

QUELQUES REMARQUES SUR LES RÉSEAUX DE BRAGG CHIRPÉS ET SUPERPOSÉS

Suresh Pereira et Sophie LaRoche

Centre d'optique, photonique et laser

Département de génie électrique et de génie informatique, Université Laval, Québec, Canada

suresh@gel.ulaval.ca, ²larochel@gel.ulaval.ca

7 juin 2004

1. INTRODUCTION

Au cours des dernières années, le COPL de l'Université Laval a utilisé les réseaux de Bragg chirpés et superposés pour concevoir et fabriquer des lasers et des filtres destinés aux télécommunications optiques multiplexées en longueur d'onde. Dans un réseau Bragg chirpé, la fréquence de Bragg varie spatialement, donc chaque longueur d'onde est réfléchi par le réseau à une position différente. Lorsque l'on superpose deux réseaux de Bragg chirpés avec le même chirp, mais déplacés d'une distance D, on forme une structure qui agit comme une cavité Fabry-Perot (FP). Ici nous examinons dans quelle mesure l'analogie entre les réseaux de Bragg chirpés et superposés (RBCS) est valide. Nous trouvons que les réseaux ont le même intervalle spectral libre (ISL) en réflexion qu'un FP, mais les pics en transmission n'ont pas la même position.

2. LES ÉQUATIONS DES MODES COUPLÉS

Nous posons que le profil d'indice de notre RBCS est

$$n(z) = n_0 + \delta n_1 \cos\left(\int \frac{2\pi}{L(z)} dz\right) + \delta n_2 \cos\left(\int \frac{2\pi}{L(z-z_0)} dz\right)$$

Où $L(z)$ nous donne la fréquence spatiale instantanée du RBCS, et z_0 est l'espacement entre les deux réseaux superposés. Nous assumons que le chirp est linéaire: $L(z) = A + Cz/2$.

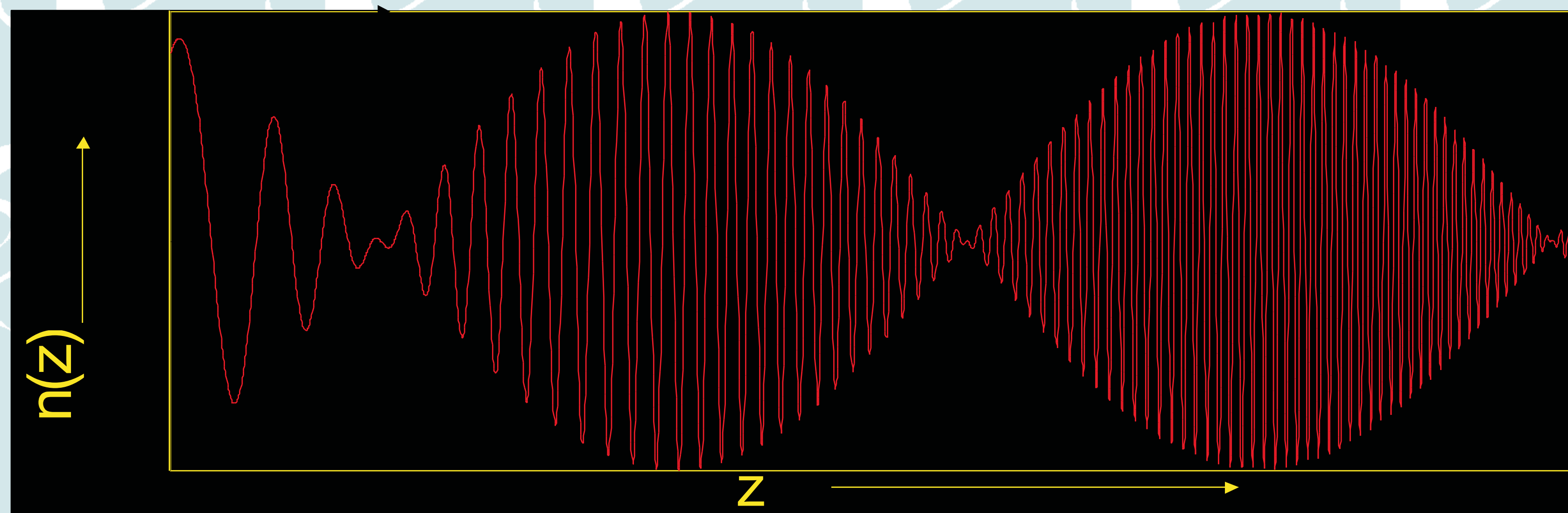


Figure 1: $n(z)-n_0$ pour un RBCS. La période et l'enveloppe de la fonction changent avec la position (z). À cause de la période de battement, il y a des positions où la fonction disparaît. À ces positions le RBCS ne réfléchit pas la lumière. Pour décrire exactement comment la lumière est réfléchi, nous utilisons les équations de modes couplés (EMC):

$$\frac{dE_+}{dz} = +i(\Delta E_+ + [k_1 e^{if(z)} + k_2 e^{if(z-z_0)}] E_-)$$

$$\frac{dE_-}{dz} = -i(\Delta E_- + [k_1 e^{if(z)} + k_2 e^{if(z-z_0)}] E_+)$$

$E_{+/-}$ sont les champs électriques qui se propagent suivant $+z$ et $-z$; $k_{1,2}$ sont les visibilité des réseaux superposés; $f(z)$ est la phase qui vient du chirp; et z_0 est le déplacement des réseaux.

RÉFÉRENCES

- [1] L. Poladian, 'Graphical and WKB analysis of nonuniform Bragg grating structures,' Phys. Rev. E, **48**, 4758-4767 (1993).

3. L'INDICE EFFECTIVE DU RÉSEAU

Qualitativement, les EMC nous disent qu'à une position z , la lumière avec une longueur d'onde égale à $2n_0$ fois la fréquence spatiale instantanée du RBCS sera réfléchi. Pour trouver cette fréquence nous écrivons

$$k(z) e^{iF(z)} = k_1 e^{if(z)} + k_2 e^{if(z-z_0)}$$

La dérivée de $F(z)$ en fonction de z nous donne la fréquence spatiale instantanée. La force du réseau est donnée par $k(z)$. Puis nous définissons un indice effectif, n_{eff} [1]. Quand $\text{Im}(n_{eff}) = 0$, la lumière n'est pas fortement réfléchi.

$$n_{eff}(z) = \sqrt{\left(\Delta - \frac{1}{2} \frac{dF}{dz}\right)^2 - k^2(z)}$$

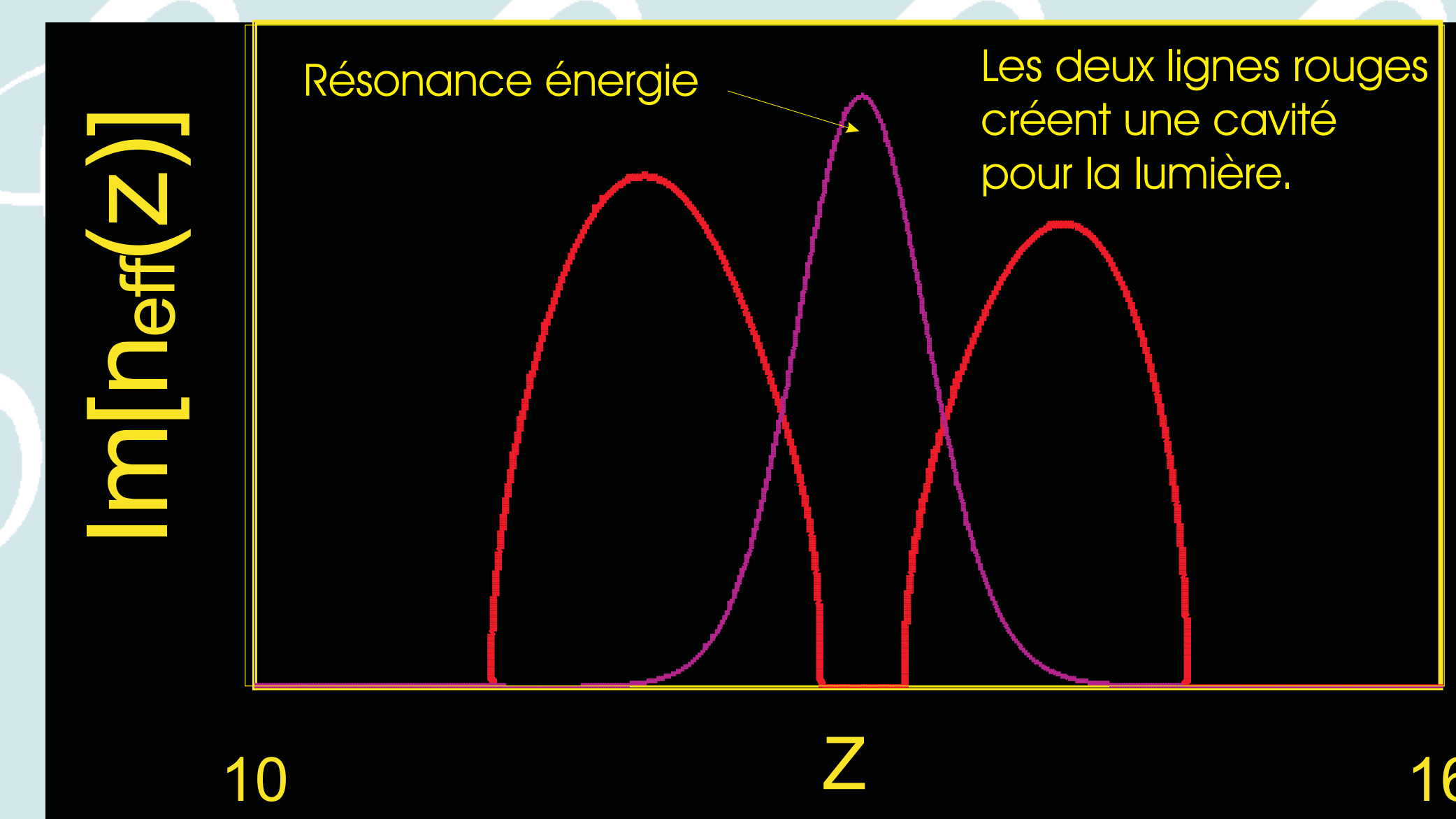


Figure 2: $\text{Im}(n_{eff})$ pour un RBCS avec un déplacement de 1mm. Les barrières (rouges) sont séparées par 0.25mm. Ainsi, la largeur de la cavité n'est pas liée (directement) au déplacement des réseaux. Aussi, on peut voir que le profil d'énergie dans la cavité est presque Gaussien. Pour un FP ce profil serait plat.

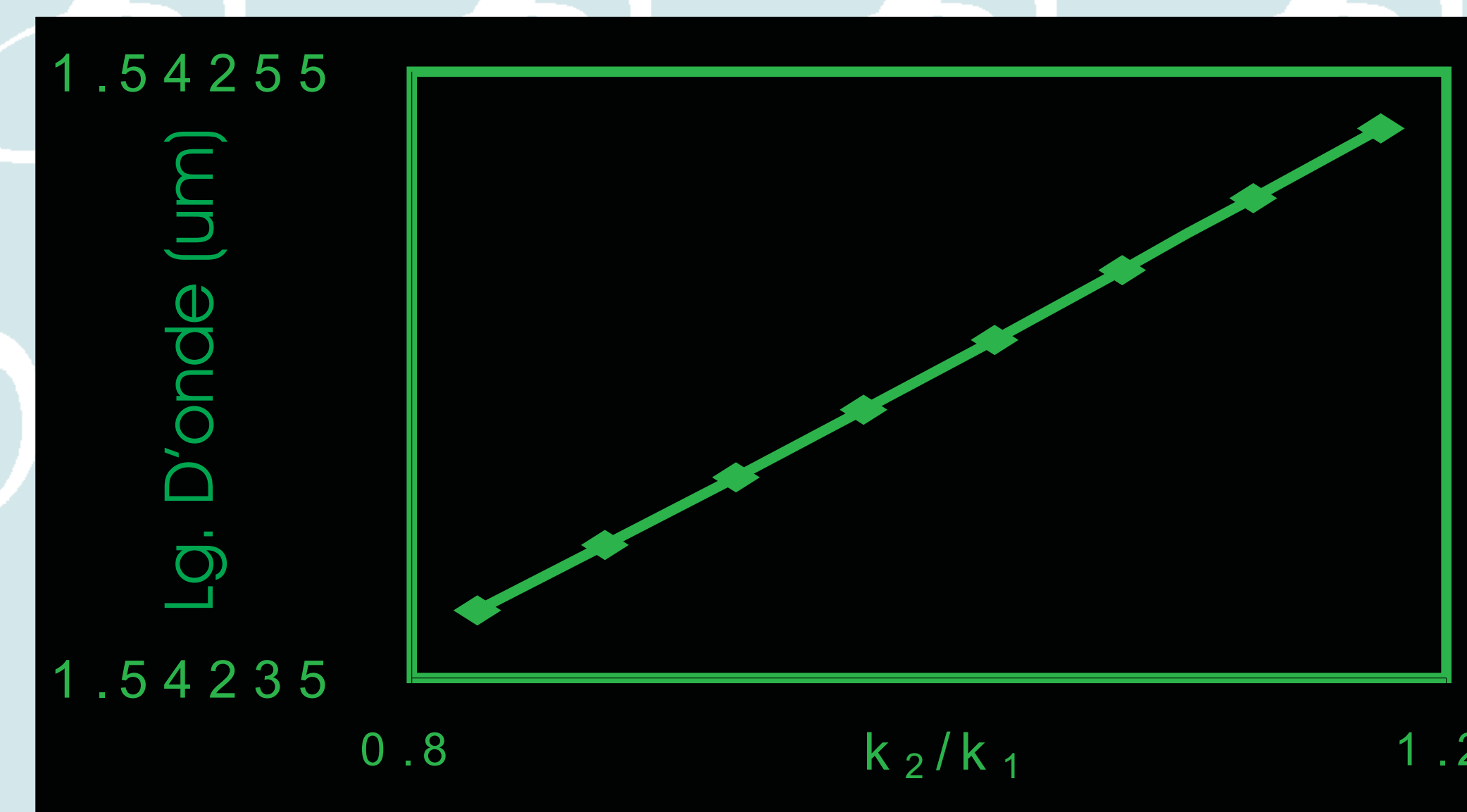


Figure 3: La longueur d'onde de la résonance de la cavité dépend de la force des deux réseaux, contrairement au cas du FP standard où ces deux paramètres sont indépendants.

Chirp = 2.5 nm/cm
 k_1 = 2.0 1/mm
 Période = 534 nm à $z=0$
 Longueur de réseau: 25mm

4. CONCLUSION

Nous avons commencé à étudier les propriétés d'une cavité formée de deux réseaux Bragg chirpés et superposés. Nous avons montré que, bien que la cavité ressemble une cavité FP, il y a des différences. La longueur d'onde de la résonance change avec la force des réseaux, et le profil d'intensité du mode dans la cavité n'est pas semblable à un FP. Nous espérons que nous pourrions développer des expressions analytiques pour décrire ces structures.

REMERCIEMENTS

Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, Gouvernement du Québec, TeraXion.