1. Étude mécanique pour l'électron :$m.\frac{d\underline{v}}{dt} = -e.\underline{\overrightarrow{E}} = i.\omega.m.\underline{v}$ or $\underline{\overrightarrow{j}} = (-n.e).\underline{\overrightarrow{v}}$ donc

$$\underline{\overrightarrow{j}} = -i.\frac{n.e^2}{m.\omega}.\underline{\overrightarrow{E}}$$

2. A l'aide des équations de Maxwell, on peut retrouver l'égalité

$$\mu_0.\frac{\partial \underline{\overrightarrow{j}}}{\partial t} + \frac{1}{c^2}.\frac{\partial^2 \underline{\overrightarrow{E}}}{\partial t^2} = \overrightarrow{\Delta}\underline{\overrightarrow{E}}$$

On en déduit alors

$$k^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - \frac{\mu_0.n.e^2}{m}$$

On définit une fréquence ω_p, dite fréquence plasma

$$\omega_p = \sqrt{\frac{\mu_0.n.e^2.c^2}{m}}$$

La propagation ne se fera que si k a une composante réelle, donc si $\omega > \omega_p$. Dans le cas contraire, l'onde sera evanescente.

3.

$$v_\varphi = \frac{c.\omega}{\sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}}$$

$$v_g = \frac{c}{\omega}.\sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}$$

4. $f_c = 9,2\ MHz$. $f_{radio} \ll f_c$ pour utiliser la ionosphère comme miroir, $f_{sat} \gg f_c$ pour assimiler la ionosphère à un milieu transparent