



BTS OPTICIEN LUNETIER
OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET PHYSIQUE – U.42
SESSION 2022

Note : ce corrigé n'a pas de valeur officielle et n'est donné qu'à titre informatif sous la responsabilité de son auteur par Acuité.

Proposition de corrigé par Rémi Louvet, professeur d'Optique géométrique et Physique au Lycée Technique Privé d'Optométrie de Bures-sur-Yvette

Co-Auteur de l'ouvrage :

« Exercices d'optique géométrique et physique 2^e édition »

Collection TEC&DOC - Editions Lavoisier





Partie 1 – ÉTUDE DE L'OBJECTIF

1.1.1. L'objectif est constitué de plusieurs lentilles afin de compenser les aberrations. Les surfaces asphériques permettent de réduire les aberrations géométriques et l'utilisation du verre faiblement dispersif, de limiter les aberrations chromatiques.

1.1.2. Le traitement antireflet permet d'augmenter le coefficient de transmission des dioptries des lentilles et donc d'avoir plus de lumière pouvant traverser l'objectif.

1.1.3. N est inversement proportionnel au diamètre de la pupille d'entrée de l'objectif.

$$N = \frac{f'}{\varnothing_{PE}} \Rightarrow \varnothing_{PE} = \frac{f'}{N}$$

Le nombre d'ouverture le plus petit, $N = 2$, correspond donc au plus grand diamètre de la pupille d'entrée, donc à l'ouverture qui laisse passer le plus de lumière.

1.2.1. P_E est le conjugué objet de P_S à travers l'objectif.

$$\overline{FP_E} \times \overline{F'P_S} = f \times f' \Rightarrow \overline{FP_E} = \frac{f \times f'}{\overline{F'P_S}} = \frac{-40 \times 40}{-43,4} = 36,9 \text{ mm}$$

$$\gamma = -\frac{\overline{F'P_S}}{f'} = -\frac{-43,4}{40} = 1,085$$

$$2R_{PE} = \frac{2R_{PS}}{|\gamma|} = \frac{11,2}{1,085} = 10,3 \text{ mm}$$

1.2.2.

$$N = \frac{f'}{\varnothing_{PE}} = \frac{f'}{2R_{PE}} = \frac{40}{10,3} = 3,88 \approx 4$$



1.2.3. Les deux valeurs extrêmes de N sont 2 et 22.

$$\alpha_{lim} = \frac{1,22N\lambda}{f'}$$

$$\text{pour } N = 2, \quad \alpha_{lim} = \frac{1,22 \times 2 \times 550 \times 10^{-9}}{40 \times 10^{-3}} = 3,36 \times 10^{-5} \text{rad}$$

$$\text{pour } N = 22, \quad \alpha_{lim} = \frac{1,22 \times 22 \times 550 \times 10^{-9}}{40 \times 10^{-3}} = 3,69 \times 10^{-4} \text{rad}$$

1.2.4. Pour $N = 4$, le diamètre de la pupille d'entrée est proche de sa valeur maximale (trouvée avec $N = 2$), donc α_{lim} sera faible, N et α_{lim} étant proportionnels.

Le diamètre de la pupille d'entrée P_E est égal à $40 / 4 = 10$ mm. Ce diamètre étant beaucoup plus grand que la longueur d'onde, le phénomène de diffraction est peu marqué.

(Le calcul de α_{lim} donnerait $6,71 \cdot 10^{-5}$ rad, ce qui correspond à un angle de 14")

1.2.5. Il faut conjuguer le plan objet à travers l'objectif.

$$\overline{FA} \times \overline{F'A'} = f \times f' \Rightarrow \overline{F'A'} = \frac{f \times f'}{\overline{FA}} = \frac{-40 \times 40}{-2700} = 0,593 \text{ mm}$$



Partie 2 – ASSOCIATION DE L'OBJECTIF ET DU BOITIER

2.1. Voir **schéma 1**.

2.2.1. Voir **schéma 1**.

2.2.2. L'origine d'un repère est placée au centre de la pupille de sortie.

Les coordonnées du bord supérieur de la pupille sont (0 ; 5,6),

Les coordonnées du bord supérieur de la lucarne sont (20,3 ; 9,6),

Les coordonnées de B'_{pl} sont (44 ; r'_{pl}).

L'équation de la droite est de la forme $y = a \times x + b$.

En utilisant les coordonnées du bord supérieur de la pupille, on peut écrire :

$$5,6 = a \times 0 + b, \text{ donc } b = 5,6.$$

En utilisant les coordonnées du bord supérieur de la lucarne, on peut écrire :

$$9,6 = a \times 20,3 + 5,6, \text{ donc } a = \frac{9,6-5,6}{20,3} = 0,197.$$

En utilisant les coordonnées de B'_{pl}, on peut écrire :

$$r'_{pl} = 0,197 \times 44 + 5,6, \text{ donc } r'_{pl} = 14,27 \text{ mm} \approx 14,3 \text{ mm}.$$

2.2.3. Il faut calculer la diagonale D du capteur.

$$D = \sqrt{23,5^2 + 15,6^2} = 28,2 \text{ mm}$$

La diagonale D étant inférieure au diamètre du champ image de pleine lumière (2 x 14,3 = 28,6 mm), le capteur est en totalité dans le champ de pleine lumière.

Le capteur est donc uniformément éclairé.

2.3. Il faut calculer le grandissement de l'objectif

$$\gamma = -\frac{\overline{F'A'}}{f'} = -\frac{0,6}{40} = -0,015$$

$$h' = |\gamma| \times h = 0,015 \times 1000 = 15 \text{ mm}$$

La hauteur du capteur est égale à 15,6 mm en mode paysage, l'image est en entier sur le capteur. L'opticien visualise donc la totalité des objets sur la photographie.



Partie 3 – UTILISATION D'UN FILTRE POLARISANT

3.1.1. Voir **schéma 2**.

3.1.2.1 On utilise la loi de Descartes-Snell

$$\sin i = n_v \times \sin r \Rightarrow r = \sin^{-1} \left(\frac{\sin i}{n_v} \right)$$

pour le rayon (2), $r = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 57^\circ}{1,54} \right) = 33^\circ$

pour le rayon (3), $r = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 70^\circ}{1,54} \right) = 38^\circ$

pour le rayon (2), $\rho_{\perp} = -\frac{\sin(57^\circ - 33^\circ)}{\sin(57^\circ + 33^\circ)} = -0,41$

pour le rayon (3), $\rho_{\perp} = -\frac{\sin(70^\circ - 38^\circ)}{\sin(70^\circ + 38^\circ)} = -0,56$

pour le rayon (2), $\rho_{\parallel} = -\frac{\tan(57^\circ - 33^\circ)}{\tan(57^\circ + 33^\circ)} = 0$

pour le rayon (3), $\rho_{\parallel} = -\frac{\tan(70^\circ - 38^\circ)}{\tan(70^\circ + 38^\circ)} = 0,20$

3.1.2.2 C'est pour le rayon (2) que $i + r = 90^\circ$ ($57^\circ + 33^\circ = 90^\circ$) et pour lequel ρ_{\parallel} est nul. L'angle d'incidence est l'angle d'incidence de Brewster.

3.2 Pour avoir extinction à travers le filtre polarisant P_1 , il faut que la direction de polarisation de la lumière réfléchie soit perpendiculaire à l'axe de P_1 . Voir **schéma 3**.

3.3.1. On trouve sur la courbe que $T = 30\%$ pour $\lambda = 550 \text{ nm}$.

3.3.2. $E_2 = E_1 \times T$

3.3.3. On peut écrire $E_1 \times t_1 = E_2 \times t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{E_1}{E_2} \times t_1 = \frac{1}{T} \times t_1 = \frac{1}{0,3} \times t_1 = 3,3 \times t_1$

Le temps de pose augmente.

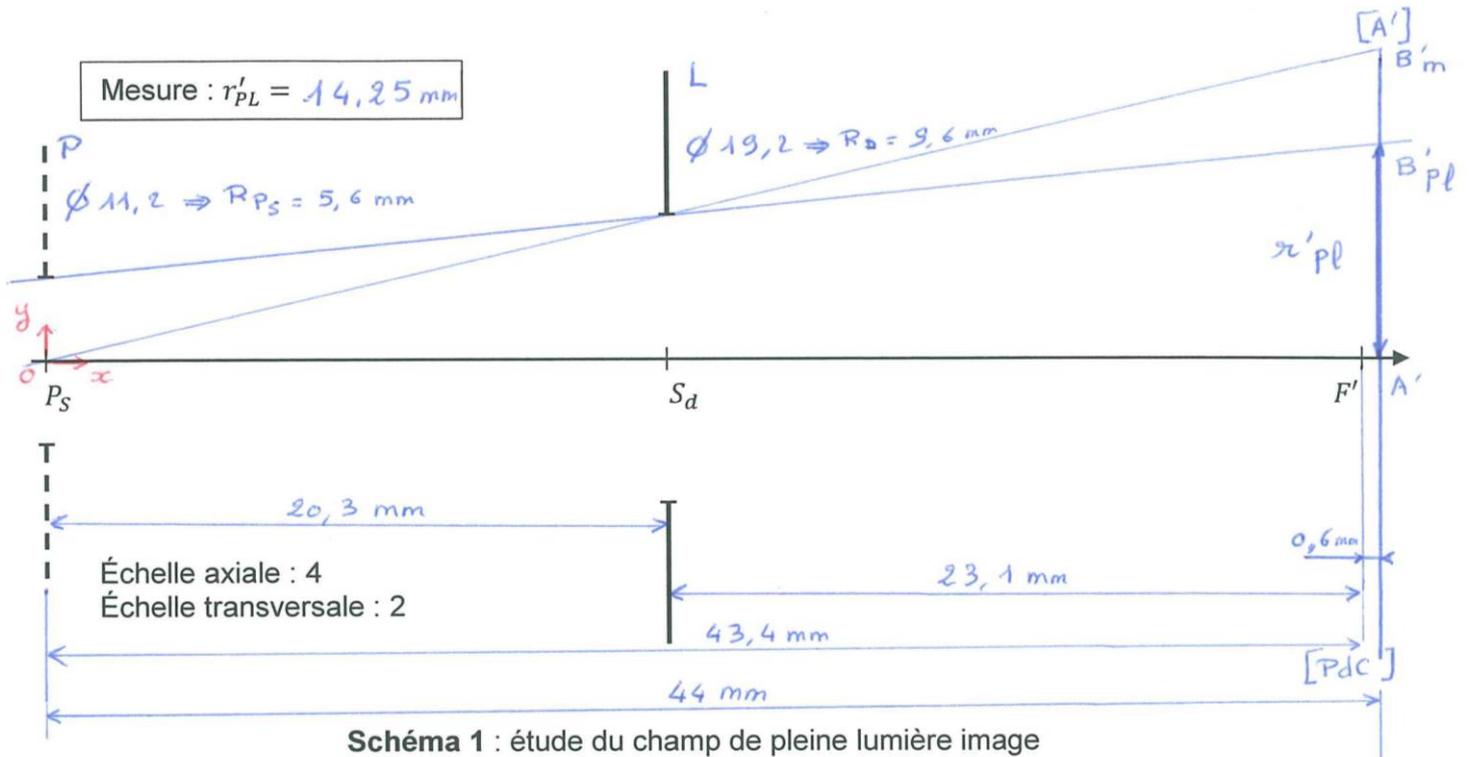


Schéma 1 : étude du champ de pleine lumière image

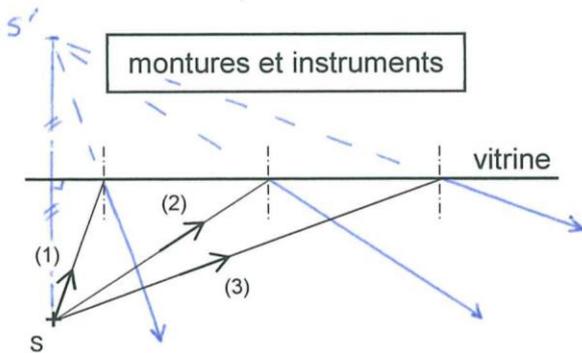


Schéma 2 : réflexion sur la vitrine

	(1)	(2)	(3)
i	20°	57°	70°
r	13°	33°	38°
ρ_{\perp}	$-0,22$	$-0,41$	$-0,56$
$\rho_{//}$	$-0,19$	0	$0,20$

Tableau : coefficients de réflexion \perp et $//$

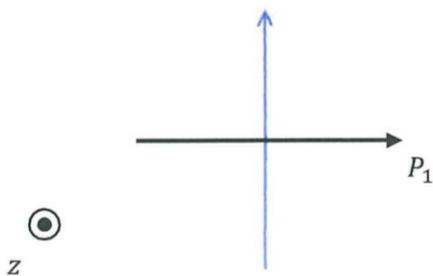


Schéma 3 : direction de polarisation du rayon réfléchi