Propagation d'une onde EM dans un conducteur

On s'intéresse à une onde polarisée rectilignement selon $\vec{x}$ dans un bon conducteur (conducteur où est valable l'approximation des bons conducteurs : $\gamma \gg \varepsilon_0\omega$, qui est équivalente à l'ARQP)

Équations de Maxwell : $\operatorname{div}\vec{B} = 0 = \operatorname{div}\vec{E}$ $\quad \operatorname{rot}\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ $\quad \operatorname{rot}\vec{B} = \mu_0\vec{j} + \mu\varepsilon_0\dfrac{\partial \vec{E}}{\partial t}$
Donc $i\vec{k}\cdot\underline{\vec{E}} = 0 = i\vec{k}\cdot\underline{\vec{B}}$ $\quad i\vec{k}\wedge\vec{B} = \mu_0\gamma\underline{\vec{E}} - \mu_0\varepsilon_0 i\omega\underline{\vec{E}}$ $\quad i\vec{k}\wedge\underline{\vec{E}}$ $\quad i\vec{k}\wedge\underline{\vec{E}} = i\omega\underline{\vec{B}}$
Donc $\underline{\vec{E}}\perp\vec{k}$ et $\underline{\vec{B}}\perp\vec{k}$ donc le champ électromagnétique est transverse.
De plus, $\vec{k}\wedge(\vec{k}\wedge\vec{E}) = -i\omega\vec{k}\wedge\vec{B} = -i\omega\mu_0(\gamma + i\omega\varepsilon_0)$ donc $-\vec{k}^2 = -i\omega\mu_0(\gamma + i\omega\varepsilon_0)$ donc $\vec{k}^2 = \dfrac{\omega^2}{c^2} - i\omega\mu_0\gamma$

On obtient donc la relation de dispersion du conducteur γ : $\vec{k}^2 = \dfrac{\omega^2}{c^2} - i\omega\mu_0\gamma$

Avec l'approximation des bons conducteurs : $\boxed{\vec{k}^2 = -i\omega\mu_0\gamma}$

On a donc $k = \pm\dfrac{1+i}{\sqrt{2}}\sqrt{\mu_0\omega\gamma}$
L'onde peut être progressive ou régressive. On s'intéresse à l'onde progressive.
On note $k = \dfrac{1+i}{\delta}$ avec $\delta = \sqrt{\dfrac{2}{\mu_o\gamma\omega}}$, δ est appelée *épaisseur de peau*
$\underline{\vec{E}} = \underline{A}\vec{x}e^{-\frac{z}{\delta}}e^{-i(\omega t - \frac{z}{\delta})}$ avec une bonne origine des temps, $\underline{A}$ est réel.
L'onde se propage selon $\vec{z}$ en s'amortisant est devient négligeable après une longueur δ. On parle d'onde amortie ou évanescente.
$\vec{E} = \operatorname{Re}\underline{\vec{E}} = A\vec{x}e^{-\frac{z}{\delta}}\cos(\omega t - \dfrac{z}{\delta})$
L'onde est plane. $v_\varphi = \dfrac{\omega}{\operatorname{Re}\underline{k}} = \sqrt{\dfrac{2\omega}{\mu_0\gamma}}$.