

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

$$\vec{j} = -i \cdot \frac{n \cdot e^2}{m \cdot \omega} \cdot \vec{E}$$

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

$$\mu_0 \cdot \frac{\partial \vec{j}}{\partial t} + \frac{1}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = \vec{\Delta} \vec{E}$$

On en déduit alors

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

On définit une fréquence  $\omega_p$ , dite fréquence plasma

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

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

3.

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

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

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