

Le diaphragme et les ouvertures

Rappel : La luminosité d'un objectif est inversement proportionnelle au carré de la distance focale :

$$\frac{1}{f^2}$$

Ouverture utile de l'objectif

Ouverture utile maximale

Si, face à une source lumineuse, on applique à l'arrière de l'objectif (dont le diaphragme est pleinement ouvert) un verre dépoli (ou un papier calque), il y a formation d'un cercle lumineux dont le diamètre est l'ouverture utile. On l'appelle également ouverture mécanique.

On admet, dans la pratique, que c'est celle du diaphragme grand ouvert.

Pour connaître sa valeur par le calcul, on divise la distance focale de l'objectif par l'ouverture relative maximale (gravée sur l'avant de l'objectif) :

$$O = \frac{f}{n}$$

Exemple : $f = 55 \text{ mm}$; $n = 2,8$;

$$O = \frac{55}{2,8} = 19,64 \text{ mm}$$

La surface de l'ouverture utile

On sait que la surface d'un disque se calcule avec la formule : $S = 3,14 \cdot r^2$

or $r = \frac{f}{2n}$ et $r^2 = \frac{f^2}{4(n)^2}$, donc la formule $S = 3,14 \cdot r^2$ devient $S = 3,14 \cdot \left(\frac{f^2}{4(n)^2}\right)$

Exemples :

1. $f = 55 \text{ mm}$; $n = 2,8$;

$$S = 3,14 \cdot \left(\frac{55^2}{4(2,8)^2}\right) = 3,14 \cdot \left(\frac{3025}{31,36}\right) = 302,88 \text{ mm}^2$$

2. $f = 55 \text{ mm}$; $n = 32$;

$$S = 3,14 \cdot \left(\frac{55^2}{4(32)^2}\right) = 3,14 \cdot \left(\frac{3025}{4096}\right) = 2,31 \text{ mm}^2$$

Relation entre les surfaces des ouvertures utiles

Soit deux ouvertures n_1 et n_2 et les surfaces S_1 et S_2 qui leur sont associées. Les surfaces S_1 et S_2 sont telles que : $S_1 \cdot n_1^2 = S_2 \cdot n_2^2$

d'où, à l'ouverture du diaphragme :
$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = 2$$

d'où, à la fermeture du diaphragme :
$$\frac{S_2}{S_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 = 0,5$$

Conclusion : Quand on passe d'une valeur d'ouverture relative (gravée sur la bague du diaphragme) à une autre, la surface de l'ouverture utile (ouverture mécanique) est multipliée ou divisée par deux.

Exemples : $2,31 \cdot 32^2 = 4,9 \cdot 22^2$;

Ouvrons le diaphragme de : $n_1 = 32$ à $n_2 = 22$ - $S_1 = 2,31 \text{ mm}^2$ - $S_2 = 4,9 \text{ mm}^2$;

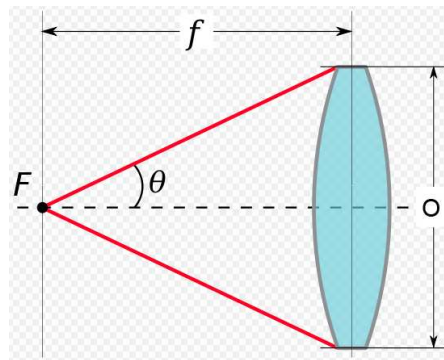
$$\frac{4,9}{2,31} = \left(\frac{32}{22}\right)^2 = 2$$

Fermons le diaphragme de : $n_1 = 22$ à $n_2 = 32$ - $S_1 = 4,9 \text{ mm}^2$ - $S_2 = 2,31 \text{ mm}^2$;

$$\frac{2,31}{4,9} = \left(\frac{22}{32}\right)^2 = 0,5$$

Ouverture relative de l'objectif

En photographie, l'ouverture relative d'un objectif photographique, appelée plus couramment ouverture, désigne le rapport entre la distance focale de cet objectif et le diamètre de sa pupille d'entrée.



- Où f = distance focale de l'objectif ;
- F = foyer image ;
- O = diamètre de la pupille d'entrée (= ouverture utile).

C'est un nombre sans unité noté n (ou N) ou $f/\#$. L'ouverture relative est aussi appelée « Nombre d'Ouverture (N.O.) » ou F-number en anglais.

La modification de ce paramètre agit sur :

- la régulation de l'illumination du capteur ;
- la modification de la profondeur de champ de l'image ;
- la limitation des aberrations optiques de l'objectif.

L'ouverture de base dite « pleine ouverture » d'un objectif dépend du diamètre des lentilles (lentille frontale pour un téléobjectif) et de la focale ; le diaphragme est l'élément mécanique permettant de réduire cette ouverture.

Ouverture relative maximale

L'ouverture relative maximale ¹ qui indique la luminosité réelle de l'objectif se détermine en divisant la distance focale par l'ouverture utile maximale :

$$n = \frac{f}{O}$$

Exemple : $f = 55 \text{ mm}$; $O = 19,64 \text{ mm}$;

$$n = \frac{55}{19,64} = 2,8 \text{ (f/2,8)}$$

Les ouvertures relatives

A chaque ouverture utile (ou mécanique) correspond une ouverture relative. Les ouvertures relatives sont gravées sur la bague du diaphragme.

Les ouvertures relatives sont normalisées avec les valeurs suivantes :

f/1 – f/1,2 – f/1,4 – f/1,8 – f/2 – f/2,8 – f/3,5 – f/4 – f/5,6 – f/8 – f/11 – f/16 – f/22 – f/32 – f/45 – f/64

Cette série est une progression géométrique, de telle sorte que l'augmentation d'une valeur diminue de moitié la quantité de lumière qui passe par elle. Si l'ouverture relative maximale de l'objectif n'est pas comprise dans cette série, la série progresse normalement pour toutes les autres.

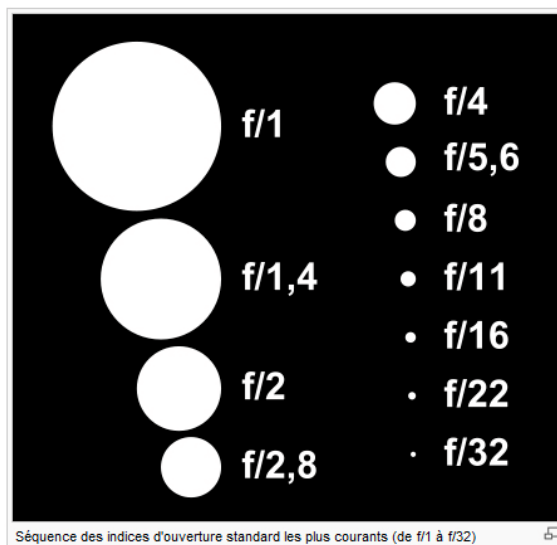


Tableau de la proportion de lumière traversant l'objectif en fonction de l'ouverture du diaphragme

f/32	f/22	f/16	f/11	f/8	f/5,6	f/4	f/2,8	f/2	f/1,8	f/1,4	f/1,2	f/1
	+2	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+16	+18	+20	+22	+24
-24	-22	-20	-18	-16	-14	-12	10-	-8	-6	4-	2-	

En regardant la série des ouvertures relatives, on constate que nous passons de l'une à l'autre en les multipliant (ou en les divisant) par un coefficient égal à la racine carrée de 2, soit 1,44 :

$$n1 = n \cdot \sqrt{2} = n \cdot 1,44$$

$$\text{Ou } n1 = \frac{n}{\sqrt{2}} = \frac{n}{1,44}$$

Exemples :

1. $n = 2,8$;

$$n1 = 2,8 \cdot \sqrt{2} = 2,8 \cdot 1,44 = 4 \text{ (f/4)}$$

2. $n = 4$;

$$n1 = \frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{4}{1,44} = 2,77 \text{ (f/2,8)}$$

Rappel : L'exposition est le produit de l'ouverture (**f/** ou **n**) qui contrôle la quantité de lumière traversant l'objectif pour atteindre le film ou le capteur (rôle du diaphragme), par le temps de pose (**TdP**) qui expose ce film ou le capteur à la lumière durant une durée déterminée (rôle de l'obturateur).

Pour que l'exposition reste constante, tout changement d'ouverture doit être compensé par une modification du temps de pose et inversement.

Le temps de pose (encore appelé injustement « vitesse d'obturation »)² est indiqué en secondes et fractions de seconde, selon la progression suivante :

30 - 15 - 8 - 4 - 2 - 1 - 1/2 - 1/4 - 1/8 - 1/15 - 1/30 - 1/60 - 1/125 - 1/250 - 1/500 - 1/1000 - 1/2000 - 1/4000 - 1/8000.

1. C'est cette valeur qui est gravée sur la face avant de l'objectif, accompagnée de la valeur de la focale.
2. Pour plus d'informations se référer au chapitre traitant des temps de pose et de l'obturateur.