

Dynamique temporelle d'un cristal photoréfractif

Anthony GUIRI

Master Ondes, Atomes, Matière
Université Côte d'Azur, Nice

Encadrants : C. MICHEL & A. ELOY
Institut de Physique de Nice, Nice



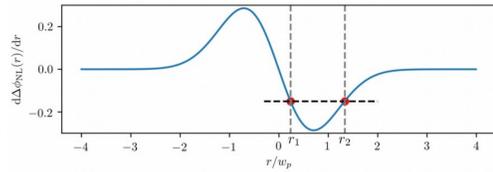
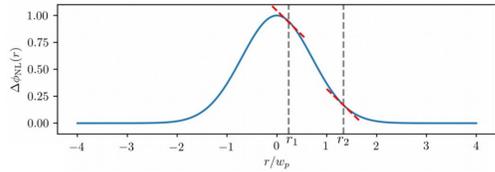
UNIVERSITÉ
CÔTE D'AZUR

Dans le cadre des recherches de l'équipe WaCs (Ondes en milieux complexes), une de leurs expériences ayant pour but de montrer le comportement hydrodynamique de la lumière utilise un milieu de propagation particulier : un cristal non linéaire qui présente une non linéarité photoréfractive et une réponse non instantanée. Le but de ce stage est donc de caractériser expérimentalement la réponse temporelle de ce cristal.

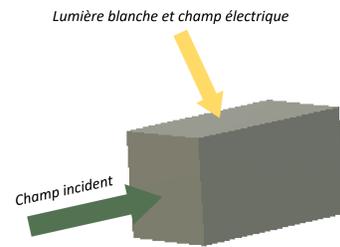
Auto-modulation de phase (SPM)

Lors de la propagation dans un milieu non linéaire, de nouvelles fréquences spatiales vont être créées au fur et à mesure de la propagation. Elles vont alors pouvoir interférer entre elles et modifier le spectre en fréquence.^{[3][4]}

$$\delta k_x = -\frac{d\Delta\Phi_{NL}}{dr}$$



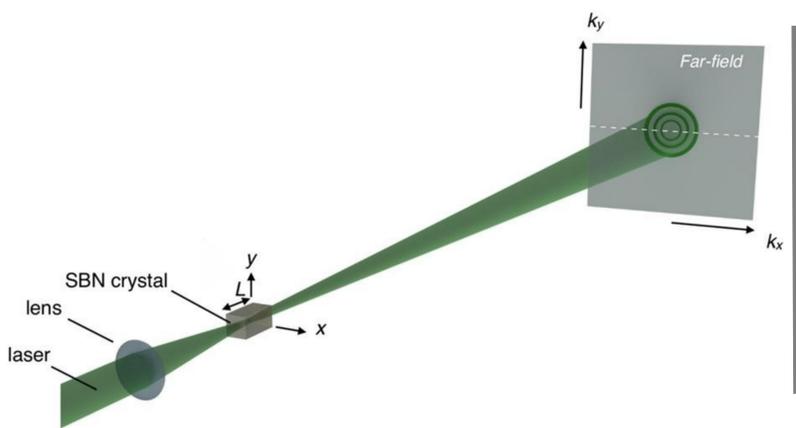
Effet photoréfractif



1. Photogénération de porteurs libres
2. Déplacements des charges par le champ électrique des zones lumineuses vers les zones sombres
3. Recombinaison aux différents endroits
4. Modification de l'indice photoréfractif^[5]

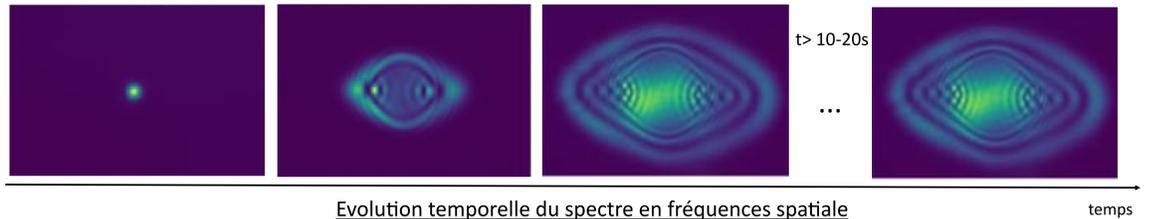
Le cristal devient non linéaire quand on l'éclaire et qu'on lui applique une tension. Le faisceau incident agit lui-même sur sa propre propagation via des déplacements de charges.

Expérience d'auto-modulation de phase spatiale



Montage expérimental^[2]

- Le cristal de SBN est éclairé par un faisceau de lumière blanche et une tension lui est appliquée générant l'effet photoréfractif.
- Le décalage de phase non linéaire induit par auto-modulation de phase au fur et à mesure de la propagation mène à la création de nouvelles fréquences.
- Les images sont prises en champ lointain en sortie du cristal afin de visualiser le spectre en fréquence du faisceau lumineux.



Evolution temporelle du spectre en fréquences spatiale

temps

Analogie entre le nombre d'anneaux et la variation d'indice

Théoriquement, nous déduisons des effets photoréfractifs les relations suivantes :

$$\Delta\Phi_{NL} = k_0 L \Delta n$$

$$\Delta\Phi_{NL} \simeq 2\pi \times N_{anneaux}$$

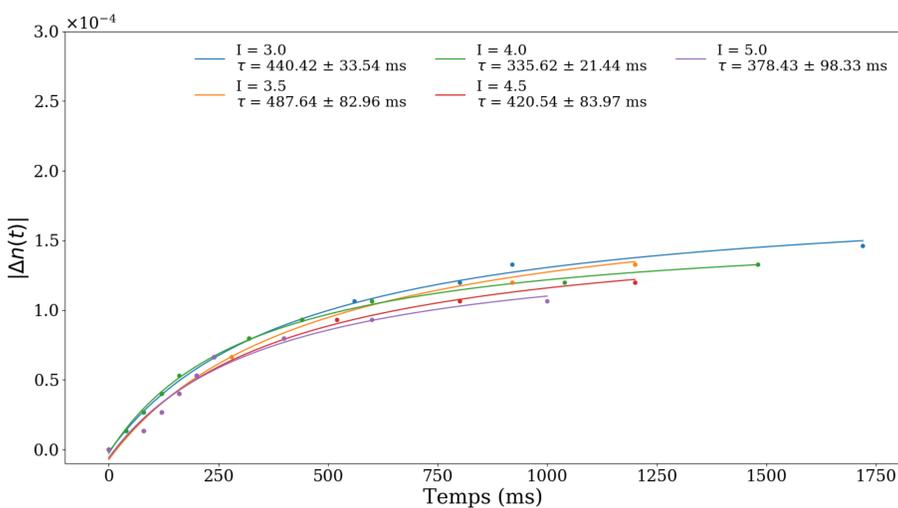
- $\Delta\Phi_{NL}$: différence de phase non linéaire
- k_0 : vecteur d'onde associé au faisceau laser
- L : longueur du matériau (ici le cristal)
- Δn : variation d'indice

- Comptage du nombre d'anneaux pour remonter à la non linéarité. Pour ce faire, on coupe les images obtenues sur une bande de pixels.

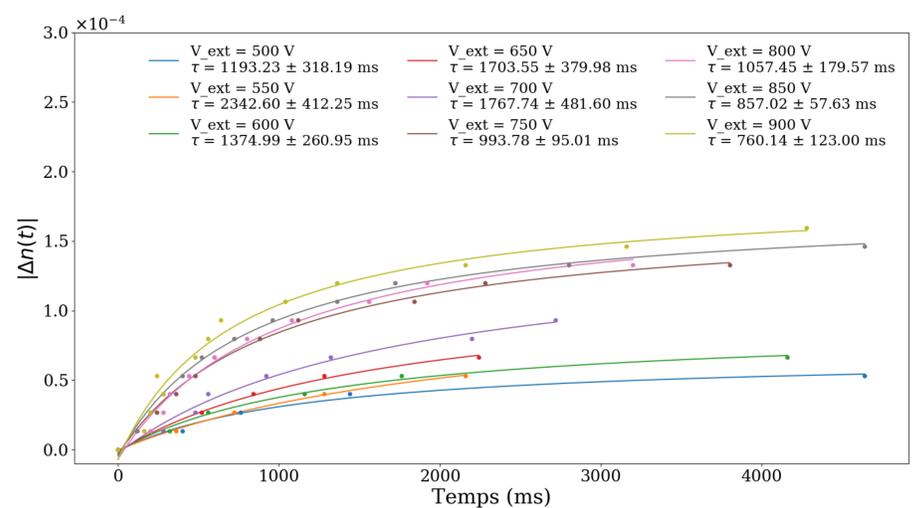
N.B : Le traitement a été réalisé numériquement

Caractérisation de la réponse non linéaire

Evolution temporelle de l'indice du cristal pour différentes valeurs de la lumière blanche (I_{sat})



Evolution temporelle de l'indice du cristal pour différentes valeurs du champ électrique (E_{ext})



- La non linéarité s'établit au cours du temps et le régime stationnaire est atteint lorsque Δn devient constant.
- Le temps caractéristique change en fonction du champ électrique et de la lumière blanche qu'on lui applique.

Références

- [1] G. P. Agrawal, « Non linear Fiber Optics », Academic Press, Third Edition, Chp 1, 2001.
- [2] Boughdad et al., Optics Express 27, 30360, 2019.
- [3] G. Millot et P Tchofo-Dinda, « Non linear effects », Université de Bourgogne, Dijon, 2005.
- [4] C. Finot et al., « Simple guidelines to predict self-phase modulation patterns », Université de Bourgogne, Dijon, 2018.
- [5] C. Denz et al., « Transverse-Pattern Formation in Photorefractive Optics », Münster, 2003

