

# Films argentiques : réciprocité - Poses longues

B. Desmet - 2024

## 1. Introduction

Le document s'intéresse à l'exposition des films argentiques noir et blanc. Il peut être utile de revenir sur quelques notions de base relatives à l'exposition des films photographiques argentiques. Pour faire simple, on pourra définir l'exposition du film comme la quantité de lumière que doit recevoir un film pour produire un équilibre satisfaisant entre les zones claires et les zones sombres. L'exposition peut être considérée comme le produit d'un flux lumineux et du temps d'exposition.

$$\text{exposition} = \text{flux lumineux} \times \text{temps d'exposition}$$

Le flux lumineux reçu par le film dépend de l'ouverture du diaphragme, proportionnellement à la surface de son ouverture. Si la surface de l'ouverture du diaphragme est réduite de moitié (divisée par 2) le flux lumineux reçu par le film est également divisé par 2 et, pour conserver une même exposition, il est nécessaire de doubler le temps d'exposition (multiplication par 2). C'est cette relation entre surface d'ouverture et temps d'exposition qui constitue la loi de réciprocité.

Le choix de l'échelle normalisée des ouvertures des diaphragmes vise à faciliter l'application de la loi de réciprocité : une ouverture d'un cran se traduit par un doublement de la surface de l'ouverture. Cette ouverture (figure 1) est définie par le rapport :

$$\text{ouverture} = \frac{f}{D}$$

où  $f$  est la distance focale de l'objectif et  $D$  le diamètre de l'ouverture au centre du diaphragme.

On remarquera que la progression est telle que l'on passe d'une ouverture à la suivante (1 cran) par une multiplication par  $\sqrt{2} \approx 1.4$ . Quand on passe d'une ouverture à la suivante, le diamètre  $D$  est donc divisé par  $\sqrt{2}$  et comme la surface  $S$  de passage de la lumière au centre du diaphragme est proportionnelle au carré du diamètre ( $S \sim D^2$ ), cette surface est donc bien réduite de moitié lorsque l'on passe d'un diaphragme au suivant. En conséquence, lorsque l'on ferme le diaphragme d'un cran, il suffit de doubler le temps d'obturation pour conserver la même exposition du film.

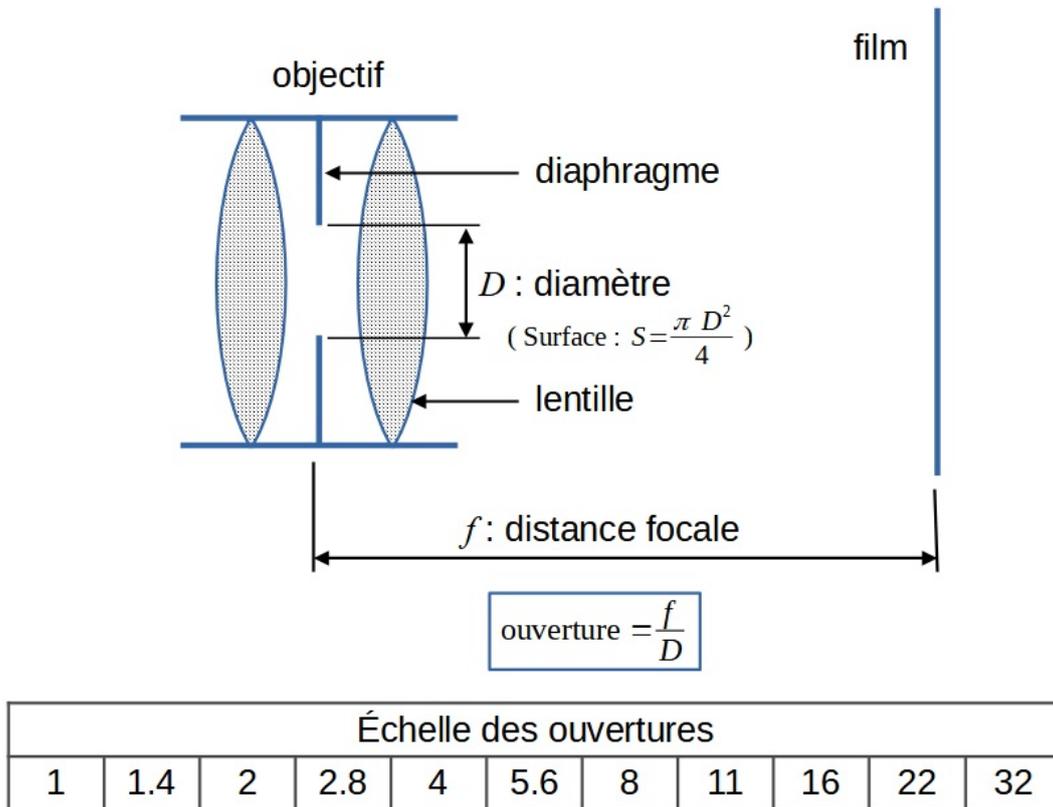


Figure 1. Description de l'obturateur

## 2. Limites de la loi de réciprocité

La loi de réciprocité, rappelée précédemment, ne s'applique que dans certaines limites; elle est en défaut pour les temps d'exposition très courts ou longs.

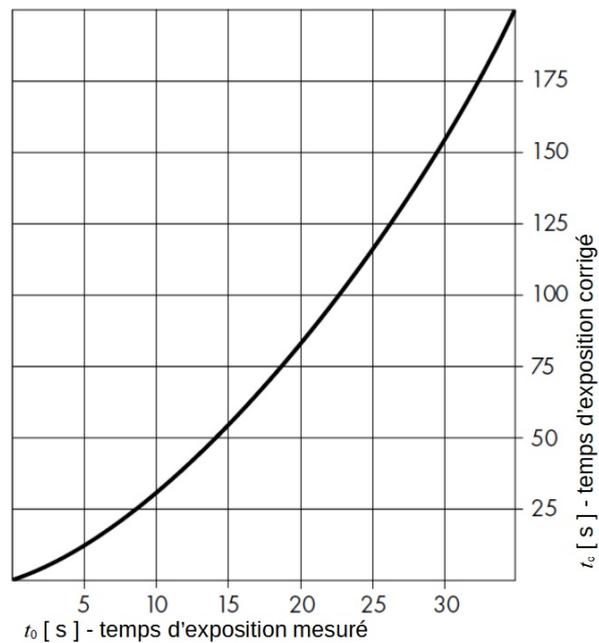


Figure 2. Correction des temps d'exposition longs d'après ILFORD™

Les documents techniques publiés par ILFORD™ pour les films PANF, FP4, HP5, DELTA 100, DELTA 400 indiquent qu'aucune correction de réciprocité n'est nécessaire pour des temps d'exposition compris entre 1/10 000 s et 1/2 s. Pour les temps d'exposition supérieurs à 1/2 s, ces documents fournissent la courbe de la figure 2 qui indique en ordonnée les temps d'exposition à utiliser ( $t_c$  [s]) en fonction du temps d'exposition mesuré ( $t_0$  [s]) en abscisse. Cette courbe est bien représentée par la relation :

$$t_c = t_0 (2.035 + 0.105 t_0) - 0.544 \quad (\text{si } t_0 \geq 1/2 \text{ s})$$

où  $t_0$  et  $t_c$  sont exprimés en secondes ([s]).

Le tableau ci-dessous indique les valeurs calculées à l'aide de la relation précédente. Les intervalles entre les temps d'exposition correspondent à 1/2 diaphragme.

$t_0$ [s]	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44	64
$t_c$ [s]	0.5	0.9	1.6	2.5	4	6	9	14	22	34	60	95	170	<b>300</b>	<b>600</b>

(\*) Les valeurs notées en caractères gras ont été obtenues en extrapolant la courbe de correction d'exposition caractérisant les écarts par rapport à la loi de réciprocité.

### Table de correction des temps d'exposition longs

## 3. Utilisation de filtres neutres

L'utilisation de filtres gris neutre (filtres ND) permet d'augmenter les temps d'exposition dans le but de réaliser certains effets tels que lissage des surfaces d'eau en écoulement, filés de nuages, etc. Ces filtres, qui ne font que réduire l'intensité lumineuse sans modifier les couleurs, existent en diverses densités :

- ND2 : facteur de prolongation d'exposition  $\times 2$
- ND4 : facteur de prolongation d'exposition  $\times 4$
- ND8 : facteur de prolongation d'exposition  $\times 8$
- ND100 : facteur de prolongation d'exposition  $\times 100$
- ND400 : facteur de prolongation d'exposition  $\times 400$
- ND1000 : facteur de prolongation d'exposition  $\times 1000$
- ...

Les durées d'exposition nécessaires lors de l'utilisation des filtres ND sont souvent supérieures à la valeur limite de validité de la loi de réciprocité et, dans ce cas, il est nécessaire d'appliquer un temps d'exposition corrigé qui tient compte non seulement de l'atténuation de l'intensité lumineuse du filtre mais aussi de la correction due à l'écart par rapport à la loi de réciprocité.

La durée d'exposition à appliquer lorsqu'un filtre ND est utilisé peut être calculée à l'aide des relations suivantes :

$$t_c \text{ [s]} = F_{ND} \times t_0 \text{ [s]}$$

si  $t_c \text{ [s]} \leq 0.5 \text{ s}$ .  $F_{ND}$  est le facteur de prolongation du filtre utilisé,

$$t_c \text{ [s]} = F_{ND} (t_0 (2.035 + 0.105 t_0) - 0.544)$$

si  $t_c \text{ [s]} \geq 0.5 \text{ s}$ .

La table de la page suivante, établie en utilisant les relations précédentes, permet de déterminer les temps d'exposition lorsque des filtres ND sont utilisés. Cette table tient compte des écarts à la loi de réciprocité pour les poses longues.

À titre d'exemple, si dans les conditions de prise de vue la durée d'exposition mesurée est 1 / 125 s pour la prise de vue sans filtre ND (exposition de base  $t_0$  [s]), la durée corrigée reste égale à l'exposition de base car il s'agit d'une exposition courte restant dans le domaine de validité de la loi de réciprocité et les durées d'exposition avec utilisation de filtres ND2, ND4, ND8, ND400 et ND1000 sont respectivement 1 / 60, 1 / 30, 1 / 15, 7 et 23 s. On notera qu'une correction de non réciprocité s'applique dans le cas de l'utilisation des filtres ND400 et ND1000.

$t_0$ [s]	exposition corrigée : $t_c$ [s]					
	base	sans filtre	ND2	ND4	ND8	ND400
1 / 2000	1 / 2000	1 / 1000	1 / 500	1 / 250	1 / 5	1/2
1 / 1000	1 / 1000	1 / 500	1 / 250	1 / 125	1 / 2	1.6
1 / 500	1 / 500	1 / 250	1 / 125	1 / 60	1.2	4
1 / 250	1 / 250	1 / 125	1 / 60	1 / 30	3	9
1 / 125	1 / 125	1 / 60	1 / 30	1 / 15	7	23
1 / 60	1 / 60	1 / 30	1 / 15	1 / 8	18	63
1 / 30	1 / 30	1 / 15	1 / 8	1 / 4	45	184
1 / 15	1 / 15	1 / 8	1 / 4	1 / 2	128	<b>602</b>
1 / 8	1 / 8	1 / 4	1 / 2	1.6	<b>364</b>	
1 / 4	1 / 4	1 / 2	1.6	4		
1 / 2	1 / 2	1.6	4	9		
1	1.6	4	9	23		
2	4	9	23	59		
5	12	30	82	<b>249</b>		
10	30	82	<b>249</b>			
15	54	155				
20	82	<b>249</b>				
25	116					
30	155					
35	200					

(\*) Les valeurs notées en caractères gras ont été obtenues en extrapolant la courbe de correction d'exposition caractérisant les écarts par rapport à la loi de réciprocité.

**Table d'expositions avec filtres ND et prise en compte des effets de non réciprocité**