

PLAN DU COURS

I / **Onde électromagnétique dans un plasma**

1. Un modèle simple de plasma
2. Conductivité électrique du plasma
3. Équation de propagation de l'onde électromagnétique
4. Plasma dans son domaine « réactif » ($\omega < \omega_p$)
5. Plasma dans son domaine de transparence ($\omega > \omega_p$)

II / **Onde électromagnétique dans un conducteur ohmique**

1. Cadre et hypothèses
2. Équation de propagation de l'onde électromagnétique
3. Relation de dispersion

III / **Réflexion et transmission d'une OPPH à l'interface entre deux milieux**

1. Cas général
2. Cas d'une interface vide-plasma
3. Cas d'une interface vide-conducteur ohmique

CAPACITÉS EXIGIBLES

1. OEM dans un plasma :
 - (a) Justifier la neutralité électrique locale du plasma en présence d'une onde transverse.
 - (b) Établir l'expression de la conductivité électrique complexe du plasma.
 - (c) Interpréter énergétiquement le caractère imaginaire pur de la conductivité électrique complexe du plasma.
 - (d) Établir la relation de dispersion des ondes planes progressives harmoniques transverses.
 - (e) Exprimer la vitesse de phase et la vitesse de groupe d'un paquet d'ondes dans le domaine de transparence du plasma.
 - (f) Interpréter la pulsation plasma comme une pulsation de coupure.
 - (g) Citer les caractéristiques d'une onde stationnaire évanescente.
 - (h) Justifier que, dans le domaine réactif, une onde électromagnétique harmonique ne transporte aucune puissance en moyenne.
2. OEM dans un conducteur ohmique :
 - (a) Identifier une analogie avec un phénomène de diffusion.
 - (b) Établir la relation de dispersion des ondes électromagnétiques dans un conducteur ohmique à basses fréquences.
 - (c) Associer l'atténuation de l'onde dans le milieu conducteur à une dissipation d'énergie.
 - (d) Estimer l'ordre de grandeur de l'épaisseur de peau du cuivre à différentes fréquences.
3. Aspects généraux de la dispersion et de l'absorption :
 - (a) Propagation unidimensionnelle d'une onde harmonique dans un milieu linéaire :
 - Identifier le caractère linéaire d'une équation aux dérivées partielles.

- Établir la relation de dispersion caractéristique d'un phénomène de propagation en utilisant des ondes de la forme $e^{j(kx \pm \omega t)}$.
 - Distinguer différents types de comportements selon la valeur de la pulsation.
- (b) Associer les parties réelle et imaginaire de \underline{k} aux phénomènes de dispersion et d'absorption.
- (c) Propagation d'un paquet d'ondes :
- Énoncer et exploiter la relation entre les ordres de grandeur de la durée temporelle d'un paquet d'onde et la largeur fréquentielle de son spectre.
 - Déterminer la vitesse de groupe d'un paquet d'ondes à partir de la relation de dispersion.
 - Associer la vitesse de groupe à la propagation de l'enveloppe du paquet d'ondes.
 - *Capacité numérique* : à l'aide d'un langage de programmation, simuler la propagation d'un paquet d'ondes dans un milieu dispersif et visualiser le phénomène d'étalement.
4. Réflexion et transmission d'une OPPH électromagnétique à l'interface entre deux milieux d'indices complexes \underline{n}_1 et \underline{n}_2 :
- (a) Exploiter la continuité admise du champ électromagnétique dans cette configuration pour obtenir l'expression des coefficients de réflexion et de transmission en fonction des indices complexes.
- (b) Utiliser les expressions des coefficients de réflexion et de transmission du champ électrique dans des situations variées.
- (c) Établir et interpréter les expressions des coefficients de réflexion et de transmission en puissance dans le cas d'une interface entre deux milieux diélectriques linéaires, homogènes, isotropes et transparents.