

Produire des images photographiques.

Ce chapitre aborde des questions d'optique géométrique. Dans un premier temps la section 1 présente la formation d'images par une lentille convergente, à la règle et au crayon. Dans un second temps, en section 2, nous illustrons le caractère omniprésent de la lentille mince pour modéliser l'œil humain et un appareil photo de type reflex. Enfin dans la section 3 nous entrons dans le monde de la photographie, nous faisons le lien entre les réglages de l'appareil et les effets visuels souhaités pour les photographies.

1 Formation des images

Définition 12.1: Lentilles convergentes

La *lentille convergente* est un instrument d'optique, réalisé dans un matériau transparent (tel que le verre) en polissant les faces internes et externes en forme de coquilles sphériques (voir fig. 12.1). On parle de lentille *mince* lorsque l'épaisseur de la lentille est faible devant le rayon des coquilles sphériques.

Les lentilles minces permettent de faire converger un faisceau lumineux parallèle en un point. La légende dit qu'Archimède aurait utilisé cette technique pour concentrer les rayons du Soleil sur les navires romains lors du siège de Syracuse, leur mettant alors feu!

Définition 12.2: Distance focale

Foyers F et F' , f ; interprétation



FIGURE 12.1 – Une lentille convergente, réalisée en polissant les faces à l'intérieur de sphères abrasives. Crédits photo : Tamasflex

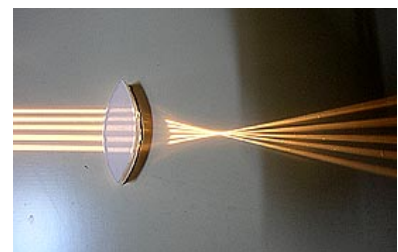


FIGURE 12.2 – Une lentille convergente forme le point image d'un faisceau parallèle dans le *plan focal image*.

Méthode 12.1: Construction de l'image d'un objet par une lentille convergente

Lorsqu'on travaille en optique, on aligne les centres de tous les instruments d'optique sur un axe, appelé axe optique.

On représente une lentille mince convergente par une double flèche verticale. De part et d'autre, de la flèche on représente le foyer image F' , qui est le point où convergent les rayons parallèles à l'axe optique d'un objet placé "à l'infini" (comprendre "très loin").

Pour les systèmes optiques usuels dans les conditions d'utilisation normales, l'image d'un point est un point (on parle de systèmes stigmatiques), c'est à dire que tous les rayons lumineux qui émanent d'un point se recombinaient en un point image. On utilise cette propriété pour construire l'image d'un point par une lentille convergente.

Pour tracer l'image d'un objet on trace donc deux rayons qui émanent d'un point de l'objet hors de l'axe optique. Le premier passe par le centre de la lentille; il n'est pas dévié. Le second est choisi parallèle à l'axe optique, il passe donc par le foyer image F' de la lentille. Leur intersection constitue le point image. Si l'objet était vertical, son image l'est aussi (on parle d'aplanétisme car l'image d'un plan est un plan), on abaisse donc la verticale du point image sur l'axe optique pour reconstruire l'image de l'objet entier.

Il faut rester conscient que les deux choisis sont deux rayons particuliers parmi une infinité qui émanent de l'objet, mais que tous se recoupent au point image, on peut donc les tracer en reliant l'objet à la lentille, puis la lentille au point image.

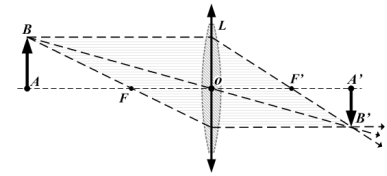


FIGURE 12.3 – Construction de l'image $A'B'$ d'un objet plan AB , on utilise le stigmatisme, et l'aplanétisme de la lentille.

2 L'optique au quotidien

2.1 L'œil humain

L'œil humain est un système optique dont le fonctionnement repose sur la projection d'une image sur un écran : le cristallin joue le rôle de lentille convergente, dont la focale peut varier en emmagasinant plus ou moins de liquide, ceci permet de former l'image de l'objet sur la rétine qui joue le rôle d'un écran, on dit que l'œil accomode. L'iris quant à lui permet d'adapter la luminosité, et ainsi de réduire l'éblouissement. Un schéma résume ceci figure 12.4.

Des dysfonctionnements de ces éléments sont à l'origine de différents troubles de la vision, tels que la myopie.

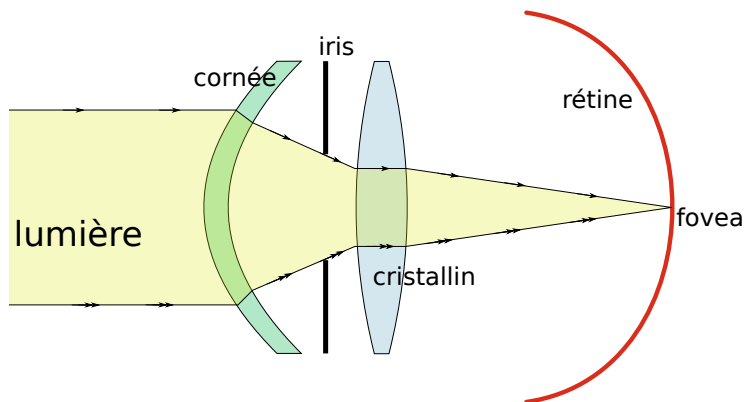


FIGURE 12.4 – Modèle optique de l'œil humain. L'iris joue le rôle de diaphragme qui laisse plus ou moins passer la lumière, le cristallin joue le rôle d'une lentille convergente dont la focale peut varier en emmagasinant du liquide, la rétine joue le rôle d'un écran sur le lequel les images se forment.

2.2 Appareil photographique de type "Réflex"

Les appareils photo de type Reflex permettent d'effectuer des photographies de qualité tout en autorisant l'ajustage de divers paramètres dans une finalité qui peut être technique ou artistique.

La figure 12.6 illustre le fonctionnement d'un tel appareil, dont voici les principaux éléments :

1. Objectif : C'est un système de lentilles qui permet de former l'image du champ de vision sur un capteur ou un film argentique; parfois muni d'un diaphragme qui permet d'ajuster la profondeur de champ et la luminosité. On distingue les *téléobjectifs* ($f' > 135\text{mm}$) des *grands angles* ($f' < 35\text{mm}$), le cône d'ouverture des premiers est étroit; c'est idéal pour les sujets lointains. Le cône d'ouverture des seconds est large, ce qui se prête plutôt aux plans larges ou rapprochés. (voir figure 12.5)
2. Miroir : ce miroir semi-transparent permet de diviser le faisceau en deux parties, de sorte que l'image soit visible dans le viseur et sur le capteur.
3. Obturateur focal : il permet d'ajuster la durée d'exposition de la prise de vue.
4. Capteur/Film : il permettent de transformer l'énergie lumineuse en signal électrique/signal chimique en vue d'une sauvegarde numérique/physique de l'image.
5. Verre dépoli
6. Condenseur
7. Pentaprisme : il permet de dévier le faisceau de 90° sans le renverser.
8. Oculaire/Viseur : il permet de former une image nette pour l'œil.



FIGURE 12.5 – À gauche un télé-objectif, avec un cône d'ouverture étroit, pour les prises de vue lointaines. À droite un grand angle pour les prises larges ou rapprochées.

3 Les réglages d'un appareil photographique

Dans un appareil photographique, différents réglages permettent d'ajuster la netteté, la profondeur de champ, et l'exposition. Ici, nous présentons comment régler l'appareil pour atteindre un tel but.

3.1 La netteté

Lors d'une prise de vue, deux paramètres peuvent contribuer à rendre une image floue :

- Le mouvement : si la cible se déplace pendant la durée de la prise de vue, elle apparaîtra floue.
- La mise au point : si l'image de la cible ne se forme pas sur l'écran de l'appareil, elle apparaîtra floue.

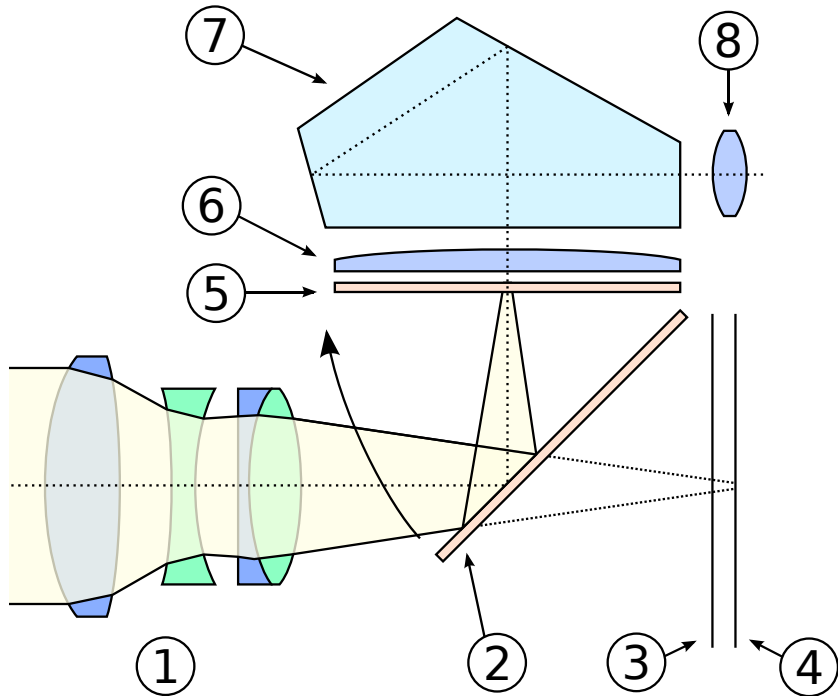


FIGURE 12.6 – Modèle d'un appareil de type Reflex, 1. Objectif 2. Miroir abaissé 3. Obturateur focal 4. Capteur/Film 5. Verre dépoli 6. Condensateur 7. Pentaprisme 8. Oculaire/Visueur

Crédits Photo : Cburnett

Afin de jouer sur la netteté, on pourra ajuster le *temps de pose* : plus il est court, plus l'image des objets en mouvement sera nette, au prix d'une perte de luminosité. On pourra aussi jouer sur la *mise au point* de l'objectif

3.2 La profondeur de champ

En photographie, on constate que tous les plans d'une image n'apparaissent pas aussi nets. on définit à cet effet la profondeur de champ comme la distance entre le premier et le dernier objet perçu comme net le long de l'axe optique. Ajuster la profondeur de champ permet de mettre plus ou moins en valeur le sujet de l'image, en nimbant de flou les autres plans. Sur un appareil, plusieurs paramètres affectent la profondeur de champ :

- La focale : plus elle augmente, plus la profondeur de champ diminue.
- Le nombre d'ouverture N (à ne pas confondre avec l'ouverture! Voir fig 12.7). Plus il augmente, plus la profondeur de champ augmente. Pour comprendre ce phénomène, voir 12.8
- La distance de mise au point : plus elle est grande, plus la profondeur de champ augmente.



FIGURE 12.7 – Diaphragme pour les ouvertures $f/1.8, f/4, f/11$, qui correspondent à un nombre d'ouverture $N = 1.8, N = 4$ et $N = 11$.

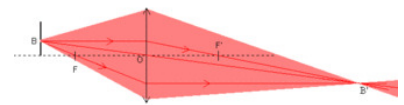


FIGURE 12.8 – La profondeur de champ diminue lorsque l'on augmente l'ouverture (que l'on diminue le nombre d'ouverture N) car le faisceau lumineux issu d'un point objet est plus large lorsque le diaphragme est plus ouvert, il en résulte une confusion entre les points images voisins si la mise au point n'est pas parfaite, perçue comme du flou.

3.3 L'exposition

Afin de produire une image, il faut que les capteurs reçoivent suffisamment de lumière, autrement l'image sera sombre. Pour ajuster l'exposition, il y existe plusieurs moyens :

- Ajuster la sensibilité ISO des capteurs : pour un photon de lumière reçue, un capteur produira un signal électrique plus important si sa sensibilité ISO est plus importante. Néanmoins si l'on augmente trop ce paramètre, on s'expose à du bruit numérique sur l'image.
- Augmenter le temps de pose : chaque capteur recevra alors de plus nombreux photons au cours de la prise de vue. Cela limite le bruit numérique, mais peut provoquer des flous de mouvement.
- Augmenter l'ouverture du diaphragme (diminuer le nombre d'ouverture N), ce qui permet de capter la lumière dans un plus grand cône autour de l'axe optique. Cela impacte la profondeur de champ.



FIGURE 12.9 – Le lightpainting permet de "peindre" à l'aide de lampes grâce à de longues durées d'exposition.

Crédit photo : Nilou

À la fin de ce chapitre, je sais faire (extrait du B.O.) :

- Déterminer graphiquement et à l'aide d'un logiciel la position, la grandeur et le sens de l'image réelle d'un objet-plan réel donnée par un objectif modélisé par une lentille mince convergente.
- (en TP) Produire et caractériser l'image réelle d'un objet-plan réel à travers une lentille mince convergente, optimiser la qualité de l'image.
- Compléter la légende du schéma d'un appareil photographique à visée "réflex" (objectif, diaphragme, miroir, prisme, obturateur, capteur).
- Comparer le modèle de l'œil réduit avec le modèle de l'appareil photographique.
- Distinguer téléobjectif et grand angle.
- Identifier les différents réglages (tirage, temps de pose, nombre d'ouverture) permettant d'obtenir la qualité artistique recherchée (netteté, profondeur de champ, surexposition, sous-exposition).
- (Activités) Extraire et exploiter des informations sur la photographie numérique et la photographie argentique.
- (en TP) Réaliser des images à l'aide d'un appareil photographique numérique ou d'un logiciel de simulation pour visualiser la conséquence des réglages de l'appareil photographique.