

LP33 : Interférences à 2 ondes en optique

Messages à faire passer dans la leçon :

- **Spécificité des interférences avec la lumière** : moyenne temporelle par des détecteurs...
- **Définition dans le cas idéal** (point source monochromatique), **puis présentation des fortes contraintes en pratique** (cohérence temporelle et spatiale)
- Méthodo : calcul de différence de marche ; somme d'éclairements de sources incohérences
- **Les interférences c'est utile dans la vraie vie** : lecture de CDs, instruments en aéronautique [1], mesures très précises de longueur, vitesse, spectro... **et aussi dans les fondamentaux de la physique** (dualité onde-corpuscule).

Remarque : Leçon longue dans laquelle il faut présenter les interférences ET beaucoup parler de cohérence... Il ne faut pas traîner et avoir un discours bien fluide... (les transparents ça aide bien).

Remarques concernant les programmes :

Les élèves ont qq notions de diffraction et interférences en optique depuis le lycée. En sup ils n'ont fait que de l'optique géométrique. J'ai choisi de placer ma leçon en spé après la séquence sur l'EM. Dans les programmes ce cours est celui suivant l'introduction au modèle scalaire de la lumière. Il précède la LP34 sur les interféromètres à division d'amplitude.

Plan choisi :

Introduction : définition, intérêts en optique, expérience des fentes d'Young avec laser

I- Obtention d'interférences (~23 min)

- A/ Que voit-on ?* détecteurs avec tps de réponse, moyenne temporelle, intensité moyenne [1]
- B/ Superposition de 2 ondes* : cas basique, calcul de I, conditions d'interférences visibles, expression du déphasage, formule de Fresnel, contraste [2]
- C/ Etude des dispositifs interférentiels* : division front d'onde VS division d'amplitude [4], méthode d'étude d'un système, calcul et figure d'interférence pour les trous d'Young [3]

II- Sources non monochromatiques : cohérence temporelle (~17 min)

- A/ Sources réelles* : origines d'une distribution spectrale élargie [4]
- B/ Etude temporelle : les trains d'onde* : idée et conséquences sur la différence de marche, temps et longueur de cohérence, ODG [1, 4]
- C/ Etude fréquentielle : méthode de calcul* : l'interfrange dépend de la fréquence (schéma), calcul dans le cas d'un spectre rectangulaire (avec le sinus cardinal), figure d'interférence et conditions de bon contraste, expérience avec les fentes d'Young en lumière blanche (puis ouverture au III : brouillage lorsqu'on élargit la fente). [4]

III- Sources étendues : cohérence spatiale (~10 min)

- A/ Des trous aux fentes : phénomène plus lumineux* : expliqué avec la différence de marche qui ne change pas [1]
- B/ Elargissement des fentes : brouillage* : cette fois la différence de marche change, calcul en découpant la fente en bandelettes, figure d'interférence et condition de bon contraste, application à la mesure de diamètre angulaire des étoiles. [1,3,4]

Ouverture : nombreuses applications des fentes d'Young

Remarques : le calcul avec le sinus cardinal n'est plus marqué explicitement dans le programme. Mieux vaut tout interpréter avec les ordres d'interférence (« critère semi-quantitatif ») [4]. Ça permet de gagner du temps pour traiter plus en détail les applications et faire plus d'expériences. La notion de cône de cohérence pourrait aussi être abordée. Dire un mot sur la diffraction lorsqu'on introduit les trous d'Young.

Applications traitées :

- Trous et fentes d'Young
- Mesure du diamètre angulaire des étoiles

Applications qui auraient pu être traitées :

- Michelson (notamment avec la cohérence [5])
- Bulles de savon / arc-en-ciel en intro (attention aux questions !) [5]
- Miroir de Fresnel ou autre (mais que historiques...)
- lecture de CDs [3]
- Mesure de l'indice d'un gaz [4]

Expériences présentées :

- Fentes d'Young avec laser [3]
- Fentes d'Young avec lumière blanche et fente d'épaisseur variable [3]

- On aurait pu faire les fentes d'Young avec une barrette CCD et un ordi pour mieux voir les effets de la cohérence (filtre, largeur de la fente...) [5]

Bibliographie et remarques bibliographiques :

- [1] **Taillet**, Optique physique : bonnes interprétations, du niveau agreg
- [2] **Pérez**, Optique : tous les calculs et les idées
- [3] **Bellier**, Physique expérimentale aux ccrs de l'enseignement, (tome avec l'optique) : manips et calculs bien menés
- [4] **Brévec, HPrépa**, Optique ondulatoire 2^e année : bonnes interprétations
- [5] **Sextant**, Optique expérimentale : théorie des interférences (mais manips avec le Michelson), qq manips de cohérence avec une barrette CCD.

Remarques importantes des rapports de jury :

- Exposer clairement les contraintes particulières que l'optique impose aux dispositifs interférentiels par rapport à d'autres domaines
- Parler de cohérence et de ces limites
- Réfléchir à l'opération de moyenne faite par le détecteur, qq odg