

Objectif photographique

C'est un système convergent destiné à former une image réelle d'objets proches ou éloignés sur une surface sensible.

Ce système doit être convenablement corrigé des aberrations inhérentes à l'emploi des lentilles, ce qui oblige les constructeurs à utiliser des lentilles d'indices et de pouvoirs dispersifs différents, de courbures judicieuses, ainsi que des diaphragmes judicieusement placés.

Un peu de vocabulaire :

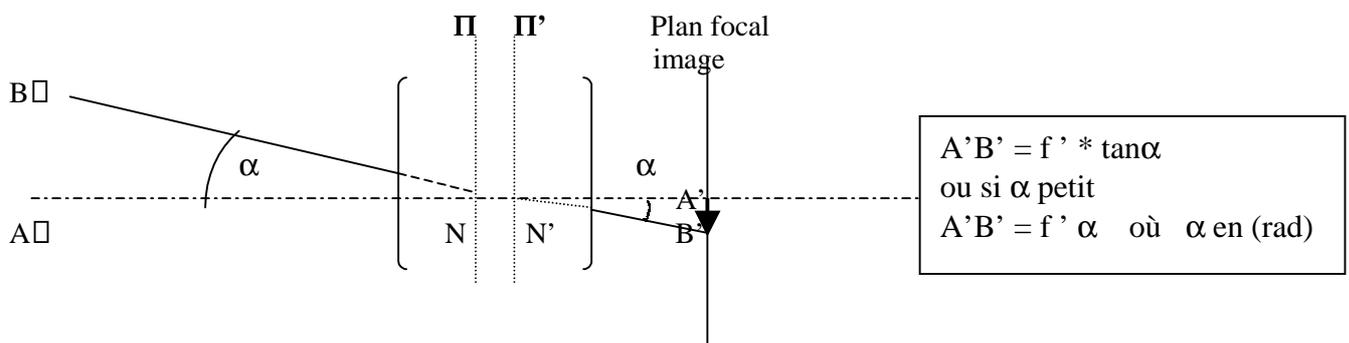
- corrigé des aberrations de sphéricité et d'achromatisme : objectif **apochromatique**
- corrigé de l'astigmatisme : objectif **anastigmat**
- corrigé de la distorsion : objectif **orthoscopique**

I. Caractéristiques :

1. Distance focale :

Elle conditionne la grandeur de l'image d'un objet éloigné.

En effet, pour un objet lointain vu sous un angle α on a, en utilisant la propriété des points nodaux :

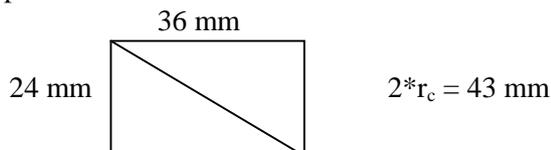


- un objectif est qualifié de « normal » quand sa distance focale est sensiblement égale à la diagonale de la pellicule
- un « téléobjectif » a une grande distance focale mais alors le AB possible est de petite taille
- un « grand angle » a une courte distance focale et AB est alors de grande taille
- un « zoom » est un objectif à focale variable

2. Champ angulaire objet :

On a vu dans le chapitre sur les instruments d'optique que la pellicule photo est diaphragme de champ. Le champ angulaire objet est calculé en prenant la diagonale r_c de la pellicule comme diamètre du champ moyen image.

Exemple : pour le format 24*36



L'angle de champ est voisin de 90° , peu différent en fait de l'angle de champ de l'œil.

Pour un « grand angle », cet angle $2 \cdot \omega$, comme son nom l'indique, est bien supérieur .

Pour un « téléobjectif », il est petit comme le montre la relation : $\tan \omega = r_c / f'$.

3. Nombre d'ouverture n :

On définit avant tout le diamètre d'ouverture d ou $2h$, par le diamètre de la pupille d'entrée P_e . Celle est connue par construction quand on sait le diaphragme d'ouverture D_o est généralement constitué par le diaphragme à iris de l'objectif, ce diaphragme étant celui que l'on tourne pour régler n . Pour les constructions dont vous devez connaître le principe, reportez vous au chapitre « Généralités sur les instruments d'optiques » et ses exercices.

Finalement, le nombre d'ouverture n , valeur sans unité, est donné par

$$n = f' / d$$

Dans le jargon, on dit que l'objectif, réglé sur n , travaille à f / n .

La plus petite valeur de n caractérise donc l'ouverture maximale car d est alors maximal. C'est pour cette valeur que l'objectif reçoit le plus grand flux lumineux.

4. L'exposition ou lumenation H :

Compte tenu du choix de l'émulsion, caractérisé par l'échelle « ISO », une bonne exposition nécessite le choix d'un couple {nombre d'ouverture n , temps d'exposition τ }.

Il faut, pour une sensibilité donnée, assurer : **H \uparrow constante**

Or entre exposition H et éclairement E existe la relation : **$H = E * \tau$**

On a de plus vérifié en T.P. que :

$$E = k / n^2 \quad \text{où } k = \text{constante}$$

Il faut donc assurer :

$$\tau / n^2 = \text{constante}$$

Les valeurs de τ suivent une progression géométrique de raison 2

exemples : 1 / 1000 ; 1 / 500 ; 1 / 250 ; 1 / 125 ; 1 / 60 ; 1 / 30 ; 1 / 15 ; 1 / 8

Tandis que les valeurs de n forment une progression de raison « racine carrée de 2 ».

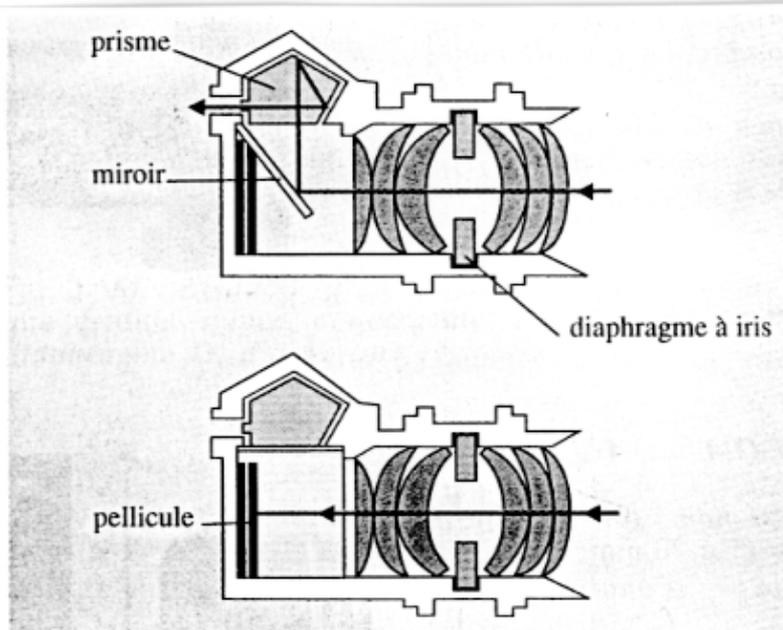
Les valeurs de n^2 donc forment une progression de raison 2 tout comme les valeurs de τ , donc la relation est vérifiée : les paramétrages { $\tau = 1 / 250$; $n = 4$ }, { $\tau = 1 / 125$; $n = 5,6$ }, etc... donnent des expositions identiques .

Le choix entre ces réglages fait intervenir : le sujet traité, l'effet recherché, les possibilités en matériel...

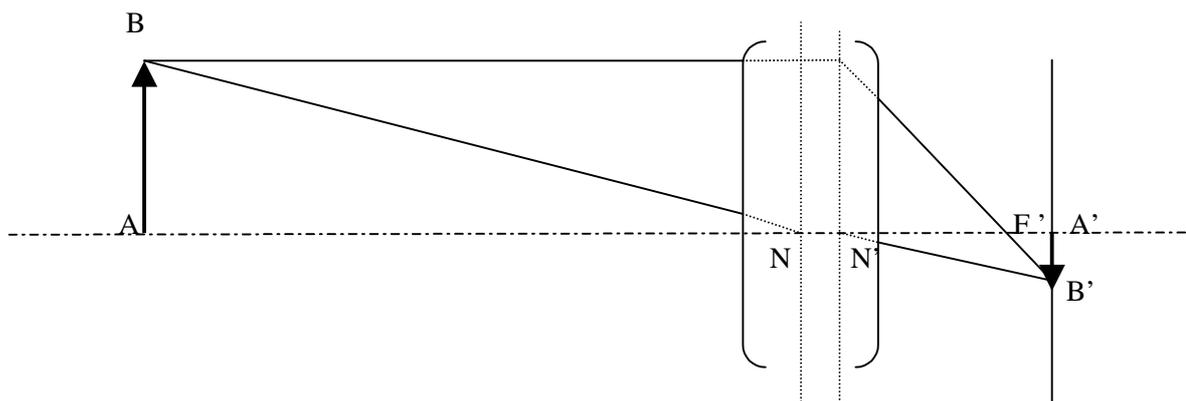
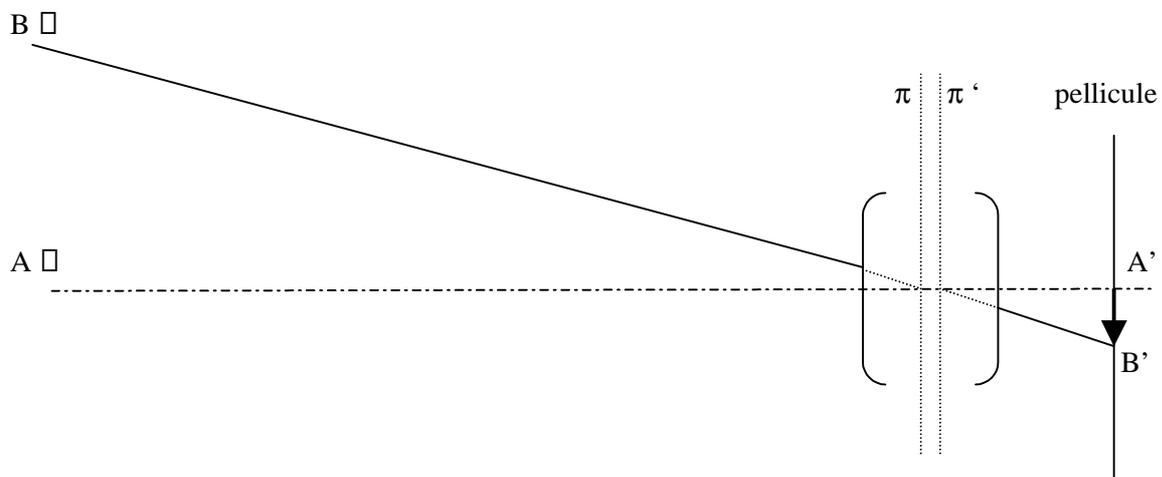
II. Réglages :

1. La mise au point :

La mise au point est généralement obtenue par déplacement de l'objectif par rapport à la pellicule.
Le plus souvent elle est assurée par « visée reflex ».

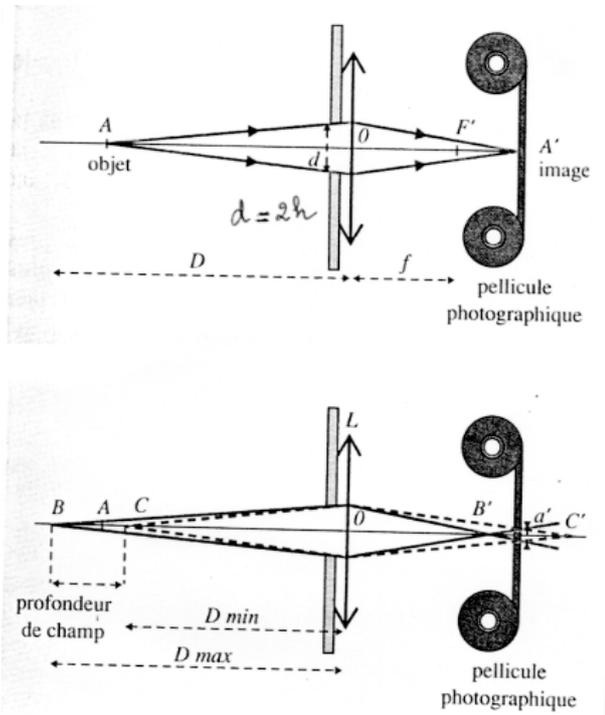


*Le viseur couplé à l'objectif facilite la mise au point.
Le prisme renverse l'image qui est donc vue « à l'endroit » dans le viseur.
Pendant la prise de vue, le miroir se relève pour permettre à la lumière de parvenir à l'obturateur qui s'ouvre à son tour pendant la durée de l'exposition.*



2. La profondeur de champ :

Théoriquement la pellicule devrait se trouver dans le plan conjugué image du plan objet considéré. En fait la structure discontinue de l'émulsion permet d'assurer une netteté acceptable pour des objets situés dans des plans de front distincts.



La mise au point a été réalisée sur l'objet ponctuel A. Son image ponctuelle A' est sur la pellicule.

Du fait du grain a' de l'émulsion les objets ponctuels compris entre B et C ont des images de netteté acceptable sur la pellicule puisqu'elles apparaissent comme des taches de diamètre < a'.

3. Cercle de tolérance :

On peut apporter une précision supplémentaire sur les affirmations précédentes. En fait, un point peut-être représenté sur une pellicule par une tache circulaire dès lors que celle-ci est vue sous un angle ϵ inférieur ou égal au pouvoir de résolution de l'œil : la photo obtenue paraît alors nette.

On appelle alors *cercle de tolérance*, le cercle de diamètre maximum Z susceptible de représenter un point sur la pellicule sans que la photographie cesse d'être vue nette.

Remarques :

- 1> Comme vu ci-dessus, on confond souvent Z avec le diamètre a' du grain de l'émulsion.
- 2> On suppose souvent dans la littérature que Z est vu à la distance f' sous l'angle ϵ , de sorte que l'on a :

$$Z = \epsilon * f'$$

4. Expression de la profondeur de champ :

Le cercle de tolérance étant défini, la profondeur de champ – voir dessins ci-dessus – $BC = D_{\max} - D_{\min}$ est donnée par la relation

$$BC = 2nZD^2 / f'^2$$

Les **facteurs qui accroissent la profondeur de champ**, pour une émulsion donnée, sont donc la diminution de la focale f' , l'élévation du nombre d'ouverture n et l'éloignement D du plan objet théorique.

5. Distance hyperfocale D_o :

Si la mise au point de l'objectif est à l'infini alors la notion de profondeur de champ n'a plus de sens. On définit alors *la distance hyperfocale* D_o comme la distance au-delà de laquelle doit se trouver un objet pour que son image soit nette sur la photo et ce *quand l'objectif est réglé sur l'infini*.

On montre que l'on a :

$$D_o = f'^2 / (nZ)$$

On a donc intérêt que D_o soit petite ce que l'on vérifie :

- si l'appareil est de petit format, car f' petite
- si on diaphragme beaucoup, car n petit mais perte de luminosité.

6. Profondeur de foyer :

C'est une notion plus étonnante. En effet, pour la profondeur de champ on étudie le déplacement de l'objet pour un objectif et une pellicule fixes.

Ici on suppose objet et objectif fixes, et on cherche le déplacement $A'_1A'_2$, possible de la pellicule qui permet d'obtenir une image nette de l'objet A.

$A'_1A'_2$ est alors appelé *profondeur de foyer*.

On montre que l'on a :

$$A'_1A'_2 = 2nZ$$