

# Introduction aux fibres optiques, aux dB, à l'atténuation et aux mesures

## Table des matières

[Introduction](#)

[Conditions préalables](#)

[Exigences](#)

[Composants utilisés](#)

[Conventions](#)

[Qu'est-ce qu'un décibel?](#)

[Règles des logarithmes à base 10](#)

[dB](#)

[Décibels en milliwatts \(dBm\)](#)

[Décibels par rapport à un watt \(dBW\)](#)

[Gains en puissance et en tension](#)

[Structure de la fibre optique](#)

[Type de fibre](#)

[Longueur d'onde](#)

[Puissance optique](#)

[Comprendre l'affaiblissement d'insertion](#)

[Calculer un budget de puissance](#)

[Informations connexes](#)

## Introduction

Ce document est une référence rapide à certaines des formules et information importante liées aux technologies optiques. Ce document se concentre sur des décibels (dB), décibels par milliwatt (dBm), l'atténuation et des mesures, et fournit une introduction aux fibres optiques.

## Conditions préalables

### Exigences

Aucune exigence spécifique n'est associée à ce document.

### Composants utilisés

Ce document n'est pas limité à des versions de matériel et de logiciel spécifiques.

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is

live, make sure that you understand the potential impact of any command.

## Conventions

Pour plus d'informations sur les conventions utilisées dans ce document, reportez-vous à [Conventions relatives aux conseils techniques Cisco](#).

## Qu'est-ce qu'un décibel?

Un décibel (dB) est une unité utilisée pour exprimer la différence relative de puissance entre deux signaux. Un décibel est exprimé par le logarithme à base 10 du rapport entre la puissance de deux signaux, comme illustré ici :

$$\text{dB} = 10 \times \log_{10} (P1/P2)$$

où  $\log_{10}$  est le logarithme à base 10, et P1 et P2 sont les puissances à comparer.

Remarque :  $\log_{10}$  est différent du logarithme népérien (Ln ou LN).

L'amplitude d'un signal peut également être exprimée en dB. La puissance est proportionnelle au carré de l'amplitude d'un signal. Par conséquent, un décibel est exprimé comme suit :

$$\text{dB} = 20 \times \log_{10} (V1/V2)$$

où V1 et V2 sont les amplitudes à comparer.

$$1 \text{ bel (unité non utilisée actuellement)} = \log_{10} (P1/P2)$$

$$1 \text{ décibel (dB)} = 1 \text{ bel}/10 = 10 * \log_{10} (P1/P2)$$

$$\text{dBr} = \text{dB (niveau relatif)} = \text{dB} = 10 * \log_{10} (P1/P2)$$

## Règles des logarithmes à base 10

- $\log_{10} (A \times B) = \log_{10} (A) + \log_{10} (B)$
- $\log_{10} (A/B) = \log_{10} (A) - \log_{10} (B)$
- $\log_{10} (1/A) = -\log_{10} (A)$
- $\log_{10} (0,01) = -\log_{10} (100) = -2$
- $\log_{10} (0,1) = -\log_{10}(10) = -1$
- $\log_{10} (1) = 0$
- $\log_{10} (2) = 0,3$
- $\log_{10} (4) = 0,6$

- $\log_{10} (10) = 1$
  - $\log_{10} (20) = 1,3$
- $\log_{10} (2 \times 10) = \log_{10} (2) + \log_{10} (10) = 1 + 0,3$
- $\log_{10} (100) = 2$
  - $\log_{10} (1000) = 3$
  - $\log_{10} (10\ 000) = 4$

## dB

Ce tableau présente les rapports de puissance des logarithmes et des dB (décibels) :

Rapport de puissance	dB = $10 \times \log_{10}$ (rapport de puissance)
AxB	x dB = $10 \times \log_{10}(A) + 10 \times \log_{10}(B)$
A/B	x dB = $10 \times \log_{10}(A) - 10 \times \log_{10}(B)$
1/A	x dB = $+10 \times \log_{10} (1/A) = -10 \times \log_{10} (A)$
0,01	-20 dB = $-10 \times \log_{10}(100)$
0,1	-10 dB = $10 \times \log_{10} (1)$
1	0 dB = $10 \times \log_{10} (1)$
2	3 dB = $10 \times \log_{10} (2)$
4	6 dB = $10 \times \log_{10} (4)$
10	10 dB = $10 \times \log_{10} (10)$
20	13 dB = $10 \times (\log_{10} (10) + \log_{10} (2))$
100	20 dB = $10 \times \log_{10} (100)$
1000	30 dB = $10 \times \log_{10} (1000)$
10 000	40 dB = $10 \times \log_{10} (10\ 000)$

## Décibels en milliwatts (dBm)

dBm = dB milliwatt =  $10 \times \log_{10}$  (puissance en mW/1 mW)

Alimentation	Rapport	dBm = $10 \times \log_{10}$ (puissance en mW/1 mW)
1 mW	1 mW/1 mW = 1	0 dBm = $10 \times \log_{10} (1)$

2 mW	2 mW/1 mW = 2	3 dBm = 10 x log <sub>10</sub> (2)
4 mW	4 mW/1 mW = 4	6 dBm = 10 x log <sub>10</sub> (4)
10 mW	10 mW/1 mW = 10	10 dBm = 10 x log <sub>10</sub> (10)
0,1 W	100 mW/1 mW = 100	20 dBm = 10 x log <sub>10</sub> (100)
1 W	1000 mW/1 mW = 1000	30 dBm = 10 x log <sub>10</sub> (1000)
10 W	10 000 mW/1 mW = 10 000	40 dBm = 10 x log <sub>10</sub> (10 000)

### Décibels par rapport à un watt (dBW)

dBW = dB watt = 10 x log<sub>10</sub> (puissance en W/1 W)

Alimentation	Rapport	dBm = 10 x log <sub>10</sub> (puissance en mW/1 mW)
1 W	1 W/1 W = 1	0 dBW = 10 x log <sub>10</sub> (1)
2 W	2 W/1 W = 2	3 dBW = 10 x log <sub>10</sub> (2)
4 W	4 W/1 W = 4	6 dBW = 10 x log <sub>10</sub> (4)
10 W	10 W/1 W = 10	10 dBW = 10 x log <sub>10</sub> (10)
100 mW	0,1 W/1 W = 0,1	-10 dBW = -10 x log <sub>10</sub> (10)
10 mW	0,01 W/1 W = 1/100	-20 dBW = -10 x log <sub>10</sub> (100)
1 mW	0,001 W/1 W = 1/1000	-30 dBW = -10 x log <sub>10</sub> (1000)

### Gains en puissance et en tension

Ce tableau compare les gains en puissance et en tension :

dB	Rapport de puissance	Rapport de tension	dB	Rapport de puissance	Rapport de tension
0	1,00	1,00	10	10,00	3,16
1	1,26	1,12	11	12,59	3,55
2	1,58	1,26	12	15,85	3,98

3	2,00	1,41	13	19,95	4,47
4	2,51	1,58	14	25,12	5,01
5	3,16	1,78	15	31,62	5,62
6	3,98	2,00	16	39,81	6,31
7	5,01	2,24	17	50,12	7,08
8	6,31	2,51	18	63,10	7,94
9	7,94	2,82	19	79,43	8,91
10	10,00	3,16	20	100,00	10,00

Avec cette information, vous pouvez définir les formules d'atténuation et de gain :

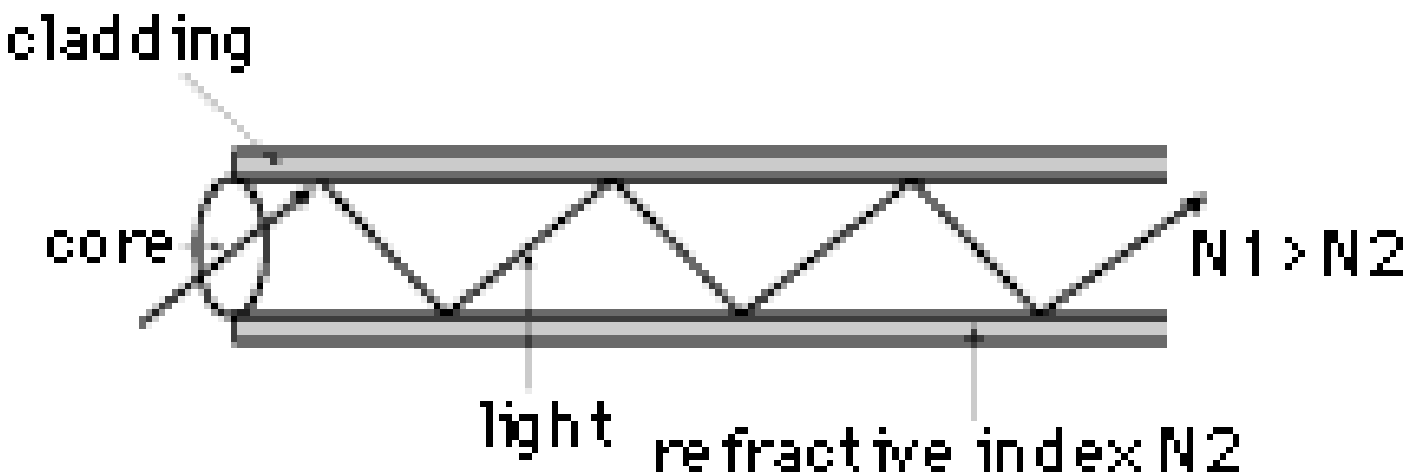
$$\text{Atténuation (dB)} = 10 \times \log_{10}(P \text{ d'entrée}/P \text{ de sortie}) = 20 \times \log_{10}(V \text{ d'entrée}/V \text{ de sortie})$$

$$\text{Gain (dB)} = 10 \times \log_{10}(P \text{ de sortie}/P \text{ d'entrée}) = 20 \times \log_{10}(V \text{ de sortie}/V \text{ d'entrée})$$

## Structure de la fibre optique

La fibre optique est un support de transport des données. La fibre optique est faite de verre à base de silice et est constituée d'un cœur entouré d'une gaine. La partie centrale de la fibre, appelée le cœur, a un indice de réfraction de  $N_1$ . La gaine qui entoure le cœur a un indice de réfraction de  $N_2$  (plus faible que  $N_1$ ). Lorsque la lumière pénètre dans la fibre, la gaine confine la lumière dans le cœur de la fibre qui se déplace le long de la fibre par réflexion interne entre le cœur et la gaine.

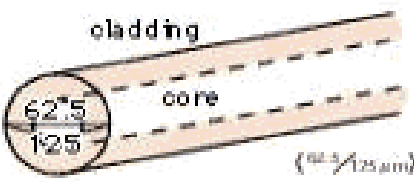
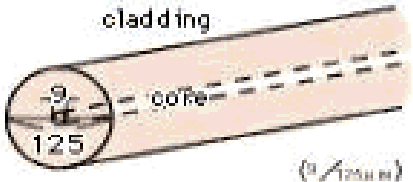

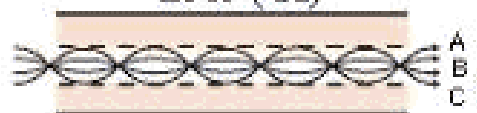
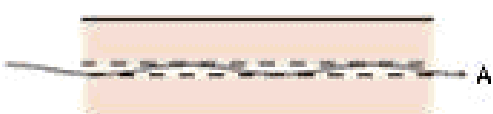
Figure 1 – Structure de la fibre optique



## Type de fibre

Les fibres monomodes et multimodes sont les fibres qui sont généralement fabriquées et commercialisées aujourd'hui. [La figure 2 fournit des renseignements sur ces deux types de fibres.](#)

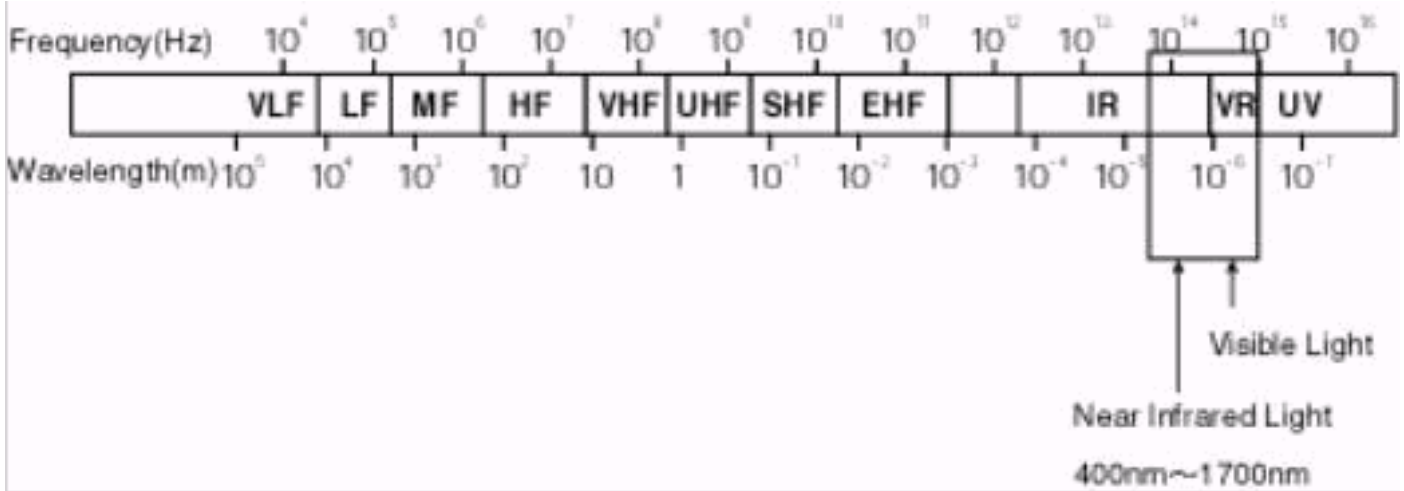
Figure 2 – Fibres monomodes et multimodes

fiber type	MM	SM
		
fiber size	50/125 $\mu\text{m}$ 62.5/125 $\mu\text{m}$ 100/140 $\mu\text{m}$	9/125 $\mu\text{m}$ 10/125 $\mu\text{m}$
type	<p>Multimode Step-index fiber (SI)</p>  <p>Multimode Graded-index fiber (GI)</p> 	
Application	Short Distance LAN	Long Distance Telecoms, CATV, Broadcast, Data communication

## Longueur d'onde

Une petite quantité de lumière est injectée dans la fibre. Cette lumière se situe dans les longueurs d'onde visibles (de 400 nm à 700 nm) et à proximité des longueurs d'onde infrarouges (de 700 nm à 1700 nm) dans le spectre électromagnétique (voir la [figure 3](#)).

Figure 3 – Spectre électromagnétique



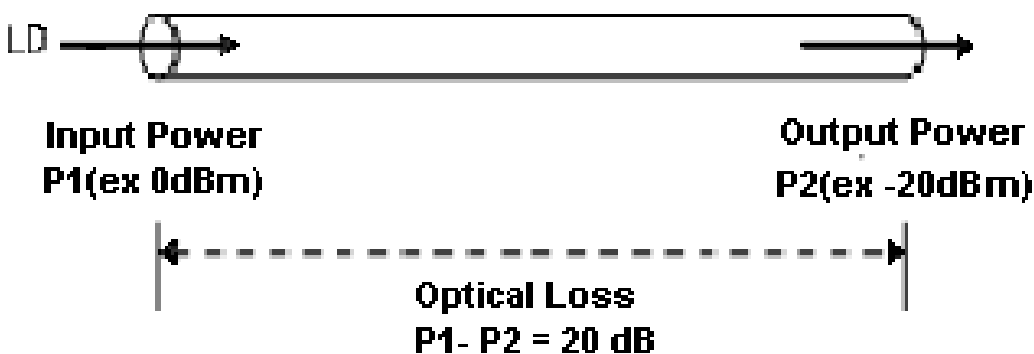
Quatre longueurs d'onde particulières peuvent être utilisées pour la transmission par fibres optiques avec peu d'affaiblissement optique. Le tableau suivant les présente :

Fenêtres	Longueur d'onde	Affaiblissement
1re longueur d'onde	850 nm	3 dB/km
2e longueur d'onde	1 310 nm	0,4 dB/km
3e longueur d'onde	1 550 nm (bande C)	0,2 dB/km
4e longueur d'onde	1 625 nm (bande L)	0,2 dB/km

## Puissance optique

Pour mesurer l'affaiblissement optique, on utilise deux unités, à savoir le dBm et le dB. Le dBm représente le niveau de puissance réel exprimé en milliwatts et le dB (décibel) représente la différence entre les puissances.

Figure 4 – Comment mesurer la puissance optique



Si la puissance d'entrée optique est  $P_1$  (dBm) et que la puissance de sortie optique est  $P_2$  (dBm), la perte de puissance est égale à  $P_1 - P_2$  dB. On peut voir la quantité de puissance qui est perdue

entre l'entrée et la sortie en consultant la valeur en dB dans ce tableau de conversion de la puissance :

dB	Puissance de sortie en % de la puissance d'entrée	% de puissance perdue	Remarques
1	79 %	21 %	-
2	63 %	37 %	-
3	50 %	50 %	1/2 de la puissance
4	40 %	60 %	-
5	32 %	68 %	-
6	25 %	75 %	1/4 de la puissance
7	20 %	80 %	1/5 de la puissance
8	16 %	84 %	1/6 de la puissance
9	12 %	88 %	1/8 de la puissance
10	10 %	90 %	1/10 de la puissance
11	8 %	92 %	1/12 de la puissance
12	6,3 %	93,7 %	1/16 de la puissance
13	5 %	95 %	1/20 de la puissance
14	4 %	96 %	1/25 de la puissance
15	3,2 %	96,8 %	1/30 de la puissance

Par exemple, lorsque la puissance d'entrée optique est de 0 dBm et que la puissance de sortie est de -15 dBm, l'affaiblissement optique de la fibre est calculé ainsi :

<#root>

Input    Output    Optical Loss



$$0\text{dBm} - (-15\text{dBm}) = 15\text{dB}$$

Selon le tableau de conversion de la puissance, un affaiblissement optique de 15 dB représente une perte de puissance optique de 96,8 %. Par conséquent, il ne reste que 3,2 % de la puissance optique après le déplacement dans la fibre.

## Comprendre l'affaiblissement d'insertion

Toute interconnexion par fibre optique entraîne un affaiblissement. L'affaiblissement d'insertion d'un connecteur ou d'un raccord est la différence de puissance que vous voyez lorsque vous insérez l'appareil dans le système. Par exemple, prenez une longueur de fibre et mesurez sa puissance optique passant par la fibre. Observez la puissance (P1). Maintenant, coupez la fibre en deux, emboutez les fibres et connectez-les, puis mesurez la puissance de nouveau. Observez la deuxième puissance (P2). La différence entre la première puissance (P1) et la deuxième puissance (P2) est l'affaiblissement d'insertion, ou la perte de puissance optique qui se produit lorsque vous branchez le connecteur sur la ligne. L'affaiblissement d'insertion (IL) est mesuré comme suit :

$$\text{IL (dB)} = 10 \log_{10} (P2/P1)$$

Vous devez comprendre ces deux éléments importants au sujet de l'affaiblissement d'insertion :

- L'affaiblissement d'insertion spécifié concerne les fibres identiques.

Si le diamètre du cœur (ou le NA) du côté qui transmet les données est supérieur au NA de la fibre qui reçoit les données, il y aura un affaiblissement supplémentaire.

$$L_{\text{dia}} = 10 \log_{10} (\text{diar}/\text{diat})^2$$

$$L_{\text{NA}} = 10 \log_{10} (\text{NAr}/\text{NAt})^2$$

where:

- $L_{\text{dia}}$  = perte due au diamètre
- $\text{diar}$  = diamètre du côté de la réception
- $\text{diat}$  = diamètre du côté de la transmission
- $L_{\text{NA}}$  = perte due à la fibre optique

Un affaiblissement supplémentaire peut se produire à cause des réflexions de Fresnel. Ceci se produit lorsque deux fibres sont séparées, ce qui crée une discontinuité dans l'indice de réfraction. Pour deux fibres de verre qui sont séparées par de l'air, les réflexions de Fresnel sont équivalentes à un affaiblissement de 0,32 dB.

- L'affaiblissement dépend de l'injection.

L'affaiblissement d'insertion dépend des conditions d'injection et de réception dans les deux fibres connectées. Dans une injection courte, la fibre peut être surchargée d'énergie optique dans la gaine et dans le cœur. Avec la distance, cette énergie excédentaire est perdue jusqu'à ce que la fibre atteigne un état appelé « équilibre des modes ». Dans une injection longue, la fibre a déjà atteint l'équilibre des modes, l'énergie en trop s'est donc dissipée et n'est pas présente au niveau du connecteur.

La lumière qui traverse la jonction fibre à fibre d'une interconnexion peut à nouveau surcharger la fibre avec un excès de modes de gaine. Ces modes de gaines sont rapidement perdus. Il s'agit de la condition de réception courte. Si vous mesurez la puissance de sortie d'une fibre de réception courte, vous pouvez voir de l'énergie supplémentaire. Cependant, l'énergie supplémentaire n'est pas propagée loin. La lecture est donc inexacte. De même, si la longueur de la fibre de réception est assez longue pour atteindre l'équilibre des modes, la lecture de l'affaiblissement d'insertion peut être plus élevée, mais elle reflète les conditions réelles d'application.

Vous pouvez facilement simuler l'équilibre des modes (injection et réception longues). Pour ce faire, vous devez enrouler la fibre autour d'un mandrin cinq fois. Cela élimine les modes de gaine.

## Calculer un budget de puissance

Vous pouvez faire une estimation approximative pour le budget de puissance d'une liaison. Pour ce faire, vous devez compter 0,75 dB pour chaque connexion fibre à fibre et supposer que l'affaiblissement est proportionnel à la longueur de la fibre.

Pour une longueur de 100 mètres avec trois tableaux de connexions et une fibre 62,5/125 qui a un affaiblissement de 3,5 dB/km, la perte totale est de 2,6 dB, comme illustré ici :

Fibre :  $3,5 \text{ dB/km} = 0,35 \text{ dB}$  pour 100 mètres

Tableau de connexions 1 = 0,75 dB

Tableau de connexions 2 = 0,75 dB

Tableau de connexions 3 = 0,75 dB

Total = 2,6 dB

L'affaiblissement mesuré est normalement moindre. Par exemple, l'affaiblissement d'insertion moyen pour un connecteur AMP SC est de 0,3 dB. Dans ce cas, l'affaiblissement de la liaison est seulement de 1,4 dB. Que vous exécutiez Ethernet à 10 Mbit/sec ou ATM à 155 Mbit/sec, l'affaiblissement est le même.

La méthode de rétrodiffusion est une méthode de certification très utilisée pour les systèmes à fibres. La méthode de rétrodiffusion injecte de la lumière dans la fibre, puis affiche de manière graphique les résultats de la lumière réfléchie détectée. Cette méthode mesure le temps de transit de la lumière réfléchie aux fins de calcul de la distance des différents événements. L'affichage

visuel permet de déterminer l'affaiblissement par unité de longueur, d'évaluer les raccords et les connecteurs et de localiser les défauts. La méthode de rétrodiffusion fait un zoom sur certains endroits pour obtenir une image détaillée de certaines parties de la liaison.

Vous pouvez utiliser des mesureurs de puissance et des injecteurs de signaux avec de nombreuses certifications et évaluations de liaisons, mais la méthode de rétrodiffusion constitue un outil de diagnostic puissant pour obtenir une vue d'ensemble de la liaison. Cependant, la méthode de rétrodiffusion requiert plus de formation et des compétences pour interpréter ce qui est affiché.

## Informations connexes

- [Page d'assistance pour les produits optiques](#)
- [Assistance et documentation techniques - Cisco Systems](#)

À propos de cette traduction

Cisco a traduit ce document en traduction automatisée vérifiée par une personne dans le cadre d'un service mondial permettant à nos utilisateurs d'obtenir le contenu d'assistance dans leur propre langue.

Il convient cependant de noter que même la meilleure traduction automatisée ne sera pas aussi précise que celle fournie par un traducteur professionnel.