

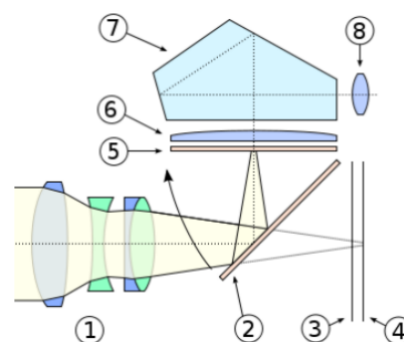
Activité documentaire - L'appareil photographique

Nous allons dans cette activité nous intéresser au fonctionnement d'un appareil photographique. Dans un premier temps, nous verrons comment modéliser simplement cet appareil avant d'étudier l'influence des différents paramètres sur la formation d'une image correcte.

I. Présentation de l'appareil photographique

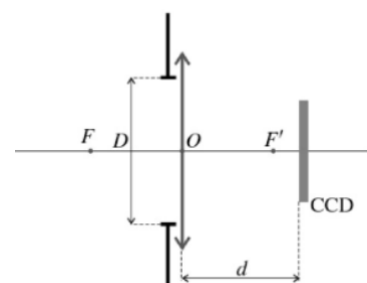
1. Principe de fonctionnement

L'**objectif** (1) est un ensemble de lentilles qui servent à faire l'image de la scène sur le **capteur**. Après la traversée de l'objectif, les rayons lumineux sont dirigés soit vers le viseur (quand le miroir (2) est abaissé), soit vers le capteur (4) lors du déclenchement de la photographie (le miroir se relève alors). Lors de la visée, les rayons lumineux traversent alors un nouveau système optique en plusieurs parties (5,6,7) puis une lentille (8) appelée **oculaire** qui sert à faire en sorte que l'objet visé ait son image renvoyée à l'infini, ce qui permet au photographe de viser sans accommoder le cristallin. Lors de la prise de vue, les rayons lumineux sont envoyés sur le capteur (4) lorsque le rideau obturateur (3) se relève. Les premiers capteurs étaient des pellicules recouvertes de sels d'argent noircissant quand ils étaient exposés à la lumière, on appelait ainsi ces appareils des **argentiques**. Dans les appareils numériques aujourd'hui, les capteurs sont des capteurs photo-électroniques de type CCD.



2. Modélisation de l'appareil photographique

Par la suite, nous modéliserons la prise de vue comme sur le schéma ci-contre. Nous considérerons qu'il s'agit d'un système optique centré, composé d'un diaphragme circulaire, d'une lentille mince convergente de focale f' accolée au diaphragme, et d'un écran situé à une distance d variable.



1. Associer à chaque élément du modèle ci-dessus l'élément réel de l'appareil photographique qui lui correspond.

CDD - (4) ; lentille convergente - (1) ; diaphragme - (3)

2. Où doit se former l'image de l'objet photographié ?

L'image doit se former sur le capteur CDD

3. Quel paramètre le photographe modifie-t-il lorsqu'il fait la mise au point, parfois appelé « focus » ?

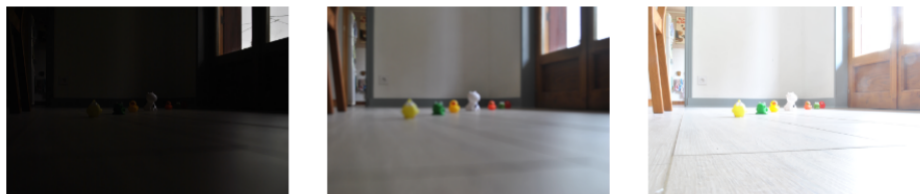
La mise au point se fait en modifiant la valeur de d .

II. Influence de la durée d'exposition

Parmi les paramètres sur lesquels on peut agir pour une prise de vue optimale, il y a la **durée d'exposition**, ou temps de pose pour les photographes, c'est-à-dire la durée pendant laquelle le capteur va récolter de la lumière. C'est le temps pendant lequel le diaphragme va rester ouvert. La durée d'exposition se règle généralement à l'aide d'une molette (en tout cas, sur les appareils photos dits argentiques) où sont inscrits différents nombres correspondant à différentes durées d'exposition, voir la figure ci-contre. Si l'on règle par exemple la molette sur « 125 », cela signifie que le temps d'exposition est de $1/125$ s.



La figure ci-dessous présente trois photographies prises dans les mêmes conditions, avec des durées d'exposition différentes.



Différentes photographies prises avec différentes durées d'exposition, avec un objectif de focale $f' = 28$ mm.

4. Les durées d'exposition des photographies sont de 30 s, de $1/20^e$ de s et de $1/250^e$ de s. Attribuez à chaque photographie son temps d'exposition en justifiant et en utilisant les termes « sous-exposition », « sur-exposition » et « exposition correcte ».

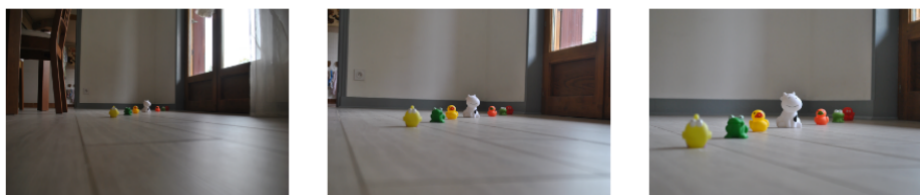
La photo de gauche est trop sombre. Elle est donc « sous-exposée », avec une durée de $1/250^e$ s. La photo de droite est trop lumineuse. Elle est donc « sur-exposée », avec une durée de 30 s. La photo du milieu est correctement lumineuse. Elle est donc « exposée » correctement, avec une durée de $1/20^e$ s.

5. Quel peut être l'intérêt d'avoir des temps d'exposition très faibles ? Très longs ?

Un temps d'exposition long peu être pertinent si la luminosité ambiante est faible. Un temps d'exposition faible peu être pertinent si la luminosité ambiante est très élevée.

III. Influence de la focale

On peut, lorsque l'appareil photo est en mode automatique, régler automatiquement la durée d'exposition pour que l'image souhaitée soit correctement exposée. On peut alors utiliser un objectif à focale variable pour photographier la même scène. La figure ci-dessous présente trois photographies prises avec des focales différentes, pour un même temps d'exposition.

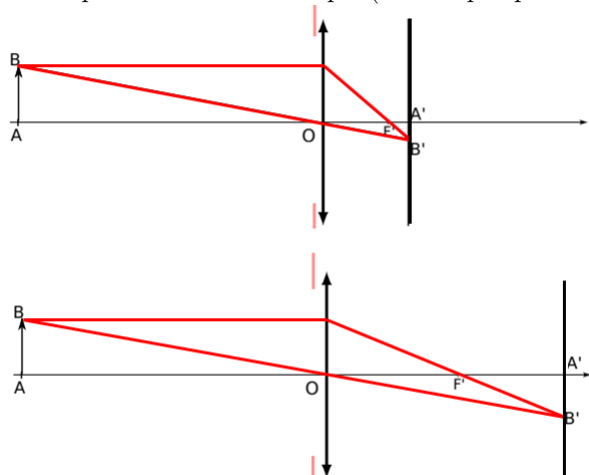


Différentes photographies prises avec différentes focales : de gauche à droite, 18 mm, 34 mm et 55 mm.

6. Quelle est l'influence de la focale sur la photographie obtenue ?

Dans l'exemple proposé, il apparaît clairement que le champ angulaire (champ de vision de la photo) est nettement plus large quand la distance focale est petite. (La distance focale agit également sur la profondeur de champ à travers la notion d'ouverture, cf partie suivante.)

7. Interprétez cette influence à l'aide de schémas représentant deux photographies avec des focales différentes et un capteur de taille identique (il n'est pas possible de changer la taille du capteur dans un appareil photo).

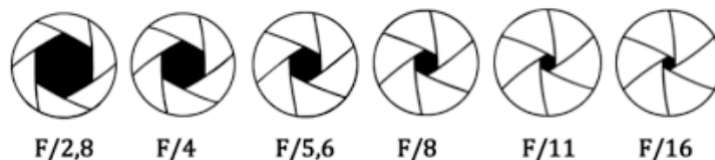


Avec une distance focale plus importante, la taille de l'image de l'objet est plus grande sur le capteur. Le capteur étant de taille fixée, le champ de vision de la photo est nécessairement réduit.

IV. Influence de l'ouverture

1. Ouverture du diaphragme

Il existe un mode sur les appareils appelé **priorité ouverture** où le photographe peut contrôler l'ouverture du diaphragme placé avant la lentille. L'appareil photographique s'adapte et choisit automatiquement une durée d'exposition optimale. L'ouverture se note généralement $\frac{f}{D}$, où D est le diamètre du diaphragme. Plus D est grand, plus le diaphragme est ouvert.



Schématisme de l'ouverture d'un appareil photographique.

La figure ci-après présente deux photographies prises dans des conditions similaires, à l'exception de l'ouverture du diaphragme.



Deux photographies prises avec un objectif de focale $f' = 18$ mm. À droite, l'ouverture est $\frac{f}{22}$ alors qu'à gauche, elle est de $\frac{f}{2,8}$. Dans les deux cas, la mise au point a été faite sur la vache.

8. Les deux photographies ont été prises avec des temps d'exposition de $1/60^e$ de seconde et 0.5 s. Attribuer à chaque photographie son temps d'exposition.

La photographie de droite paraît surexposée au niveau de la fenêtre par rapport à celle de gauche. Le temps d'exposition est donc plus important à droite. Il correspond donc à 0,5s.

9. Quelle différence notable remarquez-vous entre ces deux photographies ?

Dans la photographie de droite, on distingue mieux les détails devant et derrière la vache.

2. Profondeur de champ

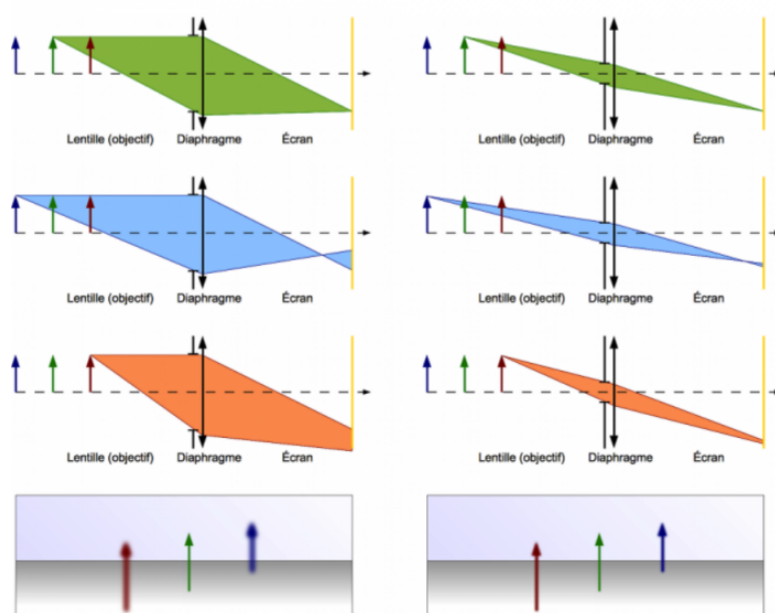
La zone où les différents éléments d'une photographie seront nets lors de la prise de vue est appelée la **profondeur de champ**. L'étendue de cette zone dépend de différents paramètres, et en particulier de l'ouverture du diaphragme, comme sur la figure précédente. Pour accentuer cette différence, regardons les deux photographies de la figure suivante.

Pour avoir une **grande profondeur de champ**, c'est-à-dire pour voir les éléments de la photographie nets qu'ils soient proches ou éloignés, il faut que l'ouverture du diaphragme soit petite.

Analysons cette observation avec la figure ci-dessous.



Deux photographies prises avec une ouverture différente. À droite, l'ouverture est petite, la profondeur de champ est donc grande : les objets proches et éloignés sont vus nets. À gauche, l'ouverture est grande et seule la fleur est nette sur la photo, la profondeur de champ est alors bien plus faible.



Si l'ouverture est importante, les rayons issus d'un point empruntent beaucoup de chemins différents pour arriver sur le capteur. **Si l'image de cet objet n'est pas sur le capteur, mais en avant ou en arrière, alors tous ces rayons tombent sur le capteur en une large zone, une grosse tâche** (regardez l'intersection des faisceaux avec le capteur dans l'image en bas). **L'image est alors floue.** Mais **si on réduit l'ouverture**, on diminue le nombre de rayons entrant dans l'appareil, et **on réduit ainsi la taille de la tâche** où ils convergent.

À la limite, si on ferme au maximum le diaphragme, on ne sélectionne plus qu'un seul rayon par point. L'image est alors nette à toutes les distances. On peut même se passer de la lentille. C'est le principe du **sténopé**, dont le schéma est représenté ci-dessous. Il s'agit de l'ancêtre de l'appareil photographique, qui permet de voir net sur toute la photo. Par contre, comme très peu de lumière entre, il faut poser longtemps, environ quelques minutes.

