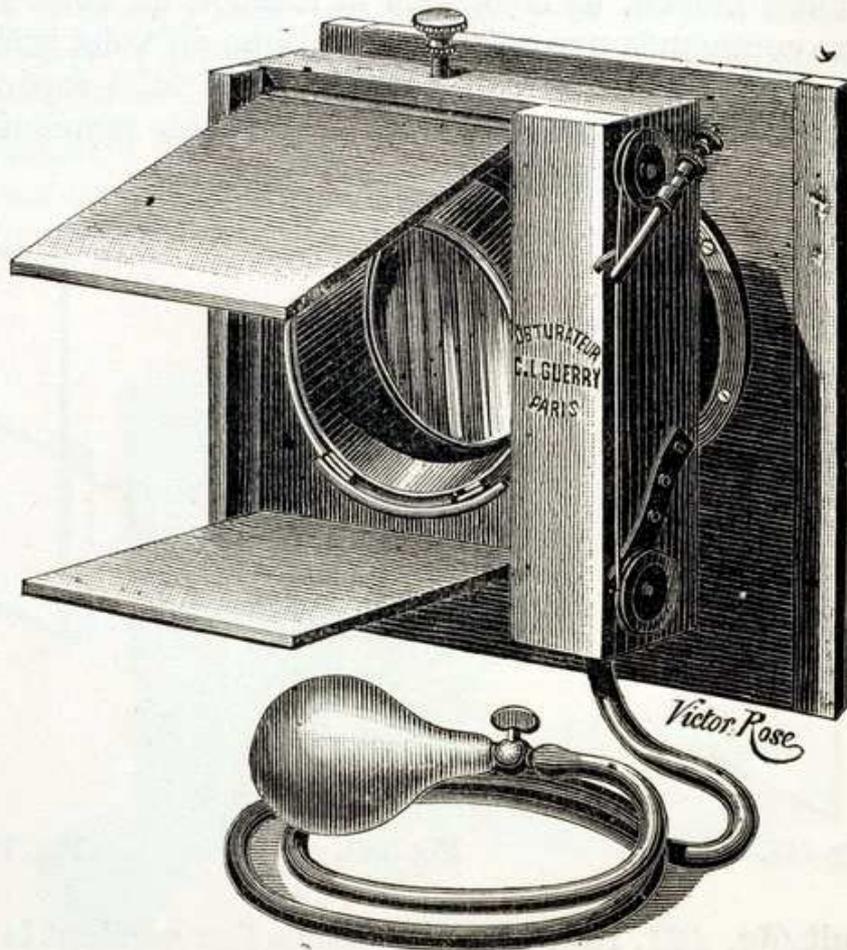


Fig. 164.

on peut frapper légèrement avec l'index sur la poire en caoutchouc, au lieu de presser celle-ci.

Les modèles de cet obturateur, récemment construits¹, se placent sur le tube même de l'objectif en dévissant le parasoleil de ce dernier : ils permettent d'éviter toute introduction de lumière par les bords de la monture ; enfin, par suite de la diminution de leur volume, ils permettent d'opérer plus rapidement qu'avec les anciens appareils.

L'obturateur à volets de M. Boca² présente certaines dispositions analogues à celles réalisées dans l'obturateur de Skaife. L'appareil se compose

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1885, p. 147.

2. *Ibid.*, 1881, p. 69.

d'une boîte de forme rectangulaire s'adaptant au moyen d'une partie saillante et d'une vis sur la planchette mobile de la chambre noire. Cette boîte présente une ouverture circulaire en regard de l'objectif. Deux volets sup-

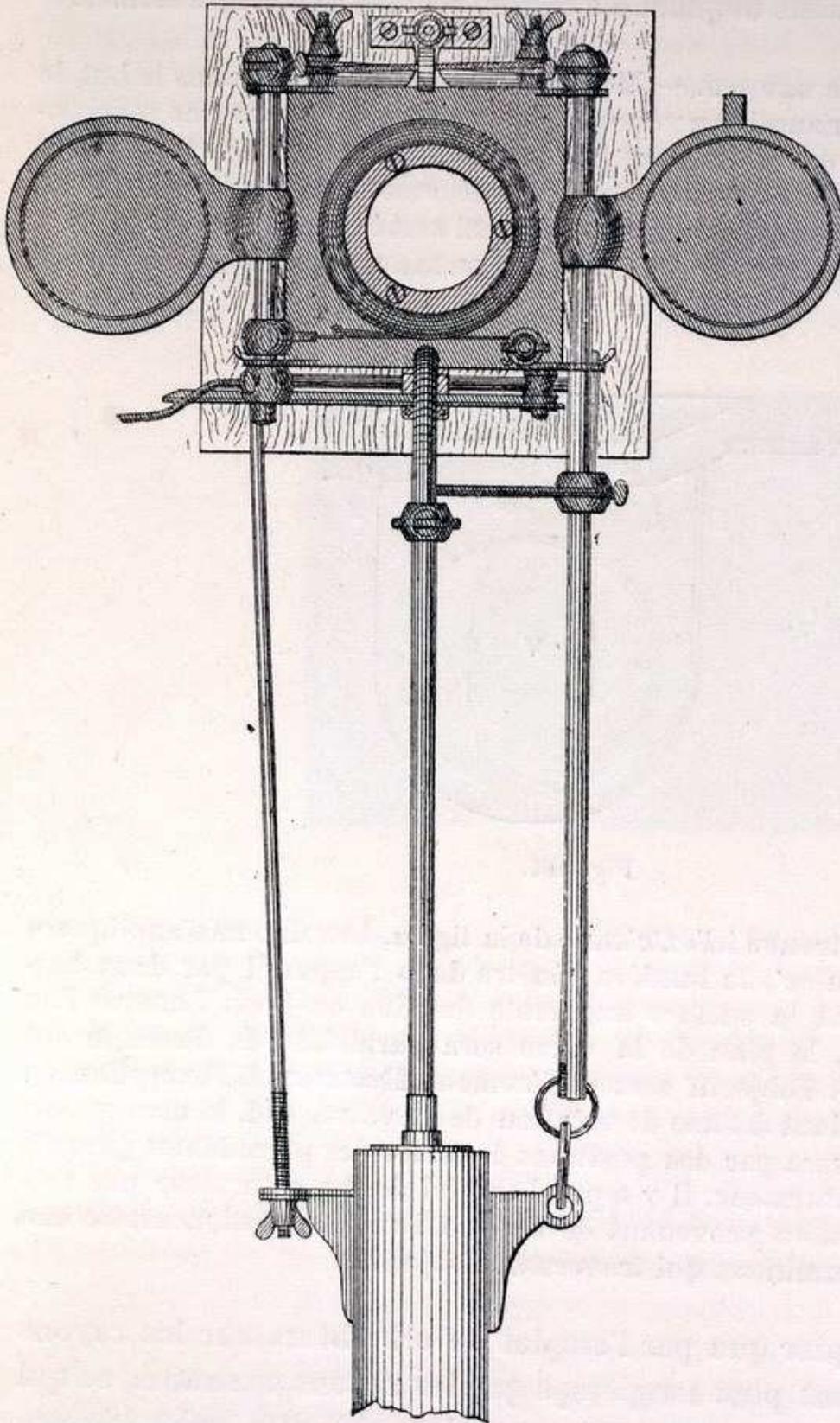


Fig. 165.

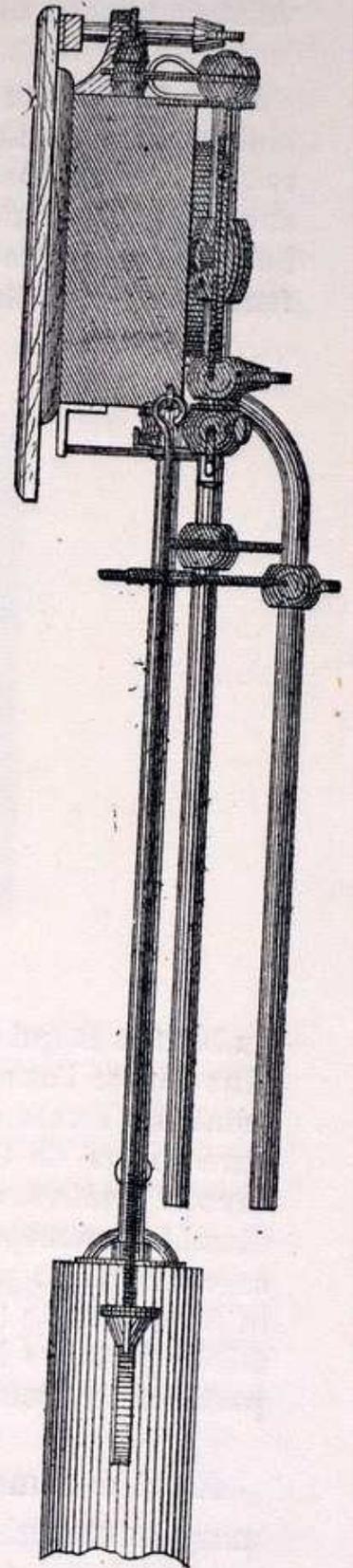


Fig. 166.

portés par des axes verticaux à droite et à gauche de la boîte, ayant des mouvements indépendants, peuvent s'appliquer sur l'ouverture et faire ainsi fonction d'obturateur. Au moment où commence une opération, le volet de

gauche est fermé; il s'ouvre (*fig. 165, 166*), donne passage à la lumière, et le volet de droite, en se refermant, termine l'opération. Ces mouvements d'ouverture et de fermeture sont obtenus au moyens de ressorts agissant sur les axes des volets et pouvant se régler au moyen de vis de rappel. Le volet de gauche demande toujours à s'ouvrir, celui de droite à se fermer.

100. Obturateurs divers. — M. de la Beaume Pluvinel¹, dans le but de réaliser un obturateur aussi peu volumineux que possible, a imaginé un obturateur à valve. Dans cet instrument, la lamelle obturatrice (*fig. 167*) pivote sur elle-même entre les deux lentilles et fonctionne sans sortir du tube de l'objectif. On place l'obturateur dans la fente qui sert à loger les diaphragmes, fente que l'on a élargie convenablement. Si l'on fait tourner la valve à l'aide

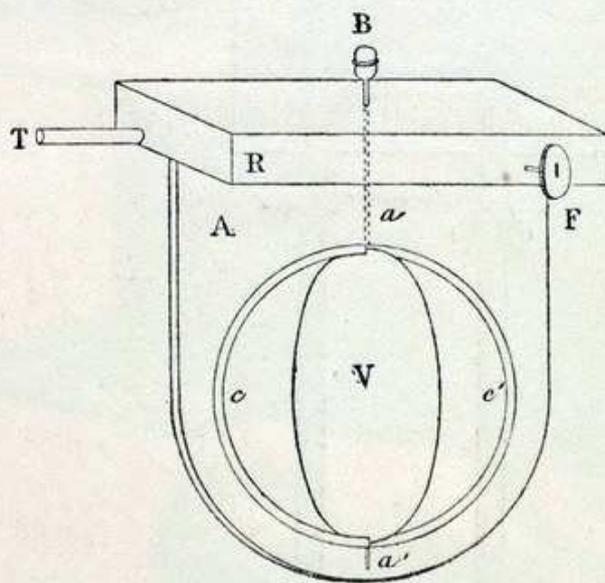


Fig. 167.

du bouton B qui se trouve à l'extrémité de la tige *a*, la valve ne s'appliquera plus contre l'anneau *cc'*, la lumière pénètre dans l'appareil par deux segments de cercle dont la surface augmente de plus en plus. Lorsque l'on aura tourné de 90° , le plan de la valve sera parallèle à la direction des rayons lumineux et l'objectif sera entièrement découvert à l'exception du diamètre correspondant à l'axe de rotation de la valve, qui, le mouvement se continuant, passera par des positions inverses des précédentes jusqu'à la fermeture de l'obturateur. Il y a par l'emploi de cet obturateur une très faible perte de lumière provenant de ce que l'axe de rotation arrête une partie des rayons lumineux qui traversent l'objectif.

Il est à remarquer que par l'emploi de cet obturateur les rayons marginaux agissent plus longtemps que les rayons centraux, ce qui ne présente pas d'inconvénients avec les objectifs aplanétiques. Quand on se sert de cet instrument pour photographier des objets inégalement éloignés, les parties qui ne sont pas au point et qui

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1887, p. 203.

devraient être floues sont dédoublées, et les deux images sont d'autant plus espacées que le défaut de mise au point est plus considérable. Ceci tient à ce que les cercles de confusion sont, avec l'obturateur à valve, moins éclairés au centre que sur les bords ; par suite, il est facile de voir qu'une ligne brillante dont l'image n'est pas exactement au point sera représentée par deux lignes brillantes réunies par un espace flou C (*fig. 168*). Avec un obturateur à ouverture centrale la même ligne serait reproduite par une ligne brillante estompée B, parce que les rayons centraux posent plus longtemps que les rayons marginaux, tandis qu'avec l'obturateur à guillotine, dont le mouvement serait uniforme, la ligne serait reproduite comme

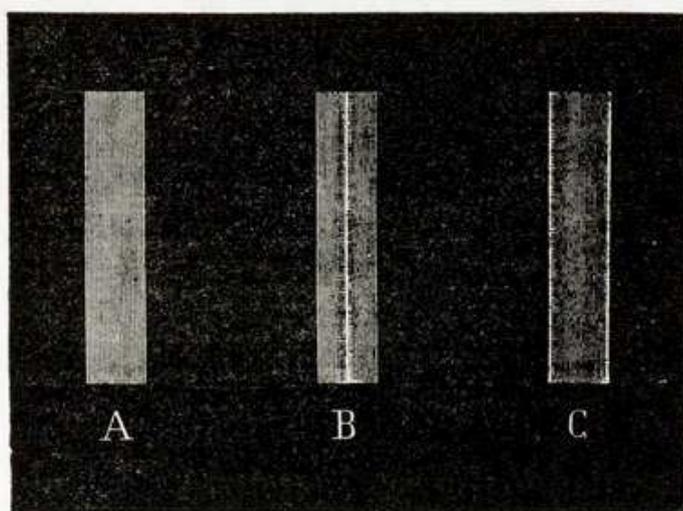


Fig. 168.

en A, parce que chaque rayon serait admis dans l'appareil pendant le même espace de temps.

M. le Dr Candèze¹ a employé un obturateur fonctionnant à la manière d'un robinet. Il place l'axe de rotation au centre même de l'objectif et entre les deux lentilles ; l'ouverture obtenue par ce dispositif est relativement grande, tout en conservant au tambour mobile un diamètre assez petit pour qu'il puisse exécuter une demi-révolution en un temps fort court. La révolution de ce tambour est actionnée par un ressort disposé en spirale. La forme classique du tube en cuivre qui porte les lentilles et le diaphragme a été changée afin de pouvoir profiter, pour la double fenêtre donnant passage à l'image, de toute la grandeur des lentilles. Le mouvement de ces fenêtres se faisant en sens inverse, la rapidité de leur croisement est doublée.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1882, p. 177.

M. David¹ a employé un obturateur qui présente une grande ressemblance avec celui que nous venons de décrire. Un autre modèle, dû à cet ingénieux praticien, présente la combinaison de l'obturateur à guillotine et de l'obturateur à volet². Le déclenchement de la guillotine fait ouvrir le volet pendant qu'elle tombe, ce qui permet de donner plus de pose aux premiers plans.

M. Mendoza³ construit un obturateur assez semblable à celui de M. David. Il se fixe sur le parasoleil de l'objectif au moyen d'une vis de pression (*fig. 169*). Quand on veut s'en servir, on relève un volet

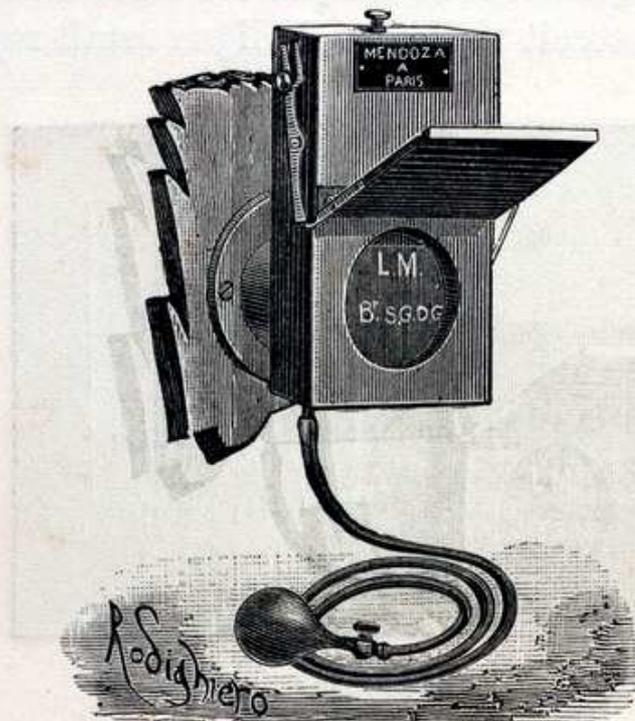


Fig. 169.

qui s'ouvre de bas en haut et derrière lequel on aperçoit l'ouverture par laquelle doit passer la lumière, fermée par une sorte de guillotine pouvant se mouvoir à coulisse de bas en haut pour s'ouvrir, et de haut en bas pour se fermer. Si l'on veut une pose lente, le volet est relevé jusqu'à la position verticale, et une pression modérée sur une poire en caoutchouc refoule un piston qui entraîne la guillotine et découvre l'objectif; on ferme au moment voulu en cessant de comprimer la poire. Pour les poses rapides, un dispositif spécial permet à la guillotine, aussitôt qu'elle est arrivée au plus haut point de sa course, de faire déclencher le volet, qui se referme immédiatement sous l'action d'un ressort en caoutchouc.

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1884, p. 203.

2. *Ibid.*, 1885, p. 318.

3. *Ibid.*, 1887, p. 70.

Plusieurs auteurs, parmi lesquels M. Londe, trouvent que les obturateurs dont une partie déclenche l'autre doivent toujours produire un ébranlement de la chambre noire, excepté dans les cas où celle-ci est extrêmement lourde. Cet ébranlement se produit, même dans les appareils légers, toutes les fois que la vitesse de la lamelle obturante change brusquement de signe : de tels obturateurs ne peuvent être employés avec les chambres noires très légères.

101. Humbert de Molard¹ a présenté, sous le nom d'obturateur instantané, un appareil destiné à obtenir les images nécessaires au phenakistoscope et permettant d'appliquer le stéréoscope à ce dernier instrument. Il se compose d'une sorte de châssis que l'on place devant les objectifs. La partie antérieure de ce châssis est percée d'un nombre de trous égal au nombre des objectifs, de telle sorte que l'appareil étant mis en place, ceux-ci seraient tous démasqués si un rideau opaque ne s'interposait pour fermer l'entrée de la lumière. Ce rideau, qui est tendu de la même manière que les stores de voiture, se déroule d'un cylindre sur un autre en moins d'une demi-seconde, ou plus lentement, à volonté. Dans le rideau opaque, des ouvertures sont disposées de telle sorte que par le mouvement d'ascension, la première coïncidant avec la première rangée d'objectifs, démasque successivement chacun de ces objectifs pendant que tous les autres sont fermés; puis la seconde et la troisième ouvertures, placées à la distance nécessaire, coïncident à leur tour avec la deuxième et la troisième rangée d'objectifs et agissent successivement comme la première ouverture. On pourra prendre ainsi des vues successives pendant le temps que le rideau mettra à se développer complètement.

On peut manœuvrer cet obturateur à la main pour les épreuves ordinaires; on peut aussi combiner les ouvertures du rideau mobile pour faire une, deux, trois fois la même pose.

Signalons enfin, parmi les obturateurs photographiques, le dispositif employé par M. Ommeganck². Il consiste en un voile noir, bien imperméable à la lumière, attaché à la chambre noire, couvrant l'objectif ou les objectifs, et portant en bas une légère règle en bois cousue dans son intérieur. On saisit cette règle par la main, et, avec un peu d'exercice, on parvient à lever et à abaisser le voile avec une grande rapidité, sans imprimer le moindre

1. *Bulletin de la Société française de photographie*, 1867, p. 62.

2. *Méthode de préparation d'un collodion très rapide et d'un collodion pour épreuves instantanées*. Anvers, 1864.

mouvement à l'appareil, pourvu que la règle soit légère. Au lieu d'un simple voile, le Dr Vogel se sert d'un sac d'étoffe noire portant à son extrémité une planchette de bois léger, munie d'une ouverture suffisamment large; en laissant tomber le sac, on empêche les rayons lumineux d'entrer dans l'objectif. Pour effectuer la pose, il suffit de relever vivement le cadre de bois, de façon à ce que l'ouverture de la planchette se trouve en face de l'objectif.

Ces deux sortes d'obturateurs exigent que l'appareil photographique soit soustrait à l'influence du vent. Pour les vues instantanées à photographier avec de grands objectifs, le vent est un inconvénient sérieux qui peut empêcher tout travail avec certains obturateurs si l'objectif est d'un large diamètre. Si le diamètre de l'objectif est extrêmement large (6 pouces par exemple), le maniement de l'obturateur devient difficile; on peut y suppléer en employant le dispositif suivant: l'objectif est muni de deux couvercles ou bouchons qu'on peut confectionner en toile ou en carton; on se procure deux carrés de carton dur, beaucoup plus larges que le parasoleil de l'objectif; on fixe chaque couvercle de l'objectif au centre de chacun de ces cartons. La chambre étant dirigée vers le sujet à reproduire, l'objectif doit être couvert par un de ces carrés à l'aide de la main droite; la main gauche doit tenir le second carton au-dessous du premier, à 10 ou 12 centimètres de celui-ci.

L'exposition à la lumière se fait en retirant délicatement le couvercle et abaissant rapidement le carton auquel il est fixé. La lumière pénètre dans l'objectif, aussitôt le second carton est abaissé de la main gauche, et son couvercle est placé sur le parasoleil de l'objectif, arrêtant ainsi l'action des rayons lumineux qui n'agissent que pendant un temps très court.

BIBLIOGRAPHIE.

OBJECTIFS ET DIAPHRAGMES.

ABNEY (W. de W.). *Leçons d'optique à l'usage des photographes*, Bulletin de l'Association belge de photographie, 1883 et 1884.

BECK (Conrad). De nombreux articles parus dans *The Camera Club* et dans le *Scientific American*.

BUEHLER. *Atelier und Apparat der Photographen*. Weimar, 1867.

DALLMEYER (J.-H.). *Du choix et de l'emploi des objectifs photographiques*. Chez Puech, à Paris.

DALLMEYER (T.-R.). Articles dans le journal *The Camera Club* et autres recueils anglais; *Dingler's Polytec. Journal*, vol. LXXIX, 1844.

EDER (Dr). *Ausführliches Handbuch der Photographie*, I.

KRUGER. *Der Apparat der Photographen*. Leipzig, 1859.

LEMLING. *Der Freund des Photographen oder die Fortschritte der photographischen Optik*, 1839 — 1874.

MOESSARD (Ct). Articles dans le *Bulletin de la Société française de photographie*.

MONCKHOVEN (Dr D. Van). *Traité d'optique photographique*.

NEUMANN. *Die Haupt und Brennpunkte eines Linsensystems*, 1866.

PETZVAL. *Berichte über die Ergebnisse einiger dioptrischer Untersuchungen*. Wien, 1843.

PORRO. *Sur le perfectionnement pratique des appareils optiques*. Paris, Mallet Bachelier, 1858.

SECRETAN. *De la distance focale des systèmes optiques convergents*.

ZENTMAYER. Articles divers : *Photographic News*, 1876, et *Scientific American*.

ZINKEN. *Untersuchungen über die Dioptrik der Linsensysteme*, 1870.

OBTURATEURS.

ABNEY (W. de W.). Articles in *Bulletin de l'Association belge de photographie*, depuis 1878.

AGLE. *Manuel pratique de photographie instantanée*. Paris, Gauthier-Villars, 1887.

EDER (Dr). *Ausführliches Handbuch der Photographie*, I.

— *La Photographie instantanée, son application aux arts et aux sciences*. Paris, Gauthier-Villars, 1889.

LONDE (A.). *La Photographie instantanée*. Paris, Gauthier-Villars, 1886.

SEBERT (colonel). Articles in *Bulletin de la Société française de photographie* et *Journal de physique de d'Almeida*.