

ACTIVITÉ DOCUMENTAIRE

ETUDE DES DIFFÉRENTS RÉGLAGES D'UN APPAREIL PHOTO NUMÉRIQUE.

On va s'intéresser aujourd'hui à la manière dont fonctionne un appareil photographique numérique (APN). On verra dans un premier temps comment modéliser l'APN de manière assez simple pour effectuer l'étude tout en restant assez précis afin d'étudier les différents réglages nécessaires à l'obtention d'une prise de vue correcte.

Objectifs : Comprendre l'influence des différents réglages d'une prise de vue avec un APN.

1 Principe de fonctionnement d'un APN de type reflex

Un APN de type reflex est constitué de plusieurs parties afin de réaliser la visée (on observe la scène qui va être photographiée à travers un viseur) et la prise de vue (on envoie l'image sur un capteur qui fixe l'image).

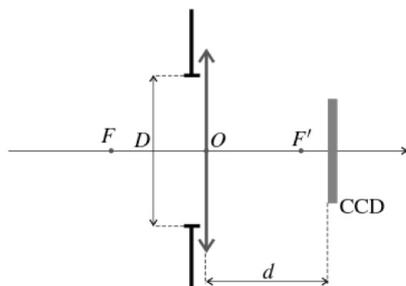
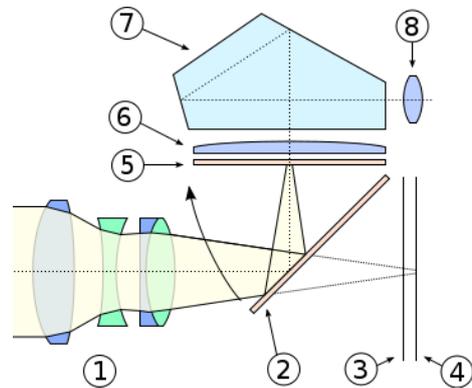
Une caractéristique des appareils reflex est la possibilité de changer d'objectif. L'objectif (1) est un ensemble de lentilles qui servent à faire l'image de la scène sur le capteur.

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 lors du déclenchement de la photographie (le miroir se relève alors). Le miroir est la raison pour laquelle ce type d'appareil s'appelle reflex.

Lors de la visée, les rayons lumineux traversent alors une 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 envoyée à l'infini, ce qui permet au photographe de viser sans accommoder le cristallin.

Lors de la prise de vue, les rayons lumineux sont envoyées 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 sont exposés à la lumière, dans les APN les capteurs sont des capteurs photoélectroniques de type CCD.

Lors de la photographie, il est possible de jouer sur plusieurs paramètres pour obtenir des effets différents. Parmi ces paramètres, nous étudierons le *temps d'exposition* qui correspond à la durée pendant laquelle le rideau obturateur laisse passer les rayons lumineux vers le capteur. Un autre est la *focale* de l'objectif, et un dernier est l'*ouverture* qui correspond au diamètre du diaphragme qui contrôle la quantité de rayons lumineux qui entrent par l'objectif.



Par la suite, nous modéliserons la prise de vue par un système optique centré constitué d'un diaphragme circulaire, d'une lentille convergente de focale f' collée au diaphragme et d'un capteur qu'on assimilera à un écran situé à une distance d .

Question (1.1)

Où doit se former l'image de l'objet visé par le photographe ?

Question (1.2)

Quel paramètre le photographe peut-il changer lorsqu'il fait la mise au point (le choix de l'objet visé) ?

2 Influence du temps d'exposition

Il est possible de changer le temps d'exposition lors d'une prise de vue. Vous trouverez dans la figure 1 trois photographies effectuées avec la même focale et des temps d'exposition différents.

Question (2.1)

Les temps d'exposition des photographies sont de 30 s, de 1/20ème de s et de 1/250ème de s. Attribuez à chaque photographie son temps d'exposition en justifiant et en utilisant les termes *sous-exposition*, *sur-exposition* et *exposition correcte*.

Question (2.2)

A part l'exposition de la photo, que l'on peut aussi régler par l'ouverture du diaphragme, quel est l'intérêt d'avoir un temps d'exposition très faible? Très long?

3 Influence de la focale

En mode automatique, l'appareil contrôle lui-même l'exposition afin que les photos soient correctement exposées. On procède avec un objectif à focale variable à la prise de vue de la même scène depuis le même endroit en changeant la focale. Vous trouverez les photographies correspondantes à la figure 2.

Question (3.1)

Quelle est l'influence du choix de la focale sur la photographie obtenue?

Question (3.2)

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 APN).

4 Influence de l'ouverture (du diaphragme)

Il existe aussi un mode appelé *priorité ouverture* où le photographe contrôle la taille du diaphragme placé avant la lentille. L'appareil photographique numérique choisit alors le temps d'exposition convenable pour avoir une photographie correctement exposée. L'ouverture se mesure généralement en *nombre d'ouverture* qui est le rapport entre la focale f' et le diamètre du diaphragme D : $N = \frac{f'}{D}$. Vous trouverez à la figure 3 deux photographies de la même scène, prises du même endroit avec deux nombres d'ouverture différents.

Photométrie : La photométrie est l'étude de l'énergie transmise par les rayons lumineux. Il y a quelques grandeurs pertinentes en photométrie qui vont nous être utiles pour notre étude.

- L'énergie rayonnée par une source dépend linéairement du temps (si on attend deux fois plus longtemps, la source rayonnera deux fois plus d'énergie). On définit donc le flux lumineux Φ qui est la puissance rayonnée par une source, et qui se mesure donc en W.
- la puissance reçue par un capteur dépend linéairement de sa surface. On définit donc l'éclairement \mathcal{E} qui est le flux lumineux reçu par un capteur divisé par sa surface, et s'exprime donc en W.m^{-2}

Question (4.1)

Les deux photographies de la figure 3 ont été prises avec des temps d'exposition de 1/60ème de seconde et de 0,5 s. Attribuez à chaque photographie son temps d'exposition.

Question (4.2)

Le flux lumineux étant émis par la source, il ne dépend pas de l'APN. Quelle doit être la relation mathématique entre l'ouverture du diaphragme et le temps d'exposition pour que chaque pixel du capteur reçoive la même énergie rayonnée et donc que les deux photographies soient bien exposées?

Question (4.3)

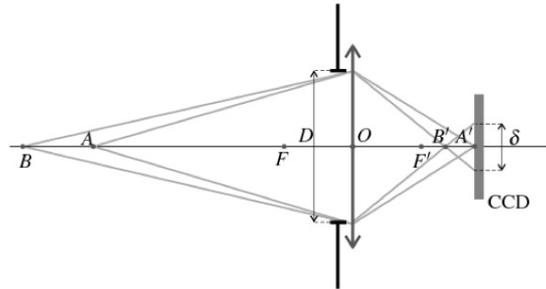
Est-ce que cette relation est vérifiée ici?

Question (4.4)

En étudiant les deux photographies, comment doit-on choisir le nombre d'ouverture afin que la profondeur de champ soit la plus grande possible?

Question (4.5)

Si on souhaite la profondeur de champ la plus grande possible, doit-on ouvrir le diaphragme ou le fermer ?



Question (4.6)

En vous servant du schéma ci-dessus, déterminez la taille δ de la tache que fait un point situé en B lorsque la mise au point est faite en A, en fonction de D , de OB' et de $B'A'$.

Question (4.7)

Sachant que si la tache est plus grande qu'un pixel, l'objet B sera flou, est-ce que cette formule est cohérente avec votre observation des photographies ?

5 Simulation numérique

Vous pouvez retrouver les résultats démontrés précédemment en jouant avec une simulation permettant de visualiser les effets des différents paramètres.

Par exemple, à l'adresse <https://camerasim.com/original-camerasim/> en simulant l'éclairage extérieur, la distance avec l'objet et le choix de l'objectif (*focal length*) avant de régler le temps d'exposition (*shutter speed*), l'ouverture (*aperture*) et même la sensibilité du capteur (*ISO*) soit séparément en mode manuel, soit en mode priorité ouverture (le temps d'exposition s'adapte alors) ou priorité temps.

Pour améliorer la qualité, vous pouvez vous fier au luxmètre intégré qui donne un renseignement approximatif sur l'exposition (la jauge -2, -1, 1, 2 en bas au centre).

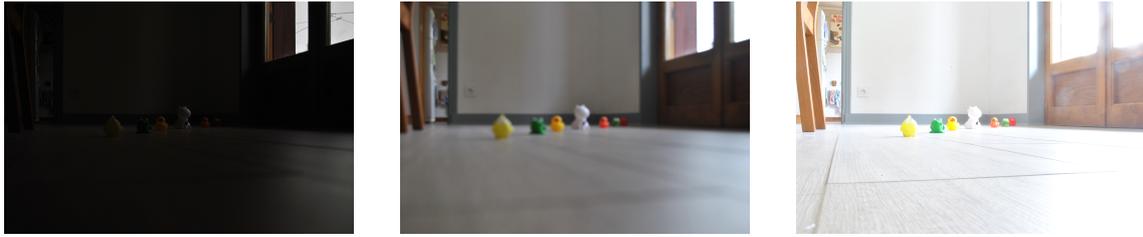


FIGURE 1 – 3 photographies différentes de la même scène prises avec un objectif de focale 28 mm, et des temps d'exposition différents.

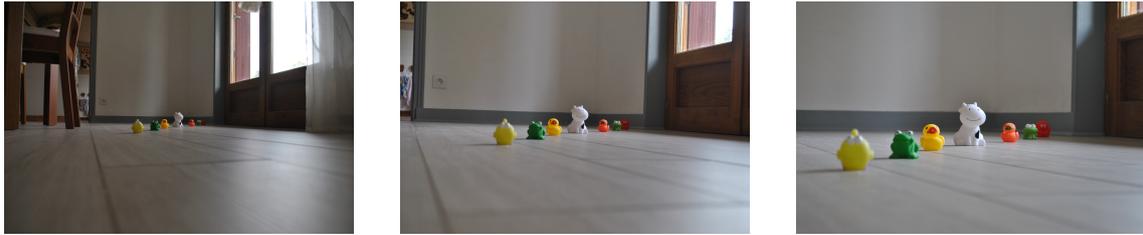


FIGURE 2 – 3 photographies différentes de la même scène prises en mode automatique avec un objectif de focale variable. La focale prend les valeurs 18 mm, 34 mm et 55 mm en allant de gauche à droite.

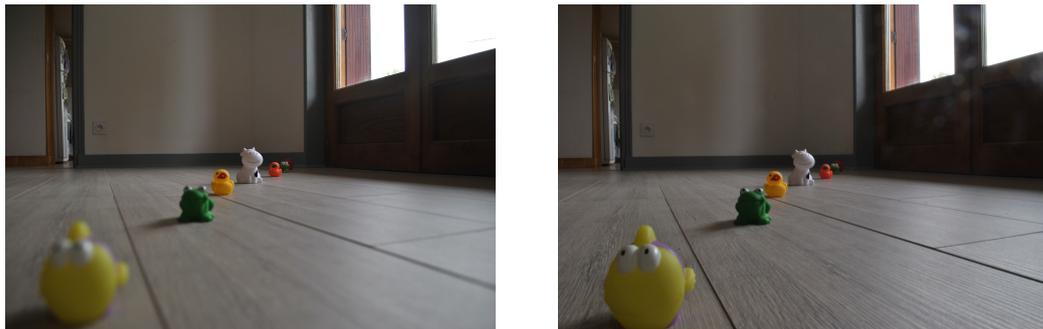


FIGURE 3 – 2 photographies différentes de la même scène prises en mode priorité ouverture avec un objectif de focale 18 mm. Les nombres d'ouverture sont $N = 3,5$ à gauche et $N = 22$ à droite. Dans les deux cas, la mise au point est faite sur la vache.