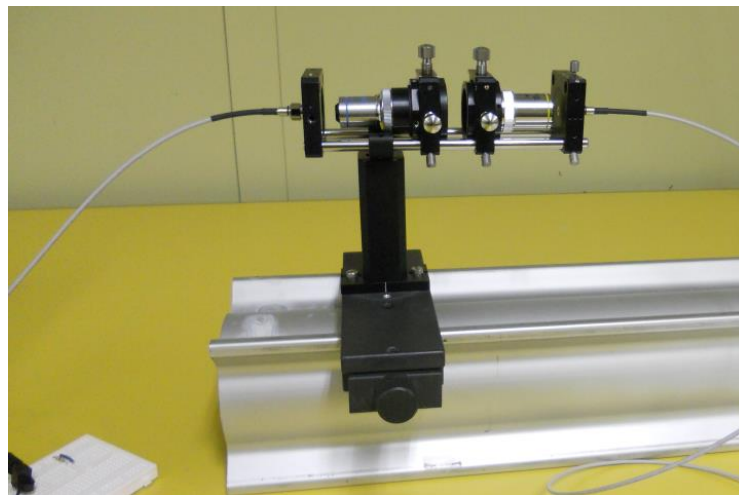


TRAVAIL PRATIQUE No. 2B: Introduction aux fibres optiques

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
- Multimètre

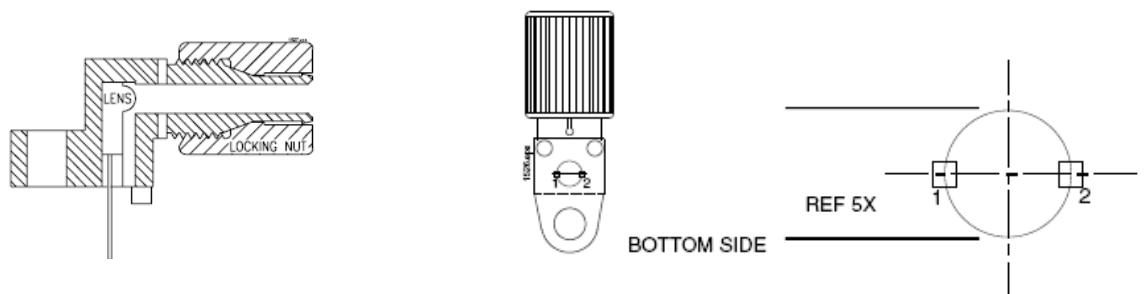
3. Procédure

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



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

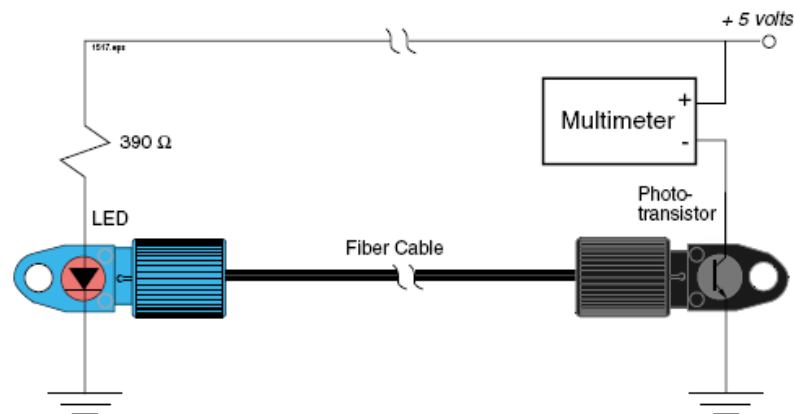
Identifier les sections de fibre optique de 1 mm de cœur, les éléments « sidelooker » (figure ici-bas) pour émetteur (LEDs rouge, verte, bleue et infrarouge) et récepteur (phototransistor).



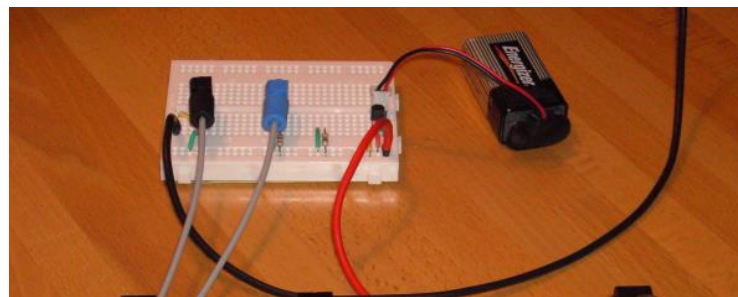
Fiber Optic LEDs: IF-E91C, IF-E93A and IF-E96

- 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 physique des pôles du phototransistor est en fait inversée par rapport au schéma.



- Connecter les câbles rouge et noir/bleu 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**.

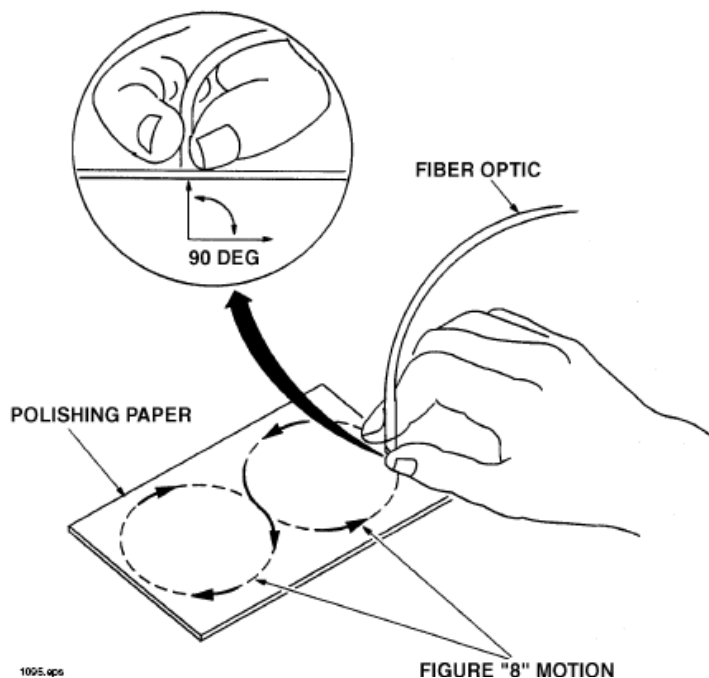
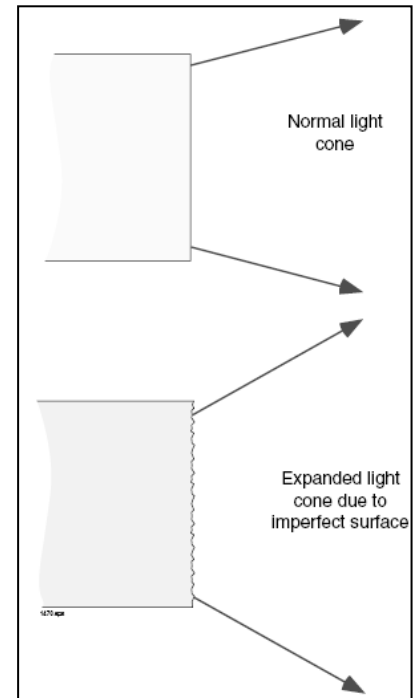
Expérience no. 2: Polissage des terminaisons des fibres

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.

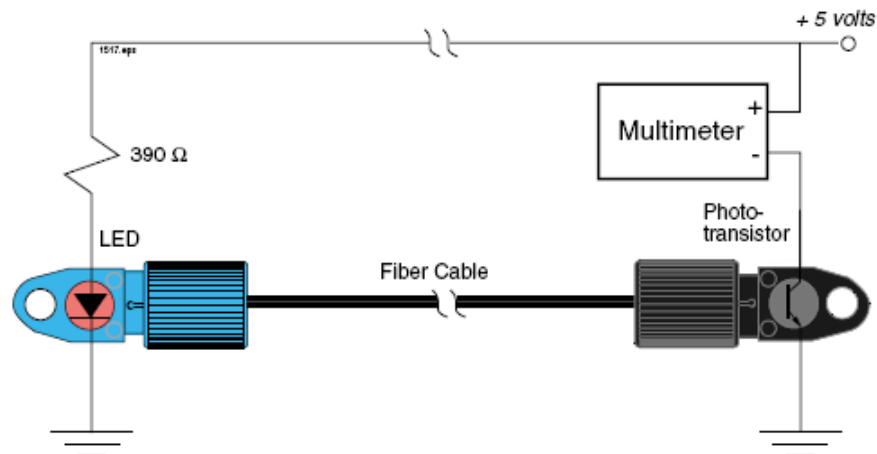


Polissage de la terminaison de la fibre (mouvement en 8)

- 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 afin d'avoir la meilleure transmission et des valeurs proches pour les trois fibres.
- **Reporter les résultats et vos conclusions.**

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

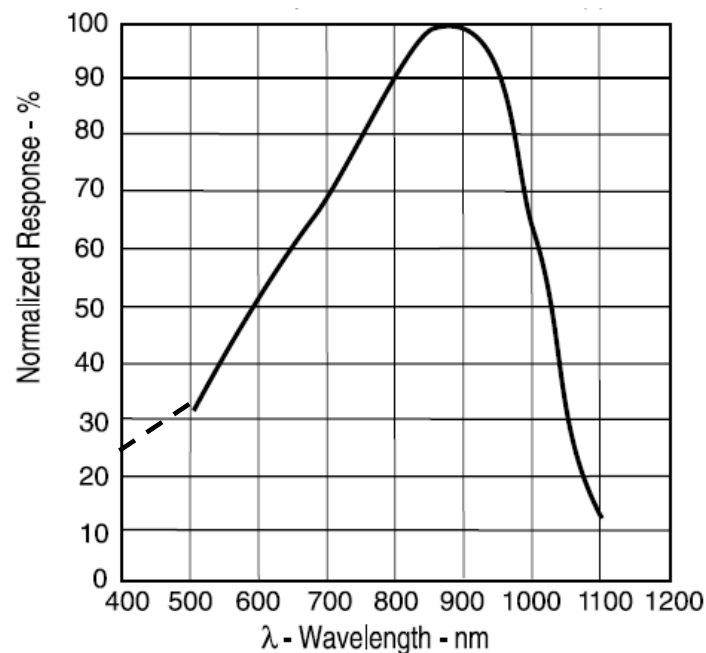
- Prendre un segment de fibre (gaine noire) de longueur 1 m.
- **Vérifier la qualité** des deux terminaisons et le cas échéant les améliorer.
- Monter ensuite la section de fibre avec l'émetteur à LED rouge et mesurer l'intensité du courant du phototransistor (probablement cette mesure a déjà été faite au point 1. 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. 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 μA/μW**.

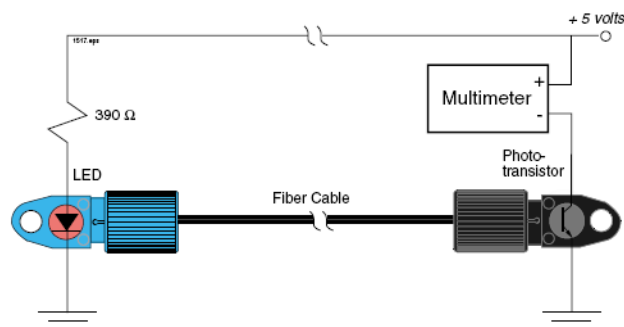
- de la puissance émise dans la fibre par chaque LED qui est résumée (valeur typique rapportée dans le datasheet de chaque élément) dans le tableau suivant :

Type	Longueur d'onde (nm)	Puissance introduite dans une fibre de 1 mm diamètre de cœur (μW)
IF-E92A	430	25
IF-E92B	470	75
IF-E93	530	115
IF-E97	660	325
IF-E91B	880	75
IF-E91A	950	100

- 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, 3 et 5 m.
- **Vérifier la qualité** de toutes les terminaisons et le cas échéant les corriger. En effet, si quelques fibres ont de mauvaises terminaisons les mesures de transmission seront faussées.
- Monter ensuite chaque section de fibre avec l'émetteur à LED rouge et mesurer l'intensité du courant du phototransistor pour les diverses longueurs.

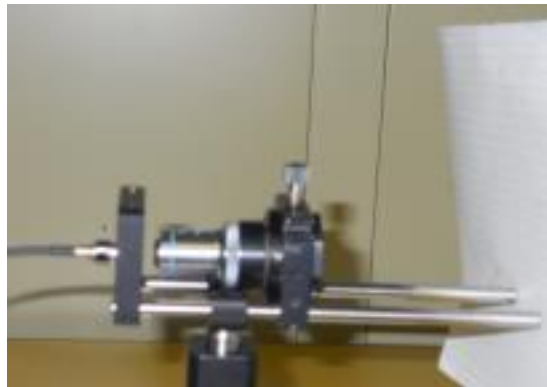


- Remplacer l'émetteur à LED rouge par chacun des autres (vert, bleu et IR) et effectuer les mesures d'intensité pour les différentes longueurs de fibre.
- Produire pour chaque longueur d'onde un tableau et un diagramme avec l'intensité mesurée en fonction de la distance. On gagnera du temps en enregistrant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

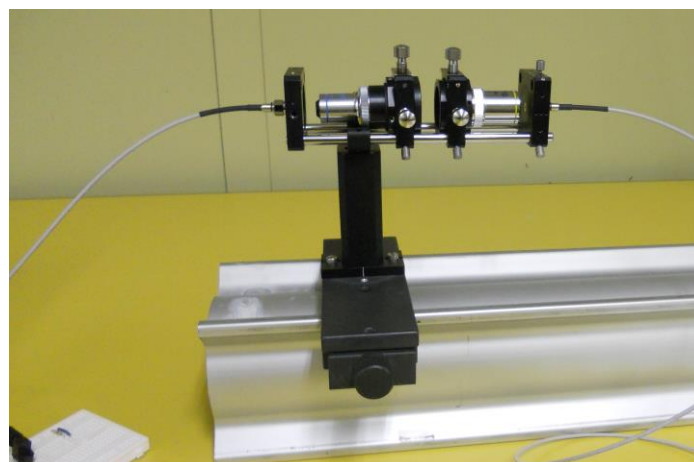
Expérience no. 5 : Transmission à l'air libre avec réinsertion de la lumière dans une autre fibre

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 (utilisé comme 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 :

- Tous les calculs y référant, ainsi que les **résultats demandés** sous forme de tableau et graphique. Ceci peut aussi être fourni par un **fichier Excel** incluant par souci de clarté quelques légendes et commentaires sur chaque configuration testée, ainsi qu'évidemment titre, date et auteurs.

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:

- Chaque membre du groupe manipule à tout de rôle les fibres, vérifie leur terminaisons et prene note des mesures ;
- 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.