



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

Physique TIC

Fibre Optique 1

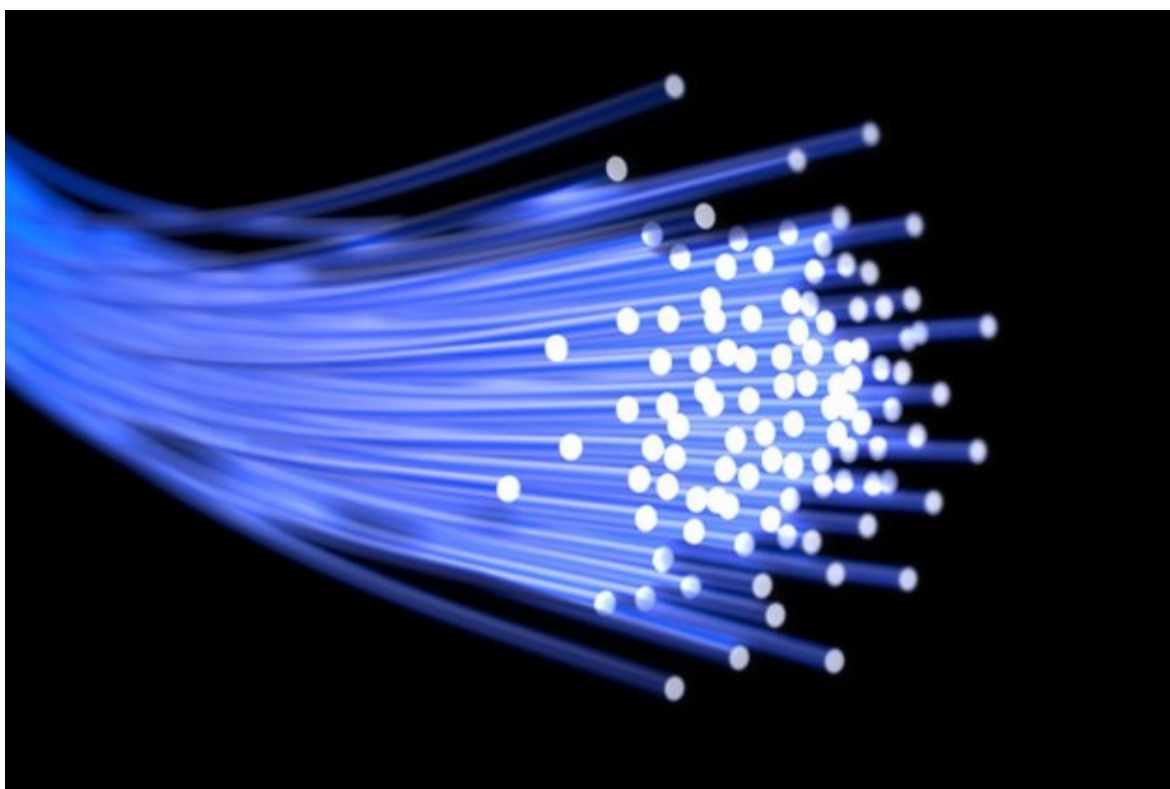
Auteurs :

Marc ROTEN

Samuel PACCARD

Professeur :

Frédéric BIENZ



1^{er} mai 2018

Table des matières

1	Introduction	3
2	Épissure	3
2.1	MonoMode	4
2.2	Multimode	5
3	Ouverture numérique ON	6
4	Mesures au microscope	7
4.1	Fibre orange avec un connecteur	7
4.2	Fibre orange avec deux connecteurs	9
4.3	Fibre verte	11
5	Détermination de l'ON grâce au powerMètre	12
5.1	Fibre orange avec un connecteur	13
5.2	Fibre orange avec deux connecteurs	13
5.3	Fibre verte	14
6	Diamètre normalisé	14
7	Conclusion	15

Table des figures

1	Outil pour couper la fibre précisément	3
2	Soudeuse Fujikura	4
3	Soudure sur fibre SM au microscope	4
4	Taille des gaines sur une fibres SM	5
5	Soudure sur fibre MM au microscope	5
6	Taille des gaines sur une fibres MM	6
7	Schéma explicatif du cône d'acceptance	6

8	Taille du coeur Fibre multimode	7
9	Taille de la gaine	7
10	tableau des mesures de la première fibre	8
11	Graphe avec régression linéaire	8
12	Détails pour le calcul de l'angle	9
13	tableau des mesures de la deuxième fibre	9
14	Graphe avec régression linéaire	10
15	Détails pour le calcul de l'angle	10
16	tableau des mesures de la deuxième fibre	11
17	Graphe avec régression linéaire	11
18	Détails pour le calcul de l'angle	12
19	Illustration de l'utilisation du powermetre	12
20	Puissance mesurée pour la fibre jaune à un connecteur	13
21	Puissance mesurée pour la fibre jaune à deux connecteurs	13
22	Mesure de la puissance pour la fibre verte	14

1 Introduction

Pour ce deuxième travail de physique, nous allons nous pencher sur les fibres optiques. Qu'elles soient simple-mode ou multi-mode. Nous allons donc mesurer l'ouverture numérique, à l'aide d'un powermètre ainsi qu'avec un microscope. Nous allons pouvoir nous exercer à faire des épissures avec la fibre.

On pourra au travers de ce TP pouvoir s'adonner à l'utilisation du microscope, le calibrer et réaliser différentes mesures. On va aussi calculer le diamètre normalisé de nos fibres.

2 Épissure

Pour faire une épissure il faut d'abord dénuder celle-ci sur environ 3cm à l'aide d'une pince spéciale. Puis on la nettoie à l'aide d'alcool isopropylique. On utilise ensuite une sorte de trancheuse (*Figure 1*) pour la couper de façon propre à 10mm.



FIGURE 1 – Outil pour couper la fibre précisément

On utilise ensuite la soudeuse Fujikura pour faire l'épissure (*Figure 2*).

Il faut placer les fibres sur les emplacements prévus à cet effet et refermer. La machine contrôle la qualité des fibres et si c'est bon les soude en tirant un arc électrique.



FIGURE 2 – Soudeuse Fujikura

Après les différents travaux de dénudage de nettoyage et de cassure sur les deux fibres à disposition, l'une multimode et l'autre monomode, on observe les résultats suivants.

2.1 MonoMode

On peut observer sur la *Figure 3* la soudure (d'une fibre monomode) faite au microscope.

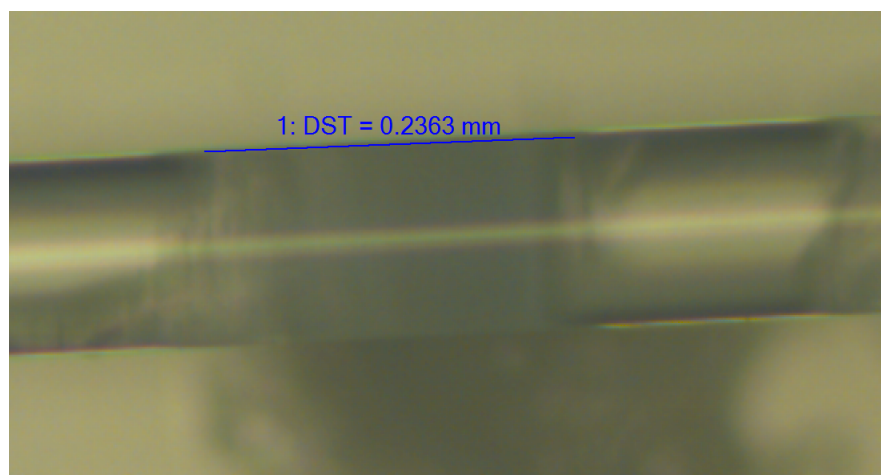


FIGURE 3 – Soudure sur fibre SM au microscope

Sur la *Figure 4* on voit la taille des gaines en plastique et optique.

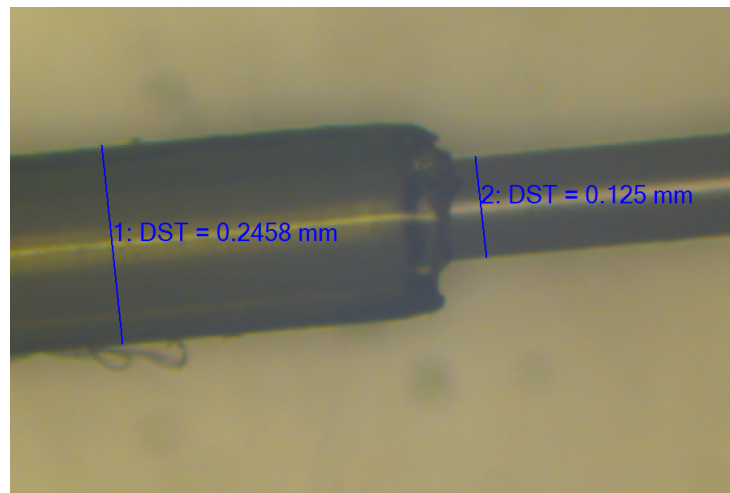


FIGURE 4 – Taille des gaines sur une fibres SM

2.2 Multimode

On peut observer sur la *Figure 5* la soudure (d'une fibre multimode) faite au microscope.

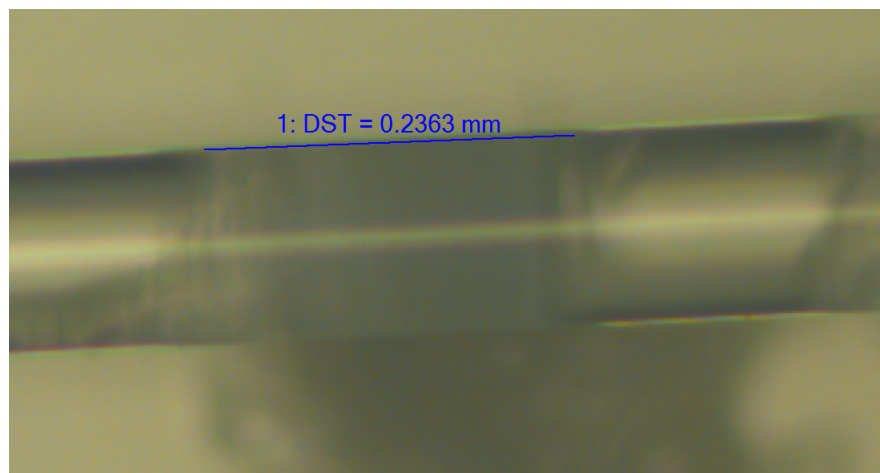


FIGURE 5 – Soudure sur fibre MM au microscope

Sur la *Figure 6* on voit la taille des gaines en plastique et optique.

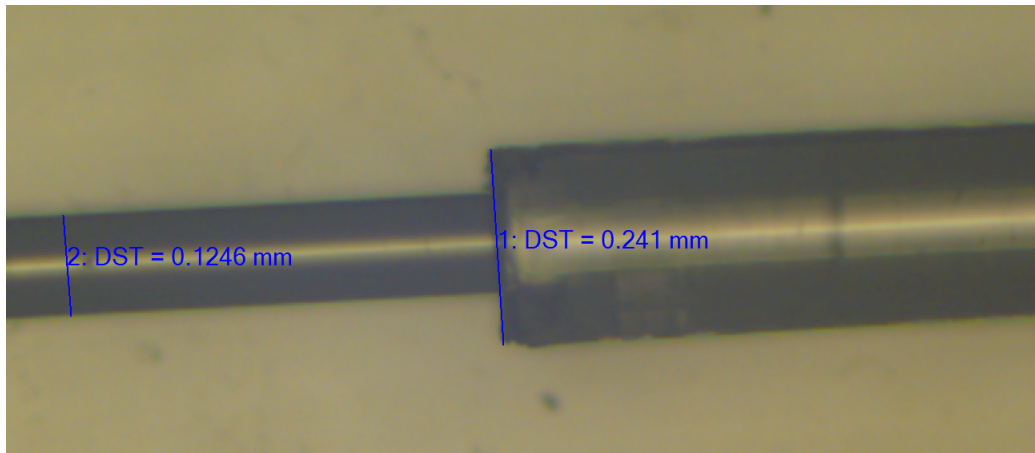


FIGURE 6 – Taille des gaines sur une fibres MM

3 Ouverture numérique ON

L'ouverture numérique d'une fibre est son cône d'acceptance (en d'autre termes, tous les rayons lumineux qui tenteraient de pénétrer dans notre fibre mais dont la source se situe à l'extérieur du dit-cône, le rayon ne pénétrera pas à l'intérieur de notre fibre).

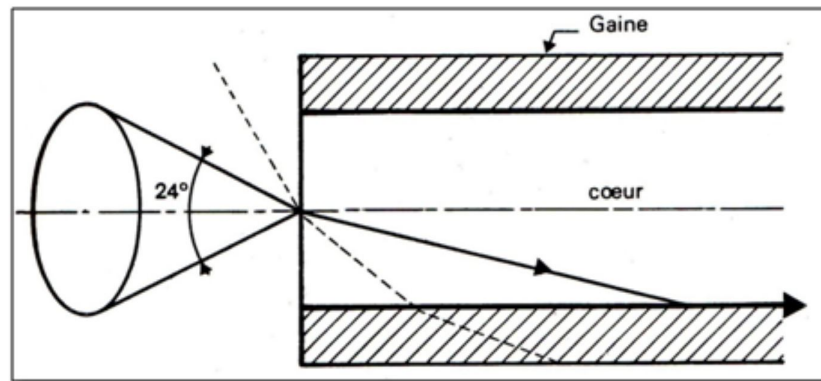


FIGURE 7 – Schéma explicatif du cône d'acceptance

La formule pour calculer l'ouverture numérique est

$$NA = \sqrt{n_{core}^2 - n_{cladd}^2}$$

Il est pratiquement impossible de mesurer ces différences d'indices de réfraction, on se retrouve donc coincé en utilisant uniquement cette méthode. C'est pourquoi dans les sections suivantes on va se pencher sur différentes méthodes pour procéder à nos mesures de l'ON.

4 Mesures au microscope

Pour l'expérience suivante, on va réaliser différentes mesures au microscope. La fibre va être placée sur un support prévu cet effet. En mesurant à différent niveau d'éloignement du capteur de notre microscope, on peut observer le cône d'acceptance. Les mesures réalisées lors de cette expérience ont été reportées dans le tableau ci-dessous

4.1 Fibre orange avec un connecteur

Voici un exemple du type de mesures que nous allons effectuer lors de cet expérience. Ci-dessous, la fibre Orange à un connecteur, dont nous ne connaissons pas encore le mode.

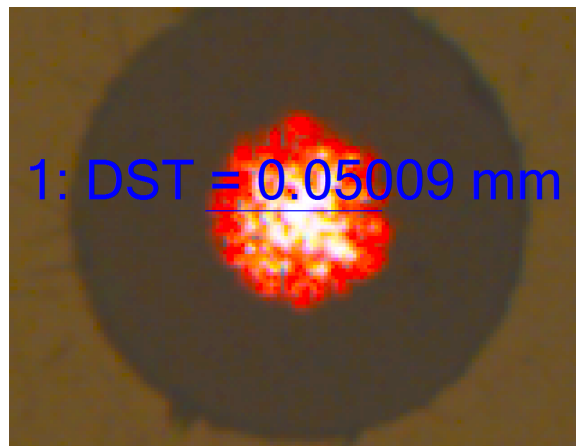


FIGURE 8 – Taille du coeur Fibre multimode

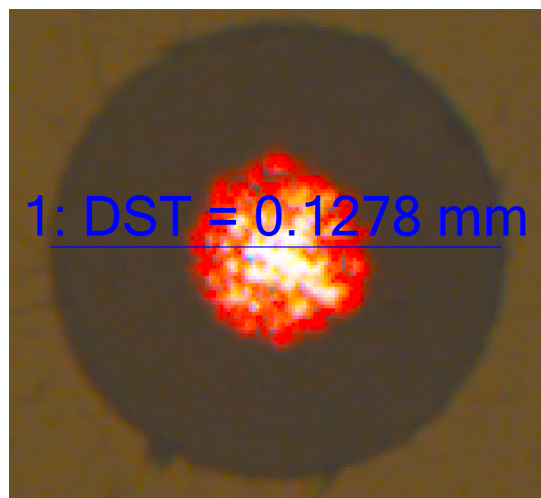


FIGURE 9 – Taille de la gaine

On voit ci-dessous, le tableau des mesures (*Figure 10*).

distance um	diamètre mesurée um
0	50
50	60.32
100	76.68
150	98.14
200	123.7
300	160.5
400	222.9
500	250.5
600	305.7

FIGURE 10 – tableau des mesures de la première fibre

Voici ci dessous le graphe des différentes mesures avec la régression linéaire (*Figure 11*).

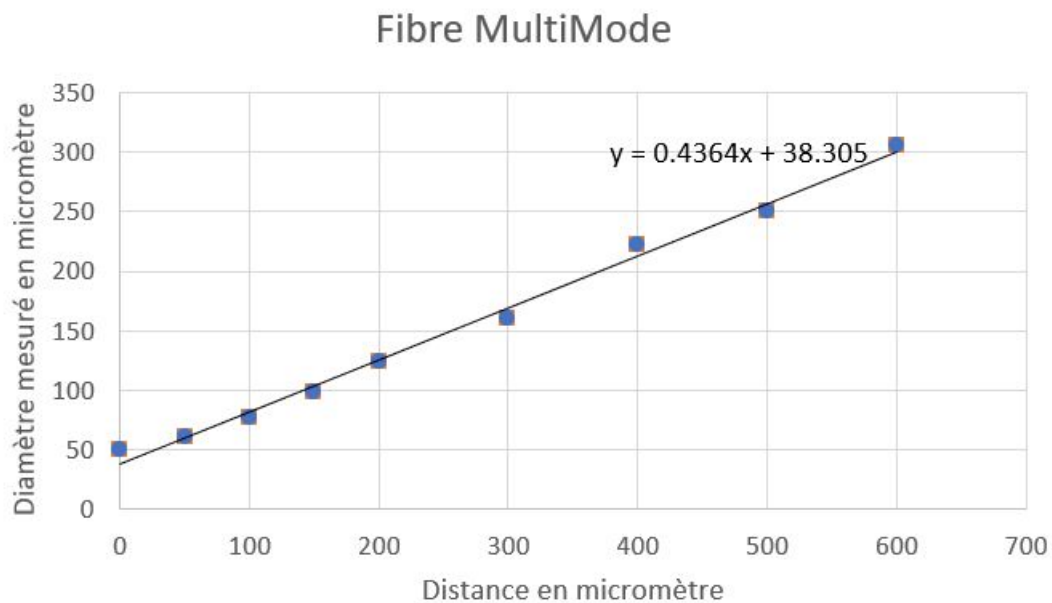


FIGURE 11 – Graphe avec régression linéaire

On va donc pouvoir calculer l'ouverture numérique grâce à la régression linéaire :

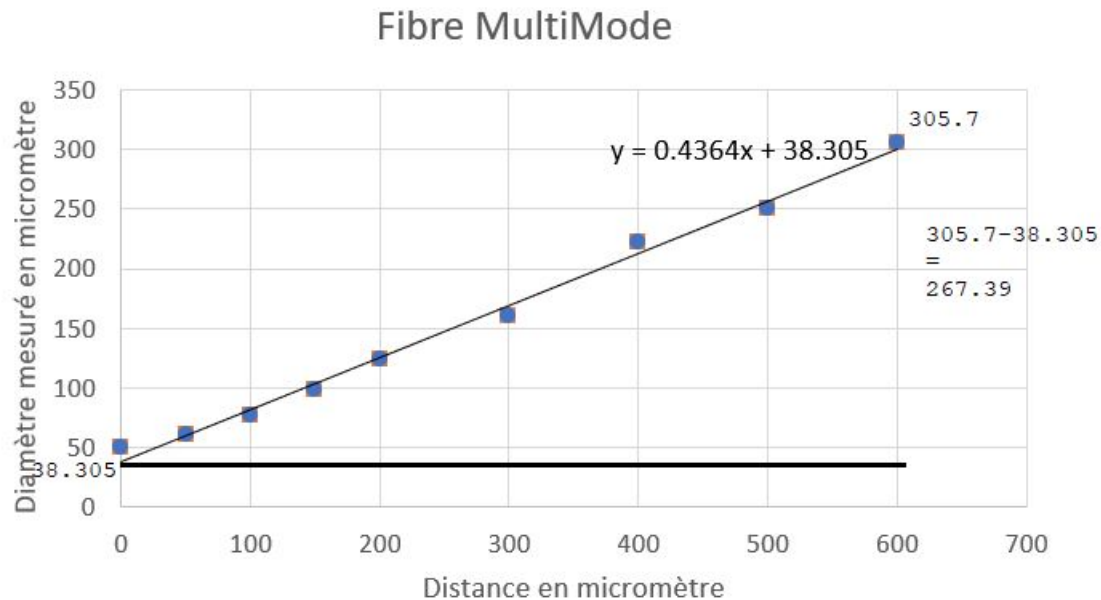


FIGURE 12 – Détails pour le calcul de l'angle

$$\begin{aligned} \tan(X) &= 267.39/600 \\ X &= \text{ATAN}(267.39/600) \\ x &= 0.419 \text{ radians} \end{aligned}$$

4.2 Fibre orange avec deux connecteurs

On voit ci-dessous, le tableau des mesures (*Figure 13*).

distance um	diamètre mesurée um
0	62.41
100	95.7
200	154
300	222
400	291.8
500	367.7
600	430.1
700	500.9

FIGURE 13 – tableau des mesures de la deuxième fibre

Voici ci dessous le graphe des différentes mesures avec la régression linéaire (*Figure 14*).

Fibre MultiMode

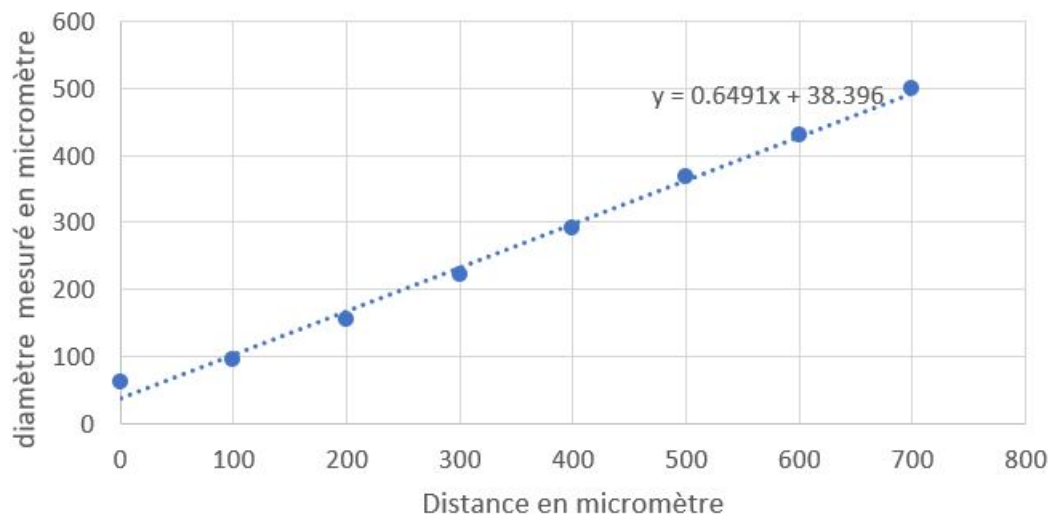


FIGURE 14 – Graphe avec régression linéaire

Fibre MultiMode

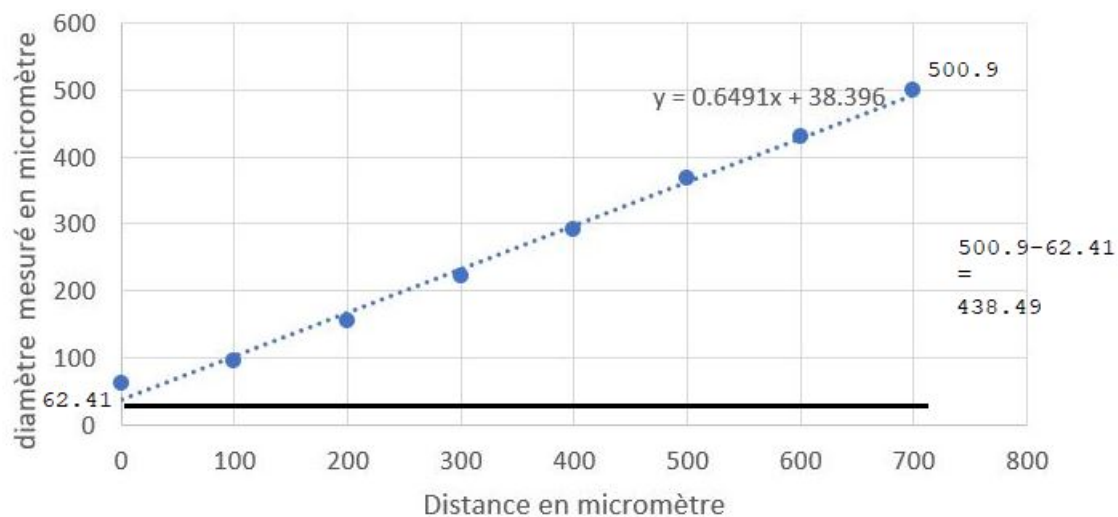


FIGURE 15 – Détails pour le calcul de l'angle

$$\begin{aligned} \tan(X) &= 438.49/700 \\ X &= \text{ATAN}(438.49/700) \\ X &= 0.559 \text{ radians} \end{aligned}$$

4.3 Fibre verte

On voit ci-dessous, le tableau des mesures (*Figure 16*).

distance um ▾	diamètre mesurée um ▾
0	10.24
100	25.63
200	67.06
300	86.75
400	104.5
500	116.3
600	128.2
700	144.3

FIGURE 16 – tableau des mesures de la deuxième fibre

Voici ci dessous le graphe des différentes mesures avec la régression linéaire (*Figure 17*).

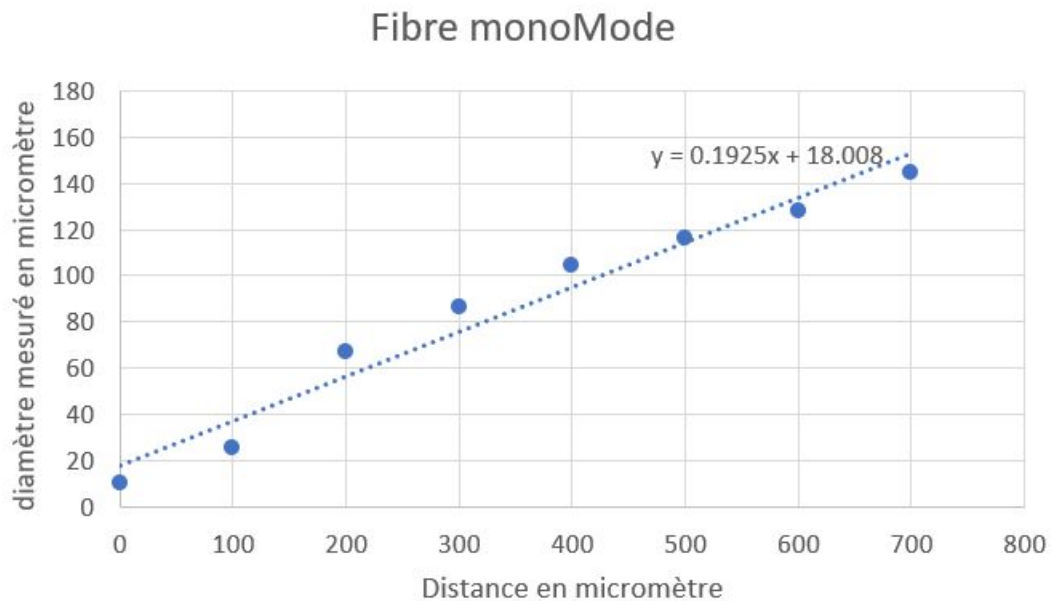


FIGURE 17 – Graphe avec régression linéaire

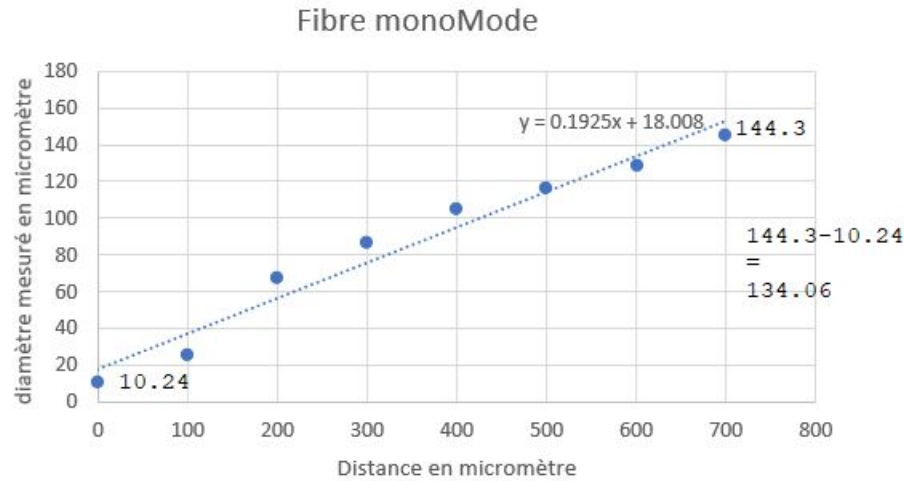


FIGURE 18 – Détails pour le calcul de l'angle

$$\begin{aligned} \tan(X) &= 134.06/700 \\ X &= \text{ATAN}(134.06/700) \\ X &= 0.189 \text{ radians} \end{aligned}$$

5 Détermination de l'ON grâce au powerMètre

Pour cette partie du laboratoire, on va mesurer la puissance reçue en fonction de l'angle entre le powermètre et la fibre.

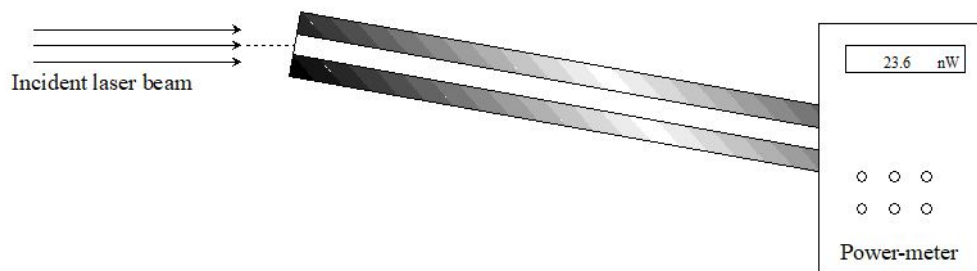


FIGURE 19 – Illustration de l'utilisation du powermètre

5.1 Fibre orange avec un connecteur

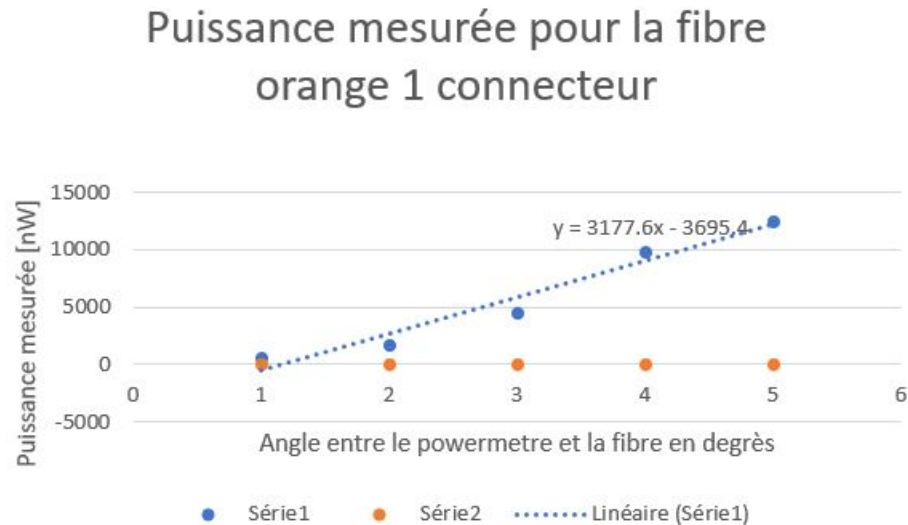


FIGURE 20 – Puissance mesurée pour la fibre jaune à un connecteur

On voit qu'il faut aller jusqu'à 5° pour arriver à 5% de la puissance maximum. Comme c'est symétrique, l'ON a un angle de 10°.

5.2 Fibre orange avec deux connecteurs

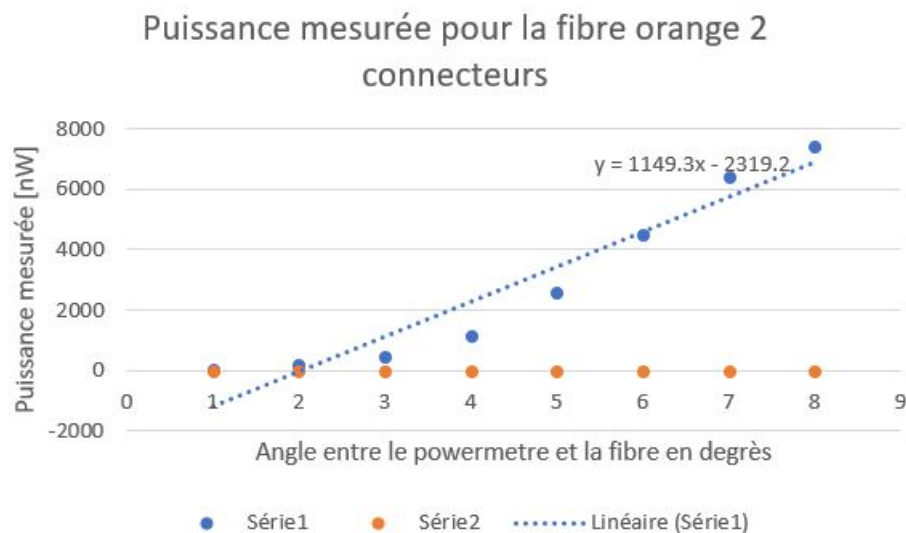


FIGURE 21 – Puissance mesurée pour la fibre jaune à deux connecteurs

On voit qu'il faut aller jusqu'à 8° pour arriver à 5% de la puissance maximum. Comme c'est symétrique, l'ON a un angle de 16°.

5.3 Fibre verte

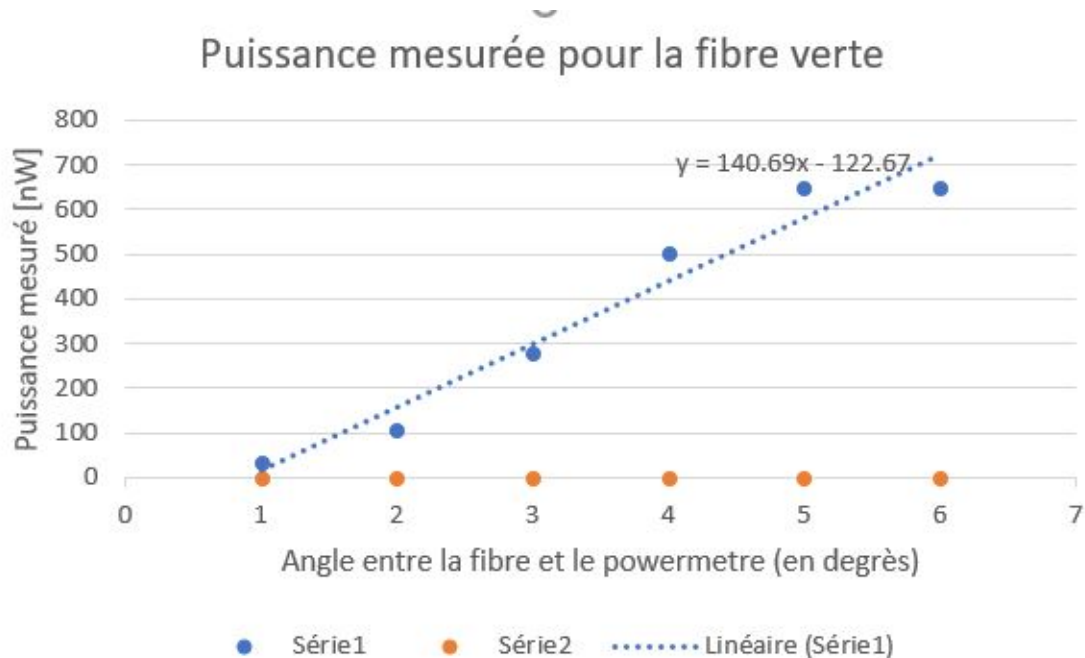


FIGURE 22 – Mesure de la puissance pour la fibre verte

On voit qu'il faut aller jusqu'à 5° pour arriver à 5% de la puissance maximum. Comme c'est symétrique, l'ON a un angle de 12°.

6 Diamètre normalisé

Pour calculer le diamètre normalisé, on doit appliquer la formule suivante : a = rayon du cœur

NA = ouverture numérique

longueur d'onde prise en compte = 680 nm. Comme nous n'avons pas noté la longueur d'onde précise du LASER, il se peut que nos calculs ne soit pas exact.

$$V = \frac{2 * \pi}{\lambda_0} * a * NA$$

Par exemple pour la fibre monomode à un connecteur :

$$NA = 0.419 rad$$

$$a = 0.05 * 10^{-3}$$

$$V = \frac{2 * \pi}{\lambda_0} * a * NA$$
$$V = \frac{2 * \pi}{680 * 10^{-9}} * 0.025 * 10^{-3} * 0.419$$
$$V = 96.78$$

7 Conclusion

On a pu au travers de ce TP, apprendre à calibrer et réaliser des mesures grâce au microscope. Réaliser des épissure sur des fibres mono et multi-mode et pouvoir grâce à ces mesures pouvoir mesurer l'ouverture numérique et ainsi calculer la fréquence normalisée.