

## Injection dans une fibre optique

### I/ Objectifs

Le but du TP est d'injecter efficacement la lumière issue d'un laser dans une fibre optique en optimisant la quantité de lumière transmise. On déterminera les caractéristiques que doit avoir l'injecteur afin que cette opération se fasse de manière optimale, puis on réalisera l'injection. Enfin, on caractérisera la qualité de l'injection en mesurant la perte de puissance qu'elle induit.

### II/ Principe de l'injecteur : étude théorique

L'injecteur est composé d'un objectif de microscope qui focalise le faisceau laser et d'un support de fibre qui permet de la positionner précisément. Le faisceau laser incident est un faisceau gaussien dont l'image par l'objectif doit avoir un waist qui se trouve au niveau du cœur de la fibre sur la face d'entrée.

Pour une injection avec un minimum de pertes, il faut que l'ouverture numérique de l'objectif soit inférieure à celle de la fibre optique, et que le diamètre du waist image soit inférieur à celui du cœur de la fibre.

Le waist du faisceau laser gaussien incident étant proche de l'objectif, où se trouve le waist image par rapport à l'objectif ?

Relever sur l'objectif de microscope l'indication de grandissement transversal.

A l'aide du tableau ci-dessous, en déduire son ouverture numérique ON, sa distance focale  $f'$  et sa distance de travail  $d$ . Noter leurs valeurs dans le compte-rendu.

Référence	Grandissement	Ouverture numérique (O.N.)	Distance focale (mm)	Distance de travail (mm)	Ouverture utile (mm)
M-5X	x5	0,10	25,4	13,0	6,0
M-10X	x10	0,25	16,5	5,5	7,5
M-20X	x20	0,40	9,0	1,7	6,0

Le constructeur du laser annonce une divergence totale de son faisceau de 1,35 mrad. En assimilant l'objectif de microscope à une lentille mince de distance focale  $f'$ , le diamètre du waist image est alors le produit de cette divergence totale par  $f'$ . Calculer ce diamètre en  $\mu\text{m}$ .

La fibre optique utilisée est une fibre à saut d'indice de diamètre de cœur  $50 \mu\text{m}$  et d'ouverture numérique 0,21. L'injection pourra-t-elle se faire avec un minimum de pertes ? Justifier votre réponse.

La distance de travail est la distance entre la face de sortie de l'objectif et son foyer image. Cette distance diffère de la distance focale car l'objectif constitue un système épais. La distance de travail  $d$  est donc la distance à laquelle il faut placer la face d'entrée de la fibre par rapport à la face de sortie de l'objectif.

### III/ Mise en œuvre de l'injecteur

- Injection du faisceau laser dans l'objectif de microscope : libérer et retirer la tige de l'injecteur. Injecter le faisceau laser par la gauche dans l'objectif de microscope. Optimiser l'injection et l'alignement du faisceau. Mesurer avec un puissance-mètre la

**puissance  $P_0$**  à la sortie de l'objectif.

- Couper aux ciseaux un morceau de fibre d'environ 1 m. Prendre la tige de l'injecteur. Introduire une extrémité à travers la tige et la faire dépasser largement ; ne pas serrer les mors du mandrin.
- À l'aide de la dénudeuse, enlever l'enveloppe protectrice de la fibre. Introduire la fibre dans la cliveuse de manière à couper la fibre suivant un plan perpendiculaire à l'axe.

**Respecter le mode opératoire du clivage et se faire aider par un professeur si nécessaire.**

- Tirer la fibre de manière à ne laisser dépasser que 3 à 8 mm du mandrin. Serrer le mandrin. Introduire avec précaution la tige dans le support de l'injecteur (**la fibre ne doit pas heurter d'obstacles, sinon il faut recommencer le clivage**) et positionner la face d'entrée à environ 6 mm de la sortie de l'objectif.
- Recommencer les opérations de dénudage et clivage avec l'autre extrémité. La lumière émergente de la fibre sera projetée sur un écran. **Observer la forme et le profil énergétique de la tache sur l'écran.** Maximiser l'intensité lumineuse en sortie de la fibre en agissant sur les vis du support de la fibre.

### III/ Qualité de l'injection

Après avoir maximisé l'intensité lumineuse en sortie de la fibre optique (en s'aidant au besoin d'un puissance-mètre), mesurer la puissance optimale  $P_1$  en sortie de fibre. On observe que  $P_1 < P_0$  : toute la puissance disponible n'est pas injectée dans la fibre.

- Indiquer dans le compte-rendu vos valeurs de  $P_0$  et  $P_1$ .
- D'après vous, quelles sont les causes de pertes à l'injection ?
- Déterminer l'atténuation en décibels due aux pertes à l'injection :  $A(dB) = 10 \log \left( \frac{P_1}{P_0} \right)$ .
- Si l'atténuation est inférieure à 30 dB en valeur absolue, alors l'injection est bonne. Que dire de la qualité de votre injection ?

NOMS : .....

.....

.....

.....

DATE :

**FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE**

§	Travail à faire	A noter sur place	A noter à l'écrit
II/	Réponses aux questions		___ / 4
III/	Injection dans l'objectif	___ / 2	___ / 2
	Mesure de $P_0$		
	Dénudage de la fibre	___ / 1	
	Clivage de la fibre	___ / 3	
	Optimisation de l'injection dans la fibre	___ / 4	
IV/	Mesure de $P_1$	___ / 1	___ / 1
	Causes des pertes		
	Atténuation, qualité de l'injection		

**TOTAL : \_\_\_\_\_ / 20**

Les comptes-rendus sont à rendre une semaine après le TP, le même jour de la semaine.

1 jour de retard : -2 points

2 jours de retard : note / 2

Au-delà : points sur place / 2