

Amphenol

Fiber Optic Solutions

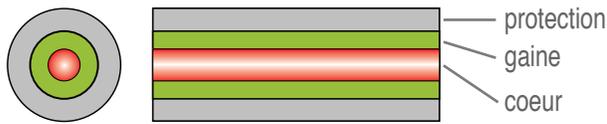
COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

QU'EST-CE QUE LA FIBRE OPTIQUE ?

Structures et types de fibres

Une fibre optique est constituée de 3 éléments concentriques comme représenté ci-dessous:

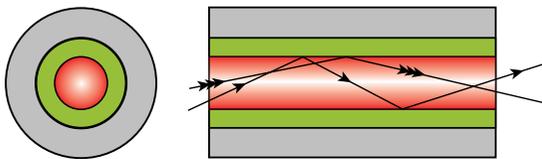


Le **cœur**: C'est dans cette zone, constituée de verre, que la lumière est guidée et se propage le long de la fibre.

La **gaine**: Couche de verre qui entoure le cœur. La composition du verre utilisé est différente de celle du cœur. L'association de ces deux couches permet de confiner la lumière dans le cœur, par réflexion totale de la lumière à l'interface cœur-gaine.

La **couche de protection**: c'est un revêtement de protection mécanique généralement en PVC.

La fibre multimode



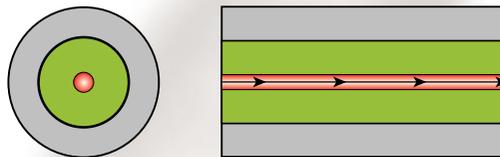
Ce type de fibre est dit « multimode » car la lumière se propage suivant plusieurs « modes », c'est à dire qu'elle peut suivre plusieurs trajets à l'intérieur du cœur.

La fibre multimode

50 / 125 ou 62,5 / 125

— diamètre de la gaine en microns (μm)
— diamètre du cœur en microns (μm)

La fibre monomode



Dans ce cas, la fibre est dite « monomode » car, en raison de la très petite taille du cœur (9 μm), il n'y a qu'un seul mode de propagation de la lumière.

La fibre monomode

9 / 125

— diamètre de la gaine en microns (μm)
— diamètre du cœur en microns (μm)

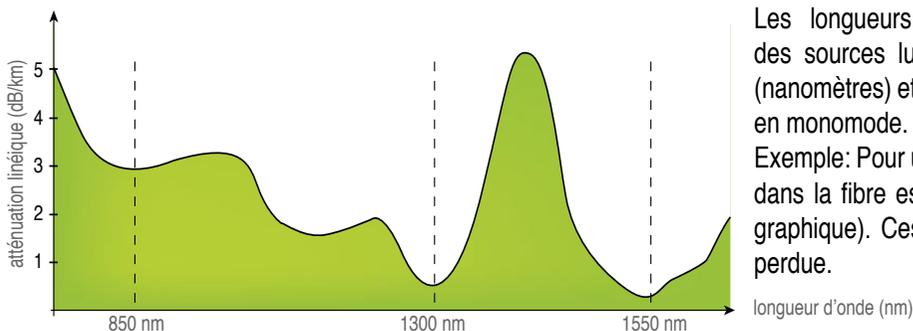
CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA FIBRE

Atténuation et longueur d'onde

La lumière, lorsqu'elle se propage le long de la fibre, s'atténue progressivement. Cette atténuation s'exprime par une valeur en dB/km (décibel par kilomètre). Cette atténuation dépend de la longueur d'onde (λ), c'est à dire de la couleur (fréquence) de la lumière.

En conséquence la longueur d'onde de la lumière utilisée pour transmettre un signal dans une fibre optique n'est pas choisie au hasard, elle correspond à un minimum d'atténuation.

La courbe d'atténuation a l'allure suivante:



Les longueurs d'onde utilisées, et donc pour lesquelles des sources lumineuses ont été développées sont 850 nm (nanomètres) et 1300 nm en multimode, et 1310 nm et 1550 nm en monomode.

Exemple: Pour une utilisation à 850 nm, l'atténuation de lumière dans la fibre est de 3 dB au bout d'1 km de fibre (d'après le graphique). Ces 3 dB signifient que 50% de la lumière a été perdue.

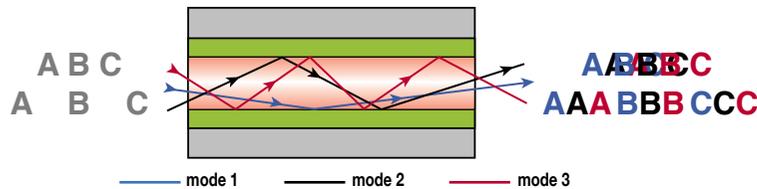


■ Bande Passante

C'est une mesure de la capacité de transport de données d'une fibre optique. Par exemple, une fibre peut avoir une bande passante de 400 MHz.km (méga-hertz kilomètre). Cela signifie qu'elle peut transporter 400MHz sur 1 km.

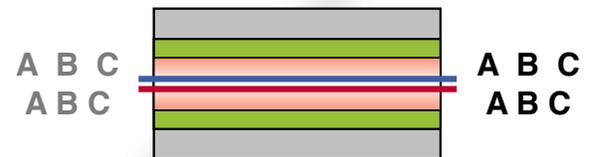
Elle dépend du type de fibre, la fibre monomode permet d'avoir un débit d'informations beaucoup plus important que la multimode:

• cas multimode



Une information (A, B ou C) se propage dans la fibre suivant n modes, ce qui la déforme, comme si elle se « dédoublait » n fois (par exemple sur le schéma ci-dessus, le trajet suivant le mode 3 est plus long que celui suivant le mode 2, qui est lui-même plus long que le trajet suivant le mode 1). Si les informations arrivent trop rapprochées, elles risquent alors de se mélanger, et ne sont pas récupérables à la sortie de la fibre. Il faut donc les espacer suffisamment, c'est à dire limiter le débit.

• cas monomode



Une information (A, B ou C) se propage dans la fibre suivant un seul mode, donc n'est pas déformée. On peut donc rapprocher beaucoup plus les informations c'est-à-dire obtenir un débit bien plus important.

■ POURQUOI CHOISIR LA FIBRE OPTIQUE ?

Les principaux avantages de la fibre optique sont les suivants:

- **Faible atténuation:** la fibre optique a une atténuation moins importante que les conducteurs électriques, ce qui permet de transmettre des informations sur de plus longues distances en nécessitant moins de répéteurs.
- **Grande bande passante:** la fibre optique permet d'atteindre des capacités de transport bien plus élevées que le cuivre. Les bandes passantes typiques sont de 200 à 600 MHz.km pour des fibres multimodes, et > 10 GHz.km pour des fibres monomodes, comparées à 10 à 25 MHz.km pour des câbles électriques usuels.
- **Insensibilité aux perturbations électromagnétiques:** les fibres optiques sont immunes aux parasites électromagnétiques, et elles mêmes n'émettent aucune radiation.
- **Liaison non détectable:** les câbles à fibre optique étant dans la plupart des cas totalement diélectriques, ils sont transparents vis à vis de tous types de détecteurs.
- **Isolation électrique:** les fibres optiques permettent d'effectuer des transmissions entre points de potentiels électriques différents, et au voisinage d'installations à haute tension.
- **Taille et poids réduits:** pour faire passer une quantité d'informations équivalente, le volume et la masse de câble à fibre optique à utiliser sont bien moindres qu'en câble électrique.

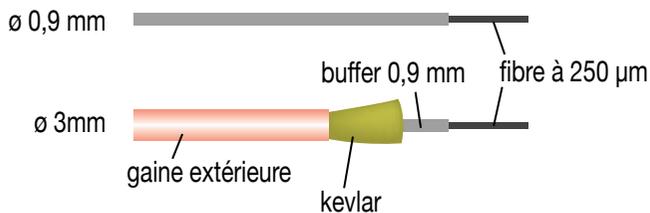
COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

LES CABLES A FIBRE OPTIQUE

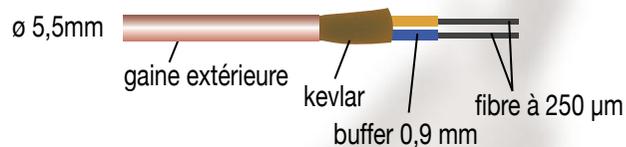
La fibre seule, c'est à dire les deux couches actives (cœur et gaine) et la couche de protection plastique, a un diamètre extérieur de 250 microns. Elle est donc très fragile.

Il faut donc constituer des câbles pour renforcer cette fibre et la rendre manipulable plus facilement. Il existe un très grand nombre de constructions de câbles différentes (cf. ci-dessous quelques exemples).

câble monovoie:



câble multivoies:



COMMENT RACCORDER DEUX FIBRES OPTIQUES ?

Il existe deux manières de raccorder entre elles deux fibres optiques:

1 - L'épissure

Cette opération consiste à raccorder directement les deux fibres par soudure au moyen d'un arc électrique, en alignant le mieux possible les deux cœurs de fibre. Elle se fait grâce à un appareil appelé soudeuse ou épissureuse.



Avantages:

- Cette méthode de raccordement est rapide et relativement simple à mettre en œuvre.
- La perte de lumière engendrée par la soudure, due à un alignement des cœurs imparfait, reste très faible.

Inconvénients:

- Ce type de raccordement est relativement fragile (malgré une protection de la fusion par un tube thermorétractable).
- C'est un raccordement définitif.
- Il faut investir dans une soudeuse.

2 - L'utilisation de connecteurs

Dans ce cas, il faut réaliser le câblage d'un connecteur à chacune des extrémités des fibres à raccorder. On peut alors raccorder les deux fibres en raccordant les deux connecteurs.



Avantages:

- Ce type de raccordement est robuste. On peut choisir le type de connecteur et la robustesse de celui-ci en fonction du domaine d'application du système.
- Le raccordement est amovible. On peut connecter et déconnecter les deux fibres plusieurs centaines à plusieurs milliers de fois sans détérioration.

Inconvénients:

- La mise en œuvre est moins rapide que la fusion, et requiert une expérience ainsi que des outillages spécifiques.
- La perte de lumière due à la connexion est plus élevée que dans le cas d'une épissure.

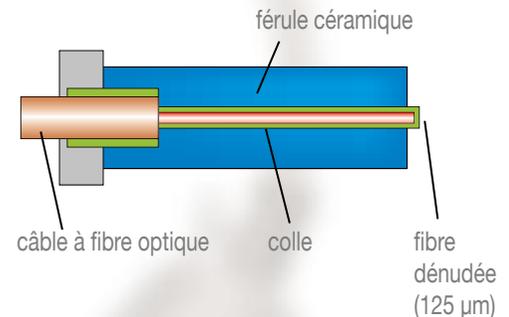


LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONNECTEURS

■ Câblage de la fibre dans une fêrûle

Quel que soit le type de connecteur choisi il faut toujours commencer par insérer la fibre dans un contact appelé fêrûle, généralement en céramique.

Cela permet ensuite de manipuler l'extrémité de la fibre beaucoup plus facilement.



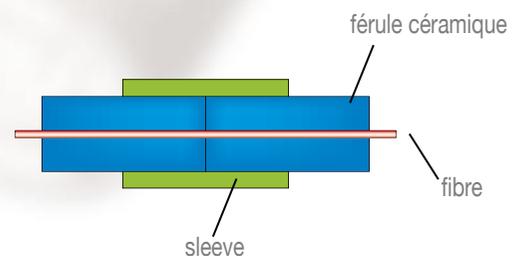
Les différentes étapes du câblage de la fibre dans la fêrûle sont:

- le **dénudage** de la fibre, pour ne garder que les deux couches actives (la gaine et le cœur).
- le **collage** de la fibre dans la céramique. La fibre est introduite dans le trou de la céramique dont le diamètre est très précis, ajusté à celui de la fibre.
- le **clivage** de la fibre à ras de la céramique.
- le **polissage** de l'extrémité de la fêrûle. Pour ce faire on utilise des toiles abrasives de grains de plus en plus fins, afin d'obtenir une surface de fibre parfaitement bien polie, et d'éliminer toutes les particules résiduelles gênantes.

■ La technologie fibre à fibre

Principe:

Le principe des connecteurs « fibre à fibre » consiste à mettre en contact physique les deux fêrûles céramiques. Pour réaligner parfaitement les fibres face à face, on utilise une bague d'alignement de précision généralement en céramique appelée « sleeve ».



La lumière passe ainsi directement d'une fibre à l'autre.

Défauts:

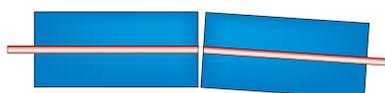
L'alignement des fibres n'est jamais parfait, il existe donc une perte de lumière lors du passage de celle-ci d'un côté à l'autre. Cette perte est plus ou moins importante suivant les défauts résiduels d'alignement ou de polissage:



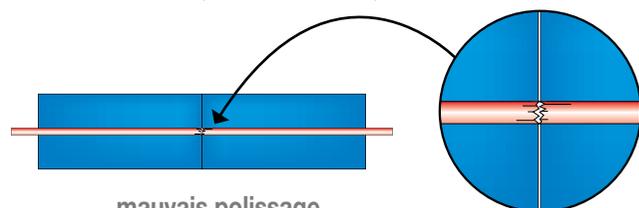
détalage transversal



couche d'air (mauvais contact)



détalage angulaire



mauvais polissage

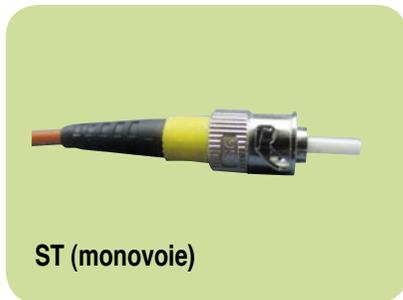
COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE

Caractéristiques des connecteurs fibre à fibre:

- La perte de lumière engendrée par la connexion (appelée Perte d'Insertion) est faible (environ 0,3 dB typique).
- Ce type de connexion est sensible aux pollutions (poussière, boue...). Si une saleté vient s'intercaler entre les deux férules céramiques, une grosse partie de la lumière peut être perdue.

Exemple de connecteurs fibre à fibre:

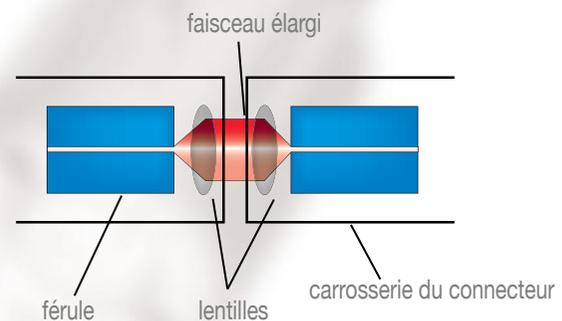
Il existe différents types de connecteurs fibre à fibre, monovoie et multivoies.



■ La technologie à lentilles (à faisceau expansé)

Principe:

Le principe des connecteurs à lentilles consiste à placer une lentille à la sortie de chaque fibre, afin d'élargir le faisceau en le collimatant, c'est à dire en créant un faisceau de rayons parallèles à l'axe. Dans cette configuration, il n'y a plus de contact physique entre les deux fibres optiques.



Défauts:

Ici c'est l'alignement des carrosseries entre elles qui va garantir que le faisceau collimaté issu de la première lentille sera bien refocalisé dans la seconde lentille. La précision mécanique des pièces d'interface du connecteur est primordiale. Comme précédemment les défauts de décalage latéral et surtout de décalage angulaire ainsi qu'un mauvais polissage engendreront des pertes.

Caractéristiques des connecteurs à lentilles:

- La perte de lumière engendrée par la connexion (appelée Perte d'Insertion) est plus importante que dans le cas précédent, à cause de la présence des lentilles et parfois aussi de hublots (environ 1 à 1,5 dB typique).
- Ce type de connexion est peu sensible aux pollutions (poussière, boue...) car le faisceau est beaucoup plus large que celui qui sort directement d'une fibre. Ainsi une poussière située à l'interface de deux connecteurs fibre à fibre créera une perte beaucoup plus importante que si cette même poussière se trouve à l'interface de deux connecteurs à lentilles.

Exemple de connecteurs à lentilles:

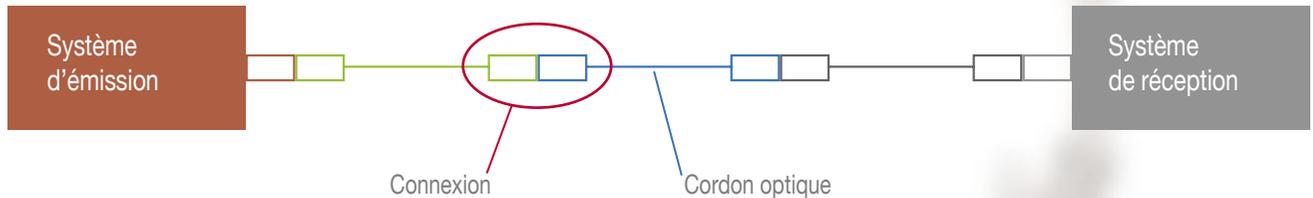


COMPRENDRE LA FIBRE OPTIQUE



CARACTERISTIQUES D'UNE LIAISON FIBRE OPTIQUE

Un système d'interconnexion à fibre optique peut généralement être schématisé ainsi:



Il est constitué des éléments suivants:

• un système d'émission

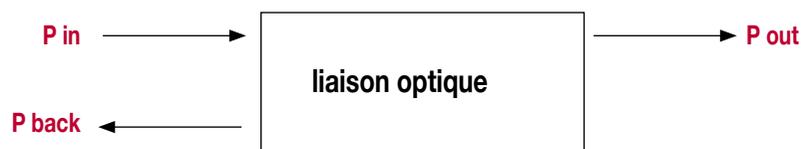
Il contient une source lumineuse. Pour bien dimensionner son système, il est important de connaître:

- Le type de source (DEL ou laser).
- la longueur d'onde d'utilisation (par exemple 1300 nm).
- la puissance de la source.
- le type de connecteur d'interface en sortie de source.

• un ou plusieurs cordons optiques

Ces cordons sont définis par:

- un câble optique caractérisé par sa longueur, le nombre de voies, le type de fibre (monomode, multimode 50/125 ou 62,5/125).
- des connecteurs montés à l'extrémité de ce câble.
- le cordon dans son ensemble est caractérisé par une perte appelée Perte d'Insertion, exprimée en dB. Cette perte indique la quantité de lumière perdue si l'on introduit ce cordon sur la ligne de transmission. Elle regroupe à la fois la perte linéique du câble et celle due aux connecteurs.
- dans le cas de cordons monomodes, un autre paramètre important, appelé Return Loss, représente la quantité de lumière qui est réfléchiée par la ligne et qui revient en direction de la source. Les sources lasers utilisées en monomode peuvent être très sensibles à ce phénomène.



La Perte d'Insertion de la liaison est donnée par $PI = 10 \log (P_{out} / P_{in})$

Le Return Loss de la liaison est donné par $RL = 10 \log (P_{back} / P_{in})$

• un système de réception

Il comporte un récepteur qui possède une surface photosensible, et qui convertit la lumière en signal électrique.

Il est important de connaître :

- sa sensibilité, c'est à dire la quantité de lumière minimale qu'il est capable de détecter.
- le type de connecteurs d'interface en entrée de récepteur

Vous trouverez de plus amples informations sur la gamme de connecteurs fibres optiques Amphenol dans le document intitulé « Solutions for Fiber Optic Connection ».

Amphenol est l'Expert Fibre Optique qu'il vous faut !

NORTH AMERICA

AMPHENOL PCD, Inc.

2 technology Drive
Peabody, MA 01960
Telephone: 1-978-532-8800
Fax: 1-978-532-6800

AMPHENOL AEROSPACE OPERATIONS AMPHENOL INDUSTRIAL OPERATIONS

40-60 Delaware Street
Sidney, New York 13838-1395 - USA
Telephone: 1-607-563-5011
Fax: 1-607-563-5157

AMPHENOL BACKPLANE SYSTEMS

18 Celina Avenue
Nashua, New Hampshire 03063 - USA
Telephone: 1-603-883-5100 - Fax: 1-603-883-0171

AMPHENOL CANADA CORPORATION

20 Melford Drive - Scarborough, Ontario M1B 2X6
Canada
Telephone: 1-416-291-4401
Fax: 1-416-292-0647
1870 boul. des Sources, Suite 204
Pointe Claire, Quebec H9R 5N4 - Canada
Telephone: 1-514-630-7242 ext. 225
Fax: 1-514-630-7697

AMPHENOL FIBER OPTIC PRODUCTS- RICHARDSON OPERATION

1778 North Plano Road, Suite 212
Richardson, Texas 75081
Telephone: 1-972-744-9801
Fax: 1-972-744-9022

AMPHENOL FSI

1300 Central Expwy N, Suite 100
Allen, TX 75013 U.S.A.
Toll-Free: 800-472-4225 - Fax: 214-547-9344
info@fibersystems.com

EUROPE

AMPHENOL SOCAPEX

MIL-AERO & INDUSTRIAL Business Unit
948 Promenade de l'Arve - B. P. 29
74311 Theyz Cedex - France
Telephone: 33-4-5089-2800
Fax: 33-4-5096-1941

AMPHENOL LIMITED WHITSTABLE

Thanet Way, Whitstable - Kent, CT5 3JF
United Kingdom
Telephone: 44-1227-773-200
Fax: 44-1227-276-571

AMPHENOL LIMITED NOTTINGHAM

Unit D1 Crossgate Drive, Queens Drive Industrial
Estate - NG2 1LW - Nottingham - United Kingdom
Telephone: 44-1159-866-200
Fax: 44-1159-866-212

AMPHENOL AIR LB GmbH

Am Kleinbahnhof 4 - 66740 Saarlouis Germany
Telephone: 49-6831-981-00
Fax: 49-6831-981-030

AMPHENOL ITALIA

Via Barbaiana n. 5, 20020 Lainate - Milano - Italy
Telephone: 39-293-55-03-71 - Fax: 39-348-361-7249

AMPHENOL IBERICA

C/Calderon de la barca, 3 4A, 28 100 Alcobendas,
Madrid - Spain
Telephone: 34-91-654-83-52 - Fax: 34-91-640-73-07

AMPHENOL SCANDINAVIA

Snosvängen 14 13466 Ingårö - Sweden
Telephone: 46-8-571-423-90
Fax: 46-8-571-423-89

AMPHENOL BENELUX

Zadelmaker 121 NL-2401 PD Alphen aan den Rijn
The Netherlands
Telephone: 31-172-444-903 - Fax: 31-172-240-254

AMPHENOL CENTRAL EUROPE

Topolowa 13, 41 600 Swietochlowice - Poland
Telephone: 48-32-3484-201
Fax: 48-32-3484-202

AMPHENOL EUROPEAN

SALES OPERATIONS
Hoofdveste 19 - 3992 DH Houten - The Netherlands
Telephone: 31-30-635-8000
Fax: 31-30-637-7034

ASIA

CHINA (FOP)

3rd Floor, The 4th Ind. District of Ind. Headquarters
Dong Keng Road, Gong Ming Town
Shenzen 518132, Guangdong Province - PR China
Telephone: 86-755-717-7945
Fax: 86-755-717-7622

AMPHENOL TAIWAN CORPORATION

No. 116, Lane 956, Zhong Shan Road
Taoyuan City, R. O. C., 330 - Taiwan
Telephone: 886-3-379-5677
Fax: 886-3-360-7259 Sales/CS/Eng./QA/MIS

AMPHENOL EAST ASIA LIMITED

2201 Railway Plaza, 39 Chatham Road South
Tsmishatsui, Kowloon - Hong Kong
Telephone: 852-2699-2663
Fax: 852-2691-1774

AMPHENOL INTERCONNECT INDIA PRIVATE LIMITED

105 Bhosari Industrial Area - Pune 411 026 - India
Telephone: 91-20-712-0363/0463/0155
Fax: 91-20-712-0581

AMPHENOL JAPAN MIL/AERO INDUSTRIAL

689-1, Iseochi, Ritto-shi Shiga 520-3044 - Japan
Telephone: 81-77-553-8501
Fax: 81-77-551-2200

AMPHENOL DAESHIN

558 Sosa, SongNea
Bucheon-city, Kyunggi-Do - Korea 420-130
Telephone: 82-32-610-3800
Fax: 82-32-673-2507/665-6219

REST OF THE WORLD

AMPHENOL MEXICO

Prolongacion Reforma 61-6 B2
Col. Paseo de las Lomas - C.P. 013130 Mexico
Telephone: 52-55-5258-9984
Fax: 52-55-5081-6890

AMPHENOL SOUTH AFRICA

30 Impala Road
2196 Chislehurst-Sandton - South Africa
Telephone: 27-11-783-9517
Fax: 27-11-783-9519

BAR TEC LTD

4 Hagavish St, PO Box 279 - Kfar Saba 44102 - Israel
Telephone: 972-9-767-4097 - Fax: 972-9-767-4324

GESTAS

34630, Besyol Londra Asfalti
Florya is Merkezi Kat.2 - Sefakoy / Istanbul - Turkey
Telephone: 90-212-624-52-29
Fax: 90-212-599-30-68

AMPHENOL ARGENTINA

"Av. Callao 930 2do piso Oficina B "Plaza" C1023"
- AAP Buenos Aires - Argentina
Telephone: 54-11-4815-6886
Fax: 54-11-4814-5779

TFC SOUTH AMERICA

BUENOS AIRES, ARGENTINA

Local Sales Office - Tucuman 540 - Suite 28 "C"
C1049AAL- Buenos Aires - Argentina
Telephone: 54-11-4325-3471
Fax: 54-11-4327-1339

AMPHENOL AUSTRALIA PTY LIMITED

2 Fiveways Blvd., Keysborough
Melbourne, Victoria 3173 - Australia
Telephone: 61-3-8796-8888
Fax: 61-3-8796-8801

AMPHENOL DO BRAZIL

Rua Diogo Moreira, 132, 20 andar, rooms 2001-2-3
CEP: 05423-010 Sao Paulo SP - Brazil
Telephone: 55-11-3815-1003
Fax: 55-11-3815-1629

Amphenol reserves the right to change the content of this document without prior notice

Amphenol
Fiber Optic Solutions

Realisation : wanagen:studios - Steven Kilgallon - 06/2004

For more informations, please consult our website :
www.amphenol-fiberopticsolutions.com

DOC-000537-FRA-A