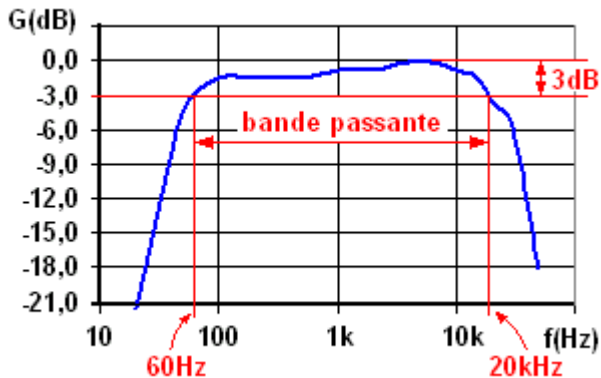


Relevé de la bande passante d'un amplificateur basse fréquence.

La bande passante d'un amplificateur de signal est la plage de fréquences sur laquelle l'atténuation relative de ce signal reste inférieure à une valeur convenue.

Une bande passante s'exprime donc à l'aide de 3 valeurs, les fréquences basse et haute de la plage de fréquences exprimées en Hz (hertz - ou l'un de ses multiples kHz, MHz, etc.) et l'atténuation (gain négatif G ou perte) tolérée exprimée en **dB (décibel)**.

Le **décibel** permet d'exprimer facilement des rapports de puissances ou de tensions (amplification ou atténuation) très importants. Ci-dessous un exemple de relevé classique.



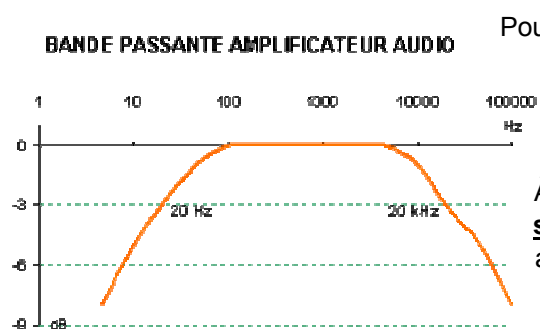
RAPPORTS EN PUISSANCE en dB.

L'atténuation relative en dB est donnée par la formule :

$$\text{Rapport (dB)} = 10 \times \text{LOG}(P2/P1)$$

P1 est la puissance maximum relevée et **P2** est celle mesurée à une fréquence donnée. Si $P2 > P1$, la valeur est positive (Gain) et si $P2 < P1$, la valeur est négative (Perte).

Exemple : Le graphique ci-dessous représente la bande passante d'un amplificateur audio.

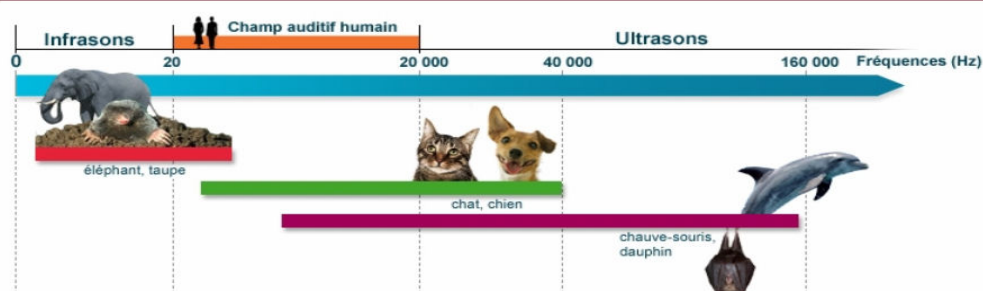


Pour toute fréquence où la puissance est égale à P1 l'atténuation relative est nulle ($10 \lg 1 = 0$).

En général, on mesure quand P2 vaut la moitié de P1 et l'atténuation est alors de **-3 dB** ($10 \lg 0,5 = -3$).

À 0 dB, la bande passante va de 100 à 3 000 Hz ; à **-3 dB, elle s'étale de 20 Hz à 20 kHz** ; ce qui correspond à un amplificateur audio de **bonne qualité**.

FRÉQUENCES PERÇUES PAR L'OREILLE HUMAINE ET CELLE DE QUELQUES AUTRES MAMMIFÈRES



TENSION (ou courant) en dB.

Si la puissance de l'amplificateur est débitée sur une **résistance pure** sur toute la gamme des fréquences, alors nous pouvons, en appliquant les formules ci-dessous, exprimer la bande passante en mesurant les tensions (ou les courants).

Exprimons pour 2 valeurs remarquables d'atténuation en **puissance** de -3 dB (de moitié) et de -6 dB (du quart), les valeurs d'atténuation en **tension** dont la mesure est plus simple à effectuer.

Avec $P=U.I = U^2/R$, on a le rapport des puissances $P_2/P_1 = U_2^2 / U_1^2 = (U_2/U_1)^2$

Pour un rapport de puissance $P_2/P_1=0,5$ → exprimé en dB : $10 \log 0,5 = 10 \times -0,3 = -3 \text{ dB}$

Le même rapport exprimé en tension devient : $0,5 = (U_2/U_1)^2 \rightarrow U_2/U_1 = \sqrt{0,5} \approx 0,707$.

Donc si la tension maximum U_1 relevée = 1 Volt (efficace, crête ou crête à crête), à la fréquence de coupure (haute ou basse) à - 3 dB, la tension U_2 sera = 0,707 Volt (efficace, crête ou crête à crête respectivement).

Pour un rapport de puissance $P_2/P_1=0,25$ → exprimé en dB : $10 \log 0,25 = 10 \times -0,6 = -6 \text{ dB}$

Le même rapport exprimé en tension devient : $0,25 = (U_2/U_1)^2 \rightarrow U_2/U_1 = \sqrt{0,25} \approx 0,5$

Donc si la tension maximum U_1 relevée = 1 Volt (efficace, crête ou crête à crête), à la fréquence de coupure (haute ou basse) à - 6 dB, la tension U_2 sera = 0,5 Volt (efficace, crête ou crête à crête respectivement).

Développement pour le rapport en tension :

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

$$\text{Because } P = \frac{V^2}{R}$$

$$P_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{\frac{V^2}{R}}{\frac{V_{ref}^2}{R_{ref}}} \right)$$

$$P_{dB} = 10 \log_{10} \left(\left(\frac{V}{V_{ref}} \right)^2 \left(\frac{R_{ref}}{R} \right) \right)$$

$$P_{dB} = 10 \log_{10} \left(\left(\frac{V}{V_{ref}} \right)^2 \right)$$

$$P_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{V}{V_{ref}} \right)$$

Rapport en tension (dB) = 20 × LOG(U2/U1).

Voir : <http://www.cochlea.org/entendre/champ-auditif-humain>

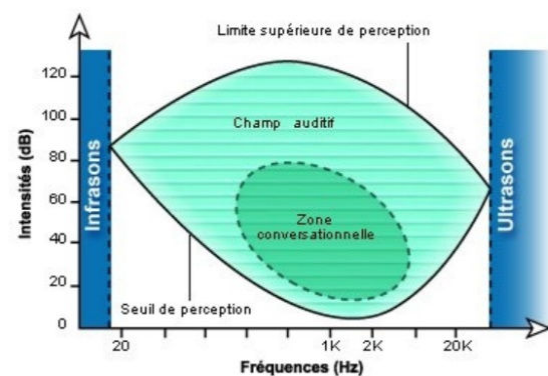
Retenir

Avec la puissance : $\text{dB} = 10 \log \frac{P_2}{P_1}$

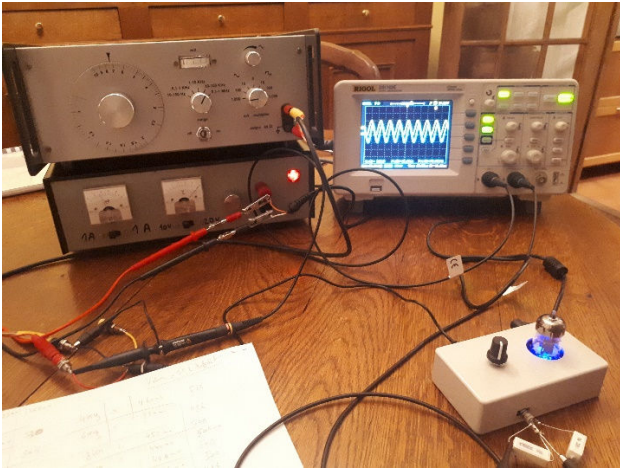
Avec la tension : $\text{dB} = 20 \log \frac{V_2}{V_1}$

ou l'intensité : $\text{dB} = 20 \log \frac{I_2}{I_1}$

COURBES D'AUDIBILITÉ HUMAINE



Le matériel nécessaire au relevé de la bande passante du préamplificateur stéréophonique :



- 1) Un générateur BF, une alimentation 12V,
- 2) Un voltmètre alternatif qui puisse mesurer de 10Hz à 100kHz (ou un oscilloscope),
- 3) Deux charges résistives pures (non inductives) à connecter aux sorties du préamplificateur en lieu et place du casque stéréo de 2 x32 ohms (valeur de résistance standard : 33 ohms).

Le principe du relevé de la bande passante est de faire une mesure de la diminution de tension de sortie afin de déterminer la fréquence de coupure haute et basse à **-3dB** c'est-à-dire pour une **tension** = à la tension maximum relevée multipliée par **0,707**) et à **-6 dB** pour une **tension** = à la tension maximum relevée multipliée par **0,5**.

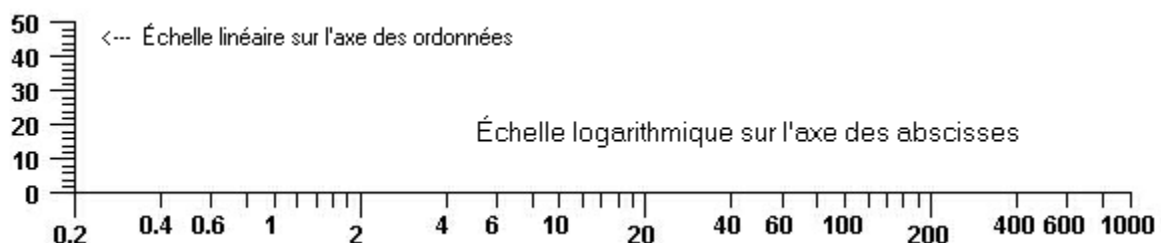
Pour ce faire on injecte un signal sinusoïdal d'amplitude fixe (par exemple 100 mVpp) à l'entrée de l'amplificateur et on mesure la tension aux bornes de la résistance de charge pour chaque canal en balayant les fréquences de 10Hz... 100Hz,... 1kHz,...10kHz...100kHz.

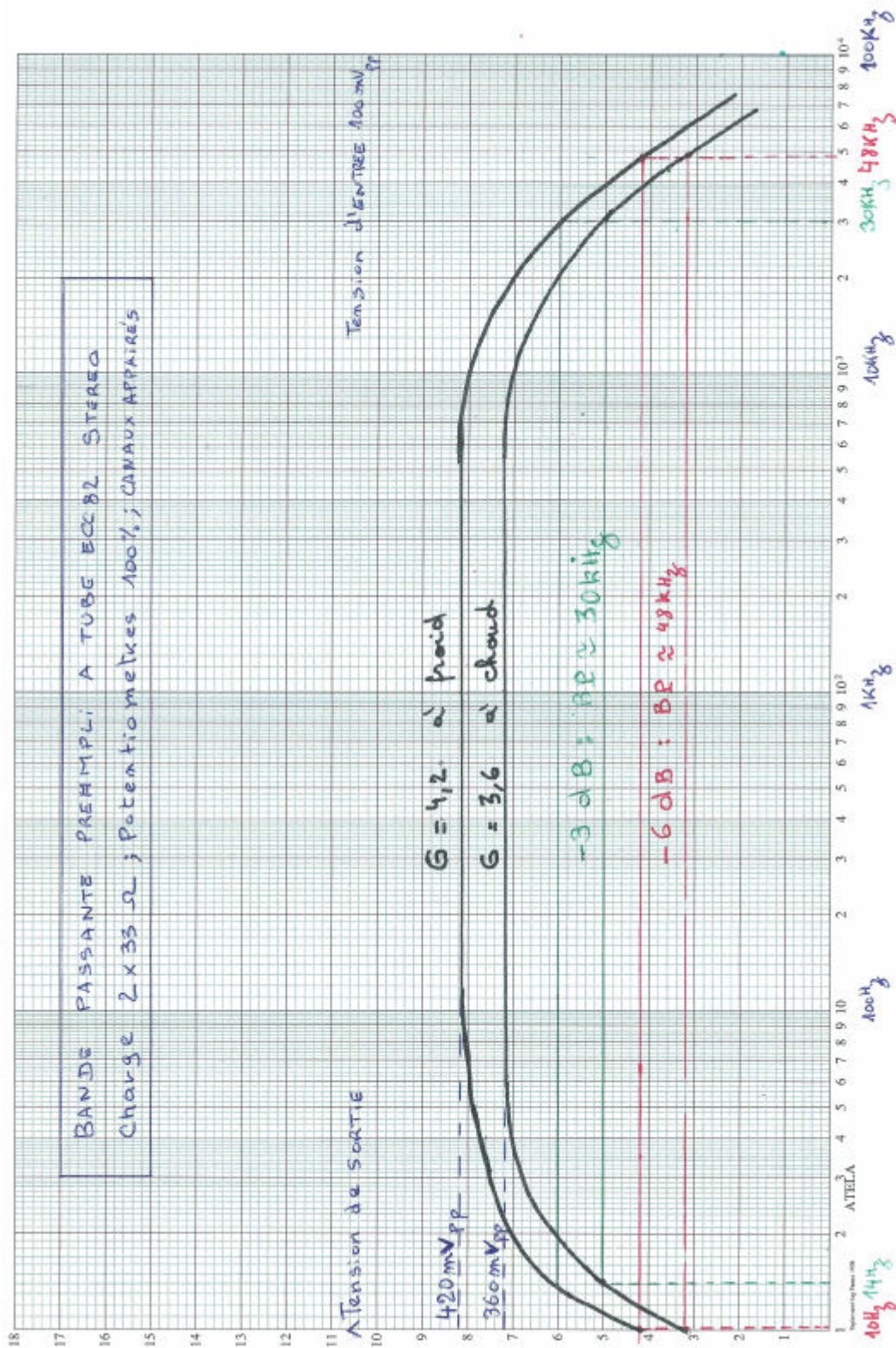
Pour la bande passante à **-3 dB**, on mesure $V_{\text{sortie max}} \times 0,707$ pour les fréquences basses et hautes. La bande passante est alors de $f_{\text{max}} - f_{\text{min}} = 30\text{kHz} - 14\text{Hz} \approx \mathbf{30\text{kHz}}$!

Pour la bande passante à **-6 dB**, on mesure $V_{\text{sortie max}} \times 0,5$ pour les fréquences basses et hautes. La bande passante est alors de $f_{\text{max}} - f_{\text{min}} = 48\text{kHz} - 10\text{Hz} \approx \mathbf{48\text{kHz}}$!

Pour illustration, on porte les résultats dans un diagramme sur papier semi-logarithmique qui comporte :

- un axe avec une graduation à échelle linéaire dont, à distance constante, la **différence** vaut 10.
- un axe avec une graduation à échelle logarithmique, dont à distance constante, le **rapport** vaut 10.





Pour une tension d'entrée de 100 mVpp, les trimmers R5/R6 ont été ajustés pour une tension identique de 420 mVpp à froid. Les valeurs sont respectivement 15,13 kOhm et 12,62 kOhm.

Les tensions aux points TP3 et TP4 sont identiques et sont de 10,89 V pour une tension d'alimentation de 12V. Les signaux de sorties sont parfaitement sinusoïdaux.

Une dérive (baisse) de la tension de sortie avec le temps d'utilisation est observée. Le gain peut donc varier de 4,2 à 3,6.