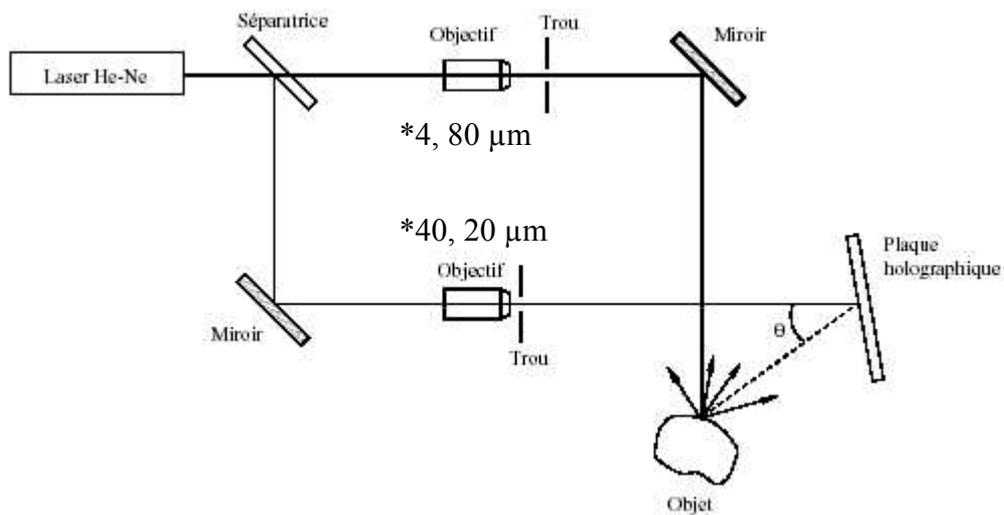


Enregistrement d'un hologramme en transmission (visible en lumière laser uniquement) (notice courte)

ATTENTION : NE PAS MODIFIER LE MONTAGE SANS AUTORISATION !!!

Voir le rapport de stage et de projet des étudiants de L3P, ou la notice Phywe pour un descriptif complet de cette manip.



(le montage a été réalisé dans l'autre sens : le laser est à droite dans la photo ci-dessous)



Matériel (points rouges, marqués T : matériel spécifique pour l'holographie en transmission) :

- **Laser HeNe** Melles Griot 05-LHR-151 (633 nm, 5mW, non polarisé) ; l'alimentation du laser est partagée avec le montage « holo en réflexion »
- **1 lame séparatrice 50/50**
- **2 filtres spatiaux :**
 - faisceau objet : objectif *4 et trou de 80 μm
 - faisceau de référence : objectif *40 et trou de 20 μm
- **2 miroirs plans orientables**
- **Supports** pour plaque et objet à holographier
- **Plaques PFG-01** : fournisseur ABSYS (156 €HT la boîte de 30 plaques, soit 6 €TTC la plaque). La doc de ces plaques est disponible sur le site internet d'ABSYS. On a également testé les plaques BB640 mais elles paraissent moins sensibles. Les plaques doivent être conservées au frais (dans le bac du frigo en chimie).
- **Produits de développement** : (ceux conseillés par ABSYS ne sont pas disponibles dans le commerce, il faut les fabriquer soi-même)

Révéléateur (couleur légèrement brune) : On a testé différents produits : **Kodak D19** (on n'en trouve plus) ou **Réfinal** (donné par Pascale Favier, lycée Argouges) ou dernièrement **Dokumol de Teteral** (acheté à Studio Givet, bd Gambetta Grenoble, 2€30 les 100ml, à diluer 5 fois).

Fixateur (incolore) : le type de fixateur a moins d'importance. On a utilisé un produit Ilford et acheté de l'Agefix chez Givet (1€90 pour 125 ml à diluer 5 fois, non encore testé)

Bain d'arrêt : entre le révélateur et le fixateur, on peut utiliser un bain d'arrêt au lieu d'utiliser de l'eau. Cela permet de gagner du temps (30s suffisent au lieu de 2 min). Chez Givet 10€, non encore testé (à acheter).

- **2 lampes vertes** (éclairage inactinique, pour éviter de travailler dans le noir) chez Givet 7€90
- **3 paires de lunettes de protection** adaptées au laser
- **Objet à holographier** (le choisir blanc et bien diffusant, avec du relief et des détails fins, de surface un peu plus petite que la plaque – le petit montre est bien, bien qu'un peu petit)

Principe de l'enregistrement d'un hologramme en transmission :

- Placer l'objet sur un support bien stable.
- Vérifier que la plaque holographique reçoit bien les deux faisceaux : objet et référence (vérifier que le faisceau objet – celui qui est le moins élargi – n'atteint pas la plaque sans passer par l'objet, et que le faisceau de référence arrive sur la plaque sans toucher l'objet)
- La plaque doit être légèrement tournée vers l'objet (angle le plus faible possible) et l'objet pas trop éloigné de la plaque de façon à ce que les longueurs parcourues par les deux faisceaux (référence et objet) soient à peu près identiques
- Se mettre dans le noir complet, ou sous éclairage inactinique (lampe verte).
- Placer une plaque holographique sur le support avec la gélatine du côté où arrive la lumière
- Vérifier qu'on a bien refermé la boîte de plaques holographiques !!!
- Attendre quelques secondes sans bouger pour éviter les vibrations.
- Allumer le laser pendant environ 5-7 secondes, puis éteindre le laser

- Plonger la plaque deux minutes dans chacun des bains suivants : révélateur, eau, fixateur, eau (à partir de ce dernier bain, on peut allumer la lumière), en remuant toujours doucement.
- Laisser sécher (placer par exemple la plaque verticalement, sur un Sopalin). Cela peut prendre 15 minutes à l'air libre - on déconseille d'utiliser un sèche cheveu, ou alors pas trop chaud.

Restitution :



Replacer la plaque au même endroit (et dans le même sens) que lors de l'enregistrement. Retirer l'objet pour que la plaque soit éclairée seulement par le faisceau de référence. L'objet apparaît alors à travers l'hologramme à l'endroit où il se trouvait lors de l'enregistrement. En bougeant la tête, on le voit sous un angle différent.

Attention à ne pas regarder le faisceau laser de face !!!

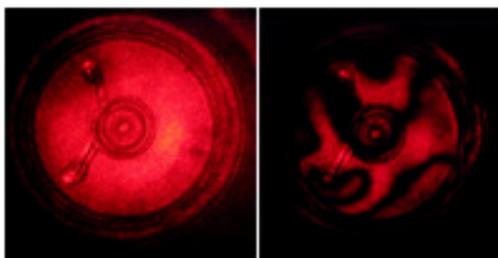
On peut aussi voir l'hologramme sans le montage complet, simplement en éclairant la plaque avec un faisceau laser élargi avec un simple objectif de microscope.

Il est aussi possible de **projeter l'image réelle sur un écran**. Pour cela, éclairer l'hologramme de l'autre côté (donc côté opposé à l'émulsion) avec un laser non élargi et placer un écran derrière. On pourra observer l'image sous différents angles en tournant le faisceau laser de lecture.

Expériences possibles :

- Enregistrer l'hologramme d'un objet immobile puis observer cet objet (sans le déplacer) à travers la plaque holographique une fois celle-ci développée et remise sur son support exactement au même endroit. Les moindres **déplacements** de l'objet par rapport à la plaque apparaissent sous forme de **franges d'interférences**

- Enregistrer l'hologramme d'un objet en mouvement (exemple : un petit haut parleur relié à un GBF). On a testé la procédure **temps réel** (l'objet vibre pendant la durée d'exposition de la plaque) mais cela n'a rien donné : les bords immobiles du haut parleur apparaissent nets, le reste est totalement brouillé). Par contre, la méthode de **double exposition** fonctionne bien : on coupe le temps d'enregistrement en deux, entre les deux enregistrements l'objet a bougé mais il est immobile pendant les deux enregistrements



(autrement dit : on allume le laser pendant $T/2$, on le coupe, on fait vibrer le haut parleur laser est éteint, on coupe le GBF, on rallume le laser à nouveau pendant $T/2$). On doit alors voir des franges d'interférences sur l'hologramme de l'objet, qui mettent en évidence les déformations à l'échelle de la longueur d'onde de la lumière.

A titre d'exemple, les plus jolis hologrammes sont conservés dans une boîte.

PRECAUTIONS !!!

- **Ne pas toucher les parties sensibles du montage !!!** traces de doigts interdites sur les miroirs !!! Ne pas tenter de nettoyer les éléments d'optique avec du matériel non approprié (il faut du papier d'optique et de l'éthanol : laisser faire les enseignants). Les filtres spatiaux sont délicats à régler : ne pas trop y toucher !
- **Attention aux yeux : le laser utilisé est puissant : 5 mW, classe IIIB, , utilisez les lunettes de protection.**
- **Utiliser des gants lors du développement :** les produits chimiques sont relativement toxiques ...
- **Bien placer le côté gélatineux de la plaque du côté des faisceaux incidents.** Pour repérer ce côté, gratter un coin de la plaque avec l'ongle ou un objet pointu : ça accroche. Dans les boîtes PFG-01, le côté émulsion est sur le dessus quand on tient la boîte verticalement de façon à pouvoir lire les indications inscrites dessus
- **L'objet doit être placé de façon à ne pas être éclairé par le faisceau de référence**
- **La longueur du trajet optique et le grandissement de l'objectif doivent être tels que le faisceau de référence éclaire largement toute la surface de la plaque holographique**
- **Le révélateur doit être changé souvent surtout si il est conservé à la lumière** (pas plus de quelques jours : s'il a noirci, il faut le changer)
- **Pour conserver les produits chimiques assez longtemps** (plusieurs mois) les mettre dans les bouteilles à l'abri de la lumière (les bouteilles accordéon permettent de retirer l'air et ainsi d'éviter l'oxydation)
- **Bien refermer la boîte de plaques dès qu'on en a sorti une (opération à faire dans le noir complet, ou en éclairage vert) !!!**
- **Attention aux vibrations pendant la phase d'enregistrement au laser ...** Une fois la plaque holographique installée sur son support, attendre une dizaine de secondes sans bouger pour que le montage se stabilise avant d'allumer le laser

Améliorations possibles / problèmes constatés

- le temps de pose utilisé est un peu plus long que celui correspondant aux spécifs. de la notice (env. $100 \mu\text{J}/\text{cm}^2$). En effet, les mesures de puissance effectuées au puissance-mètre Newport (à l'arrière = 1010, facteur de calibration environ 3) ont donné : 7,5 mW en sortie du laser, et au centre de la plaque $70 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pour le faisceau de référence, $5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ pour le faisceau diffusé par l'objet, ce qui donnerait un temps de pause d'environ 1 seconde seulement pour atteindre une énergie de $100 \mu\text{J}/\text{cm}^2$.