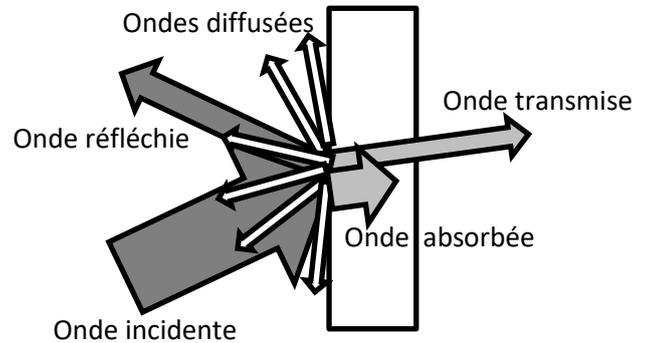


ECHOGRAPHIE

1. Réflexion, absorption et transmission des ondes

Lorsqu'une onde arrive sur un corps il peut se produire plusieurs phénomènes :

- **Une réflexion** de l'onde dans une direction privilégiée lorsque la surface est lisse (l'angle réfléchi $i' = i$ l'angle incident).
- **Une diffusion** de l'onde dans toutes les directions lorsque la surface est rugueuse.
- **Une absorption** de l'onde par la matière du corps.
- **Une transmission** de l'onde qui ressort du corps. (à savoir)



L'intensité acoustique I est la puissance transportée par une onde sonore dans une direction donnée par unité de surface perpendiculaire à cette direction. Son unité est en Watt par mètre carré ($W \cdot m^{-2}$).

L'intensité est une fonction du carré de l'amplitude A de la grandeur vibrante $I = f(A^2)$ (à connaître)

Comme la grandeur vibrante est ici la pression $I = \frac{p^2}{2 \times \rho_0 \times c}$ avec p l'amplitude de la pression, ρ_0 la masse volumique du corps et c la célérité du son dans le matériau. (cette relation n'est pas à connaître)

Mesurer les coefficients de transmission et de réflexion énergétiques des ondes lumineuses ou ultrasonores d'une interface en incidence normale.

Mesurer le coefficient d'absorption des ondes lumineuses ou ultrasonores dans un milieu.

Utiliser les coefficients énergétiques dans l'étude de cas concrets simples.

a. Coefficient de réflexion : R

Soit I_0 intensité de l'onde arrivant à la surface on a $R = \frac{I_R}{I_0} = \frac{A^2}{A_0^2}$ **savoir**

déterminer R Mesurer l'amplitude du signal avant (A_0) et après la réflexion (A).

La réflexion a lieu lorsque l'onde passe d'un milieu 1 à un milieu 2

Le coefficient de réflexion R dépend de la nature des milieux qui est décrit par une grandeur appelée impédance acoustique Z.

$Z = C \times \rho$ où C est la célérité de l'onde dans le milieu et ρ la masse volumique du milieu.

L'expression de R en fonction des impédances acoustiques est : $R = \frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$

On voit que le coefficient de réflexion est d'autant plus grand que les impédances acoustiques des 2 milieux sont très différentes.

b. Coefficient d'absorption :

On a : $\frac{I}{I_0} = e^{-\alpha x} = \frac{A^2}{A_0^2}$ d'où $\alpha = \frac{-\ln \frac{A^2}{A_0^2}}{x}$ où x est la position du capteur dans le matériau par rapport à l'origine de la pénétration de l'onde. **Savoir déterminer α**
Mesurer l'amplitude du signal avant l'entrée (A_0) dans le matériau et a la sortie du matériau (A), puis déterminer α à partir de la relation donnée $e^{-\alpha x} = \frac{A^2}{A_0^2}$.

c. Coefficient de transmission : On a $T = \frac{I_T}{I_0} = \frac{A^2}{A_0^2}$ **savoir déterminer T Mesurer l'amplitude du signal avant l'entrée (A_0) dans le matériau et a la sortie du matériau (A)**

L'expression de T en fonction des impédances acoustiques est : $T = \frac{4Z_2 \cdot Z_1}{(Z_2 + Z_1)^2}$

d. Relation entre R et T :

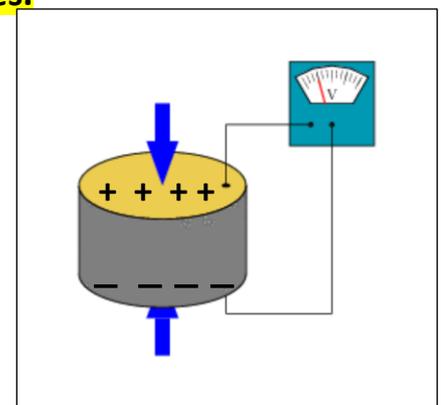
A l'**interface** entre les milieux 1 et 2 on a la relation **$R + T = 1$**

2. L'effet Piézo-électrique

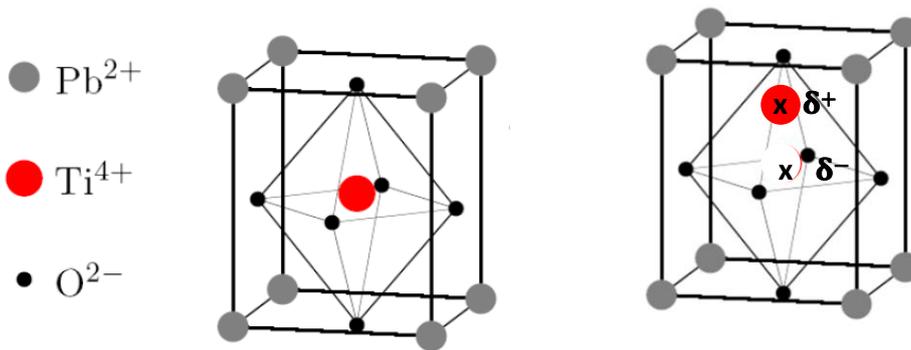
Mettre en œuvre une source et un capteur piézoélectriques.

- Effet directe de la piézo-électricité : Sous l'action d'une **force** un cristal se **déforme** faisant apparaître des **charges électriques** sur les faces du cristal générant une **tension**.
- Effet inverse de la piézo-électricité : sous l'action d'une **tension** un cristal se **déforme**.

(à savoir)



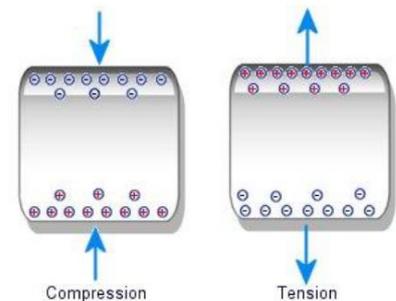
Exemple : Une pression stimule un déplacement du cation central Ti^{4+} vers le haut ce qui provoque une répartition irrégulière des charges ce qui déforme le nuage électronique générant globalement une accumulation des charges positives sur une face et négative sur l'autre.



La répartition des charges est différente selon que le cristal est comprimé ou étiré.

La tension est reliée à la pression par la relation : $U = k \cdot h \cdot p$ (n'est pas à connaître)

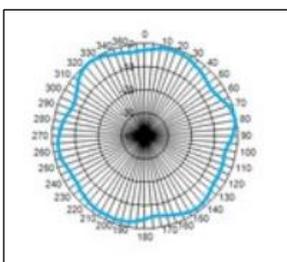
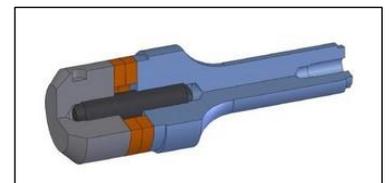
- p est la pression exercée en Pa sur le cristal ;
- U la tension en volt ;
- k la constante piézoélectrique ;
- h la largeur du cristal.



3. Emetteur ultrasonore piézo-électrique

Tracer expérimentalement le diagramme de directivité d'un émetteur ultrasonore.

Un émetteur ultrasonore est constitué de matériaux céramiques qui sous l'effet d'une tension vont vibrer dans les fréquences des ultrasons.



Selon l'émetteur les ondes ultrasonores peuvent se propager dans toutes les directions (on dit qu'il est isotrope) ou dans une direction privilégiée. Pour le savoir il faut réaliser le diagramme de directivité. Voir tp Ton5-4a tp échographie

4. L'échographie

Illustrer expérimentalement le principe d'un échographe unidimensionnel.

Principe de l'échographie :

La sonde émet une salve d'ultrason qui va frapper la cible c'est-à-dire le contour de l'organe. Puis cette onde ultrasonore va revenir à la sonde. Puisqu'on connaît le temps d'aller-retour on va pouvoir calculer la profondeur de la cible, la profondeur du contour. Pour cela on utilise la relation $c \cdot t = 2 \cdot d$ avec c la célérité dans le milieu, t le temps et d la distance entre la sonde et l'interface où a lieu la réflexion.

La variation d'amplitude au bord de l'organe permet de détecter les contours de l'organe et mesurer ses dimensions planes.

Remarque : Le sang, les graisses, les muscles, les tissus mous, la peau ayant des impédances acoustiques proche on prend comme célérité la valeur moyenne : $c = 1540 \text{ m/s}$

