

Optique

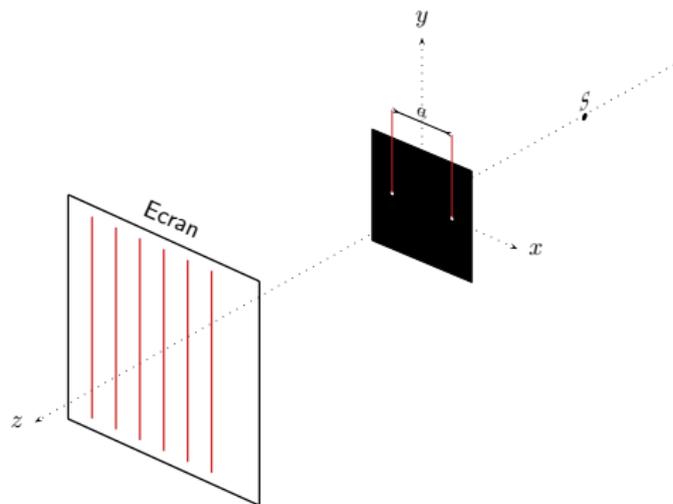
Dispositifs interférentiels par division du front d'onde: trous d'Young

E. Ouvrard

PC CPGE Lycée Dupuy de Lôme - LORIENT

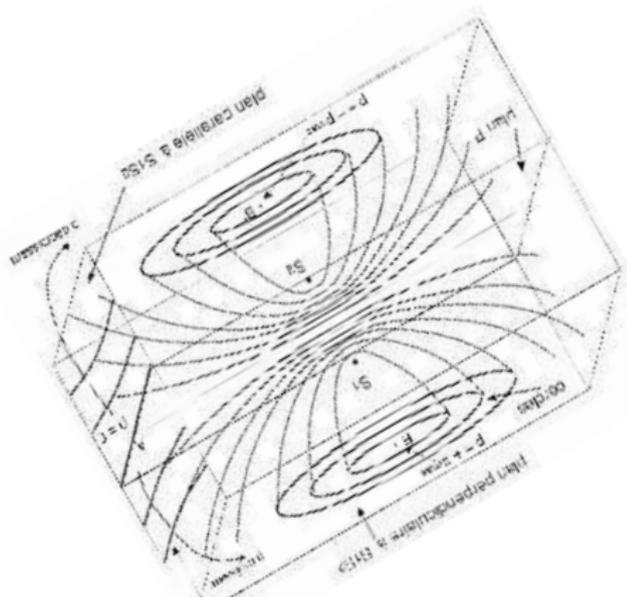
12 octobre 2017

- 1 Système à deux trous d'Young
 - Présentation du dispositif
 - Étude de la figure d'interférence
 - Franges d'interférence et Interfrange
- 2 Élargissement spatial de la source
 - Déplacement transversal de la source
 - Différence de marche
 - Position de la frange d'ordre d'interférence nul
 - Association des deux sources primaires
 - Analyse qualitative
 - Critère de brouillage
- 3 Élargissement spectral d'une source
 - Cas d'un doublet
 - Source à spectre de bande
 - Longueur de cohérence



Trous d'Young

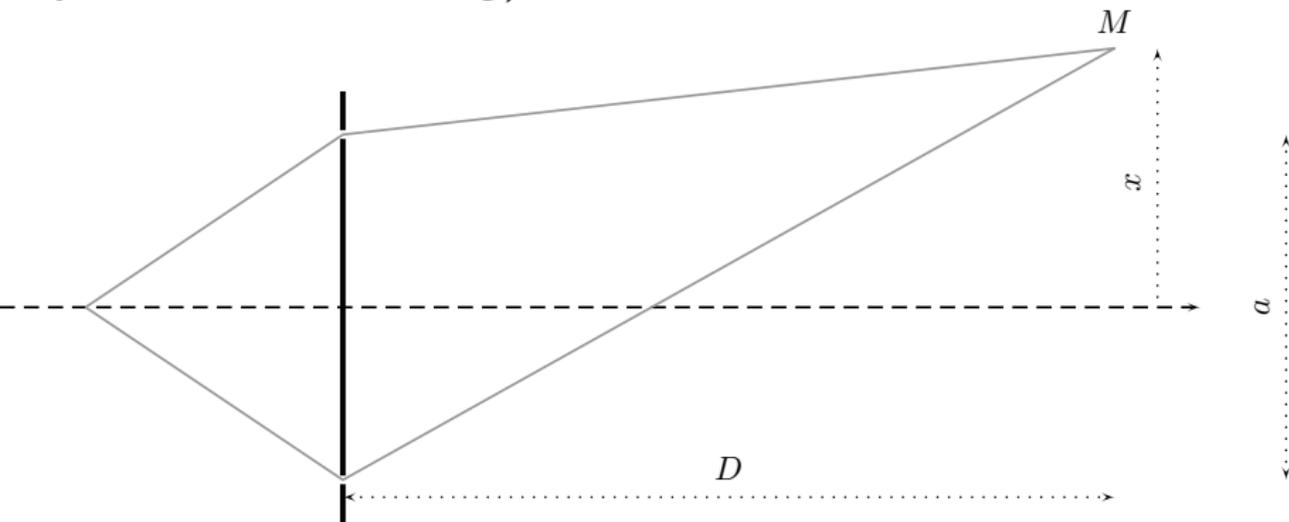
Ce système de deux ouvertures quasi-ponctuelles éclairées par une source monochromatique peut être modélisé par deux sources secondaires cohérentes



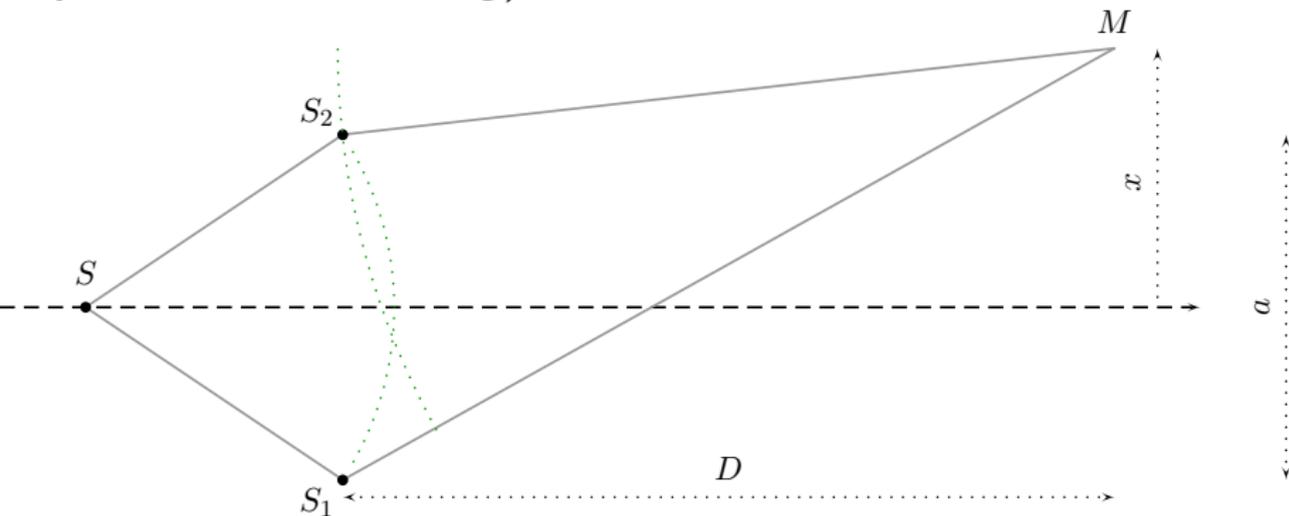
Délocalisation des interférences

Les franges d'interférence sont observables sur l'écran quelque soit la position de celui-ci par rapport aux trous d'Young. Elles sont donc non localisées.

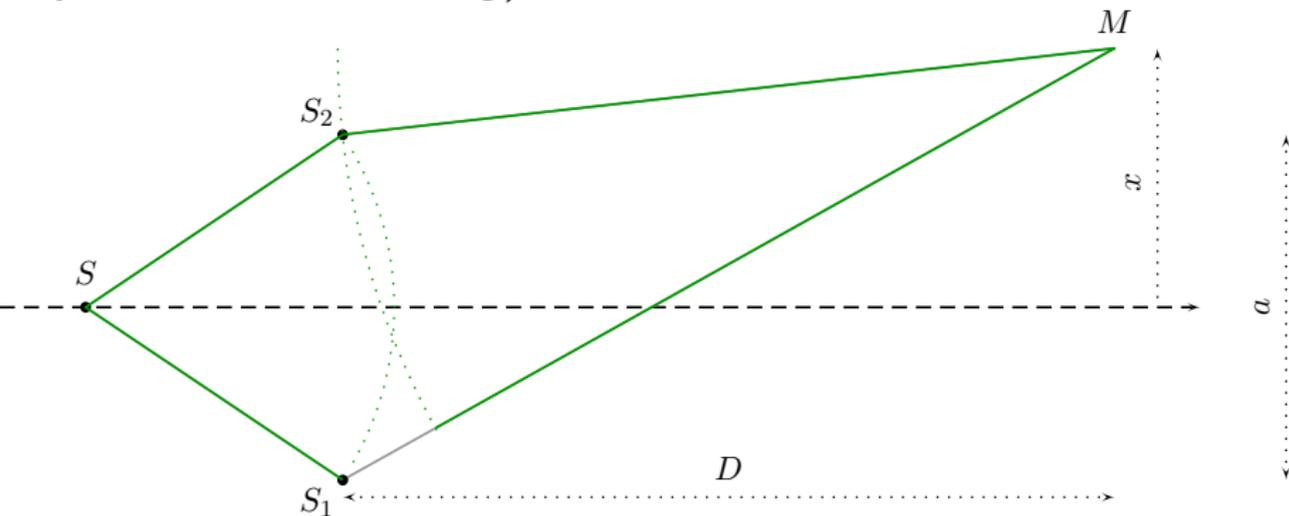
On considère dans cet exemple de calcul deux sources cohérentes **synchrones**. (Cela est obtenu en plaçant la source primaire sur l'axe des systèmes de trous d'Young)



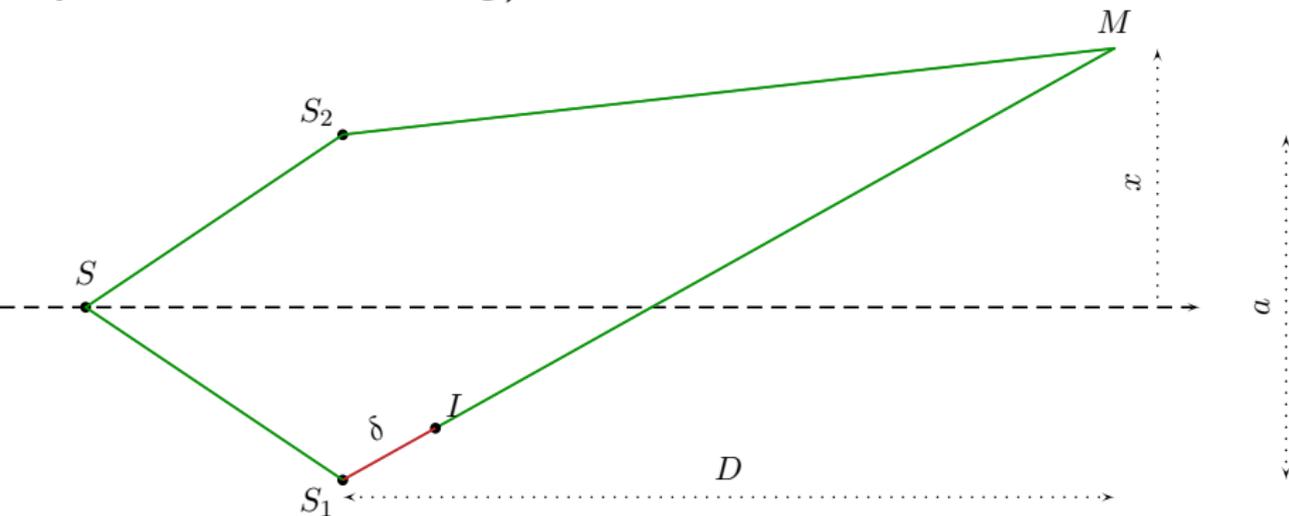
On considère dans cet exemple de calcul deux sources cohérentes **synchrones**. (Cela est obtenu en plaçant la source primaire sur l'axe des systèmes de trous d'Young)



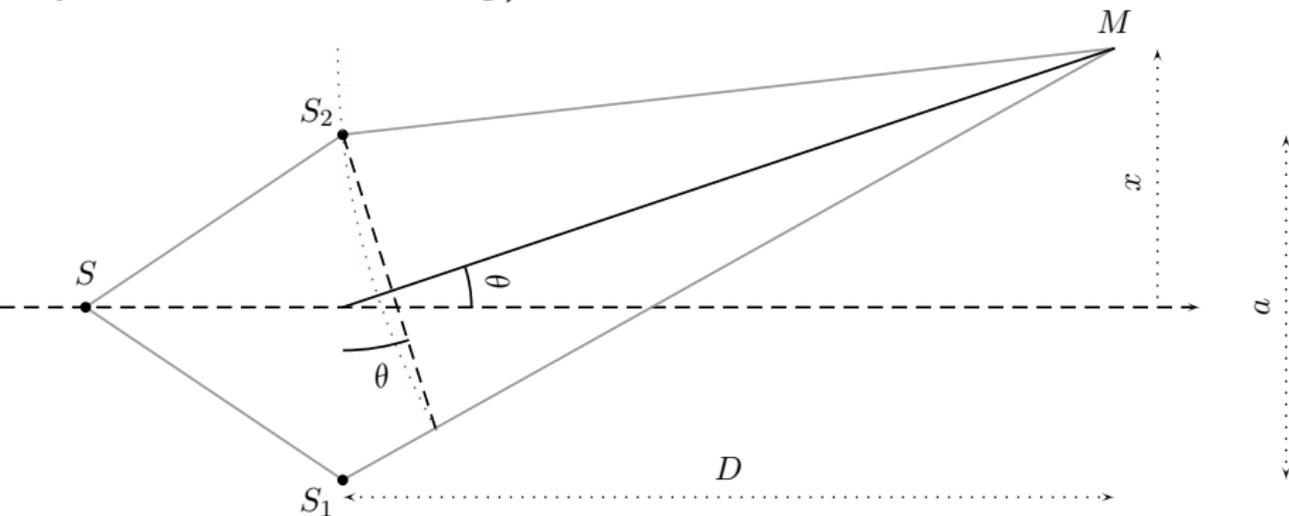
On considère dans cet exemple de calcul deux sources cohérentes **synchrones**. (Cela est obtenu en plaçant la source primaire sur l'axe des systèmes de trous d'Young)



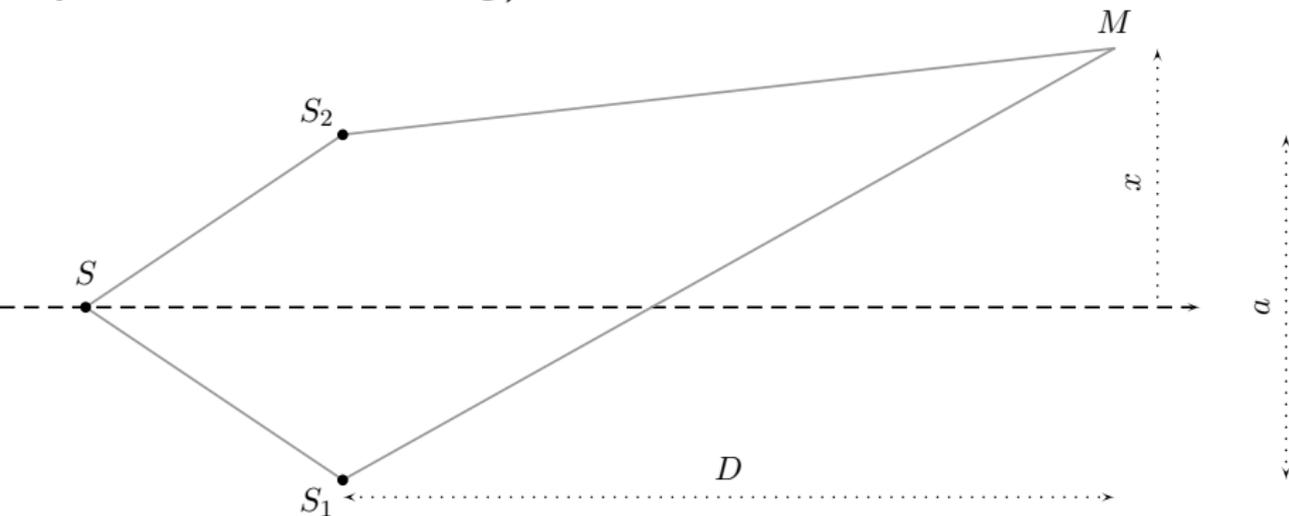
On considère dans cet exemple de calcul deux sources cohérentes **synchrones**. (Cela est obtenu en plaçant la source primaire sur l'axe des systèmes de trous d'Young)



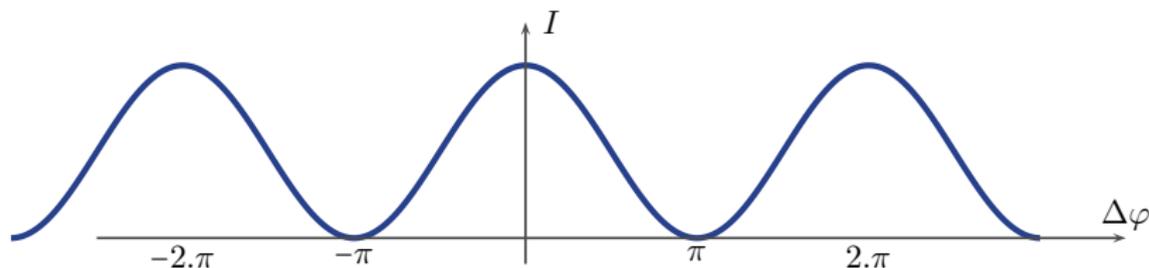
On considère dans cet exemple de calcul deux sources cohérentes **synchrones**. (Cela est obtenu en plaçant la source primaire sur l'axe des systèmes de trous d'Young)



On considère dans cet exemple de calcul deux sources cohérentes **synchrones**. (Cela est obtenu en plaçant la source primaire sur l'axe des systèmes de trous d'Young)



$$\delta = \frac{n \cdot a \cdot x}{D}$$



Interfrange

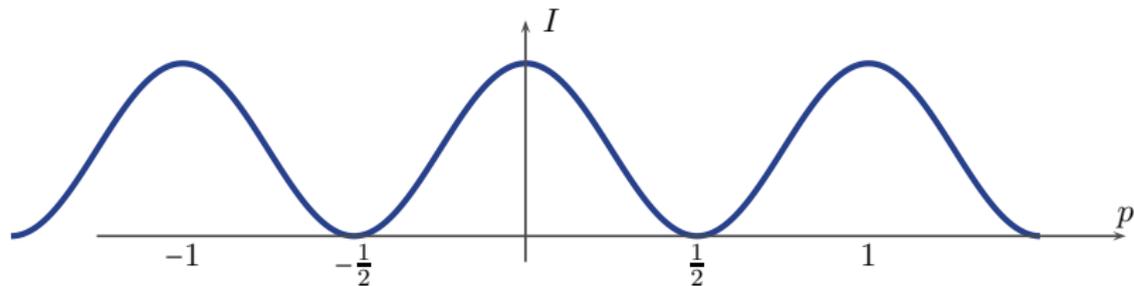
L'interfrange i correspond à la distance séparant deux franges successives.



$$i = |x_{p+1} - x_p|$$



$$i = \frac{\lambda_0 \cdot D}{n \cdot a}$$



Interfrange

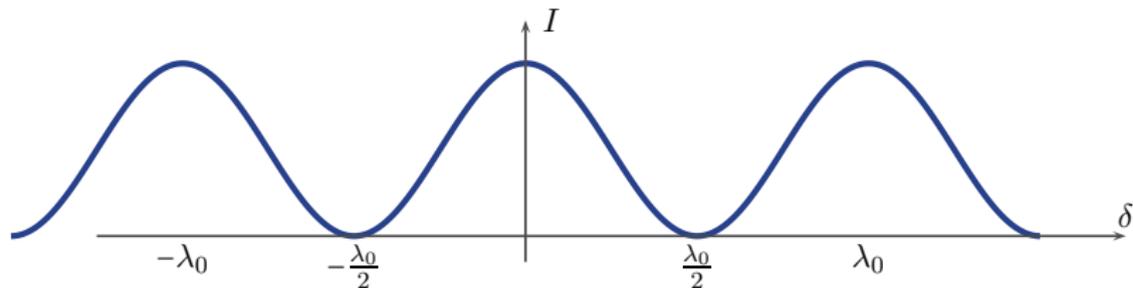
L'interfrange i correspond à la distance séparant deux franges successives.



$$i = |x_{p+1} - x_p|$$



$$i = \frac{\lambda_0 \cdot D}{n \cdot a}$$



Interfrange

L'interfrange i correspond à la distance séparant deux franges successives.

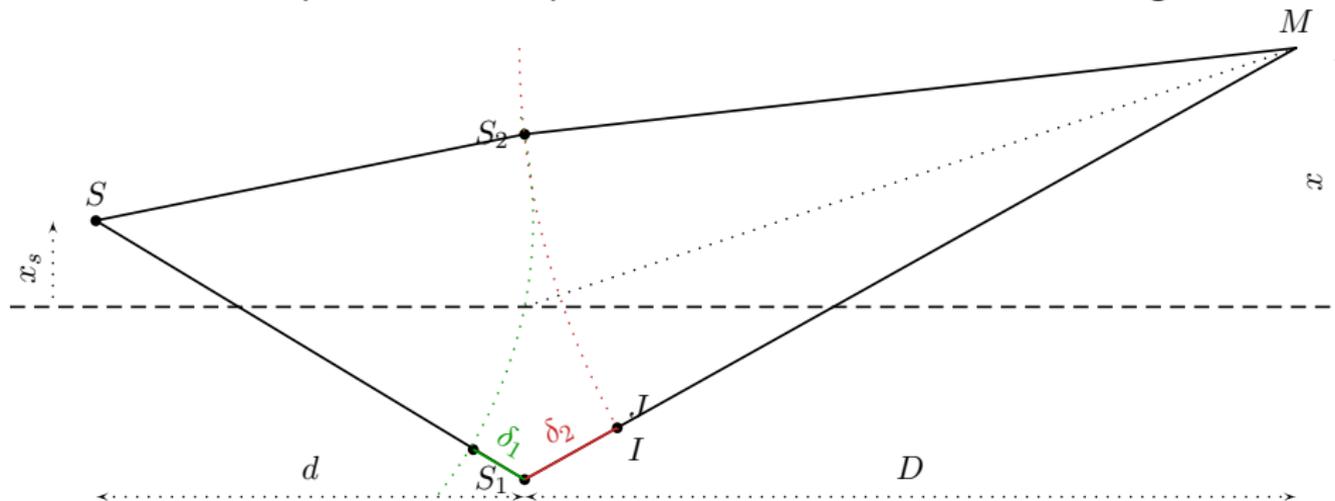


$$i = |x_{p+1} - x_p|$$

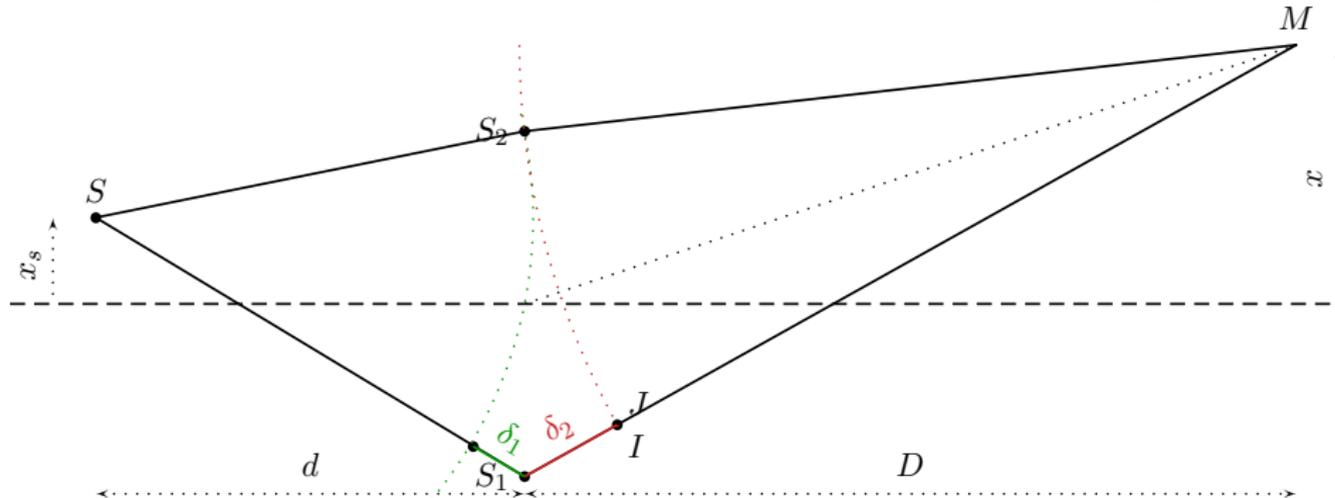


$$i = \frac{\lambda_0 \cdot D}{n \cdot a}$$

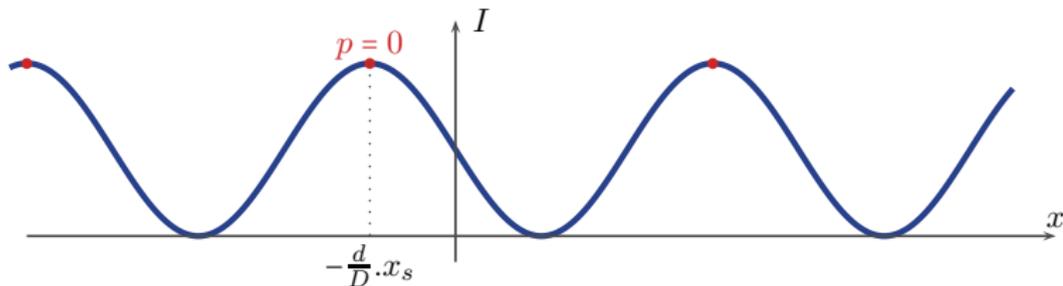
On ne considère plus la source primaire sur l'axe des trous d'Young.



On ne considère plus la source primaire sur l'axe des trous d'Young.

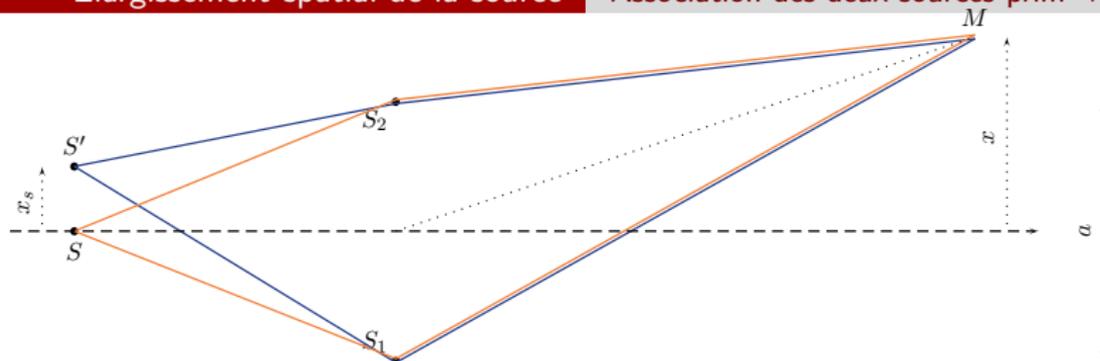


$$\delta = \frac{n \cdot a \cdot x_s}{d} + \frac{n \cdot a \cdot x}{D}$$



Translation des franges

Le déplacement des franges est homothétique au déplacement transversal de la source, avec des sens opposés.



- Avec la source S seule :
Les deux ondes issues de S interfèrent en M : $I = 2.I_0. [1 + \cos(\Delta\varphi)]$
avec $|\Delta\varphi = 2.\pi.p$
- Avec la source S' seule :
Les deux ondes issues de S' interfèrent en M :
 $I' = 2.I_0. [1 + \cos(\Delta\varphi')] \Delta\varphi' = 2.\pi.p'$
- Avec les deux sources :
 S et S' ne peuvent pas être cohérentes, les ondes issues de S
n'interfèrent pas avec celles issues de S' : $I_{tot} = I + I'$

Sources primaires multiples

Lorsqu'un système interférentiel est éclairé par plusieurs sources primaires, l'intensité en M est obtenue par la superposition des franges d'interférences obtenues pour chacune des sources prises séparément.

Source S seule :



Source S' seule :



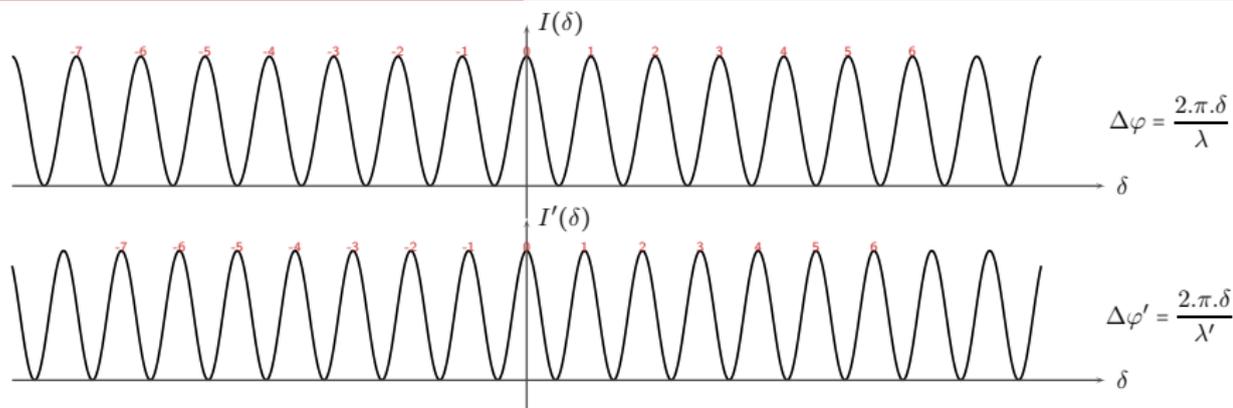
Deux sources :



brouillage des franges

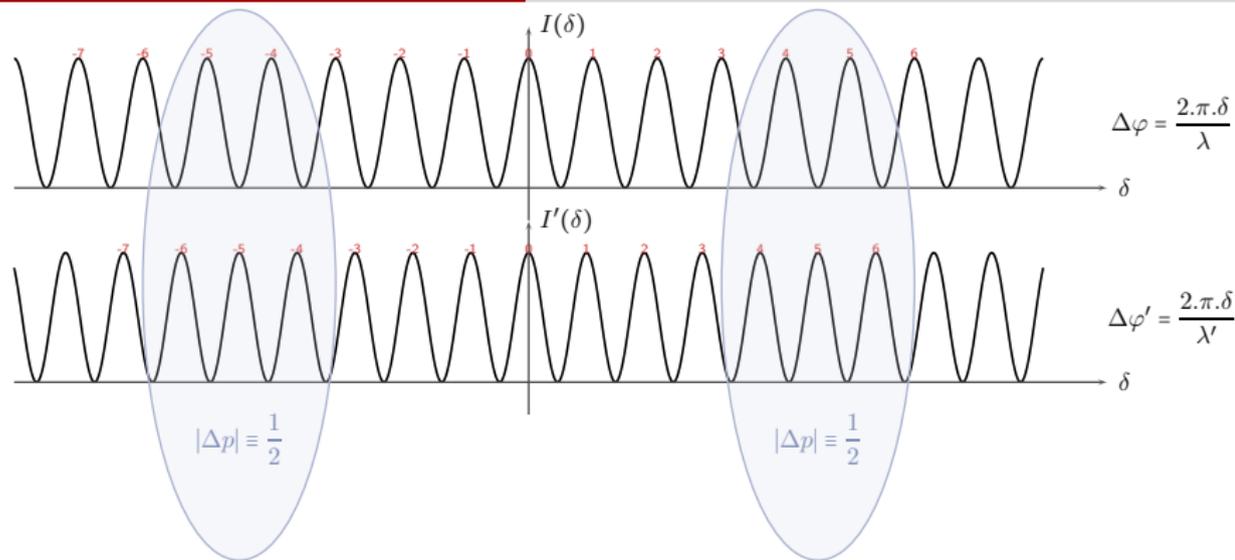
La multiplication des sources entraîne une diminution du contraste. Il y aura brouillage pour deux sources si les ordres p et p' en M pour chacune de ces sources sont tels que

$$\heartsuit \quad |\Delta p| = \frac{1}{2} + n \quad n \in \mathcal{N}$$



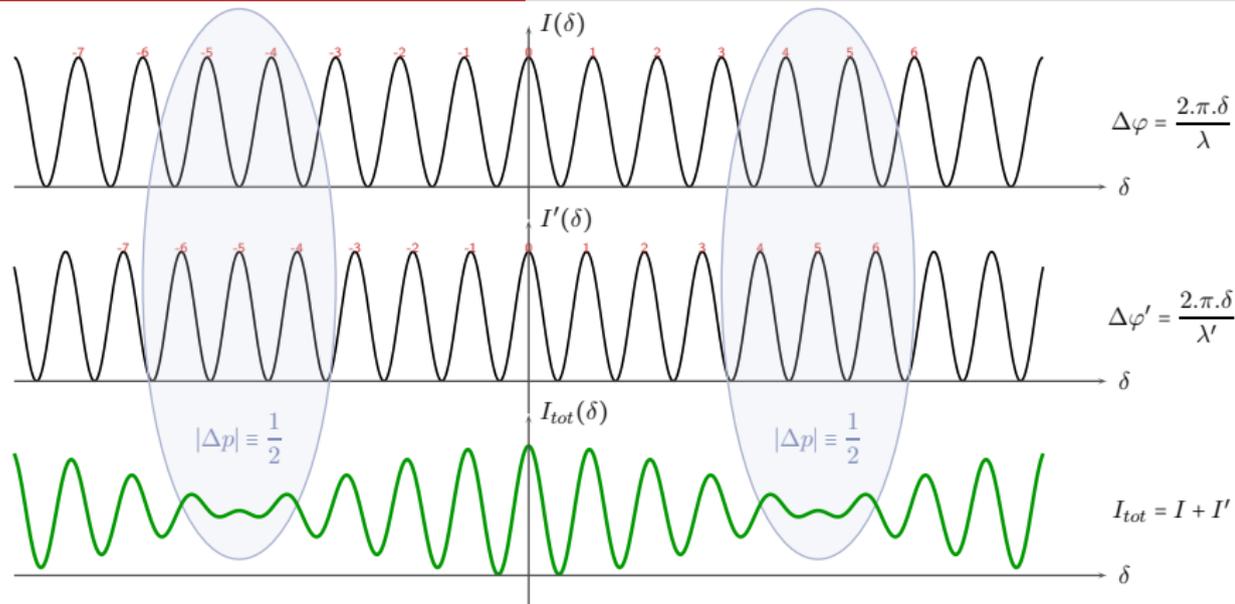
Source non monochromatique

L'intensité en un point M est la superposition des franges d'interférences en ce point M obtenues pour chacune des composantes spectrales.



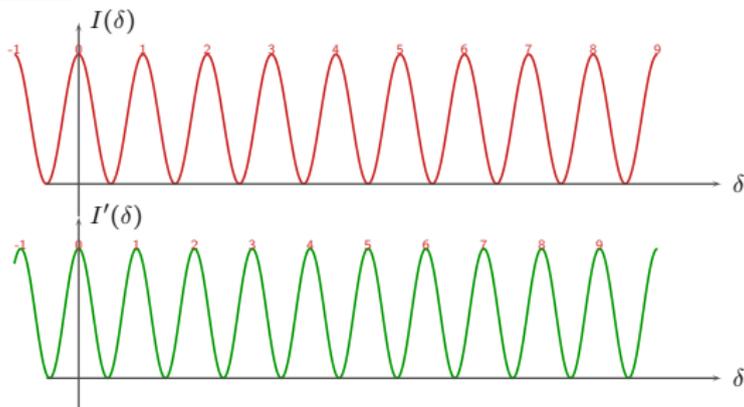
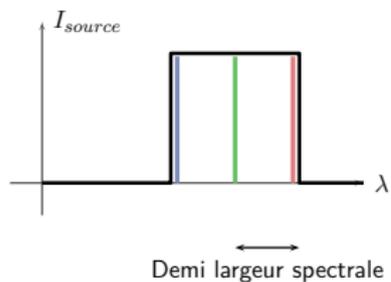
Source non monochromatique

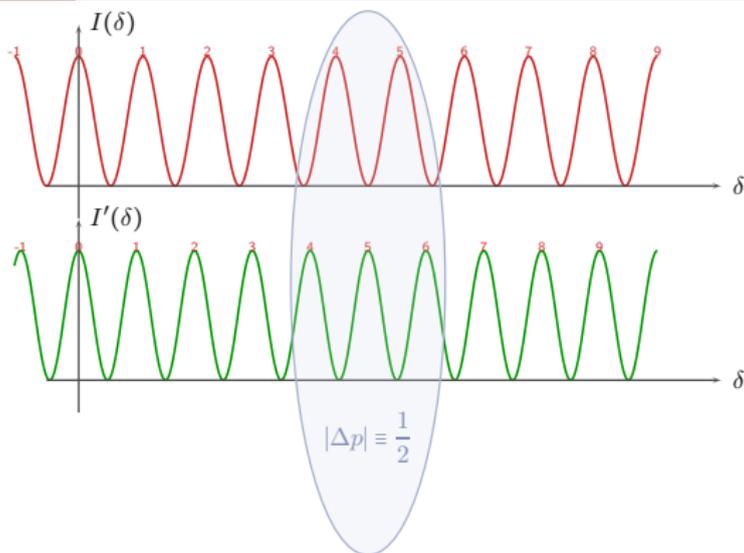
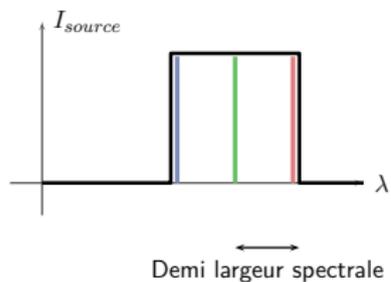
L'intensité en un point M est la superposition des franges d'interférences en ce point M obtenues pour chacune des composantes spectrales.

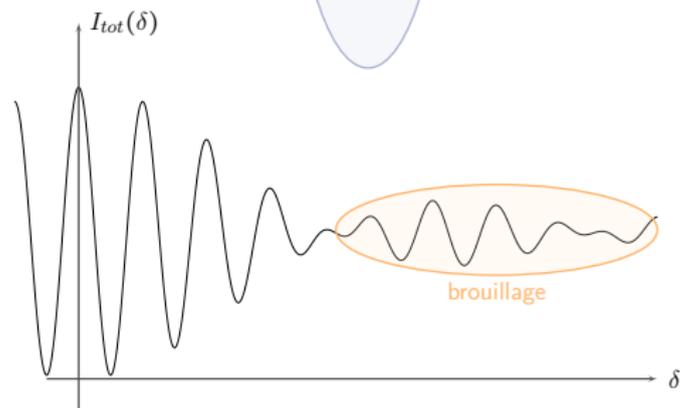
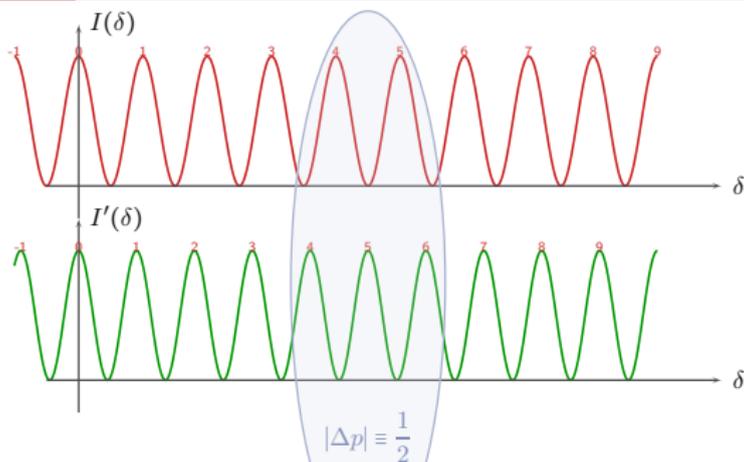
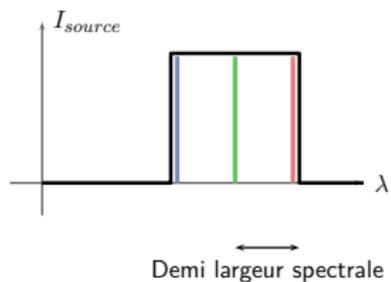


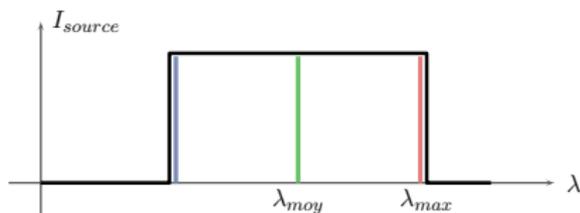
Source non monochromatique

L'intensité en un point M est la superposition des franges d'interférences en ce point M obtenues pour chacune des composantes spectrales.









Brouillage pour une source non monochromatique

Les franges d'interférence ne sont contrastées que pour des différences de marche assez faible.

Il y a brouillage dès que :

$$\heartsuit \quad |p(\lambda_{max}) - p(\lambda_{moy})| > \frac{1}{2}$$

Par la relation précédente :

$$\delta_{max} = \frac{\lambda_{moy}^2}{\Delta\lambda}$$

Par la longueur d'un train d'onde

- Durée d'émission $\tau \equiv \frac{2.\pi}{\Delta\omega} = \frac{2.\pi}{2.\pi.c.\Delta\left(\frac{1}{\lambda}\right)} \equiv \frac{\lambda_{moy}^2}{\Delta\lambda.2.\pi.c}$
- Longueur du train d'onde $l = c.\tau = \frac{\lambda_{moy}^2}{\Delta\lambda}$

Longueur de cohérence

Si la différence de marche est supérieure à la longueur d'un train d'onde, il y a brouillage de la figure d'interférence.