

L'holographie

Freddy Brouillard et Alain Cornet

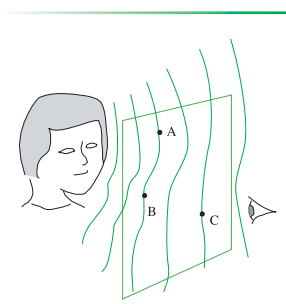
ou l'enregistrement complet ($\sigma\lambda\sigma\sigma$) d'une onde lumineuse permettant sa restitution avec le relief et la perspective

Pour être complet,

l'enregistrement de l'onde lumineuse (supposée monochromatique) diffusée par l'objet à travers une fenêtre d'observation doit contenir toute l'information véhiculée par cette onde, c'est-à-dire, en chaque point (A, B, C...) de la fenêtre,

- l'amplitude locale de l'onde et
- sa direction locale de propagation

L'amplitude est univoquement reliée à l'intensité de l'onde et



l'on sait depuis longtemps comment l'enregistrer (émulsion argentique, par exemple).

L'enregistrement de la direction locale est, par contre, moins évident.

Il n'est possible qu'en faisant interférer l'onde à enregistrer avec une autre onde dont la direction est bien définie (onde

plane) et qu'on appelle « onde de référence ».

On va voir comment l'interférence avec l'onde de référence permet d'enregistrer, dans une émulsion photographique, à la fois l'amplitude et la direction locales de l'onde... et de restituer ultérieurement celle-ci.

L'interférence de deux ondes planes

Lorsque deux ondes planes se croisent, il se crée dans la zone de recouvrement une structuration spatiale de l'intensité lumineuse, formant une succession de plans alternativement clairs et obscurs, parallèles entre eux et perpendiculaires aux plans qui forment les directions de propagation des deux ondes.

Situation instantanée

Lignes rouges : plans où le champ dans une onde est maximum

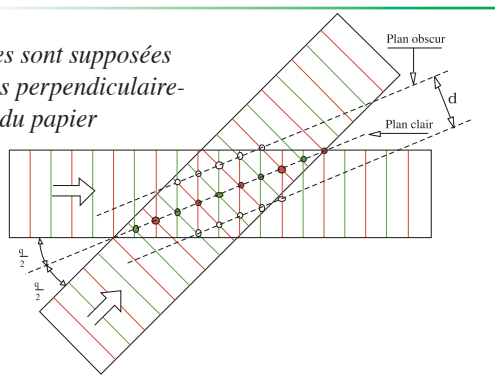
Lignes vertes : plans où le champ dans une onde est minimum

Points rouges : le champ résultant est maximum

Points verts : le champ résultant est minimum

Points blancs : le champ résultant est nul

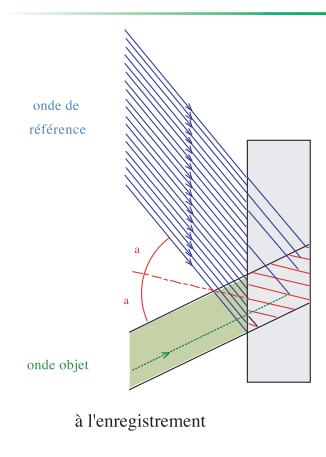
NB. : les ondes sont supposées être polarisées perpendiculairement au plan du papier



Les plans où, dans la figure, se trouvent les points verts et rouges sont des plans clairs. Ceux dans lesquels se trouvent les points blancs sont des plans obscurs. Ces plans restent fixes lors de la propagation des ondes. On montre qu'ils sont alignés sur la directrice de l'angle (θ) entre les directions des deux ondes.

L'interférence dans l'émulsion photographique

- éclairée simultanément par une onde « objet » plane et l'onde de référence



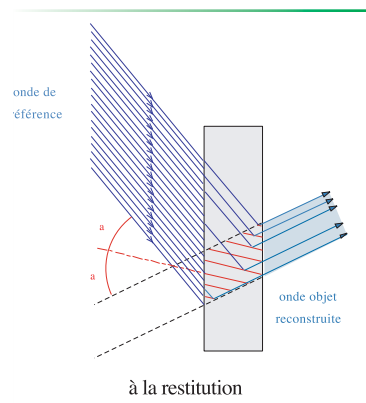
L'onde « objet » et l'onde référence se croisent dans l'émulsion, y créant un jeu de plans alternativement clairs et obscurs alignés suivant la bissectrice de l'angle (2α) entre les directions des deux ondes.

Après développement de l'émulsion, de l'argent est présent dans les plans clairs qui deviennent ainsi autant de miroirs, capables de réfléchir (faiblement) la lumière qui les éclaire.

Dès lors, lorsque l'émulsion développée est éclairée par l'onde de référence, les réflexions sur les plans d'argent créent une onde qui émerge de l'émulsion dans la direction qui était celle de l'onde « objet ».

Pour que cette onde soit intense, il faut que les ondes réfléchies

s'additionnent, c'est-à-dire qu'elles soient en phase les unes avec les autres; pour cela, il faut que la différence des chemins parcourus par les ondes réfléchies sur deux plans voisins soit égale à la longueur d'onde.



Cette condition est satisfaite si la lumière utilisée à la restitution a mêmes longueur d'onde

et direction que celles de la lumière utilisée pour produire l'hologramme.



Pour consulter ces pages,
nous vous invitons à vous référer
au livre de l'exposition

"La lumière dans tous ses Eclats"

Bonne lecture