

FICHE PEDAGOGIQUE

« Le principe de l'holographie »

L'holographie du visible est un procédé de photographie en trois dimensions utilisant les propriétés de la lumière cohérente issue des lasers.

On produit un hologramme en éclairant un objet par une source de lumière cohérente (laser) et en enregistrant sur une surface sensible (par exemple, une plaque photographique) les franges d'interférences obtenues en combinant l'onde émise par la source laser (onde de référence) et l'onde réfléchi par l'objet. Lors de la « restitution » de l'image holographique, l'hologramme est éclairé par un laser et il agit alors comme un réseau de diffraction, pour former une image en relief de l'objet initial. Un avantage de cette technique est que chaque morceau d'hologramme peut restituer la même image que l'hologramme entier, nettement mise à part, même si l'on a cassé la plaque. Au lieu d'être produit à partir d'un objet réel, un hologramme peut être aussi calculé par un ordinateur à partir d'une image de synthèse en 3D.

Technique

- Enregistrement d'un hologramme :

Pour enregistrer un hologramme, il faut parvenir à coder sur un support l'amplitude et la phase de la lumière issue de l'objet considéré. Pour cela, on fait interférer deux faisceaux cohérents sur une plaque photographique. Le premier faisceau, appelé *onde de référence*, est envoyé directement sur la plaque. Le second, appelé *onde objet*, est envoyé sur l'objet à photographier, qui diffuse cette lumière en direction de la plaque photographique. La figure d'interférences ainsi formée contient toutes les informations concernant l'amplitude et la phase de l'onde objet, c'est-à-dire la forme et la position de l'objet dans l'espace.

Puisqu'il fait intervenir un phénomène d'interférences, l'enregistrement holographique n'est possible que si la lumière utilisée est cohérente, c'est-à-dire :

- Monochromatique
- En phase
- Directive

La seule source de lumière qui répond à ces exigences est le laser.

- Réalisation d'un hologramme :

Matériel

- Plaques de film holographique PFG-03M pour professionnels
- Laser holographique rouge. Les instructions ci-dessous supposent l'utilisation du laser (4mW, 650nm) fabriqué par Integraf Holography, parce qu'il a une lentille réglable. Si votre laser n'a pas de lentille réglable, vous aurez besoin d'obtenir une lentille externe (dilatateur de faisceau).

- Trousse JD-4 de traitement holographique, trousse qui regroupe tous les produits chimiques nécessaires
- Agent mouillant Photoflo (facultatif)

Déroulement

- **Définissez l'emplacement de votre laboratoire.** Choisissez une table lourde ou un comptoir dans une pièce obscure exempte de bruit, de vibrations, de courants d'air et sans petits mouvements (planchers qui craquent, etc.) Si vous ne disposez pas d'une table lourde, le plancher en béton du sous-sol fera bien l'affaire.
- **Préparez l'objet à holographier en le plaçant en toute sécurité sur la table lourde.** Si vous avez un tapis de souris d'ordinateur ou un bac de sable, placez l'objet dessus. Cela aidera à amortir les vibrations éventuelles.
- **Placez votre diode laser (ou pointeur laser) à une distance d'environ 30cm de l'objet et la coincer avec une pince à linge ensuite fixez la pince à linge à l'aide d'une tige plantée dans une tasse remplie de sel ou de sucre.**
- Si la diode laser a une lentille réglable, retirer cette lentille et placer le laser de telle sorte que son faisceau s'étale horizontalement en une forme elliptique (comme la forme d'une miché de pain).
- Si votre laser n'a pas de lentille réglable, fixez une lentille optique de divergence à l'aide d'une autre pince à linge et d'une autre tasse remplie de sel de sorte que le faisceau laser répande la lumière à travers la lentille de divergence.
- **Placer le laser de manière à éclairer l'objet complètement.**
- **Éteindre toutes les lumières.** Vous pouvez utiliser une veilleuse placée sous la table ou même entrouvrir la porte légèrement pour voir dans la pièce obscure. Empêcher toute lumière directe d'atteindre le système d'holographie. La pièce devrait être suffisamment sombre pour qu'on ne puisse pas y lire.
- **Empêcher la lumière du laser d'atteindre l'objet en utilisant un livre.** Le livre servira comme l'obturateur d'un appareil photo.
- **Retirer une plaque holographique de sa boîte dans la partie la plus sombre de la salle et l'appuyer soigneusement contre l'objet.** Attendre 10 à 20 secondes pour laisser le temps à la plaque de se stabiliser contre l'objet.
- **Soulever doucement l'«obturateur» d'un centimètre par rapport à la table, tout en continuant à empêcher la lumière laser d'atteindre la plaque et attendre quelques secondes pour laisser le temps aux vibrations de s'atténuer.**
- **Soulever l'obturateur complètement pour exposer la plaque holographique et l'objet pendant environ 10 secondes.**
- **Bloquer la lumière laser à nouveau en replaçant le livre sur la table.**
- **Traiter la plaque en suivant les instructions qui accompagnent la trousse de traitement holographique.** Ce processus dure environ 3-5 minutes au total. Pour réaliser des hologrammes élémentaires, le processus de développement est en fait assez simple :

- ✓ Mélanger les composés photochimiques en poudre sèche avec de l'eau distillée en bouteille pour former deux solutions : le révélateur et le bain de blanchiment.
 - ✓ Tremper et remuer la plaque dans le révélateur pendant 20 secondes
 - ✓ Rincer dans l'eau pendant 30 secondes
 - ✓ Tremper et remuer la plaque dans le bain de blanchiment pendant 20 secondes
 - ✓ Rincer dans l'eau pendant 30 secondes
 - ✓ Sécher avec un sèche-cheveu
- **Sécher la plaque holographique verticalement.** Une façon simple de le faire est de placer la plaque sur une serviette en papier puis de l'appuyer contre un mur. Si le temps est limité, vous pouvez soigneusement souffler de l'air chaud sur la plaque holographique en utilisant un sèche-cheveu à partir d'une distance d'au moins un pied (30cm). Éviter les températures élevées.
 - **Après séchage complet, examinez votre hologramme à l'aide d'une source lumineuse ponctuelle comme celle d'un projecteur, d'une lampe de poche, d'une lampe à diode électroluminescente (LED) éclairage blanc ou du soleil.** Braquez le projecteur sous le même angle que celui du faisceau laser qui a servi à l'exposition de la plaque. Vous ne pouvez pas utiliser des sources de lumière diffuse comme les lampes dépolies et les lampes fluorescent.

Une 2ème expérience est faisable, encore plus simple cette fois :

Il vous faudra seulement :

- ✓ Une feuille de plastique transparente, assez rigide et brillante
- ✓ Un cutter
- ✓ Un crayon à papier
- ✓ Du ruban adhésif
- ✓ Une tablette type iPad

Première – et unique – difficulté : se souvenir de ses cours de géométrie pour dessiner, sur la feuille de plastique, un patron à découper afin de fabriquer la pyramide à ces dimensions : La base est de 10cm, la hauteur est de 8,5cm, à 7cm de la base il faudra faire un de 2cm reliant les deux côtés pour couper la pointe de la pyramide

Certains découperont les quatre triangles séparément, en les assemblant par la suite avec du ruban adhésif (solution un tantinet moins « pro » dans le rendu). D'autres préféreront la découper tout d'un bloc, comme nous, privilégiant l'art délicat du pliage.

Il faut découper quatre triangles dans une feuille de plastique transparent pour créer la pyramide. La pyramide n'a pas de base, et sa pointe est coupée.

Reste ensuite à trouver l'animation à afficher sur la tablette, qui se reflétera sur les faces de notre pyramide pour créer l'hologramme. Rien de plus simple : il suffit de taper quelques combinaisons de mots-clés type « hologram » , « pyramid » et « holho » sur YouTube pour en dénicher quelques-unes. Elles affichent quatre côtés d'une animation, qui, une fois reflétés sur chaque face de la pyramide, donnent l'illusion de la 3D.

Arrive alors le moment de vérité : nous posons la pyramide retournée au centre de la vidéo. Appuyons sur « play ». Et soudain, la magie opère

Pensez à éteindre la lumière pour un meilleur rendu.

Prévoyez quelques heures devant vous pour essayer toutes les vidéos que vous trouverez sur la Toile. Certaines proposent des animations inversées, il faut donc poser sa tablette au-dessus de la pyramide, comme c'est le cas dans la vidéo de Sangoku.

Défi réussi ! A noter toutefois : le mot hologramme est ici un abus de langage. Au sens strict, la création d'un hologramme demande l'usage d'un faisceau laser, là où notre bricolage se contente de refléter de la lumière.

Réalisation : Jean-Pierre ROZELOT, *président* et Dave LOLLMAN, *vice-président*