

Fiche d'exercices d'optique.

N. Bancel

Juin 2025

Extrait BAC 2019 - Metropole - A FAIRE CHEZ VOUS**Partie C - Les photos de l'Archange (10 points)**

La statue, déposée sur un polder, a été photographiée à l'aide d'un appareil photographique numérique.



PHOTOGRAPHIE A

Document 4 - Caractéristiques de l'appareil photographique

Capteur

- Type : CMOS
- Taille : 23,5 mm × 15,6 mm
- Pixels : 6016 × 4000
- ISO : 100 - 6400
- Obturation : 30 s à 1/4000 s

Objectif

- Zoom 70 - 300 mm
- Ouverture 4 - 32

Valeurs des temps de pose (extrait)

1	1/2	1/4	1/8	1/15	1/30	1/60	1/125	1/250	1/500	1/1000	1/2000
---	-----	-----	-----	------	------	------	-------	-------	-------	--------	--------

Valeurs des nombres d'ouverture

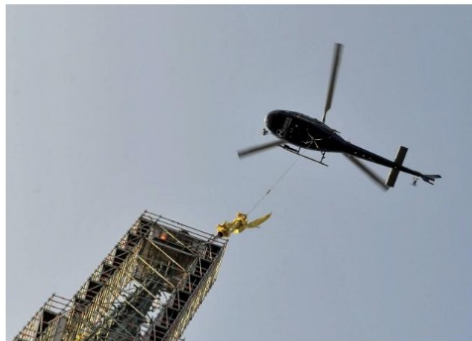
4	5,6	8	11	16	22	32
---	-----	---	----	----	----	----

Données : relations de conjugaison et du grandissement pour une lentille mince

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'} = \frac{1}{f'}$$

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

- C.1. Expliquer ce que représente un pixel.
- C.2. Expliquer le terme « définition » d'un capteur. Déterminer la valeur de la définition du capteur utilisé pour prendre la photographie A.
- C.3. Donner la signification de la caractéristique ISO.
- C.4. Pour prendre la photographie A, le photographe se trouve à la distance de 25 m de la statue. Il utilise les réglages suivants.
- focale : $f' = 80 \text{ mm}$;
 - nombre d'ouverture : $N = 8$;
 - temps de pose : $1/250 \text{ s}$.
- C.4.1. Calculer la vergence correspondant à la focale f' choisie pour la question C.4.
- C.4.2. Calculer la distance entre l'objectif, assimilé à une lentille convergente, et l'image de l'Archange formée sur le capteur.
- C.4.3. Étudier si ce résultat était prévisible en apportant un argumentaire.
- C.4.4. À l'aide des documents 2 et 4, calculer la hauteur de l'image de l'Archange obtenue sur le capteur.
- C.5. Le photographe souhaite augmenter la profondeur de champ de son cliché (photographie A) tout en gardant sa position par rapport à la statue, le même cadrage et la même exposition.
- C.5.1. Expliquer comment le photographe doit régler son appareil pour obtenir ce qu'il souhaite.
- C.5.2. Prévoir la conséquence sur les sujets visualisés sur la photographie A.
- C.6. On donne le réglage utilisé pour la photographie 1 ci-dessous.



PHOTOGRAPHIE 1

- focale $f' = 250 \text{ mm}$
- $N = 8$
- $1/1000 \text{ s}$
- $\text{ISO} = 200$

Associer, en justifiant chaque réponse, les réglages ci-dessous aux clichés de l'hélicoptère de « L'Archange Saint-Michel » (photographies 2 à 5).

Les quatre réglages utilisés sont :

Réglage A : focale $f' = 250 \text{ mm}$; $N = 32$; $1/60 \text{ s}$; ISO = 200

Réglage B : focale $f' = 70 \text{ mm}$; $N = 8$; $1/1000 \text{ s}$; ISO = 200

Réglage C : focale $f' = 250 \text{ mm}$; $N = 16$; $1/1000 \text{ s}$; ISO = 200

Réglage D : focale $f' = 250 \text{ mm}$; $N = 8$; $1/1000 \text{ s}$; ISO = 400



PHOTOGRAPHIE 2



PHOTOGRAPHIE 3



PHOTOGRAPHIE 4



PHOTOGRAPHIE 5

Extrait BAC 2019 - Exercice corrigé

PARTIE C – Le viaduc de Millau (7,5 points)

Document 4 - Le viaduc de Millau est un pont à haubans franchissant la vallée du Tarn. Un photographe amateur a réalisé l'image ci-dessous à l'aide d'un appareil reflex numérique avec les réglages donnés ci-dessous.



Réglages pour une exposition correcte :

Objectif 35 mm

100 ISO

Temps de pose : 1/250 s

Nombre d'ouverture : 11

Caractéristiques de l'image :

Type JPEG

6016 × 4000 pixels

300 dpi (ppp)

Codage 24 bits

Document 5 - Temps de pose et nombres d'ouverture disponibles sur cet appareil.

Temps de pose en seconde

1/8	1/15	1/30	1/60	1/125	1/250	1/500	1/1000
-----	------	------	------	-------	-------	-------	--------

Nombres d'ouverture N

2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
---	-----	---	-----	---	----	----	----

Donnée : relations de conjugaison et de grandissement

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

- C.1. Indiquer à quelle caractéristique est liée la valeur « 100 ISO ».
- C.2. Nommer l'élément de l'objectif lié au nombre d'ouverture N .
- C.3. Le photographe souhaite modifier ses réglages pour obtenir une profondeur de champ plus faible, afin de créer un flou en arrière-plan.
- C.3.1. Définir la profondeur de champ en photographie.
- C.3.2. Expliquer comment le photographe doit agir sur le nombre d'ouverture N pour obtenir le résultat souhaité.
- C.4. Le photographe règle le nombre d'ouverture N à la valeur de 5,6.
- C.4.1. Si le photographe modifie seulement le nombre d'ouverture N , indiquer si l'image sera surexposée ou sous-exposée et justifier la réponse.
- C.4.2. Déterminer le temps de pose qu'il doit choisir pour conserver une exposition correcte.
- C.5. Les caractéristiques de l'image sont notées dans le document 4.
- C.5.1. Calculer la définition de l'image.
- C.5.2. Indiquer à quelle caractéristique est liée la valeur « 300 dpi ».

C.6. Le photographe souhaite maintenant réaliser un plan rapproché d'un pylône. Il utilise un nouvel objectif de distance focale f' égale à 200 mm. Un pylône est soudé au tablier et soutient les haubans ; sa hauteur h vaut 87,0 m. Le photographe se situe à la distance de 50,0 m du pylône. On rappelle que la notation f' désigne la grandeur algébrique $\overline{OF'}$.

C.6.1. Sur un schéma, sans souci d'échelle, représenter le pylône par un segment AB perpendiculaire à l'axe optique ainsi que la lentille de l'objectif avec le centre optique O et ses foyers F et F'. Tracer les rayons lumineux qui permettent d'obtenir l'image A'B' du pylône.

C.6.2. La position de l'image du pylône est donnée par la grandeur algébrique $\overline{OA'}$. Calculer la valeur de $\overline{OA'}$ en mm.

C.6.3. Les dimensions du capteur de l'appareil sont : 23,5 mm × 15,6 mm. Indiquer si l'image du pylône apparaît en entier sur la photographie.

PARTIE C – Le viaduc de Millau (7,5 pts)

1. (C.1 points) Indiquer à quelle caractéristique est liée la valeur « 100 ISO ».

La valeur **ISO** caractérise **la sensibilité du capteur à la lumière**. Plus l'ISO est élevé, plus le capteur est sensible (il nécessite donc moins de lumière pour une exposition correcte).

2. (C.2 points) Nommer l'élément de l'objectif lié au nombre d'ouverture N .

Le nombre d'ouverture N est directement lié au **diaphragme** de l'objectif, c'est-à-dire l'orifice circulaire qui laisse passer la lumière. La relation à retenir est :

$$N = \frac{f}{D}$$

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

Autrement dit, le diamètre du diaphragme est donné par la formule :

$$D = \frac{f}{N}$$

Ainsi, plus N est grand, plus le diaphragme est petit et moins de lumière atteint le capteur.

C.3 – Recherche d’une faible profondeur de champ

1. (C.3.1 points) Définir la profondeur de champ en photographie.

La **profondeur de champ** est la région de l’espace, devant et derrière le plan de mise au point, dans laquelle les objets apparaissent nets ; au-delà de cette zone, ils deviennent flous.

2. (C.3.2 points) Expliquer comment agir sur N pour obtenir ce résultat.

Pour réduire la profondeur de champ et créer du flou d’arrière-plan, il faut **ouvrir le diaphragme, c’est-à-dire augmenter le diamètre du diaphragme. Ce qui correspond à prendre des valeurs de N plus petites**. Pour rappel :

$$D = \frac{f}{N}$$

où

D : diamètre du diaphragme
 f : distance focale de l’objectif
 N : nombre d’ouverture

Donc si on diminue la valeur de N (passer par exemple de $N = 11$ à $N = 5.6$), D augmente. Un plus grand diamètre d’ouverture entraîne une profondeur de champ plus faible, car la zone nette est plus réduite.

Interprétation / Exemple : Prenez l’équivalent avec votre pupille : quand vous voulez voir plus distinctement un ensemble de choses (lointaines), **vous froncez les yeux pour réduire la taille de votre pupille** (équivalent au diamètre du diaphragme) et ainsi augmenter la profondeur de champ. **Lorsque vous avez les pupilles dilatées (diamètre plus grand)**, vous voyez moins distinctement les objets éloignés, les alentours sont floutés, et vous ne voyez qu’un ensemble réduit de choses (la profondeur de champ est réduite).

C.4 – Nouvelle ouverture : $N = 5,6$

1. (C.4.1 points) Indiquer si l’image sera sur- ou sous-exposée si seul N est modifié. Justifier.

Raisonnement

- Le passage de $N = 11$ à $N = 5.6$ correspond à -2 IL (deux “stops”) : on passe de $N = 11$ à $N = 8$ (1 stop : multiplication par 2 de la quantité de lumière), puis de $N = 8$ à $N = 5.6$ (1 autre stop : multiplication encore par 2 de la quantité de lumière). le flux lumineux est donc multiplié par $2^2 = 4$.
- Le temps de pose restant le même et égal à $\frac{1}{250}$ s, quatre fois plus de lumière atteindra le capteur.

Conclusion : l’image sera **surexposée**.

2. (C.4.2 points) Déterminer le temps de pose nécessaire pour conserver une exposition correcte.

1. Raisonnement (lettres)

Pour compenser une ouverture 4 fois plus lumineuse, il faut que le temps de pose soit 4 fois plus court :

$$t_{\text{nouveau}} = \frac{t_{\text{ancien}}}{4}$$

2. Conversion (SI)

$$t_{\text{ancien}} = \frac{1}{250} \text{ s}$$

3. Application numérique

$$t_{\text{nouveau}} = \frac{\frac{1}{250}}{4} = \frac{1}{1000}$$

$$t_{\text{nouveau}} = \frac{1}{1000} \text{ s}$$

4. Conclusion : parmi les vitesses disponibles (Document 5), le photographe choisira $\frac{1}{1000}$ s.

C.5 – Caractéristiques de l'image

1. (C.5.1 points) Calculer la définition de l'image.

1. Raisonnement La définition est le nombre total de pixels :

$$N_{\text{px}} = N_x \times N_y$$

2. Conversion : les dimensions sont déjà en pixels (6016 px × 4000 px).

3. Application numérique

$$N_{\text{px}} = 6016 \times 4000 = 24064000$$

$$N_{\text{px}} = 24.1 \text{ Mpixels}$$

4. Conclusion : l'image contient environ 24 millions de pixels (24 Mpx).

2. (C.5.2 points) Indiquer à quelle caractéristique est liée la valeur « 300 dpi ».

Les *dots per inch* (dpi) expriment **la résolution d'impression** : c'est le nombre de points imprimés par pouce linéaire, ce qui détermine la finesse (et donc la taille physique maximale) d'un tirage papier à partir du fichier.

C.6 – Plan rapproché du pylône

Données :

- Distance focale : $f' = 200 \text{ mm} = 0.200 \text{ m}$
- Hauteur pylône : $h = 87.0 \text{ m}$
- Distance objet-objectif : $OA = 50.0 \text{ m}$

- Capteur : 23.5 mm × 15.6 mm

1. (C.6.1 points) Réaliser un schéma.

(Schéma descriptif) Tracer :

- l'axe optique horizontal ;
- la lentille mince centrée en O , de foyers F (objet) et F' (image) ;
- le pylône AB (segment vertical à gauche à distance OA) ;
- les rayons :
 - rayon passant par O (non dévié) ;
 - rayon parallèle à l'axe passant par F' après la lentille.
 - Tout rayon parallèle à l'axe optique est dévié pour passer par un foyer. Et inversement tout rayon passant par un des foyers (image ou objet) ressort parallèle à l'axe optique
- leur intersection définit $A'B'$ (image inversée du pylône) à la distance OA' .

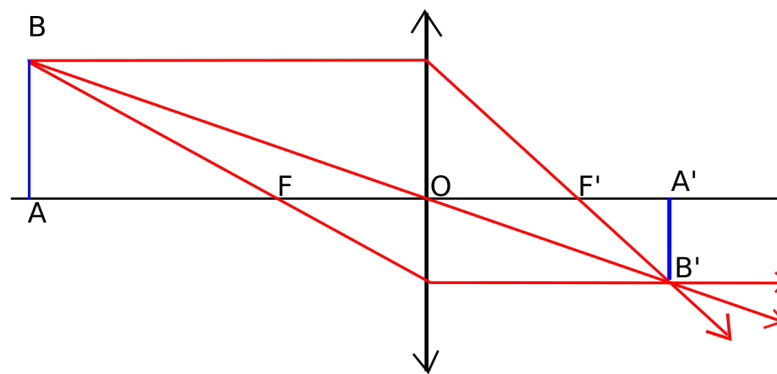


Figure 1: Schéma de la formation de l'image par une lentille mince.

2. (C.6.2 points) Calculer OA' (position de l'image).

1. Relation de conjugaison (distances algébriques)

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

\overline{OA} : distance objet-lentille

$\overline{OA'}$: distance image-lentille (à déterminer)

f' : distance focale

Distances algébriques – l'axe optique est *orienté vers la droite*. Toute distance mesurée à gauche de O est donc *négative*, et toute distance mesurée à droite est *positive*. Dans notre cas, la longueur \overline{OA} devra donc prendre une valeur négative, car le pylône est à gauche de la lentille. Et la longueur $\overline{OA'}$ sera positive, car l'image se forme à droite de la lentille, dans le sens de l'axe optique.

Pour plus de détails, voir la vidéo : Relation de CONJUGAISON : calculer la distance focale | 1^{ère} | Physique

2. Conversion (S.I.)

$$\overline{OA} = -50.0 \text{ m} = -5.00 \times 10^4 \text{ mm}$$

$$f' = 200 \text{ mm}$$

3. Application numérique (mm)

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\overline{OA'}} &= \frac{1}{f'} - \frac{1}{\overline{OA}} \\
&= \frac{1}{200} - \left(-\frac{1}{5.00 \times 10^4} \right) \\
&= 0.00500 - (-0.00002) \\
&= 0.00498
\end{aligned}$$

On a donc :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = 0,00498$$

Pour obtenir $\overline{OA'}$, **on prend le réciproque** (on « inverse » la fraction) : si $\frac{1}{x} = a$, alors $x = \frac{1}{a}$.

$$\overline{OA'} = \frac{1}{0.00498} \simeq 2.01 \times 10^2 \text{ mm.}$$

$$\overline{OA'} \approx 201 \text{ mm}$$

4. Conclusion L'image se forme ≈ 201 mm derrière la lentille, légèrement au-delà du foyer (200 mm).

3. (C.6.3 points) L'image du pylône apparaît-elle en entier ?

Principe préalable

Pour que le pylône apparaisse *entièrement* sur la photo, il faut que la hauteur de son image $\overline{A'B'}$ n'excède pas la dimension utile du capteur (23.5 mm côté le plus long). La relation de *grandissement*

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

montre qu'il suffit de connaître

\overline{OA} : distance objet-lentille (pylône à -50.0 m de la lentille) : ✓ C'est bon, on connaît cette donnée, elle est donnée dans l'énoncé

$\overline{OA'}$: distance image-lentille (201 mm : ✓ C'est bon, on connaît cette donnée, on l'a calculée à la question précédente)

\overline{AB} : hauteur réelle du pylône (87.0 m) : ✓ C'est bon, on connaît cette donnée, elle est donnée dans l'énoncé

pour pouvoir déterminer la hauteur de l'image $\overline{A'B'}$ du pylône.

1. Formule du grandissement

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}.$$

2. Données numériques

$$\overline{AB} = 87.0 \text{ m} = 8.70 \times 10^4 \text{ mm}, \quad \overline{OA} = -5.00 \times 10^4 \text{ mm}, \quad \overline{OA'} = 2.01 \times 10^2 \text{ mm.}$$

3. Application numérique

$$|\gamma| = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{201}{50\,000} \simeq 0.00402,$$

$$|\overline{A'B'}| = |\gamma| |\overline{AB}| = 0.00402 \times 87\,000 \simeq 3.50 \times 10^2 \text{ mm.}$$

$\overline{A'B'} \approx 350 \text{ mm}$

4. Conclusion – cadrage sur le capteur

La hauteur calculée de l'image ($\approx 350 \text{ mm}$) dépasse de loin la dimension maximale du capteur (23.5 mm). **Le pylône ne tient donc pas en entier dans le cadre** ; il faudra reculer l'appareil ou employer une focale plus courte pour l'intégralité de la scène.