

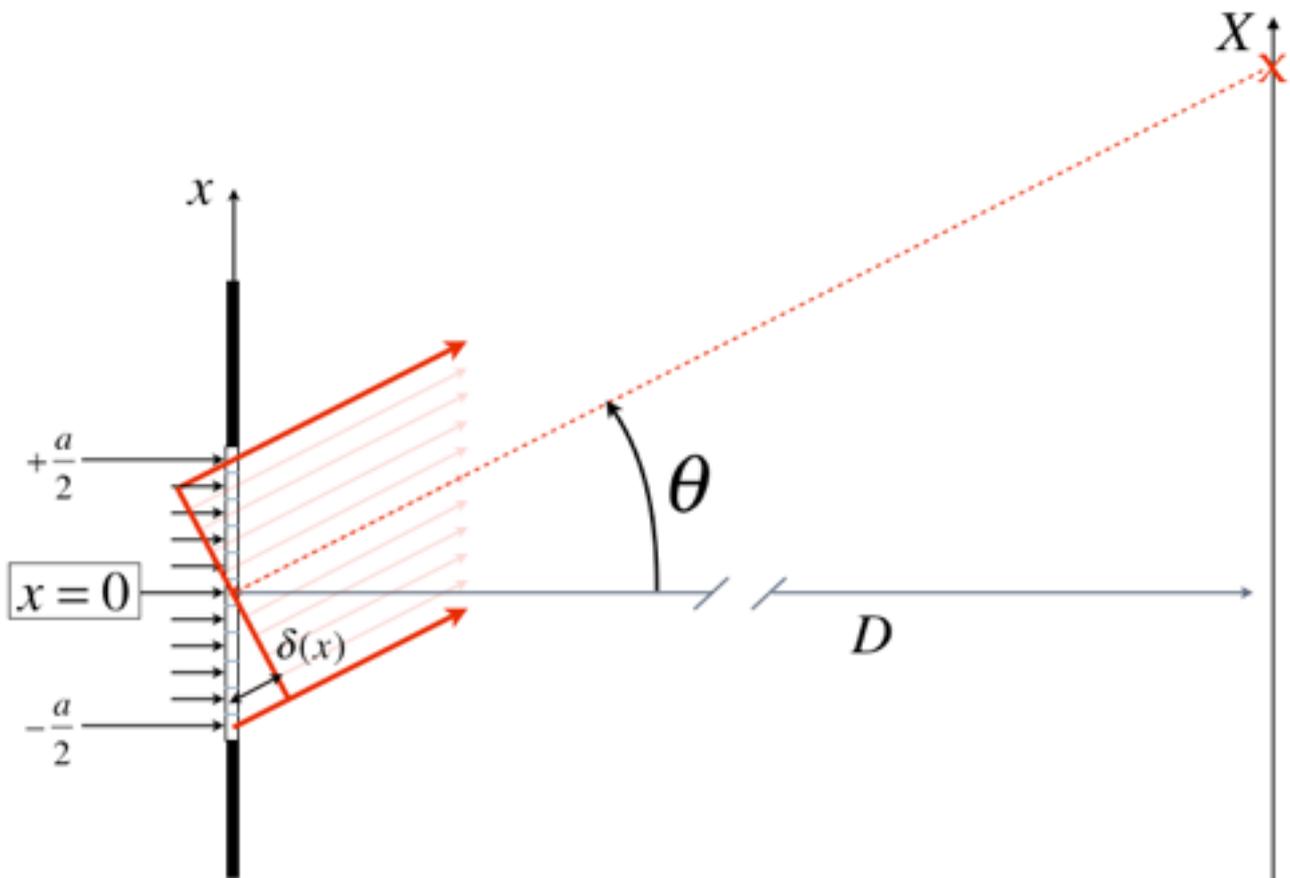
DIFFRACTION DE FRAUNHOFER

Hypothèses.

On se place ici dans le cadre de la diffraction dite de Fresnel, c-à-d que l'on considère le diaphragme comme une collection d'une infinité de sources élémentaires de surface dS dont chacune posséderait l'amplitude et la phase de l'onde qui lui provient depuis la source véritable sur un point de coordonnée $s(x, y)$ sur le diaphragme.

Toutes ces sources émettent vers un écran et la somme des ondes complexes au point $M(X, Y)$ sur l'écran donne l'amplitude complexe résultante pour tout point de l'écran : c'est la diffraction de Fresnel.

Une hypothèse supplémentaire conduit à la diffraction de Fraunhofer [vue en cours], qui consiste en ce que la source véritable et l'écran sont supposés à des distances infinies du diaphragme.



Exemple selon (Ox) de la diffraction par une fente

Calcul de l'amplitude totale.

Dans notre cas on suppose que l'amplitude est la même sur tout le diaphragme ; soit la lumière passe complètement $T=1$ soit elle ne passe pas $T=0$, mais on peut aisément rajouter un facteur dit de transmittance : $T(x,y)$ [vue en cours].

La lumière issue de la source véritable arrive sous incidence normale et n'introduit ainsi aucune différence de marche additionnelle. On notera donc $\delta(x,y)$ la différence de marche de l'onde de $s(x,y)$ vers $M(X,Y)$, k le vecteur d'onde et Σ le domaine représentant le diaphragme.

Soit finalement $S_{tot}(X,Y)$ l'amplitude complexe sur l'écran :

$$\underline{S}_{tot}(X,Y) = \underline{s}_0 e^{j\omega t} \int_{\Sigma} T(x,y) e^{-jk\delta(x,y)} dx dy$$

Notez bien que pour tout point $M(X,Y)$ sur l'écran on fait une intégrale double en coordonnées cartésiennes sur les positions $s(x,y) \in \Sigma$ de la source secondaire sur le diaphragme.

Montrer que dans les hypothèses de la diffraction de Fraunhofer, la différence de marche s'obtient par la formule suivante :

$$\delta(x) = -\left(\frac{X}{D}x + \frac{Y}{D}y\right)$$

L'intensité lumineuse sur l'écran est obtenue comme le module au carré de $\underline{S}_{tot}(X,Y)$.

Discrétisation et intégration numérique

On réalise le calcul numériquement en représentant le diaphragme et l'écran sous forme de tableaux numpy. Chaque pixel du diaphragme est une source secondaire de coordonnée $s(x,y)$ à déterminer. On remplace simplement l'intégrale double par une double somme discrète et on répète ce calcul pour chaque pixel du tableau de l'écran.

Rq : On ne se préoccupera pas de la surface, car tous les pixels sources ont la même surface et l'intensité totale n'est de toute façon déterminée qu'à un facteur près.