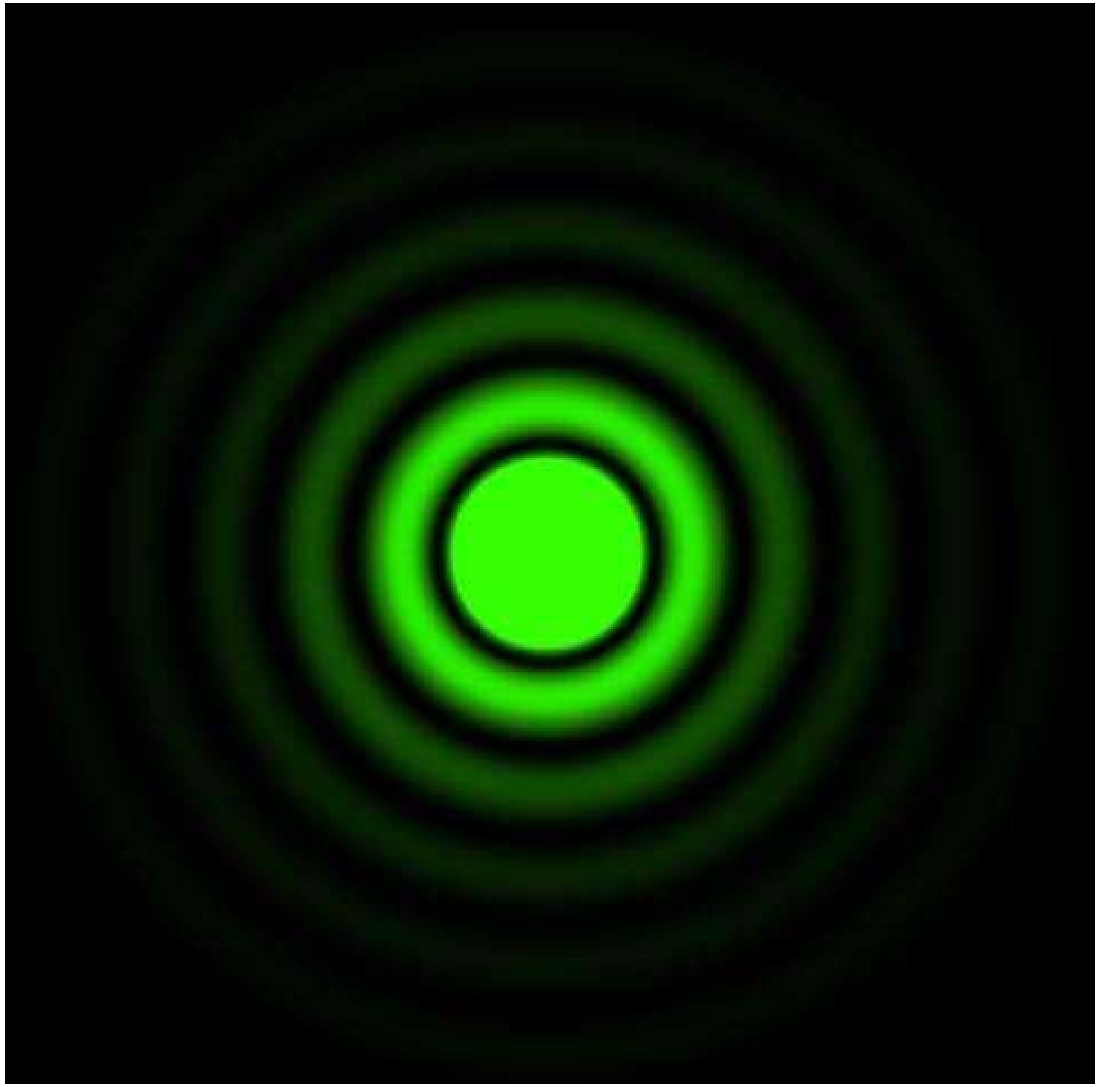
Chapitre **Op3** **Division de front d’onde : trous de Young**

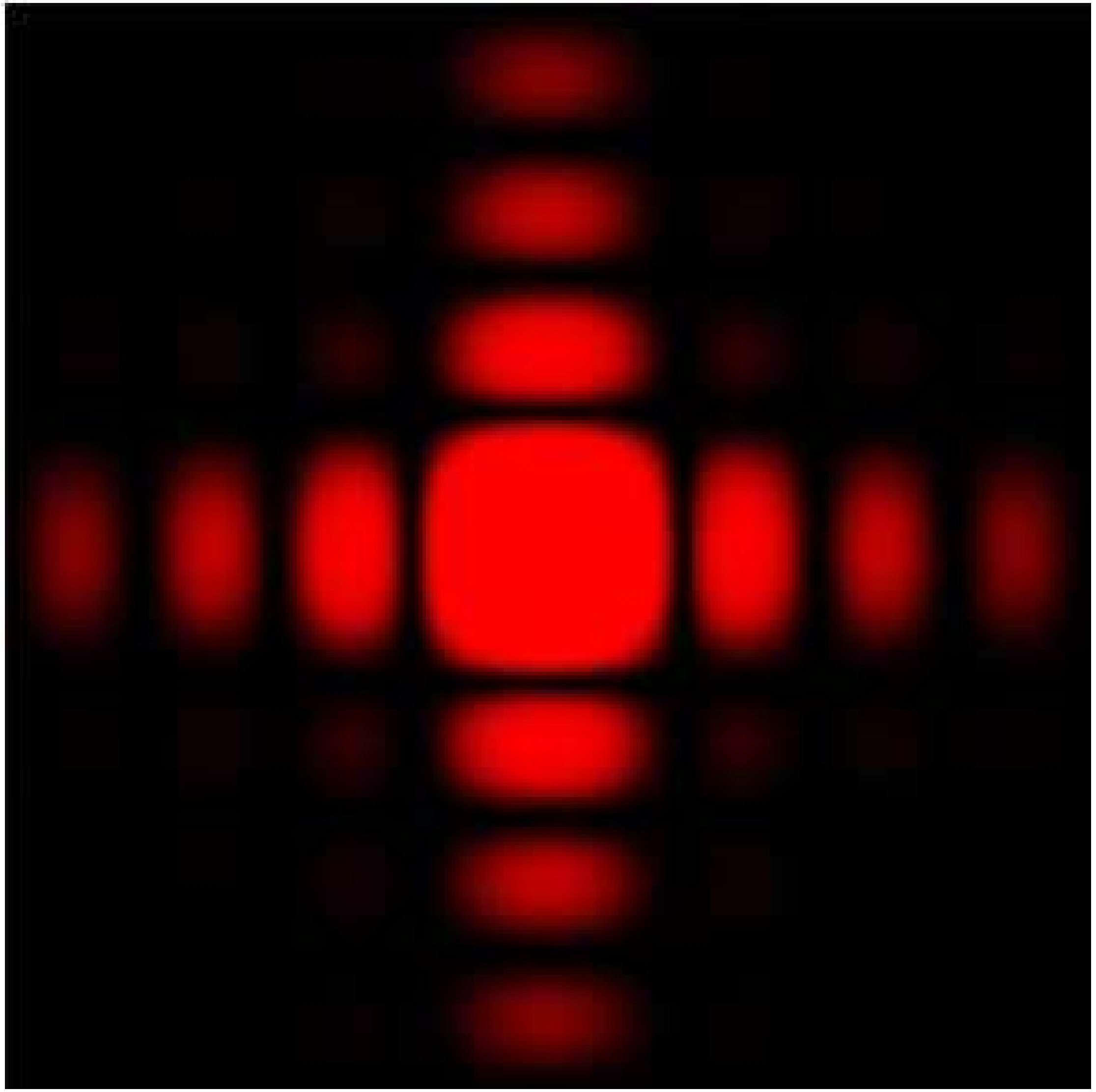
1. a) Préliminaire : diffraction

Figure de diffraction par
un trou circulaire

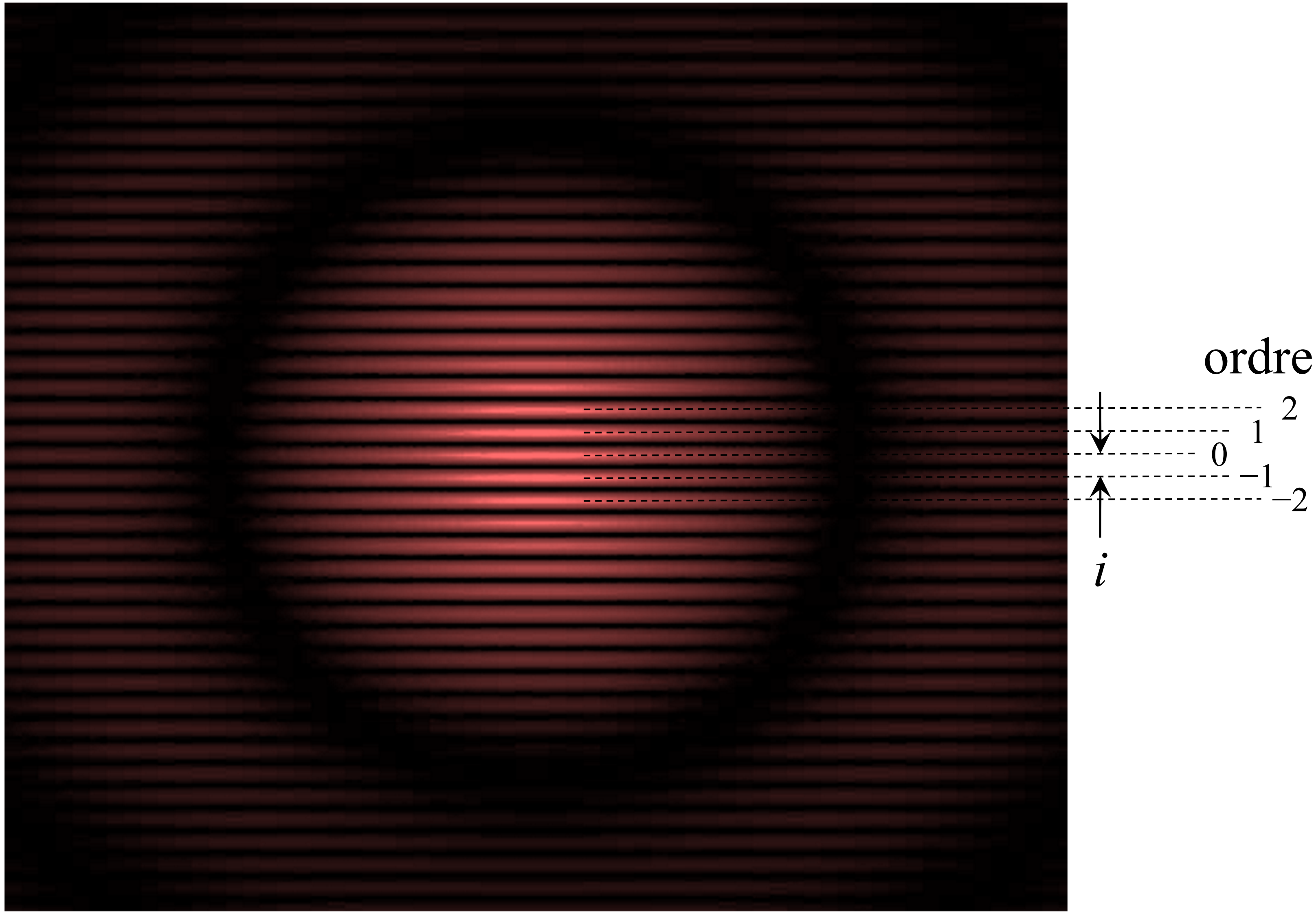


1. a) Préliminaire : diffraction

Figure de diffraction par un trou carré

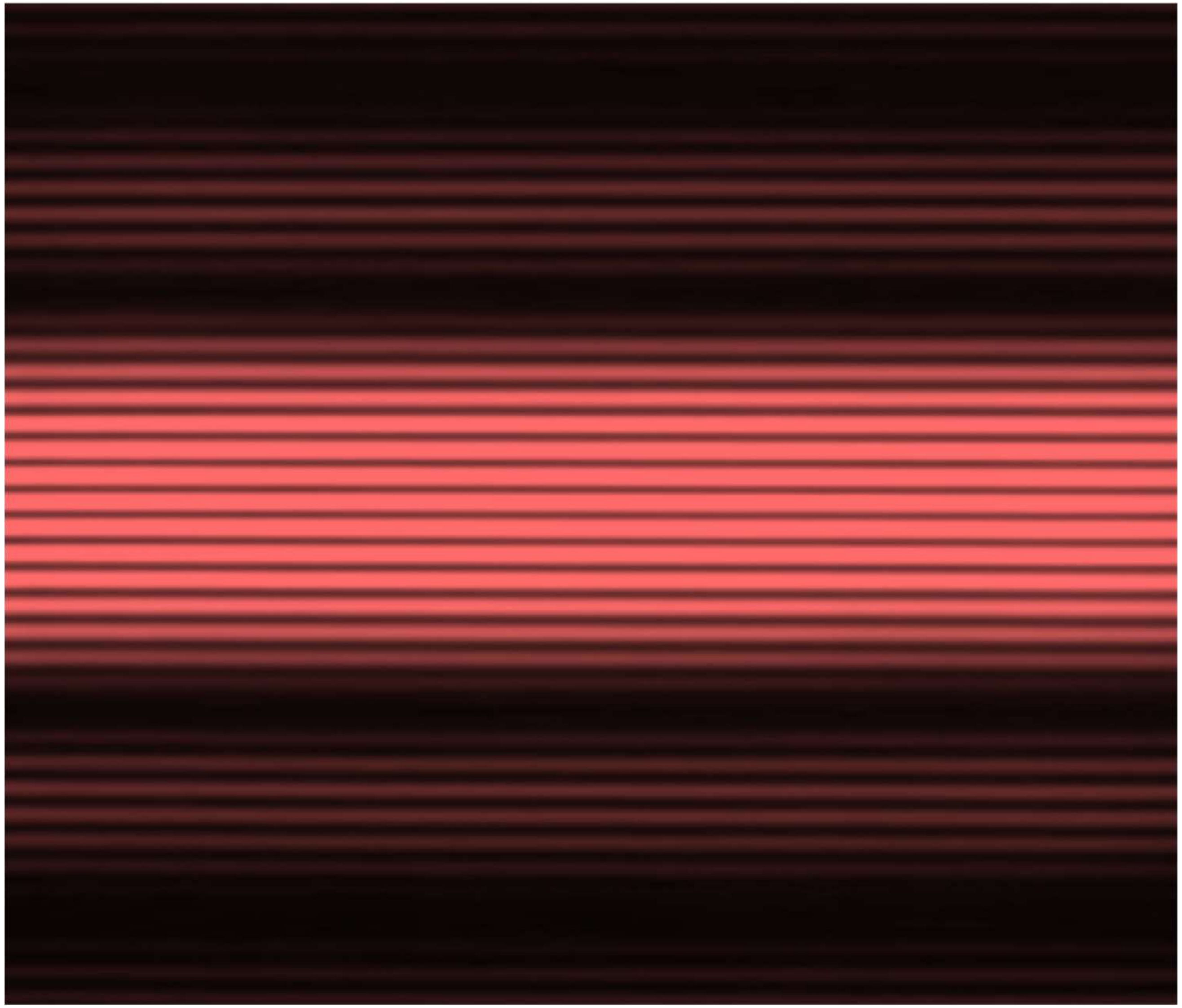


1. c) Figure d’interférences



2. b) Fentes de Young

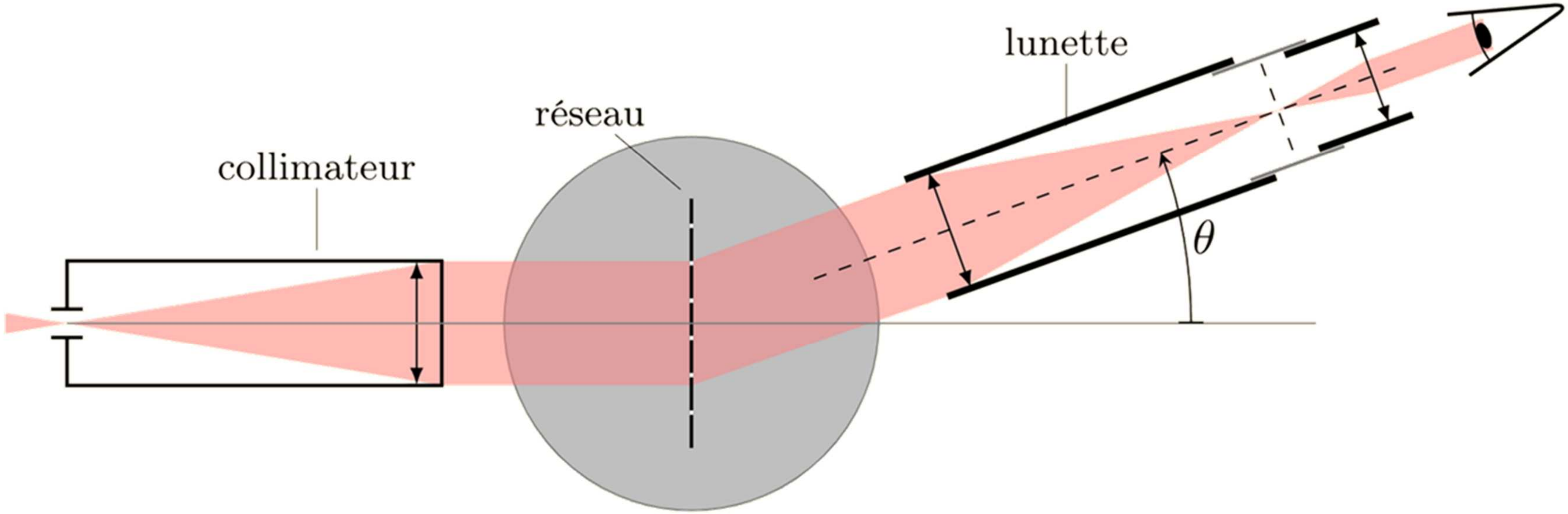
Figure d’interférences



2. d) Ensemble de *N* trous ou fentes

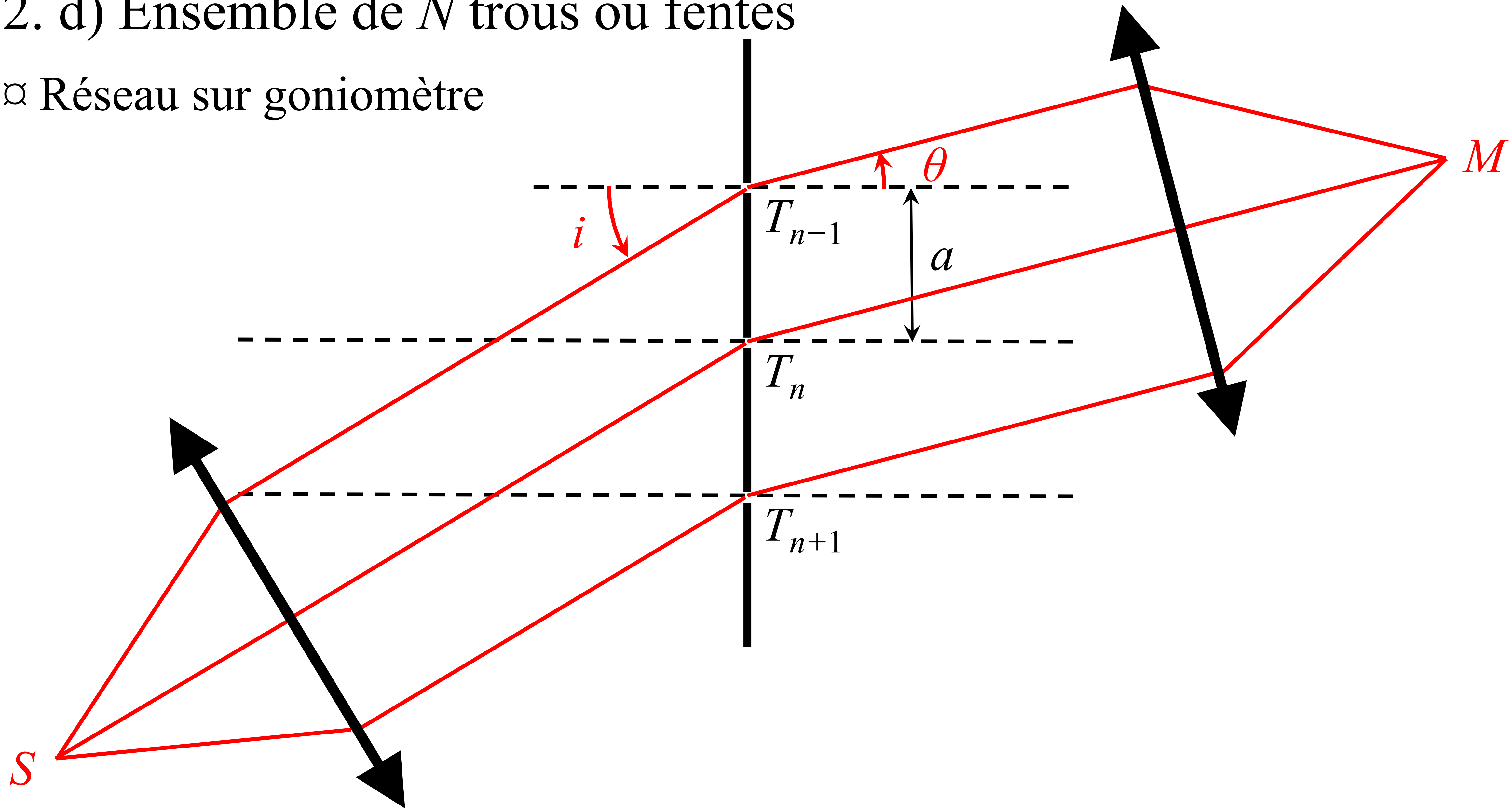
¤ Réseau sur goniomètre

Le réseau est placé sur le plateau d'un goniomètre.
On l'éclaire avec un faisceau parallèle (grâce à un collimateur), et on observe « à l'infini » (grâce à une lunette afocale).



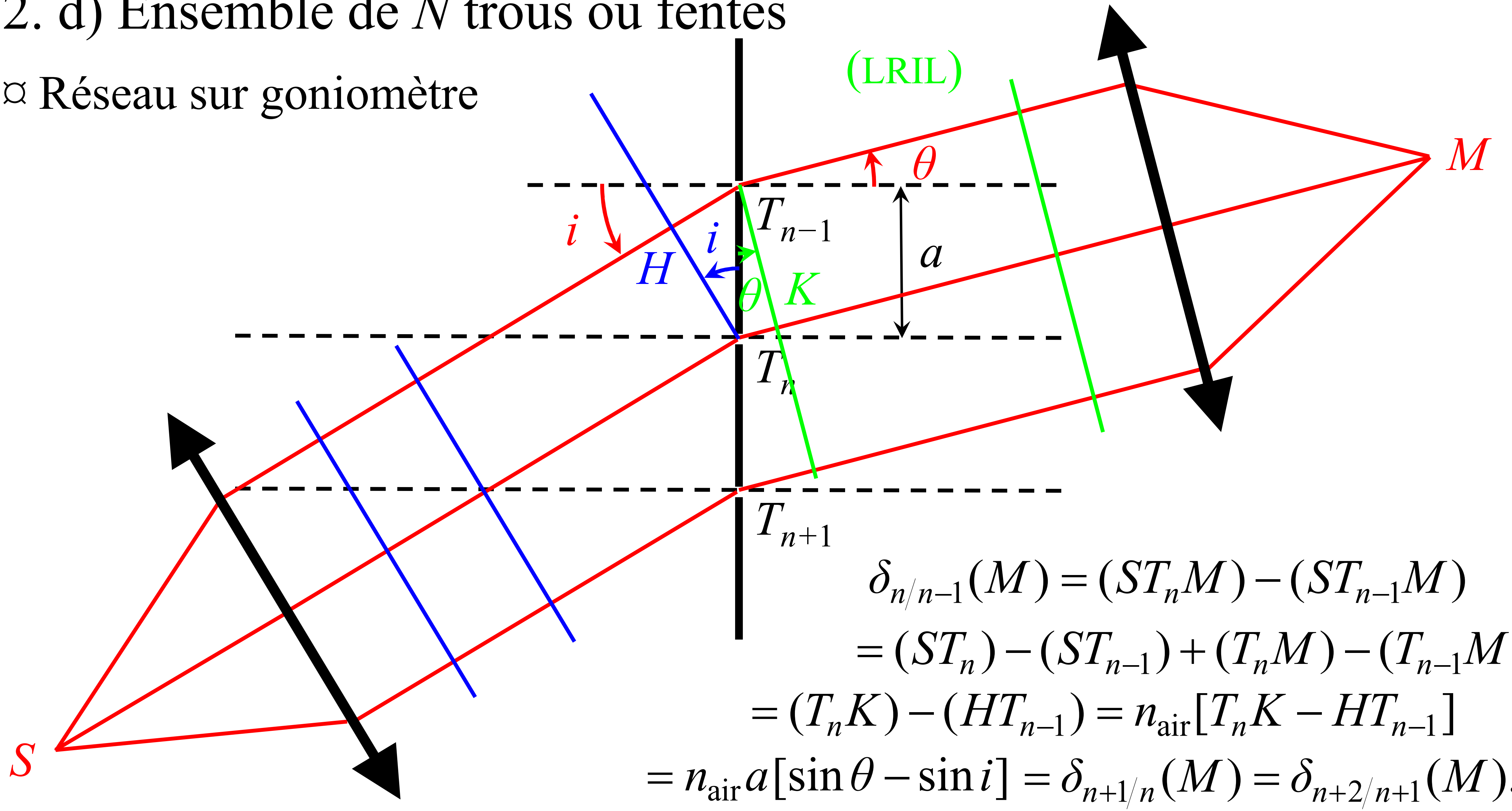
2. d) Ensemble de *N* trous ou fentes

¤ Réseau sur goniomètre



2. d) Ensemble de N trous ou fentes

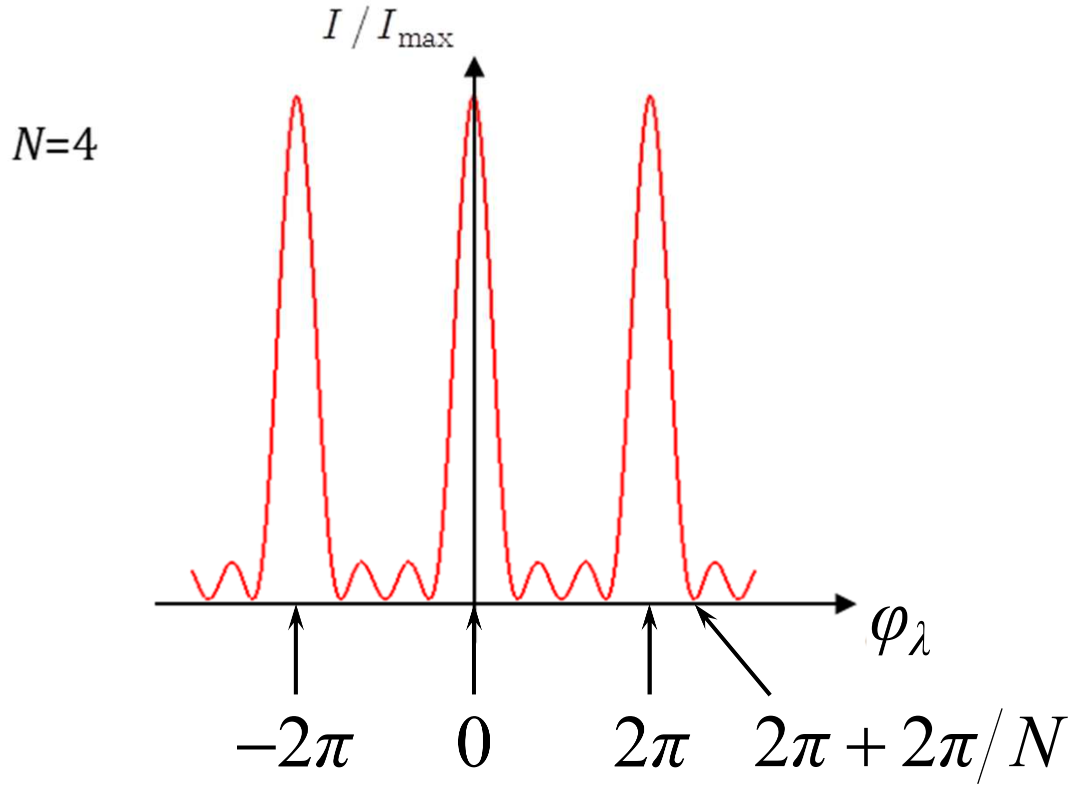
¤ Réseau sur goniomètre

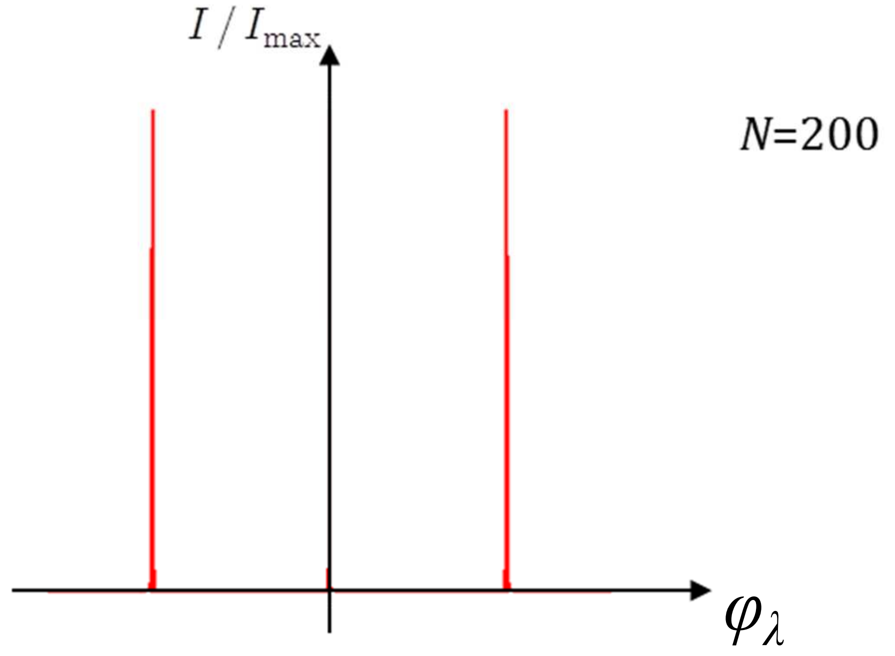


$$\begin{aligned}\delta_{n/n-1}(M) &= (ST_nM)-(ST_{n-1}M)\\ &= (ST_n)-(ST_{n-1})+(T_nM)-(T_{n-1}M)\\ &= (T_nK)-(HT_{n-1}) = n_{\text{air}}[T_nK-HT_{n-1}]\\ &= n_{\text{air}}a[\sin\theta-\sin i] = \delta_{n+1/n}(M) = \delta_{n+2/n+1}(M)\ldots\end{aligned}$$

2. d) Ensemble de N trous ou fentes

¤ Rappels



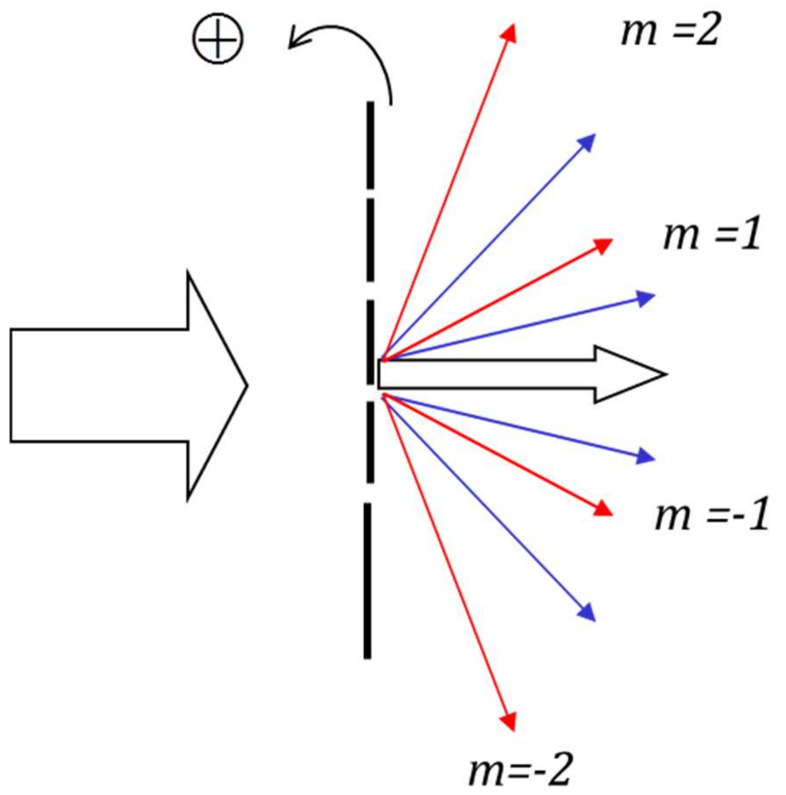


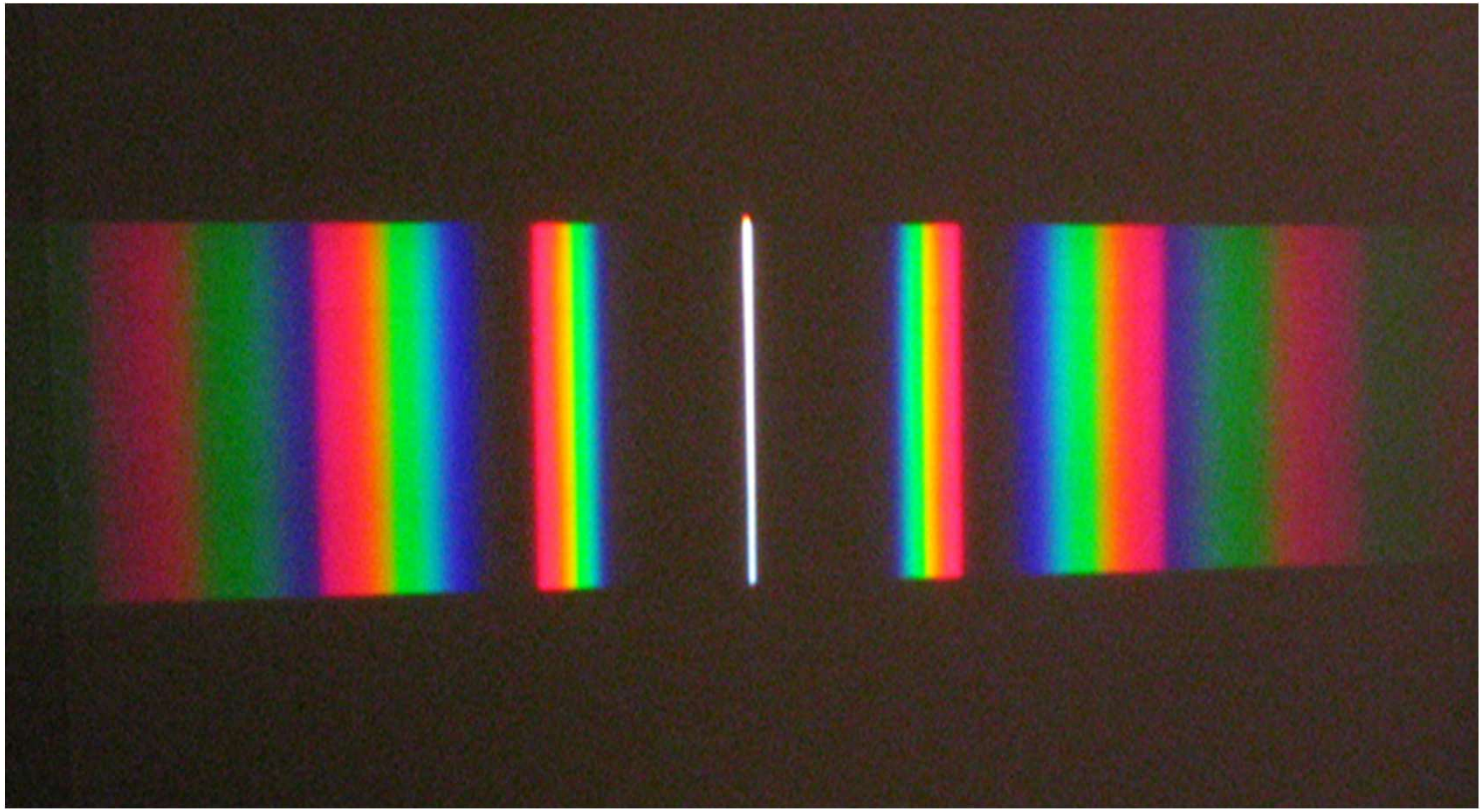
obtenu à l'angle $\theta_{-1,\lambda}$ θ_0 $\theta_{1,\lambda}$ $\theta_{1,\lambda} + \Delta\theta$

avec $\boxed{a(\sin\theta_{m,\lambda} - \sin i) = m\,\lambda}$ *(formule des réseaux)*

2. d) Ensemble de *N* trous ou fentes

¤ Réseau utilisé en lumière blanche

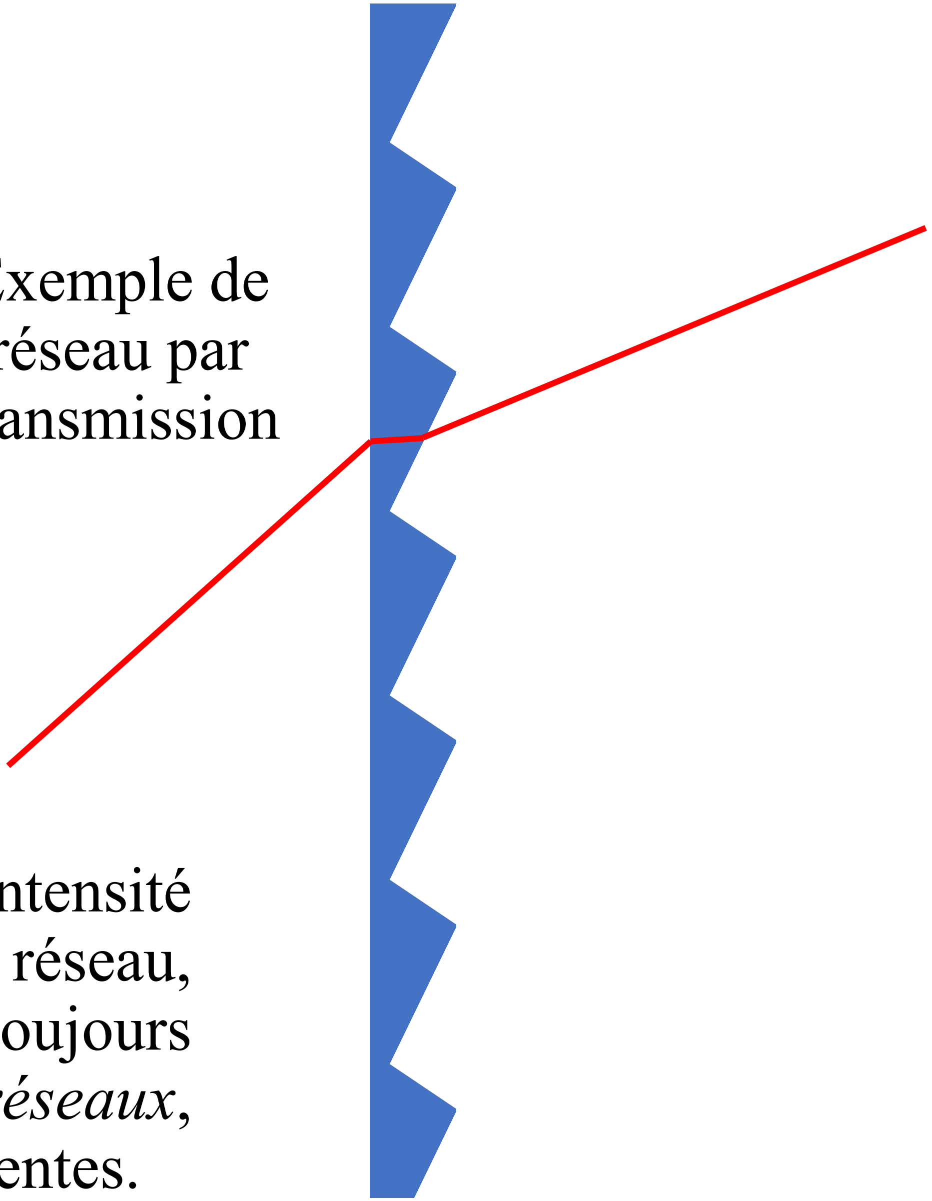




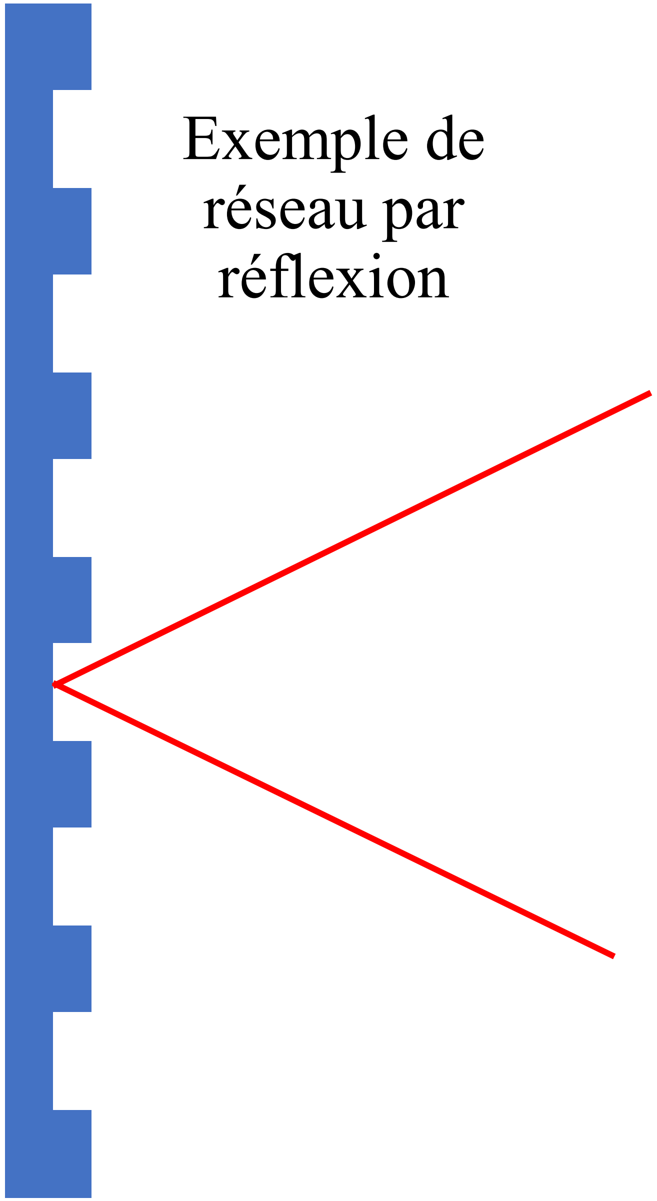
Les différentes longueurs d’onde sont plus ou moins séparées, selon l’ordre *m* observé, et selon le nombre de traits du réseau.

2. d) Ensemble de N trous ou fentes

¤ Réseaux réels



Exemple de réseau par transmission



Exemple de réseau par réflexion

L’expression exacte de l’intensité dépend de la forme du réseau, mais les maxima sont toujours donnés par la *formule des réseaux*, comme pour un réseau de fentes.

2. d) Ensemble de *N* trous ou fentes

De nombreux objets ont une structure de surface avec une période de l'ordre du micromètre (µm). Quand ils sont éclairés en lumière blanche, on voit une *irisation* (apparition des couleurs du spectre), avec des couleurs différentes selon l'angle d'observation.

¤ Exemples dans les objets courants

Écran de téléphone portable

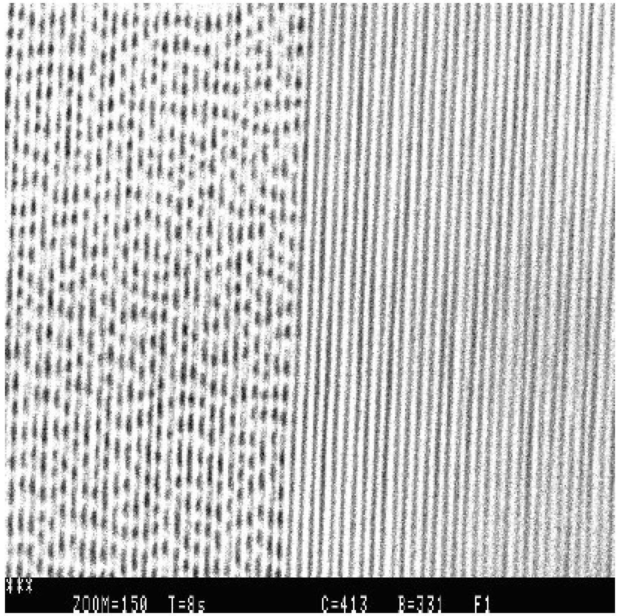
Papier « holographique »

2. d) Ensemble de *N* trous ou fentes

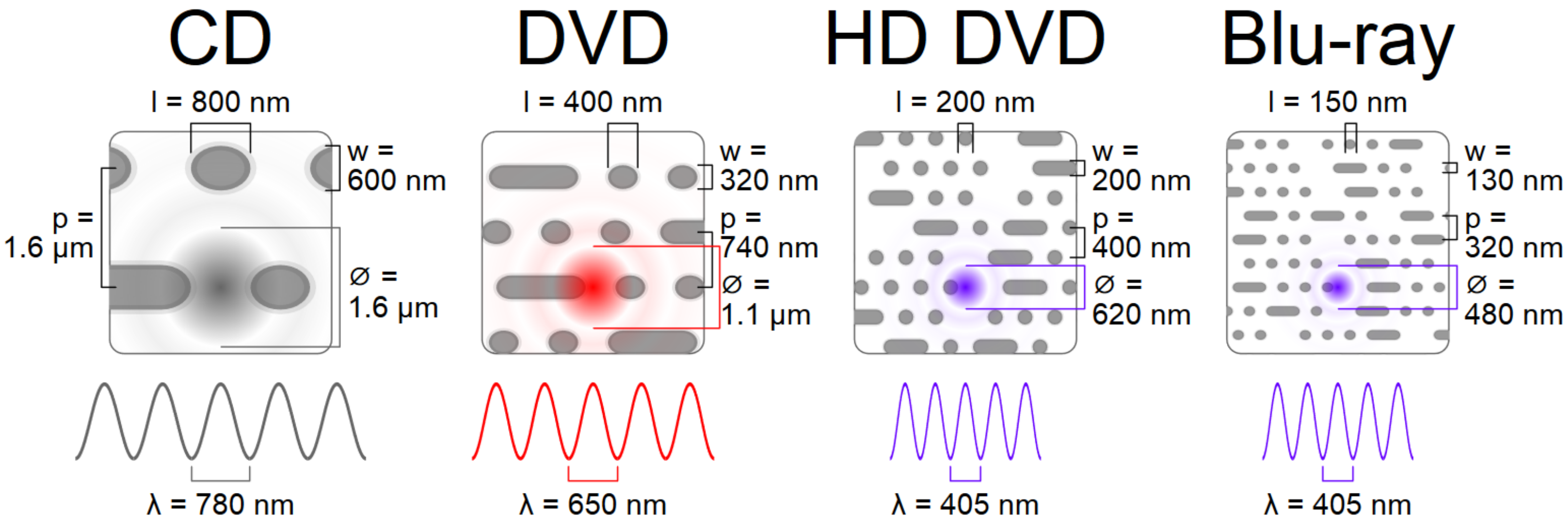
¤ Exemples de réseaux dans les objets courants

Disque optique

Structure microscopique
d'un disque optique



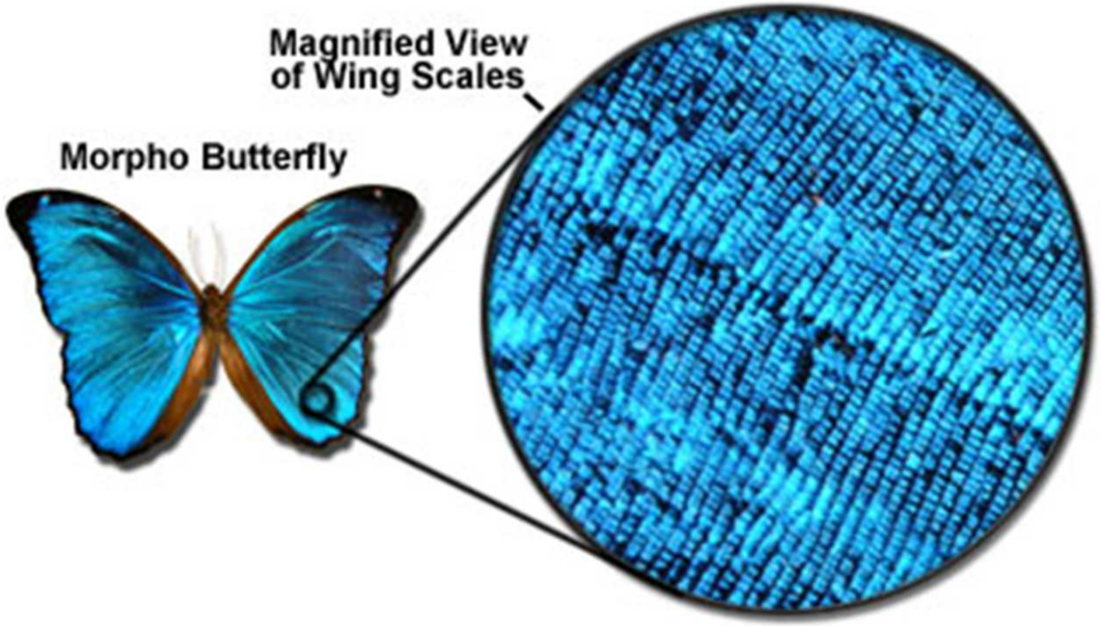
Différents types de disques optiques



2. d) Ensemble de N trous ou fentes

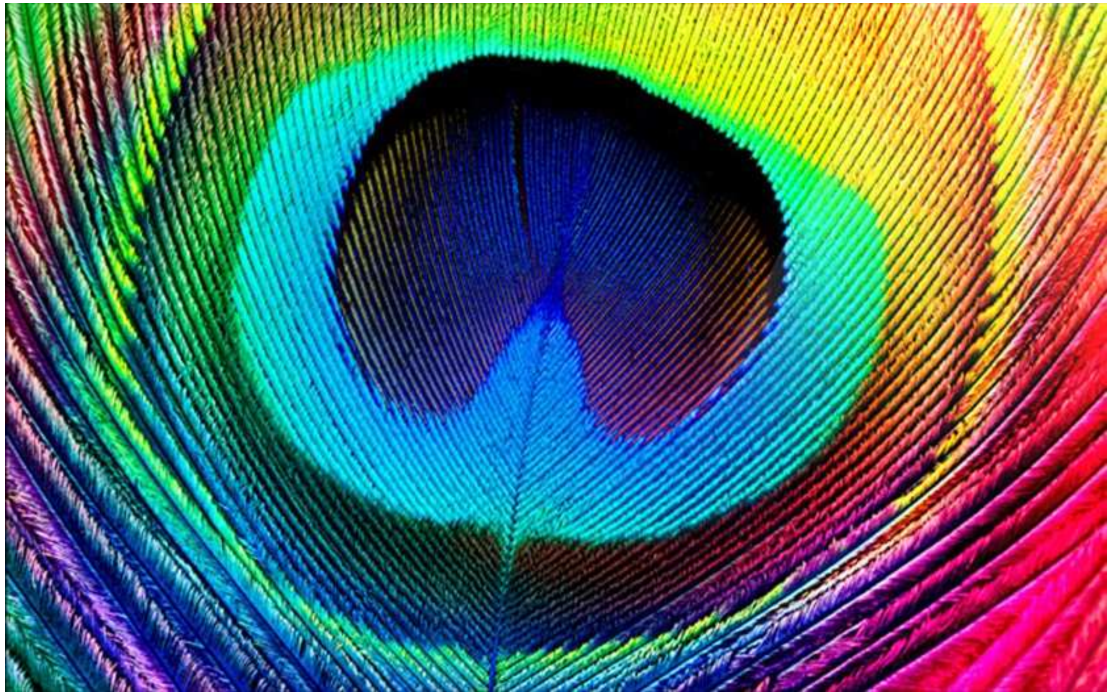
¤ Exemples de réseaux dans la nature

Papillon
Morpho menelaus



2. d) Ensemble de *N* trous ou fentes

¤ Exemples de réseaux dans la nature



Plume de paon
(Pavo cristatus)

Structure microscopique
de la plume de paon

2. d) Ensemble de *N* trous ou fentes

¤ Exemples de réseaux dans la nature

Nuage iridescent

3. b) Perte de contraste par élargissement spectral

¤ Observation en lumière blanche (spectre très large)

− Franges rectilignes : $p = \dfrac{ax}{\lambda D}$ ou $p = \dfrac{ax}{\lambda f'}$

L'ordre p dépend de λ pour tout x, sauf en $x = 0$, où $p = 0$ pour toutes les longueurs d'onde.

Il y a donc une seule frange blanche (frange *achromatique*), en $x = 0$.

En $x \neq 0$, p dépend de λ : certaines couleurs sont plus brillantes que d'autres.

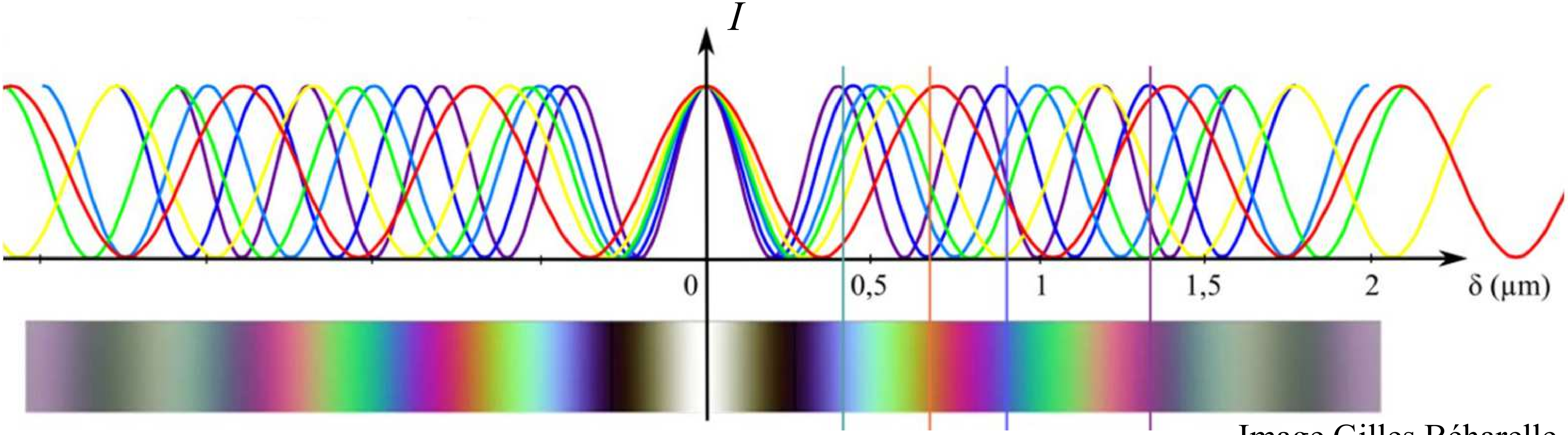


Image Gilles Béharelle

3. b) Perte de contraste par élargissement spectral

¤ Observation en lumière blanche : spectre cannelé

En $x \neq 0$, p dépend de λ : certaines couleurs sont plus brillantes que d'autres.

En particulier, certaines longueurs d'onde sont *éteintes* : leur intensité est nulle.

Une longueur d'onde est éteinte à l'abscisse x si :

$$p = m + \frac{1}{2} \quad \text{soit par exemple} \quad \frac{ax}{\lambda D} = m + \frac{1}{2}$$

$$\text{d'où} \quad \lambda = \frac{ax}{\left(m + \frac{1}{2}\right) D}$$

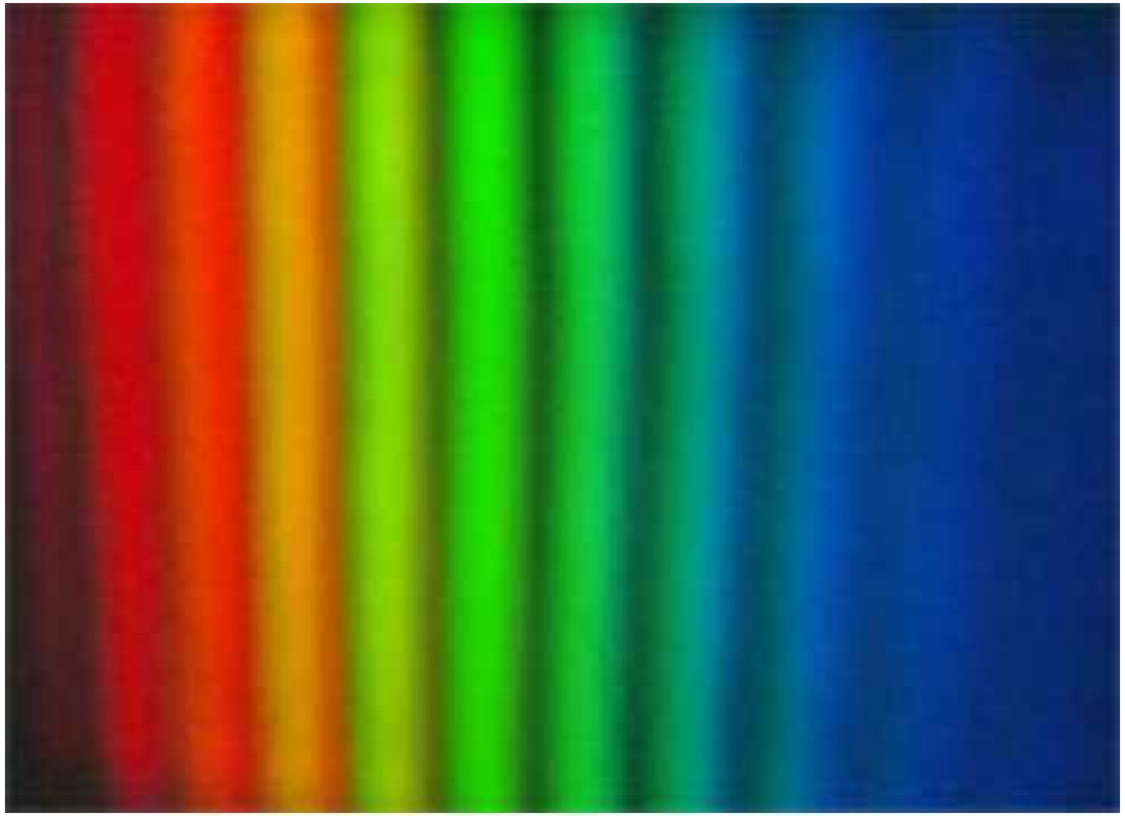


Photo Gilles Béharelle

Dans le spectre de la lumière observée en x, les longueurs d'ondes éteintes donnent des raies noires appelées *cannelures*. Le spectre est un *spectre cannelé*.

3. b) Perte de contraste par élargissement spectral

¤ Observation en lumière blanche : spectre cannelé

Le spectre cannelé peut être également observé et mesuré avec un spectroscope.

S'il y a seulement une ou deux cannelures, on observe en x une lumière colorée (avec la couleur complémentaire).

Mais s'il y a beaucoup de cannelures (comme sur ce spectre), on observe une lumière blanchâtre, appelée *blanc d'ordre supérieur*.