

Fiche de synthèse n°6

Modélisation de l'appareil photographique

1. De l'appareil réel à l'appareil modélisé

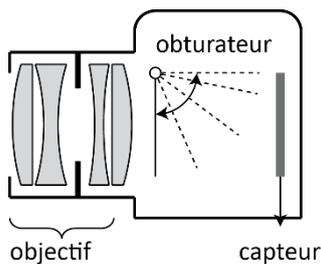
L'appareil photographique est constitué :

- d'un **objectif** : c'est une association convergente de lentilles ;
- d'un **diaphragme** placé à l'intérieur des lentilles afin d'éviter les différentes aberrations ;
- d'un **obturateur** qui laisse passer la lumière pendant une courte durée appelée **temps de pose** ;
- d'un **capteur CCD** (ou CMOS) qui recueille la lumière et transmet l'information au dispositif d'enregistrement qui stocke les photographies : ce dernier élément sera abordé dans la séquence 7.

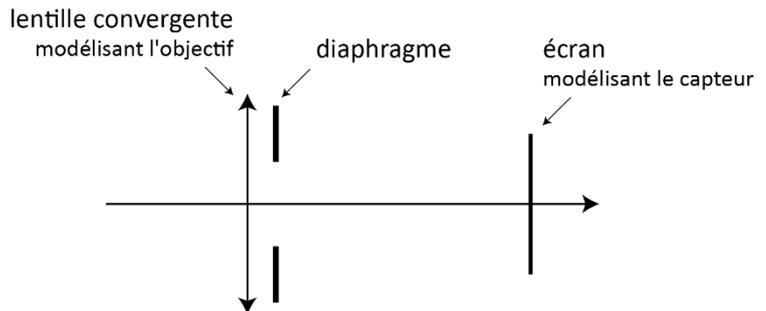
Le modèle optique :

- L'objectif est modélisé par une lentille convergente ;
- Le capteur est modélisé par un écran.

Schéma de l'appareil réel :



Appareil photo modélisé en optique :



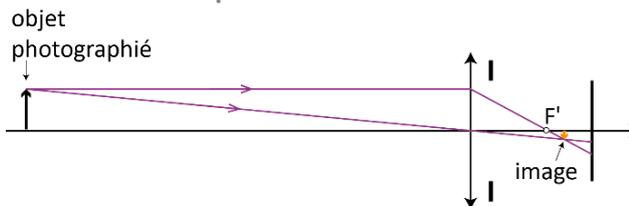
2. Les réglages de l'appareil photographique et leur modélisation optique

2.1. La mise au point

Réaliser la mise au point signifie, du point de vue de l'optique, faire en sorte que l'image de l'objet photographié se forme sur le capteur.

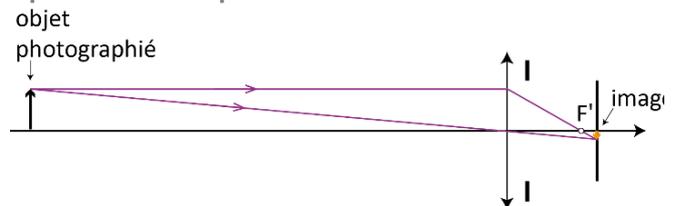
Techniquement, lors de la mise au point, l'objectif se déplace jusqu'à ce que l'image se forme sur le capteur. La distance focale de l'objectif, la distance objectif – objet et la distance objectif – capteur respectent alors la relation de conjugaison des lentilles convergentes.

Avant la mise au point :



La mise au point n'est pas réalisée, l'image ne se forme pas sur le capteur. La photographie sera floue.

Après la mise au point

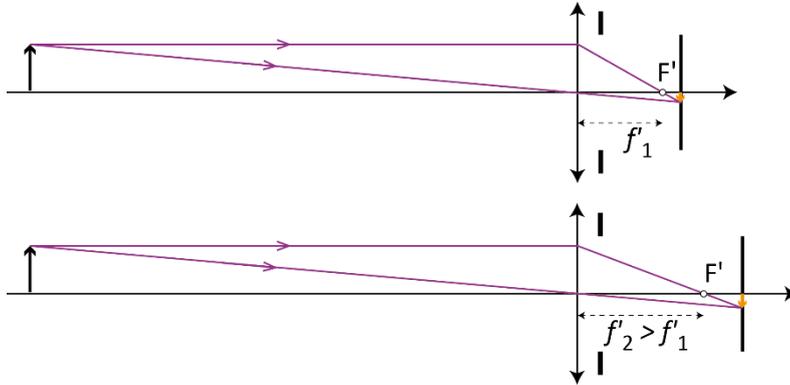


La mise au point est réalisée, l'image se forme sur le capteur. La photographie sera nette.

2.2. Le zoom optique

Modifier le zoom optique consiste à modifier la taille de l'image formée sur le capteur lorsque l'objet photographié est à une distance donnée. Du point de vue de l'optique, cela revient à modifier le grandissement. Cela est possible en modifiant la distance focale de l'objectif.

Pour une distance objet – objectif donnée, plus la distance focale de l'objectif est grande, plus l'image est grande donc plus le zoom est important.



Sur la deuxième figure la distance focale de l'objectif est plus élevée : l'image formée est alors plus grande : on a augmenté le zoom.

Techniquement, si l'on modifie le zoom optique sans changer d'objectif, les différentes lentilles qui le constituent se déplacent les unes par rapport aux autres afin que la distance focale de l'ensemble soit modifiée.

Remarque :

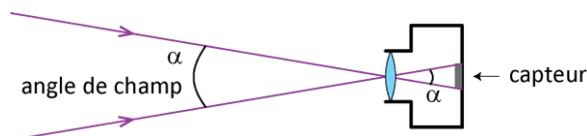
Le zoom optique ne doit pas être confondu avec le zoom numérique, lequel consiste à agrandir la photographie informatiquement après sa prise : voir séquence 7.

2.3. L'angle de champ

Définition

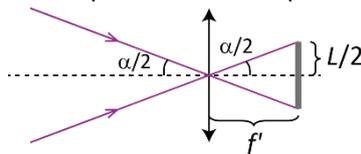
L'angle de champ est l'angle entre les deux rayons de lumière qui atteignent les extrémités du capteur en passant par le centre de l'objectif.

Il correspond à l'étendue angulaire de la zone photographiée.



Calcul de l'angle de champ dans le cas de la photographie d'un paysage

On envisage le cas de la photographie d'un objet « à l'infini » (par exemple un paysage). Dans ce cas l'image se forme dans le plan focal image de l'objectif, c'est donc là que se trouve le capteur.



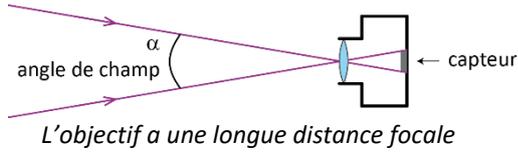
On a alors :

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{L/2}{f'} = \frac{L}{2f'}$$

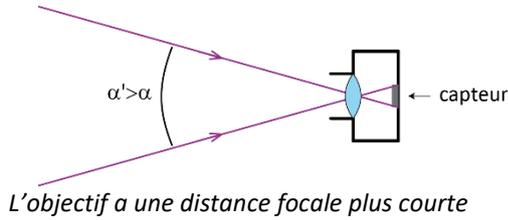
Plus la distance focale est élevée, plus le zoom est important et plus l'angle de champ est faible.



Conséquence d'une variation de l'angle de champ sur la photographie



la photographie a un angle de champ réduit, soit un fort zoom



la photographie a un angle champ plus élevé, soit un plus faible zoom

3. La « luminosité » de la photographie

3.1. Éclairement et énergie reçue par le capteur

L'éclairement d'une surface traduit la sensation de luminosité que l'on a lorsqu'on l'observe à l'œil nu. C'est une grandeur notée E et exprimée **en lux**. Elle se mesure avec **un luxmètre**.

Contrairement à l'œil, le capteur de l'appareil photographique accumule toute l'énergie qu'il reçoit par rayonnement lumineux pendant que l'obturateur reste ouvert. Plus il reçoit d'énergie, plus la photographie est lumineuse.

La luminosité de la photographie dépend de l'énergie reçue par le capteur par rayonnement lumineux. Cette énergie est **proportionnelle à son éclairement et à la durée** pendant laquelle il est éclairé.

3.2. L'ouverture de l'appareil photographique

Définition de l'ouverture D :

L'ouverture de l'appareil photographique est le diamètre, noté D , du diaphragme placé dans l'objectif. C'est donc le diamètre du faisceau de lumière qui pénètre dans l'appareil.

Définition du nombre d'ouverture N :

Le nombre d'ouverture vaut par définition :

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

f' étant la distance focale de l'objectif et D son ouverture. f' et D sont exprimés avec la même unité. N n'a pas d'unité.

Conséquence de la variation de l'ouverture sur la luminosité de la photographie

Si le nombre d'ouverture N augmente, alors le diamètre d'ouverture diminue donc l'éclairement du capteur diminue.

Une augmentation du nombre d'ouverture de l'objectif entraîne une baisse de la luminosité de la photographie.

3.3. Le temps de pose

Définition du temps de pose :

Le temps de pose est la durée pendant laquelle l'obturateur reste ouvert pendant la prise d'une photographie.

Effets du temps de pose sur la photographie

- Plus le temps de pose est long, plus l'obturateur reste ouvert longtemps donc plus la photographie d'un objet en mouvement sera floue.
- En revanche une augmentation du temps de pose **augmente l'énergie reçue** par le capteur par rayonnement lumineux. Cela augmente donc la luminosité de la photographie.

Une augmentation du temp de pose augmente l'énergie reçue par le capteur, donc augmente la luminosité de la photographie.

4. La profondeur de champ

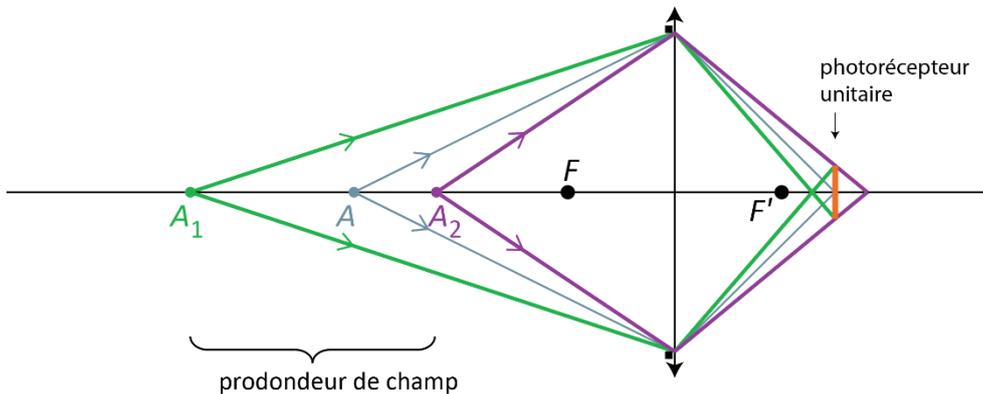
La condition de netteté approchée

Pour une distance lentille – écran donnée, il n'existe qu'une unique distance lentille – objet permettant de respecter *exactement* la relation de conjugaison, donc une mise au point exacte. En dehors de cette position, l'image d'un point n'est pas un point mais une tache. Si la tache est suffisamment petite pour n'éclairer qu'un seul des photorécepteurs du capteur, alors la photographie paraît aussi nette que si la relation de conjugaison est respectée.

On appelle ce critère **la condition de netteté approchée**.

Notion de profondeur de champ d'une photographie :

La profondeur de champ est l'étendue de la zone qui apparaît nettement sur une photographie.

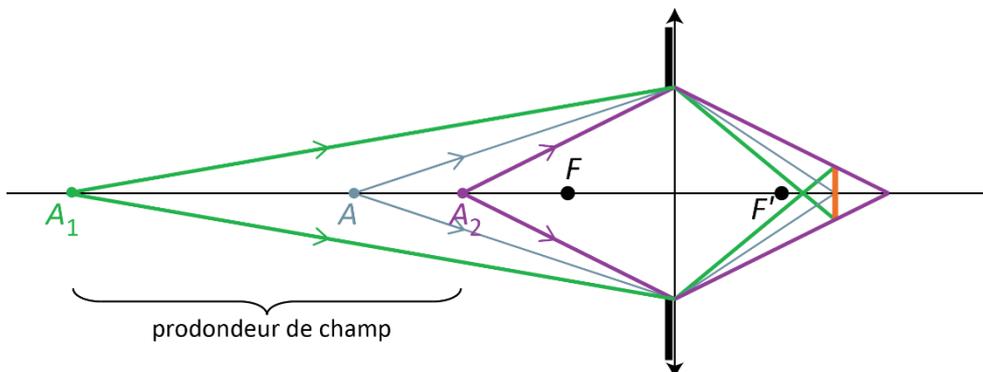


En bleu : le point objet dont l'image se forme sur le capteur ; en vert : le point le plus éloigné de l'appareil respectant le critère de netteté approchée ; en violet : le point le plus proche respectant ce critère.

Plus le capteur unitaire est petit, plus la profondeur de champs est faible.

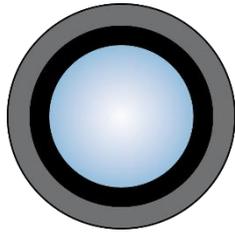
Nombre d'ouverture et profondeur de champ :

Si l'on augmente le nombre d'ouverture de l'objectif (c'est-à-dire si l'on réduit son ouverture), la zone respectant la netteté approchée est moins étendue :



Une diminution du diamètre d'ouverture (donc une augmentation du nombre d'ouverture) augmente la profondeur de champ.

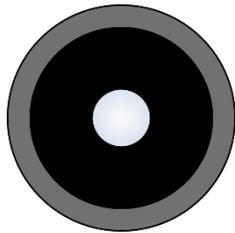
Bilan : les deux conséquences d'une augmentation du nombre d'ouverture



L'objectif a une grande ouverture



la photographie est lumineuse avec une faible profondeur de champ



L'objectif a une ouverture plus faible



la photographie est plus sombre mais a une profondeur de champ plus élevée

Remarque : la baisse de luminosité due à la réduction de l'ouverture peut être compensée par une augmentation du temps de pose.