

## PLAN DU COURS :

## FILTRAGE :

Tout type d'exercices sur le filtrage.

## ONDES : PROPAGATION, INTERFERENCES, ONDES STATIONNAIRES

1. Exemples de signaux :
  - 1.1 Différents types de signaux.
  - 1.2 Signal sinusoïdal. Représentation.
  - 1.3 Analyse spectrale : introduction qualitative, exemples de spectres (sons produits par quelques instruments de musique).
2. Ondes progressives :
  - 2.1 Introduction expérimentale. Simulations. Limites du modèle : propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et sans absorption.
  - 2.2 Forme générale de la fonction d'onde : onde progressive à  $x$  croissant, onde progressive à  $x$  décroissant. Activité et exercice sur les ondes progressives.
3. Onde progressive sinusoïdale.
  - 3.1 Présentation. Double périodicité, vitesse de phase.
  - 3.2 Pulsation, fréquence et période.
  - 3.3 Longueur d'onde, vecteur d'onde.
  - 3.4 Déphasage entre deux signaux et propagation.

## Questions de cours :

Etablir, de façon argumentée, les expressions générales d'une fonction d'onde pour une onde progressive à  $x$  croissant ou à  $x$  décroissant.

Exprimer la fonction d'onde pour une onde progressive harmonique. En déduire la relation entre pulsation et période temporelle. A partir de la fonction d'onde, exprimer la longueur d'onde en fonction de la fréquence et de la célérité.

4. Interférences entre deux ondes de même fréquence.
  - 4.1 Expérience sur le cas de deux ondes acoustiques (ultrasons).
  - 4.2 Méthode graphique : représentation de Fresnel. Conditions d'interférences constructives ou d'interférences destructives.
  - 4.3 Calcul d'interférence : par la méthode de Fresnel ; par le calcul avec la notation complexe. Méthode trigonométrique sur le cas d'interférences de deux ondes de mêmes amplitudes.
  - 4.4 Interférences lumineuses ; exemple du dispositif des trous de Young.  
Différence de chemin optique, conditions d'interférences, Formule de Fresnel. Expression des conditions d'interférence : différence de phase, différence de marche, ordre d'interférence.
5. Phénomène de battements.  
Observation. Justification théorique sur le cas de deux signaux de même amplitude, période de battements. Détermination de la fréquence de battements. Justification par une construction géométrique (vecteurs de Fresnel).

## Questions de cours :

Etablir, à partir d'une représentation graphique, les conditions d'interférences constructives et d'interférences destructives.

Sur le cas de deux ondes de même amplitude, à l'aide d'une formule trigonométrique, établir l'expression de l'amplitude d'un signal traduisant l'interférence entre deux ondes et l'interpréter.

A partir de la représentation complexe associée à deux ondes synchrones, établir la formule de Fresnel traduisant l'interférence de ces ondes, en termes d'amplitude.

Formule de Fresnel en intensité lumineuse.

Conditions d'interférences : exprimer ces conditions en termes de différence de phase, de différence de marche, d'ordre d'interférence, sur le cas des interférences constructives et des interférences destructives.

Etablir la relation entre la période de battements et les fréquences des deux signaux à l'origine de ce phénomène

<b>1.5. Filtrage linéaire</b>	
Signaux périodiques.	<p>Analyser la décomposition fournie d'un signal périodique en une somme de fonctions sinusoïdales.</p> <p>Définir la valeur moyenne et la valeur efficace d'un signal.</p> <p>Établir par le calcul la valeur efficace d'un signal sinusoïdal.</p> <p>Interpréter le fait que le carré de la valeur efficace d'un signal périodique est égal à la somme des carrés des valeurs efficaces de ses harmoniques.</p>
Fonction de transfert harmonique. Diagramme de Bode.	<p>Tracer le diagramme de Bode (amplitude et phase) associé à une fonction de transfert d'ordre 1.</p> <p>Utiliser une fonction de transfert donnée d'ordre 1 ou 2 (ou ses représentations graphiques) pour étudier la réponse d'un système linéaire à une excitation sinusoïdale, à une somme finie d'excitations sinusoïdales, à un signal périodique.</p> <p>Utiliser les échelles logarithmiques et interpréter les zones rectilignes des diagrammes de Bode en amplitude d'après l'expression de la fonction de transfert.</p> <p><b>Mettre en œuvre un dispositif expérimental illustrant l'utilité des fonctions de transfert pour un système linéaire à un ou plusieurs étages.</b></p>
Modèles de filtres passifs : passe-bas et passe-haut d'ordre 1, passe-bas et passe-bande d'ordre 2.	<p>Choisir un modèle de filtre en fonction du cahier des charges.</p> <p>Expliciter les conditions d'utilisation d'un filtre en tant que moyennneur, intégrateur, ou dérivateur.</p> <p>Expliquer l'intérêt, pour garantir leur fonctionnement lors de mises en cascade, de réaliser des filtres de tension de faible impédance de sortie et forte impédance d'entrée.</p> <p>Expliquer la nature du filtrage introduit par un dispositif mécanique (sismomètre, amortisseur, accéléromètre, etc.).</p> <p><b>Étudier le filtrage linéaire d'un signal non sinusoïdal à partir d'une analyse spectrale.</b></p> <p><b>Détecter le caractère non linéaire d'un système par l'apparition de nouvelles fréquences.</b></p> <p><u>Capacité numérique</u> : simuler, à l'aide d'un langage de programmation, l'action d'un filtre sur un signal périodique dont le spectre est fourni. Mettre en évidence l'influence des caractéristiques du filtre sur l'opération de filtrage.</p>
Filtres actifs en électronique.	<p>Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse comme un indice de fonctionnement en régime</p>

Modèle de l'ALI idéal en régime linéaire.	<p>linéaire.</p> <p>Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur, intégrateur.</p> <p>Déterminer les impédances d'entrée de ces montages.</p> <p><b>Mettre en œuvre un filtre actif.</b></p>
---	--

<b>1.6. Propagation d'un signal</b>	
Exemples de signaux. Signal sinusoïdal.	Identifier les grandeurs physiques correspondant à des signaux acoustiques, électriques, électromagnétiques.
Approche qualitative de la superposition de deux signaux sinusoïdaux de fréquences voisines. Battements.	<b>Déterminer une différence de fréquences à partir d'enregistrements de battements ou d'observation sensorielle directe.</b>
<b>Propagation d'un signal dans un milieu illimité, non dispersif et transparent</b> Onde progressive dans le cas d'une propagation unidimensionnelle non dispersive. Célérité, retard temporel.	Écrire les signaux sous la forme $f(x-ct)$ ou $g(x+ct)$ . Écrire les signaux sous la forme $f(t-x/c)$ ou $g(t+x/c)$ . Prévoir, dans le cas d'une onde progressive, l'évolution temporelle à position fixée, et l'évolution spatiale à différents instants.
Modèle de l'onde progressive sinusoïdale unidimensionnelle : Vitesse de phase, déphasage, double périodicité spatiale et temporelle.	Citer quelques ordres de grandeur de fréquences dans les domaines acoustique, mécanique et électromagnétique. Établir la relation entre la fréquence, la longueur d'onde et la vitesse de phase. Relier le déphasage entre les signaux perçus en deux points distincts au retard dû à la propagation. <b>Mesurer la vitesse de phase, la longueur d'onde et le déphasage dû à la propagation d'un phénomène ondulatoire.</b>
Milieux dispersifs ou non dispersifs.	Définir un milieu dispersif. Citer des exemples de situations de propagation dispersive et non dispersive.
<b>Phénomène d'interférences.</b> Interférences entre deux ondes acoustiques ou mécaniques de même fréquence.	Exprimer les conditions d'interférences constructives ou destructives. Déterminer l'amplitude de l'onde résultante en un point en fonction du déphasage. <b>Mettre en œuvre un dispositif expérimental pour visualiser le phénomène d'interférences de deux ondes.</b>
Interférences entre deux ondes lumineuses de même fréquence. Exemple du dispositif des trous d'Young éclairé par une source monochromatique. Différence de chemin optique. Conditions d'interférences constructives ou destructives. Formule de Fresnel.	Relier le déphasage de deux ondes à la différence de chemin optique. Établir l'expression littérale de la différence de chemin optique entre les deux ondes. Exploiter la formule de Fresnel fournie pour décrire la répartition d'intensité lumineuse. <b>Mettre en œuvre le dispositif expérimental des trous d'Young avec une acquisition numérique d'image.</b>