

Larbi BOUAMAMA

COURS D'OPTIQUE COHERENTE

535-02.1

Office des Publications Universitaires

INTRODUCTION GENERALE.....	5
CHAPITRE 1: DUALITE ONDE-CORPUSCULE.....	7
1.1. Introduction.....	7
1.2. Nature de la lumière.....	7
1.2.1. Effet corpusculaire de la lumière.....	8
1.2.2. Effet ondulatoire de la lumière.....	9
1.2.2.1. Notion d'onde.....	9
1.2.2.2. Equation de propagation d'une onde.....	10
1.2.2.3. Classification des ondes.....	11
1.2.2.4. Onde monochromatique.....	12
1.2.3. Ondes électromagnétiques (O.E.M.) et ondes lumineuses.....	13
1.2.3.1. Présentation de l'onde lumineuse monochromatique.....	14
1.2.3.2. Energie transportée par une onde lumineuse (ou une O.E.M.).....	15
1.2.3.3. Réflexion et réfraction d'une onde lumineuse monochromatique plane.....	16
CHAPITRE 2: POLARISATION.....	21
2.1. Différence entre lumière naturelle et lumière polarisée.....	21
2.2. Polarisation rectiligne.....	21
2.3. Polarisation circulaire.....	22
2.4. Polarisation elliptique.....	23
2.5. Différents procédés de polarisation de la lumière.....	24
2.5.1. Polarisation par réflexion.....	24
2.5.2. Polarisation par biréfringence.....	24
2.5.2.1. Polarisation par biréfringence naturelle.....	24
2.5.2.2. Polarisation à l'aide des lames quart ou demi longueur d'onde.....	25
2.5.2.3. Polarisation par biréfringence accidentelle.....	26
2.5.3. Polarisation à l'aide des polariseurs.....	26
CHAPITRE 3: interférences LUMINEUSES.....	27
3.1. Définition.....	27
3.2. Conditions d'interférence.....	28
3.2.1. Notion de cohérence.....	28
3.2.1.1. Notion de cohérence temporelle.....	29
3.2.1.2. Notion de cohérence spatiale.....	30
3.2.1.3. Définition générale de la cohérence.....	30
3.3. Interférence de deux ondes monochromatiques issues d'une source ponctuelle.....	31
3.4. Dispositifs expérimentaux permettant l'observation des interférences.....	35
3.4.1. Dispositifs à franges non localisées.....	36
3.4.2. Dispositifs à franges localisées.....	38
3.4.3. Les interféromètres.....	40
CHAPITRE 4: Diffraction.....	43
4.1. Définition.....	43
4.2. Principe d'Huygens-Fresnel.....	43
4.3. Traitement mathématique de la diffraction.....	44
4.3.1. Diffraction de Fraunhofer.....	45
4.3.1.1. Diffraction par quelques formes géométriques particulières.....	46
4.3.1.2. Diffractions par deux fentes fines.....	49
4.3.1.3. Diffractions par plusieurs fentes fines.....	51

CHAPITRE 5: HOLOGRAPHIE	55
5.1. Introduction	55
5.2. Fondements de l'holographie	56
5.2.1. Equations de base	56
5.2.2. Différents types d'hologrammes	57
5.3. L'holographie en tant que technique expérimentale	61
5.3.1. Equipement holographique	61
CHAPITRE 6: INTERFEROMETRIE HOLOGRAPHIQUE	65
6.1. Introduction	65
6.2. Différentes techniques d'interférométrie holographique	66
6.2.1. Méthode à double exposition	66
6.2.2. Holographie sandwich	67
6.2.3. Holographie en temps réel	67
6.2.4. Technique à multiple expositions	68
6.2.5. Technique en temps moyenné	69
6.3. Formation de franges en interférométrie holographique pour les objets diffusants et réfléchissants	69
6.3.1. Relation principale de l'interférométrie holographique	69
6.3.2. Localisation des franges	71
6.3.3. Visibilité des franges	74
6.4. Interprétation des interférogrammes holographiques	75
6.4.1. Méthodes d'interprétation visuelle	75
6.4.2. Méthodes d'interprétation à partir de la distribution de phase	78
6.4.2.1. Méthode de décalage de phase	81
6.4.2.2. Méthode d'hétérodynage temporel	81
6.4.2.3. Application des méthodes de reconnaissance	82
BIBLIOGRAPHIE	85

INTRODUCTION GENERALE

L'optique qui était une branche de la physique ancienne, s'est développée au fil des temps pour conquérir un espace autonome et devenir une science à part entière.

Elle couvre l'optique physique, l'optique instrumentale, l'optique cristalline, la photonique, la physique des lasers et tant d'autres domaines de l'optique.

L'optique cohérente regroupe les domaines théoriques et pratiques où la cohérence de la lumière est un paramètre exigé.

Automatiquement, il est impossible de toucher à tous les aspects de cette branche du fait de son étendue assez large, mais on essaye de présenter les éléments essentiels qui permettent aux intéressés par l'optique cohérente d'y pouvoir s'introduire et utiliser les multitudes d'opportunités que leur permet cette branche en terme de connaissances et d'applications.

Il est alors indispensable au départ, de connaître l'une des natures de manifestations de cette lumière. Elle se comporte comme une onde qui se propage avec une vitesse dite vitesse de la lumière et en se répétant identiquement à elle-même à des distances identiques dites longueurs d'onde. C'est d'ailleurs cette nature ondulatoire confirmée par ses manifestations phénoménales mêmes, qui a orienté les scientifiques à chercher une explication à ce genre de comportement.

Ainsi le premier chapitre est consacré à l'explication de cette nature en commençant par présenter le comportement dual (corpuscule – onde), en accentuant sur l'effet ondulatoire qui constitue la base de tous les phénomènes présentés dans le reste des chapitres. Ce chapitre présente donc les différentes caractéristiques de l'onde lumineuse et son comportement à travers les différents milieux matériels.

Le second chapitre est consacré à l'explication de la notion de polarisation de la lumière. La présentation d'un tel phénomène doit automatiquement passer par le comportement vectoriel de la lumière et la manière de dissocier et de reconstituer les composantes d'un vecteur. Les trois types de polarisation sont ensuite présentés, pour finir par présenter les techniques expérimentales de production de telles polarisations.

Le troisième chapitre est consacré à un autre phénomène de la lumière qui est l'interférence. Il est évident de commencer par les conditions d'observation de ce phénomène où la cohérence constitue la condition primordiale; pour entamer ensuite les différents dispositifs permettant l'obtention des différents types de franges.

Le quatrième chapitre est consacré à un autre phénomène propre à la lumière qui est la diffraction. On commence par définir d'abord le phénomène, pour présenter ensuite son

traitement mathématique en se limitant au cas le plus simple, la diffraction de Fraunhofer. On finit par aborder la notion de réseau de diffraction.

Le cinquième chapitre est consacré à une application directe de tous les phénomènes précédents à savoir polarisation, interférence et diffraction, qui est l'holographie.

On commence par un petit historique sur l'apparition de la technique, on présente ensuite ses différentes configurations, les différents types d'hologrammes et les conditions expérimentales nécessaires à sa réalisation.

Le dernier chapitre est consacré toujours à l'holographie, mais sous une forme à exploitation scientifique et industrielle, c'est donc l'interférométrie holographique. On présente dans ce chapitre les différentes techniques d'interférométrie holographique, la manière dont les franges sont observées et interprétées.

Le manuscrit est terminé par une bibliographie permettant au lecteur d'enrichir selon ses désirs l'une ou l'autre des parties présentées.

Enfin il m'est nécessaire de présenter les vifs remerciements aux étudiants qui m'ont permis au fil des années d'enrichir et de focaliser au mieux, ce document pour le rendre plus succinct et objectif, et au Professeur Bouafia qui a bien voulu accepter de relire le document.