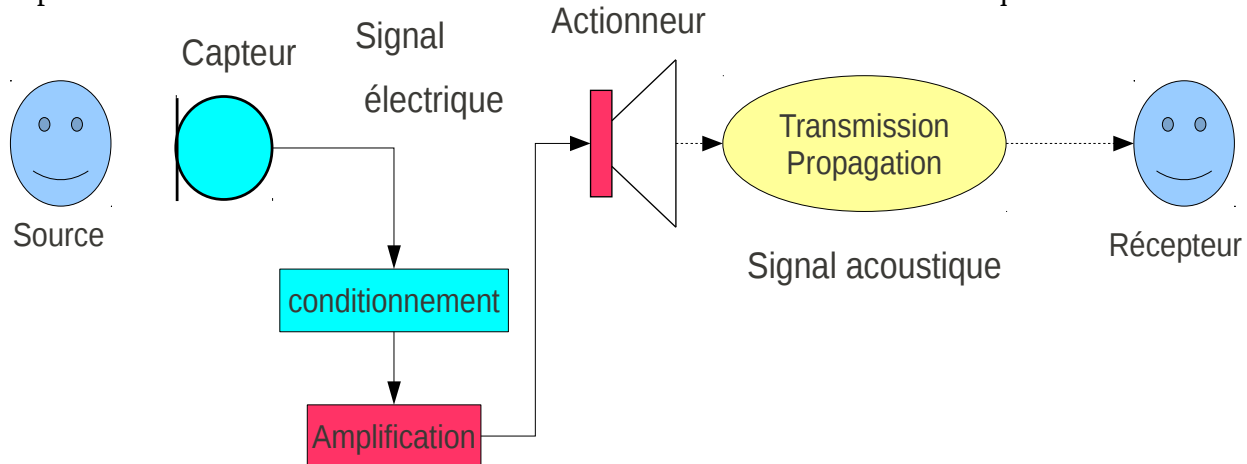


Cours Diffusion sonore
Bruno Gazengel

Module « chaîne son »

1 Formaliser la chaîne son

Représenter une chaîne son usuelle en schéma filaire. Justifier l'intérêt de chaque élément.



- *Capteur : convertit l'énergie acoustique en énergie électrique, ce qui permet le transport aux autres éléments de la chaîne*
- *Conditionnement : permet d'amplifier le signal du microphone pour éviter qu'il ne soit pollué par l'environnement électromagnétique (50 Hz secteur essentiellement, 50 Hz des systèmes d'éclairage sur scène)*
- *Amplification : permet d'apporter l'énergie nécessaire au haut-parleur.*
- *Haut-parleur : convertit l'énergie électrique en énergie acoustique*
- *Transmission : système souvent impossible à éviter. C'est ce qui crée les phénomènes d'atténuation, de réverbération, ...*

2 Connaître les ordres de grandeur

Donner les ordres de grandeur présents aux différentes jonctions entre éléments

Les ordres de grandeur peuvent être donnés pour les grandeurs dites « intensives » telles que la pression acoustique (ou le niveau acoustique) et la tension électrique. Ils peuvent également être donnés pour les grandeurs énergétiques telle que la puissance. On peut les donner sous forme d'un tableau de synthèse

	<i>Avant le capteur</i>	<i>Après le capteur (branchement sur 10 kOhms)</i>	<i>Après le conditionnement (branchement sur 10 kOhms)</i>	<i>Après l'amplificateur (branchement sur 8 Ohms)</i>	<i>Après le haut parleur (à 1 mètre)</i>	<i>Au niveau de l'oreille de l'auditeur (à 10 m)</i>
<i>Pression (Pa)</i>	<i>1 Pa</i>	<i>impossible</i>	<i>Impossible</i>	<i>impossible</i>	<i>1 Pa</i>	<i>0,1 Pa</i>
<i>Niveau sonore (dB SPL)</i>	<i>94 dB</i>	<i>impossible</i>	<i>impossible</i>	<i>impossible</i>	<i>94 dB</i>	<i>74 dB</i>
<i>Tension (V)</i>	<i>impossible</i>	<i>1 mV</i>	<i>1 V</i>	<i>1 – 10 V</i>	<i>impossible</i>	<i>impossible</i>
<i>Puissance (W)</i>	<i>2,5 milliWatt (mW)</i>	<i>0,1 nW (nanoWatt)</i>	<i>0,1 mW</i>	<i>0,125 à 12,5 W</i>	<i>2,5 mW</i>	<i>25 uW (microW)</i>

3 Niveaux électriques

1. Calculer la tension électrique efficace d'un signal observé sur le VU mètre de la Figure 1.

Le Vu mètre montre un niveau de -5,2 dB. Supposant que le Vu mètre affiche un niveau en dB V et sachant que

$$L_{dBV} = 20 \log_{10} \frac{V}{1} \quad (1)$$

il vient

$$V = 10^{\frac{L_{dBV}}{20}} \quad (2)$$

soit $V = 10^{\frac{-5,2}{20}} = 0,55 \text{ V RMS.}$

2. Calculer le niveau en dB V d'un signal de tension électrique 0,5 V. Calculer le niveau en dB u de ce même signal.

D'après la définition donnée par l'équation (1), il vient $L_{dBV} = -6 \text{ dB V}$. La valeur en dB u est donnée par

$$L_{dBV} = 20 \log_{10} \frac{V}{0,775} \quad , \text{ soit } -3,8 \text{ dB u.}$$



Figure 1 : Vu mètre

4 Notions de dynamique

1. Donner la notion de dynamique pour un signal et pour un système

La dynamique d'un signal est le rapport entre l'amplitude maximale et l'amplitude minimale. En déciBel, la dynamique est la différence entre le niveau maximal (en dB) et le niveau minimal (en dB).

2. Calculer la dynamique en dB d'une chaîne électroacoustique présentant un bruit de fond de -60 dBu et un niveau de saturation de 10 V.

Bruit de fond = -60 dB u, soit une amplitude de 0,775 mVolts

Niveau de saturation : 10 V.

La dynamique est donc de 10 / 0,775 soit 12,9. Le calcul de la dynamique en dB est donnée par

$$D_{dB} = 20 \log_{10} \frac{\text{niveau max}}{\text{niveau min}}, \text{ soit } D_{dB} = 20 \log_{10} \frac{10}{0,775 \cdot 10^{-3}} = 82 \text{ dB}$$

5 Niveaux sonores

- Calculer de tête le niveau sonore correspondant aux pressions suivantes : 1 Pa, 2 Pa, 10 Pa, 4 Pa, 0.1 Pa, 0.5 Pa
- 1 Pa \Leftrightarrow 94 dB,*
- 2 Pa \Leftrightarrow 94 + 6 = 100 dB,*
- 10 Pa \Leftrightarrow 94 + 20 = 114 Pa,*
- 4 Pa \Leftrightarrow 100 + 6 = 106 dB*
- 0.1 Pa \Leftrightarrow 94 - 20 = 74 dB*
- 0.5 Pa \Leftrightarrow 94 - 6 = 88 dB*
- Calculer de tête les pressions correspondant aux niveaux sonores suivants : 100 dB, 104 dB, 88 dB, 84 dB, 74 dB, 66 dB
- 100 dB = 94 + 6 dB \Leftrightarrow 2 Pa*
- 104 Pa = 94 + 10 dB \Leftrightarrow 3.16 Pa*
- 88 dB = 94 - 6 dB = 0.5 Pa*
- 74 dB = 94 - 20 = 0.1 Pa*
- 66 dB = 94 - 20 - 10 + 2 \Leftrightarrow 1 Pa / 10 / 3.16 * racine (2) = 0.0316 * 1.41 ~ 0.04 Pa (le calcul à la machine donne 0.0399)*
- Calculer le niveau sonore global en dB correspondant aux niveaux donnés par bande d'octave

Fréquence	125	250	500	1000	2000	4000
Niveau en dB	80	84	88	88	86	84

Le niveau global est donné par $L_T = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^N 10^{L_i/10} \right)$, *soit*

$$L_T = 10 \log_{10} (10^8 + 10^{8,4} + 10^{8,8} + 10^{8,8} + 10^{8,6} + 10^{8,4})$$

6 Niveau dû à plusieurs sources

Un orchestre comprend 2 trompettes et 1 violon. Une trompette génère un niveau de 90 dB SPL à 1 mètre. Le violon génère un niveau de 80 dB SPL à 1 m.

- Quel est le niveau sonore généré par les deux trompettes à une distance de 1 mètre ?

Les 2 sources ont le même niveau. Le niveau dû aux 2 sources est donc 90 + 10log(2) soit 93 dB SPL.

- Combien faut-il de violons dans l'orchestre pour que le niveau sonore du pupitre de violons soit identique à celui des deux trompettes

Sachant qu'un violon génère 80 dB SPL et que le pupitre de violons doit générer un niveau de 93 dB, il faut que le nombre de violons N_v respecte la condition $10 \log N_v = 13$. Ainsi il vient $N_v = 10^{\frac{13}{10}}$, soit $N_v = 20$ violons. L'orchestre doit donc comporter 2 trompettes et 20 violons.