

Réflexion et transmission à l'interface atmosphère/ionosphère

D'après ea3 PSI

Les 8 premières questions de ce problème, non traitées ici, correspondaient au cours. Il faut donc se munir des résultats suivants pour faire les questions ci-dessous.

- Expressions de \underline{k} , nombre d'onde complexe lié à la propagation d'une OPPM transverse dans le plasma ionosphérique et de l'indice complexe associé, \underline{n} .
- Expression de la pulsation de plasma, notée ω_{pe} dans la suite.
- Comportement de l'onde lorsque sa pulsation est inférieure ou supérieure à la pulsation de plasma.

On rappelle les relations de passage à l'interface de deux milieux 1 et 2 :

$$\mathbf{E}_2 - \mathbf{E}_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \mathbf{N}_{1 \rightarrow 2}$$

Champ E :

- Continuité de la composante tangentielle
- Discontinuité éventuelle de la composante normale

$$\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1 = \mu_0 \mathbf{j}_s \wedge \mathbf{N}_{1 \rightarrow 2}$$

Champ B :

- Continuité de la composante normale
- Discontinuité éventuelle de la composante tangentielle

Dans la situation étudiée, on indique qu'il n'y a pas de courant surfacique.

Une onde électromagnétique plane harmonique polarisée rectilignement est émise depuis le sol verticalement suivant la direction Oz normale à la surface de séparation atmosphère-ionosphère (figure 3).

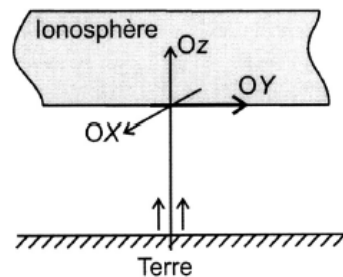


Figure 3

Les champs associés aux ondes électromagnétiques incidente, réfléchie et transmise sont les suivants :

	Champs électriques	Champs magnétiques
Onde incidente	$\vec{E}_i = \vec{E}_{0i} \exp j(\omega t - k_0 z) \vec{e}_x$	$\vec{B}_i = \frac{\vec{E}_{0i}}{c} \exp j(\omega t - k_0 z) \vec{e}_y$
Onde réfléchie	$\vec{E}_r = \vec{E}_{0r} \exp j(\omega t + k_0 z) \vec{e}_x$	$\vec{B}_r = -\frac{\vec{E}_{0r}}{c} \exp j(\omega t + k_0 z) \vec{e}_y$
Onde transmise	$\vec{E}_t = \vec{E}_{0t} \exp j(\omega t - kz) \vec{e}_x$	$\vec{B}_t = n \frac{\vec{E}_{0t}}{c} \exp j(\omega t - kz) \vec{e}_y$

A9. A partir des conditions aux limites en $z = 0$ à l'interface atmosphère-ionosphère, écrire deux relations qui lient les amplitudes E_{0i} , E_{0r} , E_{0t} et \underline{n} .

Exprimer le coefficient de réflexion en amplitude défini par $r = \frac{E_{0r}}{E_{0i}}$.

A10. Déterminer, en $z = 0$, les expressions de la valeur moyenne temporelle de la norme du vecteur de Poynting incident $\langle \|\bar{\Pi}_{0i}\| \rangle$ et réfléchi $\langle \|\bar{\Pi}_{0r}\| \rangle$.

En déduire l'expression du facteur de réflexion en puissance \mathcal{R} , défini par

$$\mathcal{R} = \frac{\langle \|\bar{\Pi}_{0r}\| \rangle}{\langle \|\bar{\Pi}_{0i}\| \rangle}, \text{ en fonction de } \underline{n}.$$

A11. Préciser, dans les deux cas $\omega < \omega_{pe}$ et $\omega > \omega_{pe}$, l'expression de \mathcal{R} . Tracer l'allure de \mathcal{R} en fonction de $\frac{\omega}{\omega_{pe}}$, puis commenter cette courbe. Citer des applications.

A12. Dédurre de la courbe précédente l'allure de \mathcal{T} , coefficient de transmission en puissance. Proposer une méthode de mesure de la valeur de la pulsation ω_{pe} .