

Inscription optique d'un réseau de Bragg dans un cristal liquide intracavité

Jean-Michel Melkonian

*Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications
(Paris)*

✓ Forte vocation de recherche

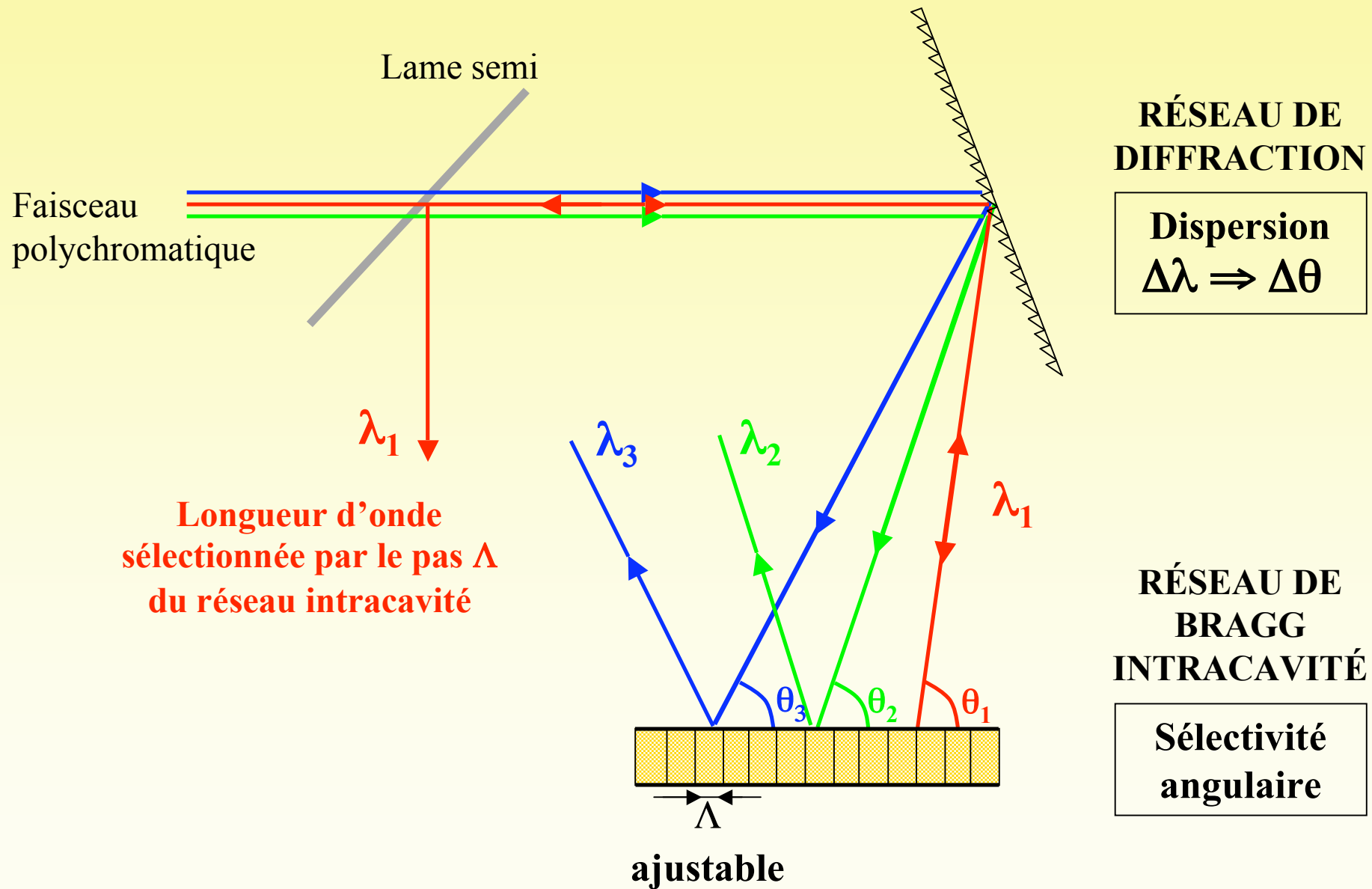
✓ Recherche expérimentale

Robert Frey et Isabelle Zaquine

Département Traitement du Signal et des Images

Groupe Audio, Acoustique et Ondes

Filtrage reconfigurable



Plan

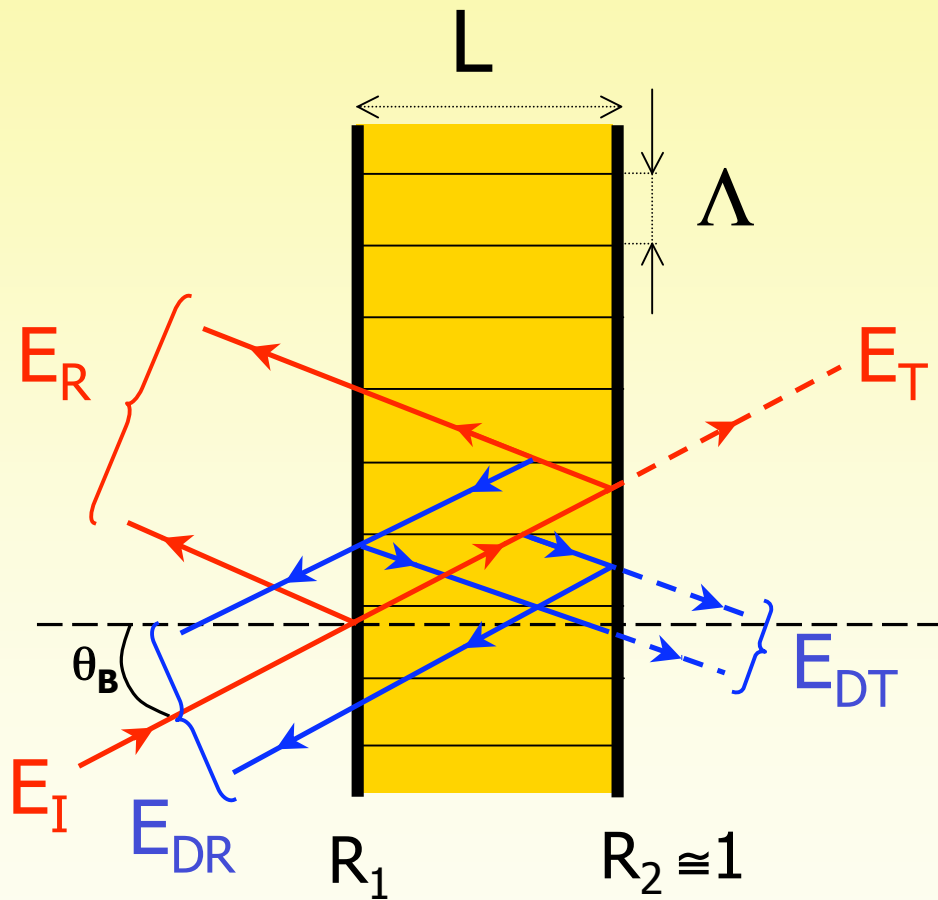
I. Principe de la diffraction intracavité

II. Présentation de l'échantillon

**III. Inscription optique d'un réseau
d'indice dans un cristal liquide**

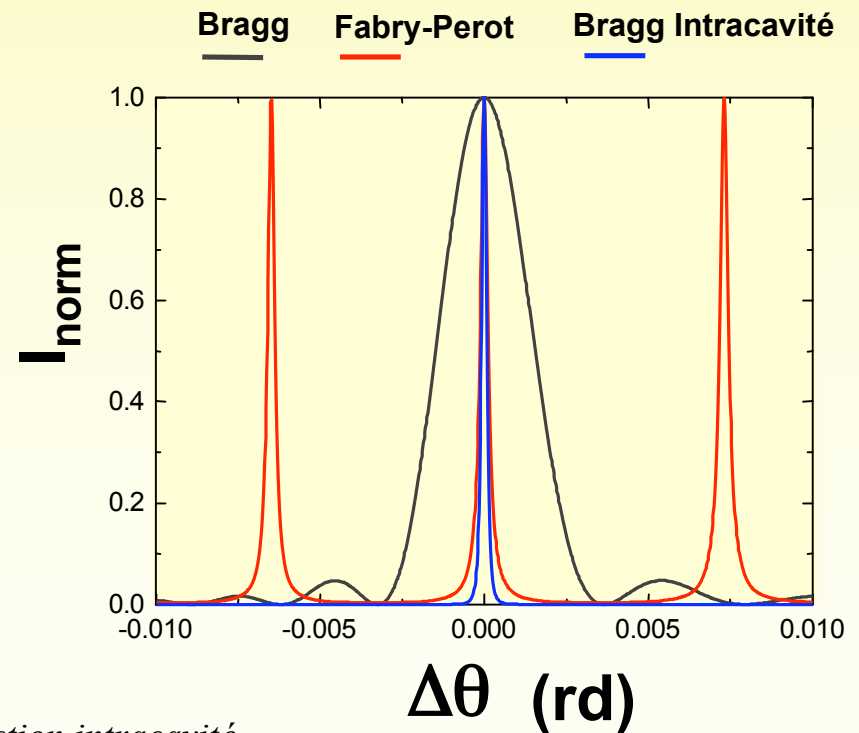
IV. Premiers résultats

Diffraction de Bragg intracavité



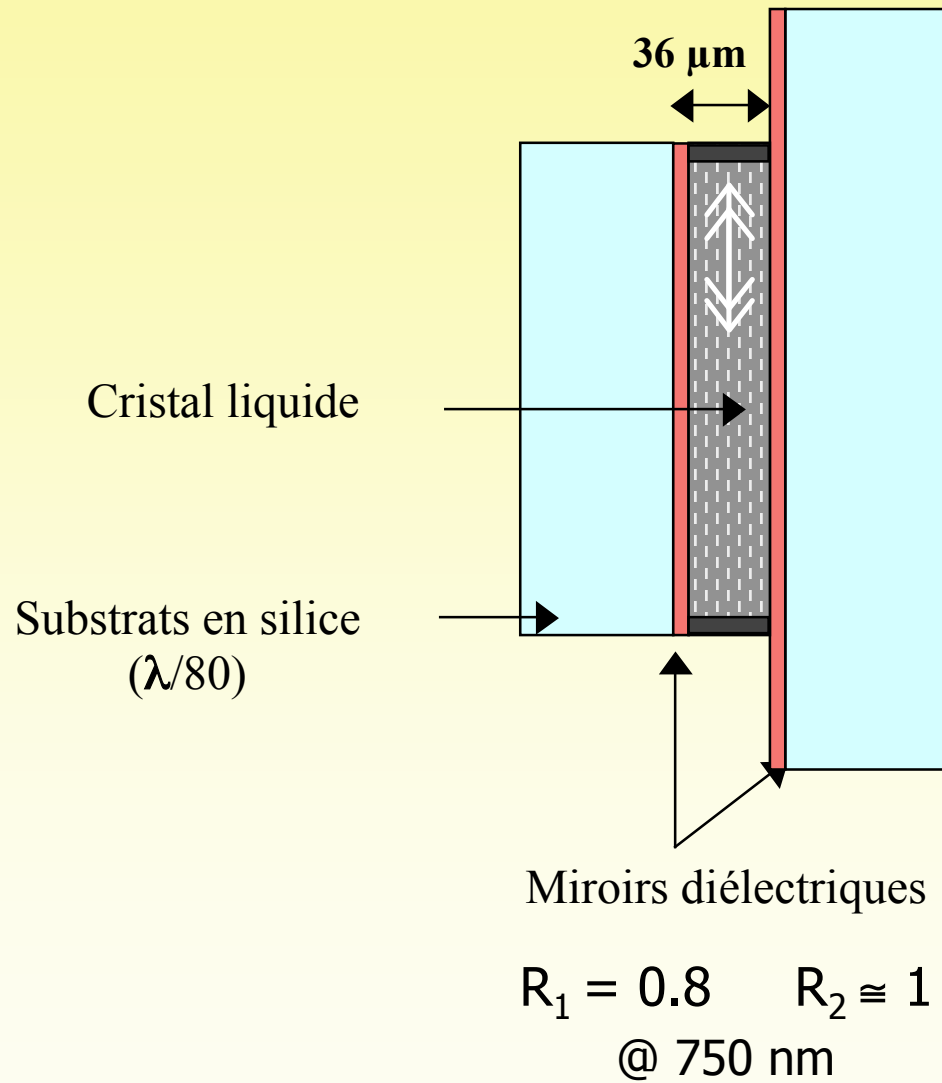
Condition de Bragg :
 $\sin(\theta_B) = \lambda/2\Lambda$

Résonance Fabry-Perot :
 $2 n L \cos(\theta_B) = p \lambda$

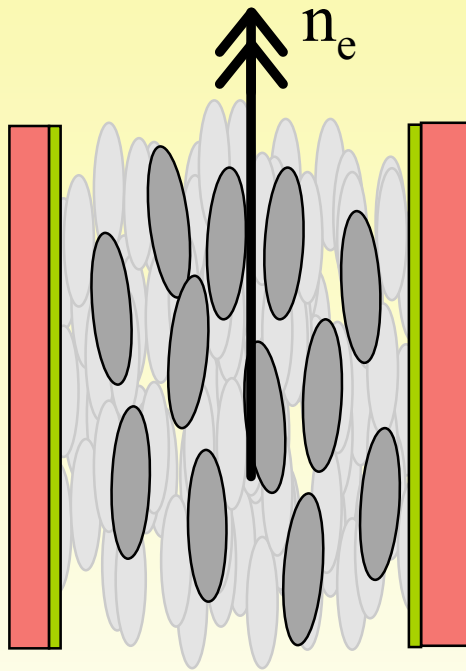


I. Principe de la diffraction intracavité

Présentation de l'échantillon



a) Propriétés optiques du cristal liquide



Phase nématique

Configuration planaire

Uniaxe positif

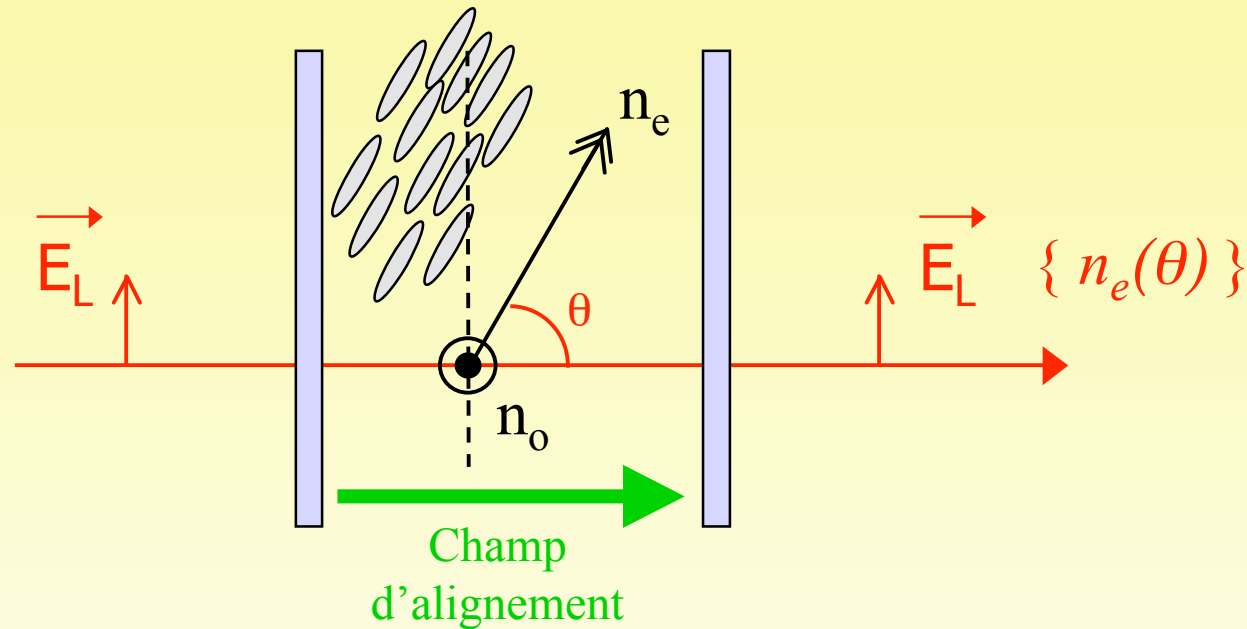
$$n_o = 1.53 \quad n_e = 1.75$$

➔ Forte non linearité

➔ Forte biréfringence :

$$\Delta n = n_e - n_o = 0.22$$

b) Changement d'indice du cristal liquide

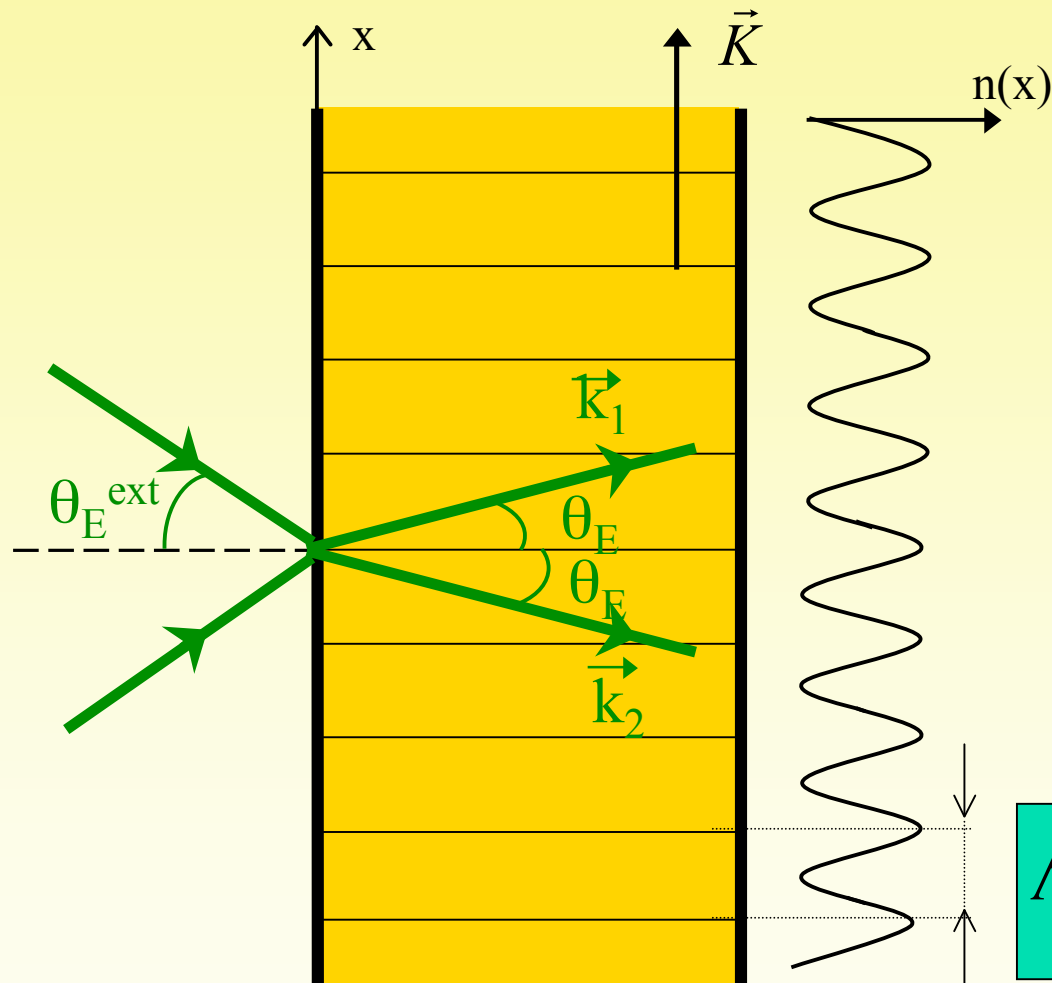


$$n_e(\theta) = \frac{n_o n_e}{\sqrt{n_o^2 \sin^2(\theta) + n_e^2 \cos^2(\theta)}}$$

$$\Delta n = n_e(\theta) - n_e$$

$$\Delta n = \alpha_2 I_{op} \longrightarrow \text{Effet Kerr Optique}$$

Inscription optique d'un réseau d'indice



Interférences à 2 ondes :

$$I(x) = I_0 (1 + m \cos[Kx])$$

$$K = |\vec{k}_1 - \vec{k}_2| = \frac{2\pi}{\lambda_E} \cdot 2n \sin(\theta_E)$$

$$m = \frac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2}$$

$$\Lambda = \frac{2\pi}{K} = \frac{\lambda_E}{2n \sin(\theta_E)}$$

a) Choix du faisceau d'écriture

Test du filtrage reconfigurable :

Quel faisceau choisir pour créer un réseau d'indice en un temps raisonnable ?

➔ Laser pulsé picoseconde
(YAG x 2, $\lambda = 532 \text{ nm}$, $\Delta\tau = 30 \text{ ps}$)

- ➔ Le réseau d'indice s'établit en $\sim 100 \text{ ns}$ *
- ➔ Evite des effets thermiques trop importants
(convection, turbulences, destruction étendue du CL ...)

* R. MacDonald, H.J. Heichler, « Fast Liquid Crystal Optics in Light-Induced Dynamic Gratings », in *The Optics of Thermotropic Liquid Crystals*, édité par Steve Elston et Roy Sambles.

I.C. Khoo & al., « Dynamics of picosecond laser-induced density, temperature, and flow-reorientation effects in the mesophases of liquid crystals », *J. Appl. Phys.*, **69** (7), 1991.

b) Densité d'énergie nécessaire

Effet non linéaire dans un cristal liquide :

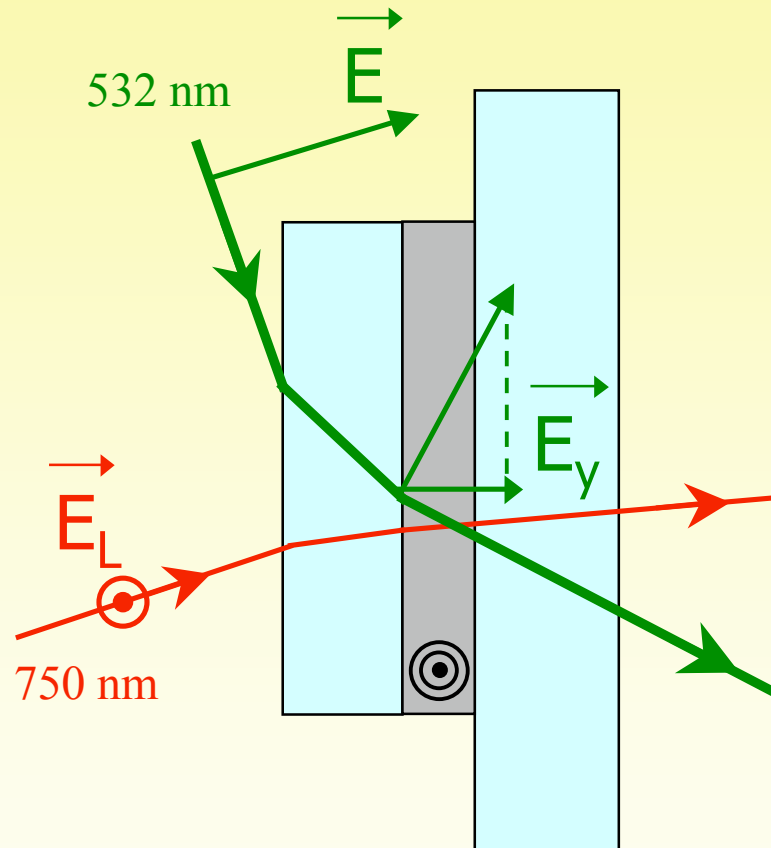
→ δn dépend de I_{op}

$$E/S \sim 127 \text{ mJ/cm}^2 \Rightarrow \delta n \sim 10^{-3} *$$

$$E \sim 0.25 \text{ mJ} \Rightarrow w \sim 250 \text{ } \mu\text{m}$$

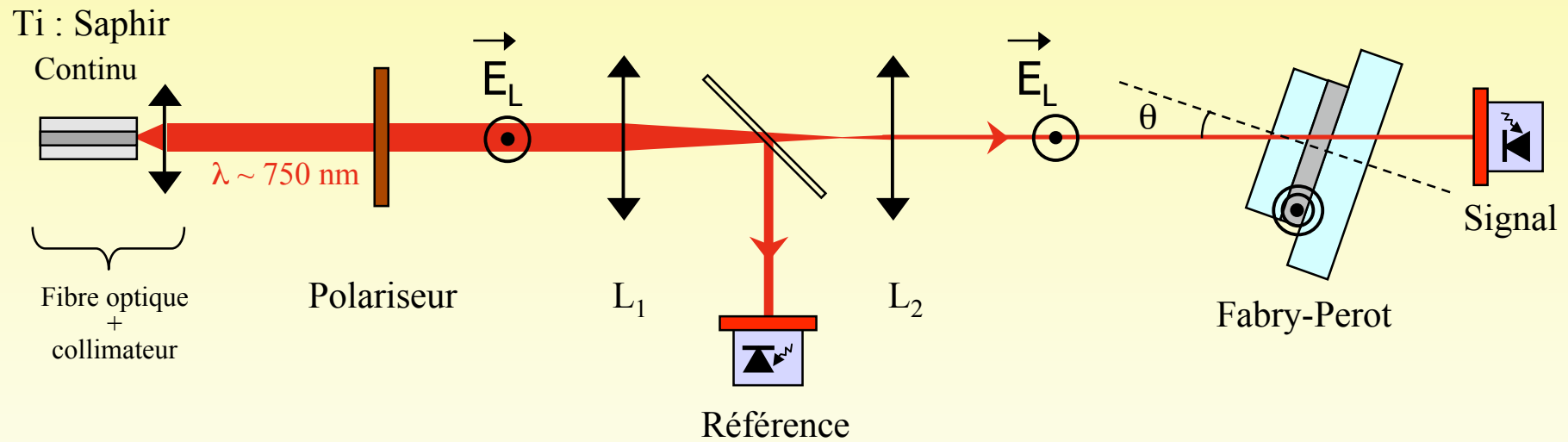
* R. MacDonald, H.J. Heichler, « Fast Liquid Crystal Optics in Light-Induced Dynamic Gratings », in *The Optics of Thermotropic Liquid Crystals*, édité par Steve Elston et Roy Sambles.

c) Rôle de la polarisation des faisceaux



- Molécules orientées selon Oy :
 \Rightarrow La composante E_y du faisceau d'écriture doit être non négligeable
- Changement d'indice $n_e \rightarrow n_e(\theta) < n_e$
 \Rightarrow Polarisation initiale du faisceau de lecture parallèle aux molécules

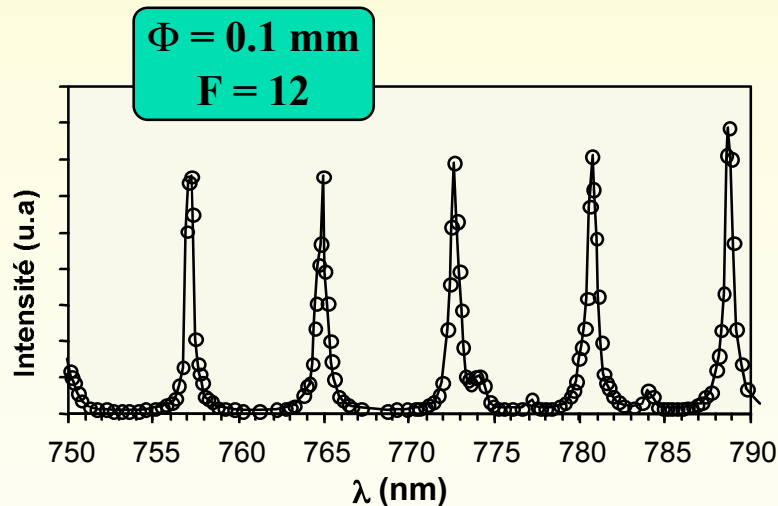
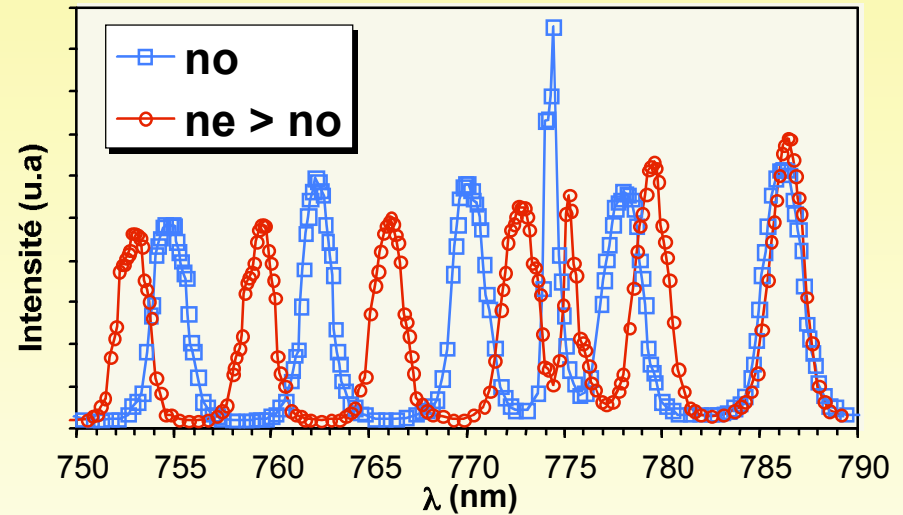
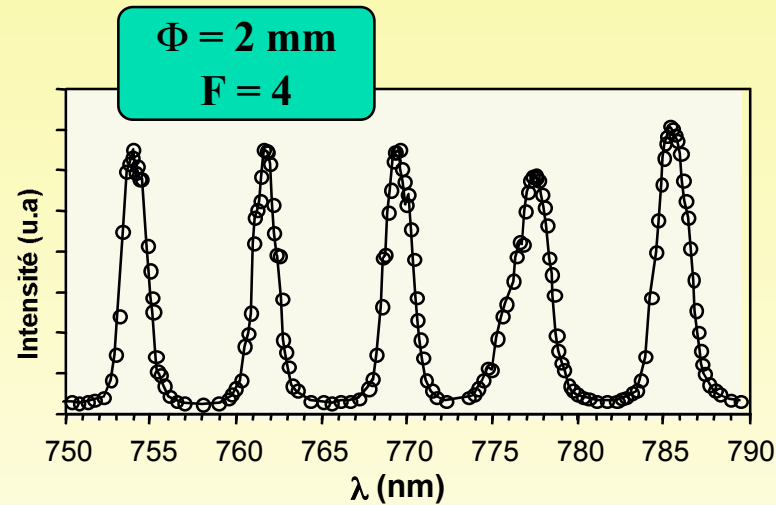
Mesure de la finesse du Fabry-Perot



$$\text{Transmission} = I_s / I_{\text{ref}} (\lambda, \theta)$$

Finesse du Fabry-Perot

$$F = ISL / \Delta\lambda$$



- ➔ Mise en évidence de la biréfringence du CL
- ➔ Parallélisme du Fabry-Perot insuffisant

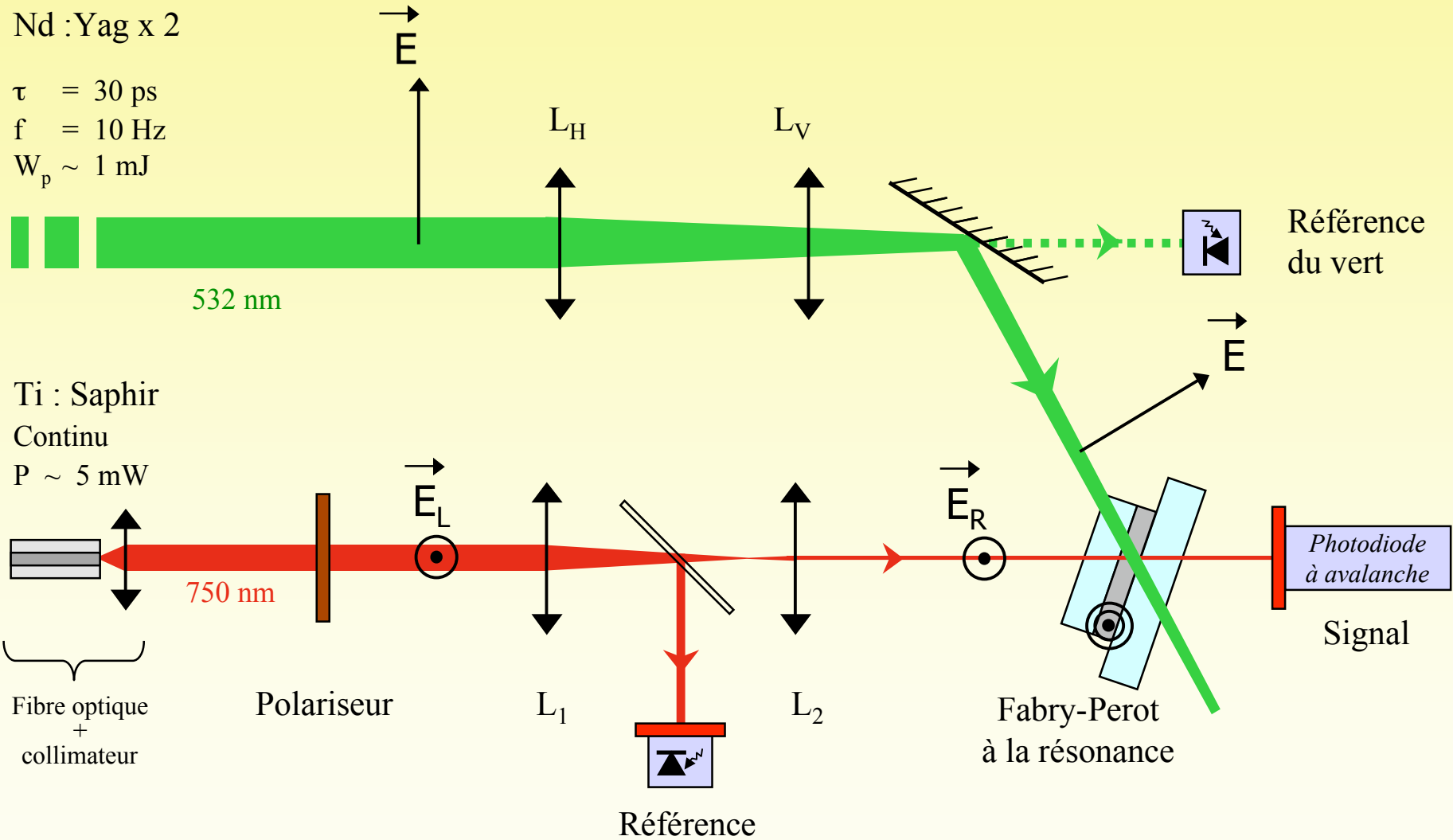
Mesure du changement d'indice

Nd :Yag x 2

$\tau = 30 \text{ ps}$

$f = 10 \text{ Hz}$

$W_p \sim 1 \text{ mJ}$



Conclusions et perspectives

Mesures :

- ✓ Biréfringence du CL
- ✓ Finesse du Fabry-Perot → Parallélisme insuffisant des miroirs

Réalisations :

- ✓ Conditions expérimentales nécessaires au phénomène
- ✓ Conception des voies laser pour l'inscription

Pas de changement d'indice dans le CL ?

- Recherche de problèmes expérimentaux
- Essai de nouvelles voies