

Fiche de synthèse n°6

Modèle optique de l'appareil photographique

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

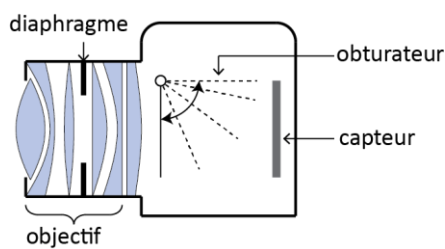
L'appareil photographique est constitué :

- 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 8.

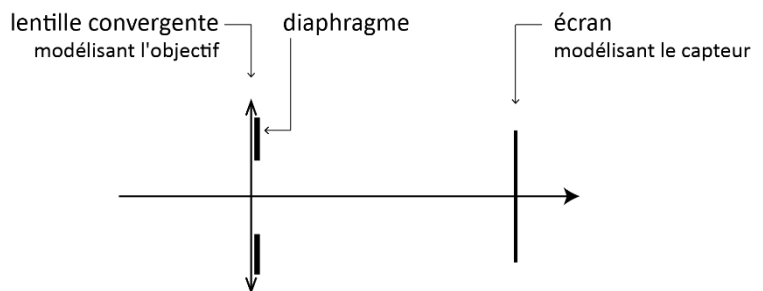
Le modèle optique :

- 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 :



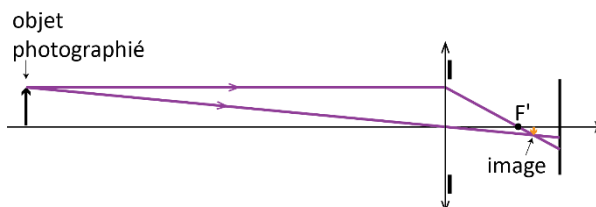
2. Modélisation optique de la mise au point ou « focus »

2.1. Modélisation optique de 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**.

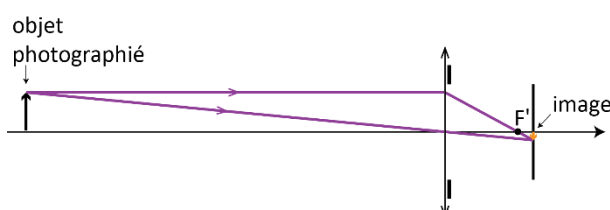
Techniquement, lors de la mise au point, l'objectif se déplace jusqu'à ce que l'image se forme sur le capteur. La distance focale de l'objectif, la distance objectif – objet et la distance objectif – capteur respectent alors la relation de conjugaison des lentilles convergentes.

■ 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

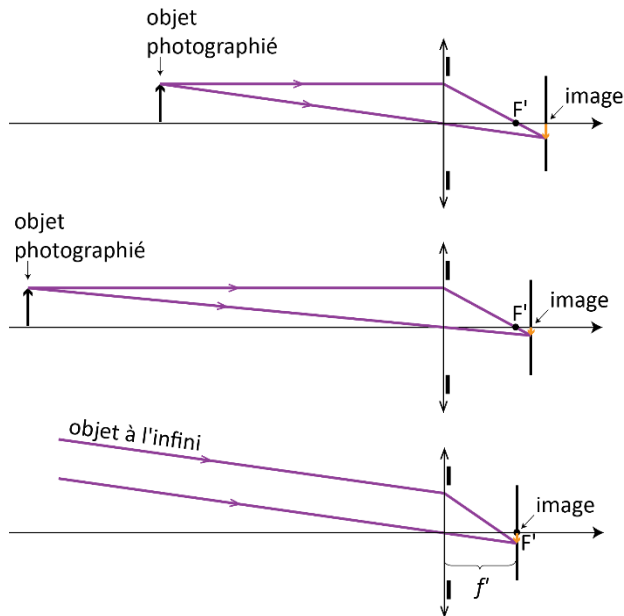


La mise au point est réalisée, l'image se forme sur le capteur. La photographie sera nette.

2.2. Influence de la position de l'objet sur la mise au point

L'influence de la position de l'objet photographié sur la distance objectif – capteur permettant la mise au point découle des propriétés des lentilles convergentes étudiées dans la séquence 5.

Plus l'objet est éloigné, plus la distance objectif – capteur doit être courte pour assurer la mise au point. Lorsque l'objet visé est à l'infini, la distance objectif – capteur est égale à la distance focale de l'objectif.



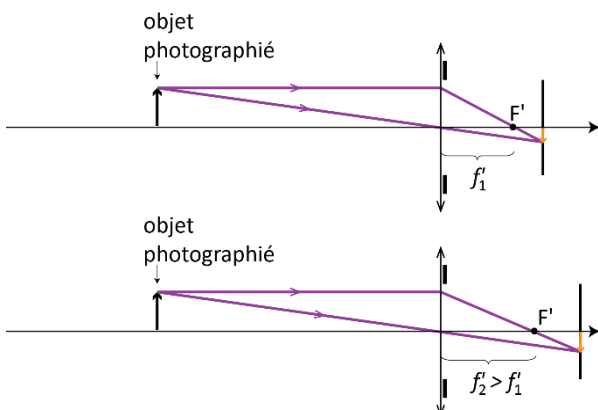
Plus l'objet photographié est éloigné, plus la distance objectif – capteur assurant la mise au point est faible.

3. Zoom et angle de champ

3.1. 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.

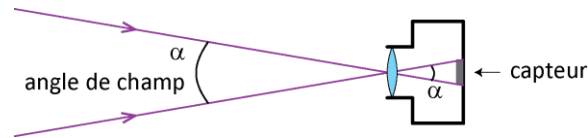
Remarque :

Le zoom optique ne doit pas être confondu avec le zoom numérique, lequel consiste à agrandir la photographie informatiquement après sa prise : voir séquence 8.

3.2. L'angle de champ

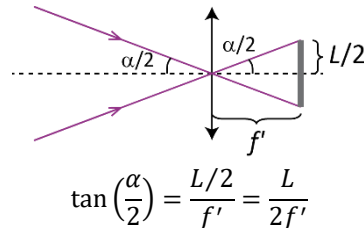
Définition

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.



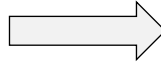
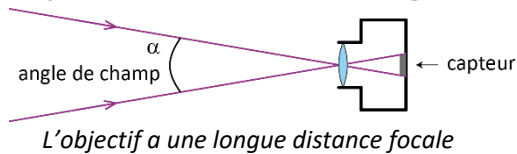
Calcul de l'angle de champ dans le cas de la photographie d'un paysage

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.

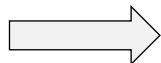
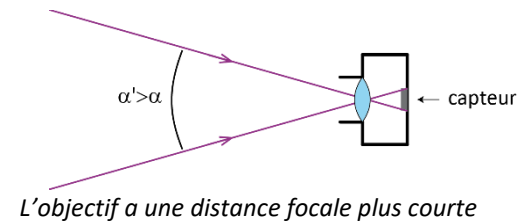


Plus la distance focale est élevée, plus le zoom est important et plus l'angle de champ est faible.

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 photo a un angle champ plus élevé, soit un plus faible zoom

4. La profondeur de champ

4.1. Définition

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



Seul le premier plan est net : la profondeur de champ est faible.

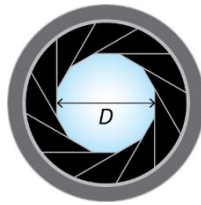


L'arrière-plan apparaît plus nettement : la profondeur de champ a augmenté.

4.2. Le nombre d'ouverture et son influence sur la profondeur de champ

Le diaphragme

L'objectif de l'appareil photographique contient un diaphragme de diamètre réglable :



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 le diamètre du diaphragme.

f' et D sont exprimés avec la même unité. N n'a pas d'unité.

Influence de N sur la profondeur de champ

On constate que :

- plus le diamètre du diaphragme est faible, plus la profondeur de champ est grande ;
- plus la distance focale de l'objectif est élevée (donc plus le zoom est important), plus la profondeur de champ est grande.

On en déduit :

Plus le nombre d'ouverture $N = f'/D$ est élevé, plus la profondeur de champ est élevée.

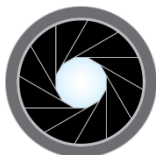
Bilan concernant la profondeur de champ



*grand diamètre donc faible nombre d'ouverture
courte distance focale*



*la photographie est lumineuse avec une faible
profondeur de champ*



*réduction du diamètre donc augmentation du
nombre d'ouverture*



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



*Le diamètre retrouve sa valeur initiale mais on
augmente la distance focale*



*la photographie est plus sombre, le zoom est plus
important et la profondeur de champ plus élevée*

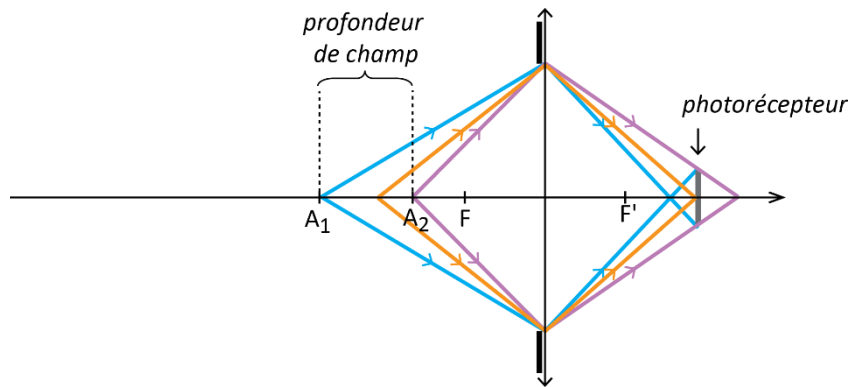
Remarque : l'augmentation du nombre d'ouverture N engendre non seulement une augmentation de la profondeur de champ mais aussi une baisse de la « luminosité » de la photographie. Cet inconvénient peut être compensé par une augmentation du temps pose (souvent automatisée si l'on n'est pas en mode manuel) : voir séquence suivante.

4.3. Explication des effets de N sur la profondeur de champ : la condition de netteté approchée

La netteté approchée

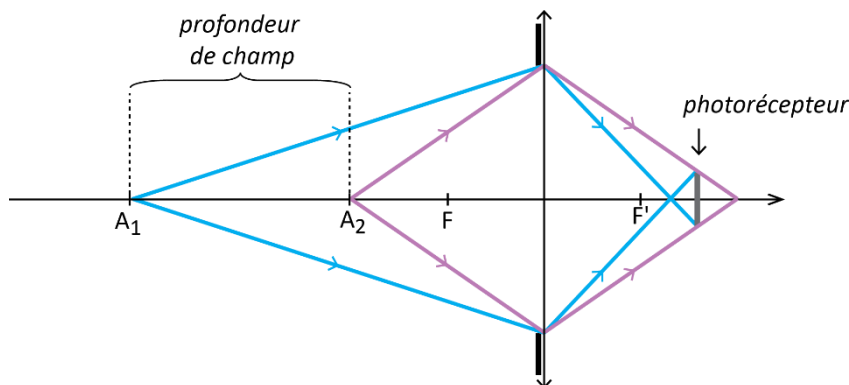
Pour une distance lentille – écran donnée, il n'existe qu'une unique distance lentille – objet permettant de respecter *exactement* la relation de conjugaison, donc une mise au point exacte. En dehors de cette position, l'image d'un point n'est pas un point mais une tache. Si la tache est suffisamment 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**.



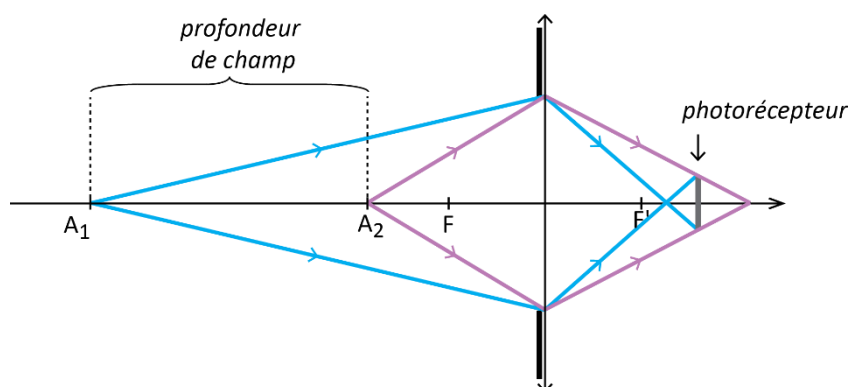
Le point-objet dont l'image se forme exactement sur le photorécepteur est A (faisceau orange). Mais tous les points-objets situés entre A_1 (faisceau bleu) et A_2 (faisceau violet) ont un point image situé assez proche du photorécepteur pour que leurs faisceaux n'éclairent qu'un seul photorécepteur. La distance A_1A_2 est donc la profondeur de champ.

Conséquence d'une augmentation de la distance focale f' (la distance objectif – capteur étant constante) :



une augmentation de la distance focale, à distance objectif – capteur constante, engendre une augmentation de la profondeur de champ

Conséquence d'une diminution du diamètre du diaphragme :



une réduction du diamètre du diaphragme engendre une augmentation de la profondeur de champ