

dB: exemples

- 1 mobylette : 50 dB
- 5 Mobylettes : 77 dB
- Ecouteur (à fond) : 100 dB
- 1 avion: 130 dB
- Seuil de la douleur : 110-120 dB
- Puissance d'émission
 - Wi-Fi: -10 dB (100mW)
 - $100\text{mW}=0,1\text{W}=10^{(-1)}\text{ W}$
 - ADSL: 7-10 dB (5-10W)
 - Emetteur TV : 60 dB (1MW)

Exemple 1.1.3

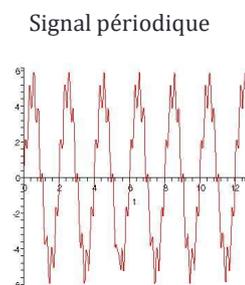
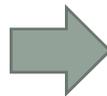
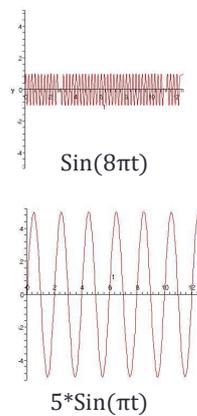
- Conversion:
 1. Donnez la formule permettant de convertir du dB à une puissance linéaire (W)
 2. Convertissez 100 W en dB
 3. Quelle est l'atténuation en dB si, pour un support donné, la puissance d'émission est de 100 W et la puissance en réception de 10W
 4. Convertissez 100mW en dBm
 5. Donnez la formule:
 - a) mW -> dBm
 - b) dBm -> mW
 - c) dBm -> W
 - d) dB -> mW

1.2

Définition d'un signal complexe
Spectre d'un signal

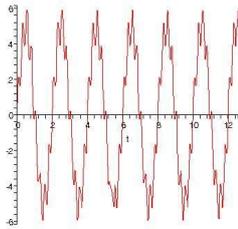
Signal complexe

- Les signaux complexes sont la somme de signaux sinusoïdales de fréquences, d'amplitudes ou de phases différentes.

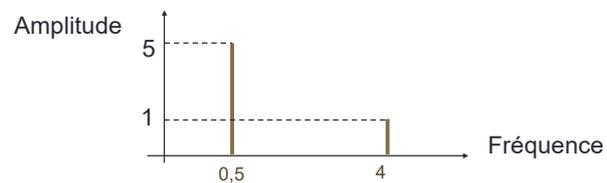


Spectre d'un signal

Définition: Le spectre du signal est la représentation des amplitudes des différentes composantes du signal en fonction de la fréquence.



$$5 \cdot \sin(\pi t) + \sin(8 \pi t)$$



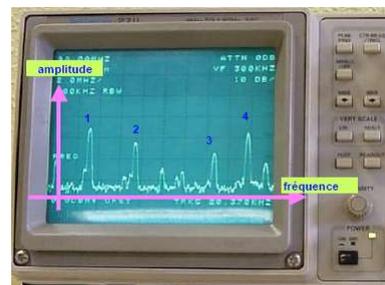
Exemple 1.2.1

• La radio FM

- 1: France Musique 91,2MHz
- 2: France Inter 95,7 MHz
- 3: Radio France alsace 102,4MHz
- 4: France Info 105,7 MHz

France Info 105,7 MHz

Le spectre montre des pics d'amplitude correspondant aux fréquences d'émissions des radios.

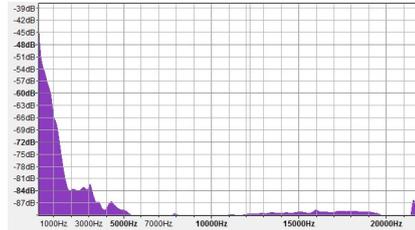


Source: cours d'analyse spectrale de Jean – Philippe Muller.

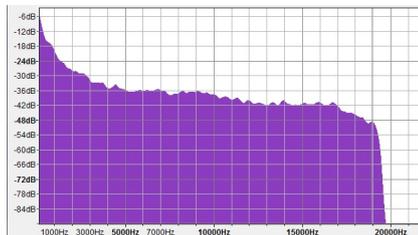
Exemple 1.2.2

- La voix/musique

Ma voix



Get Lucky
(Daft Punk)



Stocker un signal analogique

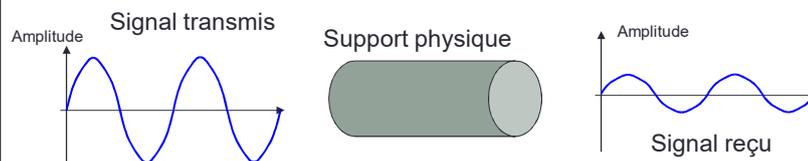
- Support qui doit permettre de restituer la suite continue de valeurs:
 - Vinyle: la profondeur et largeur des sillons correspondent à l'amplitude et fréquence du signal
 - Bande magnétique (cassette)
 - Pellicule/Film photographique
 - Etc.
- Inconvénient de ces supports
 - Dégradation dans le temps
 - Dégradation en fonction de l'usage
 - Copie (qui peuvent être) imparfaite

1.3

Les supports et leurs propriétés

Transmission d'un signal sur un support

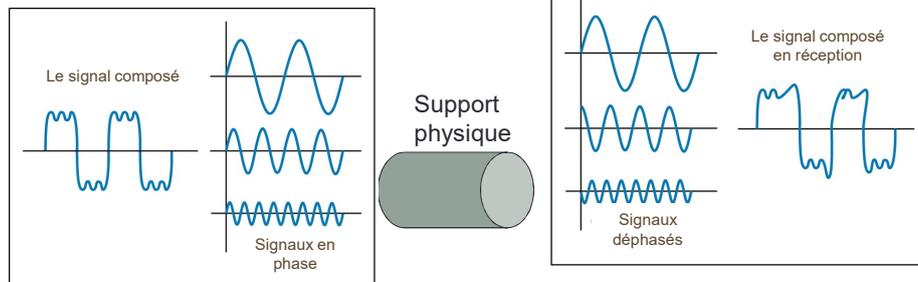
- Lors de la transmission d'un signal sur un support physique plusieurs phénomènes viennent l'altérer.



Atténuation: le support physique agit comme une résistance. Une partie de l'énergie du signal transmis est dispersé dans le medium. Le signal reçu a une amplitude plus faible.

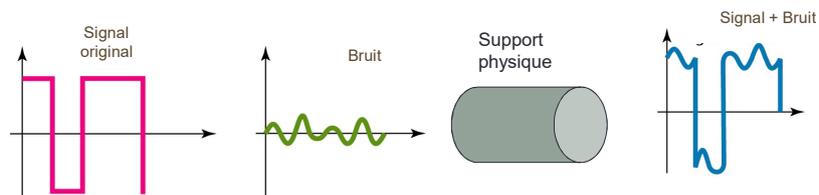
bjns [s]ipjs'

Transmission d'un signal sur un support (2)



Distorsion: les composants d'un signal composé (de plusieurs fréquences) subissent des délais différents. Les phases des composantes en réception sont décalés.

Transmission d'un signal sur un support (3)



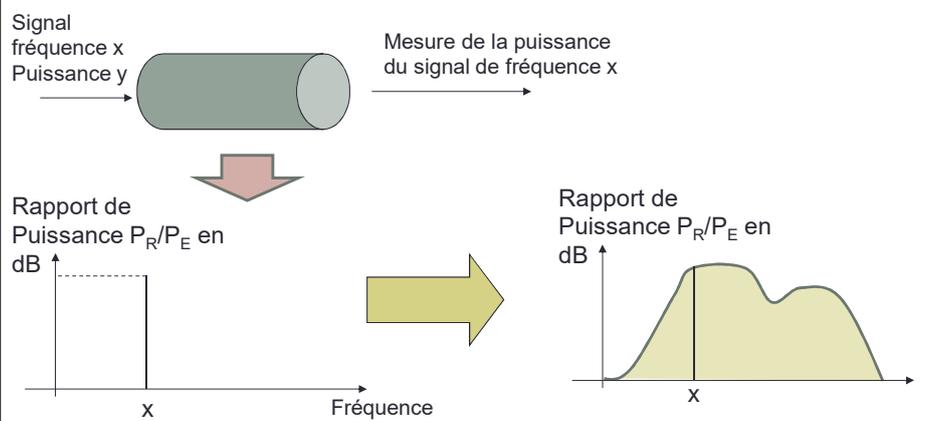
Bruit: perturbation naturelle du milieu. Par exemple, bruit aléatoires des électrons sur un câble créer un signal supplémentaire.

Notion de bande passante

- Tous les signaux ne « passent » pas sur un support.
- Le support se comporte comme un filtre.
- Exemples:
 - Oreille humaine : 20Hz / 20kHz (sons audibles)
 - Oreille du chien : 15Hz – 30kHz
 - Enceinte : 30Hz – 40 kHz
 - Fil en cuivre: 10Hz – 2MHz
 - Etc.

Mesure de la bande passante

- Définition: quand est-ce qu'un signal « passe »?
- La bande passante est l'ensemble des fréquences pour lesquelles la réponse (le résultat en sortie) est supérieure à un certain niveau.
- Pour chaque fréquence on mesure l'amplitude en sortie.



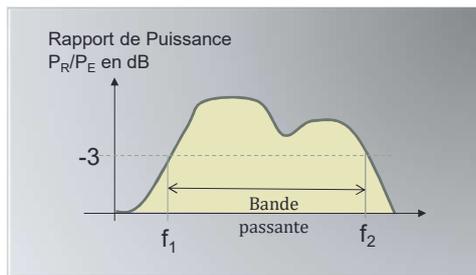
Seuil sur la bande passante

- Un seuil est fixé entre la puissance à l'émission et en réception (pour une fréquence donnée)
 - Par exemple : -3dB

$$10 \log_{10} (P_{\text{réception}} / P_{\text{émission}}) > -3$$

$$10 \log_{10} (P_{\text{émission}} / P_{\text{réception}}) < 3$$

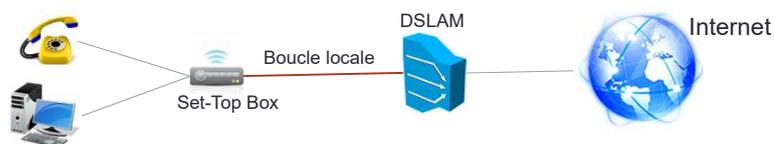
La bande passante est un l'intervalle de fréquence $[f_1, f_2]$ pour lesquelles l'équation ci-dessus est vérifiées.



Les seuils évoluent car les systèmes électroniques sont de plus en plus performants (ADSL par exemple).

Exemple 1.3.1

- Une série de mesure a été effectuée sur la boucle locale (câble du téléphone).



- La puissance d'émission est de 5W.
- Le résultat est décrit sur le tableau ci-dessous:

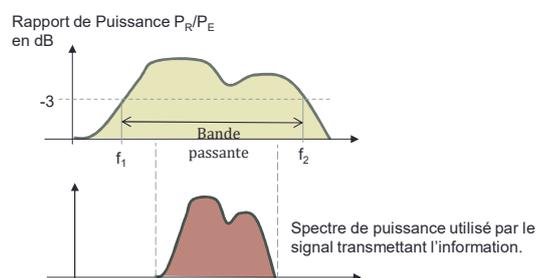
Fréquences (kHz)	Puissance reçue (W)
0,8	1,64
300	1,5e-4
750	1,65e-7
1000	1,15e-8
1300	7,10e-10
1600	5,94e-11
1900	6,22e-12
2200	7,73e-13

Questions:

1. Quelle est la bande passante à 128dB et 87dB?
2. La ligne est elle éligible pour l'ADSL sachant que la bande de fréquence utilisée est $[0,1,1\text{MHz}]$ et le seuil de bande passante est 128dB?
3. Même question pour l'ADSL2+ avec une bande de $[0,2,2\text{MHz}]$ et un seuil de 87dB.

Adéquation Spectre – Bande passante

- Les fréquences utilisées pour transmettre l'information ne doivent pas être filtrées.
- Le spectre du signal doit être inclus dans la bande passante du support.
- Exemple:
 - Voix: 50Hz ; 3 - 4 kHz (Spectre)
 - Boucle local du réseau téléphonique: [10Hz ; 1 - 2 MHz] (BP)
 - Oreille : 20Hz – 20kHz (BP)
 - Son : 50Hz – 20kHz (Spectre)
 - Enceinte : 30Hz – 40kHz (BP)



Les supports et leur bande passante

- Boucle locale: [0-1/2MHz]



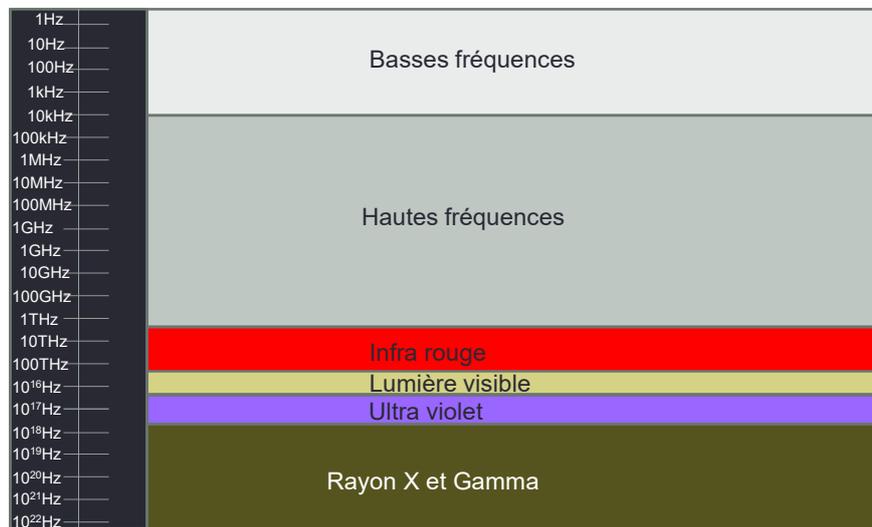
- Paire torsadé :
 - Catégorie 5 [0-100MHz]
 - Catégorie 6 [0-200MHz]



- Fibre optique: GHz - THz



Le champ électromagnétique



Débit théorique

- Le débit maximum d'un support de transmission dépend de la largeur de sa bande passante.
- Une estimation très grossière du débit maximum est donné par la formule de Shannon:

$$\text{Débit Max} = H \log_2 (1 + S/B)$$

H: bande passante

S: puissance du signal en réception (unité linéaire)

B: puissance du bruit

Idée reçue: le débit ne dépend pas de la vitesse de propagation de l'onde sur le médium. La raison pour laquelle la fibre optique offre des débits plus importants est due au fait que sa bande passante est supérieure à celle d'un câble électrique. La vitesse est d'ailleurs à peu près la même sur une fibre optique et sur un câble électrique (de l'ordre de 200 000 km/s).

Exemple 1.3.2

- Nous considérons une ligne de transmission.
- Le bruit est $1.0e-9$ Watt.
- Le signal en réception est de $7.0e-9$ W.
- La bande passante est [100Hz, 1MHz]
- Quel est le débit maximum théorique?