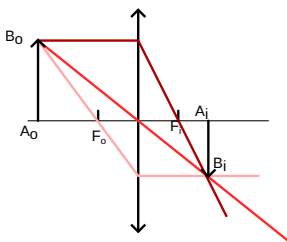


Chapitre

Optique

3.1 Lentille convergente

3.1.1 OR-IR



Routine de début de TP

1. Identifier les lentilles convergentes : Celles qui agrandissent lorsque placées à quelques cm de la paillasse sont convergentes et celles qui rapetissent sont divergentes.
2. Identifier la distance focale avec la méthode d'autocollimation : On colle un miroir sur une lentille et on bouge l'ensemble pour obtenir une image nette sur l'objet.

- Grandissement transversal : On fait simplement le rapport de l'image obtenu sur l'objet
- Mesure de p_i : Il s'agit de la distance entre l'écran et la lentille.



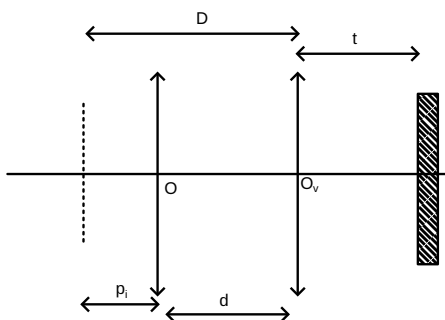
Incertitude liée à p_i

p_i est une distance mesurée entre 2 points : la lentille et l'écran.

Il y a donc 2 incertitudes à prendre à compte, celle sur la position de l'écran ($\frac{1}{\sqrt{3}}$) et celle liée à l'incertitude de mise au point de l'écran.

Pour l'obtenir, il faut déplacer l'écran après la mesure et avant la mesure pour obtenir l'intervalle dans lequel l'image paraît encore nette. On somme ensuite les 2 incertitudes obtenues, bien que la dernière soit normalement plus grande.

3.1.2 OR-IV



Ici, on rajoute le viseur pour pouvoir transformer l'image virtuelle obtenue en image réelle que l'on peut observer.



Viseur

Il faut penser à régler et mesurer l'incertitude du viseur avant de commencer les mesures avec ce dernier. Pour ce faire, on le place à la distance $p_{o,v}$ que l'on souhaite et on mesure $p_{i,v}$ et éventuellement le grandissement.

- Grandissement transversal : On a la relation $G_{t,r} = \frac{G_{t,o}}{G_{t,v}}$. Lorsque le viseur est en configuration $4f$, (i.e. avec un objet à $-2f$ de la lentille et une image à $+2f$), on a $G_{t,v} = -1$.
- Mesure de p_i : On mesure expérimentalement la distance entre la lentille étudiée et la lentille du viseur. On a donc la relation : $p_i = D - d$ avec D la distance frontale et d la distance mesurée expérimentalement.



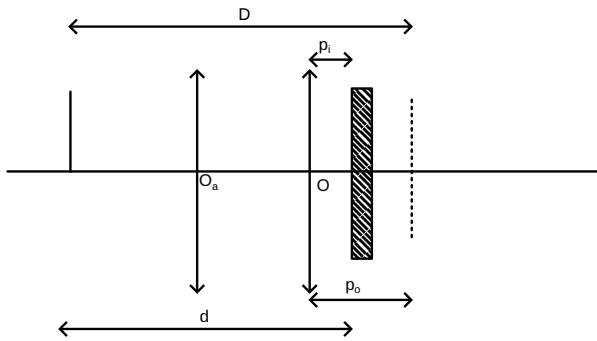
Incertitude liée à p_i

p_i est une somme de 2 distance, avec chacune leur incertitude :

- $u(D + t) = u(p_{o,v}) + u(p_{i,v}) = \frac{1}{\sqrt{3}} + \text{incertitude de mise au point de l'écran.}$

- $u(d)$ = incertitude de mise au point habituelle.

3.1.3 OV-IR



On va devoir placer l'objet avant la lentille, ce qui n'est pas possible avec un objet réel normal. On va donc utiliser une lentille auxiliaire.



Lentille auxiliaire

Il faut penser à régler et mesurer l'incertitude de la lentille auxiliaire avant de commencer les mesures avec cette dernière. Pour ce faire, on le place à la distance $p_{o,v}$ que l'on souhaite et on mesure $p_{i,v}$ (qui sera le point à partir duquel on mesurera la distance p_o), et éventuellement le grandissement.

- Grandissement transversal : On a la relation $G_{t,r} = \frac{G_{t,o}}{G_{t,aux}}$. Lorsque le viseur est en configuration $4f$, (i.e. avec un objet à $-2f$ de la lentille et une image à $+2f$), on a $G_{t,v} = -1$.
- Mesure de p_i : On mesure expérimentalement la distance entre l'objet réel de la première lentille et l'écran.



Incertitude liée à p_i

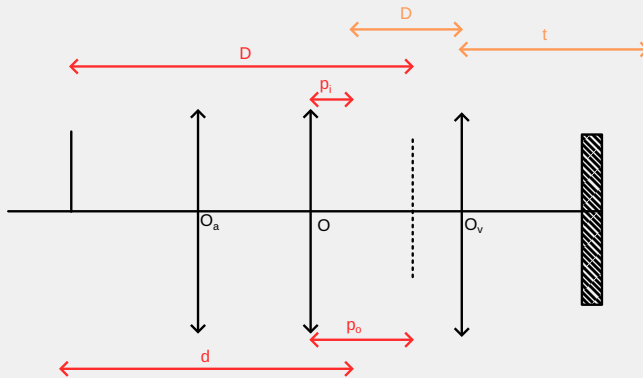
S'agissant d'une image réelle, c'est la même que dans le premier cas.



Incertitude liée à p_o

Il s'agit de l'incertitude d'une mesure pour une lentille convergente de p_i avec la combinaison OR-IR

× Mesure quand $p_o = 0$



Quand $p_o = 0$, la distance recherchée est de l'ordre du centimètre et on ne peut pas placer l'écran suffisamment proche de la lentille pour obtenir une image nette. Il faut donc utiliser le viseur pour mesurer précisément l'image.

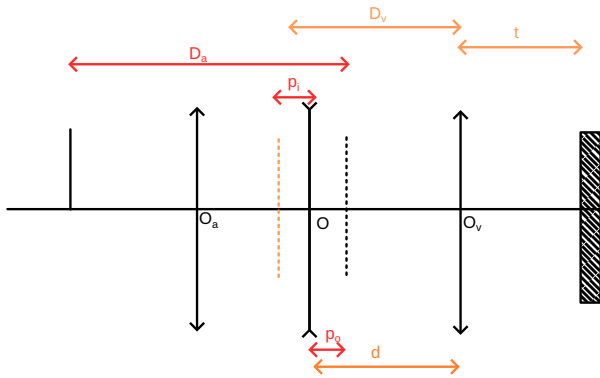
On a alors la relation $p_i = d - D$ et l'incertitude est la somme de l'incertitude de position de la lentille, l'incertitude de mise au point du viseur et l'incertitude de mise au point de la mesure.

3.2 Lentille divergente

On applique les mêmes méthodes pour la mesure des OR-IV et OV-IR.

3.2.1 OV-IV

Nous allons combiner ici les méthodes des des OR-IV et OV-IR en utilisant un viseur pour observer l'image et une lentille auxiliaire pour créer l'image virtuelle. Nous serons donc dans la situation suivante :



On peut aussi modéliser par

$$A_{o,aux} \xrightarrow{L_{aux}} A_{i,aux} = A_O \xrightarrow{L} A_i = A_{o,vis} \xrightarrow{L_{vis}} A_{i,vis}$$

- Grandissement transversal : On a la relation $G_{t,r} = \frac{G_{t,o}}{G_{t,aux} \cdot G_{t,vis}}$. Lorsque le viseur et la lentille auxiliaire sont en configuration $4f$, (i.e. avec un objet à $-2f$ de la lentille et une image à $+2f$), on a $G_{t,r} = G_{t,o}$.
- Mesure de p_i : On mesure expérimentalement la distance entre la lentille étudiée et la lentille du viseur. On a donc la relation : $p_i = D - d$ avec D la distance frontale et d la distance mesurée expérimentalement.



Incertitude liée à p_i

p_i est une somme de 2 distance, avec chacune leur incertitude :

- $u(D) = u(p_{o,v}) + u(p_{i,v}) = \frac{1}{\sqrt{3}} + \text{incertitude de mise au point de l'écran.}$
- $u(d) = \text{incertitude de mise au point habituelle.}$



Incertitude liée à p_o

Il s'agit de l'incertitude d'une mesure pour une lentille convergente de p_i avec la combinaison OR-IR

3.3 Modélisation

3.3.1 résultats théoriques

On peut vérifier que les résultats sont cohérents avec



Théorème 3.1 : Valeur de p_i

$$\bar{p}_i = \frac{1}{V + \frac{1}{\bar{p}_o}}$$



Théorème 3.2 : Valeur de grandissement

$$G_t = \frac{\bar{p}_i}{\bar{p}_o}$$

3.3.2 Détermination de la vergence

À partir de la relation de Descartes et de celle du grandissement, on obtient les relations suivantes



Théorème 3.3

$$G_t = -V\bar{p}_i + 1$$

$$G_t^{-1} = \bar{p}_o V + 1$$

$$\bar{p}_i^{-1} = \bar{p}_o^{-1} + V$$

3.4 Résumé des incertitudes



Mesure une incertitude de mise au point

On prend le milieu de l'intervalle comme valeur et on divise par 2 pour l'incertitude



Montage 4f

On prend quand c'est possible un montage de type 4f quand c'est possible pour réduire l'incertitude.

3.4.1 Objet réel

- Incertitude de position liée à l'incertitude de lecture sur la règle graduée de la lentille
- Incertitude de position liée à l'incertitude de lecture sur la règle graduée de l'écran

3.4.2 Objet virtuel

- Incertitude de position liée à l'incertitude de lecture sur la règle graduée de la lentille étudiée
- Incertitude de mise au point de la lentille auxiliaire utilisée

3.4.3 Image réelle

- Incertitude de position liée à l'incertitude de lecture sur la règle graduée de la lentille
- Incertitude de mise au point de l'écran

3.4.4 Image virtuelle

- Incertitude de position liée à l'incertitude de lecture sur la règle graduée de la lentille étudiée
- Incertitude de mise au point du viseur
- Incertitude de mise au point du viseur à tirage fixée