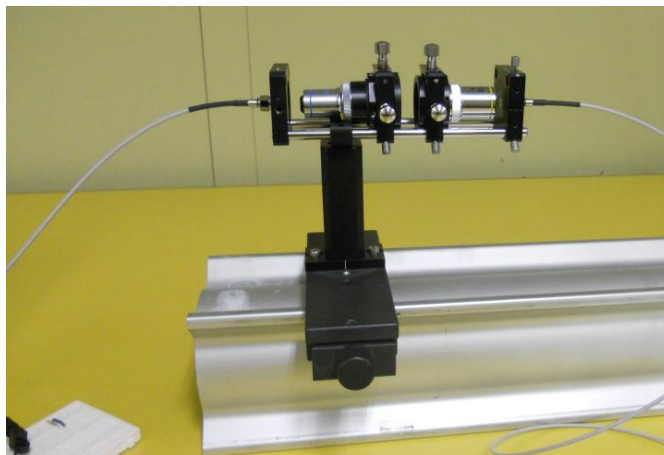


TRAVAIL PRATIQUE No. 5: Introduction aux fibres optiques

1 But de ce TP

L'objectif de ce travail pratique est de

1. comprendre quelques caractéristiques de base des fibres optiques,
2. effectuer des mesures de transmission et d'atténuation.



2. Matériel et instrumentation

- Six émetteurs LEDs, connecteur bleu clair :
 - Bleu 430 nm : marqué avec un double point jaune
 - Bleu 470 nm : marqué avec un double point bleu
 - Vert 530 nm : marqué avec un double point vert
 - Rouge 660 nm : marqué avec un point rose
 - Infrarouge 870 nm : marqué avec un point argent
 - Infrarouge 940 nm : marqué avec un point bleu
- Un détecteur phototransistor: connecteur noir, point blanc
- Circuit pour émission et réception, batterie
- Cutter, ciseaux
- Papier abrasif fin (600 et 2000-grit).
- Film à polir de 6 μm .



- Fibre optique cœur 1000 μm acrylique (multimodale), gaine noire, sans connecteurs:
 - 40 cm
 - 1 m (X3)
 - 3 m
- Fibre optique cœur 1000 μm acrylique (multimodale), gaine grise, avec connecteur SMA d'un côté :
 - 1 m (2 sections de fibres)
 - Coupleur SMA
- Montage Microbench avec 2 interfaces SMA, 2 objectifs de microscope
- Microscope pour l'examen visuel des fibres
- Multimètres de précision

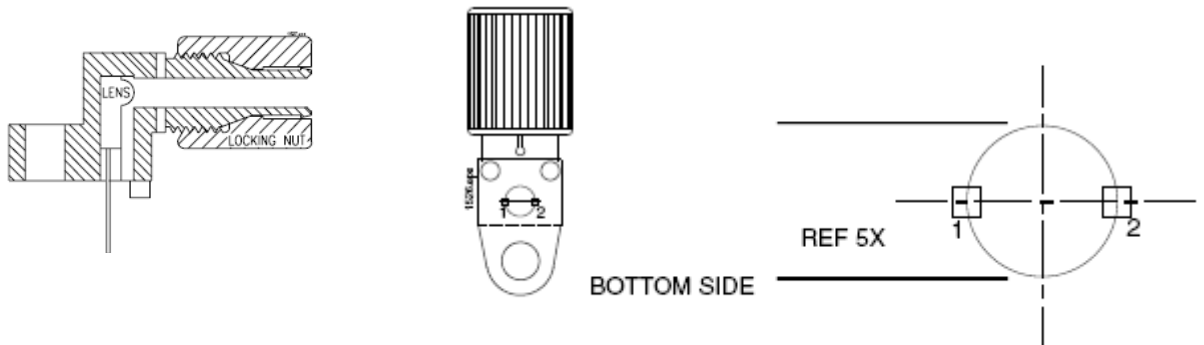
3. Procédure

Bien identifier tout le matériel mis à disposition, en particulier les six émetteurs LEDs (connecteurs bleu clair), ainsi que le détecteur phototransistor (connecteur noir, point blanc)



Expérience no. 1: Montage pour mesure de transmission d'une fibre optique.

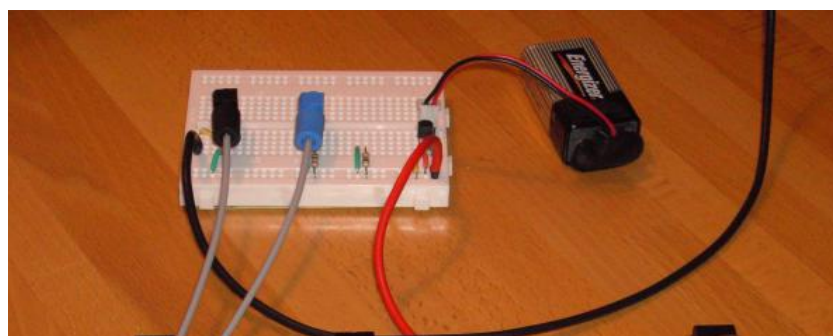
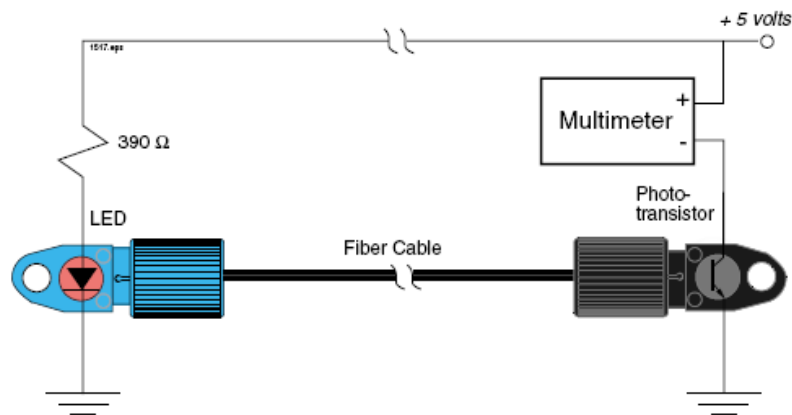
Identifier les sections de fibre optique de 1 mm de cœur, les éléments « sidelooker » (figure ici-bas) pour émetteur (LEDs rouge, verte, bleue et infrarouge) et récepteur (phototransistor).



Fiber Optic LEDs: IF-E91C, IF-E93A and IF-E96

1. Cathode
2. Anode

- Monter le circuit suivant. La tension de 5 volts est obtenue par un régulateur. Monter une section de fibre de 1 m de longueur sur l'émetteur à LED rouge. Vérifier que la lumière rouge est transmise dans la fibre.



- Attention, la position réelle des pôles du phototransistor (vue d'en haut) est en fait inversée par rapport au schéma à la page précédente. Connecter les câbles rouges et noir au multimètre réglé pour une **mesure de courant**. Vérifier d'abord le fonctionnement du phototransistor sans la fibre, ensuite serrer la fibre dans les interfaces. Si tout est correct on devrait mesurer un courant de l'ordre de la **dizaine de mA**.

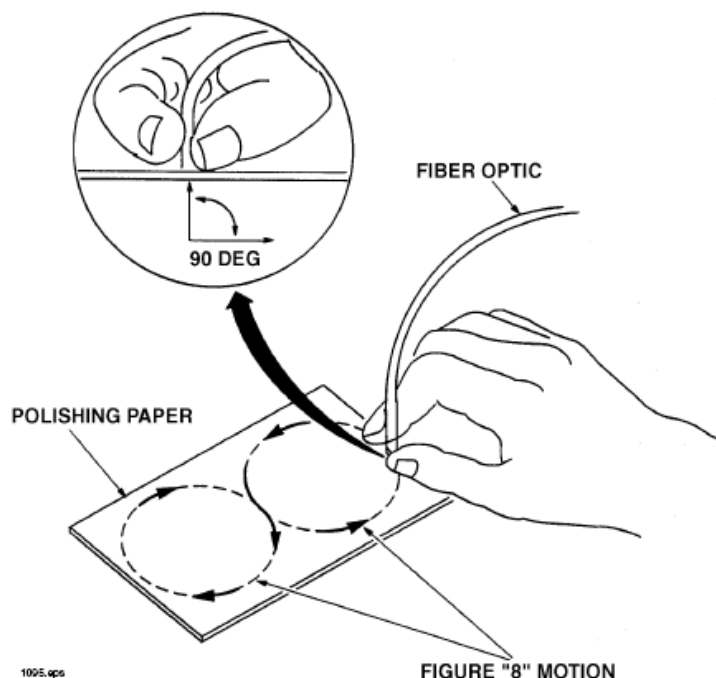
Expérience no. 2: Polissage des terminaisons des fibres

La transmission d'énergie lumineuse entre la terminaison de la fibre et l'émetteur, respectivement receveur photonique est très sensible à la qualité du polissage de la face coupée de la fibre.

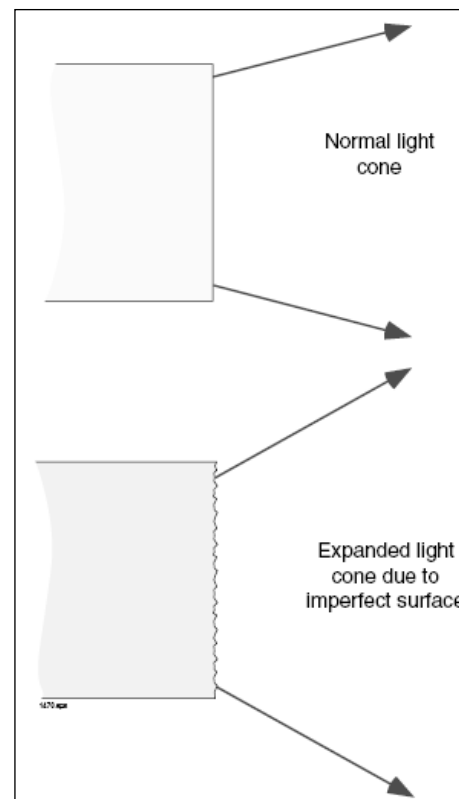
Afin d'obtenir la meilleure transmission assurez-vous que pour chaque fibre testée, la terminaison soit bien coupée verticalement et polie. Pour cela vous avez à disposition :

- Un **microscope** pour l'examen visuel
- Cutter, ciseaux
- Papier abrasif fin (*600 et 2000-grit*)
- Film à polir de 6 μm

Si une terminaison vous semble insatisfaisante coupez-en un millimètre et ensuite polissez-la. En général on utilisera d'abord le papier abrasif en ensuite le film à polir.



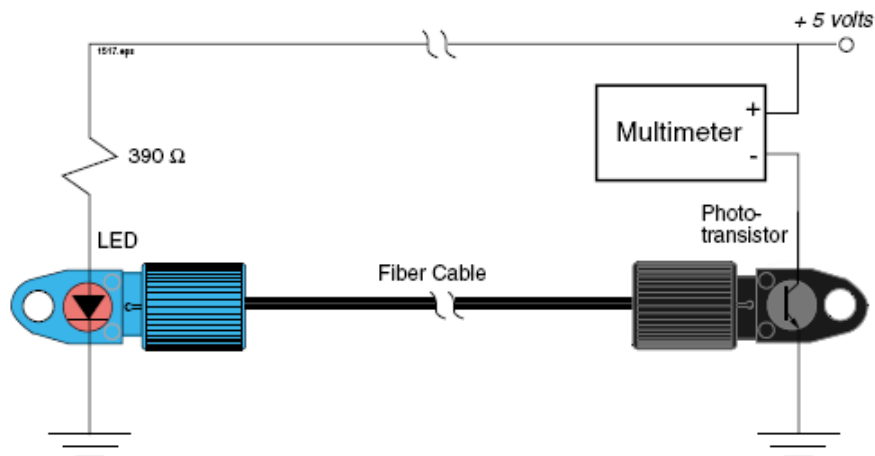
Polissage de la terminaison de la fibre (mouvement en 8)



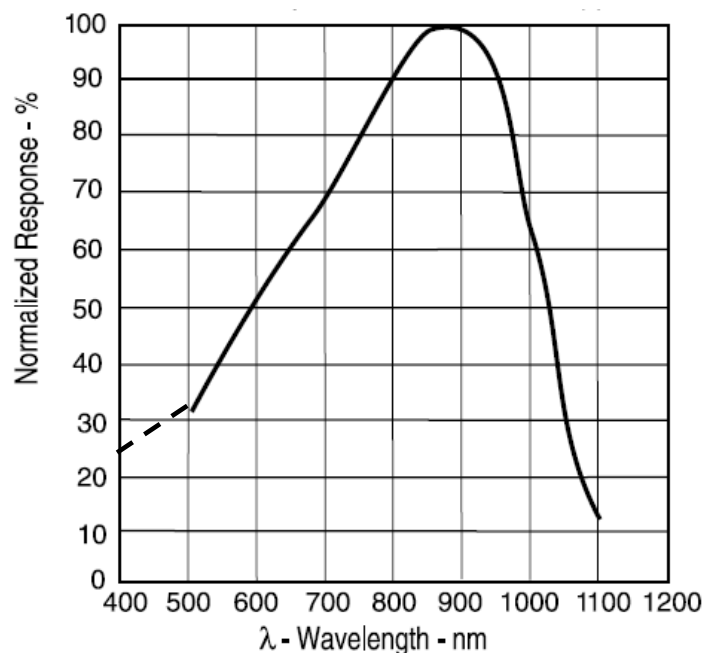
- Identifier les **trois** segments de fibre (gaine noire) qui ont une **longueur d'environ 1 m** (approximativement).
- En mesurer la transmission avec l'émetteur à LED rouge, comparer et, le cas échéant, améliorer la qualité des terminaisons. En principe les trois fibres devraient avoir la même qualité de transmission.
- **Reporter les résultats et vos conclusions.**

Expérience no. 3 : Mesure de la transmission d'une fibre optique en fonction de la longueur d'onde

- Prendre un segment de fibre (gaine noire) de longueur supérieure à 1 m. **Notez-en la longueur exacte.**
- **Vérifier la qualité** des deux terminaisons et le cas échéant les corriger.
- Monter ensuite la section de fibre avec l'émetteur à LED rouge et mesurer l'intensité du courant du phototransistor pour les diverses longueurs (probablement cette mesure a déjà été faite au point précédent ...).



- Remplacer l'émetteur à LED rouge par chacun des autres (vert, les deux bleus et les deux IR) et effectuer les mesures d'intensité pour chaque cas. Assurez-vous bien chaque fois que la connection de la fibre dans l'émetteur et dans le récepteur est optimale. Produire ainsi un tableau et un diagramme avec l'intensité mesurée en fonction de la longueur d'onde.
- La mesure précédente est brute et **n'illustre pas** directement la transmittance de la fibre en fonction de la longueur d'onde. En effet pour cela il faut tenir compte
 - de la réponse spectrale du phototransistor, qui est donnée par le diagramme suivant.



La valeur de 100% correspond à une réponse de **100 $\mu\text{A}/\mu\text{W}$** .

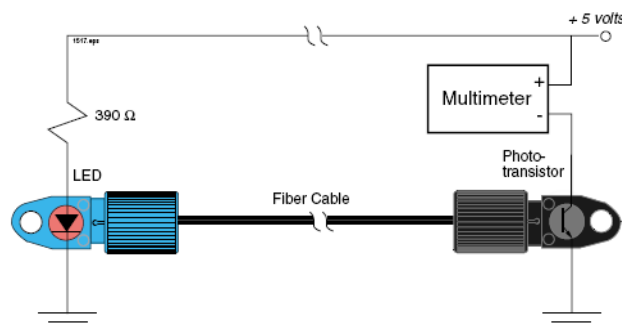
- de la puissance émise dans la fibre par chaque LED qui est résumée (valeur typique estimée) dans le tableau suivant :

Type	Longueur d'onde (nm)	Puissance introduite dans une fibre de 1 mm diamètre de cœur (μW)
IF-E92A	430	500
IF-E92B	470	500
IF-E93	530	250
IF-E96	660	250
IF-E91D	870	250
IF-E91A	940	250

- En tenant compte de cette réponse spectrale on pourra alors facilement produire dans une feuille Excel la **courbe de l'intensité transmise en fonction de la longueur d'onde**. L'échelle de cette intensité sera évidemment relative: on prendra 100% pour la valeur la plus grande.

Expérience no. 4 : Mesure de l'atténuation d'une fibre optique

- Identifier **trois** segments de fibre (gaine noire) qui ont une longueur différente: (approximativement) 1 et 3 m. **Notez-en les longueurs exactes**.
- **Vérifier la qualité** de toutes les terminaisons et le cas échéant les corriger. Si quelques fibres ont de mauvaises terminaisons les mesures successives seront fausses et pas interprétables.
- Monter ensuite chaque section de fibre avec l'émetteur à LED rouge et mesurer l'intensité du courant du phototransistor pour les diverses longueurs.

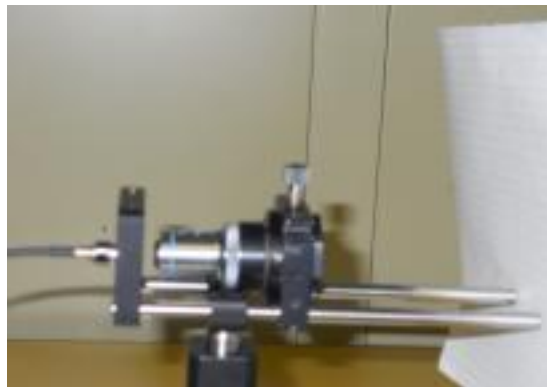


- Remplacer l'émetteur à LED rouge par chacun des autres (vert, bleu et IR) et effectuer les mesures d'intensité pour les différentes longueurs de fibre. Pour gagner du temps on peut ici ne considérer que quatre longueurs d'onde (rouge, vert, un des bleu et un des IR), en notant bien évidemment type de LED et longueur d'onde.
- Produire pour chaque longueur d'onde un tableau et un diagramme avec l'intensité mesurée en fonction de la distance. On gagnera du temps en enregistrant ces mesures directement, par exemple, dans une feuille Excel. **Calculer le coefficient d'atténuation α** moyen ainsi évalué pour les diverses longueurs d'onde, ainsi que son incertitude.
- Produire ensuite dans une feuille Excel une **courbe de l'atténuation α en fonction de la longueur d'onde**.

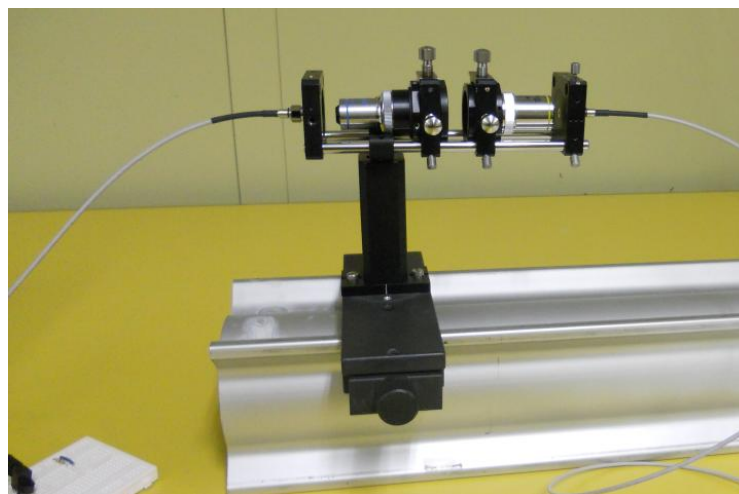
Expérience no. 5 : Transmission à l'air libre avec réinsertion de la lumière dans une autre fibre

On va maintenant réaliser un montage où la lumière de la fibre fournit un faisceau (quasi-) collimaté et est ensuite réinsérée dans une autre section de fibre.

- Identifier les deux segments de fibre (gaine grise) qui ont un connecteur type SMA d'un côté.
- **Vérifier la qualité** de des terminaisons sans connecteur et le cas échéant les corriger.
- Monter ensuite une des fibres avec l'émetteur à LED rouge et sortir la lumière au moyen de l'interface SMA. Vérifier la largeur du faisceau avec une feuille de papier (ou un écran).
- Monter l'autre fibre dans le phototransistor et connecter les deux fibres avec le **coupleur SMA**. Noter l'intensité mesurée à travers les deux sections de fibres couplées.
- Re-séparer les deux fibres. Remonter celle associée à la LED rouge dans le connecteur SMA. Monter ensuite un objectif (figure ici-bas) et observez le faisceau sortant plus ou moins collimaté (en fonction de la distance de l'objectif) et centré. Utiliser le cas échéant les **vis de centrage** du support SMA qui permettent de centrer l'objectif sur la sortie de la fibre..



- Monter un système récepteur avec l'autre objectif qui doit concentrer le faisceau vers la deuxième interface SMA. Connecter ici la deuxième fibre au récepteur phototransistor (figure ici-bas).



- Mesurer l'intensité du courant du phototransistor et régler à la fois les centrages et la position des objectifs afin de maximiser l'énergie transmise (on devrait arriver au moins à un courant de 3 mA).

12. A la fin, svp démontez, rangez et, le cas échéant nettoyez tous les composants utilisés et remettez la manip dans l'état d'avant son début.

4. Compte rendu

Le compte rendu doit inclure :

- Une brève description des configurations testées et des mesures effectuées.
- Tous les calculs y référant, ainsi que les **résultats demandés** sous forme de tableau et graphique.

Le compte-rendu peut par exemple consister en un **fichier Excel** (sur une seule feuille, svp) incluant quelques légendes et commentaires, ainsi que noms, dates, etc..

5. Distribution du travail

Ce TP sera généralement réalisé en équipe de 2 ou 3 personnes.

Chaque groupe est évidemment libre de s'organiser. Toutefois on suggère que:

- au moins une personne se dédie déjà durant la manip aux calculs théoriques de support et compréhension des résultats trouvés ;
- au moins une personne vérifie que toute la procédure est bien suivie, soigne particulièrement le montage et les mesures, prend des photos, des notes et des croquis durant la manip.

Le compte-rendu peut être rédigé en se partageant le travail mais il devra être revu et corrigé avant livraison par tous les membres.

Il est en tout cas primordial que **tous les membres de l'équipe maîtrisent tous les aspects**, à la fois pratique et théoriques, de la manip.

On rappelle que l'examen final d'optique inclura des questions en rapport avec les TP effectués.