

# TPcours n°10 – Lentilles : Focométrie

## Objectifs :

- Identification rapide du type de lentille : CV ou DV
- Déterminer la distance focale d'une lentille (CV et DV)
  - évaluer rapidement l'ordre de grandeur de la distance focale
  - la mesurer précisément par la méthode des points conjugués

*On évitera absolument de mettre les doigts sur les faces des lentilles. Si besoin, les tenir par les bords.*

*Lentilles utilisées dans ce TP : +100 mm, +200 mm, -300 mm.*

## 1. Identification rapide du type de lentille

On remarquera au préalable que les lentilles que l'on utilisera en TP sont toutes des lentilles minces sphériques. Leur épaisseur est très faible devant les rayons des dioptries sphériques qui les constituent.

### 1.1. Bords minces ou bords épais ?

Comme on l'a vu en cours, les lentilles convergentes sont à bords minces et les lentilles divergentes sont à bords épais. Déterminer le type des lentilles présentes sur la paillasse.

Lorsque les lentilles sont fixées à des supports, cette méthode d'identification n'est pas toujours possible. On va présenter deux autres critères.

### 1.2. Critères optiques pour reconnaître le type de lentilles

#### Critère 1

*Une lentille CV donne d'un objet très rapproché une image virtuelle agrandie.  
Cette image (objet pour l'œil) vue par l'œil à travers la lentille apparaît donc agrandie.*

*Une lentille DV donne d'un objet très rapproché une image virtuelle rapetissée.  
Cette image (objet pour l'œil) vue par l'œil à travers la lentille apparaît donc plus petite.*

- Dans les deux cas, CV et DV, construire graphiquement l'image d'un objet situé entre le foyer objet  $F$  et le centre optique  $O$ . Vérifier alors les critères donnés ci-dessus.
- Pour déterminer la nature de la lentille, approcher la lentille très près du texte de TP. En déduire sa nature.

#### Critère 2

*Dans le cas d'une lentille CV, l'image d'un objet à l'infini est renversée.  
En tenant la lentille à bout de bras, et en observant un objet situé à plusieurs mètres,  
l'image (objet pour l'œil) vue par l'œil apparaît inversée.*

*Dans le cas d'une lentille DV, l'image d'un objet à l'infini est droite.  
En tenant la lentille à bout de bras, et en observant un objet situé à plusieurs mètres,  
l'image (objet pour l'œil) vue par l'œil apparaît droite.*

- Dans les deux cas, CV et DV, construire graphiquement l'image d'un objet situé à l'infini. Vérifier alors les critères donnés ci-dessus.
- Déterminer alors expérimentalement le type de lentille.

## 2. Evaluation rapide de l'ordre de grandeur de la distance focale

### 2.1. Lentilles CV

#### Observations :

- Placer la lentille CV contre un objet (texte de TP). l'image vue à l'œil à travers la lentille est nette. Eloigner progressivement la lentille de l'objet : l'image (objet pour l'œil) vue par l'œil reste d'abord nette puis devient floue.
- En mesurant approximativement la distance entre la lentille et l'objet au moment où l'image devient floue, en déduire l'ordre de grandeur de la distance focale.

#### Interprétation, justification de la méthode :

- **En admettant que l'œil voit net tant que l'objet vu par l'œil se trouve à une distance  $\geq 25$  cm**, montrer que tant que l'objet se trouve entre  $F$  et  $O$  alors l'image est virtuelle et se trouve suffisamment éloignée de l'œil pour être vue nette.
- Montrer que lorsque l'objet se trouve avant  $F$  alors l'image est réelle et se situe trop près de l'œil pour être vue nette.

### 2.2. Lentilles DV

On ne peut pas appliquer directement cette méthode pour les lentilles DV. Il suffit cependant de lui *accoler* une lentille CV pour rendre l'ensemble (le doublet) CV. On applique alors la méthode ci-dessus pour déterminer la distance focale du doublet accolé. En utilisant le résultat établi en cours concernant les doublets accolés, on en déduit la distance focale de la lentille DV.

## 3. Méthode de l'objet à l'infini (lentilles CV)

On sait que l'image d'un objet à l'infini se situe dans le plan focal image de la lentille CV. En se plaçant sur le banc d'optique, on va utiliser cette propriété pour mesurer la distance focale de la lentille CV.

L'objet est un diaphragme en forme de flèche éclairé par une source de lumière blanche.

#### Mesure de $f'$ :

- Placer l'objet à une extrémité du banc, et l'écran à l'autre extrémité du banc, de telle sorte que la distance entre l'objet et l'écran soit très grande devant la distance focale (son ordre de grandeur doit être connu !)
- Insérer la lentille CV entre l'objet et l'écran, et trouver la position pour laquelle on obtient une image nette sur l'écran. En considérant l'objet comme étant à l'infini, la distance entre la lentille et l'écran est alors égale à la distance focale.

#### Incertitude de mesure :

- Repérer les sources d'incertitudes, et estimer leur ordre de grandeur
- Comparer la valeur mesurée à la valeur attendue. La compatibilité (ou l'incompatibilité) vous surprend-elle ?

*On retiendra que la mesure est d'autant plus précise que l'hypothèse « d'objet à l'infini » est justifiée. La longueur du banc d'optique étant fixée, la mesure est d'autant plus précise que la distance focale de la lentille étudiée est courte.*

## 4. Méthode des points conjugués (lentilles CV et DV)

### 4.1. Principe de la méthode

Le principe de cette méthode consiste à utiliser la relation de conjugaison avec origine au centre (formule de Descartes). En mesurant  $\overline{OA}$  et  $\overline{OA'}$ , on peut alors en déduire la distance focale de la lentille.

On effectuera ici une étude plus complète, on va :

- mesurer  $\overline{OA}$  et  $\overline{OA'}$  dans différentes situations (objet réel / virtuel, image réelle / virtuelle)
- puis tracer  $\frac{1}{\overline{OA'}}$  en fonction de  $\frac{1}{\overline{OA}}$
- vérifier alors que l'on obtient une droite : *on aura alors prouvé expérimentalement la validité de la formule de Descartes.*
- l'ordonnée à l'origine est égale à  $\frac{1}{f'}$  : *on obtient alors une mesure de la distance focale.*

Pour chaque situation étudiée ci-dessous, construire graphiquement l'image **AVANT la manipulation**. Lors des manipulations, la lampe et l'objet restent toujours fixes, seuls la lentille et l'écran sont déplacés (sauf contre-indication)

Pour chaque mesure des distances  $\overline{OA}$  et  $\overline{OA'}$ , estimer l'ordre de grandeur de l'incertitude (toujours le même !). En déduire les incertitudes sur  $\frac{1}{\overline{OA}}$  et  $\frac{1}{\overline{OA'}}$ .

### 4.2. Lentille CV

➤ Objet réel se situant avant F :

- positionner la lentille  $L$
- déplacer l'écran de manière à obtenir une image nette. Mesurer  $\overline{OA}$  et  $\overline{OA'}$
- faire une seconde fois la manipulation pour une autre position de la lentille

➤ Objet virtuel (se situant après  $O$ ) :

Pour créer un objet virtuel, on va utiliser une lentille auxiliaire  $L_a$ .

- placer la lentille  $L_a$  et l'écran de manière à obtenir une image nette sur l'écran.
- noter la position de l'écran (= position de A !)
- positionner au hasard la lentille  $L$  derrière la lentille auxiliaire.
- noter la position de la lentille  $L$  (= position de O !)
- déplacer l'écran afin d'obtenir à nouveau une image nette
- noter la position de l'écran (position de A' !)
- faire une seconde fois la manipulation pour une autre position de la lentille  $L$

➤ Objet très près de la lentille (entre  $F$  et  $O$ ) :

On obtient alors une image virtuelle  $A'B'$ . On doit ruser pour pouvoir mesurer  $\overline{OA'}$  puisque l'on ne peut pas l'observer sur un écran. On utilise à nouveau la lentille CV auxiliaire  $L_a$ .

- déplacer l'objet au tiers du banc d'optique, et la lentille  $L$  très près de l'objet
- noter la position de l'objet (= position de A !) et de la lentille (= position de O)
- placer la lentille auxiliaire  $L_a$  derrière  $L$
- déplacer l'écran de manière à obtenir une image nette
- enlever la lentille  $L$  et déplacer l'objet jusqu'à retrouver une image nette sur l'écran (écran reste fixe)
- noter la nouvelle position de l'objet (= position de A' !)
- refaire la manipulation pour une autre position initiale de la lentille  $L$

Tracer la courbe demandée. Représenter pour chaque point les incertitudes de mesures, sous la forme d'une croix. En déduire la distance focale de la lentille  $L$ .

### 4.3. Lentille DV

Contrairement au paragraphe précédent, on ne va pas étudier tous les cas possibles, seulement le cas où l'on obtient une image réelle. Pour cela, comme on l'a vu en exercice, il faut que l'objet soit virtuel et placé entre  $O$  et  $F$ , donc derrière la lentille DV. Pour créer un objet virtuel, on utilise ici encore la lentille CV auxiliaire  $L_a$ .

- placer la lentille auxiliaire  $L_a$  et l'écran de manière à observer une image nette sur l'écran
- noter la position de l'écran (= position de A !)
- interposer la lentille divergente  $L$  devant l'écran (pas trop éloignée de l'écran)
- déplacer l'écran de manière à obtenir de nouveau une image nette
- noter la nouvelle position de l'écran (= position de A' !)
- refaire la manipulation pour trois autres positions de la lentille divergente  $L$

Tracer la courbe demandée. Représenter pour chaque point les incertitudes de mesures, sous la forme d'une croix. En déduire la distance focale de la lentille  $L$ .