

## Mesure d'atténuation fibre optique

### Qu'est-ce que l'atténuation ?

L'atténuation caractérise l'affaiblissement du signal au cours de la propagation. L'atténuation linéaire se traduit par une **décroissance exponentielle de la puissance en fonction de la longueur de la fibre** ([Loi de Beer-Lambert](#)). Le principal atout des fibres optiques est une atténuation extrêmement faible. L'atténuation va varier selon la longueur d'onde. [La diffusion Rayleigh](#) limite ainsi les performances dans le domaine des courtes longueurs d'ondes (domaine du visible et du proche ultraviolet).

Les fibres en silice connaissent un minimum d'atténuation vers 1550 nm : longueur d'onde, proche de l'infrarouge, privilégiée pour les communications optiques.

De nos jours, la maîtrise des procédés de fabrication permet d'atteindre couramment une atténuation très faible : 0.2 dB/km à 1550 nm. Cela signifie qu'après 100km de propagation, il reste encore 1% de la puissance initialement injectée dans la fibre.

Le signal subit des pertes supplémentaires à chaque connexion entre fibres, que ce soit par des traversées ou bien par soudure (cette dernière technique réduisant très fortement les pertes).

### Quel est un décibel ?

Un décibel (dB) est une unité utilisée pour exprimer des différences relatives en force du signal.

**Les mesures de puissance sont exprimées en « dB », l'unité de mesure de la puissance et des pertes dans la fibre optique.**

La perte optique est mesurée en « dB », **tandis que la puissance optique est mesurée en « dBm »**. La perte est un nombre négatif (comme -3,2 dB), tout comme le sont de nombreuses mesures de puissance. Les mesures en dB peuvent parfois être source de confusion.

Dans les premiers temps de la fibre optique, la puissance de sortie de la source était généralement mesurée en milliwatts, une échelle linéaire, et la perte était mesurée en dB ou décibels, une échelle logarithmique.

**Au fil des ans, toutes les mesures ont migré vers le dB pour plus de commodité, ce qui cause beaucoup de confusion.**

Les mesures de perte sont généralement effectuées en dB puisque **le dB est un rapport de deux niveaux de puissance, dont l'un est considéré comme la valeur de référence**. Le dB est une échelle logarithmique où 10 dB correspondent à un rapport de 10 fois. L'équation réelle utilisée pour calculer les dB est :

$$\text{dB} = 10 \log (\text{mesure de la puissance} / \text{puissance de référence}).$$

Ainsi, 10 dB est un rapport de 10 fois (soit 10 fois plus que ou un dixième de), 20 dB est un rapport de 100, 30 dB est un rapport de 1'000, etc. Lorsque les deux puissances optiques comparées sont égales, dB = 0, une valeur pratique qui est facile à retenir. Si la puissance mesurée est supérieure à la puissance de référence, dB sera un nombre positif, mais si elle est inférieure à la puissance de référence, dB sera négatif. **Ainsi les mesures de pertes sont généralement exprimées par un nombre négatif.**

**Les mesures de puissance optique comme la sortie d'un émetteur ou à l'entrée d'un récepteur sont exprimées en unités de dBm.** Le « m » de dBm se réfère à une puissance de référence de 1 milliwatt. Ainsi, une source d'un niveau de 0 dBm de puissance a une puissance de 1 milliwatt. De la même manière, -10 dBm est 0,1 milliwatt et +10 dBm est 10 milliwatts.

### Le décibel et le dBm

Pour une puissance le décibel est défini de la manière suivante :

$$P(dB) = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{P_{Ref}} \right)$$

P est la puissance en Watt à transformer en décibel  
Pref est la puissance en Watt de référence.

Prenons un exemple : 1Watt pour une puissance de référence de 1Watt. Cela fera  $10 \times \log_{10}(1/1) = 0dBW$  !

Nous avons rajouté le W après le dB pour montrer la puissance de référence. Ainsi le cas du dBm n'est pas plus compliqué.

La puissance de référence est ainsi 1mW.

Valeur en dBm	Valeur en Watt
0 dBm	1mW
3 dBm	2mW
10 dBm	10mW
13 dBm	20mW
17 dBm	50mW
20 dBm	100mW
23 dBm	200mW
27 dBm	500mW
30 dBm	1Watt
33 dBm	2Watt
-10dBm	0.1mW ou 100µW
-20dBm	0.01mW ou 10µW
-30dBm	0.001mW ou 1µW

Ainsi nous voyons que pour multiplier la puissance par 2 nous avons juste à ajouter +3dB.

De la même manière pour diviser une puissance par 2 nous retranchons -3dB.

## Décibels dans les milliwatts (dBm)

Milliwatt de dBm = de dB =  $\log_{10} 10 \times$  (alimentation dans mW/1 mW)

Alimentation	Rapport	dBm = $\log_{10} 10 \times$ (alimentation dans mW/1 mW)
1 mW	1 mW/1mW=1	0 dBm = $\log 10 \times_{10} (1)$
2 mW	2 mW/1mW=2	dBm 3 = $\log 10 \times_{10} (2)$
4 mW	4 mW/1mW=4	dBm 6 = $\log 10 \times_{10} (4)$
10 mW	10 mW/1mW=10	dBm 10 = $\log 10 \times_{10} (10)$
0,1 W	100 mW/1mW=100	dBm 20 = $\log_{10} (100) 10 \times$
1 W	1000 mW/1mW=1000	dBm 30 = $\log_{10} (1000) 10 \times$
10 W	10000mW/1mW=10000	dBm 40 = $\log_{10} (10000) 10 \times$

Pour mesurer la perte dans un système de fibre optique, on effectue deux mesures de la puissance, une mesure de référence avant le composant que nous testons et une mesure de perte après que la lumière a passé à travers le composant. Puisque **nous mesurons la perte**, la puissance mesurée sera inférieure à la puissance de référence, de sorte que le rapport de la puissance mesurée à la puissance de référence est inférieur à 1 et le log est négatif, **ce qui fait de dB un nombre négatif**. Lorsque on définit la valeur de référence, le mesureur indique « 0 dB » parce que la valeur de référence qu'on définit et la valeur que l'appareil mesure est la même. Ensuite, lorsque l'on mesure la perte, la puissance mesurée est inférieure, de sorte que le mesureur indique « - 3,0 dB », par exemple, si la puissance testée est la moitié de la valeur de référence. Bien que les appareils mesurent un nombre négatif pour la perte, par convention la perte est exprimée comme un nombre positif : **on dit que la perte est de 3,0 dB lorsque le mesureur affiche - 3,0 dB**.

Chaque actif tels les modules transceivers SFP ou GBIC ont des spécifications pour la puissance de sortie et la sensibilité minimale du récepteur. Ces données permettent de connaître la perte maximale que le lien pourra supporter afin de fonctionner correctement.

La puissance de sortie de l'émetteur est caractérisée par les performances du signal TX émis. Cette spécification est exprimée en dBm ou mW (et non en dB). **Un actif classique aura une puissance de sortie d'environ -20dBm**. Ne soyez pas perturbé par le signe négatif, cela ne signifie pas une puissance négative. En effet 0dBm est référencé à 1mW (milliwatt) de puissance, et une valeur dBm négative signifie simplement moins d'1 mW.

**Remarque : le dBm est une unité de puissance absolue. En dB on compare la puissance d'un niveau à l'autre, c'est du relatif.**

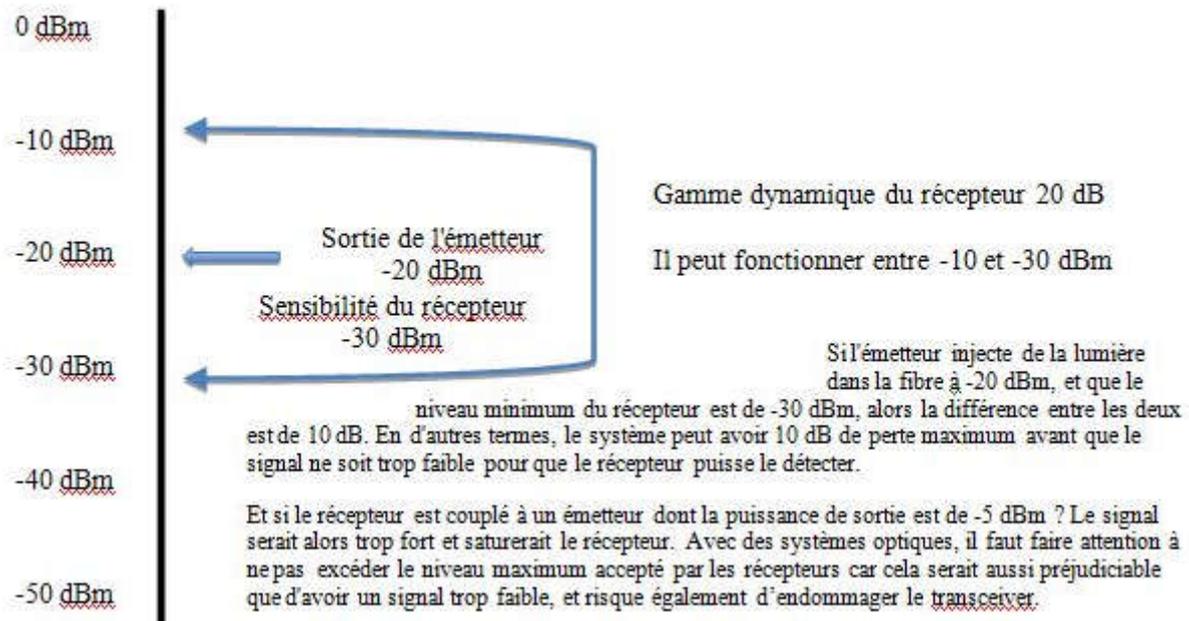
Échelle de puissance :  
0 dBm = 1 mW  
-50 dBm = 0,00001 mW

Un récepteur dispose généralement de deux caractéristiques : la sensibilité du récepteur et sa dynamique.

La sensibilité du récepteur correspond au signal minimum détectable (en dessous le signal sera perdu) et la dynamique représente la gamme de sensibilité supportée par le récepteur sans l'aveugler.

Par exemple, un récepteur avec une sensibilité de -30dBm et une dynamique de 20dB peut détecter un flux optique sur une fourchette de -10 à -30dBm.

Le diagramme ci-dessous devrait vous aider à visualiser le scénario.



Les instruments qui mesurent en dB peuvent être soit des mesureurs de puissance optique, soit des équipements de test de perte optique (OLTS). **Le mesureur de puissance optique lit habituellement en dBm pour les mesures de puissance ou en dB par rapport à une valeur de référence définie par l'utilisateur pour la perte.** Alors que la plupart des mesureurs de puissance a des gammes de +3 à -50 dBm, la plupart des sources est dans le spectre de +10 à -10 dBm pour les lasers et de -10 à -20 dBm pour les diodes électroluminescentes (LED). Seuls les lasers utilisés dans la TVCA ou les systèmes téléphoniques longue distance ont des puissances suffisamment élevées pour être vraiment dangereuses, jusqu'à +20 dBm ; cela correspond à 100 milliwatts ou un dixième de watt.

**Il est important de se rappeler que le dB sert à mesurer la perte et le dBm sert à mesurer la puissance et que plus un nombre est négatif, plus la perte est élevée.** Déterminez votre référence zéro avant de mesurer la perte et vérifiez-la de temps en temps tout en faisant des mesures.



Mesurer la puissance requiert un appareil de mesure de puissance avec un adaptateur qui corresponde au connecteur de fibre optique sur le câble à tester, et si vous souhaitez tester un émetteur, un câble de fibre optique reconnu comme bon (de la bonne taille de fibre, puisque la puissance couplée est fonction de la taille du cœur de la fibre) et d'un peu d'aide de l'électronique du réseau pour activer l'émetteur. **Rappelez-vous que quand vous mesurez la puissance, l'appareil doit être réglé sur les bonnes longueur d'onde et unité (généralement dBm, parfois microwatts, mais jamais « dB » - c'est une unité de puissance relative utilisée seulement pour tester la perte).** Reportez-vous aux instructions fournies avec l'équipement de test pour les instructions d'installation et de mesure.