

### **Pourquoi utilise-t-on les dB ?**

Un téléphone portable émet typiquement à 0,25 Watts (cela dépend si on est en 2G, 3G mais l'ordre de grandeur est celui-la). Le signal se propage dans l'air jusqu'à la station de base mais est fortement atténué avec la distance.

Si le téléphone est très proche de la station de base, la puissance reçue est de 0,0000001 W. S'il est loin, elle est de 0,000000000000001 W ! On s'aperçoit qu'une écriture sous cette forme n'est pas lisible. Il vaut mieux passer en notation scientifique. Cas proche, la puissance reçue vaut  $10^{-7}$  W. Cas loin, elle vaut  $10^{-13}$  W.

L'échelle logarithmique en dB (déci Bel) n'est rien d'autre qu'une manière particulière d'indiquer l'exposant de la notation scientifique pour les **rapports de puissance**. Un rapport de puissance  $P_1/P_2$  s'exprime en dB comme

$$n = 10 \log_{10}(P_1/P_2)$$

### **J'ai complètement oublié la fonction log. Pouvez-vous me rappeler les propriétés ?**

Rappelons que la fonction logarithme (log en langage courant) est la réciproque de la fonction "puissance". En d'autres termes, si  $y=a^x$  alors  $x=\log_a(y)$  où  $a$  est appelé la base du logarithme.

En mathématiques, on utilise généralement le logarithme népérien, c'est-à-dire en base  $e$  où  $e=2,7182818128...$  et on note  $\ln$  ou  $\log$

En physique et particulièrement en radio, on utilise le logarithme base 10, noté quelquefois  $\log$  (faire attention, il peut y avoir des logiciels, langages, etc. où  $\log$  tout court est le log base 10 et d'autres où c'est le log népérien)

En théorie de l'information, on utilise le logarithme base 2.

Les formules importantes :

- $\log_a(xy) = \log_a(x) + \log_a(y)$
- $\log_a(x^n) = n \log_a(x)$
- $\log_a(x) = \log(x)/\log(a)$  (valable quelle que soit la base du log dans le terme de droite)

### **Comment passer de dB en échelle linéaire ?**

Si une donnée  $A$  est exprimée en dB, la valeur en linéaire est  $a=10^{A/10}$ .

### **Je n'arrive pas à calculer vite en dB. Comment faire ?**

Dans la suite nous considérons uniquement des accroissements de puissance ou d'énergie [ le dB correspond à  $10\log(x)$  ].

Il y a deux choses à retenir :

- une multiplication par 2 correspond à +3dB (et la division à -3dB)
- une multiplication par 10 correspond à +10dB (et la division par 10 à -10dB)

Il faut se souvenir également qu'on est en échelle logarithmique et qu'une addition en dB correspond à une multiplication et une multiplication par une constante à une mise en exposant de cette constante.

Avec ces éléments, on peut rapidement calculer.

Exemple :

+23 dB peut se décomposer comme +20 dB + 3dB donc à un accroissement de  $2 \times 10$  dB soit  $10^2$  et une multiplication par 2.

On peut donc dire +23 dB correspond à une multiplication en puissance ou en énergie par 200.

### **Qu'est-ce que les dBm ?**

Les dB désignent en toute rigueur seulement un accroissement de puissance et pas une puissance absolue. Mais il est intéressant (cf première question à d'exprimer les valeurs de puissance absolues en échelle logarithmique.

En général, on prend 1 mW comme valeur de référence et on exprime la puissance en donnant le nombre de dB en dessous ou au dessus de 1 mW. On obtient ainsi des dBm. Une puissance en dBm s'écrit comme

$$A = 10 \log_{10}(P)$$

avec  $P$  la puissance exprimée en mW.

Le niveau de 0 dBm correspond donc à 1 mW, 10 dBm à 10 mW, 20 dBm à 100 mW et 30 dBm à 1000 mW soit 1 W.

### **Pourquoi calcule-t-on certaines fois les dB en faisant $10 \log$ et d'autres fois $20 \log$ ?**

Rappelons que le dB mesure un accroissement de « quelque chose » en échelle logarithmique (ici log désigne le logarithme en base 10). En puissance, on utilise  $10 \log(P_2/P_1)$ .

En tension, on a  $20 \log(V_2/V_1)$ . Nous allons justifier cette différence.

Considérons un schéma très simple avec un générateur de tension  $V$  qui alimente une résistance  $R$ . Nous disposons d'un Voltmètre au borne de la résistance et d'un Wattmètre.

Premier cas, on alimente avec  $V_1$  et on mesure  $P_1$ . Deuxième cas, on alimente avec  $V_2$  et on mesure  $P_2$ .

Nous avons, d'après la loi d'Ohm,  $P_1 = V_1^2/R$  et  $P_2 = V_2^2/R$  d'où  $P_2/P_1 = (V_2/V_1)^2$ .

Si l'on exprime l'accroissement de puissance en dB entre le premier cas et le deuxième cas, on trouve donc  $10 \log_{10}(P_2/P_1) = 20 \log_{10}(V_2/V_1)$ .

Qu'on raisonne en puissance ou en tension, **l'accroissement en dB est le même.**

C'est pour cette raison qu'en puissance et en énergie on utilise  $10 \log_{10}$  et qu'en tension et en intensité on utilise  $20 \log_{10}$ .

Exemple :

Je passe de 1 volt à 2 volts au borne d'une résistance de 1 ohm, j'ai une multiplication par 2, soit un accroissement de 6 dB.

Si je raisonne en puissance, je passe de 1 watts à 4 watts ; j'ai une multiplication par 4 et je trouve aussi 6 dB.

Je peux donc dire j'ai +6dB sans avoir besoin de préciser si j'ai raisonné en puissance ou en tension.

### **Peut-on additionner (ou soustraire) des dB à des dBm ? N'y a t-il pas un problème d'homogénéité ?**

Le dB est d'abord une unité d'accroissement ou de réduction mais en échelle logarithmique. Il n'a donc pas d'unité.

En revanche le dBm donne en échelle logarithmique une valeur de puissance. Physiquement additionner des dBm avec des dBm n'a pas de sens. Cela reviendrait, en linéaire, à multiplier des W par des W et à avoir des  $W^2$  !

On peut additionner des dBm avec des dB. Par exemple  $30 \text{ dBm} + 3 \text{ dB} = 33 \text{ dBm}$ . En linéaire, cela revient à dire que 1000 mW multiplié par 2 donne 2000 mW, soit 2 W.

De la même façon, une différence de puissances en dBm correspond à un rapport de puissance. Par exemple  $33 \text{ dBm} - 30 \text{ dBm} = 3 \text{ dB}$  et pas 3 dBm (En linéaire cela revient à exprimer le rapport entre 2 W et 1 W, soit un rapport 2).

### **Je vois des dBuV, des dBuV/m ? Qu'est-ce que c'est ?**

Dans le titre, u=micro-volt. Il faut le voir comme la lettre grecque  $\mu$ .

L'échelle logarithmique en dB peut être utilisé pour des tensions, des champs électromagnétiques, etc.

Si on a des X dBtruc cela signifie qu'on a X dB au dessus de 1 truc. En conclusion, si le truc est homogène à une puissance, le dB est en  $10 \log_{10}$ , si c'est homogène à une tension (par exemple uVm) le dB en  $20 \log_{10}$ .

Pour résumer,

- si p est une puissance en W,  $10 \log_{10}(p)+30$  est la puissance en dBm
- si p est une puissance en mW,  $10 \log_{10}(p)$  est la puissance en dBm
- si v est une tension en Volts,  $20 \log_{10}(v)$  est la tension en dBvolts
- si v est une tension en Volts,  $20 \log_{10}(v)+120$  est la tension en dBuV (dB micro-volts)
- ....

D'après Xavier Lagrange, Télécom Bretagne

[http://perso.telecom-bretagne.eu/xavierlagrange/faq\\_technique/](http://perso.telecom-bretagne.eu/xavierlagrange/faq_technique/)