

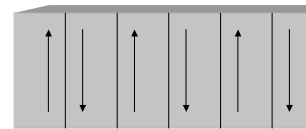
# Doubleur de fréquence

## Les cristaux ferroélectriques: Du doublage de fréquence à de nouveaux filtres pour les télécommunications.

Cette expérience présente comment un faisceau de "lumière" infra-rouge (invisible) produite par un laser Nd-YAG de longueur d'onde  $1.06\mu\text{m}$  peut être transformée en lumière visible verte de longueur d'onde deux fois plus courte ( $0.53\mu\text{m}$ ). Cette transformation, qui a lieu dans un cristal non linéaire de  $\text{LiNbO}_3$ , correspond à un **doublage de la fréquence** (longueur d'onde  $\times$  fréquence = vitesse de la lumière  $c$ ). Ce cristal peut être vu comme une assemblée de dipôles électriques et présente une polarisation macroscopique  $P$ .

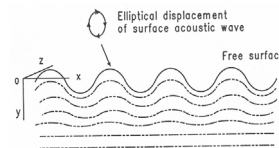
La base de ce phénomène est liée à la réaction du cristal qui "vibre" à la fréquence du faisceau original  $f$  et à la fréquence double  $2f$ , émettant de la lumière à ces deux fréquences. Ce doublage de fréquence permet de densifier le stockage d'information, par exemple sur des CD.

L'efficacité du doublage de fréquence dépend de la puissance du laser. Elle peut de plus être réduite par la différence de vitesse entre les ondes voyageant à fréquence  $f$  et  $2f$ . Pour limiter ce problème on peut **alterner la polarisation** du cristal (retourner périodiquement les dipôles) comme montré cette figure. Le pas typique est de quelques microns.



Dans le pôle MaNEP, nous développons des films ferroélectriques et une structure à polarisation alternée similaire à celle montrée sur la figure, mais contrôlée sur une échelle nanométrique. L'idée est de développer un nouveau type de filtres de type SAW (ondes acoustiques de surface) fonctionnant à très haute fréquences, potentiellement importants pour les télécommunications.

Une **onde acoustique de surface** est une déformation élastique se propageant à la vitesse du son sur la surface d'un matériau. Un tremblement de terre est un exemple d'onde acoustique de surface.

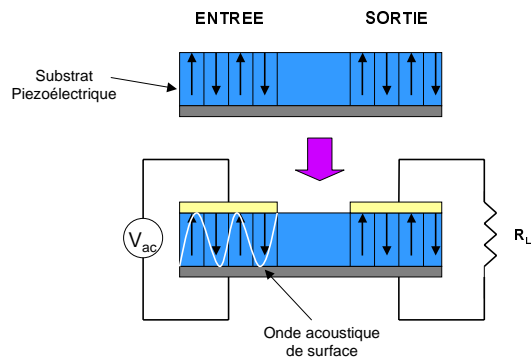
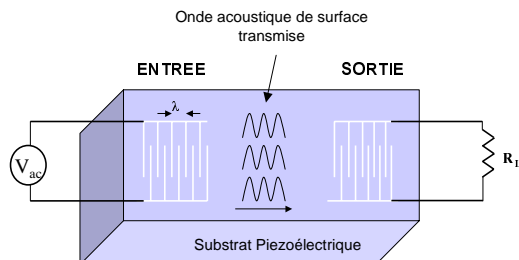


Intérieur d'un substrat piézoélectrique

### APPLICATION : UNE NOUVELLE GENERATION DE FILTRES à HAUTES FREQUENCES

Dans les **filtres SAW conventionnels** (utilisés aujourd'hui par exemple dans les téléphones portables), des électrodes appelées sont déposées sur la surface d'un **cristal piézoélectrique** (qui se déforme sous application d'un champ électrique). Une tension alternative  $V_{ac}$  provoque une déformation du cristal piézoélectrique. Si la fréquence d'excitation et la distance entre deux électrodes, la longueur d'onde  $\lambda$ , voir dessin, remplissent la condition  $\lambda f = v_{son}$ , une onde acoustique de surface est générée, se propage et est détectée par le deuxième bloc d'électrodes. Seuls les signaux à cette fréquence sont transmis, c'est un filtre.

Dans le **nouveau type de filtres** que l'on étudie, une structure de domaines avec polarisation alternée est réalisée. La longueur d'onde est alors donnée par la distance entre deux domaines de même polarisation. Comme la structure est contrôlée par un microscope à force atomique, la longueur d'onde peut-être plus courte et donc la fréquence beaucoup plus élevée.



Pour plus d'informations sur cette expérience, contactez A. K. Sarin Kumar  
 DPMC, Université de Genève, 24 quai Ernest-Ansermet, CH-1211 Genève 4,  
 Téléphone : (022) 702 63 21, Fax : (022) 702 68 69  
 E-mail : sarin.kumar@physics.unige.ch

Contact: <http://www.manep.ch>