

CARTOGRAPHIE D'UN SYSTÈME À FIBRE OPTIQUE RÉFLECTOMÈTRE - SOUDEUSE

U51. ANALYSE FONCTIONNELLE DU SYSTÈME

1.1. Éléments à votre disposition

1.1.1. Matériel

Voir cadre 1

Liste du matériel	U51	U52	U53
Kit EducOptic		X	
Soudeuse à fibre optique	X	X	
Kit de clivage		X	
Oscilloscope numérique		X	X
Jarretières de fibre optique		X	

cadre 1.

1.1.2. Documentation

Voir cadre 2

Liste de la documentation	U51	U52	U53
Dossier technique	X	X	X
Notice soudeuse		X	
Fascicule EducOptic	X		
Labview		X	

cadre 2.

1.1.3. Logiciels

Voir cadre 3

Liste des logiciels	U51	U52	U53
Wintrace		X	
Réflexométrie LV		X	X
Labview		X	
Excel		X	X

cadre 3.

1.1.4. Problématique .

Sur un chantier de travaux publics, une mauvaise manœuvre a endommagé une liaison par fibre optique d'un réseau local desservant une entreprise. Le technicien FO doit identifier précisément l'endroit de la rupture, réaliser la soudure entre les fibres et contrôler la liaison après son intervention. Il fournira ensuite un rapport d'intervention avec le bilan de la liaison ou figurera l'atténuation totale de la liaison, avec ses connexions et ses défauts résiduels, en particulier la position ainsi que les pertes au sein de cette soudure. Peut-il satisfaire à cette demande? (réponse en U53)

1.2. Travail demandé

1.2.1. Organisation du système de mesure par réflectométrie

Le système de mesure est constitué des éléments ci après, indiquer pour chacun d'eux leur fonction dans le système de mesure :

Générateur d'Impulsions	
Diode Laser	
Coupleur optique 3 voies	
Photodiode à Avalanche	
Amplificateur	
Traitement du Signal et Visualisation	

Liaison Optique à mesurer

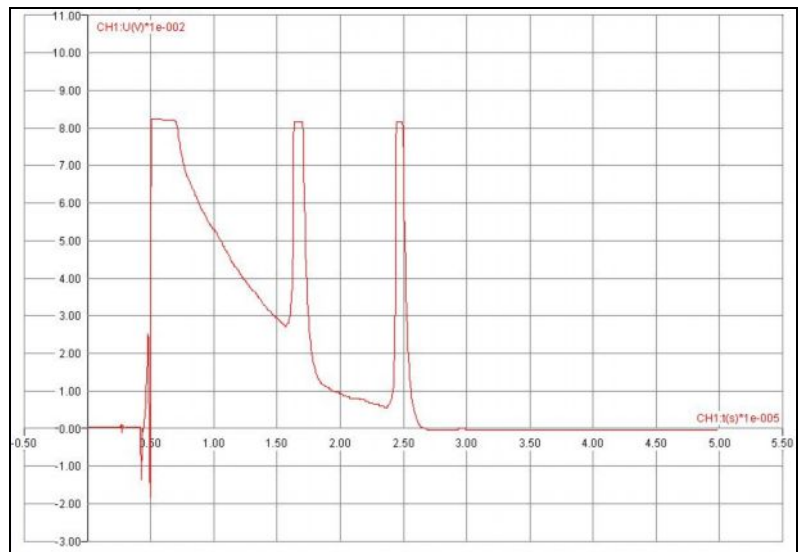
1.2.2. Principe de la mesure de réflectométrie

La courbe de réflectométrie obtenue sur l'oscilloscope pour deux fibres connectées, se présente comme le graphe donné *cadre 4* (puissance optique (V) en retour en fonction du temps).

- Flécher sur le schéma *cadre 4* les pics de réflexion et préciser sur quelle face se fait la réflexion. Comment a-t-on accès à la durée Δt qui permet de mesurer la longueur de chaque fibre ? Donner l'expression de la longueur L d'une fibre en fonction de Δt . (On écrit que la vitesse de la lumière dans la fibre est : $v_G \approx \frac{c}{n_1}$,

n_1 étant l'indice du cœur).

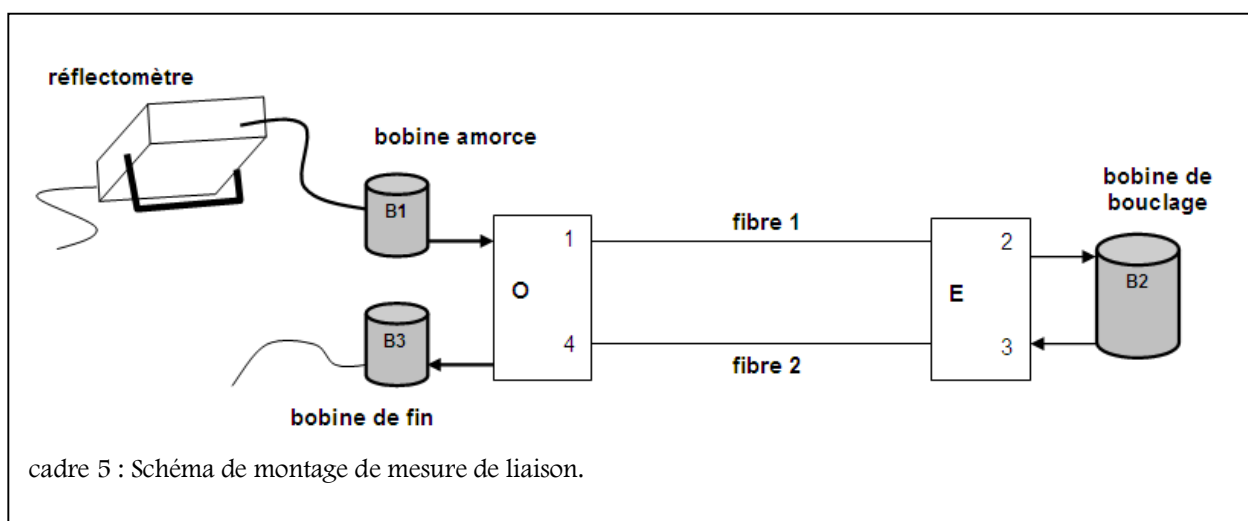
- Flécher les parties correspondant au signal rétrodiffusé. Pourquoi fait-on le cumul de plusieurs échantillons ? On montre que la tension détectée pour le signal rétrodiffusé s'exprime en fonction de la longueur z de la fibre par : $U = K \cdot 10^{-2az/10}$. Exprimer $5 \cdot \log(U)$. Montrer que la courbe $5 \cdot \log(U)$ est une fonction affine de z de pente $-a$.



cadre 4 : Courbe de rétrodiffusion, $U = f(t)$, exemple.

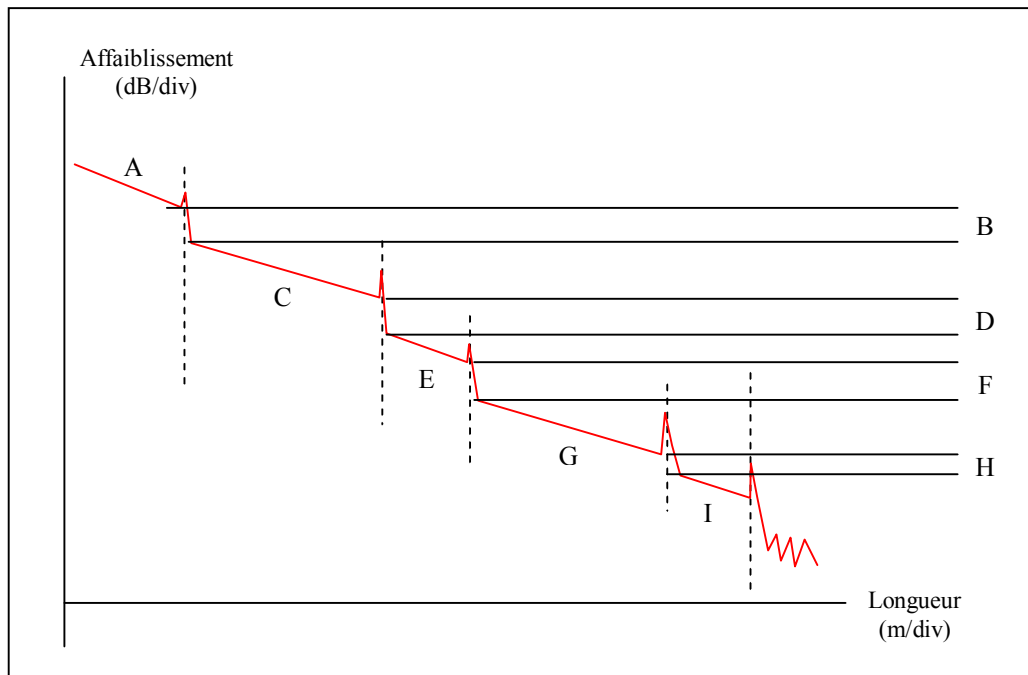
1.2.3. Protocole de contrôle d'une liaison courte

Conformément aux recommandations de la FICOME (Fédération Interprofessionnelle de la Communication d'Entreprise) on réalise le schéma de mesure suivant :



cadre 5 : Schéma de montage de mesure de liaison.

On obtient alors une trace présentant l'allure suivante :



Indiquer, en complétant le tableau ci-dessous, à quoi correspondent les différentes zones (A à I) de la trace obtenue.

Zone	Composante de la liaison	Sens
A	bobine amorce	
B	Connecteur 1	O -> E
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		

Pour obtenir la caractérisation complète de la liaison, la mesure de chacune des composantes de la liaison doit être effectuée dans les deux sens (O->E et E->O).

Comment doit-on modifier le montage pour obtenir une trace permettant de compléter la mesure précédente afin de caractériser totalement la liaison ?

Pour assurer la continuité de la propagation dans les cœurs à l'interface entre deux fibres optiques on doit réaliser une fusion locale des deux cœurs et des deux gaines optiques sans mélange par brassage des deux milieux d'indices différents.

La qualité de la soudure réalisée va donc dépendre de :

- la qualité des deux faces en regard ;
- la mise en position relative des deux cœurs des fibres à épissurer ;
- la force de contact entre les deux faces (intensité, durée, évolution dans le temps) ;
- l'intensité et la durée de l'arc électrique.

1.2.4. Étude du dispositif d'alignement des fibres dans la soudeuse

1.2.4.1. Mise en position

Les deux cœurs sont positionnés en plaçant chacune des fibres dans une rainure en V, voir cadre 6.

C'est donc la surface extérieure de la gaine optique qui est utilisée pour mettre en place l'axe géométrique du cœur de la fibre.

En vous référant au document des spécifications d'une fibre monomode SSF G.652 (voir *cadre 5*) indiquer quelles sont les caractéristiques de la fibre qui ont une influence sur sa mise en position dans la soudeuse.

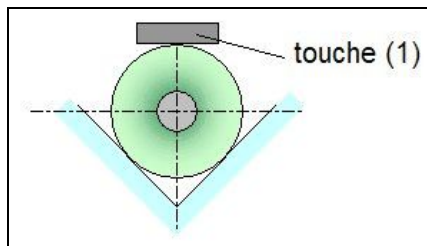
Existe-t-il d'autres facteurs influençant la mise en position de la fibre dans sa rainure en V ? Lesquels ?

1.2.4.2. Mise en butée

Remarque : Les chiffres entre parenthèses ci-dessous font référence au *cadre 7*.

a) Maintien des fibres

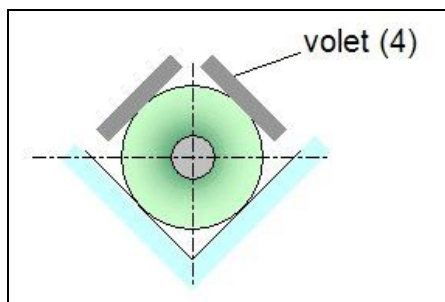
Les fibres étant en position dans leurs rainures en V respectives (3), on doit maintenir cette position au cours des



cadre 6.

opérations suivantes, pour cela :

- La fermeture du volet de protection (1) amène une touche en



cadre 8.

contact avec la fibre au niveau du bloc guide fibre (3), voir *cadre 6*.

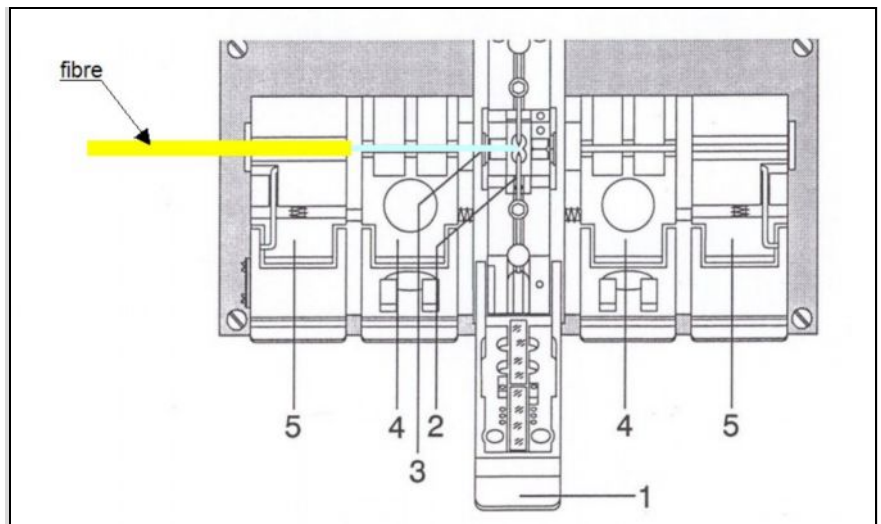
- La fibre est ensuite maintenue par le volet de maintien (4), voir *cadre 8*.

- La fibre est serrée par la mâchoire de serrage (5), voir *cadre 9*.

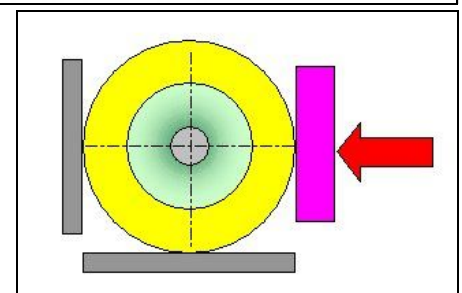
Indiquer quelles sont les différentes liaisons ainsi réalisées en complétant le tableau *cadre 10*.

Test Parameters	Specifications
Geometrical Properties	
Cladding diameter	125 ± 1.0 µm
Cladding non-circularity	< 1.0 %
Core / cladding concentricity error	≤ 1.0 µm
Coating diameter (un-colored)	245 ± 10 µm
Coating / cladding concentricity error	≤ 10.0 µm
Mode field diameter at 1310 nm	(8.6 - 9.5) µm
Mechanical Properties	
Fiber proof test level	0.70 GPa 100 (1%) (kpsi)
Operating temperature range	-60 to +85 °C
Optical Properties	
Attenuation	
Grade A (1310 / 1550)	≤ 0.33 / 0.20 dB / km
Grade B (1310 / 1550)	≤ 0.35 / 0.22 dB / km
Grade C (1310 / 1550)	≤ 0.40 / 0.25 dB / km
Cut off wavelength	1180 - 1330 nm
Point discontinuities at 1310 & 1550 nm	≤ 0.10 dB
Zero dispersion wavelength λ ₀	1300 - 1322 nm
Dispersion at 1550nm	< 18 ps / nm - km
Zero dispersion slope	≤ 0.092 ps / nm ² - km
Polarization mode dispersion coefficient at 1310 & 1550 nm	≤ 0.20 ps / √km
Loss performance at 1550 nm	≤ 0.1 dB loss increase with 100 turns around a mandrel of 30 mm radius

cadre 5 : Spécifications d'une fibre G.652.



cadre 7 : Dispositif de mise en butée.



cadre 9.

Fibre (gaine) / Guide fibre (3)	Fibre (Gaine) / Volet de maintien (4)	Fibre (coating) / Bloc de serrage (5)

cadre 10 : Tableau à compléter.

Dans l'opération de mise en butée, le mouvement des fibres suivant X est obtenu par déplacement du bloc constitué par (4)+(5), le guide fibre (3) demeurant fixe.

Ce mouvement est-il compatible avec les liaisons précédentes ? Pourquoi ?

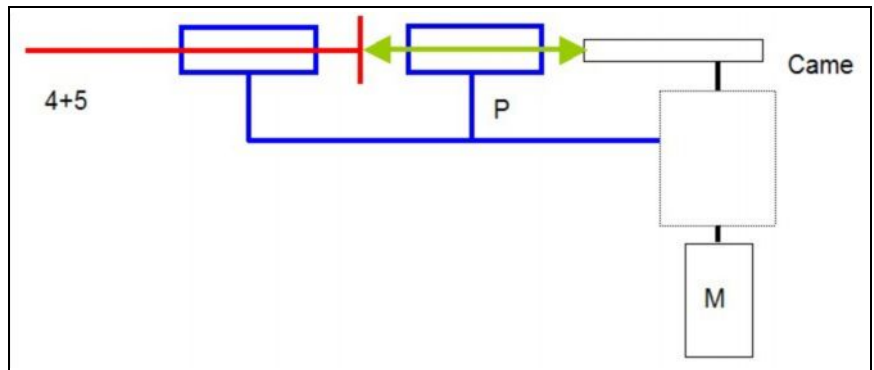
b) Déplacement des fibres

Le bloc mobile constitué de (4)+(5) est entraîné en translation suivant X par l'intermédiaire d'une chaîne cinématique constituée par un moto-réducteur muni d'une came agissant sur un poussoir. Le schéma cinématique incomplet correspondant est donné *cadre 11*.

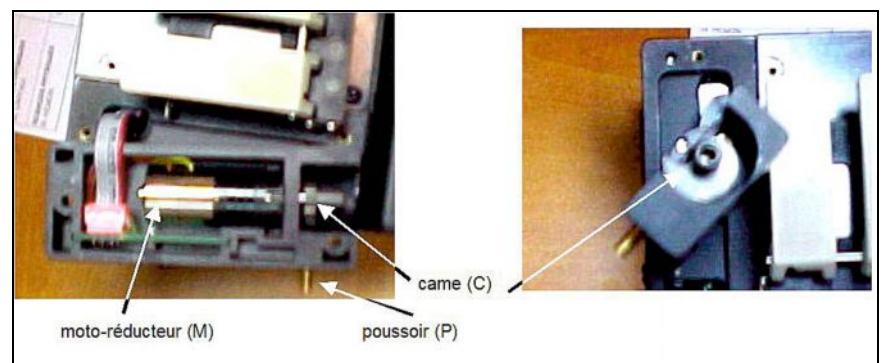
Compléter la zone en pointillé à l'aide du schéma de la liaison manquante.

Dans le fonctionnement (voir *cadre 12*), on souhaite que le déplacement de la fibre s'effectue à vitesse constante, c'est à dire que pour le même angle de rotation $\Delta\alpha$ du moteur, on obtienne le même déplacement Δx de la fibre.

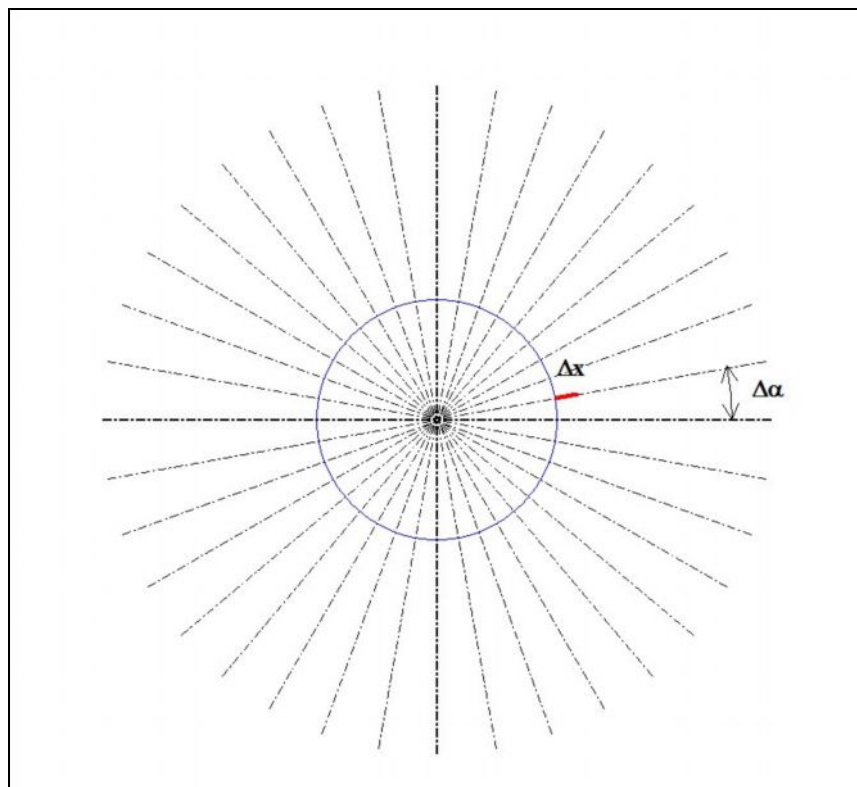
Compléter le tracé des points de la came donné *cadre 13*.



cadre 11 : Schéma cinématique.



cadre 12.



cadre 13 : Tracé de la came à compléter.