

## Lentilles minces

Compétences associées :

- Exploiter les propriétés du centre optique, des foyers principaux et secondaires, de la distance focale, de la vergence.
- Construire l'image d'un objet situé à distance finie ou infinie à l'aide de rayons lumineux, identifier sa nature réelle ou virtuelle.
- Exploiter les formules de conjugaison et de grandissement transversal de Descartes et de Newton.
- Etablir et utiliser la condition de formation de l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente.

### I. Caractéristiques des lentilles minces

#### • Lentilles sphériques

Système optique ayant une symétrie de révolution autour d'un axe optique. Il est limité par deux dioptries dont l'un au moins est sphérique.

#### • Stigmatisme des lentilles

Il est approché dans les conditions de Gauss.

#### • Axe optique

C'est l'axe qui passe par le centre des deux dioptries et les deux sommets.

#### • Distance algébrique

Distance entre des points situés sur un même axe, dotée d'un signe qui indique leur position relative.

|                     |                                 |                                       |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Distance            | $AB = 3 \text{ cm}$             | Il y a 3 cm entre les points A et B   |
| Distance algébrique | $\overline{AB} = 3 \text{ cm}$  | A est avant B car $\overline{AB} > 0$ |
| Distance algébrique | $\overline{AB} = -3 \text{ cm}$ | A est après B car $\overline{AB} < 0$ |

#### • Lentille mince

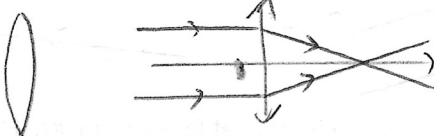
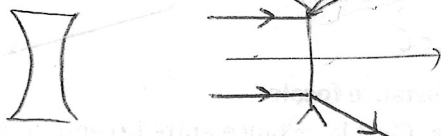
Une lentille est dite mince lorsque les deux sommets des dioptries peuvent être considérés comme à peu près confondus. Mathématiquement les conditions suivantes sont respectées :

$$d \ll R_1 \quad d \ll R_2 \quad d \ll |R_1 - R_2|$$

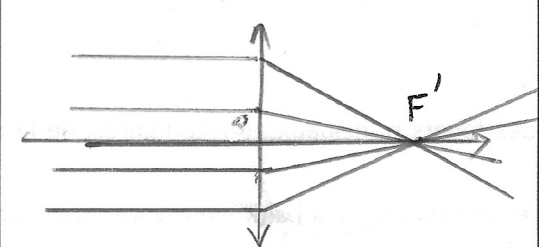
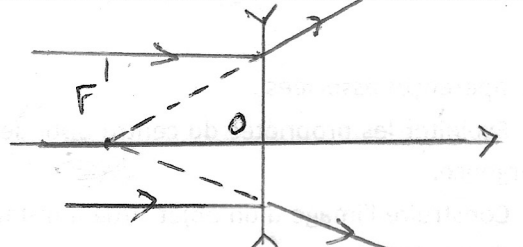
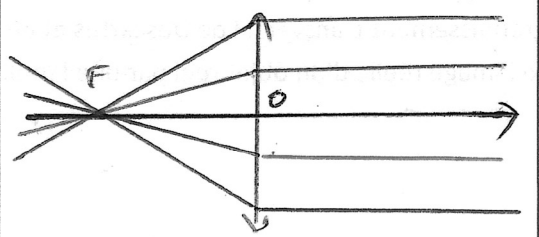
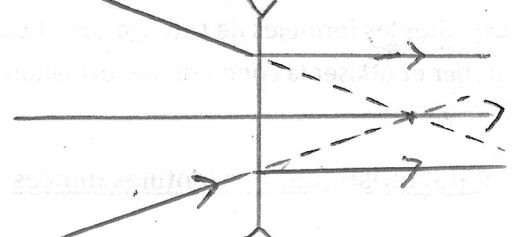
où : - d est la distance entre les sommets des dioptries

-  $R_1$  et  $R_2$  sont les rayons de courbure des dioptries.

#### • Type de lentille

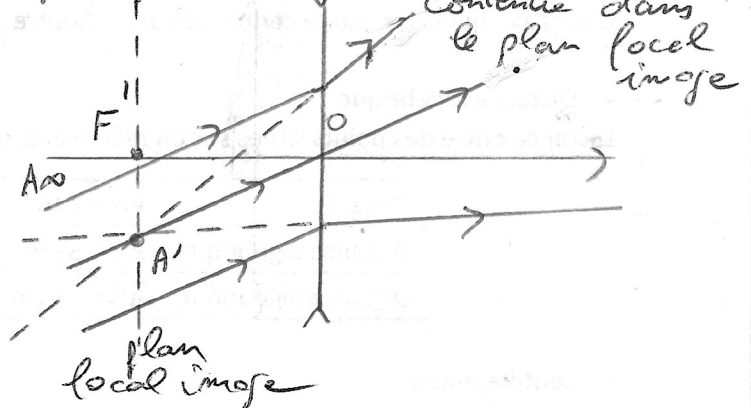
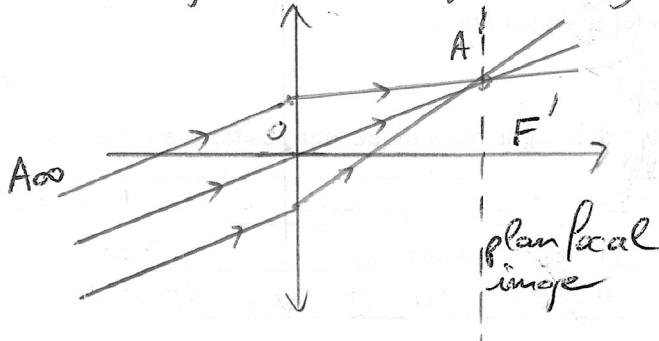
| Type              | Convergente                                                                         | Divergente                                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Forme             | bords minces                                                                        | bords épais                                                                          |
| Effets            | rapproche les rayons lumineux                                                       | écarte les rayons lumineux                                                           |
| Schéma et symbole |  |  |
| Distance focale   | $f' > 0$                                                                            | $f' < 0$                                                                             |

## • Foyers d'une lentille

| Lentille    | convergente                                                                       | divergente                                                                         |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Foyer image |  |  |
| Foyer objet |  |  |

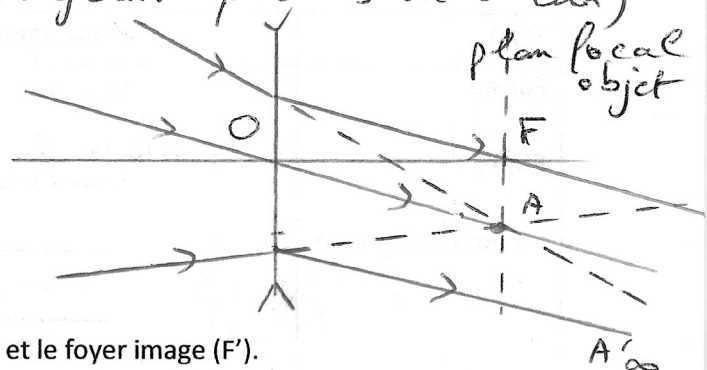
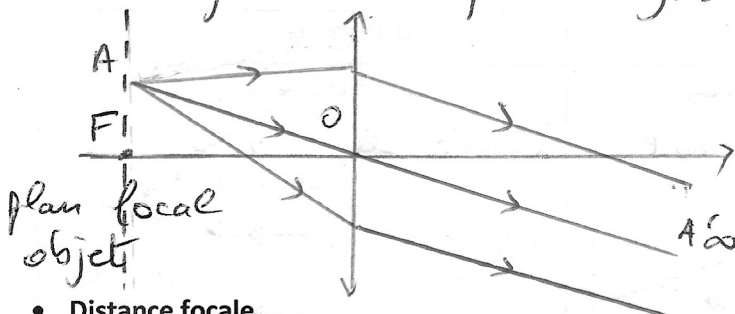
### • Foyer image et plan focal image

- Le foyer image  $F'$  est le point de l'axe optique où se forme l'image d'un objet situé à l'infini sur l'axe optique.
- Tout rayon de l'espace parallèle à l'axe optique émerge en passant par  $F'$ .
- Le plan focal image est le plan parallèle à la lentille qui contient  $F'$ .
- Un objet à l'infini (rayons parallèles entre eux) a son image contenue dans le plan focal image.



### • Foyer objet et plan focal objet

- Le foyer objet  $F$  est le point de l'axe optique dont l'image est à l'infini.
- Tout rayon de l'espace objet qui passe par  $F$  (véritablement ou par prolongement) émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique.
- Le plan focal objet est le plan parallèle à la lentille qui contient  $F$ .
- Un objet appartenant au plan focal objet a son image renvoyée à l'infini (rayons émergents parallèles entre eux).



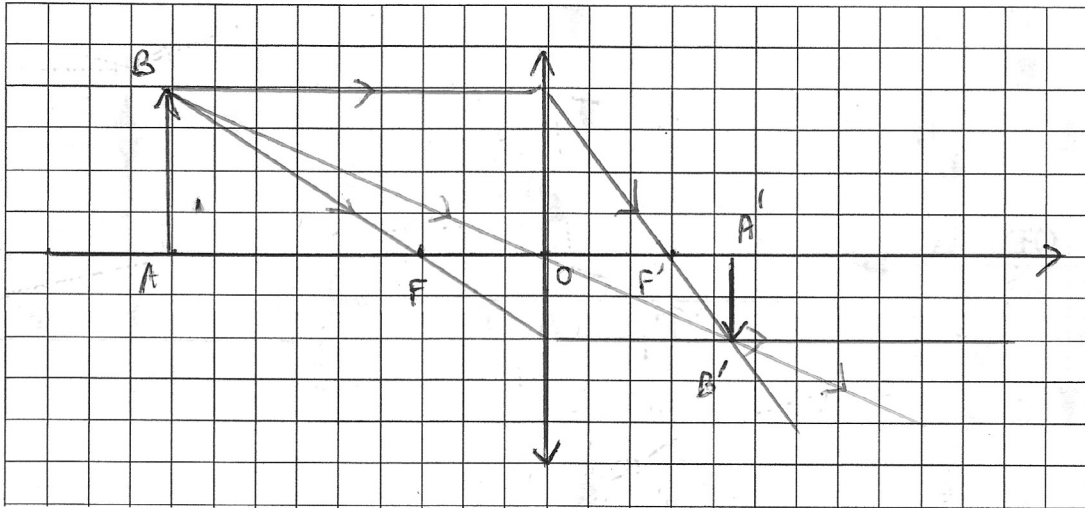
### • Distance focale

- C'est la distance entre le centre optique ( $O$ ) de la lentille et le foyer image ( $F'$ ).
- On note  $f' = OF' = -OF$ , quel que soit le type de lentille.

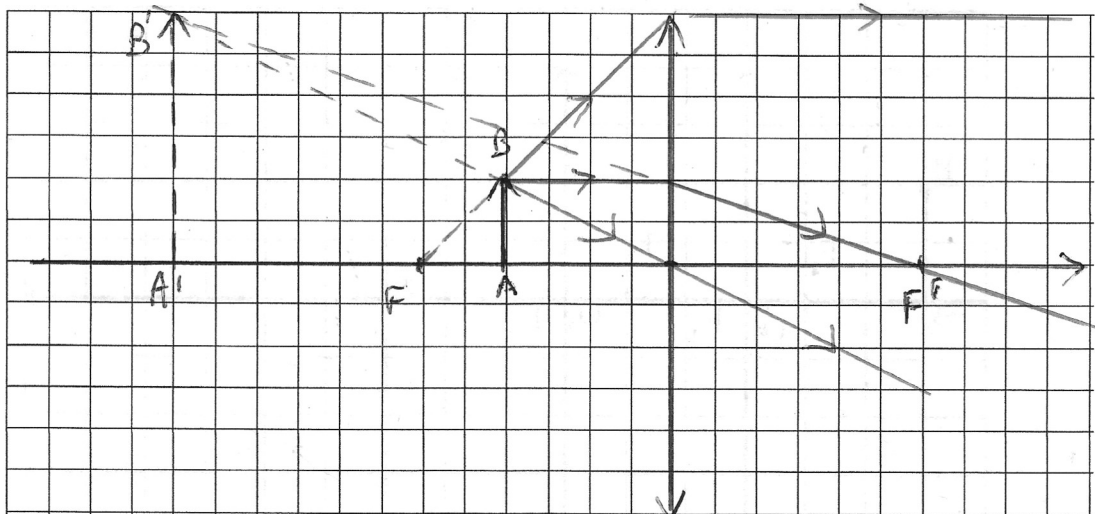
- $F$  et  $F'$  sont symétriques l'un de l'autre par rapport à  $O$ .
- lentille convergente:  $F'$  à droite. lentille divergente:  $F'$  à gauche.

## II. Construction des images par une lentille mince

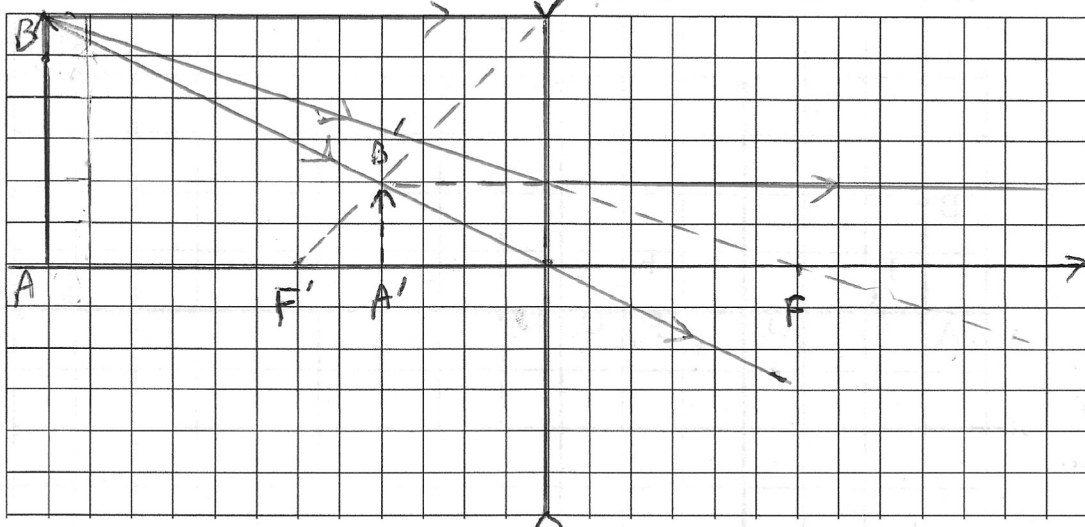
- Un rayon qui passe par le centre optique  $O$  de la lentille n'est pas dévié.
- Un rayon qui arrive parallèle à l'axe optique émerge en passant par le foyer image  $F'$
- Un rayon qui passe par le foyer objet  $F$



LENTILLE CONVERGENTE – FORMATION D'UNE IMAGE REELLE A PARTIR D'UN OBJET REEL

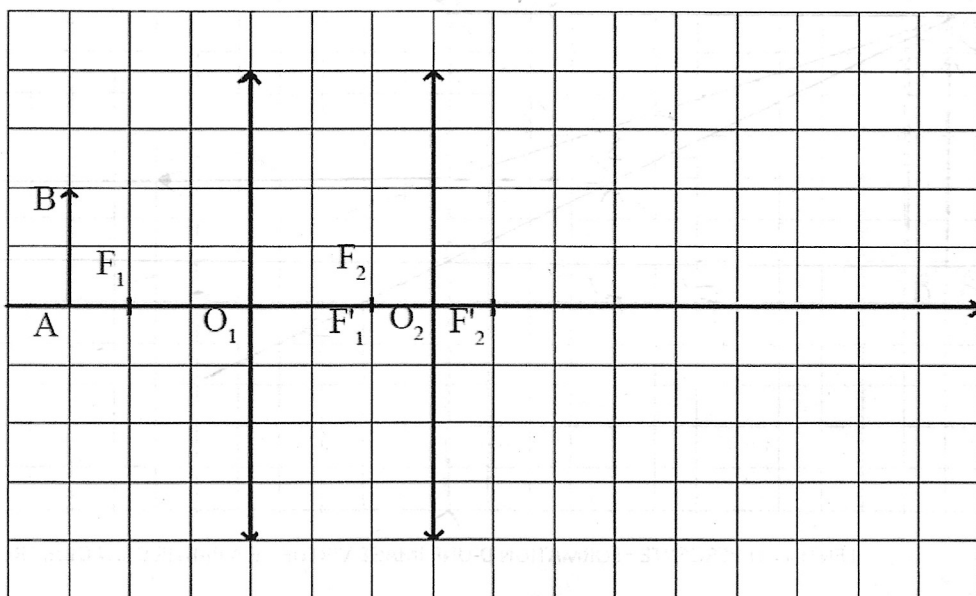
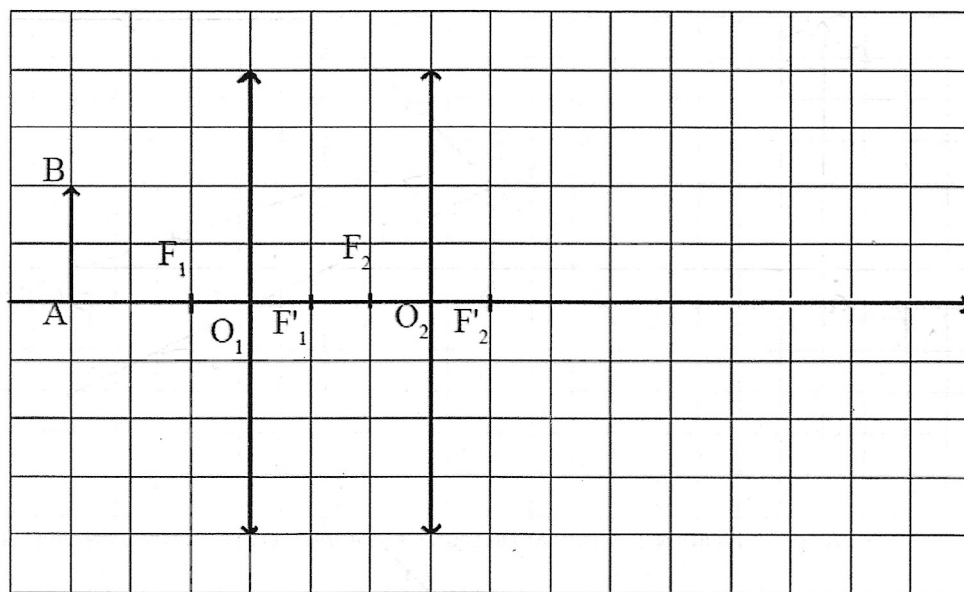
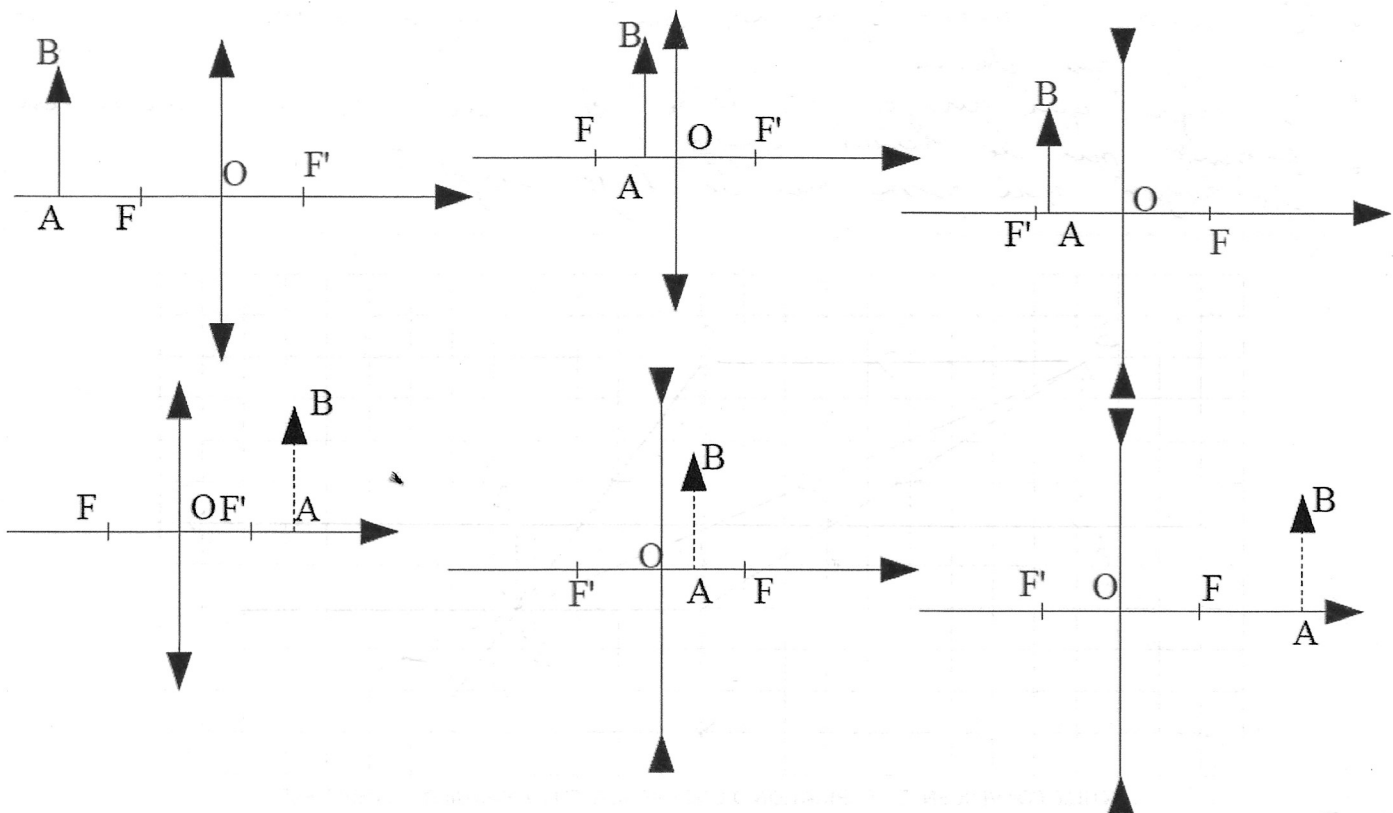


LENTILLE CONVERGENTE – FORMATION D'UNE IMAGE VIRTUELLE A PARTIR D'UN OBJET REEL (loupe)



LENTILLE DIVERGENTE – FORMATION D'UNE IMAGE VIRTUELLE A PARTIR D'UN OBJET REEL

**Application 1** Pour tous les schémas ci-dessous, construire l'image de AB par le système optique



### III. Relations des lentilles

Dans tout ce qui suit : lentille mince de centre optique O, foyer objet F, foyer image F', objet AB et image A'B' avec A et A' conjugués sur l'axe. Les distances sont exprimées en mètres par défaut. Conditions de Gauss.

- Vergence d'une lentille (en dioptries)

$$C = \frac{1}{f'}$$

- Relations de conjugaison

Théorème de Thalès  $\Rightarrow$

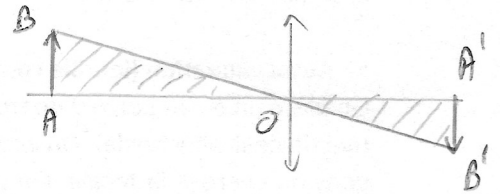
Formule de Newton :  $FA \cdot F'A' = -f'^2$

Formule de Descartes :  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$

- Grandissement

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

$\hookrightarrow$  définition  $\hookrightarrow$  Théorème de Thalès



- Interprétation du grandissement

|       | Valeur absolue |                | Signe        |              |
|-------|----------------|----------------|--------------|--------------|
|       | $ \gamma  < 1$ | $ \gamma  > 1$ | $\gamma < 0$ | $\gamma > 0$ |
| Image | réduite        | agrandie       | renversée    | droite       |

- Doublet accolé – Théorèmes des vergences

Soit un système formé de deux lentilles minces de centres optiques assez proches pour être confondus, de vergences respectives  $C_1$  et  $C_2$ .

$A \xrightarrow{L_1} A_1 \xrightarrow{L_2} A'$

Ex:  $O_1 = O_2$

$$\frac{1}{O_1 A_1} - \frac{1}{O_1 A} = \frac{1}{f'_1} = C_1$$

$$\oplus \frac{1}{O_2 A'} - \frac{1}{O_2 A_1} = \frac{1}{f'_2} = C_2$$

La vergence de 2 lentilles accolées est la somme des vergences

$$\Rightarrow \frac{1}{O_2 A'} - \frac{1}{O_2 A_1} + \frac{1}{O_1 A_1} - \frac{1}{O_1 A} = \frac{1}{O_2 A'} - \frac{1}{O_2 A} = C_1 + C_2$$

car  $O_1 = O_2$

- Condition réel/virtuel

| Nature  | Objet    | Image     |
|---------|----------|-----------|
| Réel    | $OA < 0$ | $OA' > 0$ |
| Virtuel | $OA > 0$ | $OA' < 0$ |

#### Application 2 Projecteur diapos

On dispose d'une diapositive de 4,00 cm par 4,00 cm. Le projecteur diapo est une simple lentille (de distance focale  $f'$  inconnue) placée 26,3 cm devant la diapositive éclairée par une lampe. Sur l'écran on voit l'image de la diapositive par la lentille.

- Faire un schéma où on fera apparaître l'écran, la diapositive et la lentille.