



# La profondeur de champ

Document réalisé par Frédéric KIENER en octobre 1999.

Son but est de rappeler quelques notions comme la notion de flou en photographie, les cercles de confusions, l'hyperfocale et enfin la profondeur de champ. Puis au delà de ces considérations, nous nous intéresserons à la façon de calculer ces valeurs simplement.



## SOMMAIRE

1	Introduction :	3
2	Définition :	3
3	Profondeur de champ et distance de mise au point :	3
4	Profondeur de champ : agir sur l'objectif :	4
5	Pourquoi la profondeur de champ varie avec l'ouverture ?	4
6	Est-ce que la profondeur de champ est relative à la focale ?	4
7	Calculons la profondeur de champ :	5
7.1	Qu'est ce que le flou ?	5
7.2	Cercles de confusion.	6
7.3	Distance hyperfocale, définition et calcul :	6
7.4	Calcul de la profondeur de champ	8
7.5	Les formules :	9
8	En conclusion	9
9	Il faut retenir que :	9
10	Cas particulier de la macro :	10
10.1	Profondeur de champ selon le grandissement g	10
10.2	Bagues allonge	11
10.3	Calculs : réglage sur infini	11
10.4	Calculs : autre réglage	11
10.5	Exemples:	12
10.6	Les bonnettes	12
10.7	Calculs:	12
10.8	Distance de mise au point:	13
10.9	Exemple:	13
10.10	Macro en inversant l'objectif ?	13



## 1 Introduction :

La technique au service de l'art !

Du portrait au paysage, la maîtrise de la profondeur de champ aura un rôle déterminant sur l'esthétique de votre image.

Afin de distinguer l'élément essentiel de votre composition, vous isolerez ce que vous souhaitez mettre en valeur grâce à un cadrage judicieux, mais également en jouant sur la profondeur de champ. Vous dirigerez le regard des autres sur votre photo, comme l'a été votre regard par votre sujet dans la réalité.

## 2 Définition :

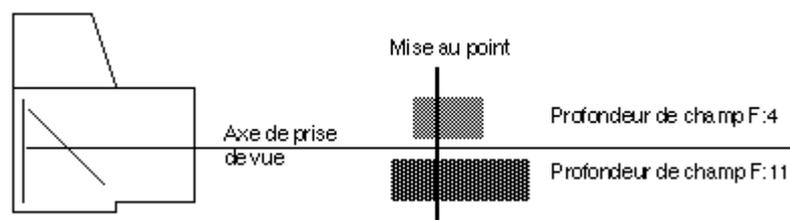
La profondeur de champ désigne l'espace qui sera net lors de la prise de vue.

Lorsque vous faites la mise au point sur un sujet, un espace devant et derrière ce plan de mise au point détermine la profondeur de champ.

Une profondeur de champ réduite (sujet net et arrière-plan flou) mettra le sujet en évidence.

Une profondeur de champ maximale (avant-plan net et arrière-plan net) rendra une scène avec tous les détails, le réalisme et la profondeur.

La profondeur de champ d'un plan de mise au point est plus grande derrière celui-ci, que devant.



La profondeur de champ augmente d'un tiers devant le plan de mise au point pour les deux tiers derrière.

## 3 Profondeur de champ et distance de mise au point :

On remarquera que :

- plus on est près du sujet, moins grande sera la profondeur de champ et
- plus le sujet est éloigné, plus grande sera la profondeur de champ.

Les sujets éloignés (plus de 3 mètres) offrent toujours beaucoup de profondeur de champ. Si vous désirez obtenir des effets de flou derrière ou devant un sujet, il faut que la scène offre des plans à des **distances inférieures à trois mètres**.



#### **4 Profondeur de champ : agir sur l'objectif :**

Nous allons voir comment modifier la profondeur de champ en réglant son objectif et quels sont les paramètres qui vont modifier celle-ci. Il s'agit essentiellement de l'ouverture.

#### **5 Pourquoi la profondeur de champ varie avec l'ouverture ?**

Le contrôle du diaphragme détermine la quantité de lumière qui atteint le film mais aussi  
**LA PROFONDEUR DE CHAMP.**

Plus l'ouverture est fermée, plus les rayons lumineux forment un angle aigu, et plus le cercle formé sur la pellicule est petit, donc net.

Une grande ouverture (f: 2) donnera peu de profondeur de champ et une petite ouverture (f: 22) donnera une plus grande de profondeur de champ.



#### **6 Est-ce que la profondeur de champ est relative à la focale ?**

Oui et Non !

Non. Etant donné une ouverture et un cadrage constant (donc un point de vue variable), quelle que soit la focale, la profondeur de champ sera identique.

Par contre Oui, étant donné une ouverture et un point de vue constant (donc un cadrage variable), la profondeur de champ augmente quand la focale diminue.

Mais nous verrons cela plus en détail par la suite.

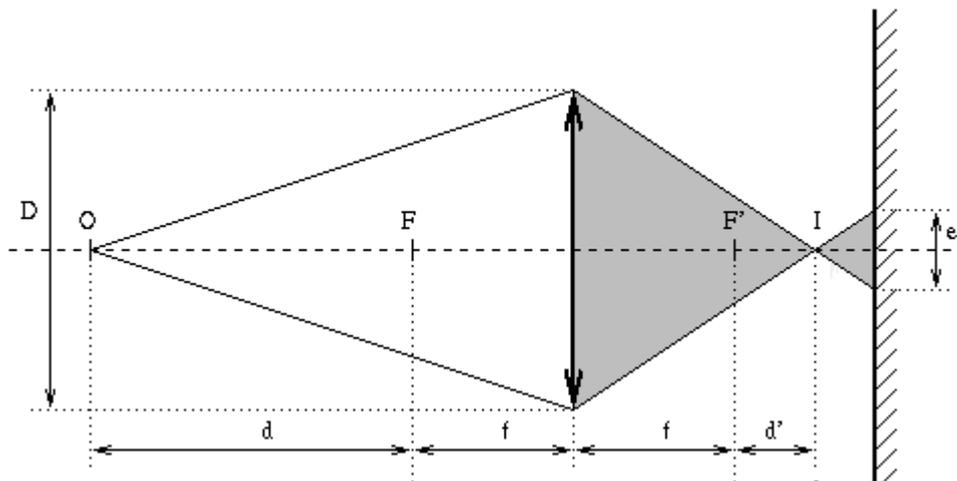


## 7 Calculons la profondeur de champ :

Avant de définir la profondeur de champ, il faut définir quelques notions comme le "flou" et les "cercles de confusion" ainsi que "l'hyperfocale".

### 7.1 Qu'est ce que le flou ?

En physique (mais ne vous effrayez pas !), par rapport à une lentille, on ne parle pas d'image mais de point. En simplifiant considérablement les choses, on se contentera du cas où l'objet (point O) à photographier est sur l'axe de l'objectif. Son image à travers la lentille (qui est biconvexe) sera aussi sur l'axe et sera matérialisée par un point parfaitement net (point I). Si on se place, ou plutôt si l'on place le film un peu avant ou un peu après, l'image I de l'objet O sera floue...

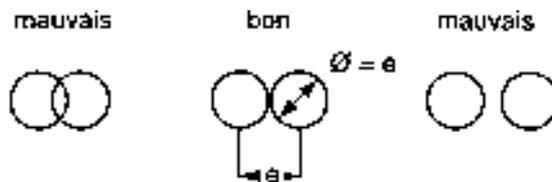


Heureusement, notre œil accepte une petite marge d'erreur sans que l'on y voie de différence, c'est ainsi que nous allons définir les cercles de confusion.



### 7.2 Cercles de confusion.

Les cercles de confusion sont deux points (deux minuscules cercles) placés l'un à côté de l'autre sur un négatif de manière à ce que leurs bords se touchent sans se chevaucher ni présenter un écart entre eux. Le diamètre de ces points a été mesuré sur le négatif dès que les points sont apparus nets et distincts sur le papier.



Le diamètre (e) de ces cercles est appelé diamètre de confusion. Il est variable en fonction de la taille d'un négatif et aussi variable en fonction de l'observateur. Suivant les individus, on voit plus ou moins bien et la notion de netteté est légèrement différente pour chaque humain..

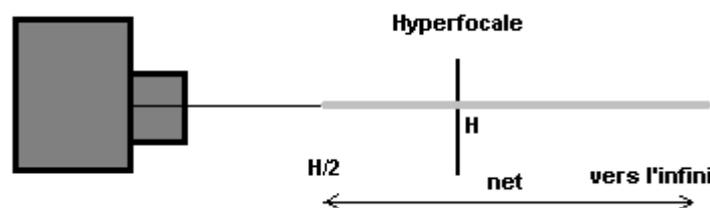
En règle générale, on accepte :

- un diamètre de 0.02mm pour un négatif 24\*36
- un diamètre de 0.05mm pour un négatif 6\*6
- un diamètre de 0.1mm pour un négatif 4\*5 inch.

Avant de calculer la profondeur de champ, il faut déterminer l'hyperfocale.

### 7.3 Distance hyperfocale, définition et calcul :

La distance hyperfocale (H) c'est la distance minimum au delà de laquelle tout est net. En mettant au point à l'hyperfocale, on est net depuis la moitié de l'hyperfocale jusqu'à l'infini.





La distance hyperfocale se calcule pour chaque objectif. Elle répond à la formule

$$H = \frac{F^2}{N \times e}$$

avec F = la focale de l'objectif en mm  
N = ouverture (diaphragme)  
e = diamètre du cercle de confusion en mm

exemple : un objectif de 50mm à f 2 avec un négatif 24\*36 cela donne

$$H = \frac{50 \times 50}{2 \times 0.02} = 62,5 \text{ m}$$

à f 8 cela donne 15,6m  
avec un objectif de 100mm à f 2 on a 250m

**Conclusion, l'hyperfocale est directement influencée par la focale de l'optique et inversement est influencée par l'ouverture de cette optique.**

On a vu que lorsque l'on fait la mise au point sur un objet situé à l'hyperfocale, on est net de la mi - distance de l'hyperfocale jusque l'infini; dans le premier cas calculé, on sera net de 31.25m jusque l'infini.

Si on fait la mise au point sur un objet situé à une distance plus courte que l'hyperfocale, on remarque que l'infini devient flou et que l'avant plan devant l'objet est flou aussi.

Cette zone de netteté entre les deux limites de netteté c'est la **profondeur de champ**.



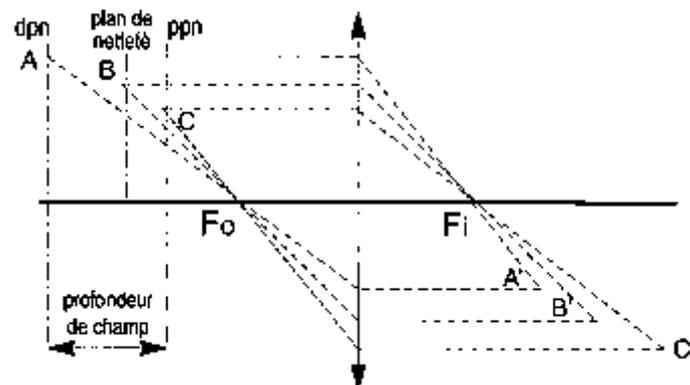
#### 7.4 Calcul de la profondeur de champ

Comme on considère nettes les images se trouvant entre les plans contenant les cercles de confusion on peut alors retrouver les objets de ces images.

Pour la facilité du dessin on remplace les cercles de confusion par des points ( $A'$  et  $C'$ ) et on recherche les objets de ces points.

Tous les points contenus entre  $A$  et  $C$  sont considérés comme nets sur la pellicule. On constate que le plan où se trouve le point  $B$  s'appelle plan de netteté. Que le plan où se trouve le point  $A$  s'appelle **DPN** (dernier plan net) et que le plan où se trouve le point  $C$  s'appelle **PPN** (premier plan net).

L'espace entre les points  $A$  et  $C$  s'appelle « profondeur de champ ». La profondeur de champ  $c$ 'est une zone de netteté qui s'étend en deçà et au delà du plan de netteté. Elle se repartit  $1/3$  devant et  $2/3$  derrière. Les objets situés en dehors de la profondeur de champ seront flous sur l'image.





### 7.5 Les formules :

**La profondeur de champ PDC = PPN - DPN**

H = Hyperfocale et d = distance de mise au point

$$\boxed{DPN = \frac{H \times d}{H - d} \quad \text{et} \quad PPN = \frac{H \times d}{H + d}} \quad \text{avec} \quad \boxed{H = \frac{F^2}{N \times e}}$$

exemple : un objectif de 50mm ouvert à f2 a une hyperfocale à 62.5m. La distance de mise au point est de 10m ; Quel est la profondeur de champ ?

$$DPN = \frac{62.5 \times 10}{62.5 - 10} \quad \text{et} \quad PPN = \frac{62.5 \times 10}{62.5 + 10}$$

$$DPN = \frac{625}{52.5} = 11.9 \text{ m} \quad \text{et} \quad PPN = \frac{625}{72.5} = 8.6 \text{ m}$$

La distance de mise au point est de 10m et la profondeur de champ de  $11.9 - 8.6 = 3.3\text{m}$  avec 1.4m entre l'objet et le PPN et 1.9m entre l'objet et le DPN.

## 8 En conclusion

Sur le terrain, il est difficile de calculer la profondeur de champ avec exactitude surtout en reportage où l'on doit prendre rapidement des photos. ce qu'il faut retenir pour une application pratique et rapide de ce réglage de la profondeur de champ, c'est qu'il y a trois facteurs qui influencent la profondeur. Dans les formules nous voyons que la distance de mise au point (d), la focale (F) qui se trouve dans la formule de H et l'ouverture du diaphragme (N) qui se trouve aussi dans la formule de H sont les trois facteurs que l'on dispose sur le terrain et qui nous permettent de régler la profondeur sans calculer.

## 9 Il faut retenir que :

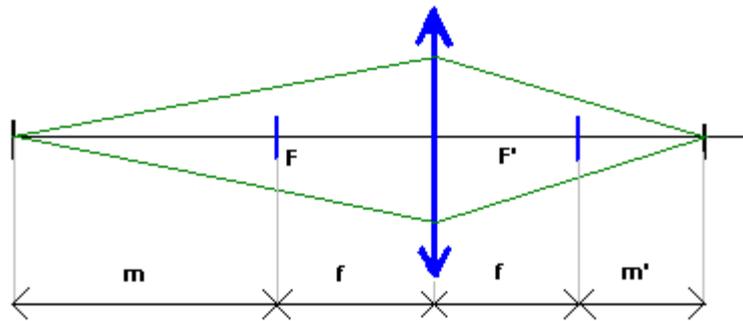
- Si le diaphragme augmente (c'est-à-dire passer de f 2 à f 16) la profondeur de champ augmente.
- Si la focale diminue (c'est-à-dire passer de 50mm à 24mm) la profondeur de champ augmente
- Si la distance de mise au point augmente (passer de 3m à l'infini) la profondeur de champ augmente.



## 10 Cas particulier de la macro :

Dans le cas de la macro, on va s'appuyer sur le grandissement de la solution optique utilisée. C'est à dire soit un objectif macro dont on connaît le rapport de grandissement, soit un objectif à focale fixe ou un zoom auquel on ajoute des bagues allonges et dont on calcule le grandissement.

Comment calculer le grandissement :



Soit  $m$  la distance de mise au point, c'est à dire la distance objet/objectif

Soit  $m'$  la distance objectif/film

Soit  $f$  la focale de l'objectif

Et  $g$  le grandissement

$$G = m' / f \quad \text{ou} \quad G = f / m$$

Dans le cas des objectifs macro, le grandissement n'est pas à calculer puisqu'il est indiqué sur l'objectif.

### 10.1 Profondeur de champ selon le grandissement $g$

$$PPN = m - n e * (1 + g) / g^2 = m - f^2 g^2 / h * (1 + g)$$

$$DPN = m + n e * (1 + g) / g^2 = m + f^2 g^2 / h * (1 + g)$$



### 10.2 Bagues allonge

Qu'est ce que c'est?

Accessoire qui se place entre le boîtier et l'objectif, il permet **d'augmenter le tirage** entre les deux et par la, de permettre des **grandissements supérieurs** pour une utilisation en macrophoto d'un objectif non prévu pour cette utilisation ou même pour accroître encore le grandissement d'un objectif macro !

Un tube allonge n'a pas d'autre fonction que celle ci, il ne comporte aucune lentille.

### 10.3 Calculs : réglage sur infini

Les calculs qui suivent s'entendent avec un objectif dont la bague de mise au point se trouve placée sur l'infini. Grandissement obtenus avec ajout d'un tube allonge:

G = Grandissement, T = Tirage apporté par le tube allonge, F = Focale de l'objectif.

$$\mathbf{G = T / F}$$

La distance de mise au point est donnée par l'expression suivante:

D = Distance de mise au point, G = Grandissement, F = Focale de l'objectif.

$$\mathbf{D = (1 + 1 / G) \times F}$$

### 10.4 Calculs : autre réglage

Pour un réglage de la bague de mise au point différent, il faut tenir compte du tirage apporté par l'objectif. On calcule alors le tirage T' apporté par l'objectif avec D' = Distance de la bague de mise au point et F = Focale de l'objectif.

$$\mathbf{T' = (D' \times F) / (D' - F)}$$

On ajoute alors T' à T (Tt = Tirage total) et on applique la formule suivante:

$$\mathbf{G = (Tt - F) / F}$$



### 10.5 Exemples:

- Soit un objectif de 100 mm de focale, réglé sur l'infini et une bague allonge de 20 mm, on a un grandissement de  $G = 20 / 100 = 0,2$  et une distance de mise au point de  $D = (1 + 1 / 0,2) \times 100 = 600$  soit 60 cm.
- Le même objectif de 100 mm de focale réglé sur 20 cm (200 mm), et avec le même tube allonge de 20 mm, on a un tirage de l'objectif de  $T' = (200 \times 100) / (200 - 100) = 200$  mm, et un tirage total de  $T_t = 200 + 20 = 220$  mm. Le grandissement obtenu est alors de  $G = (220 - 100) / 100 = 1,2$  et une distance de mise au point de  $D = (1 + 1 / 1,2) \times 100 = 183,3$  soit 18,3 cm .

### 10.6 Les bonnettes

Qu'est ce que c'est?

Aussi nommée "lentille additionnelle" ou "lentille d'approche", utilisée essentiellement en macrophotographie, elle se fixe devant l'objectif et permet d'accroître le grandissement de l'objectif par diminution de la distance focale de l'ensemble. C'est en fait une lentille biconvexe ou un ménisque convergent serti sur une monture vissante adaptée au filetage avant de l'objectif.

### 10.7 Calculs:

Une lentille est caractérisée par sa puissance en dioptrie (P), c'est en fait l'inverse de la focale (F'):

$$P = 1 / F'$$

Les puissances en dioptrie s'additionnent, la puissance résultant de l'association d'un objectif et d'une lentille est égale à:

$$P_t = P + 1 / F$$

Avec :  $P_t$  = Puissance résultante,  $P$  = Puissance de la lentille,  $F$  = Focale de l'objectif

Et la focale résultante ( $F_r$ )est alors égale à:

$$F_r = 1 / P_t$$



### 10.8 Distance de mise au point:

Lorsque l'objectif est réglé sur l'infini, la distance de mise au point (D) est égale à la focale de la lentille (F')

$$D = F'$$

Lorsque l'objectif est réglé sur une distance différente (D'), la distance de mise au point (D) est donnée par l'expression suivante:

$$D = (F' \times D') / (F' + D')$$

Le grandissement avec une lentille s'exprime de la façon suivante:

$$G = Fr / (D - Fr)$$

Avec : G = Grandissement, D = Distance de mise au point, Fr = Focale résultante.

### 10.9 Exemple:

- Soit un objectif de 50 mm de focale, et une lentille additionnelle d'une puissance de 4 dioptries. La focale résultante sera de  $Fr = 1 / (4 + 1 / 0,05) = 0,0416$  soit 42 mm. La distance de mise au point avec l'objectif réglé sur l'infini  $D = 1 / 4 = 0,25$  soit 25 cm. Et le grandissement résultant de l'association est de  $G = 0,042 / (0,25 - 0,042) = 0,20$ .
- Si la bague de mise au point est placée sur 50 cm, la distance de mise au point est de  $D = (0,25 \times 0,50) / (0,25 + 0,50) = 0,166$  soit 17 cm. Et le grandissement sera égal à  $G = 0,0416 / (0,166 - 0,0416) = 0,33$ .

### 10.10 Macro en inversant l'objectif ?

Bon alors là allons voir l'homme expérimenté qui n'est autre que Jean Pierre RUNSER...

Ce petit exposé est terminé, vous pouvez reprendre une activité normale, c'est à dire dehors, le boîtier à la main, ou ... à l'œil !

**A TCHAO BONSOIR !**

**Frédéric**