

TP 5: Étude de l'influence de la focale, de la durée d'exposition et du diaphragme sur la formation de l'image. Téléobjectif.

Objectif

- Comprendre comment fonctionne un **appareil photo** en comparant avec l'**œil humain**.

Comprendre l'influence :

- ◆ de la **focale** de la lentille (taille du zoom),
- ◆ du **diaphragme** (quantité de lumière et netteté),
- ◆ de la **durée d'exposition** (temps de pose).

- Explorer le principe du **téléobjectif** avec des associations de lentilles.

Matériel

- Source lumineuse et petits objets (paysage, figurine...)
- Lentilles : $f = 10 \text{ cm}$, 20 cm , 30 cm , et une lentille divergente $f = -15 \text{ cm}$
- Écran
- Diaphragmes de différentes tailles
- Règle et grille
- Banc d'optique gradué

I Appareil photo versus oeil humain

Compléter ce tableau en observant les analogies :

Fonction	Œil	Appareil photo
Formation de l'image		
Réception de l'image		
Réglage de la luminosité		
La focale est-elle variable ?		
La distance lentille/image est-elle variable ?		

II. Expériences sur le fonctionnement de l'appareil photo

1. Influence de la focale

Question : **que se passe-t-il si on change la lentille de l'objectif ?**

Protocole :

1. Préparer le dispositif

Placer l'objet lumineux à une extrémité du banc d'optique et aligner le support de lentille et l'écran de l'autre côté du banc.

2. Choisir une lentille (par ex. $f' = 10$ cm)

- Placer la lentille sur son support, au milieu du banc.
- Déplacer l'écran jusqu'à voir apparaître une image nette de l'objet.

3. Mesurer et noter

- Mesurer la distance lentille-écran (OA').
- Observer la taille de l'image (agrandie, réduite ?).
- Observer la luminosité (plutôt claire ou sombre ?).
- Noter si l'image est facilement nette ou non.
- Compléter le tableau ci-dessous.

4. Recommencer avec une autre lentille

- Changer la lentille ($f' = 20$ cm), garder le même objet et la même source lumineuse.
- Déplacer l'écran pour retrouver une image nette.
- Noter les observations comme précédemment.

5. Recommencer avec la dernière lentille ($f' = 30$ cm).

- Même protocole → image nette → observations + mesures.

Compléter le tableau :

Focale	Distance lentille-écran	Taille de l'image	Luminosité	Netteté
10 cm				
20 cm				
30 cm				

À retenir : **plus la focale est grande, plus l'image est agrandie mais moins elle est lumineuse et nette (zone de netteté réduite).**

2. Influence du diaphragme

Question : **comment l'ouverture change la photo ?**

Protocole

- Placer une lentille fixe (par ex. $f' = 20$ cm).
- Placer un diaphragme devant la lentille et faire varier la taille de son ouverture.

- Observer : luminosité et profondeur de champ.

Compléter le tableau :

Taille du diaphragme	Luminosité	Netteté (profondeur de champ)
Grande ouverture		
Moyenne ouverture		
Petite ouverture		

À retenir :

Grande ouverture = beaucoup de lumière mais flou en dehors de la zone nette (profondeur de champ petite).

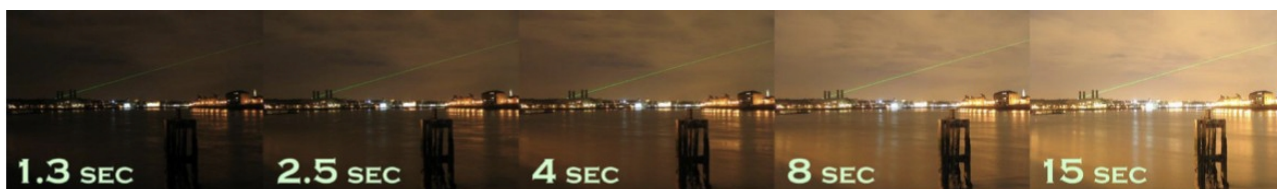
Petite ouverture = image moins lumineuse mais nette sur une grande zone (profondeur de champ grande).

3. Influence du temps de pose

Question : **pourquoi une photo peut être floue ?**

Le temps de pose correspond à la durée pendant laquelle l'obturateur (diaphragme) est ouvert et laisse passer la lumière vers le capteur

Juste observer, d'après les photos ci-dessous, comment une exposition plus longue ou plus courte affecte la luminosité et la netteté de l'image.



Différents temps de pose (tous les autres réglages étant identiques). Source : wikipédia.

À retenir :

Une exposition plus longue rend l'image plus lumineuse mais moins nette (à cause du flou de mouvement*), tandis qu'une exposition plus courte donne une image plus sombre mais plus nette.

* Le flou de mouvement apparaît quand un sujet bouge pendant que l'obturateur est ouvert trop longtemps : son image se déplace sur le capteur et devient étalée ou floue, au lieu d'être nette.

Photographier les manèges la nuit

Ici, le temps d'exposition optimal dépend de la vitesse d'un manège. Par exemple, si un manège tourne très vite, un temps d'exposition de 1 à 2 secondes est suffisant. Pour les manèges plus lents, il est préférable d'utiliser une exposition de 5 à 10 secondes. Effet secondaire positif, la plupart des gens disparaissent sur la longue exposition, car les objets clairs masquent les plus sombres.



Pour créer des traînées lumineuses avec les phares des voitures, utilisez une pose longue. Dans l'obscurité, le risque de surexposition est faible, donc vous pouvez laisser l'obturateur ouvert plusieurs minutes. Installez simplement votre appareil sur un trépied ou un support stable pour



éviter les vibrations.

Effet filé (pris avec appareil de la marque canon).

III II. Associations de lentilles (principe d'un téléobjectif)

Matériel :

- Lentille convergente de focale $f'_1 = 10 \text{ cm}$
- Lentille convergente de focale $f'_2 = 30 \text{ cm}$
- Un objet lumineux (par exemple, une petite flèche rétroéclairée)
- Un écran ou du papier millimétré pour observer les images réelles
- Une règle pour mesurer les distances

But :

Associer deux lentilles convergentes pour former une image réelle de l'objet, qui puisse être captée sur un écran à chaque étape. **Faire attention aux signes des grandeurs algébriques !**

Étapes :

1. Placement de la première lentille (focale $f'_1 = 10 \text{ cm}$) :

- Placer l'objet lumineux à une distance supérieure à la focale f'_1 , par exemple, $O_1A = 15 \text{ cm}$, pour obtenir une image réelle.
- Utiliser la formule des lentilles pour trouver la position de l'image réelle formée par cette première lentille : O_1A_1 .
- L'image intermédiaire se forme donc à cm derrière la première lentille L_1 , et elle est réelle. Placer un écran à cet endroit pour vérifier cette première image A_1B_1 .

2. Placement de la deuxième lentille (focale $f'_2 = 30\text{cm}$) :

- Placer la deuxième lentille L_2 à une distance $O_1O_2 = 85\text{ cm}$ de la première lentille, de sorte que l'image intermédiaire formée par L_1 soit située avant la focale F_2 de L_2 , distance suffisante pour obtenir une image réelle A_2B_2 .
- La distance O_2A_1 entre l'image intermédiaire et la seconde lentille sera donc

3. Formation de l'image finale :

- Maintenant, utiliser la formule des lentilles pour calculer la position de l'image finale formée par la seconde lentille . Vérifier expérimentalement.

4. Autre association (uniquement si vous avez le temps sinon passer au IV) :

Reproduire une autre association de lentilles avec une lentille convergente L_1 (30 cm) et une lentille divergente L_2 (-15 cm).

Distances proposées : $O_1A = 50\text{ cm}$ et $O_1O_2 = 55\text{ cm}$

Déterminer expérimentalement la position de l'image finale par rapport à O_2 : O_2A_2 et la taille de cette image A_2B_2 . Vérifier par les calculs ou une construction.

Un téléobjectif est souvent plus long et plus lourd qu'un objectif standard*, car il doit concentrer la lumière venant de loin. Il contient généralement 10 à 20 lentilles, réparties en groupes pour corriger les aberrations optiques. Un téléobjectif permet de photographier des sujets éloignés sans s'en approcher. Il grossit l'image et isole le sujet en réduisant la profondeur de champ. C'est idéal pour la photo de sport, d'animaux ou de portraits.

* ensemble de plusieurs lentilles (souvent entre 5 et 10) regroupées dans un même corps. Ces lentilles travaillent ensemble pour former une image nette, corriger les défauts optiques (comme les déformations ou les franges colorées) et faire la mise au point.

IV. Mesurer la focale du smartphone (avec une règle et un écran)

But : estimer la distance focale de l'objectif.

Matériel :

smartphone, règle graduée, écran d'ordinateur ou feuille quadrillée, objet lumineux (lampe).

Protocole :

1. Fixer l'objet

Allumer l'ordinateur et sélectionner la page où se trouve le quadrillage dans l'énoncé du TP : les carrés de 1 cm de côté seront l'"objet".

2. Mesurer la distance objet-objectif (OA)

Placer le smartphone à une distance connue (par ex. 20 cm , 30 cm) de l'écran de l'ordinateur. Noter précisément cette distance (c'est OA).

3. Prendre une photo nette

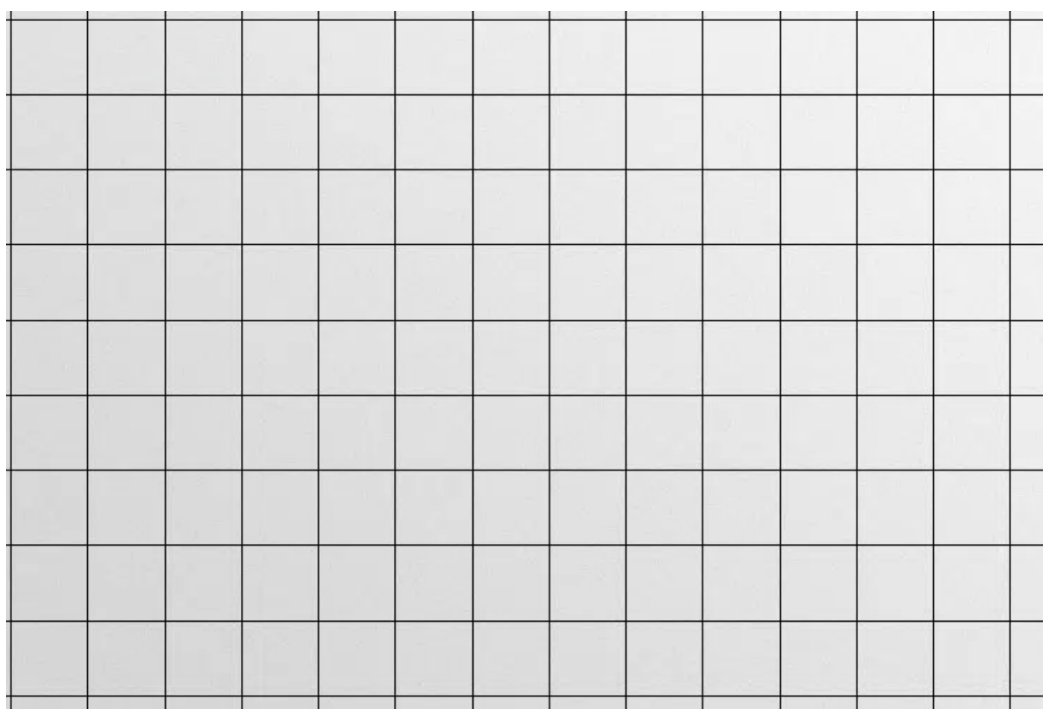
Laisser l'autofocus travailler (ne pas zoomer). Sauvegarder la photo (galerie).

4. Mesurer la taille de l'image de la grille

Ouvrir la photo et mesurer directement sur l'écran du portable la taille d'un carreau. (si la photo n'a pas été zoomée !). Cette valeur représente $A'B'$.

5. Déterminer le grandissement (γ), en déduire OA' : la distance image–lentille.

6. En déduire f' avec la formule de conjugaison .



Sur un smartphone, le capteur est très petit. Pour que l'image soit bien cadrée, il faut donc une petite focale (quelques millimètres, de 30 mm à 4 mm).

Or, une petite focale correspond à un grand champ de vision : l'appareil “voit large”, un peu comme si on reculait.

C'est pour cela que les smartphones ont naturellement un objectif grand-angle.

La focale **réelle** du smartphone est très courte ($\approx$ quelques cm voire mm). C'est ce qui explique qu'un smartphone capte un champ large (objectif **grand-angle**).