



La FIBRE OPTIQUE

Présentation du
20 juin 2002

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



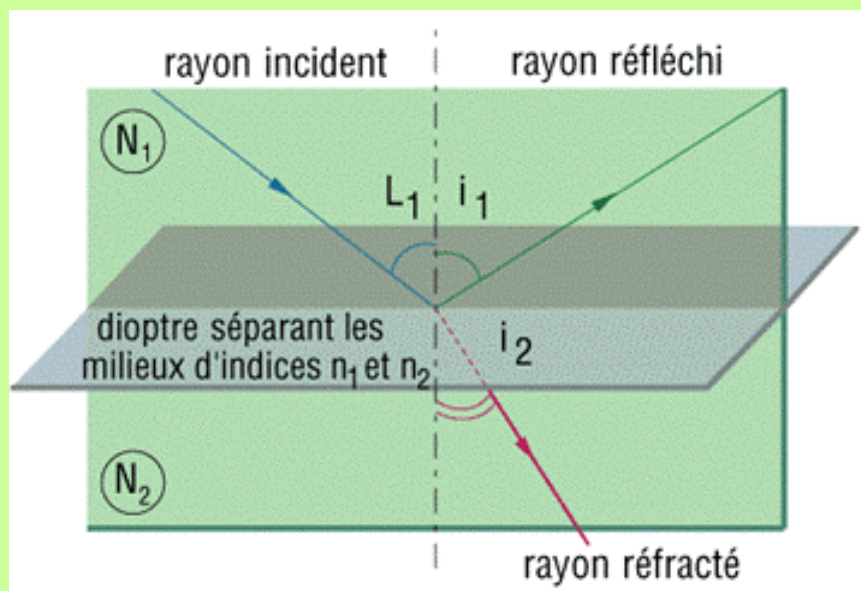
SOMMAIRE

- Théorie
- Types de fibres
- Constitution des fibres
- Connexion
- Couplages
- Mesures
- Transceiver



UN PEU DE THEORIE

- Lorsqu'un faisceau lumineux heurte obliquement la surface qui sépare deux milieux plus ou moins transparents, il se divise en deux : une partie est réfléchi tandis que l'autre est réfractée, c'est à dire transmise dans le second milieu en changeant de direction. L'indice de réfraction (voir animation site Walter Fendt) est une grandeur caractéristique des propriétés optiques d'un matériau. Il est obtenu en divisant la vitesse de la lumière dans le vide ($C_v=299\,792\text{ Km/s}$) par la vitesse de cette même onde dans le matériau. Plus l'indice est grand, et plus la lumière est lente. Ainsi, dans l'air, la vitesse de la lumière est à peu près égale à C_v ; dans l'eau, elle est égale à 75% de C_v ; dans le verre, elle est égale à environ 55% ou 60% de C_v selon le type de verre.



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

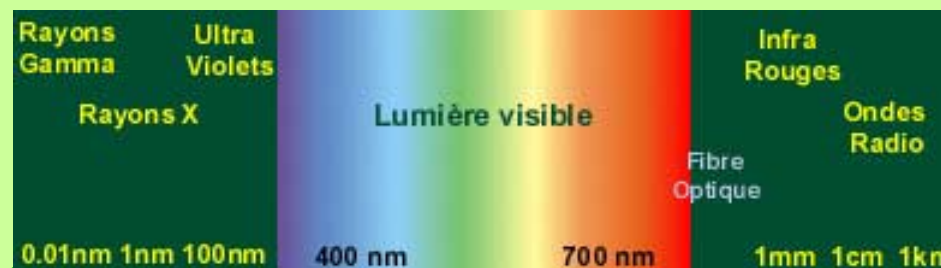
Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



UN PEU DE THEORIE

- C'est ce principe qui est utilisé pour guider la lumière dans la fibre. La fibre optique comprend ainsi deux milieux : le coeur, dans lequel l'énergie lumineuse se trouve confinée, grâce à un second milieu, la gaine, dont l'indice de réfraction est plus faible. Les recherches menées dans les années 1970 ont conclu que la silice était un bon support pour des longueurs d'onde prises dans le proche infrarouge (850 nm - 1300 nm - 1500 nm).

La fabrication en série de lasers à semi-conducteurs dans ces longueurs d'onde est venue par la suite confirmer ce choix. Un laser (light amplification by stimulated emission of radiation), amplification de la lumière par émission stimulée de radiations, est un dispositif qui amplifie la lumière et la rassemble en un étroit faisceau, dit cohérent, où ondes et photons associés se propagent en phase, au lieu d'être arbitrairement distribués. Cette propriété rend la lumière laser extrêmement directionnelle. Le rayonnement est également d'une grande pureté spectrale, le processus d'émission des photons garantissant leur régularité quantique



RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

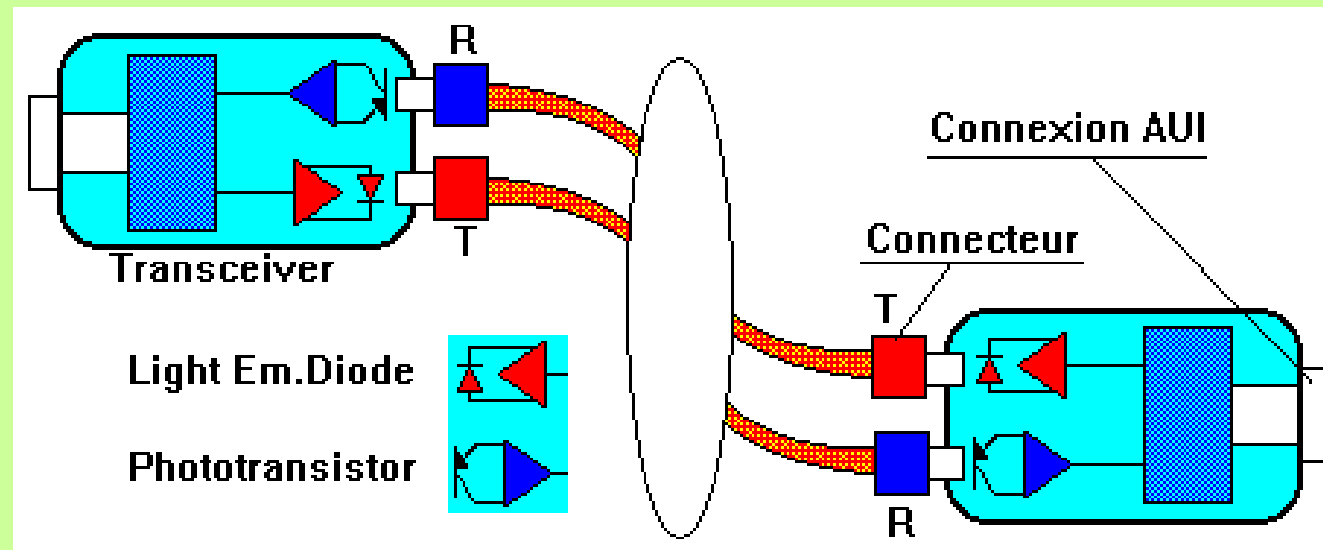
20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



UN PEU DE THEORIE

- Conversion de signaux électriques en signaux optiques au moyen d'un transceiver Ethernet



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



UN PEU DE THEORIE

- Le transceiver optique a pour fonction de convertir des impulsions électriques en signaux optiques véhiculés au coeur de la fibre. A l'intérieur des deux transceivers partenaires, les signaux électriques seront traduits en impulsions optiques par une LED et lus par un phototransistor ou une photodiode.
- On utilise une fibre pour chaque direction de la transmission.
- Les émetteurs utilisés sont de trois types:
 - - Les LED *Light Emitting Diode* qui fonctionnent dans le rouge visible (850nm). C'est ce qui est utilisé pour le standard Ethernet FOIRL.
 - - Les diodes à infrarouge qui émettent dans l'invisible à 1300nm
 - - Les lasers, utilisés pour la fibre monomode, dont la longueur d'onde est 1300 ou 1550nm

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Les trois types de fibre optique

- **La fibre à saut d'indice** 200/380 constituée d'un coeur et d'une gaine optique en verre de différents indices de réfraction. Cette fibre provoque de par l'importante section du coeur, une grande dispersion des signaux la traversant, ce qui génère une déformation du signal reçu.

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

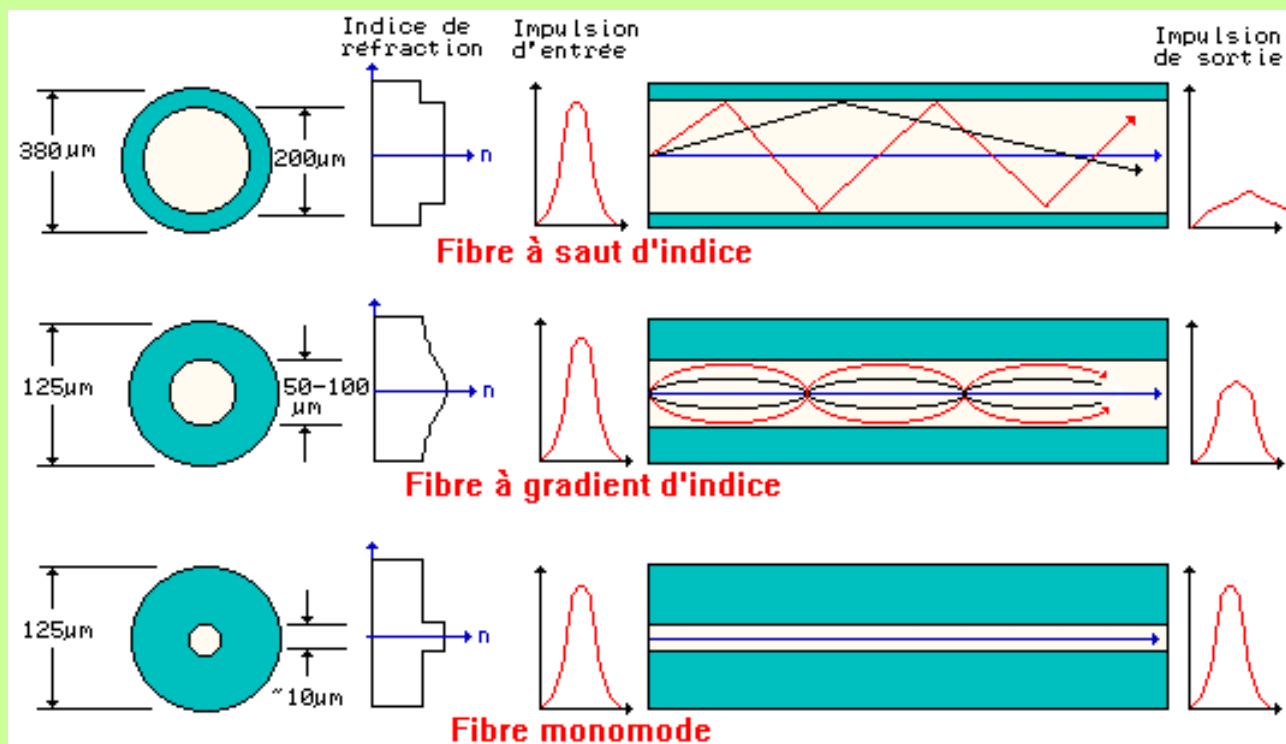
RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



La fibre à saut d'indice



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Les trois types de fibre optique

- **La fibre à gradient d'indice** dont le coeur est constitué de couches de verre successives ayant un indice de réfraction proche. On s'approche ainsi d'une égalisation des temps de propagation, ce qui veut dire que l'on a réduit la dispersion modale. Bande passante typique 200-1500Mhz par km. C'est ce type de fibre qui est utilisé à l'intérieur des bâtiments des Universités (62.5/125) et entre certains sites desservis par les Telecoms (50/125).

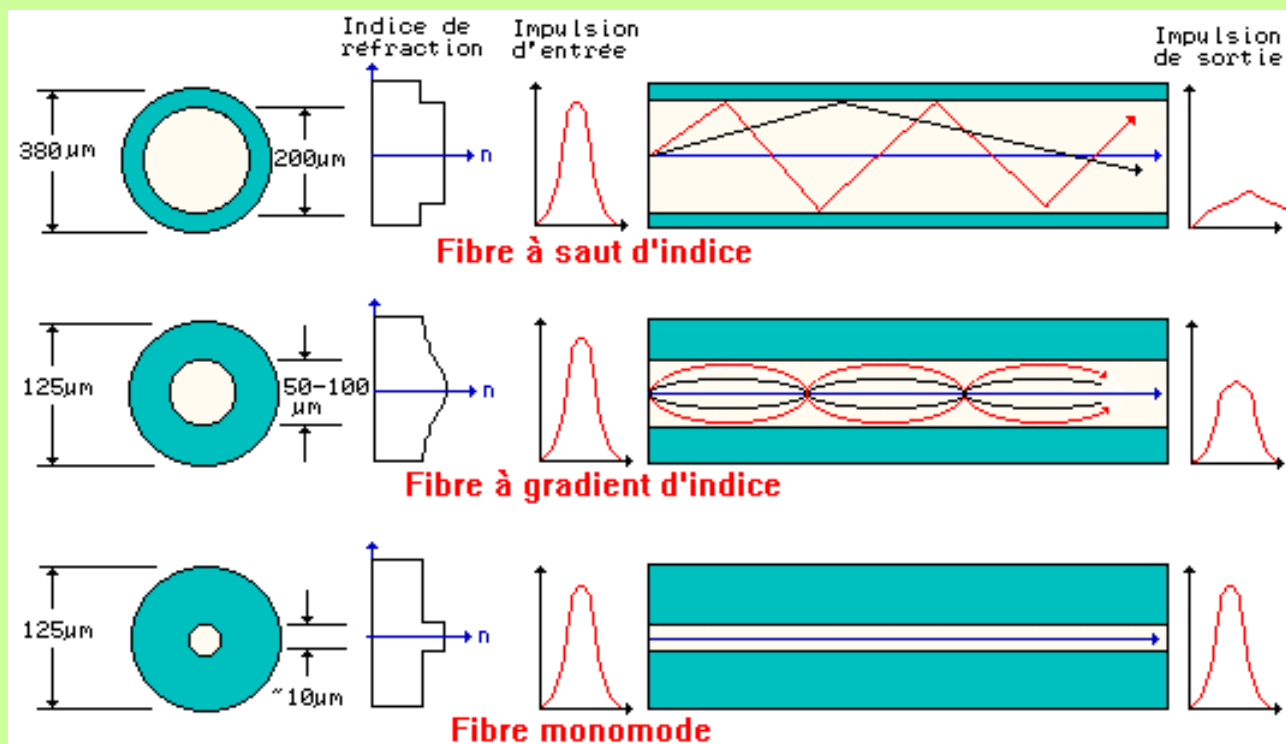
ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr

La fibre à gradient d'indice



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Les trois types de fibre optique

- **La fibre monomode** dont le coeur est si fin que le chemin de propagation des différents mode est pratiquement direct. La dispersion nodale devient quasiment nulle. La bande passante transmise est presque infinie ($> 10\text{Ghz/km}$). Cette fibre est utilisée essentiellement pour les sites à distance.
- Le petit diamètre du coeur (10um) nécessite une grande puissance d'émission, donc des diodes au laser qui sont relativement onéreuses.

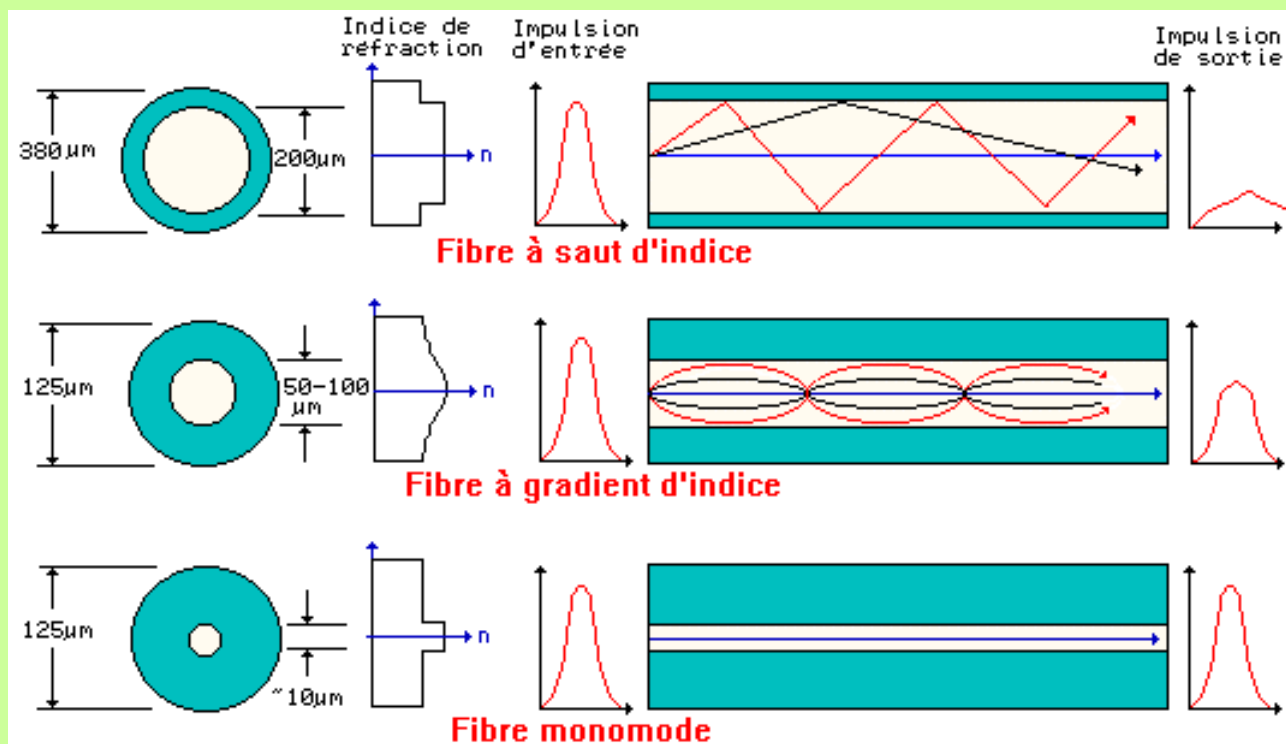
ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr

La fibre monomode



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



La fibre monomode

Type de fibre monomode :	G 652	G 653	G 655
<i>Année de mise en service</i>	1983	1985	1994
<i>Longueur d'onde</i>	1310	1550	1550
<i>Affaiblissement 1285 - 1330 nm</i>	< 0,4	< 0,5	< 0,5
<i>Affaiblissement 1550 nm</i>	< 0,25	< 0,25	< 0,25
<i>Dispersion chromatique 1285 - 1330</i>	< 3,5	< 23	< 23
<i>Dispersion chromatique 1550 nm</i>	< 19	< 3,5	< 3,5
<i>Dispersion du mode de polarisation</i>	< 0,5	< 0,5	< 0,5
<i>Longueur d'onde de coupure</i>	1150 / 1280	1050 / 1350	1450

	Débit	2,5 Gb/s	10 Gb/s	40 Gb/s
<i>Type de fibre</i>				
Fibre standard (G 652)		1000 Km	60 Km	3 Km
True Wave (G 655)		6000 Km	400 Km	25 Km

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

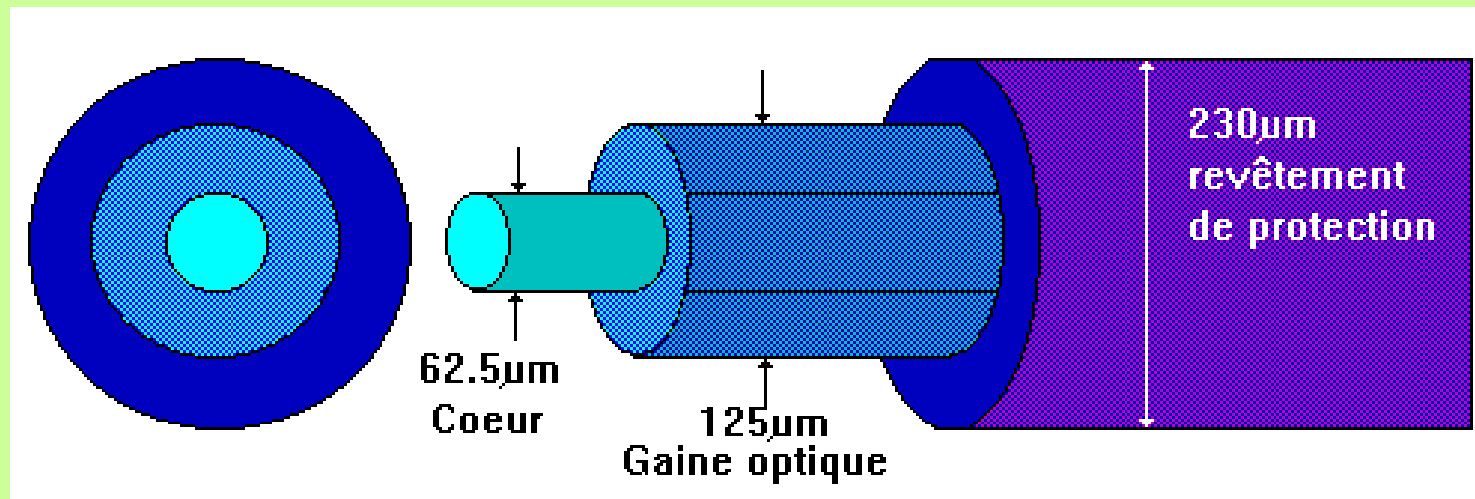
20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Constitution d'une fibre optique

- **Constitution d'une fibre optique multimode**



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

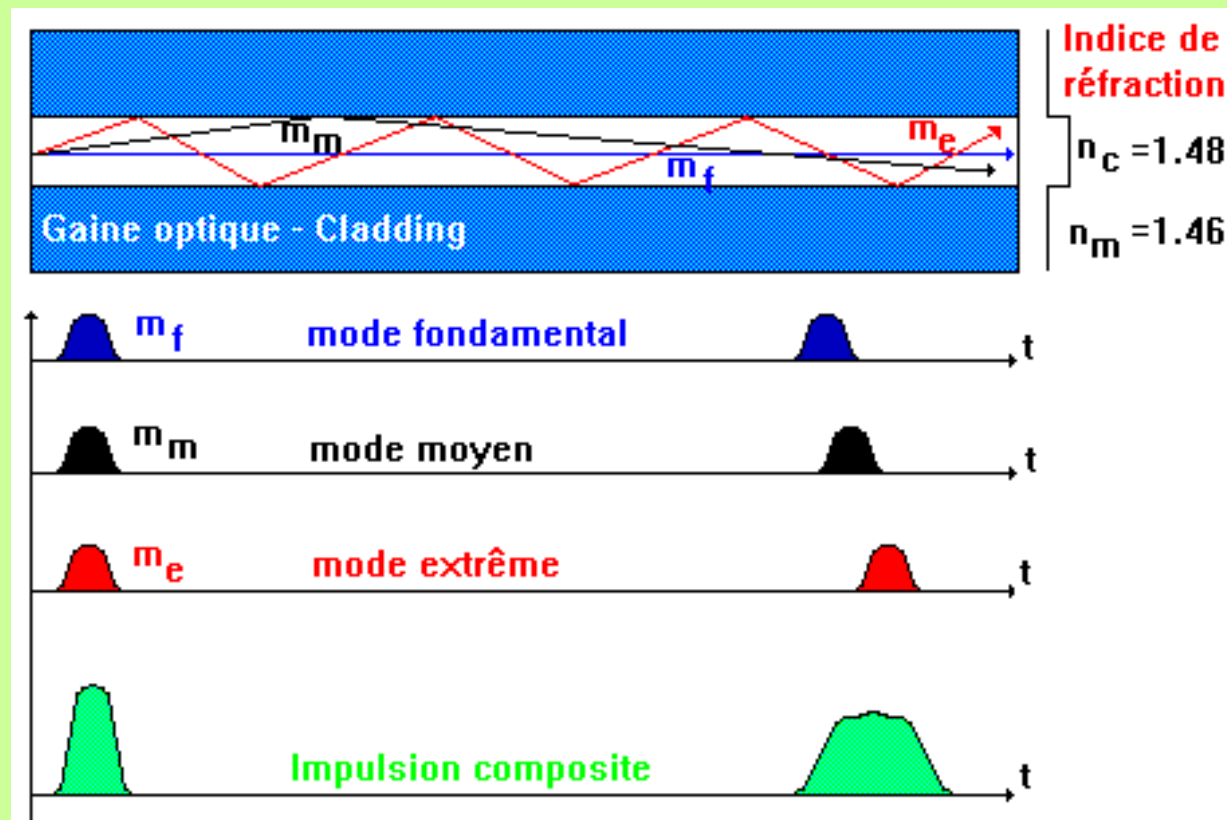
RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr

PROPAGATION

- Propagation de la lumière dans une fibre à saut d'indice



RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

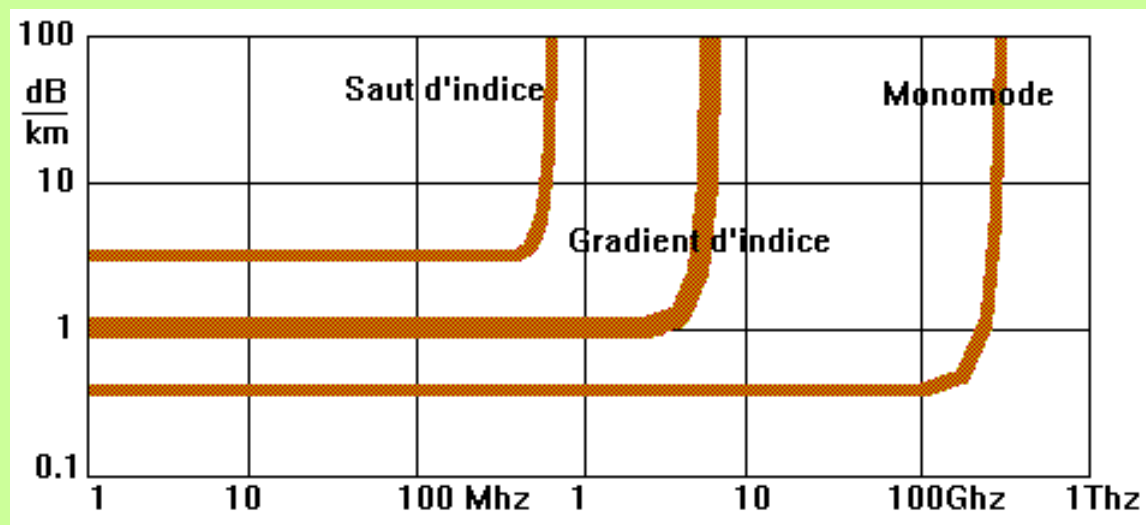
Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Atténuation

- Atténuation du signal



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

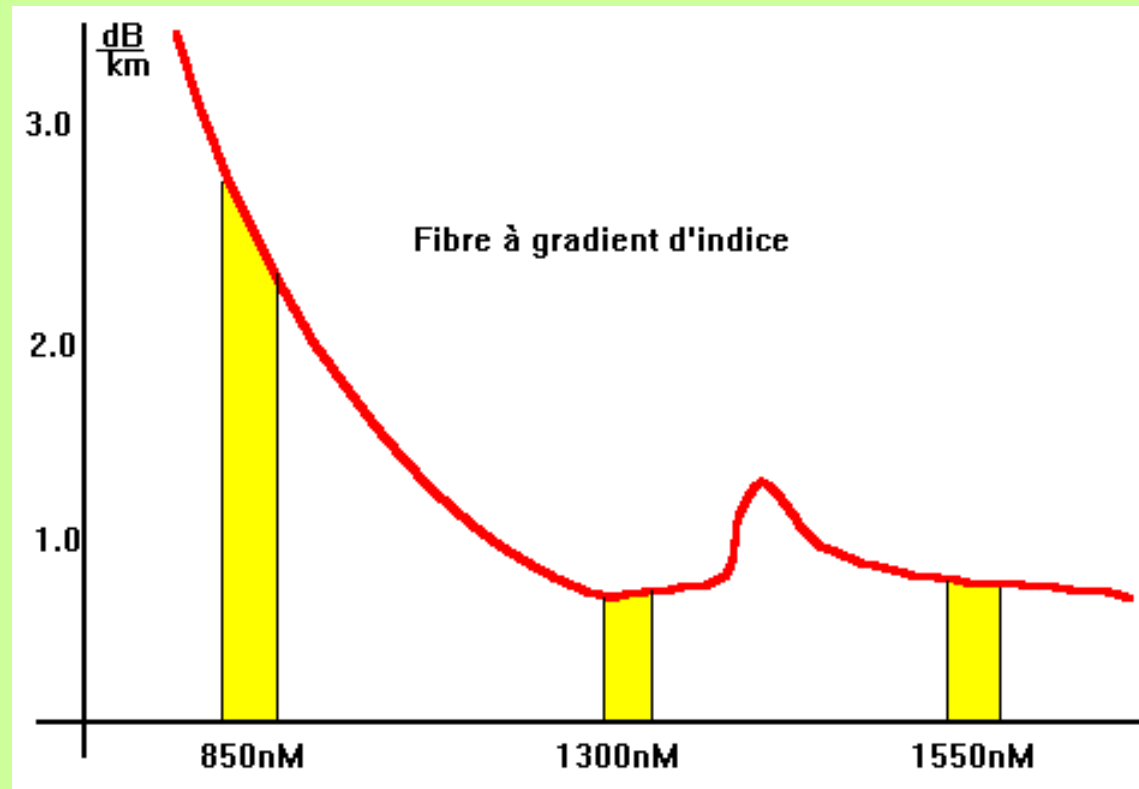
RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Affaiblissement de la lumière en fonction de la longueur d'onde de la source



l'affaiblissement pour la fibre monomode 0,36 dB/Km à 1300 nm et 0,2 dB/Km à 1550 nm

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Cables à fibres optiques

Les fibres optiques sont ensuite placées dans des câbles qui en assurent le conditionnement (plus ou moins de fibres enrobées dans des tubes ou des rubans), la protection mécanique et chimique. La taille et le poids réduit des câbles à fibres optiques permettent des poses d'un seul tenant pouvant dépasser 4800 m contre seulement 300 m avec un câble coaxial en cuivre. Pour tenir compte des contraintes de déroulage sur les voies ferrées, les tourets de câbles optiques de Telcité sont limités à 2100 m.

- La réalisation des câbles doit tenir compte des contraintes physiques et chimiques ainsi que des conditions de sécurité de l'environnement où il sont déployés. Ainsi, on trouve une grande variété de câbles spécifiques :
 - des câbles ignifuges, sans halogène (cas des câbles RATP et ceux de Telcité),
 - des câbles sans métal résistant aux rongeurs,
 - des câbles résistant aux termites,
 - des câbles pour l'industrie pétrochimique,
 - des câbles pour environnement hostile (vapeur, humidité, hydrogène, hydrocarbure),
 - des câbles sous-marins transocéaniques. (France Télécom a mis

20/06/2006

ESI-NE 01, Esprit Bié, Pouch 01/00 OYONNAX

PCS: Bourg en Bresse 140 761 096 090 13 Code APE : 800C

+33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Structures de Câbles à fibres optiques

1. le câble à structure libre tubée (n fibres dans m tubes de protection libres en hélice autour d'un porteur central). La capacité type est de 2 à 432 fibres
2. le câble à tube central (n fibres libres dans 1 tube central, la rigidité étant assurée par des mini-porteurs placés dans la gaine),
3. le câble ruban à tube central (n fibres les unes à côté des autres dans m rubans dans 1 tube central). La capacité type est de 12 fibres par 18 rubans, soit 216 fibres. L'avantage de ce type de câble est de pouvoir souder simultanément la totalité des fibres d'un même ruban.
4. le câble ruban à tubes libres (n fibres les unes à côté des autres dans m rubans dans p tubes libres en hélice autour d'un porteur central).
5. le câble à jonc rainuré (n fibres dans m rubans dans p joncs). La capacité type est de $(8 \text{ à } 12) \times 10 \times 5 = 400 \text{ à } 600$ fibres.
 - le câble ruban à jonc rainuré

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

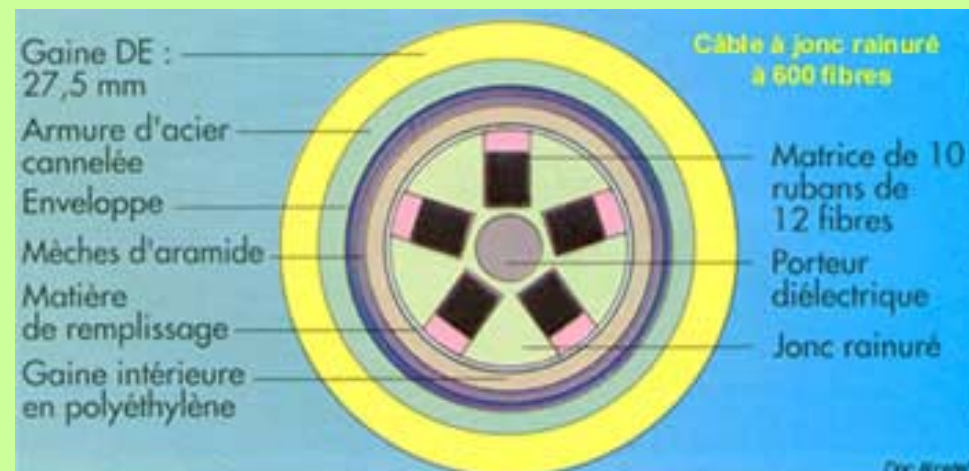
RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Structures de Cables à fibres optiques



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



CONNEXION DE LA FIBRE OPTIQUE

- Il existe nombre de connecteurs pour la fibre optique. Les plus répandus sont les connecteurs **ST** et **SC** . Pour les réseaux FDDI, on utilise les connecteurs doubles **MIC** .
- Il faut encore citer les connecteurs **SMA** (à visser) et les connecteurs **FCPC** utilisés pour la fibre monomode.

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



CONNEXION DE LA FIBRE OPTIQUE

- ***Connecteur ST***



Connecteur ST



CONNEXION DE LA FIBRE OPTIQUE

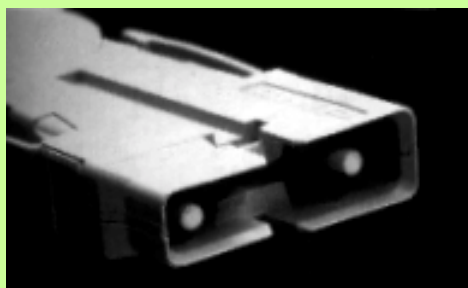
- **Connecteur SC**





CONNEXION DE LA FIBRE OPTIQUE

- **Connecteur FDDI ou MIC**



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



COUPLAGE DE LA FIBRE OPTIQUE

- Il y a plusieurs manières pour coupler de la fibre optique:
- - Le couplage mécanique de deux connecteurs mis bout à bout au moyen d'une pièce de précision. Le dessin ci-dessous montre l'union de deux connecteurs ST, mais il existe des coupleurs ST/SC ou ST/MIC.
- - Le raccordement par *Splice* mécanique qui est utilisé pour les réparations à la suite de rupture ou pour raccorder une fibre et un connecteur déjà équipé de quelques centimètres de fibre que l'on peut acquérir dans le commerce (*Pig tail*).
- - La fusion au moyen d'un appareil à arc électrique appelé *fusionneuse*.

ESI NET 01, Les Ateliers Pierre Dupont 01100 OYONNAX

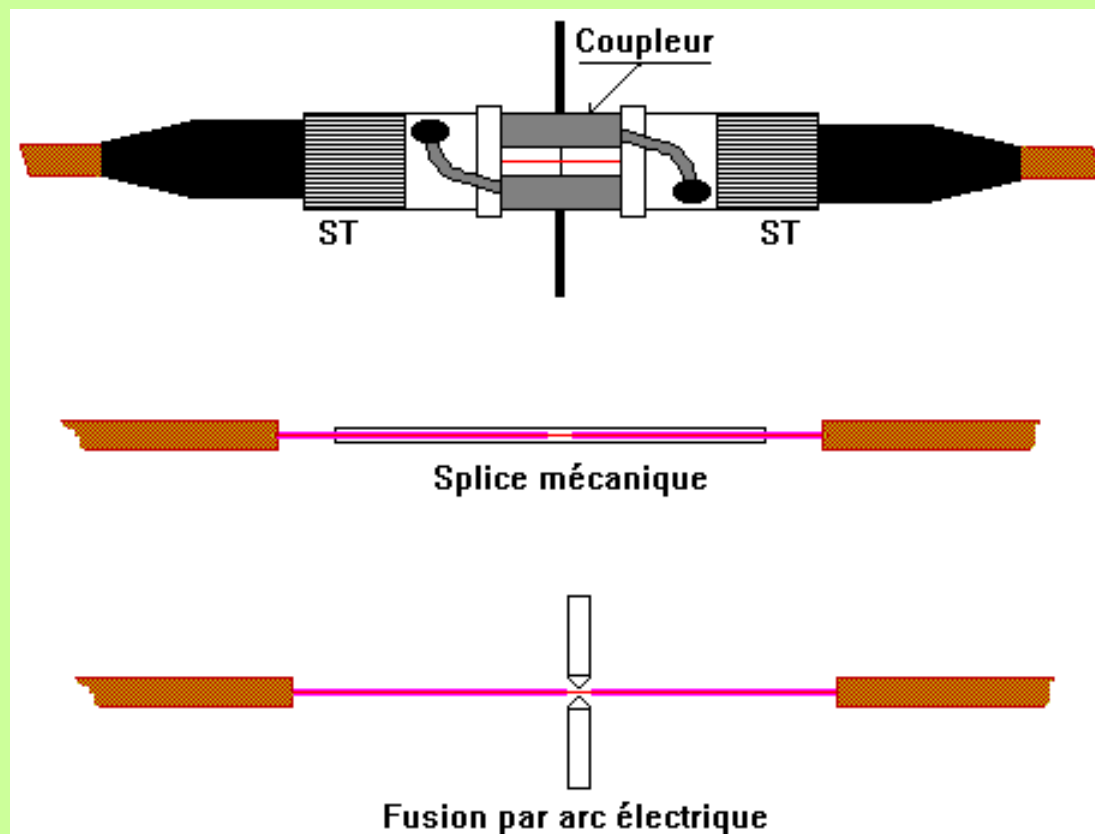
RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tél: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



COUPLAGE DE LA FIBRE OPTIQUE



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



MESURES DE QUALITE

- Après avoir installé une liaison en fibre optique, il convient de mesurer la perte induite par la fibre elle-même et par les connexions effectuées.
- Le *Power meter* constitué d'une paire calibrée d'émetteur-récepteur de lumière, permet de mesurer la totalité de la perte de la ligne en [dB].
- On mesurera la perte à la longueur d'onde utilisée en exploitation (850 ou 1300nm)

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tél: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Réflexométrie d'une liaison fibre

- Le *Réflexomètre* est un appareil qui envoie une impulsion optique dans la fibre.
- Un écran permet de visualiser l'allure du signal réfléchi dans le verre. On peut ainsi mesurer avec précision la longueur de la liaison et les pertes engendrées à chaque connexion.
- En outre, cet appareil est très utile pour localiser les coupures éventuelles de la fibre et pour identifier la connexion qui est la cause d'une trop grande perte optique.
- Le *Power meter* ne donne que la perte globale de la liaison; le *Réflexomètre* indique où se trouve la connexion défectueuse.

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

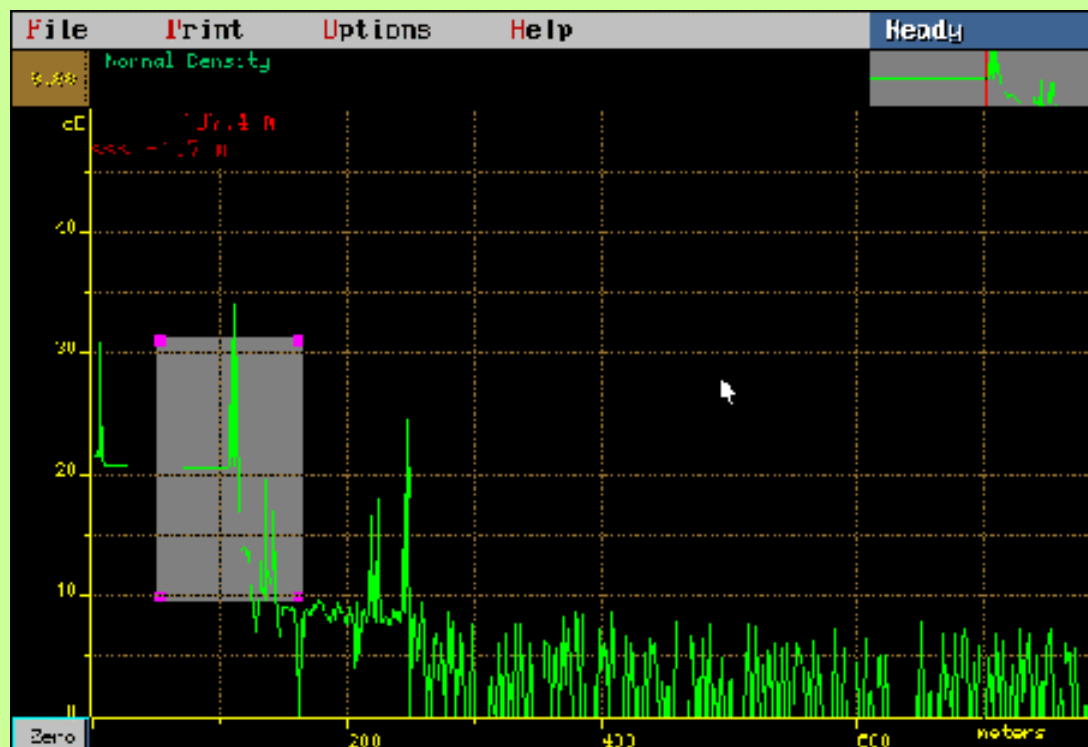
20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Réflectométrie d'une liaison fibre

- Résultat de mesure de Réflectométrie d'une liaison fibre



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

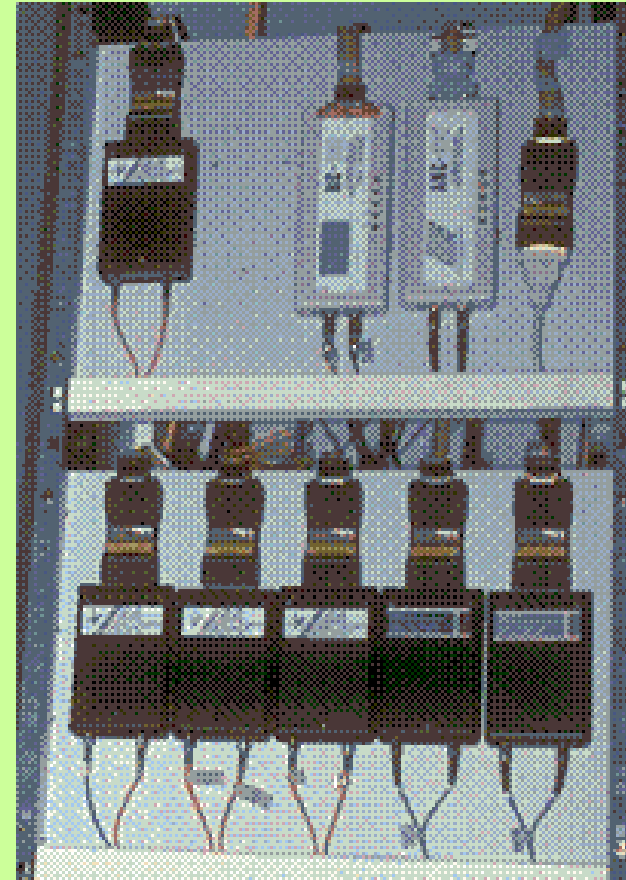
Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Transceiver

EXEMPLES:

Transceivers
fibre optique
multimode et
monomode des
sites à distance
connectés aux
routeurs
correspondants.



ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr

Solutions optiques et cuivre

Domaines d'emploi des solutions de raccordement optique des entreprises.

Débit	256 K 2M	2M 4M	4M 20 M 40M ?	40 M 155 M 622M ?	15 5M 62 2M 2,5G ?	622 M 1g
Interface Client	ETHERNET	ETHERNET	ETHERNET TDM, ATM	ETHERNET TDM, ATM	TDM ETHERNET ?	ETHERNET
Infrastruc ture	CUIVRE	CUIVRE	OPTIQUE	OPTIQUE	OPTIQUE	OPTIQUE
Système	xDSL	xDSL	FSAN	A-NTU	MIE	Concentrat eur Ethernet
Transport	ATM	ATM	ATM	ATM	SDH	ETHERNET

ESI-NET 01, 53 rue Pierre Dupont 01100 CYONINAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



UTILISATIONS CUIVRE/ FIBRE

- Dans un réseau cuivre les longueurs maxi entre switch et PC ne peuvent excéder 100mètres avec une bande passante de 100MHz.
- Dans un réseau fibre cette contrainte saute et l'on peut passer de très haut débits jusqu'à 2 GHz

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



COUT CU/FO

- Le cout d'installation d'un réseau fibre et de l'ordre de 4 fois celui d'un réseau cuivre
- Intérêt de faire cohabiter Cu et fibre en fonctions des besoins de l'entreprise

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr



Merci pour votre attention

- Vous pouvez nous retrouver sur notre site

<http://www.esi01.com>

ESI-NET01, 53 rue Pierre Dupont 01100 OYONNAX

RCS: Bourg en Bresse 440 761 096 00013 Code APE : 300C

20/06/2002 Tel: +33 (0)4 74 81 32 54 Fax: +33 (0)4 74 77 96 13 mobile: +33 (0)6 07 19 12 04

Site Web: <http://www.esi01.com> E-mail: esi-net01@wanadoo.fr