

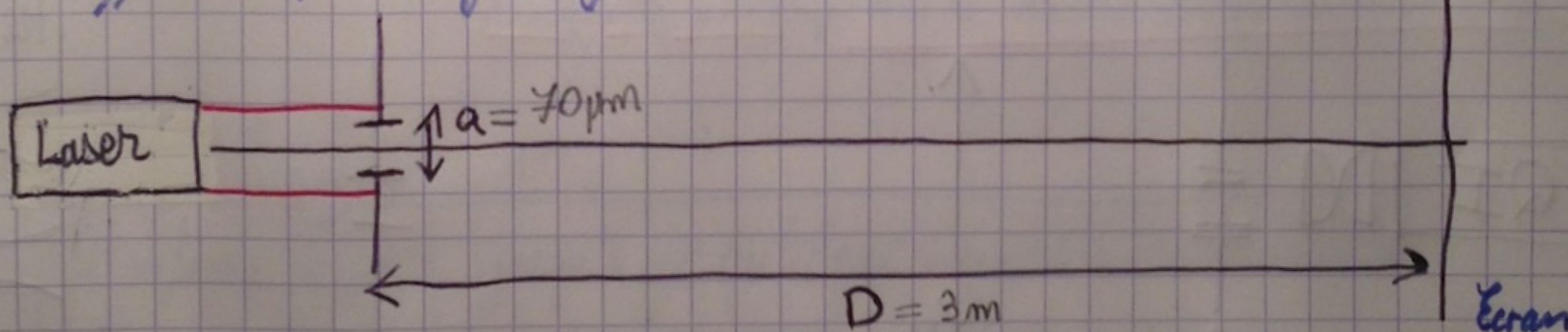
Introduction :

Une définition (ou plutôt une non-définition) de la diffraction est l'ensemble des phénomènes pour lesquels la déviation des rayons lumineux ne s'explique ni par une réflexion, ni par une réfraction (ie ne s'explique pas par les lois de l'OG) [Sommerfeld ?]

~~La diffraction est particulièrement observable lorsque l'onde lumineuse est bloquée par un objet de petite dimension~~

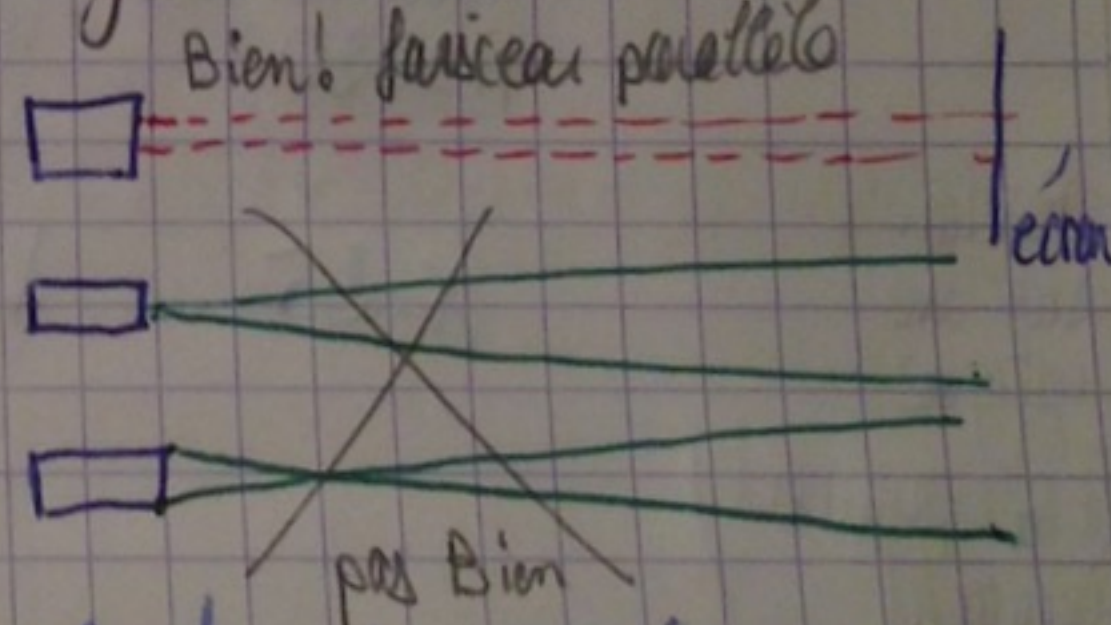
On met facilement en évidence la diffraction en éclairant une fente suffisamment fine avec le faisceau lumineux issu d'un laser. [Auz p203]  
C'est ce que nous nous proposons d'étudier dans une première partie.

I - Diffraction par une fente fine



Nous nous sommes placés dans les conditions de Fraunhofer approchée :

→ le laser émet un faisceau parallèle : (on a réglé la lentille du laser de manière à ce que le faisceau ne diverge pas & ne converge pas)



→ Le nombre de Fresnel (terme qualitatif de la phase) est petit :

$$\frac{a^2}{2\lambda D} \ll 1.$$

Dans notre montage :

$$\frac{a^2}{2\lambda D} = \frac{(70 \mu m)^2}{2 \times (650 nm) \times (3 m)} = 1,3 \cdot 10^{-3}$$



p 191 : cas du laser He-Ne

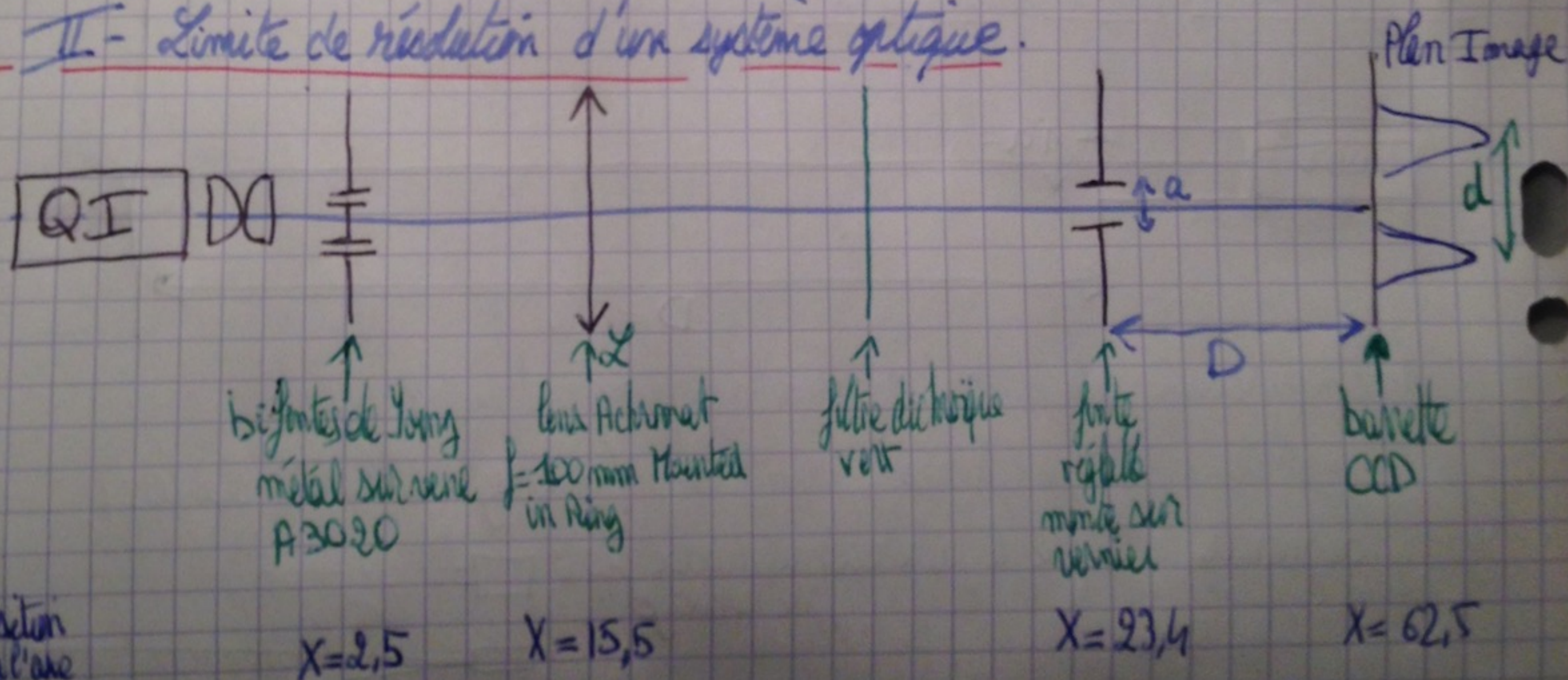
suit une loi en sinus cardinal:  $E(x) \propto \text{sinc}^2(\pi a \frac{x}{\lambda D})$

1- mesurer l'épauement des minima  $x_{\min}$  et vérifier que le modèle  $x_{\min} = \alpha n + b$  est compatible

② mesurer la période d'espacement des minimas et vérifier qu'elle est compatible avec l'intervalle d'annulation du sinus cardinal :  $\Delta x_{\min} = \frac{\lambda D}{a}$

La diffraction joue un rôle essentiel dans la limitation du pouvoir de résolution d'un instrument puisque tout système optique limite l'étendue d'une onde lumineuse. <sup>d'un instrument</sup> Optique

## II - Limite de résolution d'un système optique.



Position  
sur l'axe  
optique  
(à titre purement  
indicatif)

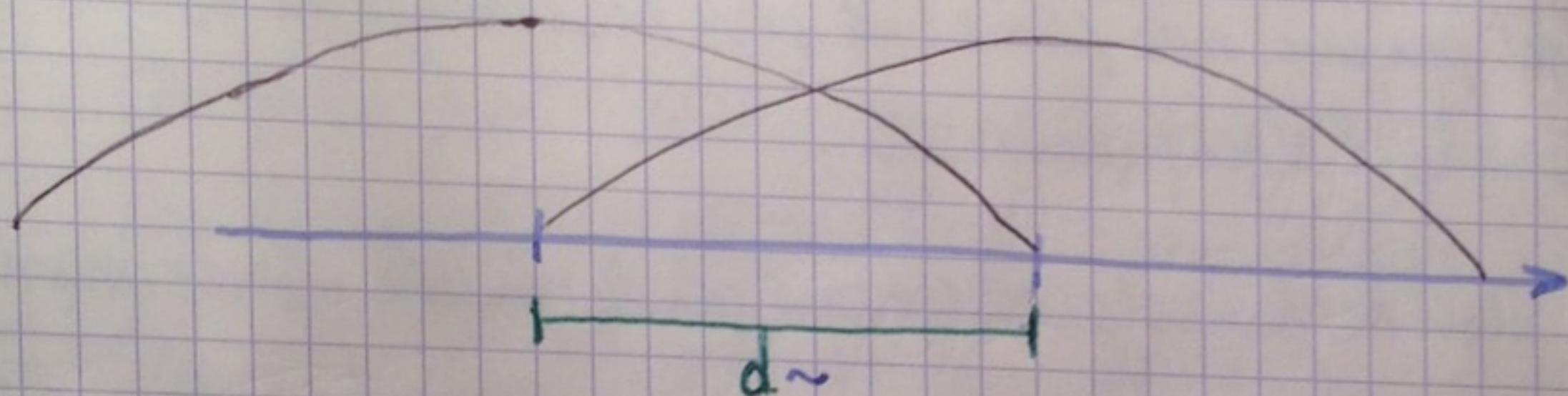


On forme l'image de deux fentes. Le 1<sup>er</sup> de diffraction n'est pas observable.  
Nous allons augmenter la diffraction des fentes en dégradant les performances  
du système optique.

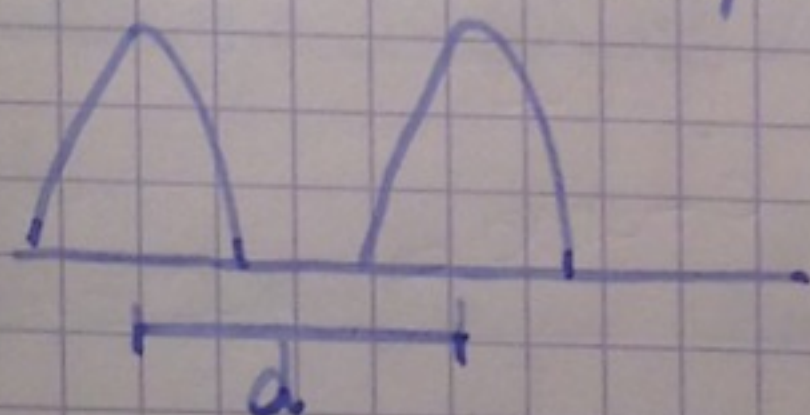
En ajoutant une fente réglable, nous sommes capable de réduire  
l'ouverture de l'objectif et ainsi d'étaler les 2 tâches de diffraction.

En deçà d'une certaine ouverture nous ne serons plus capable  
de résoudre les 2 pics.

Il ne sera plus possible de distinguer les 2 pics lorsque l'étalement  
de la tâche de diffraction sera supérieur à la distance entre les deux  
pics:



1- On mesure la distance  $d$  entre les deux pics avant de reformer la fente.



2- On reforme la fente jusqu'à ce qu'il soit impossible de distinguer  
les 2 pics. On mesure la largeur  $a$  de la fente sur le vernier.

1 graduation =  $10 \mu\text{m} \pm \dots$

la fente commence à s'ouvrir à la graduation 25

exemple : Le vernier indique 40 donc  $a = (40 - 25) \times 10 \mu\text{m} = 150 \mu\text{m}$

3- On calcule  $\frac{\lambda D}{a}$  : largeur de la tâche

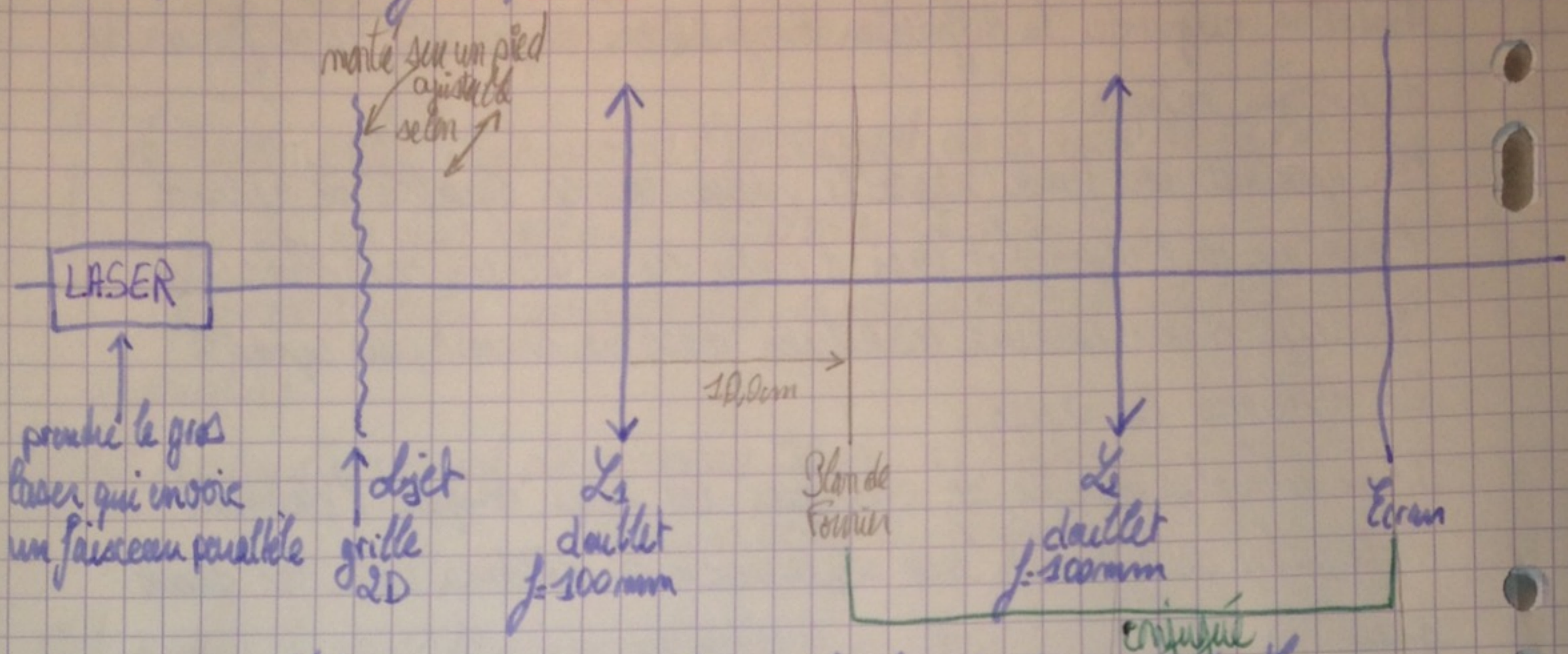
On vérifie la compatibilité de cette grandeur avec  $d$  : distance entre  
les max géométriques.

Remarque : Nous sommes dans les conditions de Fraunhofer (cf Sextant p139 III°1  
approchée.

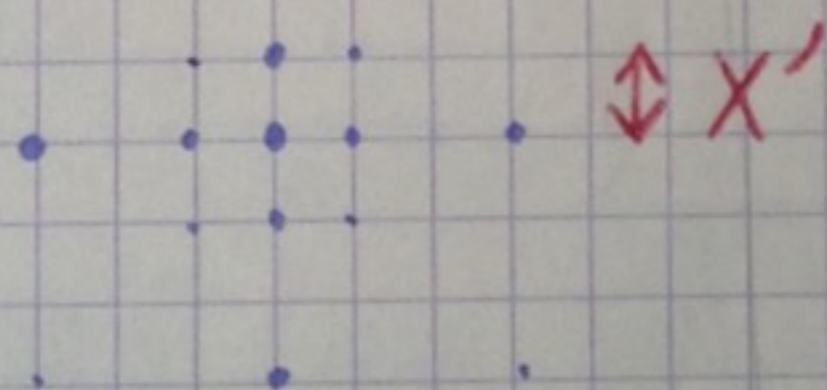
→ Diffraction au voisinage de l'image géométrique de la source.



### III - Filtrage spatial : Expérience d'Abbe

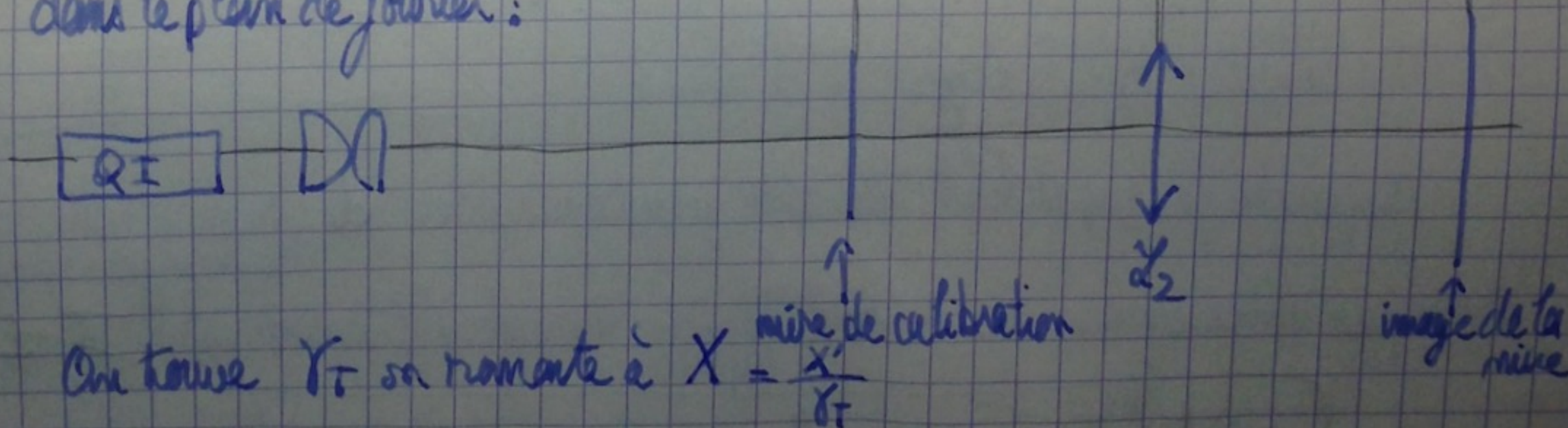


- On éclaire l'objet par une onde plane. Le plan focal image de  $L_1$  contient le spectre de l'objet (crosse de Mills).
- On conjugue le plan de Fourier avec l'écran par la lentille  $L_2$  de manière à former une image agrandie du spectre.
- On mesure l'écart entre les pics du spectre agrandi.



- Pour connaître l'écart entre les pics du spectre "non agrandi" il faut connaître le grandissement  $\gamma_f = \frac{X'}{X}$  ← distance agrandie / distance réelle

Pour cela, on éclaire en lumière blanche une mire de calibration située dans le plan de Fourier :

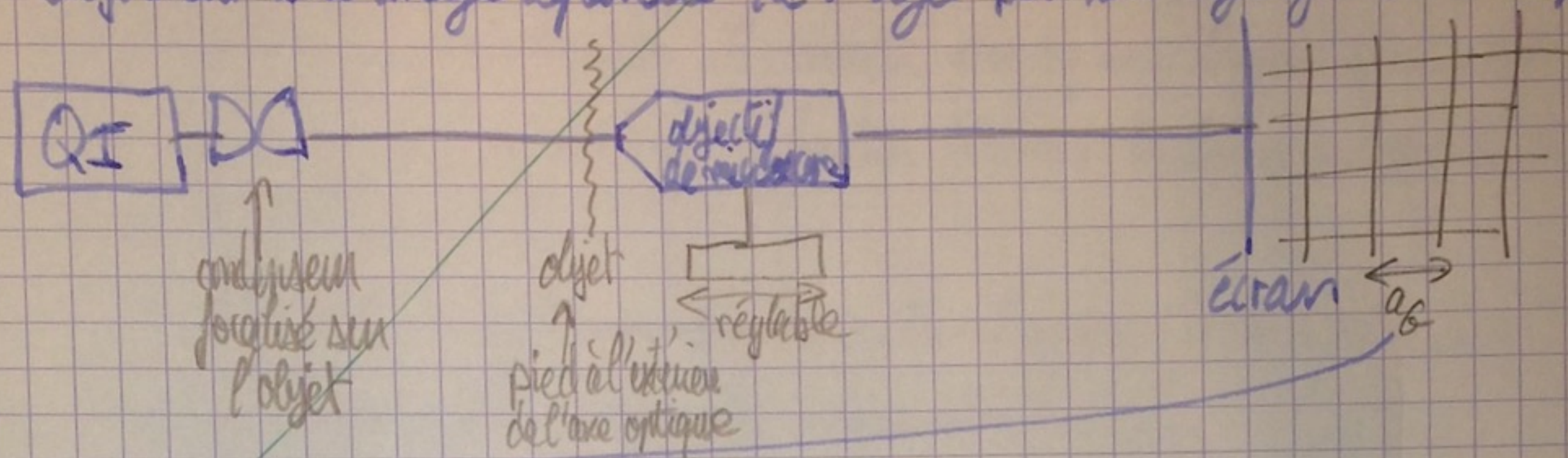


On trouve  $\gamma_f$  on ramène à  $X = \frac{X'}{\gamma_f}$  mire de calibration



• La période  $a$  de l'objet est donnée par ;  $a = \frac{\lambda f}{x} = \frac{\lambda f}{x'}$

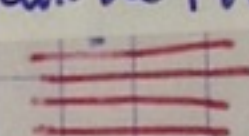
• On compare cette grandeur avec la valeur de la période mesurée en formant une image agrandie de l'objet par un objectif de microscope :



$\Rightarrow a' = \frac{a_g}{\gamma_g}$  on mesure  $\gamma_g$  avec une mire de calibration

On vérifie que les mesures de la période optique de la grille

par deux méthodes différentes sont compatibles :  $a' \approx a$

• Enfin, on peut filtrer l'image en plaçant une fente dans le plan de Fourier en enlevant  $\lambda_2$  on obtient :  la périodicité horizontale a disparu.

Conclusion :

Nous avons mis en évidence le phénomène de diffraction des ondes lumineuses dans 3 manipulations :

→ I- une onde spatialement limitée entraîne un élargissement de la lumière.

→ II- Cette élargissement est une limite peu résolu des objets très proches

→ III- Il est possible de filtrer le spectre de l'objet.

Application : filtrage des images.

Conclusion : méthode du contraste de phase permet d'observer les détails des milieux transparents qui ne se différencient que par un très faible déphasage de la lumière (lié à une  $\pm$  d'indice de réfraction)

[Revez p 417 Chapitre 30 IV. 2]