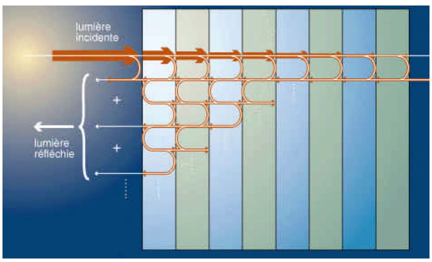
Printemps des Sciences 2004

Département de physique et mathématique

Phénomènes propres à notre expérience

3) Relation de Bragg

L'existence d'une bande de fréquences interdite dans les milieux périodiques est décrite par le phénomène de Bragg.



A chaque interface de la structure périodique, l'onde incidente sera réfléchie. Ces multiples réflexions pourront interagir entre elles de manière constructive. Les réflexions secondaires seront alors en phase et agiront sur le signal de manière à le déformer. Les fréquences auxquelles ce phénomène se produit s'appellent fréquences de Bragg.

Les fréquences de Bragg sont donc logiquement liées à la largeur des deux milieux.
La relation de Bragg exprime ce lien.

Relation de Bragg : $\boxed{l = \frac{2}{m} d}$

Relation entre la fréquence et la longueur d'onde : $\boxed{l = \frac{v}{f}}$

Où :

- -d est la largeur d'une couche
- -m est l'ordre de diffraction (les fréquences de Bragg sont en effet théoriquement multiples les unes des autres)
- -l, f et v sont respectivement la longueur d'onde, la fréquence et la vitesse du signal subissant le phénomène de Bragg

On obtient ainsi la fréquence de Bragg qui se trouve au centre de la bande interdite : $\boxed{f_B = \frac{mv}{2d}}$

Démonstration théorique de l'existence de vitesses de groupe supraluminiques

Il est théoriquement possible d'obtenir une vitesse de groupe supraluminique:

La relation de dispersion d'une onde est donnée par : $k(w) = \frac{w}{c_0} n(w)$

Après dérivation, on obtient : $\frac{dk}{dw} = \frac{1}{c_0}\left(n(w) + w\, n'(w)\right)$

D'après la définition de la vitesse de groupe : $v_g = \frac{dw}{dk} = \frac{c_0}{n(w) + w \frac{dn(w)}{dw}}$

Donc, si $\frac{dn(w)}{dw}$ est suffisamment négatif, on aura $v_g > c_0$

Les milieux à dispersion anormale, tels que les cristaux photoniques, permettent qu'un tel phénomène se produise.