

# TP n°15 Optique ondulatoire: Loi de Malus - Fentes d'Young

**CAPACITÉS EXPÉRIMENTALES EXIGIBLES (LOI DE MALUS):** Utiliser des polariseurs et étudier quantitativement la loi de Malus.

**OBJECTIFS CONNEXES (FENTES D'YOUNG):** Analyser la figure d'interférences obtenue à l'aide d'un interféromètre d'Young.

## 1 Polarisation de la Lumière - vérification de la loi de Malus avec des lunettes de cinéma 3D

### 1.1 Problématique

Lors de l'observation d'un objet en relief, nos deux yeux distants d'environ 6 cm transmettent chacun une image vue sous un angle très légèrement différent. Nos centres nerveux chargés de la vision sont capables réalisent une fusion de ces deux images sous forme d'une seule image mais en 3 dimensions, ou stéréoscopique (vision « 3D »). Ceci nous permet la vision en relief.

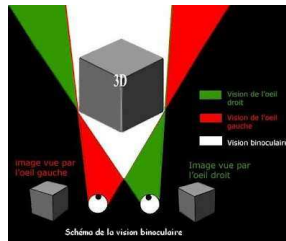


Figure 1: Principe de la vision stéréoscopique

Depuis quelques années, des dispositifs équipant certains téléviseurs et salles de cinéma permettent de recréer cette impression de vision en relief à partir de l'observation d'un objet plan par nature : l'écran de projection. Les différents procédés nécessitent tous l'utilisation de lunettes, et de systèmes de projection spéciaux. On s'intéresse ici à un type de lunettes bien particulier dite "3D-passives".

On peut alors se poser les questions suivantes :

- Quelle est la fonction de ces lunettes ?
- Comment procéder pour parvenir à cette vision en relief ?

### 1.2 Matériel et relation utile

Pour réaliser l'étude, on dispose :

- d'une paire de lunettes 3D identique à celles fournies dans certains cinémas.
- d'un capteur d'intensité lumineuse couplé à un convertisseur électronique fournissant une tension proportionnelle à l'intensité lumineuse reçue
- d'un laser Hélium-Néon
- d'un polariseur

On rappelle la loi de Malus, démontrée en cours, donnant l'intensité de la lumière après la traversée de deux polariseurs dont les directions de polarisation sont décalées de l'angle  $\alpha$ :

$$I(\alpha) = I = I_m \cdot \cos^2(\alpha) \quad \text{avec } \alpha = (P_1, P_2)$$

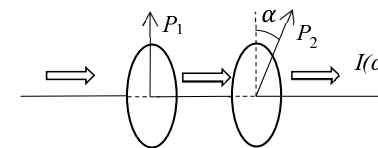


Figure 2: Loi de Malus

### 1.3 Vérification de la loi de Malus

1. Proposer un protocole pour déterminer l'action des verres de lunette sur une lumière incidente polarisée rectilignement. On cherchera à déterminer le plus complètement possible cette action.
2. Expliquer comment l'emploi de ces lunettes et d'un dispositif de projection adapté dont on détaillera le principe, permet de créer une vision en relief.

## 2 Diffraction et interférences à l'infini de deux fentes d'Young

### 2.1 Description du montage

On envisage ici le montage classique des fentes d'Young éclairées sous incidence normale par une source collimatée:

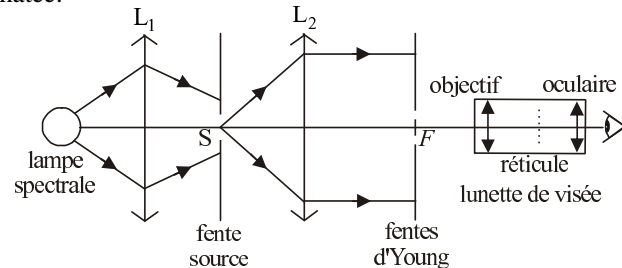


Figure 3: Montage des fentes d'Young

On souhaite réaliser sur le banc d'optique le montage ci-dessus en utilisant d'abord la lampe à vapeur de sodium émettant essentiellement un doublet jaune de longueur d'onde moyenne  $\lambda = 589,3 \text{ nm}$ . La lentille  $L_1$  joue le rôle d'un condenseur éclairant la fente source que l'on place au foyer objet de  $L_2$ . Sur le faisceau de lumière sortant de  $L_2$  sont placées deux fentes d'Young montées sur une diapositive dont on observe les interférences et la diffraction à l'infini à l'aide d'une lunette de visée réglée sur l'infini. Les deux lentilles  $L_1$  et  $L_2$  sont identiques, de distance focale  $f' = 150 \text{ mm}$ .

### 2.2 Protocole et mesures

- Commencer par régler la hauteur des différents éléments sur le banc d'optique (on peut par exemple s'aider de la lunette en réglant sa hauteur puis en la déplaçant devant chaque appareil pour les régler tous à la même hauteur). Tous les axes optiques des appareils placés sur le banc d'optique doivent être confondus. Les plans des lentilles et des fentes doivent être bien perpendiculaires à l'axe optique du système.
- Allumer la lampe à vapeur de sodium. Placer la lentille  $L_1$  et la fente source  $S$  bien verticale. Déplacer cette fente et la lentille pour que l'éclairage de  $S$  soit le plus uniforme possible sans perdre toutefois trop de lumière.
- Placer la lunette, préréglée à l'infini par construction, et la lentille (en orientant la face la moins bombée du côté de  $S$  afin de diminuer les aberrations de sphéricité). Commencer par régler l'oculaire de la lunette, afin de voir les fils du réticule, placés dans le plan focal image de l'objectif, bien nets. Orienter si besoin les fils pour qu'ils soient bien verticaux. En regardant dans la lunette, déplacer afin de voir une image bien nette de la fente source dans le même plan que celui du réticule. La fente source est alors dans le plan focal de  $L_2$  et la lumière sortant de  $L_2$  est donc parallèle à l'axe. Rectifier si besoin l'orientation

de la fente source  $S$  afin de la rendre bien verticale et diminuer si besoin sa largeur afin que l'image soit bien fine. Vérifier que l'image de la source reste nette quelle que soit la position de la lunette en déplaçant cette dernière le long du banc.

- Bloquer les supports de  $L_1$ ,  $S$  et  $L_2$  sur le banc: ces positions ne seront plus modifiées pendant toute la manipulation.
- Intercaler enfin entre  $L_2$  et la lunette les deux fentes d'Young de largeur  $a$ , distantes de  $b$ , et montées sur diapositive dans le support approprié. On observe la figure correspondant à la figure de diffraction par une fente de largeur  $a$ , et dans la tache centrale, comme dans les taches latérales de la figure de diffraction, on peut observer (si la fente source est suffisamment fine pour avoir une bonne cohérence spatiale) de fines raies noires régulièrement espacées: il s'agit des interférences engendrées par les deux fentes. Orienter si nécessaire la lunette pour que la frange centrale de diffraction soit pratiquement au centre du réticule.
- Débloquer légèrement la fente source  $S$  et la faire tourner lentement sur son support jusqu'à la rendre horizontale. Observer la modification de la figure de diffraction au fur et à mesure que l'on tourne  $S$ . En donner une explication.
- La fente source étant à nouveau verticale, faire tourner maintenant les fentes d'Young autour de l'axe optique jusqu'à les rendre horizontales. Observer la modification de la figure obtenue. Le phénomène observé est-il identique au précédent? En donner une explication.
- La fente source  $S$  et les fentes d'Young étant bien verticales et parallèles, modifier la largeur de la fente source. Observer la modification de la figure de diffraction et d'interférences. En donner une explication.
- Déplacer le long du banc la position des fentes diffractantes. Observe-t-on une modification de la figure de diffraction? En donner une explication.

#### MESURES:

- Mesurer la distance entre le plus grand nombre de franges sombres d'interférences visibles dans la frange centrale de diffraction. En déduire la valeur de la distance entre les deux fentes.
- Reprendre la mesure de l'interfrange en utilisant cette fois la lampe à vapeur de mercure dont isolera la radiation verte de longueur d'onde  $\lambda = 546,1 \text{ nm}$ .

#### Données:

- la distance focale de l'objectif de la lunette vaut  $150 \text{ mm}$ .
- Pour deux fentes infiniment fines distantes de  $b$ , la période **angulaire** des interférences vaut  $\lambda/b$ .