

## Table des matières

1	Objectifs pédagogiques de la LP	1
2	Objectifs et messages forts de la LP (disciplinaire)	1
3	Introduction générale de la leçon	1
4	Proposition de plan	1
4.1	Propagation d'une onde électromagnétique . . . . .	2
4.2	Paquets d'ondes et vitesses de groupe . . . . .	2
5	Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon	2
6	Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels	2
7	Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon	2
8	Questions	2
9	Critique des choix pédagogiques de la leçon	2

## 1 Objectifs pédagogiques de la LP

- ▷ Comprendre ce qu'est un plasma et ses spécificités
- ▷ Comprendre les interactions entre des ondes et ce milieu
- ▷ Voir ce que ces propriétés impliquent comme effet dans certains cas concrets (télécommunications)

## 2 Objectifs et messages forts de la LP (disciplinaire)

- ▷ Appréhender des ordres de grandeurs importants sur les propriétés d'un plasma (densité, pulsation plasma)
- ▷ Réussir à mener l'analyse d'une OPPM à partir des équations de Maxwell jusqu'à la relation de dispersion
- ▷ Utiliser les notions de vitesses de phase et de groupe pour voir les effets sur la dispersion

## 3 Introduction générale de la leçon

En 1901, Marconi établit la première communication transatlantique, une performance qui lui vaudra le prix nobel quelques années plus tard. Étant donné que dans un milieu homogène, une onde n'est sensé se propager qu'en ligne droite, les scientifiques ont cherchés à comprendre comment le signal avait pu s'affranchir de la sphéricité de la Terre pour atteindre l'autre côté de l'océan. L'hypothèse de couches réfléchissantes est alors posée, et sera développée pour finalement aboutir à l'existence d'une couche de l'atmosphère appelée ionosphère, un plasma qui permet la réflexion des ondes radios pour atteindre des endroits éloignés du globe. A travers cet exemple, nous allons essayer de comprendre les propriétés générales de l'interaction onde-plasma

## 4 Proposition de plan

## 4.1 Propagation d'une onde électromagnétique

- ▶ Cadre de l'étude
- ▶ Équations de Maxwell
- ▶ Relation de Dispersion
- ▶ Structure de l'onde

Transition didactique : Maintenant qu'on a pu étudier l'interaction d'une seule onde avec un plasma, on peut se placer dans un cadre plus proche d'une situation réelle, qui est l'interaction avec plusieurs ondes

## 4.2 Paquets d'ondes et vitesses de groupe

- ▶ Propagation de 2 ondes de fréquences voisines
- ▶ Généralisation au cas d'un paquet d'ondes

## 5 Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon

- ▷ Utilisation des plasmas dans des usages technologiques (traitement des matériaux, expériences sur la fusion...)
- ▷ Autres types d'ondes que les EM
- ▷ Détailler le cadre des télécommunications

## 6 Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels

- ▷ Être au clair sur les hypothèses, et savoir utiliser des ordres de grandeurs pertinents pour les justifier
- ▷ Le titre invite à étudier d'autres ondes que les EM, ou du moins à en parler en ouverture

## 7 Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon

- ▷ Pulsation plasma de la ionosphère et fréquences pouvant passer ou être réfléchies ==> Comparaison pour différentes radios
- ▷ Information qu'il est possible de transmettre sans l'endommager

## 8 Questions

- ▷ Comment peut-on faire un plasma en pratique? - Chauffage, ionisation, basses densité (effets entropiques), hautes densités
- ▷ Trou dans la ionosphère à cause d'une fusée en 2017, quels ont été les effets? - Des Américains se sont perdus à cause des perturbations du signal GPS
- ▷ Couronne Solaire? - Plasma à plusieurs millions de Kelvins à proximité du Soleil, mais pas à sa surface

## 9 Critique des choix pédagogiques de la leçon

Il est dommage de passer du temps sur les notions de vitesse de groupe et de paquets d'onde pour ne pas en faire grand chose derrière. Le principe est intéressant et rentre bien dans la leçon mais nécessite de l'exploiter plus en détail derrière pour le justifier

Les hypothèses faites (plasma peu denses, pas de champ B), sont restrictives et ne permettent pas l'analyse de beaucoup de systèmes, en plus d'être discutables dans le cadre de la ionosphère. Il est sans doute pertinent d'au moins aborder un cas plus complexe où l'on ne fait pas ces hypothèses simplificatrices

Il est également possible et judicieux de traiter un autre type d'onde, comme les ondes de choc. Tout n'est évidemment pas possible en 40 minutes mais faire des choix comme ceux-ci peuvent rendre la leçon plus riche

- BONNE PRÉPARATION -