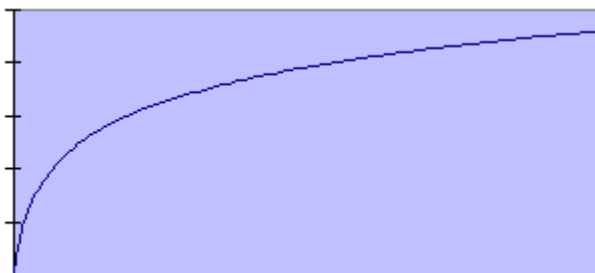


# Le décibel

Voilà une unité de mesure que vous allez employer quotidiennement. Utilisé à tout va il sert souvent d'argument définitif lors des discussions ou sur les affiches publicitaires. Il est important de bien le maîtriser.

Comme son nom l'indique, le décibel est le dixième du Bel. On a donné ce nom à cette unité en hommage à Alexander Graham Bell. Nous voilà sacrément avancés non ? Avant d'aller plus loin sur cette merveilleuse unité qui est très simple d'emploi malgré les apparences, effectuons un petit retour en arrière et regardons in instant les logarithmes.

Vous possédez sans le savoir, (peut-être) un merveilleux instrument de mesure logarithmique sur vous, je pense à votre oreille. Celle-ci ne vous restitue pas linéairement les variations de puissance auditive de votre environnement. Si, quand vous écoutez de la musique sur votre chaîne haute fidélité, vous multipliez par 10 la puissance émise par votre amplificateur, votre sensation physiologique vous indiquera seulement un doublement de la puissance sonore.



Vous voyez ci-dessus l'allure d'une courbe logarithmique. En clair cela signifie que les "x" évoluent beaucoup quand parallèlement les "y" évoluent peu.

Ceci pourrait être la courbe de réponse de votre oreille à une excitation sonore. sur l'axe des "x" vous trouvez l'augmentation de puissance, sur les "y" la sensation physiologique

## Notation :

Vous êtes habitué à compter en base 10 (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9) depuis votre plus tendre enfance, ceci ne vous empêche pas de savoir qu'il existe d'autres bases comme la base 2 que nous avons étudié.

Il en va de même pour les logarithmes et l'on distinguera :

Le logarithme naturel de base "e".

Il est noté log.

C'est le seul, le vrai, la référence. Si vous trouvez des résultats abracadabrants, il est à parier que votre tableur ou calculatrice ne connaît que ceux-ci alors que vous désiriez le log en base 10. Soyez attentifs à ces petites facéties.

**e = 2,72**  
(valeur approchée)

On utilise en radioélectricité le logarithme de base 10. On passe du logarithme naturel au logarithme en base 10 par une opération simple qui consiste à diviser comme suit :

$$\text{Log}_{(10)} X = \frac{\log X}{\log 10}$$

ce qui pourra s'énoncer comme suit :  
le Logarithme en base 10 du nombre X sera égal au logarithme base e de X divisé par le logarithme base e de 10

**Vous remarquerez que l'on note les logarithme base e avec un petit "l"(log) et les Log base 10 avec un grand "L". On trouve souvent aussi comme notation pour les base e "ln"**

## Exemple :

Calculons le Log base 10 de 1000 :  
nous posons :

$$\text{Log}_{(10)} 1000 = \frac{\log 1000}{\log 10} = \frac{6,9077}{2,3025} = 3$$

## Pourquoi utiliser des décibel ?

Revenons sur l'acoustique essayons de mesurer le rapport entre le plus fort signal auditif supportable par un être humain et le plus faible. Le bruit est dû à une onde de pression. La pression la plus faible entendue par une oreille humaine se situe vers  $20 \cdot 10^{-6}$  Pa.

Le signal le plus fort et encore supportable avoisine les  $200\,000\,000 \cdot 10^{-6}$  Pa.

Si nous calculons le ratio du signal le plus fort sur le plus faible, nous obtenons un rapport de 10 000 000, avouez que ce n'est guère commode à manipuler. Si nous calculons le Log de ce rapport nous trouvons  $R = 7$  ce qui revient à dire que ce rapport est égal à **7 Bel**

### D'où vient le décibel ?

Nous venons de voir avec l'exemple précédent que 7 Bel représentent un rapport de 10 000 000. Le bel est une "grosse" unité, il est bien plus commode de mesurer avec une unité plus fine comme le décibel qui est le 10ème du Bel. Dans notre exemple notre rapport serait de 70 dB, c'est mieux non ?

### Les décibels et la radio :

Nous avons souvent, en radioélectricité des écarts comme celui cité en exemple concernant l'oreille humaine. Prenez le plus petit signal perceptible par un récepteur et le plus fort, l'écart est encore plus important. Nous avons également besoin de quantifier les gains et les atténuations et il est plus commode de parler d'un amplificateur de 20 dB de gain que d'un amplificateur qui amplifie 100 fois. Nous avons également besoin de pouvoir ajouter ou soustraire des gains et des atténuations, avec le dB c'est ultra simple car les logarithmes ont cette merveilleuse propriété de pouvoir transformer les multiplications en additions et les divisions en soustractions. Nous avons besoin de pouvoir donner un niveau de puissance par rapport à une référence fixe, le décibel par rapport au Watt ou mW le permet. Vous l'aurez compris cette unité endémique de la radio est indispensable.

### Définitions :

#### **En puissance**

Le dB est 10 fois le logarithme base 10 du rapport de puissance  $P1/P2$ .

$$dB = 10 \text{ Log } \frac{P1}{P2}$$

#### **En tension ou courant**

Le dB est 20 fois le logarithme base 10 du rapport des tensions  $V1/V2$  ou des courants  $I1/I2$

$$dB = 20 \text{ Log } \frac{V1}{V2}$$

#### **Exemple 1 :**

quel est l'amplification de puissance exprimée en dB d'un amplificateur qui sort 20 W pour 1 W à l'entrée ?

$$A = 10 \text{ Log } \frac{20}{1} = 13 \text{ dB}$$

#### **Exemple 2 :**

quel est l'atténuation de puissance exprimée en dB d'un atténuateur auquel on applique une puissance de 100 W et qui restitue 15W

$$A = 10 \text{ Log } \frac{15}{100} = -8,2 \text{ dB}$$

#### **Exemple 3 :**

quel est l'amplification de tension exprimée en dB d'un transistor monté en amplificateur sur lequel on mesure 3 V de tension de sortie pour 10 mV de tension d'entrée ?

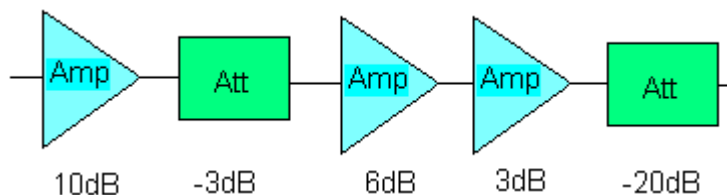
$$A = 20 \text{ Log } \frac{3}{0.01} = 49,5 \text{ dB}$$

**Note :** Assurez-vous quand vous faites ces calculs d'utiliser les mêmes unités. On ne peut pas calculer avec des unités hétéroclites.

### Pour votre culture personnelle, quelques propriétés des logarithmes :

- $\text{Log} ( A \times B ) = \text{Log} ( A ) + \text{Log} ( B )$
- $\text{Log} ( A/B ) = \text{Log} ( A ) - \text{Log} ( B )$
- si  $A^b = C$  alors  $\text{log}_{(a)} C = B$  (  $10^2 = 100$  équivaut à  $\text{Log}_{(10)} 100 = 2$  )
- $\text{log} A^b = B \times \text{log} A$

**Application pratique des log en radioélectricité :**



Vous avez ci dessus une chaîne d'amplificateurs et d'atténuateurs. Connaissant l'atténuation ou le gain de chaque élément, il est très facile de calculer le gain/atténuation total.

- 1er cas en dB:  
 $+10 - 3 + 6 + 3 - 20 = -4\text{dB}$   
 globalement cette chaîne atténue le signal appliqué en entrée
- 2ème cas avec les rapports de puissance  
 $10 \times 0,5 \times 4 \times 2 \times 0,01 = 0,4$   
 Vérifions simplement en calculant  $10 \text{ Log } 0,4 = -4 \text{ dB}$

C'est extrêmement commode car beaucoup de données vous sont fournies en dB. Prenez l'atténuation d'un câble coaxial, on vous fournit l'atténuation en dB pour 100 m, il est aisé connaissant votre longueur d'en déduire la perte apportée.

**Et l'opération inverse pour déterminer le rapport connaissant la valeur en dB ?**

Connaissant la valeur en dB nous souhaitons déterminer la valeur du rapport.  
 A (db) sera la valeur en dB  
 R sera le rapport P1/P2

Il existe au moins deux méthodes pour parvenir au résultat. Sans démonstration voici les résultats.

$$R = e^{\frac{A \log(10)}{10}} \qquad R = 10^{\frac{A}{10}}$$

Dans la formule ci-dessus, il est bien entendu qu'il faut utiliser le log naturel et que cette formule n'est utilisable que si le calcul a été fait en base10. Cette formule est plus simple d'emploi, toutefois la remarque concernant la base du log s'applique ici aussi

En utilisant la seconde formule et une calculatrice, calculons à quel rapport de puissance correspondent 23 dB.

$R = 10^{\text{puissance } 23/10}$  soit  $10^{2.3} = 200$  c'est simple non ?

**Tableau de quelques valeur usuelles (en puissance):**

en rouge, les valeurs remarquables

Rapport	dB	Rapport	dB	Rapport	dB	Rapport	dB
1	0	20	13	100	20	1000	30
2	3	25	13.98	150	21.76	2000	33
3	4.77	30	14.77	200	23	3000	34.77
4	6	35	15.44	250	23.98	4000	36
5	6.99	40	16	300	24.77	5000	36.99
6	7.78	45	16.53	350	25.44	6000	37.78
7	8.45	50	17	400	26	7000	38.45
8	9	55	17.4	450	26.53	8000	39
9	9.54	60	17.8	500	27	9000	39.54
10	10	65	18.1	550	27.4	10000	40
11	10.4	70	18.45	600	27.78	20000	43
12	10.8	75	18.75	650	28.13	30000	44.77
13	11.14	80	19	700	28.45	40000	46
14	11.46	85	19.3	750	28.75	50000	47
15	11.76	90	19.54	800	29	100000	50

On peut souvent lire dans la littérature des phrases du genre :

La bande passante de cet ampli de puissance à -3 dB est de 4 MHz. Cela signifie que l'on note sur la courbe de puissance en fonction de la fréquence les points (supérieur et inférieur) où la puissance chute de moitié (3dB).

L'écart entre ces deux points constitue la bande passante. Le principe est le même pour les antennes etc. Quand vous faites ces calculs, faites attention à ne pas confondre gain en tension (sur un ampli bas niveau par exemple) et gain en puissance. 3dB en puissance correspondent à un rapport de 2 et de 1,41 (racine de 2) en tension/courant.

Comme vous avez pu le constater, voilà une unité bien pratique et mise à toutes les sauces. Si vous ne deviez retenir qu'une chose, retenez que la valeur en dB est 10 fois le logarithme d'un rapport de puissance et 20 fois le logarithme d'un rapport de tension ou courant.