

## Montage 04 Formation des images en optique

Le montage doit implicitement répondre à la question : qu'est-ce qu'une image ?

### Introduction

Définition : une image correspond à l'intersection de rayons lumineux provenant du système optique

On va parler des caractéristiques des instruments d'optique permettant d'obtenir des images de bonnes qualités

### I Condition d'obtention d'une bonne image

#### 1) Image d'un objet étendu

Projeter l'image d'une grille transparente

Donner la définition du grandissement et le calculer

Ajouter un condenseur et montrer son intérêt: on doit le placer de telle sorte qu'il éclaire la totalité de l'objet

#### 2) Rôle d'un diaphragme

Projeter à grande distance l'image d'un objet à travers deux diaphragmes dont un devant la lentille.

Montrer que le diaphragme juste devant la lentille conditionne la quantité de lumière transmise: c'est le diaphragme d'ouverture.

Montrer que le diaphragme devant l'objet conditionne la taille de l'objet qui sera transmise: c'est le diaphragme de champ.

On reconnaît un diaphragme d'ouverture à ce qu'une modification de son diamètre change la luminosité du centre de l'image et un diaphragme de champ à ce qu'il modifie la luminosité de la périphérie.

#### 3) Aberrations

##### a) Chromatiques

Utiliser une lentille pour aberrations chromatiques

Montrer que l'image d'un objet éclairé en bleu ou en rouge ne se forme pas au même endroit

Expliquer grâce à la dispersion de l'indice du verre

Montrer la correction en choisissant une lentille achromat (prisme à vision directe)

##### b) Géométriques

- astigmatisme

On montre les aberrations sphériques et la coma en utilisant un peigne de source laser et une grosse lentille plan convexe

Montrer la correction apportée en plaçant un diaphragme et en réglant  
- distorsion

La distorsion sera montrée en utilisant une grille précédée de papier calque diffusant.

En déplaçant le diaphragme on montre l'apparition de barilletts ou de coussinets.

## **II Mesure d'une distance focale**

### **1) Par autocollimation**

Utiliser comme objet un petit diaphragme

En déduire une mesure de la distance focale de la lentille. Précision

Application

### **2) Méthode des points conjugués**

$$1/p' - 1/p = 1/f' \quad \Rightarrow \text{Régressi}$$

### **3) Méthode de Bessel**

Utiliser comme objet un F sur calque

Vérifier que pour une distance  $D$  entre l'objet et l'écran fixé et supérieure à  $4f$ , il y a toujours deux positions de la lentille donnant une image réelle: une première position avec un grandissement  $> 1$  et une seconde avec  $G < 1$ . Ces deux montages sont symétriques

Mesurer  $D$  et  $d$  (entre les deux positions) et en déduire  $f'$  car  $f' = (D^2 - d^2)/4D$

Incertitude

$$\Delta f'/f' = \Delta D \left| \frac{1}{D-d} + \frac{1}{D+d} - \frac{1}{D} \right| + \Delta d \left| \frac{1}{D+d} - \frac{1}{D-d} \right|$$

## **III Qualités des instruments d'optique**

### **1) Grandissement - Grossissement - Puissance**

Exemple de la loupe + œil Pour la loupe prendre  $f_l = 50 \text{ cm}$  et pour l'œil  $f_o = 25 \text{ cm}$

#### **a) Observation à l'œil nu**

Placer l'objet à une distance  $\delta$  assez grande de l'œil (au moins  $150 \text{ cm}$ ), régler la position de l'écran pour obtenir une image nette.

La distance  $\delta$  est la distance minimale de vision directe

Déterminer l'angle  $\alpha$  sous lequel on voit l'objet à l'œil nu dans ces conditions ( $\alpha = l/d$ )

## **b) Observation à la loupe**

L'objet est désormais placé dans le plan focal objet de la lentille loupe, l'œil n'accomode plus (écran dans le plan focal de la lentille œil)

Déterminer l'angle  $\beta$  sous lequel est vue l'image et la dimension  $h$  de l'objet. ( $\beta = l' / f_o$ )

En déduire la puissance  $P = \beta / h$  et le grossissement  $G = \beta / \alpha$

## **2) Champ en profondeur**

Former une image d'un objet (calque quadrillé) et constater que l'image reste acceptable pour des petits déplacements de l'objet de part et d'autre du plan de meilleure mise au point

Placer contre la lentille un diaphragme d'ouverture réglable. La profondeur de champ dépend-elle de l'ouverture du diaphragme ?

## **3) Clarté**

La clarté exprime la façon dont l'instrument d'optique transmet la lumière

L'expérience est réalisée avec un objet étendu (papier calque) et un récepteur objectif (cellule photovoltaïque ou photodiode)

La clarté est alors définie comme le rapport de l'éclairement de la cellule à la luminance de l'objet

Former l'image du calque sur la cellule à l'aide d'un objectif photographique à diaphragme réglable

Vérifier que la clarté, proportionnelle au courant traversant le galvanomètre, varie comme  $1/n^2$  où  $n$  est le nombre d'ouverture de l'objectif

Attention : vérifier qu'il n'y a pas de source parasite et que la cellule a une réponse linéaire

## **Conclusion**