

K. Asatryan, B. Paquet, S. Frédérick, T. Galstian, and R. Vallée

Anisotropie photo-induite

Polarisabilité d'unités anisotropiques

$$b_{ij} = b_{\perp} d_{ij} + (b_{\parallel} - b_{\perp}) e_i e_j \quad i, j = x, y, z$$

Susceptibilité macroscopique

$$c_{ij} = N_0 b_{\perp} d_{ij} + (b_{\parallel} - b_{\perp}) \int N(\mathbf{q}, \mathbf{j}) e_i e_j d\Omega$$

$$n_i \propto \Re\{c_{ii}\} \quad a_i \propto \Im\{c_{ii}\}$$

Indice de réfraction Coefficient d'absorption

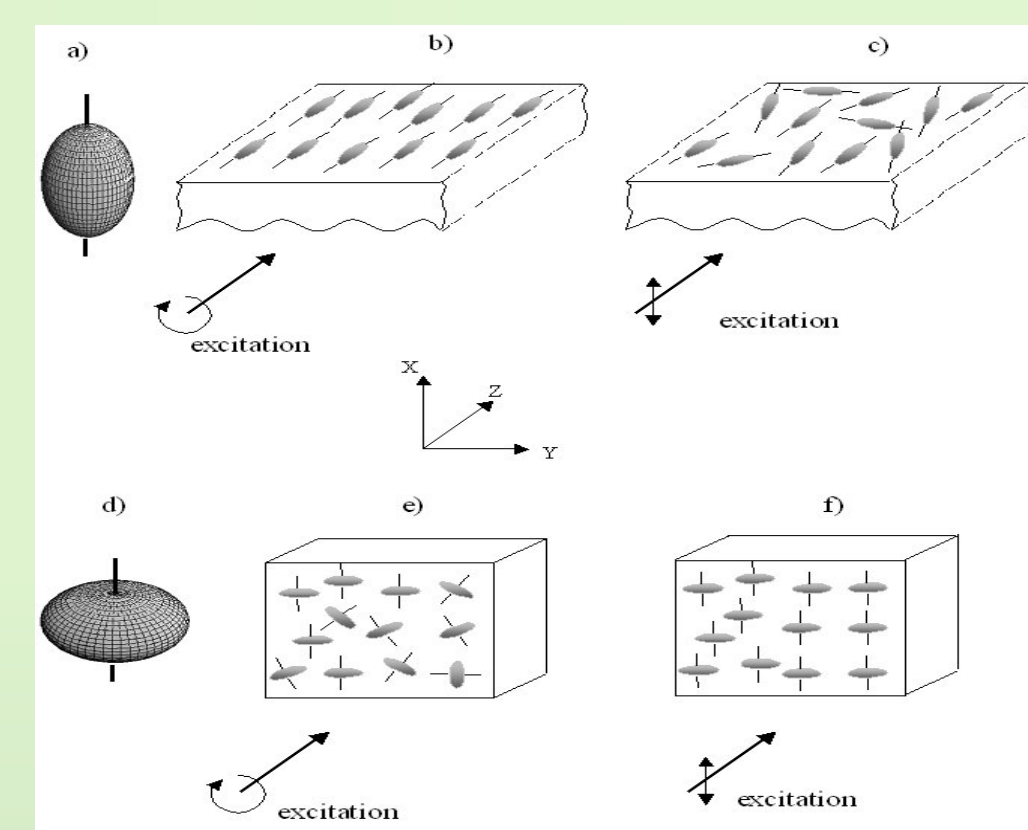
Modèle du cigare

$$b_{\parallel} > b_{\perp}$$

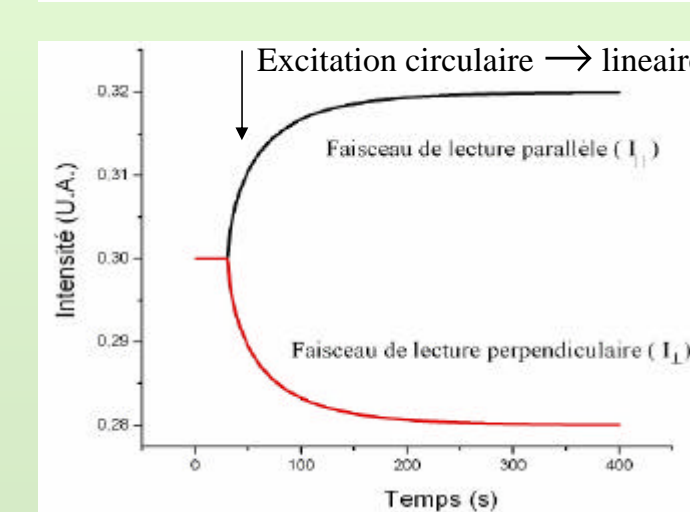
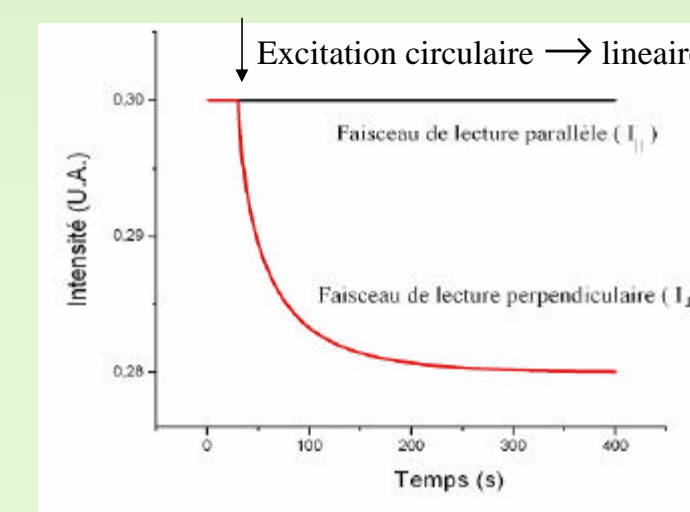
Modèle du disque

$$b_{\parallel} < b_{\perp}$$

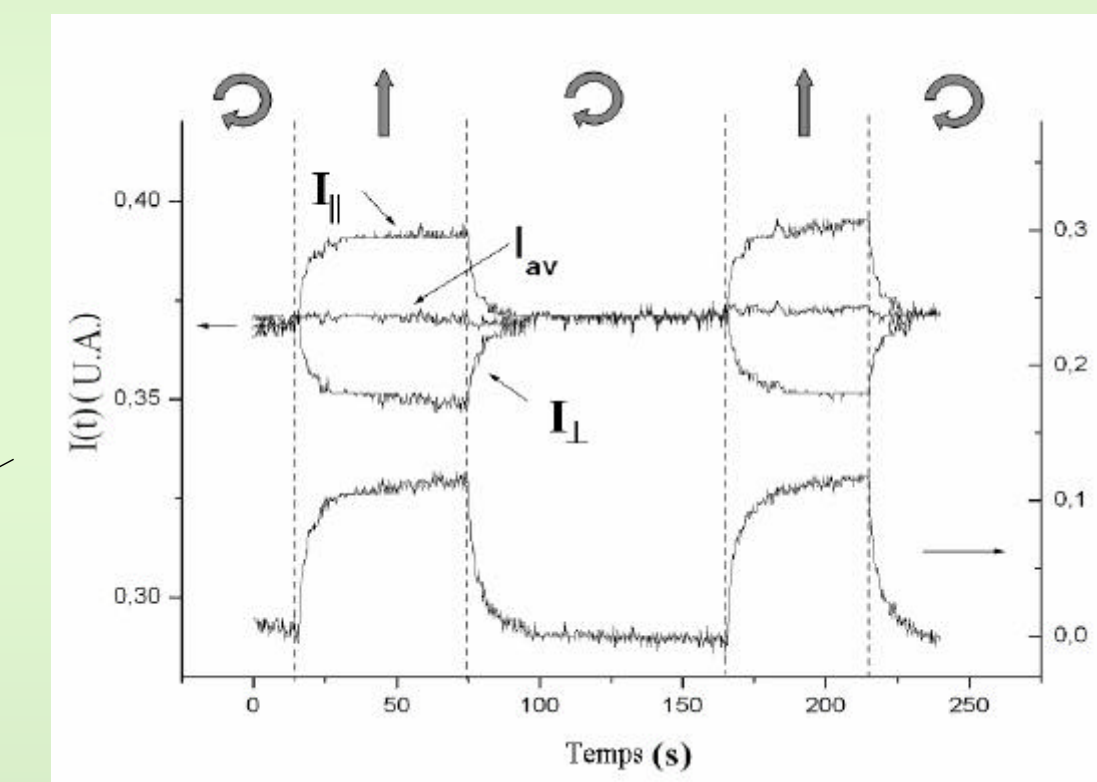
Modèles phénoménologiques d'anisotropie photo-induite



Théorie



Expérience



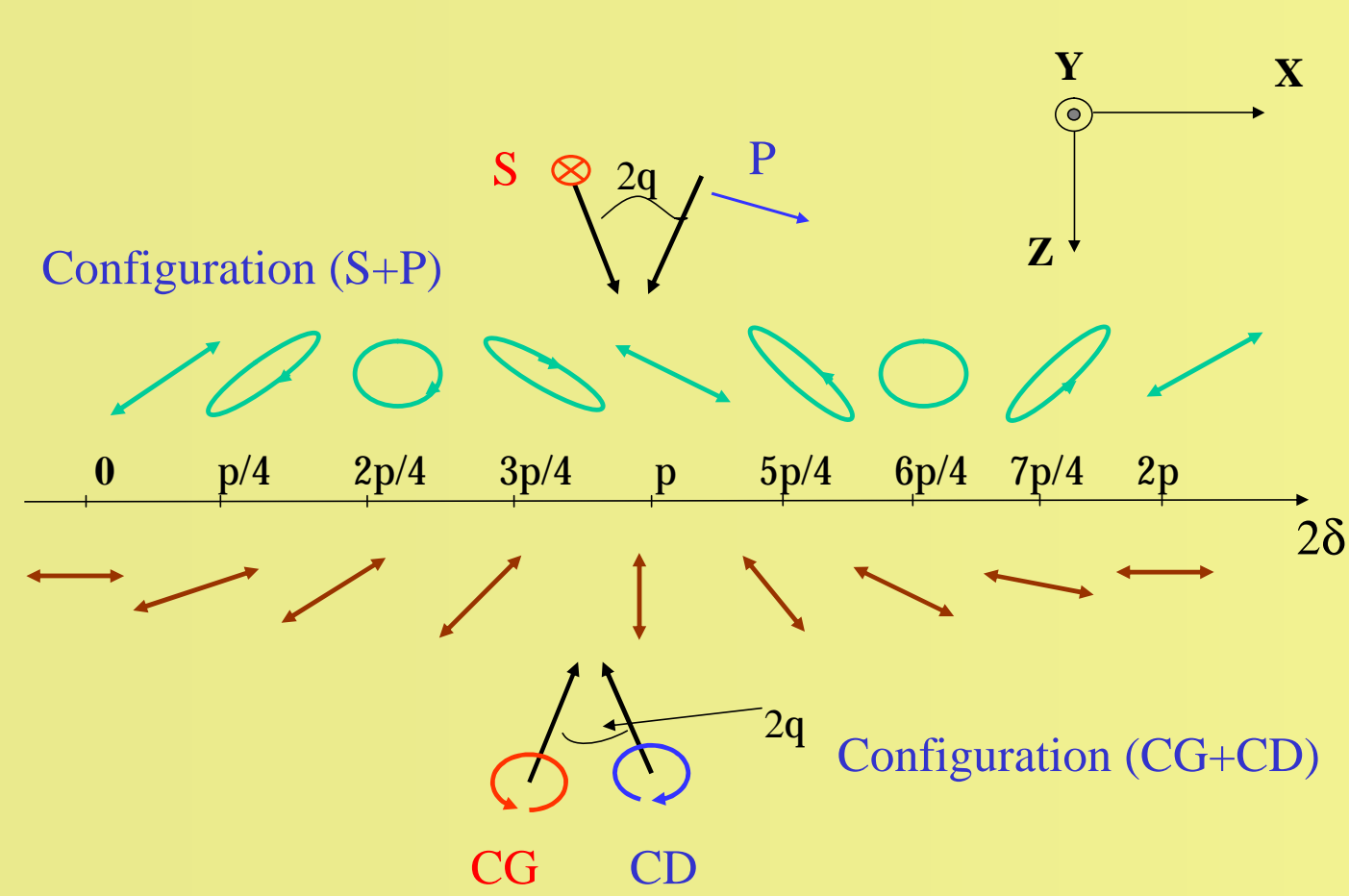
$$\Delta I_{\parallel} = -\Delta I_{\perp}$$

Conclusion I:

- Une suggestion pour la forme de tenseur de polarisabilité linéaire des microstructures anisotropes dans les couches minces de chalcogénure d'As₂S₃ a été faite. Elle est basée sur l'analyse d'états photo-stationnaires dans les champs optiques polarisés linéairement circulairement et les transitions entre eux. Deux modèles ont été considérés - modèle du disque et modèle du cigare. Le modèle du disque a été démontré étant plus plausible;
- L'analyse présentée des unités de cigares versus de disques peut être utile dans les autres matériaux où l'anisotropie photo-induite a un caractère similaire.

Réseaux vectoriels photo-induits

Patterns d'interférence vectoriels



$$\vec{E}_{(s,p)} = E_0 \begin{bmatrix} \cos(\theta) \\ e^{-i2\delta} \end{bmatrix} e^{i\delta}$$

$$I_{(\delta,\theta)} \sim E_0^2 [\cos^2(\theta) + 1] = \text{const.}$$

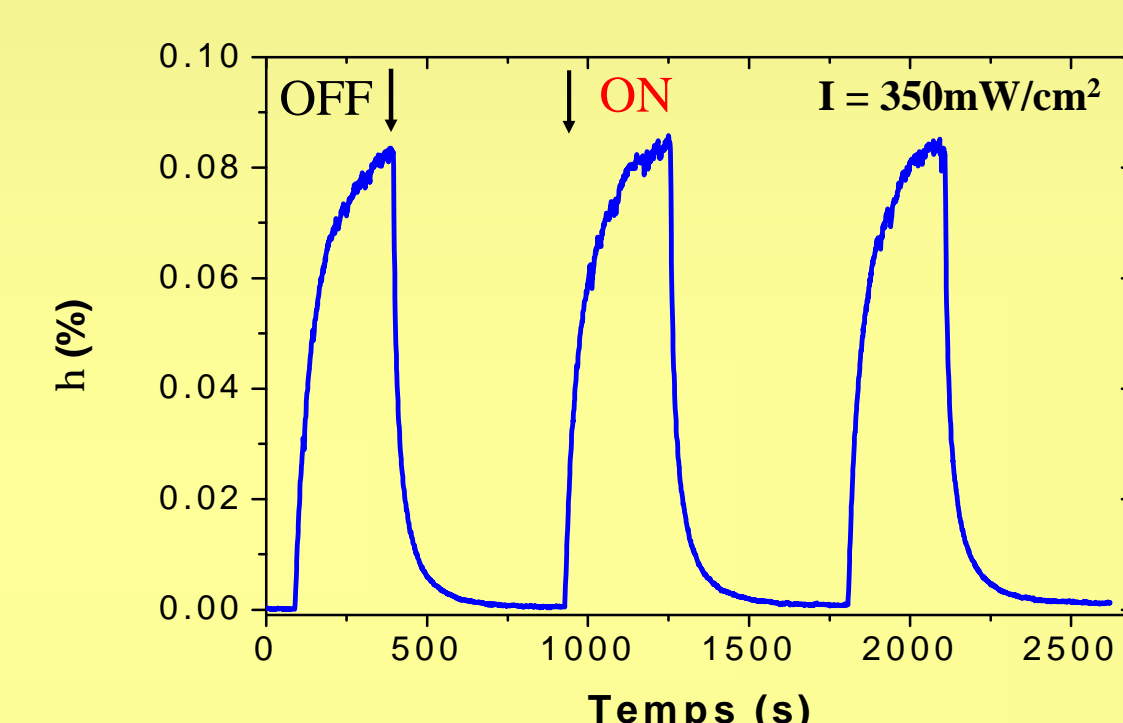
où $d = k_0 \cdot \sin(\theta) \cdot X$; $k_0 = 2\pi/\lambda$.
Déphasage $\rightarrow 2d = 2pX/\lambda$; λ - période de réseau

$$\vec{E}_{(c,d)} = \sqrt{2} E_0 \begin{bmatrix} \cos(\theta) \cos(\delta) \\ \sin(\delta) \end{bmatrix}$$

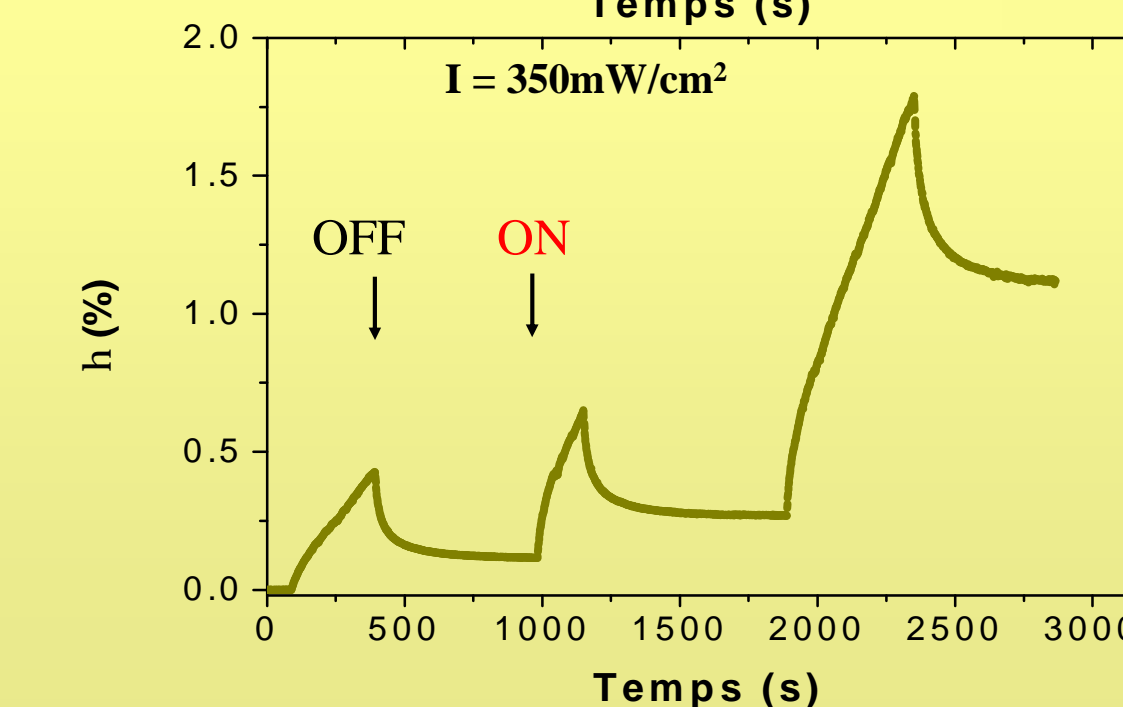
$$I_{(\delta,\theta)} \sim 2E_0^2 [\cos^2(\delta) \cos^2(\theta) + \sin^2(\delta)]$$

Pour $\theta \ll 1$ la modulation de l'intensité est négligeable

Trois cycles d'enregistrement-effacement



Parfaitement réinscriptible



Effet d'accumulation

Conclusion II

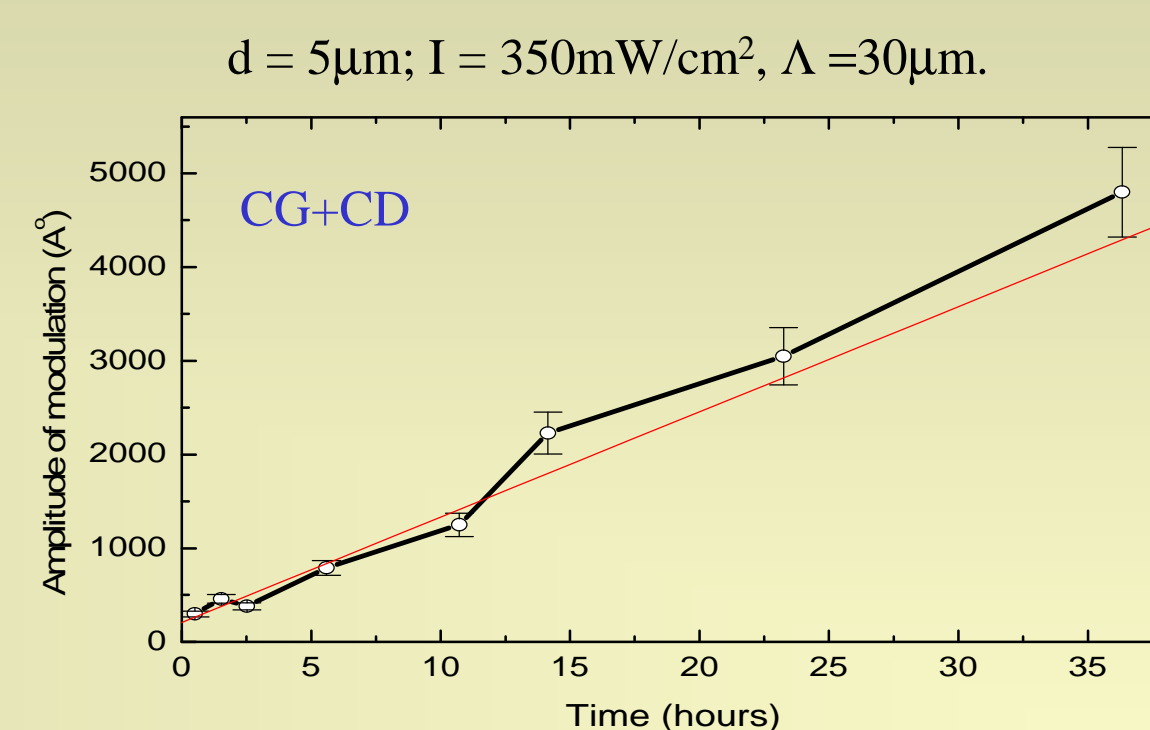
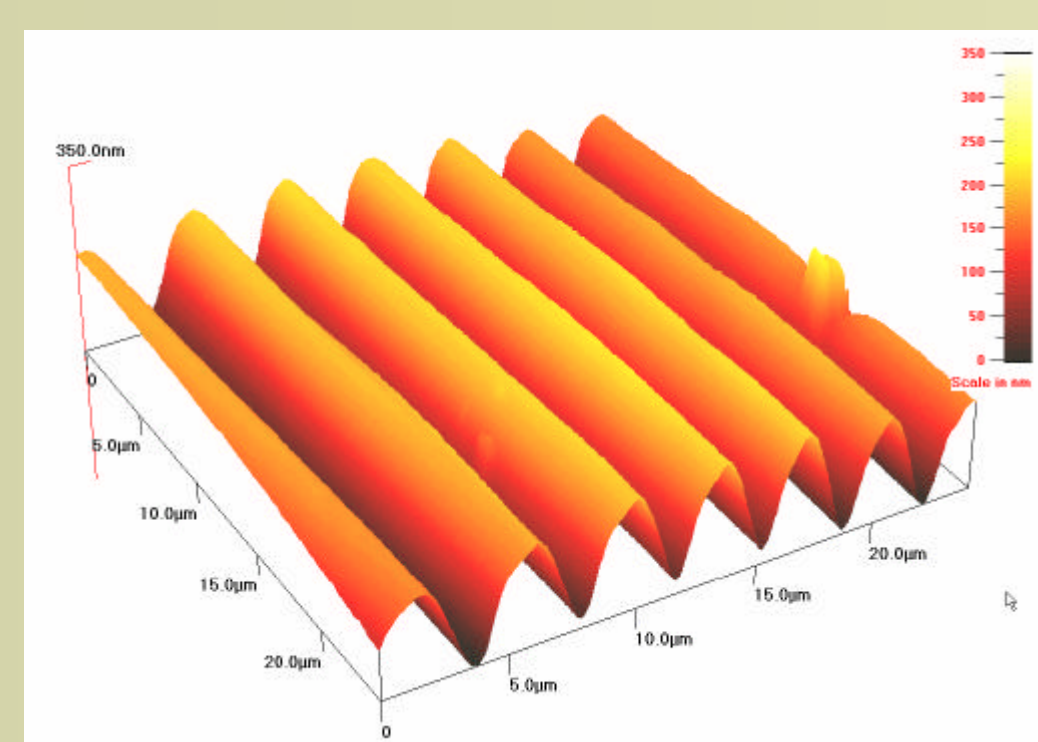
- Les comportements d'écritures des réseaux polarisationnelles dans les configurations (RCP + LCP) et (45° + 135°) sont différents de celle de (S+P);
- Dans le cas (S+P) les réseaux polarisationnelles sont parfaitement réinscriptibles, tandis que dans les cas (RCP + LCP) et (45° + 135°) les modulations scalaires (surfiques ou volumiques) sont toujours présentes même dans les couches photonoircies. Il y a un effet d'accumulation dans ces configurations d'écritures qui est impossible à effacer avec un seul faisceau;
- L'utilisation des verres de chalcogénures avec une anisotropie photo-induite plus grande pourrait significativement masquer l'influence négative des effets scalaires dans le cas de faibles énergies d'expositions.

Réseaux de surface photo-induits

Modulation de surface typique:

configuration (CG+CD)

$d = 5\mu\text{m}$; $\lambda = 3.8\mu\text{m}$, $I = 350\text{mW/cm}^2$, $t_{\text{exp}} = 6\text{h } 30\text{min}$.



Cinétique de formation d'un réseau de surface

Résultats expérimentaux

$d = 5\mu\text{m}$; $I = 350\text{mW/cm}^2$, $t_{\text{exp}} = 6\text{h } 30\text{min}$, $\lambda = 30\mu\text{m}$.

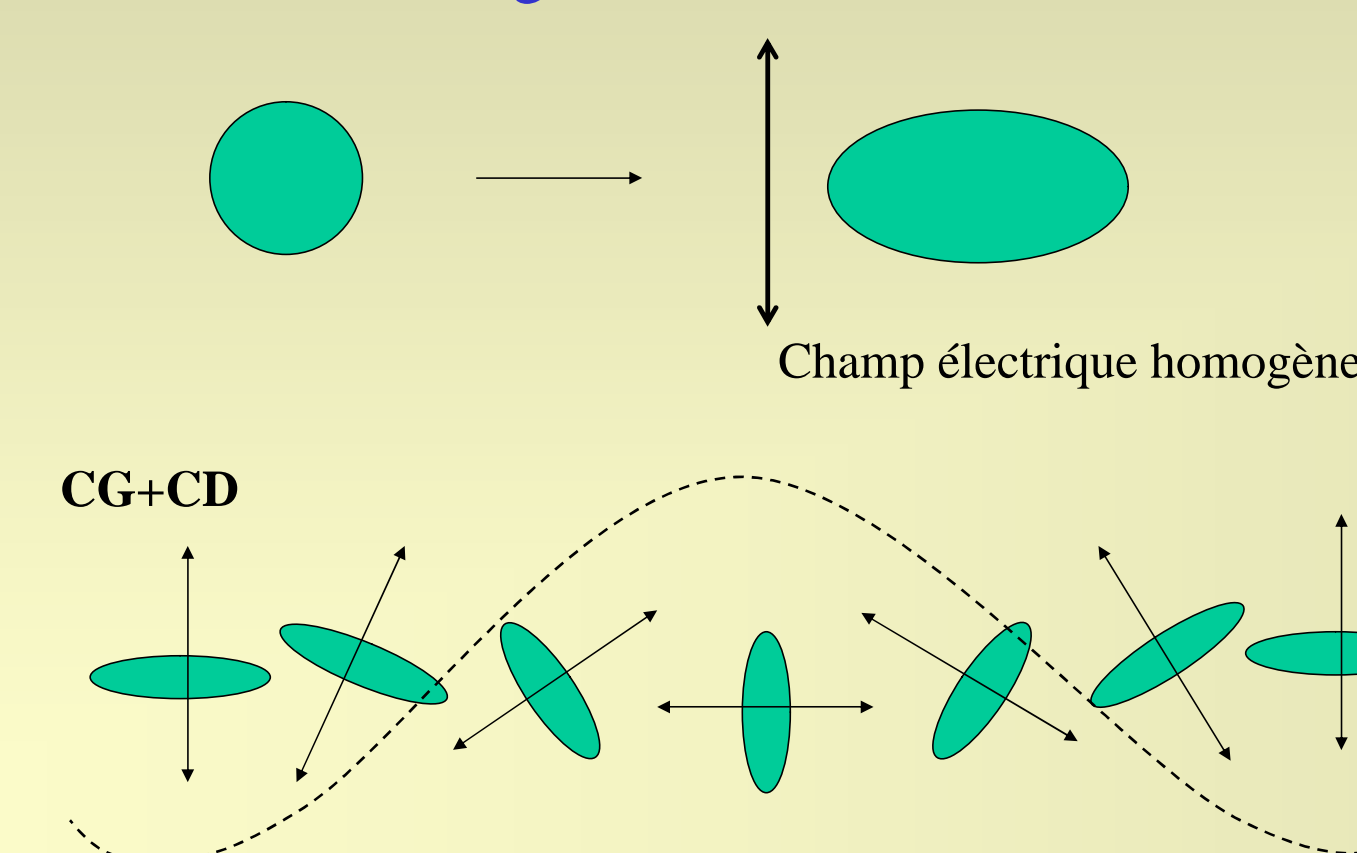
(45+135) et (CG+CD) - fortes modulations de surface
 $\Delta d > 0.1\mu\text{m}$;

(s+p) - aucune modulation de surface;

(p+p) - modulations de surface très faible: $\Delta d < 0.005\mu\text{m}$;

(s+s) - aucune modulation de surface

Contraction/dilatation photo induite dans les verres de chalcogénures



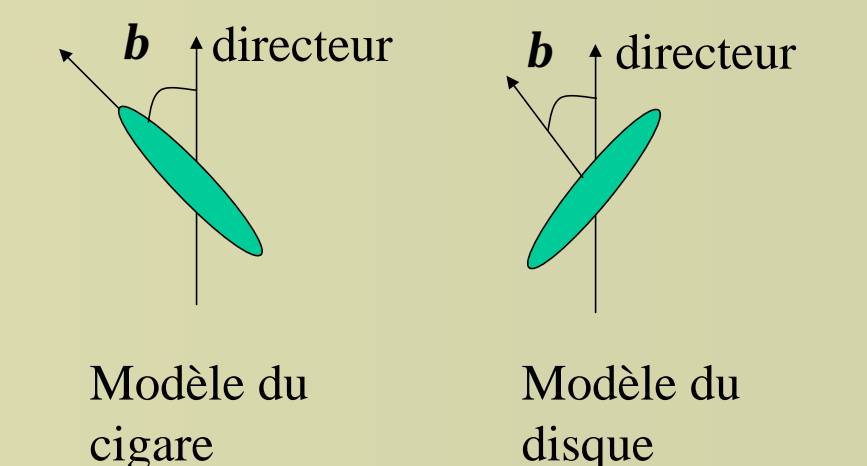
Théorie du champ moyen de Maier-Saupé

$$W = -\frac{A}{R^6} \left(\frac{3}{2} \cos^2 \theta - \frac{1}{2} \right)$$

$A \propto \alpha^2$, α - polarisabilité de l'unité anisotrope

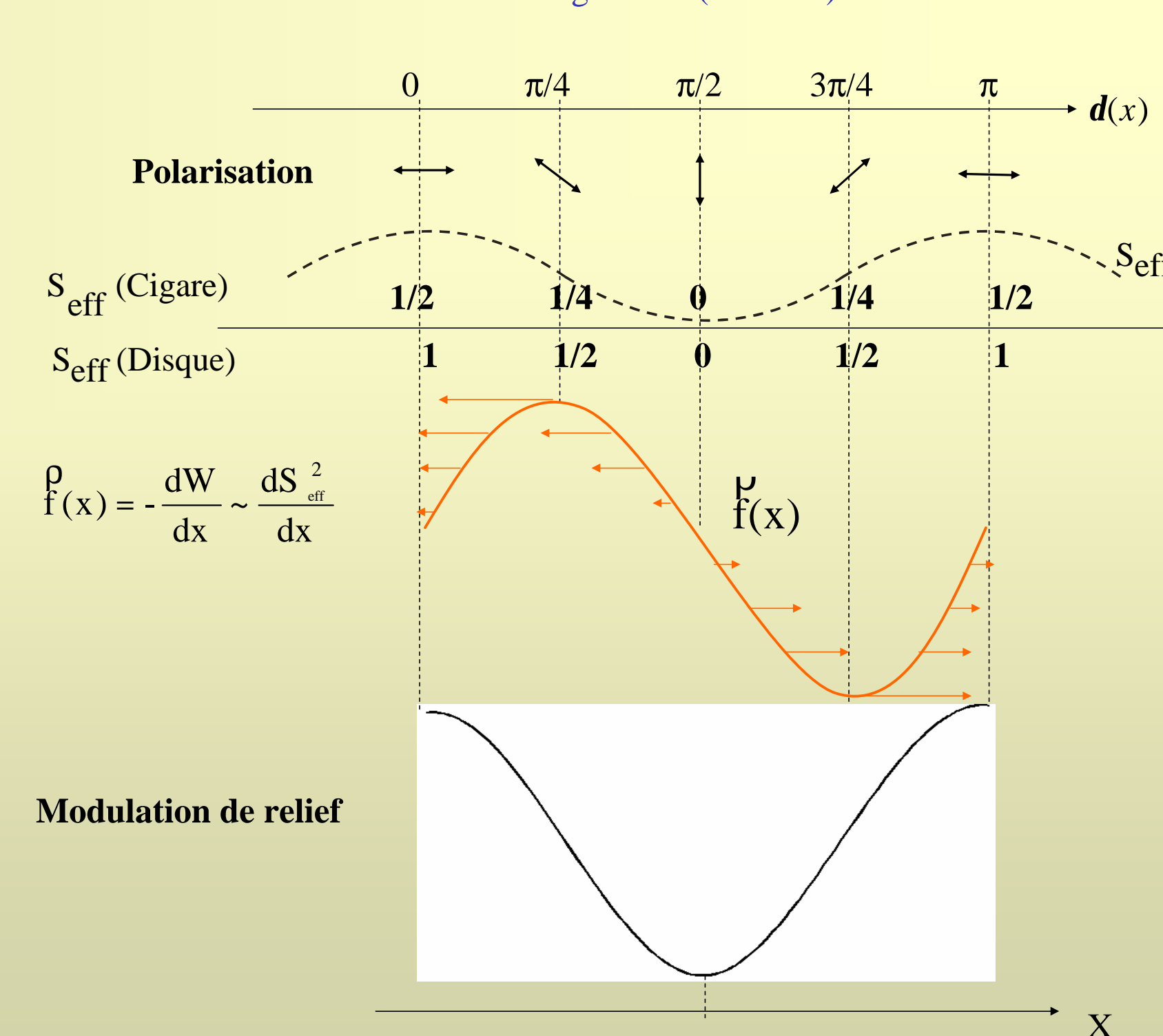
où $S = \left(\frac{3}{2} \cos^2 \theta - \frac{1}{2} \right)$ - paramètre d'ordre

$$\text{À l'équilibre: } W = -\frac{AS^2}{R^6}$$



Transport de masse dû au gradient de paramètre d'ordre S_{eff}

Configuration (CG+CD)



Modèle du cigare $S_{\text{eff}} = \varepsilon + \frac{1}{2} (1 - \varepsilon) \cos^2(\gamma)$, $0 \leq \varepsilon \leq 1$ - ellipticité, $\cos(\gamma) = \frac{|E_x|}{|E|}$

$$S_{\text{eff}} = \begin{cases} \mathbf{e}(d) + 1/4 [1 - \mathbf{e}(d)] & \rightarrow (\text{S+P}) \\ \mathbf{e}(d) + 1/2 [1 - \mathbf{e}(d)] \cos^2(d) & \rightarrow (45+135) \\ \frac{1}{2} \cos^2(\delta) & \rightarrow (\text{CG+CD}) \end{cases}$$

$$d = (2p/\lambda) x \sin(\theta)$$

Modèle du disque $S_{\text{eff}} = \frac{1}{2} \varepsilon + (1 - \varepsilon) \cos^2(\gamma)$,

$$S_{\text{eff}} = \begin{cases} \text{const} = 1/2 & \rightarrow (\text{S+P}) \\ \frac{1}{2} \varepsilon(\delta) + [1 - \varepsilon(\delta)] \cos^2(\delta) & \rightarrow (45+135) \\ \cos^2(d) & \rightarrow (\text{CG+CD}) \end{cases}$$

Conclusion III

- Observation de fortes modulations de surface dans des couches minces photonoircies d'As₂S₃, en les exposant à l'illumination résonnante ayant une intensité faible et uniforme.

- Un modèle a été proposé qui explique avec succès les phénomènes observés. Une forte modulation de surface se produit due au stress périodique créé dans des couches minces par la modulation de polarisation de la lumière suivie par un transport de masse dans la direction du vecteur du réseau.

- Les résultats obtenus confirment la validité du modèle de disque des unités anisotropes dans les verres de chalcogénures.