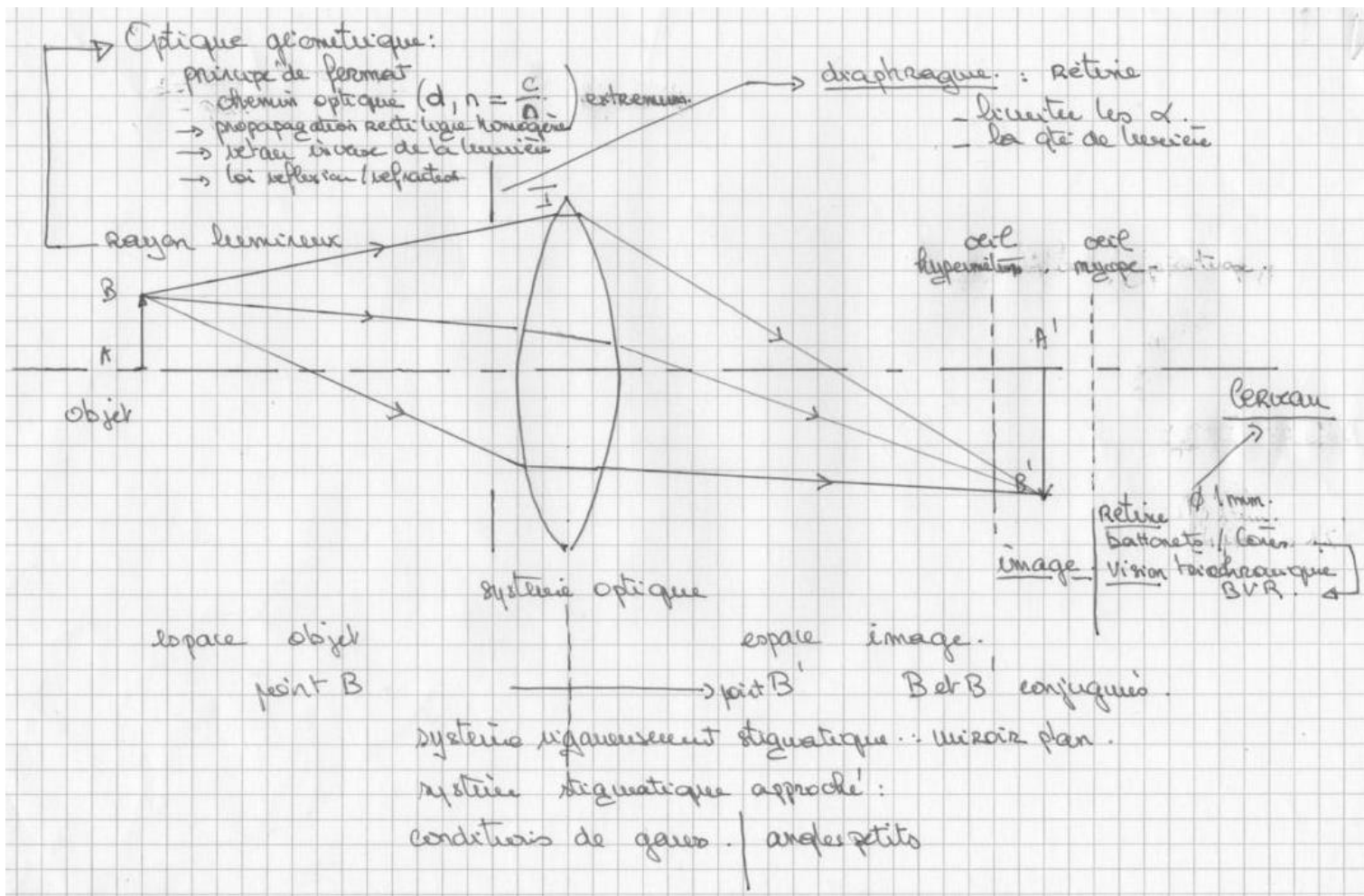
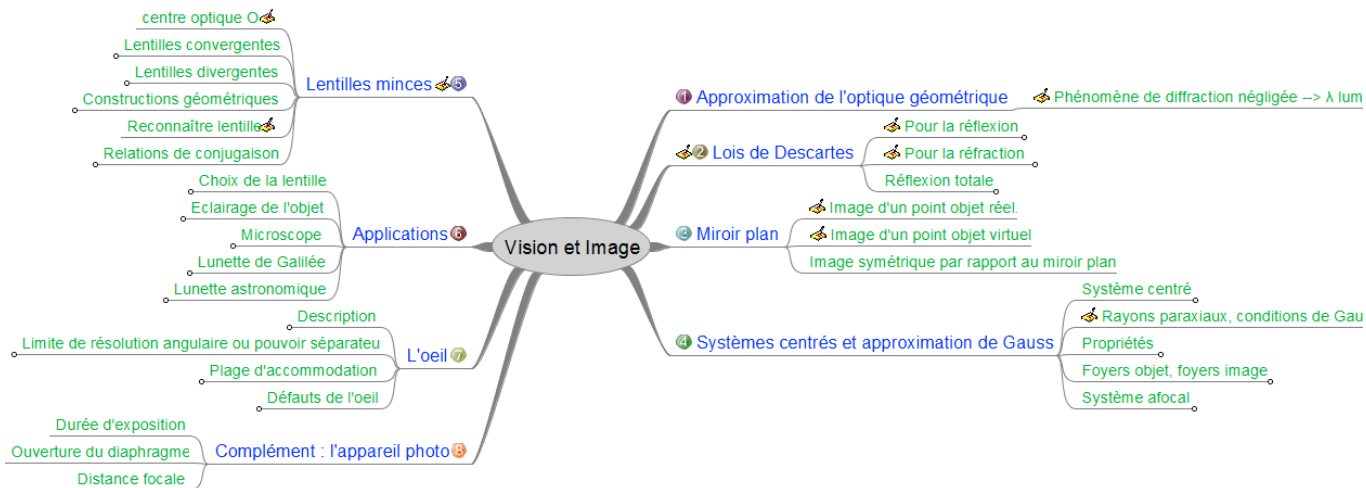


- J'intègre PCSI Physique tout en un, dunod.

centre optique O



Post Bac : Influence des réglages sur l'image produite par un appareil photographique numérique.

On va interpréter à l'aide des lois de l'optique l'influence sur l'image de trois réglages de l'appareil photo :

- La durée d'exposition
- L'ouverture de diaphragme
- La distance focale

I/ Modélisation

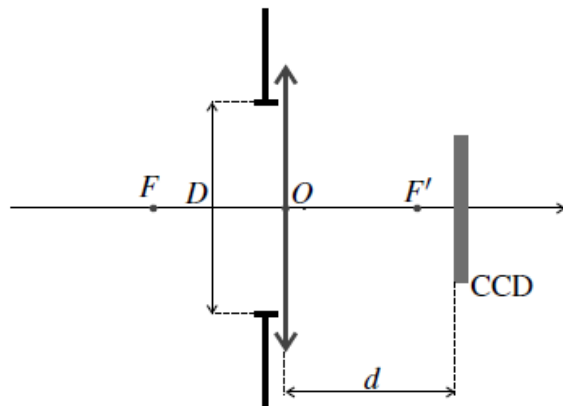


Figure 5.44 – Modélisation de l'appareil photographique.

τ : durée d'exposition

Pour avoir une image correcte :

- Image formée sur le capteur (1 point sujet = 1 point capteur) $\rightarrow$ réglage de d
- Quantité de lumière convenable sur le capteur $\rightarrow$ Réglage simultané de D et τ .



Figure 5.45 –

$$\tau = \frac{1}{4} \text{ s}$$

$$f' = 35 \text{ mm}$$

$$D = f'/8$$

Sous-exposée



Figure 5.46 –

$$\tau = \frac{1}{30} \text{ s}$$

$$f' = 35 \text{ mm}$$

$$D = f'/8$$

Exposition normale



Figure 5.47 –

$$\tau = \frac{1}{125} \text{ s}$$

$$f' = 35 \text{ mm}$$

$$D = f'/8$$

Sur-exposée

Explication exposition :

Le signal fourni par une cellule sensible du capteur dépend de l'énergie qu'elle reçoit, cette énergie étant proportionnelle à τ (autres paramètres fixés).

→ Echelle de gris :

- $E < E_{\min}$: pixel noir → Image sombre si trop de capteurs concernés
- $E > E_{\min}$: pixel blanc → image surexposée si trop de capteurs concernés.

II/ Influence du diaphragme d'ouverture

Nombre d'ouverture : $N=f'/D$

1. Exposition

Mêmes focales mais des N différents et des τ différents.



Figure 5.46 –
 $\tau = \frac{1}{30}$ s

$f'=35\text{mm}$
 $N=2$



Figure 5.48 – $f' = 35$ mm,
 $D = \frac{f'}{2}, \tau = \frac{1}{500}$ s.

$f'=35\text{mm}$
 $N=8$

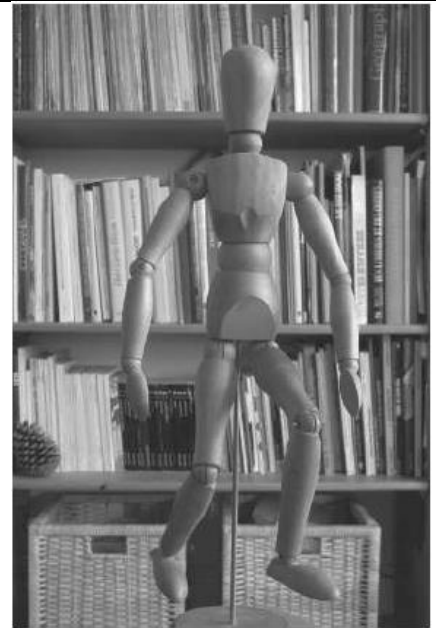


Figure 5.49 – $f' = 35$ mm,
 $D = \frac{f'}{22}, \tau = \frac{1}{4}$ s.

$f'=35\text{mm}$
 $N=22$

Relation entre D et τ ?

Onde lumineuse caractérisée par son éclairement $\mathcal{E}$ qui est une puissance surfacique donc la puissance entrant dans l'objectif est $\mathcal{P} = \mathcal{E} \pi \frac{d^2}{4}$, qui augmente avec D.

L'énergie reçue par un pixel est proportionnelle à la puissance qu'il reçoit (qui est proportionnelle à la puissance entrant dans l'objectif) multipliée par la durée d'exposition τ .

→ L'énergie est proportionnelle à $D^2 \tau$ qui détermine la qualité de l'exposition (plus le diaphragme est ouvert, plus l'énergie reçue est grande. Plus la durée d'exposition est grande, plus l'énergie est grande).

Calcul de $\left(\frac{D}{f'}\right)^2 \tau$ pour les 3 photos (f' est la même pour les 3, donc pas de pb)

Figure 5.46	Figure 5.48	Figure 5.49
$\left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \frac{1}{500} = 5 \cdot 10^{-4}$	$\left(\frac{1}{8}\right)^2 \times \frac{1}{30} = 5 \cdot 10^{-4}$	$\left(\frac{1}{22}\right)^2 \times \frac{1}{4} = 5 \cdot 10^{-4}$

→ Les trois photos ont la même exposition. (qui paraît correcte)

2. Profondeur de champ



Figure 5.46 –
 $\tau = \frac{1}{30} \text{ s}$

$f' = 35 \text{ mm}$

$N = 2$

Arrière-plan à peu près net



Figure 5.48 – $f' = 35 \text{ mm}$,
 $D = \frac{f}{2}, \tau = \frac{1}{500} \text{ s}$.

$f' = 35 \text{ mm}$

$N = 8$

Arrière-plan flou

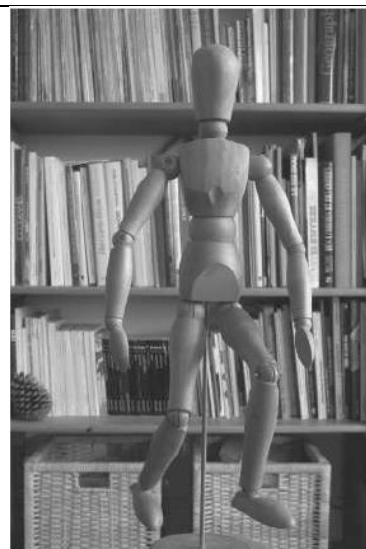


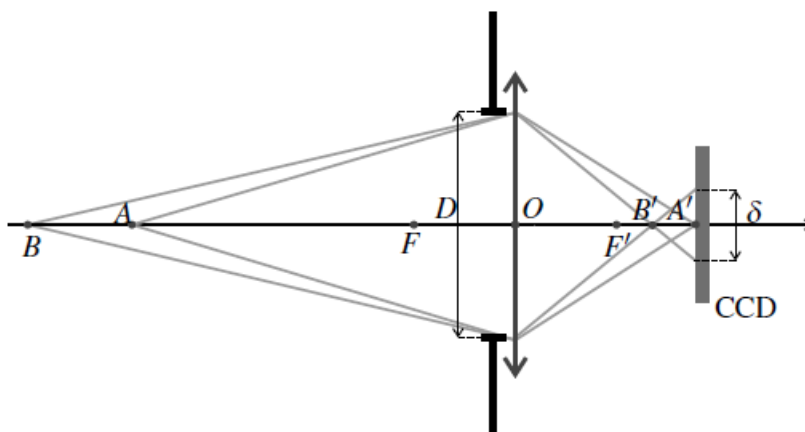
Figure 5.49 – $f' = 35 \text{ mm}$,
 $D = \frac{f}{22}, \tau = \frac{1}{4} \text{ s}$.

$f' = 35 \text{ mm}$

$N = 22$

Arrière-plan net

Réglages netteté arrière plan ? Influence de D ?



La figure 5.50 représente un point A sur lequel la mise au point est faite : son image A' se forme sur le capteur et un point B situé derrière A . L'image B' de B est située devant le capteur CCD. En effet d'après la formule de conjugaison de Newton :

$$\overline{F'B'} \overline{FB} = \overline{F'A'} \overline{FA} \quad \text{d'où} \quad F'B' = F'A' \frac{FA}{FB} < F'A'.$$

De ce fait, la lumière issue de B fait sur le capteur une tache qui a la forme du diaphragme d'ouverture. Pour un diaphragme circulaire de diamètre D , cette tache est circulaire de diamètre δ et d'après le théorème de Thalès :

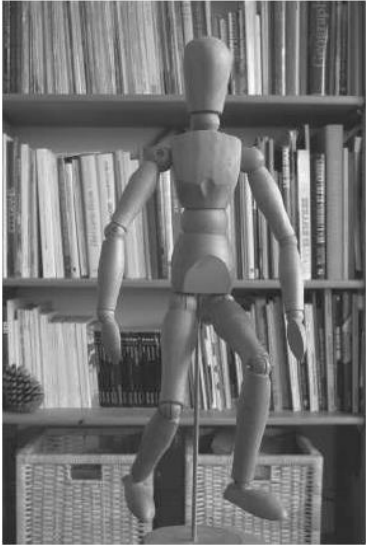
$$\delta = D \frac{B'A'}{OB'}.$$

D'après cette formule : *plus le diamètre D du diaphragme est petit, plus le diamètre δ de la tache est petit.*

- Si on éloigne B de A (et de l'appareil), $FB \nearrow \rightarrow F'B'$ (via la relation de Newton).
Ainsi, $OB' \searrow$ et $B'A' \nearrow$, donc $\delta \nearrow$.
- Plus B est éloigné derrière A, plus le diamètre de la tâche est grand, plus l'image est floue.

Condition pour B' net ?

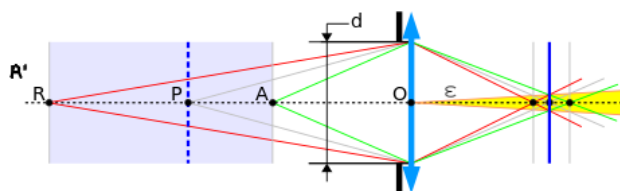
B' net si $\delta <$ taille d'une cellule élémentaire du capteur (soit d'un pixel de l'image finale). Or, l'œil n'est pas capable de distinguer un pixel sur une image numérique, donc on peut se contenter que $\delta < \delta_{max}$ (dépend des conditions de visualisation), ≈ 3 fois la taille d'un pixel.

 Figure 5.48 – $f' = 35$ mm, $D = \frac{f}{2}, \tau = \frac{1}{500}$ s.	 Figure 5.49 – $f' = 35$ mm, $D = \frac{f}{22}, \tau = \frac{1}{4}$ s.
$f' = 35$ mm $N = 8$ Arrière-plan flou $\delta > \delta_{max}$	$f' = 35$ mm $N = 22$ Arrière-plan net $\delta < \delta_{max}$
D est 11 fois plus grand sur la photo de gauche que sur la photo de droite.	
Il y a quelque part entre le mannequin et la bibliothèque une limite au-delà de laquelle les points ne sont plus nets.	Tout objet entre le mannequin et la bibliothèque est net

- Profondeur de champ : distance entre le point net le plus proche de l'objectif et le point net le plus éloigné de l'objectif.
- Profondeur de champ diminue si D augmente.

Profondeur de champ

La mise au point est faite sur P et la surface sensible se trouve donc en P' mais l'objet n'est plus plan. Des points de cet objet tels que A et R donnent des taches-images dont le diamètre reste acceptable ; l'image de tout objet à trois dimensions situé entre les plans perpendiculaires à l'axe optique passant par A et R sera nette.



3. Diffraction (peut-être risqué de se lancer, les questions peuvent vite être compliquées)

Le phénomène de diffraction limite-t-il la netteté de l'image pour les petits diamètres d'ouverture ?

Photo Boris expliquer en TP critère de Rayleigh