

Chap.5 – Activités

Réflexion et transmission à l'interface entre 2 milieux

1. Réflexion et transmission des ondes sonores à une interface

1.3 Coefficients de réflexion/transmission en amplitude

Activité 1 : Coefficients en amplitude ★

On note $x = 0$ la position de l'interface entre les deux fluides, d'impédances Z_1 et Z_2 .

On admet que $\omega_r = \omega_i$ et $\omega_t = \omega_i$.

Cela se démontre via les CLimites (conditions de continuité). Parce qu'elles sont vérifiées $\forall t$, alors les différentes fonctions $e^{j\phi}$ sont toutes identiques.

On notera qu'ainsi les pulsations spatiales des trois ondes sont également connues.

- A. Introduire la notation complexe pour les trois ondes en vitesse : incidente, réfléchie et transmise.
- B. En déduire les expressions des ondes en surpression (par la méthode la plus simple)
- C. Ecrire les conditions de continuité reliant ces 3 ondes.

Les coefficients en amplitude sont définis dans le document principal.

- D. Etablir les expressions des 4 coefficients en amplitude en fonction de Z_1 et Z_2
- E. Les discuter physiquement (inversion des deux fluides ? déphasages ? cas extrêmes)

1.4 Coefficients de réflexion/transmission en puissance

Activité 2 : Coefficients en puissance ★

Les coefficients en puissance sont définis dans le document principal.

- A. Etablir les expressions des deux coefficients en puissance (revenir en notation réelle !)
- B. Les interpréter physiquement (inversion des deux fluides ? conservation de l'énergie ?)
- C. Que se passe-t-il quand les impédances des deux fluides sont égales ?
- D. Quelle est l'impédance de l'air ambiant ? et de l'eau ? En déduire le coefficient de transmission en puissance entre les deux milieux. Conclusion ?
- E. Tous ces résultats ont été établis pour les OPPH. Peuvent-ils être généralisés aux OPP ?
- F. Faire l'analogie avec le cas du câble coaxial d'impédance Z_1 relié à un autre câble d'impédance Z_2

2 Réflexion et transmission des OEM à une interface entre deux DLHI

2.1 Coefficients de réflexion/transmission en amplitude

Activité 3 : Coefficients en amplitude ⚡

Conditions à la limite (admisses) :

- sur le dioptré, les champs électrique et magnétique sont continus
- on peut en déduire que $\omega_r = \omega_i$ et $\omega_t = \omega_i$ (CLimites ci-dessus $\forall t$)
- ces CLimites impliquent également que les directions de $\vec{E}$ et $\vec{B}$ sont conservées

- A. Ecrire en complexe les champs électriques $\vec{E}_i$, $\vec{E}_r$ et $\vec{E}_t$
- B. En déduire les expressions des champs magnétiques correspondant
- C. Ecrire les deux conditions à la limite
- D. En déduire les coefficients de réflexion et transmission pour le champ électrique

2.2 Coefficients de réflexion/transmission en puissance (DLHI transparents)

Activité 4 : Coefficients en puissance à l'interface entre deux DLHI ⚡

On traite uniquement le cas où les deux indices sont réels $\underline{n}_1 = n_1$ et $\underline{n}_2 = n_2$

- A. Déterminer les coefficients R et T en puissance
- B. Vérifier que l'énergie est bien conservée à l'interface

Application numérique dans le cas particulier de l'interface air-verre (par exemple, $n = 1,5$) :

- C. Discuter des phases des ondes réfléchi et transmise (champ électrique)
- D. Faire l'application numérique des coefficients en puissance surfacique

2.3 Coefficients en amplitude du champ électrique dans différentes situations

Activité 5 : Coefficients à l'interface vide-plasma ☆

On rappelle l'expression de l'indice du plasma : $\underline{n}^2 = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$

Cas $\omega > \omega_p$:

- A. Grâce aux expressions du paragraphe 2.1., préciser les coefficients en amplitude pour $\vec{E}$
- B. Pour communiquer avec un satellite depuis la Terre, faut-il travailler juste au-dessus de la fréquence plasma ? ou à fréquence la plus haute possible ?

Cas $\omega < \omega_p$:

- C. En utilisant les paragraphes précédents, déterminer les coefficients en amplitude pour $\vec{E}$
- D. (*facultatif*) Idem pour les coefficients en puissance. Interpréter physiquement

Activité 6 : Coefficients à l'interface vide-conducteur BFréquence ☆

On rappelle que « basse fréquence » signifie : $\omega \ll 1/\tau$ ($= 10^{14} \text{ rad.s}^{-1}$ dans le cuivre).

A basse fréquence, la conductivité du métal est réelle : la loi d'ohm locale est valide.

On rappelle que dans le métal l'OEM est progressive atténuée et localisée sur les bords du conducteur (effet de peau).

On rappelle l'expression de l'indice du conducteur à BF : $\underline{n} = \frac{c}{\delta\omega} (1 - j)$ avec $\delta = \sqrt{\frac{2}{\mu_0\gamma\omega}}$

- A. Déterminer les coefficients en amplitude pour le champ électrique
- B. Montrer que, lorsque $\delta \ll \lambda_{\text{vide}}$, le métal réfléchit totalement l'onde incidente

On suppose ci-dessous que l'épaisseur de peau est nulle (peut-être déjà traité lors du TD OEM dans le vide)

- C. Montrer que l'onde totale dans le vide est une OS, l'onde électrique étant en quadrature avec la magnétique
- D. Montrer que la puissance surfacique moyenne de l'onde totale dans le vide est nulle en tout point