LYCÉE D'EXCELLENCE
MOHAMMED VI
LEM6 - CASABLANCA

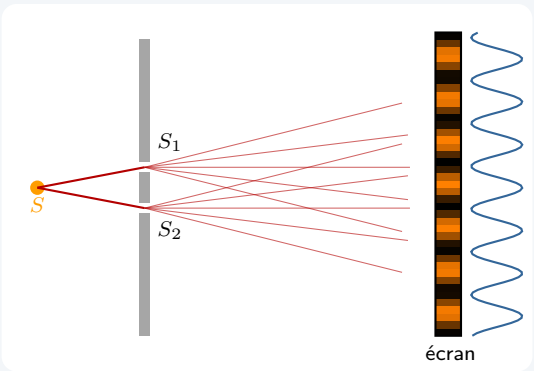
Classes préparatoires aux grandes écoles
MP — Physique-chimie
Année 2026-2027

FICHE RÉSUMÉ

03 OPTIQUE ONDULATOIRE

Division du front d'onde : trous d'Young

Trous et fentes d'Young — Différence de marche et interfrange — Franges non localisées — Déplacement et élargissement de la source — Doublet, profil rectangulaire, cohérence temporelle — Lumière blanche



« *Les expériences que je vais rapporter peuvent être répétées avec une grande facilité, chaque fois que le soleil brille, et sans autre appareil que ce que chacun a sous la main.*

— Thomas Young, *Bakerian Lecture*, Royal Society (1803), trad.

physionova
physionova.academy

Pr. CHARIFI
professeurcharifi@gmail.com

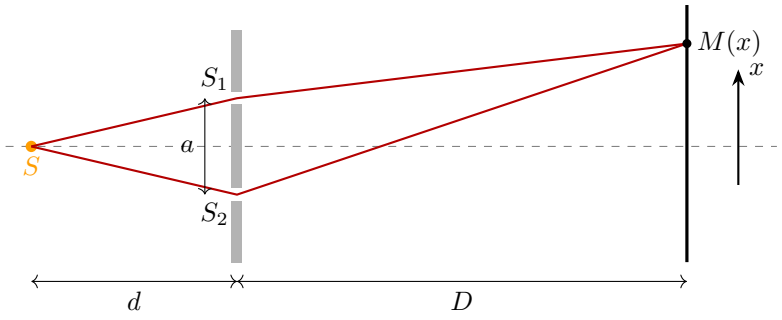
Simulation associée sur **PhysioNova**
« Fentes d'Young »

O3 — Fiche résumé

L'essentiel en trois phrases

Deux trous éclairés par une même source ponctuelle sont deux sources secondaires cohérentes : sur un écran lointain, on observe des franges rectilignes perpendiculaires à S_1S_2, d'interfrange $i = \frac{\lambda_0 D}{na}$, non localisées. Toute dispersion de l'ordre d'interférence sur la source, en position ou en longueur d'onde, brouille les franges dès que $|\Delta p|$ atteint $\frac{1}{2}$ sur la moitié de son étendue. On en déduit la largeur tolérable de la fente source et la longueur de cohérence $\ell_c \approx \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda}$.

I Dispositif et figure



Trous d'Young (source sur la médiatrice, $D \gg a, |x|, |y|$) R D

$$\delta = \frac{n\,a\,x}{D} \qquad p = \frac{nax}{\lambda_0 D} \qquad I = 2I_0\left[1+\cos\frac{2\pi nax}{\lambda_0 D}\right] \qquad i = \frac{\lambda_0 D}{na}$$

- Démonstration : $S_{1,2}M \approx D + \frac{(x \mp a/2)^2 + y^2}{2D}$, ou $\delta = n\,S_2H = na\sin\theta$ (plan d'onde issu de M).
- Franges rectilignes $\perp S_1S_2$, frange centrale brillante, $C = 1$, **non localisées** (hyperboloïdes).
- À l'infini (lentille de focale f') : $D \to f'$, $\delta = na\sin\theta$. Fentes d'Young + fente source parallèle : même figure, plus lumineuse.
- Lame (n_v, e) sur la voie 2 : $\delta = \frac{ax}{D} + (n_v - 1)e$, figure translatée vers la lame.

II Influence de la source

Position et étendue de la source R D

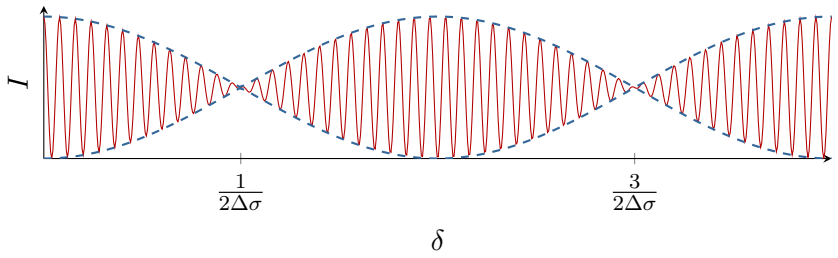
- Source en x_S (parallèlement à S_1S_2) : $\delta = \frac{nax_S}{d} + \frac{nax}{D}$; figure translatée de $-\frac{D}{d}x_S$, interfrange inchangé. Déplacement parallèle aux franges : aucun effet (fente source).
- Deux points sources incohérents distants de ℓ : $C = \left|\cos\frac{\pi na\ell}{\lambda_0 d}\right|$.
- **Critère semi-quantitatif** : brouillage si $|\Delta p| \geq \frac{1}{2}$ sur la **moitié** de l'étendue :

fente source de largeur b : $\dfrac{na\,b/2}{\lambda_0 d} \geq \dfrac{1}{2} \iff b \geq \dfrac{\lambda_0 d}{na}$

(Calcul exact, non exigible : $C = \left|\mathrm{sinc}\,\frac{\pi n a b}{\lambda_0 d}\right|$, premier zéro en $b = \frac{\lambda_0 d}{na}$, puis contraste inversé.)

III Influence de la longueur d'onde

Source	Intensité, contraste	Conséquence
Doublet σ_1, σ_2	$I = 4I_0\left[1+\cos(\pi\Delta\sigma\delta)\cos(2\pi\sigma_m\delta)\right]$, $C = \lvert\cos(\pi\Delta\sigma\delta)\rvert$	anticoïncidences en $\delta = \frac{k+1/2}{\Delta\sigma}$, tous les $\frac{\lambda_m^2}{\Delta\lambda}$ (Na : $0{,}58\,\mathrm{mm}$)
Profil rectangulaire $\Delta\sigma$	$C = \lvert\mathrm{sinc}(\pi\Delta\sigma\delta)\rvert$ (non exigible)	franges si $\lvert\delta\rvert < \frac{1}{\Delta\sigma} = \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda} = \ell_c$
Lumière blanche	frange centrale blanche, quelques franges irisées	blanc d'ordre supérieur ; spectre cannelé : $\delta = (k+\frac{1}{2})\lambda_0$ éteintes



Doublet : battements du contraste (échelle de $\sigma_m/\Delta\sigma$ très réduite).

Ordres de grandeur

$a = 0{,}5\,\mathrm{mm}$, $D = 1\,\mathrm{m}$, $\lambda_0 = 600\,\mathrm{nm}$: $i = 1{,}2\,\mathrm{mm}$. Fente source : $b < \frac{\lambda_0 d}{a} \approx 0{,}1\,\mathrm{mm}$ pour $d = 10\,\mathrm{cm}$. Soleil ($\alpha \approx 9\times10^{-3}\,\mathrm{rad}$) : trous distants de moins de $60\,\mu\mathrm{m}$. Doublet du sodium : $\Delta\sigma \approx 1{,}7\times10^{3}\,\mathrm{m}^{-1}$, première anticoïncidence à $\delta \approx 0{,}29\,\mathrm{mm}$, hors de portée des trous d'Young.

IV Méthodes et pièges

☞ Méthode — Critère de brouillage M

1. Écrire p en fonction du paramètre qui varie dans la source (x_S, σ).
2. Calculer $|\Delta p|$ entre le centre et le bord (moitié de l'étendue), ou entre les deux raies d'un doublet.
3. Brouillage si $|\Delta p| \geq \frac{1}{2}$; bon contraste si $|\Delta p| \ll \frac{1}{2}$.

✗ Attention, erreurs fréquentes

- Les franges sont perpendiculaires à S_1S_2 ; i croît quand les trous se rapprochent et décroît dans un milieu d'indice n.
- Source déplacée : la figure part du côté **opposé** ; lame ajoutée : la figure va du côté de la lame.

- En lumière monochromatique, toutes les franges sont identiques : on repère l'ordre zéro en lumière blanche.
- Radiations différentes : on ajoute les intensités ; le critère porte sur la **moitié** de l'étendue.

Savoir-faire : je coche quand je sais

- ☐ J'établis $\delta = \frac{nax}{D}$ par développement limité et par la méthode géométrique ; j'en déduis i.
- ☐ Je justifie la non-localisation et je traite le montage à l'infini.
- ☐ Je calcule le déplacement de la figure dû à une lame ou à un déplacement de la source.
- ☐ J'applique le critère $|\Delta p| \geq \frac{1}{2}$ à une fente source et à une source polychromatique.
- ☐ J'établis le contraste d'un doublet et je relie largeur spectrale et longueur de cohérence.
- ☐ Je décris la figure en lumière blanche et le spectre cannelé ; je compare trous et fentes d'Young.