

**TD n°13 - Ondes électromagnétiques dans les milieux matériels - Application à la propagation d'ondes dans les plasmas**

## 1 Relation de dispersion d'une onde non plane

Une onde électromagnétique caractérisée par son champ électrique :

$$\vec{E} = E_0 \sin\left(\frac{\pi z}{\ell}\right) \cos(\omega t - kx) \vec{u}_y$$

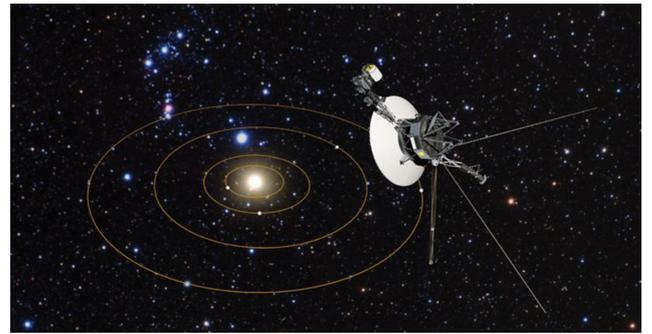
se propage dans le vide parallèlement à  $(Ox)$ .

Déterminer la relation de dispersion, la vitesse de phase et la vitesse de groupe de cette onde.

## 2 Résolution de problème - Propagation d'une onde dans le plasma interstellaire

La sonde Voyager 1 est l'une des deux sondes spatiales jumelles du programme spatial Voyager de la NASA lancées le 5 septembre 1977 pour étudier les planètes externes du Système solaire qui n'avaient jusque-là été observées qu'au moyen de télescopes situés sur Terre.

La sonde émet simultanément deux impulsions bleue et rouge à destination d'un satellite géostationnaire.



1. Estimer l'écart temporel entre les deux impulsions lors de la réception par le satellite.
2. Cet ordre de grandeur est-il le même lors de la transmission des mêmes flashes depuis le satellite vers la surface de la Terre ?

Données :

- Éloignement de la sonde Voyager 1 par rapport au soleil :  $L \simeq 20$  milliards de km.
- Densité du plasma interstellaire dans le système solaire :  $n_e \simeq 10^5 \text{ m}^{-3}$
- L'ionosphère est comprise entre les altitudes de 100 et 300 km environ.
- Densité électronique de l'ionosphère :  $n_e \simeq 10^{10} \text{ m}^{-3}$