


# Manip 041.1 : Lunette astronomique

## Bibliographie :

 *Physique expérimentale–optique, mécanique des fluides, ondes et thermodynamique*, M. Fruchart, P. Lidon, E. Thibierge, M. Champion, A. Le Diffon. [1]

## Introduction

Cette fiche complète les photos du cahier de manips. Elle sert notamment à intégrer les **photos** prises pendant la préparation.

Cette fiche est utile pour :

— Apprendre   

## 1 Création de l'objet

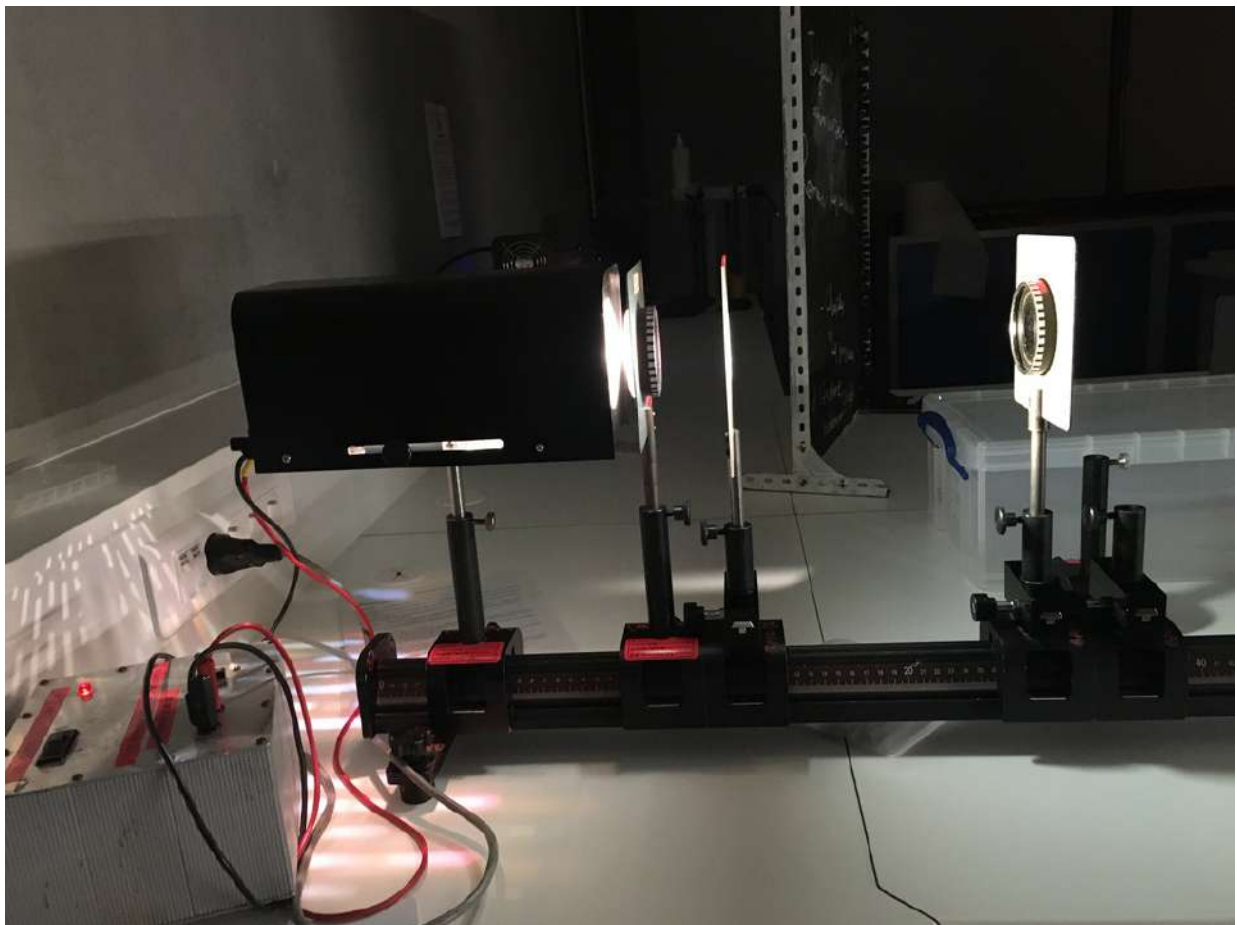


FIGURE 1 – L'objet est formé d'une lampe et de son condenseur intégré + filtre anticalorique + dépoli gradué + lentille de 200mm.

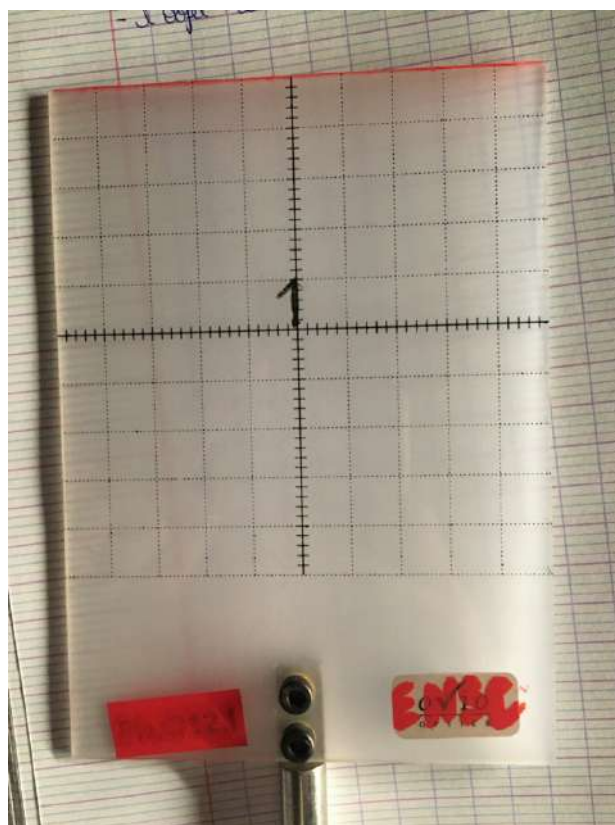


FIGURE 2 – *Le dépôli gradué utilisé.*

## 2 Création de l'oeil fictif

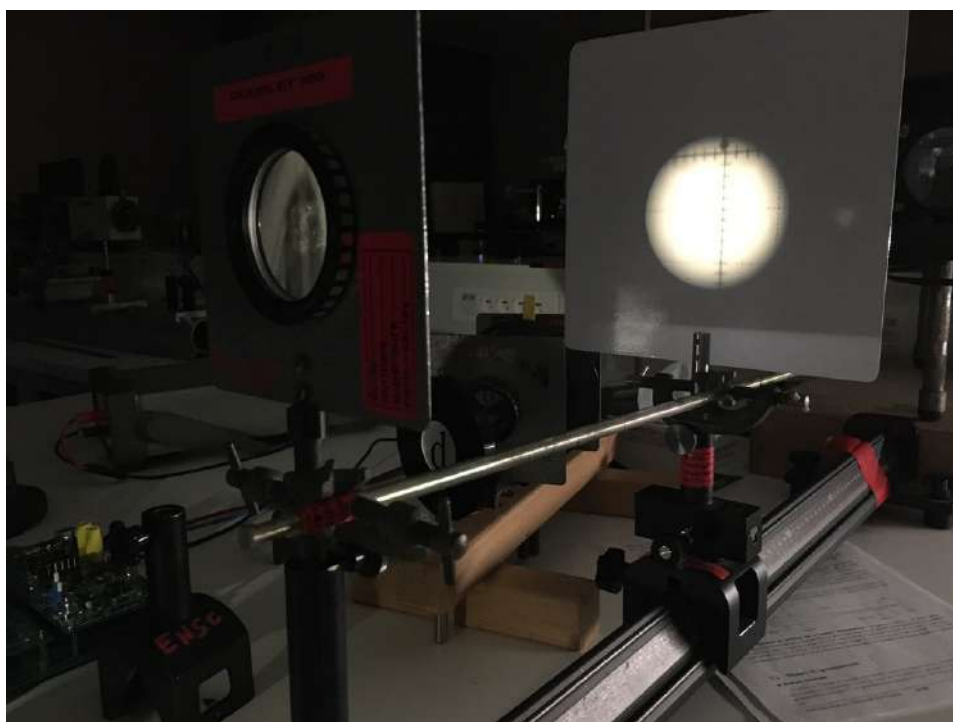


FIGURE 3 – *L'oeil est formé d'une lentille de 300mm + écran, le tout fixé avec des noix et une tige.*

### 3 Ensemble du montage

#### 3.1 Vue totale



FIGURE 4 – Il y a ici une vue totale du montage avec de gauche à droite : lampe + filtre AC + dépoli gradué + lentille de 200mm + diaphragme + lentille(objectif) de 300mm + diaphragme + lentille de 150mm + lentille de 300mm (oeil fictif) + écran.

#### 3.2 Vue du coté de la source



FIGURE 5 – Vue du dessus coté gauche (source).

### 3.3 Vue de la lunette



FIGURE 6 – *Vue du dessus de la lunette.*

### 3.4 Vue du coté de l'écran



FIGURE 7 – *Vue du dessus écran (oeil fictif).*

## 4 Vue sur l'écran

### 4.1 Avant l'ajout du verre de champ

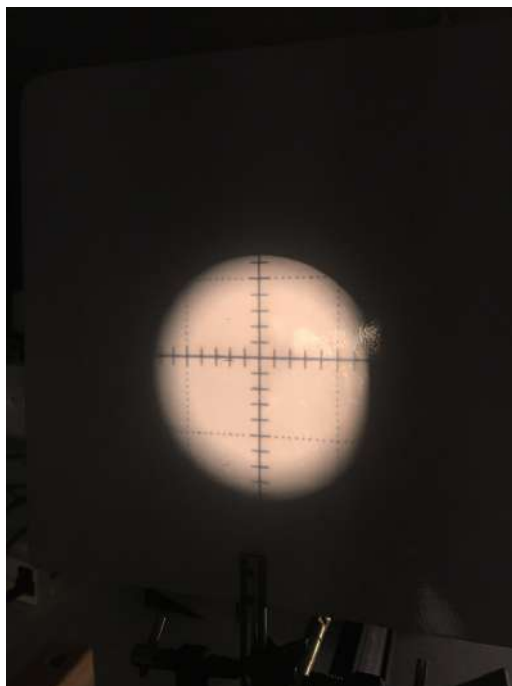


FIGURE 8 – *Image observée avant l'ajout du verre de champ*

### 4.2 Après l'ajout du verre de champ

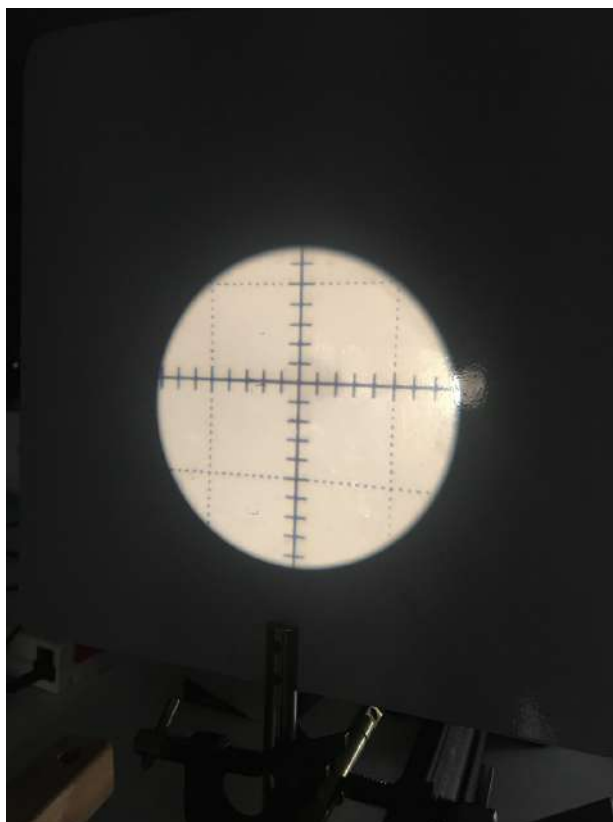


FIGURE 9 – *Image observée après l'ajout du verre de champ*

## Notes des révisions :

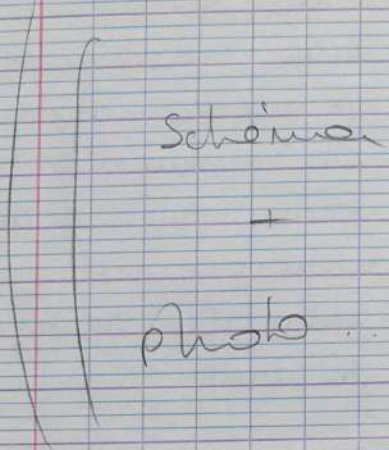


041.1

## Lunette astronomique

Objectif: Faire l'image à l'infini d'un objet à l'infini  $\rightarrow$  système afocal.  
 Dans le MPO6, le but est de monter et construire les éléments d'un instrument optique pour ensuite étudier le microscope, plus compliqué.

### 1) Construction du système suivant:



#### Liste du matériel nécessaire:

banc optique + 10 pieds + écrans sur banc  
 coulissants  
 + 1 pied pour lampe.

objet

- lampe et son alim
- condenseur
- filtre antireflet
- grille au diaphragme
- lentille (doublet)  $f' = 200 \text{ mm}$
- miroir plan
- une lettre (objet)

œil

- doublet  $f' = 300 \text{ mm}$
- écran sur pied (banc)

lunette

- diaphragmes x2
- doublet  $f' = 300 \text{ mm}$
- doublet  $f' = 150 \text{ mm}$

attache œil

- miroir (x2) tige (au moins 35 cm)

vue de champ

- doublet 150 mm



### • Construction de l'objet :

- on met une lampe + un condenseur, puis un filtre anticalorique
- l'objet est une grille sur un dépôt que l'on place après le filtre anticalorique. Rapprocher l'objet le plus possible de la lampe pour éclairer une large surface
- on place une lentille telle que l'objet soit au foyer de la lentille  $f'_1 = 200 \text{ mm}$ .

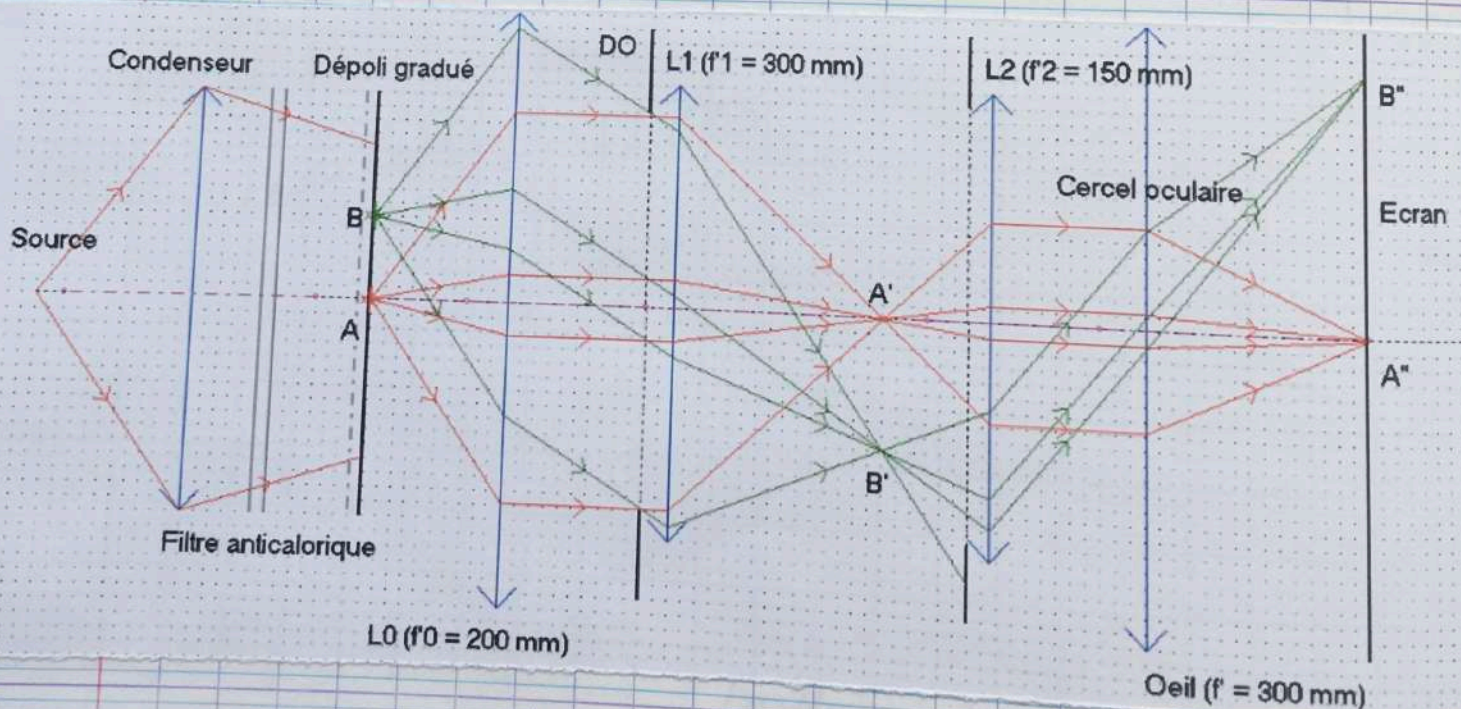
Pour faire l'autocollimation, mettre une lettre comme objet par exemple identifier la netteté et mettre de miroir sur un pied.

↳  $\Delta$  on est pas sûr que l'autocollimation sera bonne ensuite pour la grille, donc faire directement avec la grille et mettre une feuille.

### • Construction de l'œil fictif. A solidifier avec des mâts et des tiges.

- on place un écran mobile dans le plan focal image de la lentille  $f'_1 = 300 \text{ mm}$ . → pour faire en fait l'image de la grille sur l'écran.
- on essaye de placer la lentille de l'œil à environ 50 cm de celle de l'objet pour qu'il y ait juste la place d'insérer la lunette.

Il est possible qu'on voit la lumière dépasser du cercle, cela est simplement dû au fait que  $L_2$  n'a pas une monture assez grande. Je n'ai pas trouvé de solution.



→ on mesure ici à la règle la taille d'un certain nombre de graduations  
 [ici : 12 petites graduations = 3,6 cm]



mon pb gal  
=> image pas nette partout!

→ pour **GROSSIR** (et pas agrandir!)

### • Construction de la lunette:

- on construit l'objectif en accordant un diaphragme à  $L_1$  puis en ajoutant après ça, l'objectif = doublet avec  $f'_1 = 300\text{mm}$ .
- on ajoute l'oculaire (à environ  $\frac{f'_1 + f'_2}{2}$  de  $L_2$ ) tel que  $f'_3 = 150\text{mm}$  pour avoir un doublet aplan.
- on fait une image nette de la grille sur l'écran en changeant l'oculaire.
- on place l'œil au niveau du centre oculaire pour que la lentille travaille dans les conditions de Gauss.

[=> on a deux rayons environ 2 <sup>grands</sup> canaux mais 12 petits canaux = 7,7cm]

## 2) Mesure du grossissement:

⚠ objet et image à l'infini => grossissement n'a pas de sens! ⚠

On étudie le **grossissement**  $G_r$ .

$$G_r = \frac{\theta'}{\theta}$$

Dans les conditions de Gauss (approximation des petits angles) on a:

$$\theta = -\frac{f'_{\text{obj}}}{f'_a}$$

ici on doit donc avoir il faudrait mesurer les focales des lentilles!



Pour faire la mesure en pratique :

$$G = \frac{l}{l_0}$$

taille algébrique de l'objet avec lunette

taille algébrique de l'objet sans lunette.

$$\text{Ici on a obtenu: } G_{\text{exp}} = \frac{-7,7 \text{ cm}}{3,6 \text{ cm}} = -2,14$$

Remarque: Pendant le TP j'avais du mal à avoir toute l'image nette en même. Je pense donc que dans ce cas, il ne faut pas mesurer trop de graduations car on risque d'avoir une mesure faussée par les altérations.

### 3) Diaphragmes et pupilles:

- diaphragme d'ouverture: est celui qui fait varier la luminosité de l'image

↳ se trouve au niveau de l'objectif.

- ouvrir et fermer (un peu car si il y a une trop grande différence de taille entre les diaphragmes, un diaphragme devient diaphragme de champ et d'ouverture en même temps) le diaphragme vers l'objectif et constater que la luminosité varie.

Il s'agit aussi de la pupille d'entrée car aucune optique n'est située avant lui.

La pupille de sortie est l'image par les éléments optiques de la lunette de la monture de l'objectif (ou du diaphragme placé avant).

On l'appelle aussi le cercle oculaire.

On le remarque à ses bords nets.

Pour un vrai appareil d'optique on fait en sorte que son diamètre soit inférieur à celui de la pupille de l'œil ( $\approx 4 \text{ mm}$ ).

Pour concentrer ses max de lumière.



**IMPORTANT**. Pour régler le problème de netteté, on peut.

- vérifier que toutes les optiques, l'objet et la lampe ne sont pas un peu tournés.
  - changer le condenseur de la lampe.
  - changer les optiques et le filtre antireflet.
- C'était peut-être mon problème.

De plus, on remarque que si on éloigne l'ensemble ill de la source, on voit apparaître des aberrations.

Astuce = faire le réglage assez proche de  $L_1$  (pas trop non plus, mais environ 35cm c'est bien) et ne pas pousser l'œil avant d'avoir mis la lunette.

photo au haut = et au bas = quand on est trop loin - (trop loin = 60cm)

Autres astuces et remarques:

- normal quand on ne travaille pas avec des doublets, rien écrit = pas un doublet.
- faire le plus plat possible avec:
  - $L_1$  plus plat vers la lampe
  - $L_2$  vers l'écran
  - $L_3$  vers la lampe
  - $L_4$  vers l'écran.



- quand on remplace  $L_3$  par une lentille de  $f' = 250 \text{ mm}$  on voit toujours  
sans les aberrations.

- ce qui avait sûrement plus attiré l'attention du jury c'est que mon  
objet n'était pas centré sur la croix mais que mon image au  
L'astuce est donc de mettre tout sur des pieds coulissants.

• diaphragme de champ: est celui qui fait varier la zone de champ.

↳ quand pas de diaphragme = monture de l'oculaire

↳ si on met un diaphragme avant l'oculaire = diaphragme de champ +  
d'ouverture.

↳ il faut mettre le diaphragme au niveau de l'image intermédiaire  
(entre l'objectif et l'oculaire) pour éviter l'auto collimation.

On voit alors que le diaphragme fait varier le champ.

Les lucarnes d'entrée et de sortie

(objet et image du diaphragme)



d'ouverture à travers les optiques) sont alors à l'infini.

Utilité du diaphragme d'ouverture: il permet d'éliminer le champ de vision qui est dû au fait que la monture de l'oculaire coupe certains rayons venant d'un point objet hors axe.

• vue de champ:

Il permet d'agrandir le champ.

- On place une lentille au niveau de l'image intermédiaire (en pratique  $f' = 150 \text{ mm}$ )

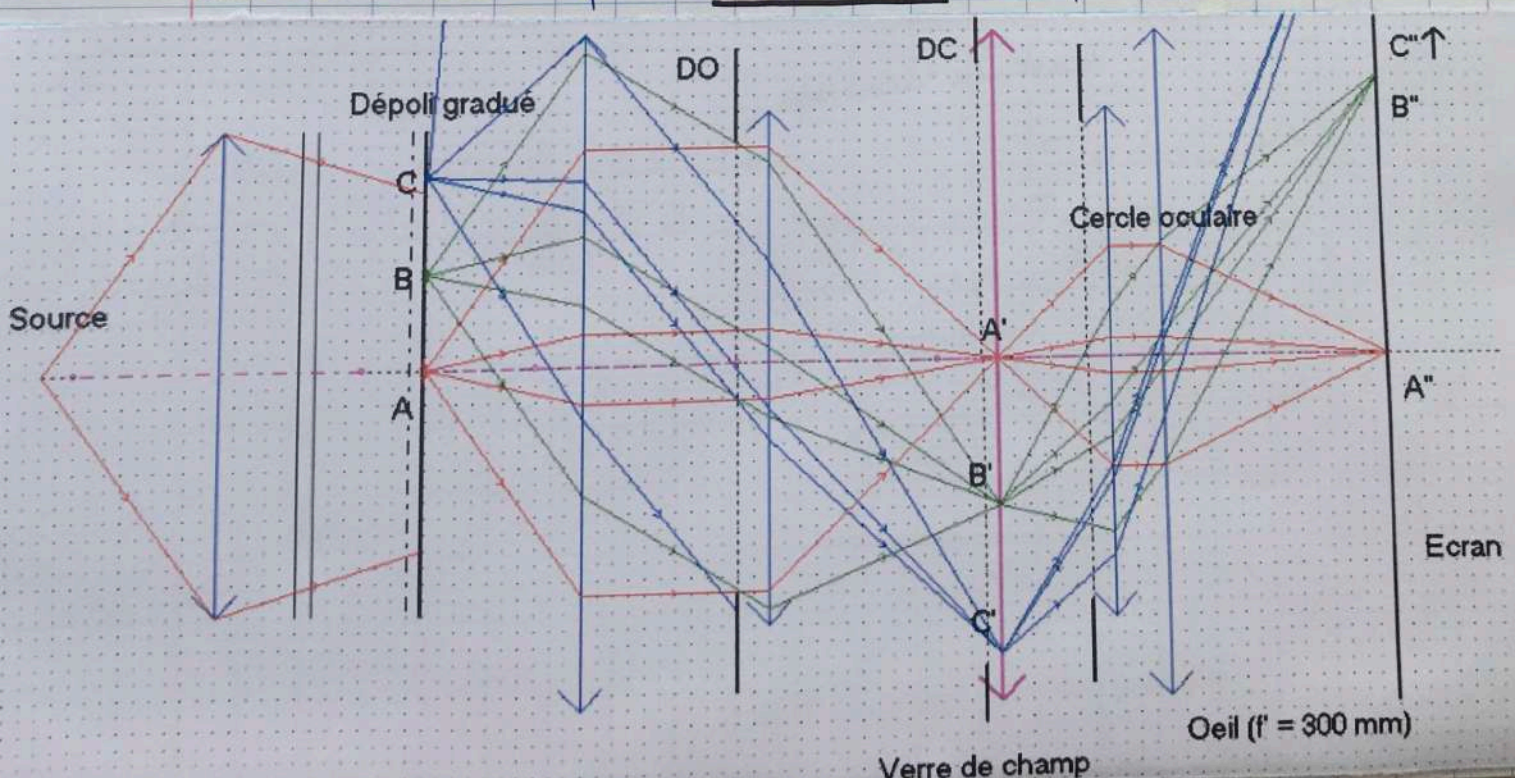
on la décale un peu pour ne pas faire l'image des poussières sur l'écran, si l'image intermédiaire était à  $76,3 \text{ cm}$ , j'ai mis la lentille à  $76 \text{ cm}$ )

Les rayons de l'image intermédiaire sont alors ralliés au centre de l'oculaire ce qui permet de faire l'image d'un plus grand champ sur l'écran.

On observe  $2 \times 2$  carreaux alors qu'avant on ne voit 1 carreau (on voit bien son effet quand on ferme un peu le diaphragme de champ)

La monture de la nouvelle lentille permet en  $g^{\text{al}}$  aussi de diaphragmer le champ de vision.

On constate aussi que le cercle oculaire est plus proche de l'oculaire





#### 4) Grossissement de la lunette:

Pour comparer  $G_{exp}$  à un  $G$  calculé, il faut calculer trouver les focales.

→ Avant tout on a obtenu:

$$G_{exp} = \frac{l}{l_0} = \frac{3,1}{1,2} = 2,6$$

avec  $l = 3,1 \pm 1 \text{ mm}$

$l_0 = 1,2 \pm 0,6 \text{ mm}$

$\frac{2 \times 0,5 \text{ mm}}{2\sqrt{3}} = 0,6 \text{ mm}$

$$\Rightarrow G_{exp} = 2,6 \pm 0,2$$

→ On cherche maintenant à mesurer précisément  $f' = 150 \text{ mm}$  et  $f' = 300 \text{ mm}$ .

On va utiliser la méthode de Bessel.

Dans ce cas, on a:

$$\text{pour } D \gg 4f' : f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

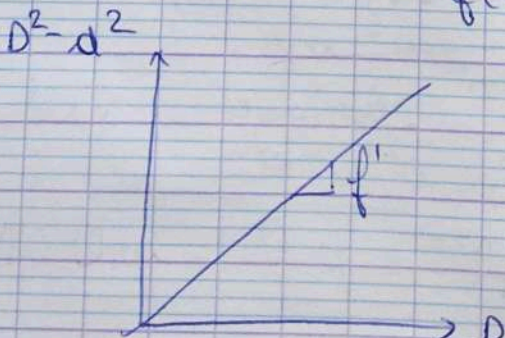
distance entre les deux images qui peuvent être formées

distance objet écran

Pour faire la mesure:

- on place l'écran tel que  $D \gg 4f'$
- on garde l'écran fixe et on déplace la lentille.
- on note  $d_1$  et  $d_2$  les positions pour lesquelles il y a une image qui est formée.
- on répète cela pour une autre position de l'écran (ou pour une autre  $D$ )

On trace ensuite  $D^2 - d^2 = f(4D)$





pour  $f' = 300 \text{ mm}$

Résultats en microns:

position de l'objet  $x_{\text{objet}}$  et l'écran  $x_{\text{écran}}$

intervalle  $(x, x+\delta) \Rightarrow \text{res} = \left(x + \frac{\delta}{2}\right) \pm \frac{\delta}{2\sqrt{3}}$

$x_{\text{objet}}$	$x_{\text{écran}}$	$d_1$	$d_2$	$d$
10 cm	135 cm	$[61,72; 62,80] \text{ cm}$ $\Rightarrow 62,3 \pm 0,1 \text{ cm}$	$84,2 \pm 0,1 \text{ cm}$	$20,0 \pm 0,2 \text{ cm}$
	145 cm	$56,7 \pm 0,1 \text{ cm}$	$99,4 \pm 0,1 \text{ cm}$	$43,1 \pm 0,2 \text{ cm}$
	155 cm	$53,8 \pm 0,1 \text{ cm}$	$112,6 \pm 0,1 \text{ cm}$	$58,8 \pm 0,2 \text{ cm}$
	165 cm	$52,0 \pm 0,1 \text{ cm}$	$124,6 \pm 0,1 \text{ cm}$	$72,6 \pm 0,2 \text{ cm}$

$D = x_{\text{écran}} - x_{\text{objet}}$   
On obtient:  $f' = 293,9 \pm 0,4 \text{ mm}$

$d = d_1 d_2$

(On a sûrement un peu sous-estimé les incertitudes)  
 $\Delta d = \sqrt{\Delta d_1^2 + \Delta d_2^2}$   
 $= 0,14 \times \sqrt{2} = 0,2$

pour  $f' = 150 \text{ mm}$

$x_{\text{objet}}$	$x_{\text{écran}}$	$d_1$	$d_2$	$d$
10 cm	80 cm	$32,0 \pm 0,1 \text{ cm}$	$59,0 \pm 0,1 \text{ cm}$	$27,0 \pm 0,2 \text{ cm}$
	90 cm	$30,4 \pm 0,1 \text{ cm}$	$70,7 \pm 0,1 \text{ cm}$	$40,3 \pm 0,2 \text{ cm}$
	100 cm	$29,5 \pm 0,1 \text{ cm}$	$81,6 \pm 0,1 \text{ cm}$	$52,1 \pm 0,3 \text{ cm}$
	110 cm	$28,9 \pm 0,1 \text{ cm}$	$92,2 \pm 0,1 \text{ cm}$	$63,3 \pm 0,4 \text{ cm}$

On obtient  $f' = 151,9 \pm 0,3 \text{ mm}$  (sous-estimation des incertitudes?)

Calcul de G:  $G = 1,93$

Résultat de  $G_{\text{exp}}$