



Utilisation des fibres optiques de 50/125 μm avec les composants Hewlett-Packard

INTRODUCTION

Les fibres optiques de 50/125 μm offrent des avantages indiscutables sur les fibres de 100/140 μm dans le cas de certaines applications. En effet, les fibres de 100/140 μm sont utilisées essentiellement dans le domaine des transmissions de données locales pour des longueurs de liaison pouvant atteindre entre 500 m et 2000 m. D'un diamètre plus large, il est plus aisé d'y guider un faisceau lumineux, toutefois, l'atténuation par longueur d'unité est plus élevée que dans le cas des fibres de 50/125 μm . Du fait de leur moindre atténuation par unité de longueur, les fibres optiques de 50/125 μm sont surtout utilisées dans le domaine des télécommunications nécessitant des liaisons atteignant plusieurs kilomètres.

Le présent bulletin décrit, afin de faciliter la conception d'un système comportant des fibres de 50/125 μm , les résultats de tests réalisés à l'aide de trois émetteurs HP pour fibre optique. Il est recommandé d'utiliser ce bulletin en conjonction avec le catalogue optoélectronique Hewlett-Packard et la note d'applications 1000 «Transmission de données numériques par fibres optiques - Système Hewlett-Packard», pour des informations complémentaires sur la conception des paramètres nécessaires concernant la détermination de la longueur des transmissions typiques.

Un système à fibres optiques comporte un émetteur, un récepteur, un câble et des connecteurs comme indiqué sur la figure 1.

Lors de la configuration d'un système, des pertes d'ordre optique et mécanique ont lieu au niveau des interfaces émetteur-connecteur et connecteur-récepteur. L'atténuation normale du câble contribue également à ces pertes. En utilisant des fibres de 50/125 μm avec des composants HP, on observe que la plupart des pertes de couplage ont lieu à l'interface émetteur-connecteur. Les tests ont été réalisés à

cet endroit afin de déterminer les pertes typiques. L'utilisation des données obtenues par ces tests permettent de prévoir la performance du système.

Il est important de s'assurer lors de la conception d'un système à fibre optique qu'une quantité suffisante de puissance optique parvienne jusqu'au récepteur pour le bon fonctionnement de celui-ci. L'équation ci-dessous facilite la détermination des pertes et de la distance de la liaison souhaitée. Cette équation est valable pour la conception de tout système optique.

BILAN DE LA PUISSANCE OPTIQUE

$$10 \text{ Log } \frac{\Phi T}{\Phi R} \geq \alpha_0 \ell + \alpha_{TC} + \alpha_{CR} + \alpha_M \quad (1)$$

Le rapport de la puissance optique doit être supérieur ou égal aux pertes du système.

ΦT = Puissance optique disponible en sortie de l'émetteur, (μW)

ΦR = Puissance optique minimale requise par le récepteur, (μW)

$$10 \text{ Log } \frac{\Phi T}{\Phi R} = \text{Rapport de la puissance optique, (dB)}$$

- | | | |
|-------------------------|---|--|
| Pertes
du
système | [| $\alpha_0 \ell$ = Atténuation de la fibre, (dB/km . longueur) |
| | | α_{TC} = Perte de couplage émetteur-connecteur, (dB) |
| | | α_{CR} = Perte de couplage connecteur-récepteur, (dB) |
| | | α_M = Marge de sécurité prévue par le constructeur, (elle doit être > 1 dB) |

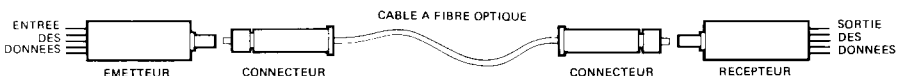
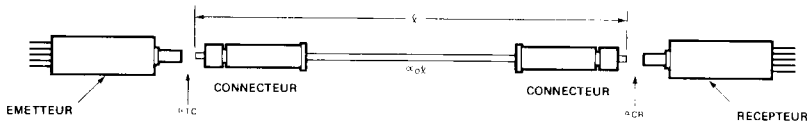


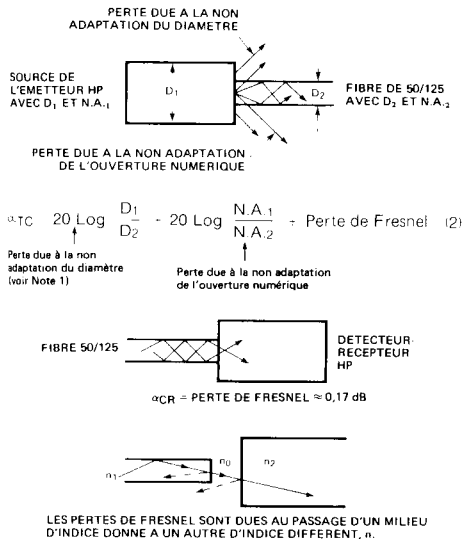
FIGURE 1 - Système à fibre optique

LOCALISATION DES PERTES



Sur une liaison à fibre optique de 50/125 μm utilisant des émetteurs-récepteurs HP, on constate que les émetteurs HP possèdent une source ayant une surface active et une ouverture numérique supérieures à celles de la fibre, ce qui entraîne une perte optique importante au niveau de l'interface émetteur-connecteur.

Les récepteurs HP ayant une surface de détection et une ouverture numérique supérieures à celles de la fibre de 50/125 μm , la totalité de la lumière est reçue par le récepteur, la seule perte optique étant due à la perte de Fresnel de l'ordre de 0,17 dB. Les schémas ci-après montrent les calculs à effectuer pour prévoir les pertes optiques au niveau de chaque interface.



Note :

1. D_1 , D_2 , $N.A._1$, $N.A._2$ sont données dans les fiches techniques respectives.

Les tests ont été réalisés à l'aide du câble à fibre optique de 50/125 μm spécifié sur le tableau 3. Deux morceaux de ce

câble, d'un mètre de longueur chacun, ont été connectés à chaque extrémité à des connecteurs identiques comme illustré sur le tableau 1.

Tableau 1. Connecteurs utilisés pour le test

Amphenol 906-120-5001	Fibre HP
Amphenol 906-110-5017	Fibre SMA

Ces connecteurs sont généralement utilisés pour des liaisons à fibres optiques de 50/125 μm . Lors des tests, le câble a été relié aux connecteurs en suivant attentivement les indications données sur la documentation correspondante.

Lors de la connexion, une époxy ayant un indice de réfraction supérieur à celui de la gaine de la fibre a été utilisée. Ceci empêche la lumière de se diffuser dans la gaine, permettant de mesurer celle qui se propage dans le cœur seulement (la fibre étant à saut d'indice).

Au cours de ces tests, les liaisons ont été connectées à des émetteurs HP choisis au hasard et la puissance optique mesurée à l'extrémité des liaisons d'un mètre pendant que les émetteurs étaient alimentés avec des courants divers. La figure 2 montre le montage effectué pour l'exécution du test.

Les données théoriques ont été calculées avant la mise en œuvre des tests afin de déterminer les pertes à l'aide des informations apparaissant sur les fiches techniques de l'émetteur HP et du câble à fibre optique.

Le tableau 2 indique les émetteurs HP utilisés lors des tests.

Tableau 2. Emetteurs HP testés

Emetteurs
HFBR-1002
HFBR-1203
HFBR-1204

Le tableau 3 donne les spécifications de la fibre de 50/125 μm employée au cours du test.

Tableau 3. Spécifications du câble

Diamètre du cœur	50 μm
Diamètre de la gaine extérieure	125 μm
Ouverture numérique	0,21
Atténuation à $\lambda = 820 \text{ nm}$, α_0	4,09 dB/km
Coefficient à gradient d'indice, g	2

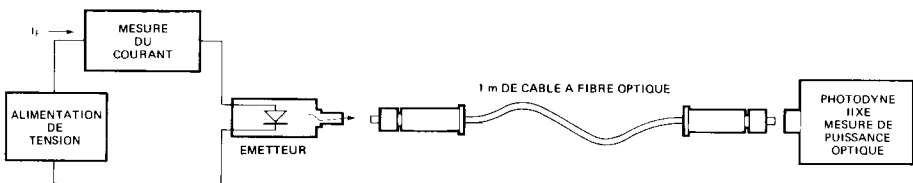


FIGURE 2 - Montage du test

Un exemple de calcul théorique pour déterminer la puissance optique en sortie d'un mètre de câble, à l'aide d'un émetteur HFBR-1002 et d'une fibre de 50/125 μm , est illustré ci-dessous. La puissance optique sortant de l'émetteur (ΦT) moins l'atténuation de $\ell = 1$ m de câble ($\alpha_0\ell$) est égale à la puissance optique sortant d'un mètre de câble ($\Phi 1\text{m}$).

$$\Phi 1\text{m} = \Phi\text{T} - \alpha_{\text{TC}} - \alpha_0\ell \quad (3)$$

$$\Phi\text{T} = -12,5 \text{ dB}$$

Valeur typique, d'après la fiche technique HFBR-1002 (la perte de couplage fixe de 1,5 dB étant incluse).

$$\alpha_{\text{TC}} = 9 \text{ dB}$$

$$= 20 \text{ Log} \frac{100}{50} + 20 \text{ Log} \frac{0,3}{0,21}$$

$$D_1 = 100 \mu\text{m}, \text{ N.A.}_1 = 0,3 \text{ pour HFBR-1002}$$

$$D_2 = 50 \mu\text{m}, \text{ N.A.}_2 = 0,21 \text{ pour la fibre de } 50/125 \mu\text{m}$$

La perte de Fresnel est comprise dans la perte de couplage de 1,5 dB.

$$\Phi 1\text{m} = -12,5 \text{ dB} - 9 \text{ dB} - \{4,09 \text{ dB/km} (0,001 \text{ km})\} \\ = 21,5 \text{ dB}$$

En connaissant ΦR (d'après la fiche technique du récepteur HFBR-2001) et en utilisant l'équation ci-dessous, il est possible de déterminer la longueur de la liaison.

$$\Phi 1\text{m} - \alpha_{\text{CR}} - \alpha_0\ell \geq \Phi\text{R}$$

$$\ell = (-\Phi\text{R} + \Phi 1\text{m} - \alpha_{\text{CR}}) / \alpha_0 \quad (4)$$

$$\Phi\text{R} = -30,9 \text{ dB minimum, d'après la fiche technique HFBR-2001}$$

$$\alpha_{\text{CR}} = 0,17 \text{ dB}$$

$$\ell = (30,9 \text{ dB} - 21,5 \text{ dB} - 0,17 \text{ dB}) / 4,09 \text{ dB/km}$$

$$\ell = 2,25 \text{ km}$$

Il est possible d'obtenir d'après les figures 4, 5 et 6 des longueurs de liaisons typiques en utilisant chacune des paires émetteur/récepteur.

Pour chaque émetteur, les valeurs mesurées et typiques pour $\Phi 1\text{m}$ sont indiquées sur le tableau 4.

Les résultats des tests comportent également des précisions sur la performance attendue de chacune des paires émetteur/récepteur en utilisant une fibre HP de 100/140 μm .

En comparant la performance des paires émetteur/récepteur HP avec des fibres de 100/140 μm et de 50/125 μm , on s'aperçoit que :

- $\Phi 1\text{m}$ est réduit d'environ 10 dB en utilisant une fibre de 50/125 μm ,
- la longueur de la liaison est supérieure avec une fibre de 100/140 μm .

Les graphiques des figures 4, 5 et 6 permettent au concepteur de prévoir la puissance optique d'une fibre donnée à une distance spécifique pour des émetteurs standard.

La longueur de la liaison est déterminée par l'abscisse du point d'intersection entre la courbe de l'atténuation de la fibre et celle de la sensibilité du récepteur.

Tableau 4. Résultats des tests

Emetteur	Câble/Connecteur [Note 2]	$\Phi 1\text{m}$ (mesuré)	$\Phi 1\text{m}$ (typique d'après la fiche technique)	Longueur de la liaison, m [Note 4]	Conditions [Note 3]
HFBR-1002	100/140 μm / HFBR-4000	- 10,5 dBm 89 μW	- 12,5 dBm 56 μW	3,6 k	T = 25°C VCC = 5 V I _F = 83,6 mA
	50/125 μm / Amphenol 906-120-5001	- 20,3 dBm 9,3 μW	- 21,5 dBm 7,1 μW	2,5 k	
HFBR-1203	100/140 μm / HFBR-4000	- 8,6 dBm 138 μW	- 7,4 dBm 182 μW	3,1 k	T = 25°C I _F = 100 mA
	50/125 μm / Amphenol 906-120-5001	- 19 dBm 12,6 μW	- 19,3 dBm 11,7 μW	1,7 k	
HFBR-1204	100/140 μm / OFT1 455B (SMA)	- 8,5 dBm 141 μW	- 7,4 dBm 182 μW	3,1 k	T = 25°C I _F = 100 mA
	50/125 μm / Amphenol 906-110-5017	- 17,2 dBm 19,3 μW	- 19,3 dBm 11,7 μW	2,1 k	

Notes :

2. L'atténuation de la fibre de 100/140 μm utilisée = 5,5 dB/km. L'atténuation de la fibre de 50/125 μm utilisée = 4,09 dB/km.
3. Les tests ont été réalisés à une température ambiante de 25°C. Pour un fonctionnement garanti à - 40°C ≤ T ≤ 85°C, voir les fiches techniques des émetteurs et récepteurs dans le catalogue optoélectronique HP.
4. Les longueurs des liaisons sont prévues en utilisant l'équation 4, la valeur mesurées de $\Phi 1\text{m}$ ainsi que le récepteur et le câble HP appropriés. Voir les figures 4, 5 et 6 pour les représentations graphiques.

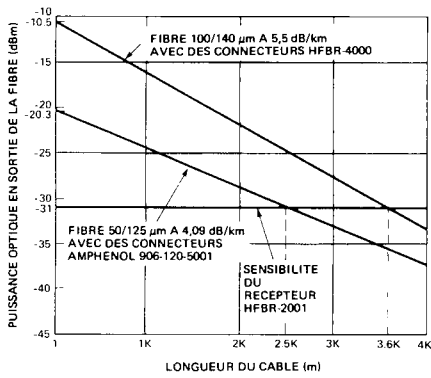


FIGURE 4 – Puissance optique prévue d'après une longueur déterminée de câble en utilisant l'émetteur HFBR-1002

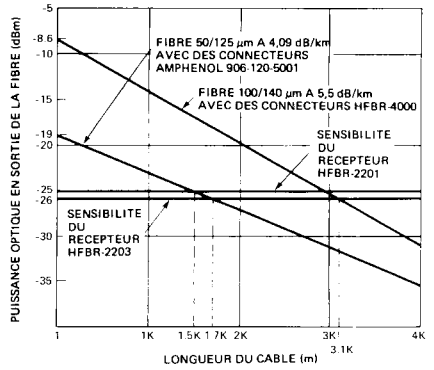


FIGURE 5 – Puissance optique prévue d'après une longueur déterminée de câble en utilisant l'émetteur HFBR-1203

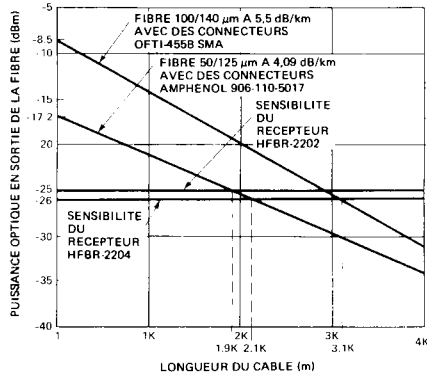


FIGURE 6 – Puissance optique prévue d'après une longueur déterminée de câble en utilisant l'émetteur HFBR-1204

Note : les graphiques sont établis d'après des valeurs mesurées.