Annexe 1

Effet Pockels :

L'effet Pockels est un phénomène qui se manifeste dans les cristaux dépourvus de centre de symétrie. On peut citer à titre d'exemple les cristaux uniaxe KDP (formule chimique KH_2 PO_4) et DKDP (formule chimique KD_2 PO_4 ou KH_{2-2x} D_{2x} PO_4)

Deux configurations sont utilisées dans cet effet : La configuration transverse ou le champ est appliqué perpendiculairement à la direction du faisceau lumineux et la configuration longitudinale ou le champ est appliqué longitudinalement.

La figure A-1 montre les axes principaux de l'ellipsoïde d'un cristal uniaxe, d'axe optique OO', n_0 et n_e sont respectivement les indices de réfraction ordinaire et extraordinaire figure (a)
En appliquant au cristal un champ électrique E externe dirigé suivant (OO'), le cristal uniaxe devient biaxe figure (b) et les nouveaux indices de réfraction sont : n_1, n_2, n_e.
L'effet Pokels est décrit par les relations de variation des indices suivante :
$n_1=n_0+n_0^3\, r\, E/2$
$n_2=n_0-n_0^3\, r\, E/2$ « A-1 »
r : est la constante électro-optique
E : champ électrique

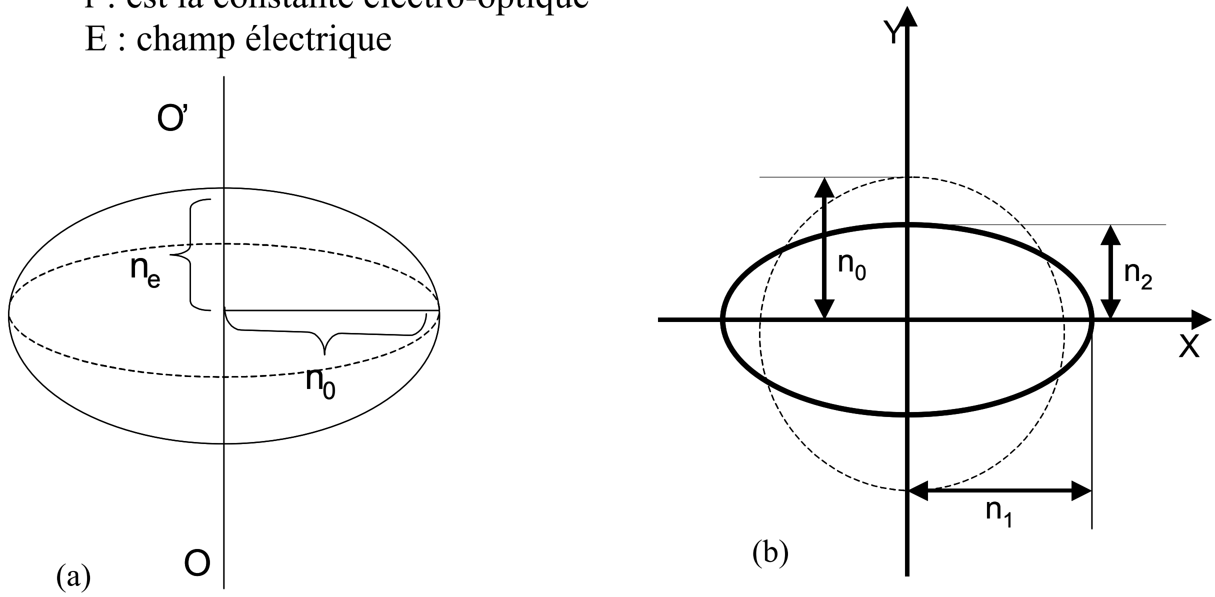

Figure A-1

Lorsque la lumière se propage à l'intérieur du cristal le long de l'axe OO' (effet pokels longitudinal voir figure A-2-a), deux ondes polarisées linéairement se propagent. L'une se propage le long de l'axe X avec une vitesse C/n_1 et l'autre selon l'axe Y avec une vitesse C/n_2. En utilisant l'équation « A-1 » la différence de phase entre ces deux ondes, après avoir parcouru une distance L dans le cristal est :

$$\Delta\varphi = 2\pi L(n_1-n_2)/\lambda_0$$

$$\Delta\varphi = 2\pi\, n_0^3 rV/\lambda \quad \text{ou} \quad V = EL$$

r est la constante electo-optique. Pour un DKDP $r=2.6\ 10^{-11}$ m/V et pour KDP r=1.10-11 m/V

**Effet Pockels transverse :*

Le champ électrique E est appliqué perpendiculairement comme l'indique la figure « A-2-b ». Le retard optique prend la forme suivante

$$\Delta\varphi=(2\pi/\lambda)\ L\{(n_e-n_0)-1/2(n_0^3 r_{63}E_z)\}.$$

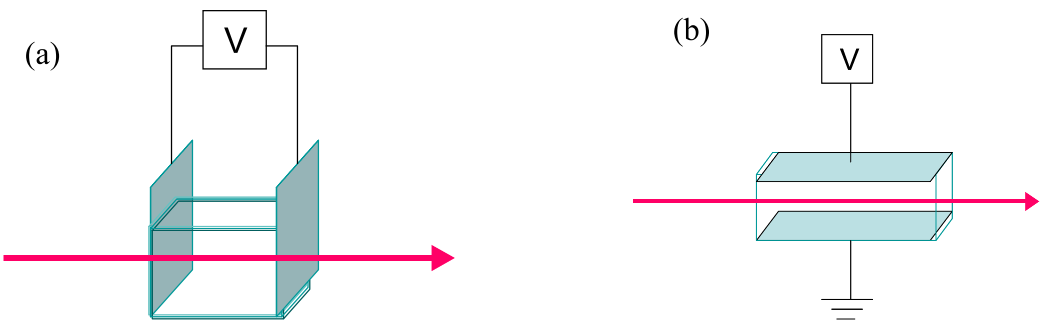

Figure A-2 *Effet Pockels*

a) Effet Pockels longitudinal *b) Effet Pockels transverse*

En conclusion pour la modulation électro-optique (cellule de Pockels) nous avons :

Pour $V=V\pi$ $I=0$ les pertes sont maximales
Pour $V=0$ $I=I0$ les pertes sont minimales

Avec : $V\pi=\lambda/n_0^3 r_{63}$ pour l'effet pockels longitudinal
$V\pi=\lambda d/n_0^3 r_{63}L$ pour l'effet pockels transversal.

Annexe B

La technique acousto-optique :

La propagation des ondes acoustiques issues d'un générateur à haute fréquence dans un milieu crée des zones de compression et de dilatation périodique dans l'espace. Cette période est égale à la longueur d'onde de l'onde sonore **λs**, autrement dit la propagation des ondes acoustiques créent des variations de la densité moléculaire du milieu qui se traduit par une modification de l'indice de réfraction n. Cette modification va générer une diffraction de l'onde traversant le milieu.

Ainsi pour qu'une onde sonore de fréquence **Ω** qui se propage dans un tel milieu suivant Y, l'indice N s'écrit :

$$\mathbf{N(y,t)= n+\Delta n \sin[(2\pi y/ \lambda s)- \Omega t]}$$

N : indice de réfraction du milieu
n: indice de réfraction linéaire du milieu

La valeur de Δn se détermine par l'amplitude de la déformation élastique qui est liée à la constante acousto-optique du milieu. L'amplitude de la déformation dépend de la puissance P_a de l'onde sonore.
Si la condition suivante $L\lambda/ \mathbf{\lambda s2} >1$ est réalisée, ou L est la longueur de l'interaction acousto-optique, nous somme en présence de la diffraction de Bragg.

Dans la figure B-1 suivante nous avons:

H : la largeur du faisceau sonore.
1 : la direction de propagation du faisceau sonore.
2 : la direction du faisceau lumineux incident.
3 : la direction du faisceau lumineux transmis.
4 : la direction du faisceau lumineux diffracté**.**
θ_β est l'angle de Bragg défini par la relation : $\boldsymbol{\sin \theta_\beta = \lambda/2\lambda s}$

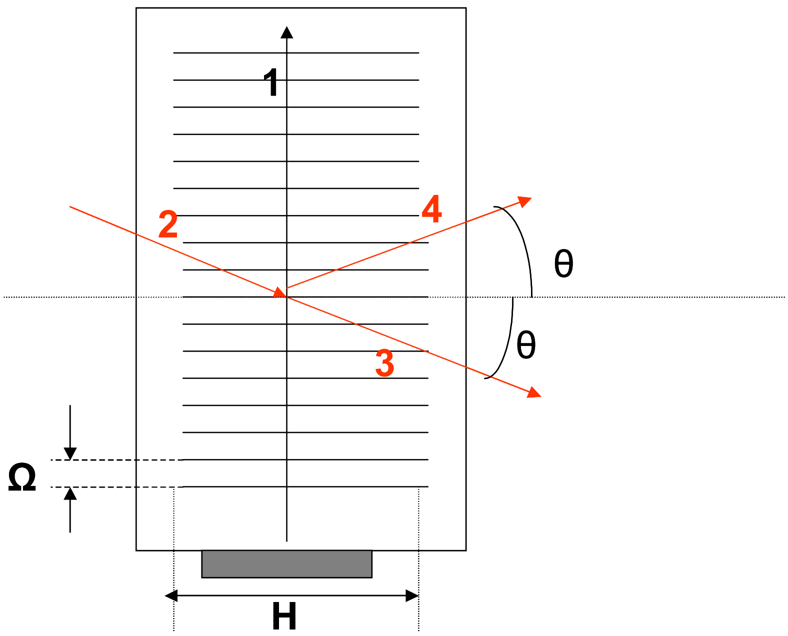

Figure :B-1

Le milieu acousto-optique - qui forme un interrupteur optique - est orienté à l'intérieur de la cavité laser de telle sorte que la direction du faisceau lumineux satisfait la condition de Bragg.

* si le convertisseur piézo-électrique qui fourni l'onde sonore est mis hors circuit, le flux lumineux passe sans changer de direction (l'interrupteur est ouvert). Après l'application de l'onde sonore, le flux lumineux incident (d'intensité I_0) sera partiellement transformé en un flux diffracté (d'intensité I_1) dont la direction formera avec celle du faisceau incident un angle égal à $\mathbf{2\theta_\beta}$ plus le rapport I_1/I_0 est proche de l'unité, plus faible est la transparence de l'interrupteur dans la direction du flux

En résumé, définissons le paramètre ***Q=2πλL/nλs2***

Si Q<<1 l'onde incidente sera difractée suivant plusieurs ordres : c'est le régime de Raman-Nath.

Si Q>>1 l'onde incidente sera diffractée suivant un seul ordre c'est le régime de Bragg qui correspond à la diffraction par un réseau. Voir figure B-2

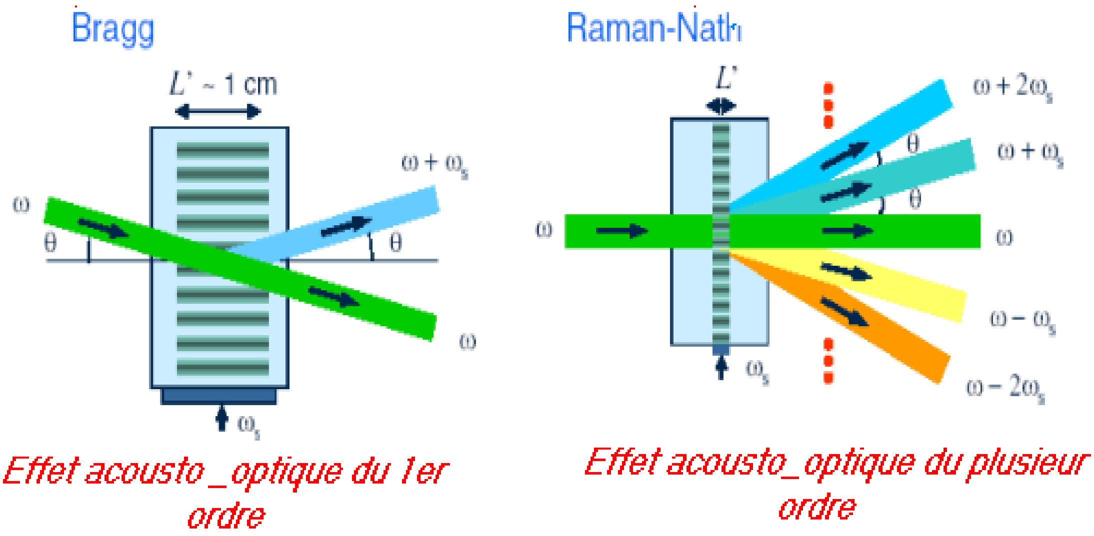

Figure B-2 *Effet acousto-optique*

En conclusion pour la méthode acousto-optique :

Si l'onde sonore traverse le milieu, il y a diffraction donc les pertes sont maximales.
Si l'onde sonore est absente, pas de diffraction, les pertes sont minimales.