

### III.D.2 Profondeur de champ et focale

De la même manière la profondeur de champ dépend de la focale :

Plus la focale est courte, plus la profondeur de champ est grande

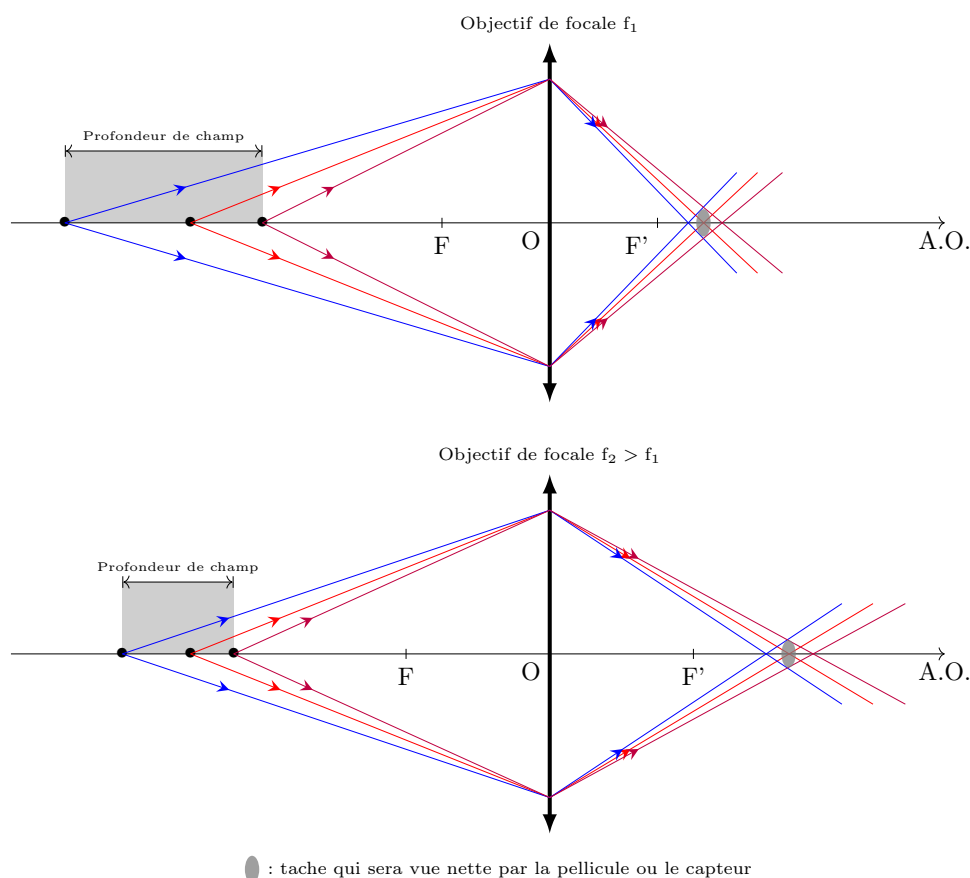


FIGURE 4.12

### III.D.3 Profondeur de champ et ouverture

L'ouverture, c'est-à-dire le diamètre d'entrée de l'objectif, se règle à l'aide d'un diaphragme. Plus l'ouverture est petite et plus la profondeur de champ sera grande ; mais attention, la taille de l'ouverture influe sur la quantité de lumière qui imprègnera le capteur. Cette ouverture est indiquée en fonction de la focale de l'objectif : une ouverture de  $\frac{f}{22}$  est plus petite qu'une ouverture de  $\frac{f}{4}$ .

Voici deux schémas qui montrent pourquoi la réduction de l'ouverture agrandit la profondeur de champ :

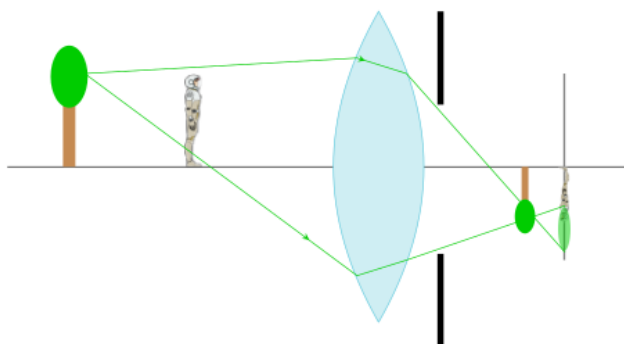


FIGURE 4.13

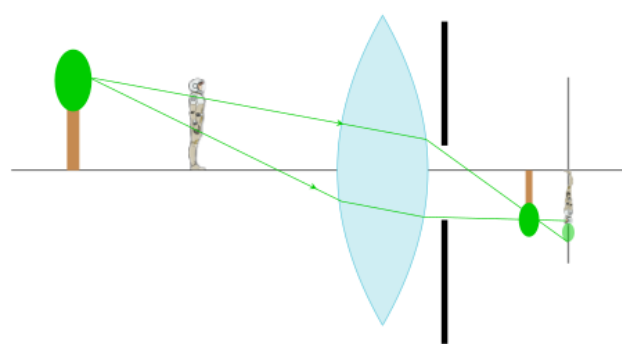


FIGURE 4.14

Avec un diaphragme ouvert, les feuilles des arbres créent une tache lumineuse assez large sur le capteur, et ne seront pas vues nettes.

En réduisant l'ouverture, cette tache est plus petite. Si elle est inférieure à la taille d'un pixel du capteur, les feuilles seront vues nettes.

L'objet qui donnera une tache aussi grosse que les feuilles d'arbre du premier schéma sera plus loin en avant ou en arrière de l'humain, la zone de netteté sera plus réduite.

### III.D.4 Résumé et conclusion

#### Important 4.1 : résumé caractéristiques appareil photo

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| – Focale ↗ ⇒ champ ↘;                   | – Focale ↗ ⇒ PDC ↘;           |
| – Position capteur ↗ ⇒ mise au point ↘; | – Position capteur ↗ ⇒ PDC ↘; |
| – Taille capteur ↗ ⇒ champ ↗;           | – Ouverture ↗ ⇒ PDC ↘.        |

Typiquement, on utilise une profondeur de champ faible, donc une grande ouverture pour effectuer des portraits, et une profondeur de champ importante lorsqu'il s'agit de photographier un paysage. Mais en même temps que l'on règle celle-ci, il faut penser à régler le temps d'exposition du capteur (le temps pendant lequel le miroir plan du reflex pivotera), car la photo risquerait d'être sur-exposée (pour un portrait) ou sous-exposée (pour un paysage).

## IV Systèmes optiques à plusieurs lentilles

### A Association quelconque de lentilles

Les associations de lentilles ne présentent pas de difficultés particulières, une fois les techniques de construction maîtrisées. Il faut cependant savoir toujours se repérer dans les constructions.

#### IV.A.1 Entraînement

#### Exemple 4.1 : association quelconque de lentilles convergentes

Deux lentilles minces convergentes  $\mathcal{L}_1$  de centre optique  $O_1$  et  $\mathcal{L}_2$  de centre optique  $O_2$  sont disposées selon le schéma ci-dessous. Trouver la position de l'image finale  $A'B'$  de l'objet  $AB$  donnée par l'association  $\mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2$ , et donner la nature de tous les objets et images.

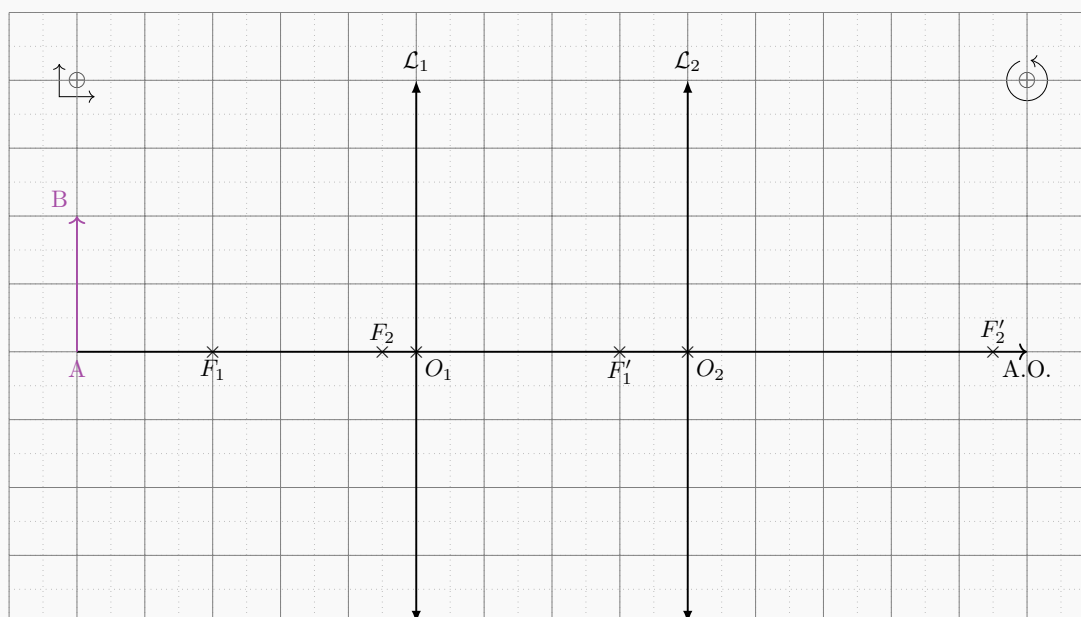
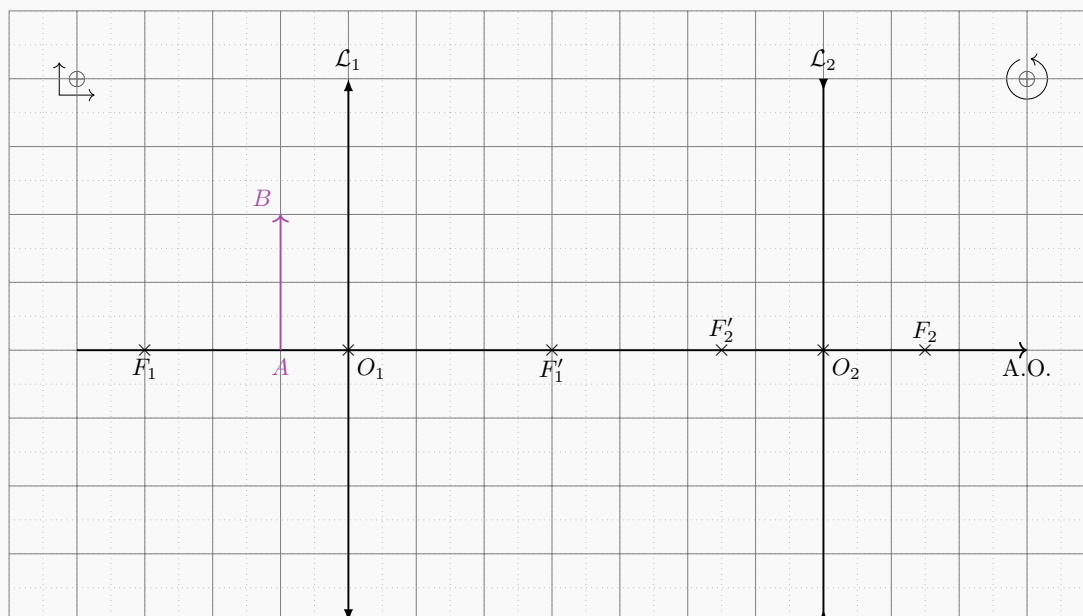


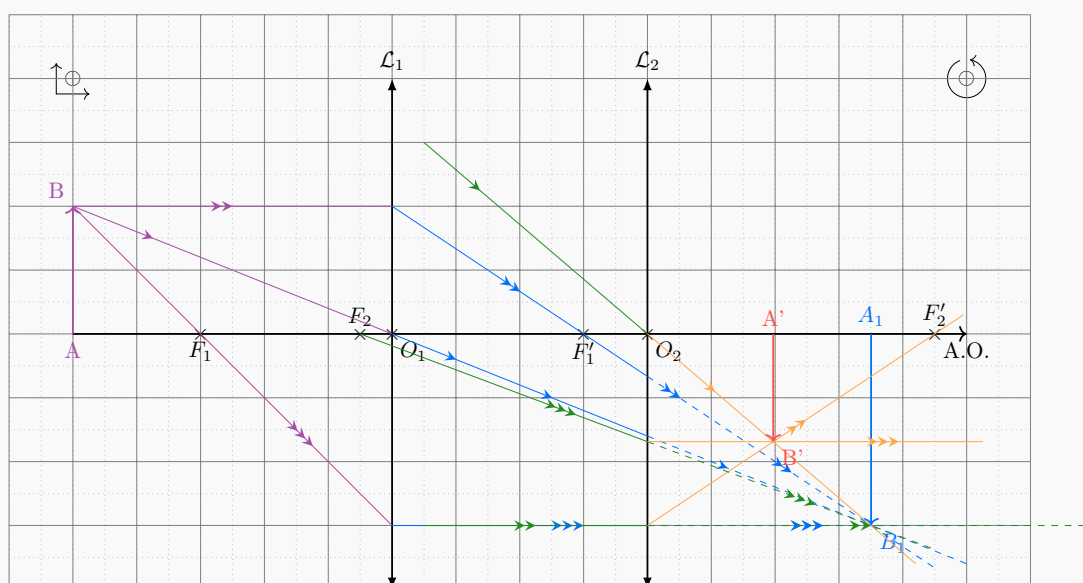
FIGURE 4.15 – Association de lentilles convergentes

**Exemple 4.2 : association quelconque de lentilles mixées**

Une lentille mince convergente  $\mathcal{L}_1$  de centre optique  $O_1$  et une divergente  $\mathcal{L}_2$  de centre optique  $O_2$  sont disposées selon le schéma ci-dessous. Trouver la position de l'image finale  $A'B'$  de l'objet  $AB$  donnée par l'association  $\mathcal{L}_1 + \mathcal{L}_2$ , et donner la nature de tous les objets et images.

**FIGURE 4.16** – Association de lentilles mixées**IV.A.2** Corrigé**Exemple 4.3 : association quelconque de lentilles convergentes**

On schématise l'association par  $\overline{AB} \xrightarrow[\mathcal{O}_1]{\mathcal{L}_1} \overline{A_1B_1} \xrightarrow[\mathcal{O}_2]{\mathcal{L}_2} \overline{A'B'}$ . On part d'un objet réel pour avoir  $\overline{A_1B_1}$  image réelle pour  $\mathcal{L}_1$  mais objet virtuel pour  $\mathcal{L}_2$ , et finalement  $\overline{A'B'}$  image réelle.

**FIGURE 4.17** – Association de lentilles convergentes

### Exemple 4.4 : association quelconque de lentilles mixées

On schématise l'association par  $\overline{AB} \xrightarrow[\mathcal{O}_1]{\mathcal{L}_1} \overline{A_1B_1} \xrightarrow[\mathcal{O}_2]{\mathcal{L}_2} \overline{A'B'}$ . On part d'un objet réel pour avoir  $\overline{A_1B_1}$  **image virtuelle** pour  $\mathcal{L}_1$  mais **objet réel** pour  $\mathcal{L}_2$ , et finalement  $\overline{A'B'}$  image virtuelle.

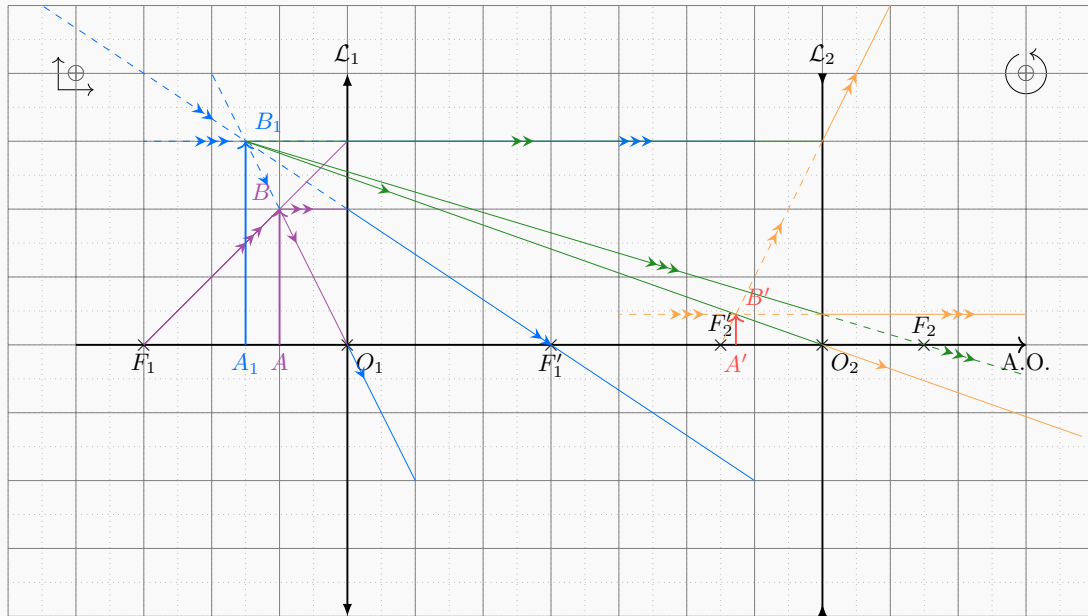


FIGURE 4.18 – Association de lentilles mixées

### Important 4.1 : microscope

Un microscope est une association de deux lentilles convergentes qui donne une image à l'infini d'un objet à distance finie :  $\overline{AB} \xrightarrow[\mathcal{O}_1]{\mathcal{L}_1} \overline{A_1B_1} \xrightarrow[\mathcal{O}_2]{\mathcal{L}_2} +\infty$

## B Lunettes astronomiques

### IV.B.1 Définition

#### Définition 4.9 : lunettes de Kepler et de Galilée, système afocal

On appelle lunette astronomique un système optique composé d'une lentille convergente appelée **objectif** (dirigée vers l'objet) et d'une lentille appelée **oculaire** (dirigée vers l'œil), telle qu'un **objet à l'infini** donne une image à l'**infini** : on appelle ce type de système un système **afocal**. Une lunette est dite de **Kepler** si l'oculaire est **convergent**, et de **Galilée** s'il est **divergent**.

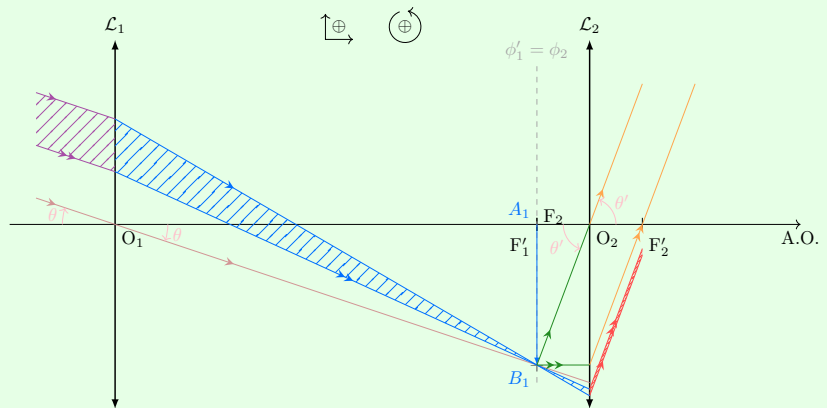


FIGURE 4.19 – Schéma d'une lunette de Kepler.

## IV.B.2 Caractéristiques

## Définition 4.10 : encombrement

On appelle *encombrement* la distance  $\overline{O_1O_2}$  entre l'objectif et l'oculaire.

## Exemple 4.5 : calcul d'encombrement

Soit l'objectif  $\mathcal{L}_1$  de centre  $O_1$  et de vergence  $V_1 = 3,125 \delta$ , et l'oculaire  $\mathcal{L}_2$  de centre  $O_2$  et de vergence  $V_2 = 25 \delta$ . Quel est l'encombrement du système ?

Le système étant afocal, on a

$$\overline{AB} \xrightarrow[\text{O}_1]{\mathcal{L}_1} \overline{A_1B_1} \xrightarrow[\text{O}_2]{\mathcal{L}_2} \overline{A'B'}$$

$-\infty \xrightarrow{\text{A}_1 = \text{F}'_1} \text{A}' = +\infty$   
 $\text{A}_1 = \text{F}_2$

$$\begin{aligned} \overline{O_1O_2} &= \overline{O_1F'_1} + \overline{F_2O_2} \\ &= f'_1 + f'_2 \\ &= \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \\ \overline{O_1O_2} &= 36 \text{ cm} \end{aligned}$$

## Propriété 4.2 : grossissement

Pour les lunettes, on a  $G$  tel que

$$G = \frac{f'_1}{-f'_2}$$

## Démonstration 4.2 : grossissement

À partir de la figure 4.19 et en considérant des petits angles, on a  $\theta' = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{O_2F_2}}$ , et  $\theta = \frac{\overline{AB}}{\overline{O_1F'_1}}$ ; ainsi, comme  $G = \frac{\theta'}{\theta}$ , et que  $\overline{O_2F_2} = -f'_2$ , on a directement le résultat.

## Remarque 4.1 : grossissement

Comme on s'intéresse à des points à l'infini, c'est le grossissement qui nous intéresse. Cette équation est la même pour les deux lunettes, mais  $f'_2 < 0$  **pour une lentille divergente** : l'une donne donc une image droite et l'autre renversée.

## Définition 4.11 : Cercle oculaire

On appelle **cercle oculaire** l'image de la monture de l'objectif donnée par l'oculaire.

## Interprétation 4.1 : Utilité du cercle oculaire

Il correspond à la section la plus étroite du faisceau sortant de l'oculaire, où l'œil reçoit le maximum de lumière.

## Exemple 4.6 : lunette et cercle oculaire

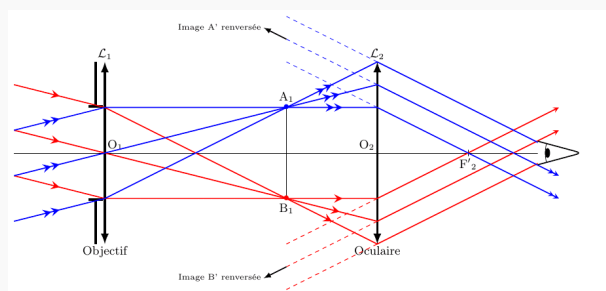


FIGURE 4.20 – Images de 2 points objets à l'infini.

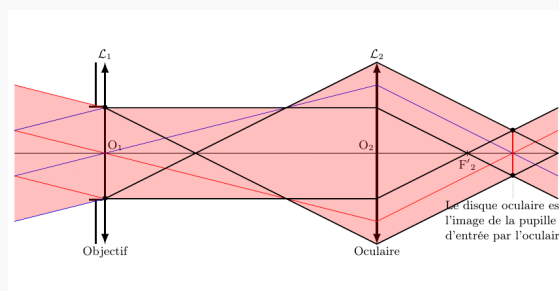


FIGURE 4.21 – Schématisation du cercle oculaire.