

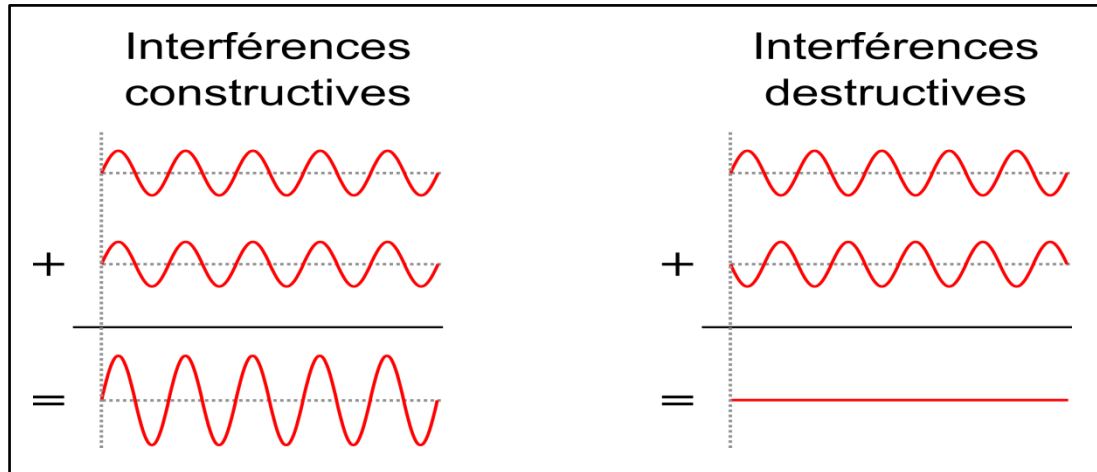
# **Réduction de bruit active pour casque audio**

TIPE – Heurlin Romann  
PSI Lycée Henri Loritz

## **DEROULE DE LA PRESENTATION :**

- Principe physique de l'ANC
- Application au casque anti-bruit
- Réalisation du circuit
- Calibration des composants
- Test du système et conclusion

# I] Principe physique de l'ANC



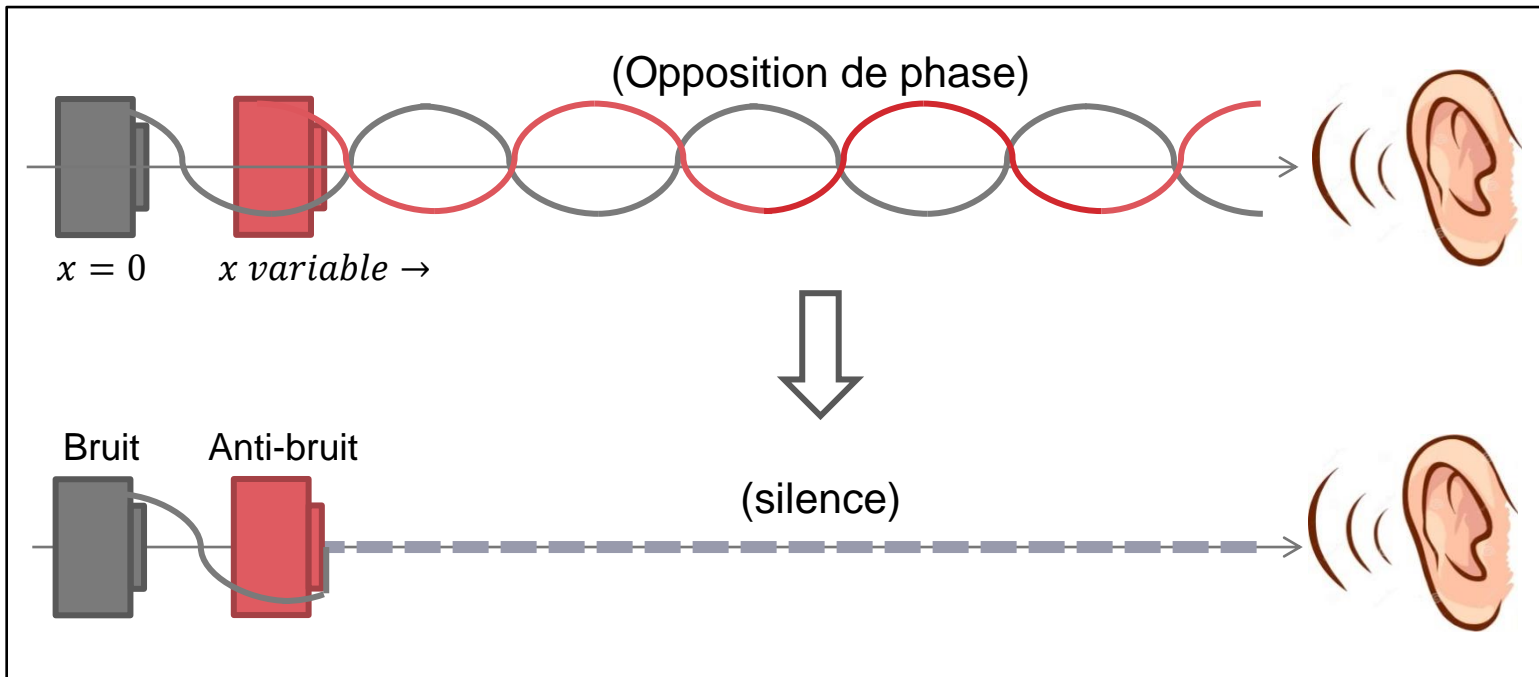
**Somme de deux ondes sonores sinusoïdales (interférences) :**

$$S(t) = A_0 \cos(\omega t - \varphi_1) + A_0 \cos(\omega t - \varphi_2)$$

$$\Rightarrow S(t) = 2 A_0 \cos\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right) \cos\left(\omega t - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)$$

$\Rightarrow$  onde sinusoïdale de même pulsation  $\omega$   
et d'amplitude dépendant de la différence entre les phases  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$ .

## Expérience



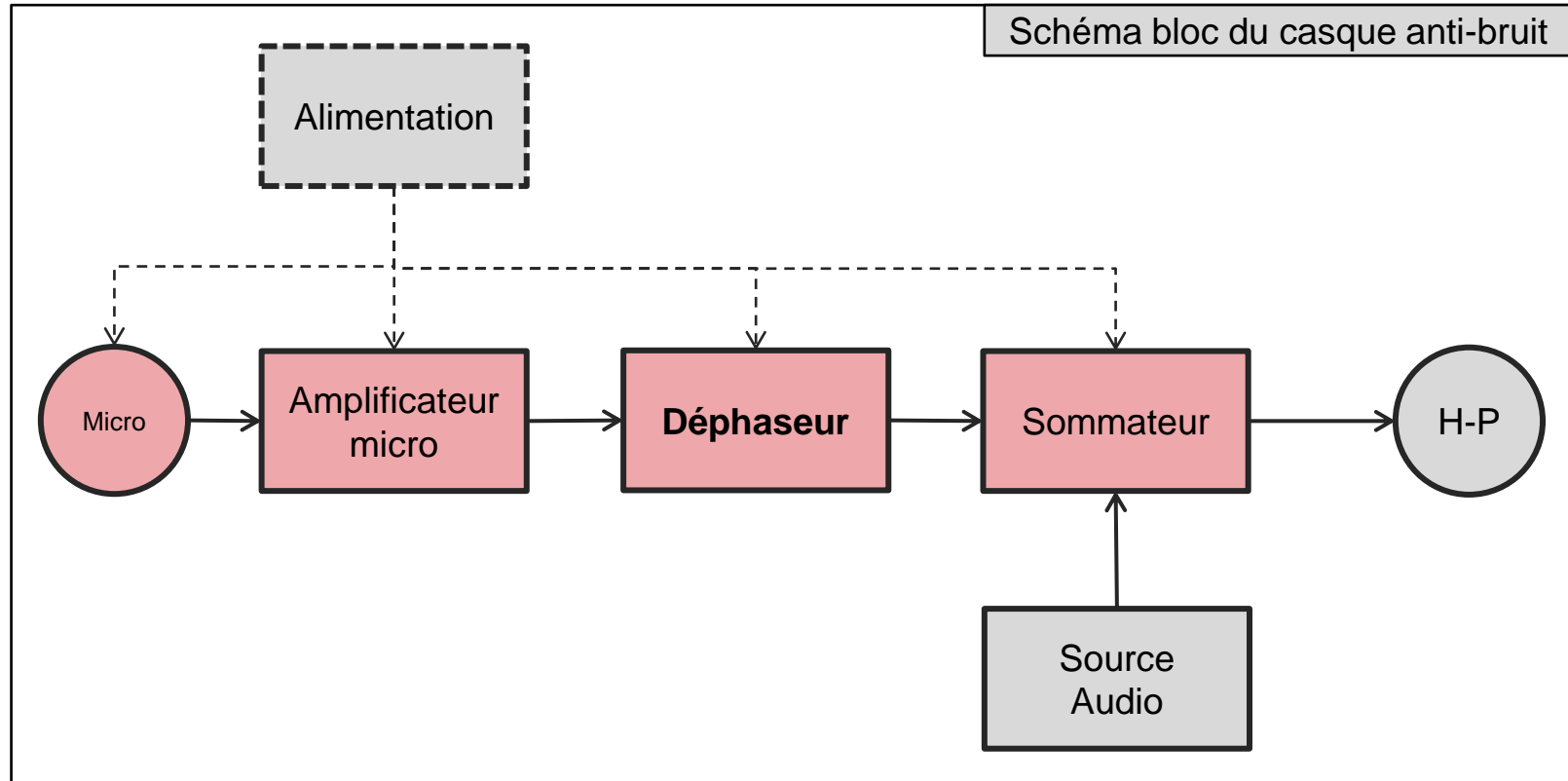
Pour une fréquence  $f$  donnée, il y a annulation du son pour les positions

$$x = \left(n + \frac{1}{2}\right) * \lambda \quad \text{où} \quad n \in \mathbb{N} \quad \text{et} \quad \lambda = \frac{c}{f} \quad \text{avec} \quad c = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

Bruits courants à annuler (moteurs de moyens de transports) : **50 à 1000 Hz**

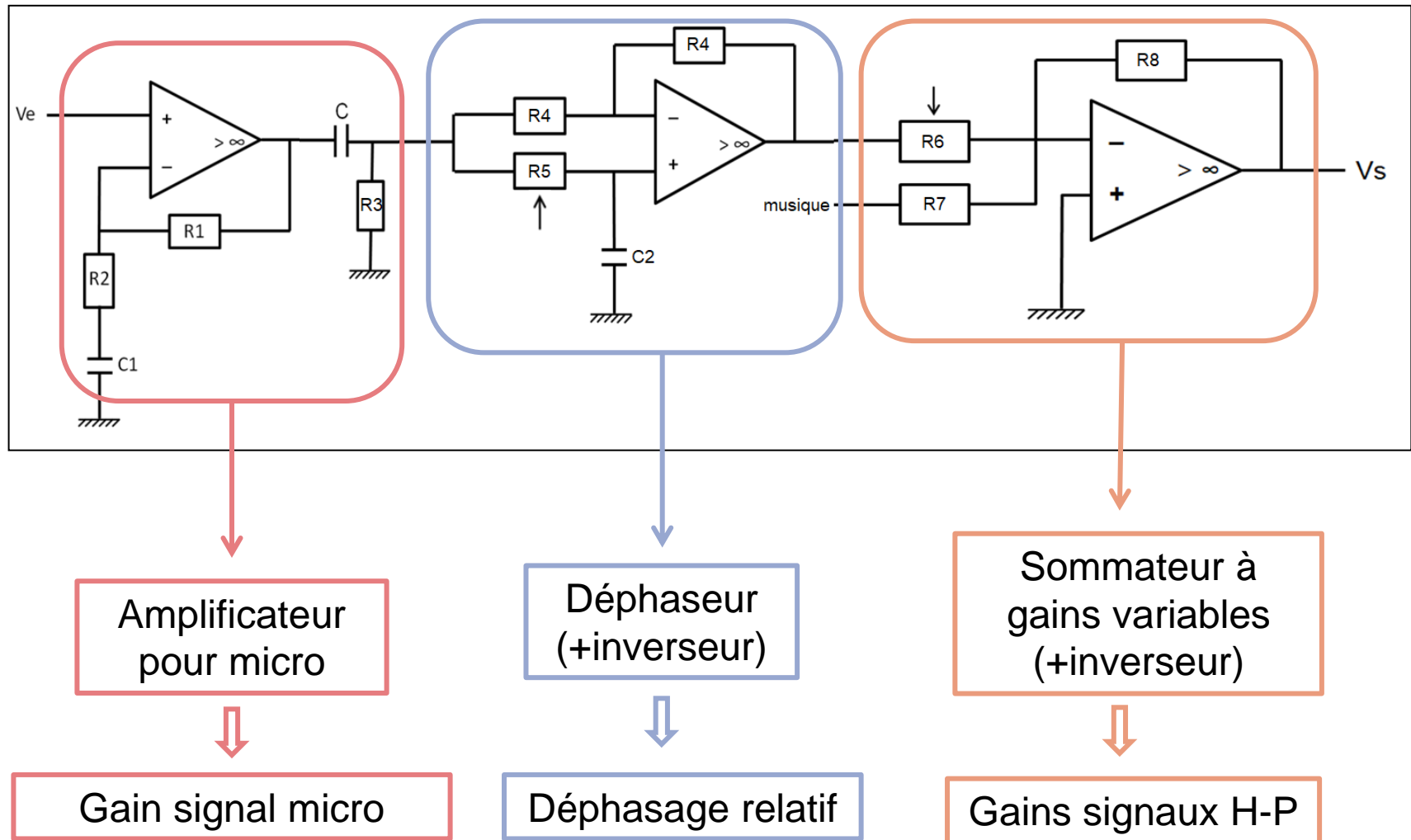
⇒ positions d'annulation tous les **34 à 680 cm**.

## II] Application au casque anti-bruit

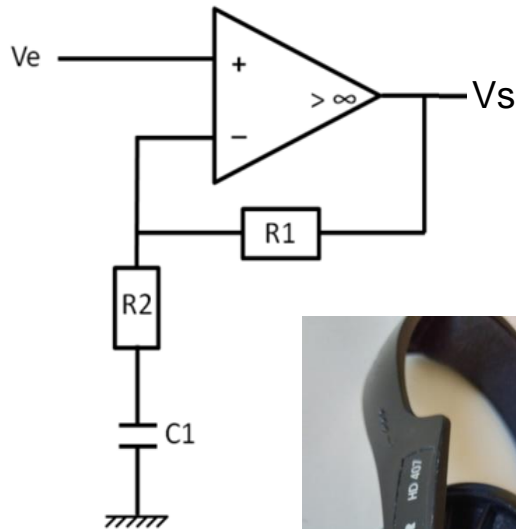


Plutôt que de déplacer la source du signal anti-bruit,  
on choisit sa **phase par rapport à celle du bruit**

## IV] Réalisation du circuit



# Gain signal micro



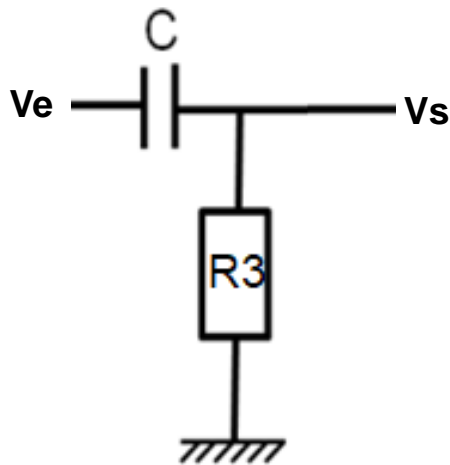
## Expérience :

- On connecte  $V_e$  au micro et  $V_s$  au casque,
- On place le casque sur les oreilles,
- On écoute le bruit à annuler à travers le casque (légèrement atténué)
- On règle le gain de manière à ce que le bruit capté par le micro, amplifié et transmit par le casque ait la même intensité sonore que le bruit réel.

Résultat : Gain nécessaire :  $R_1/R_2 = 22$

Choix des valeurs des composants :  $R_1 = 22\text{k Ohm}$  et  $R_2 = 1\text{k Ohm}$

# Filtre de composante continue



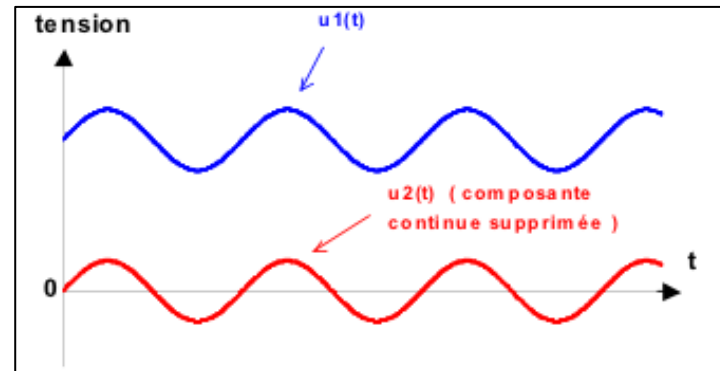
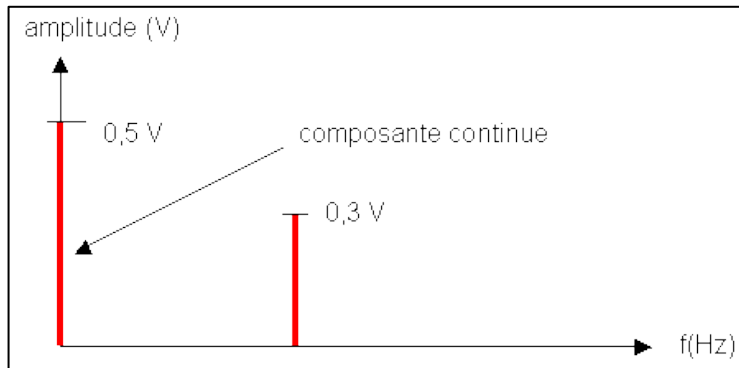
Passe haut à basse fréquence de coupure telle que :

$$R_3 C = \frac{1}{2\pi f_0}$$

Choix des valeurs des composants :

On veut  $f_0 = 20 \text{ Hz}$  c'est-à-dire  $R_3 C = 8.10^{-3}$

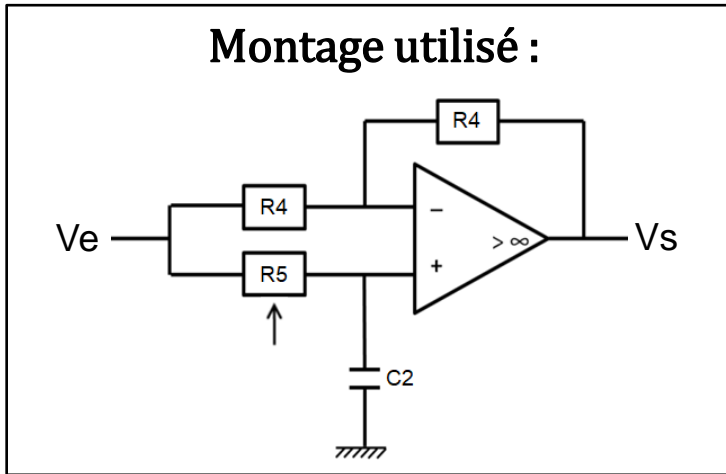
On choisit donc  $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$  et  $C = 2 \mu\text{F}$





# Déphaseur

Montage utilisé :



Loi d'entrée-sortie :

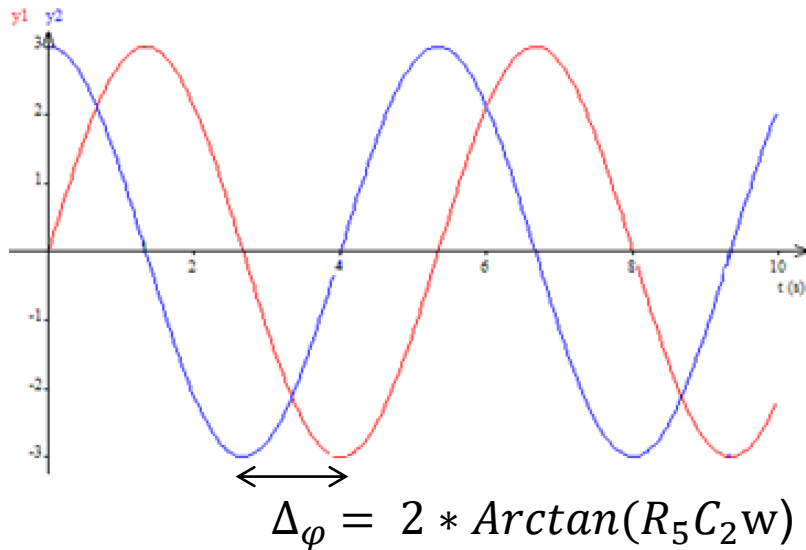
$$\underline{H} = - \frac{\underline{V_s}}{\underline{V_e}} = - \frac{1 + jR_5C_2\omega}{1 - jR_5C_2\omega}$$

Gain en module :

$$H = -1$$

Déphasage :

$$\varphi_{V_s} = \varphi_{V_e} + 2 * \text{Arctan}(R_5C_2\omega)$$



# Déphaseur



Déphasage :  $\Delta_{\varphi} = 2 * \text{Arctan}(R_5 C_2 w)$  avec  $w = 2\pi f$

Distance micro-oreille :  $d = 3,5 \text{ cm}$

Parcourue par une onde sonore à  $340 \text{ m.s}^{-1}$   
en  $\Delta_t \approx 10^{-4} \text{ sec}$

Déphasage nécessaire :

$$\Delta_{\varphi} = \Delta_t * f * 360 \quad (\text{en degrés})$$

Choix de la fréquence d'atténuation maximale autour de  $f_{max} = 500 \text{ Hz}$

On a donc besoin de  $\Delta_{\varphi} \approx 18^\circ \approx \frac{\pi}{10} \text{ rad}$

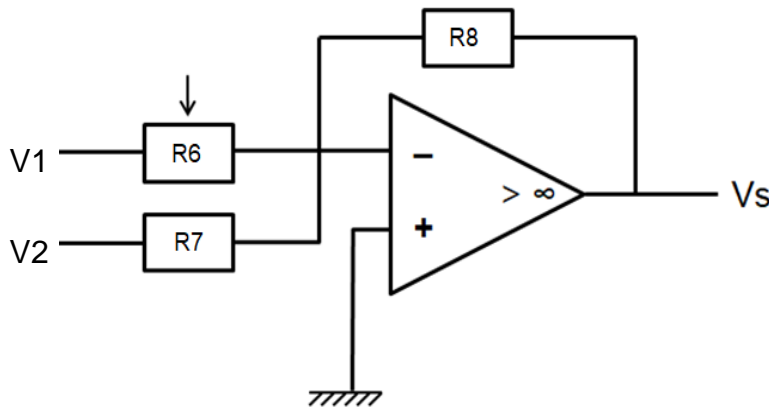
Choix des valeurs des composants :

$$\text{Pour avoir } 2 * \text{Arctan}(R_5 C_2 w) = \frac{\pi}{10} \Rightarrow R_5 C_2 w = \tan\left(\frac{\pi}{20}\right) \approx 0,16$$

$$R_5 C_2 = \frac{0,16}{2\pi f_{max}} \approx 5.10^{-5} \quad \text{On choisit les composants : } R_5 \stackrel{\downarrow}{=} 50 \text{ k}\Omega \text{ et } C_2 = 1 \text{ nF}$$

# Gains du sommateur

Montage utilisé :



Lois d'entrées-sorties :

$$V_{s'} = - \left( \frac{R_6}{R_8} * V_1 + \frac{R_7}{R_8} * V_2 \right)$$

Et  $V_s = -V_{s'}$  (inverseur)

Donc 
$$V_s = \frac{R_6}{R_8} * V_1 + \frac{R_7}{R_8} * V_2$$

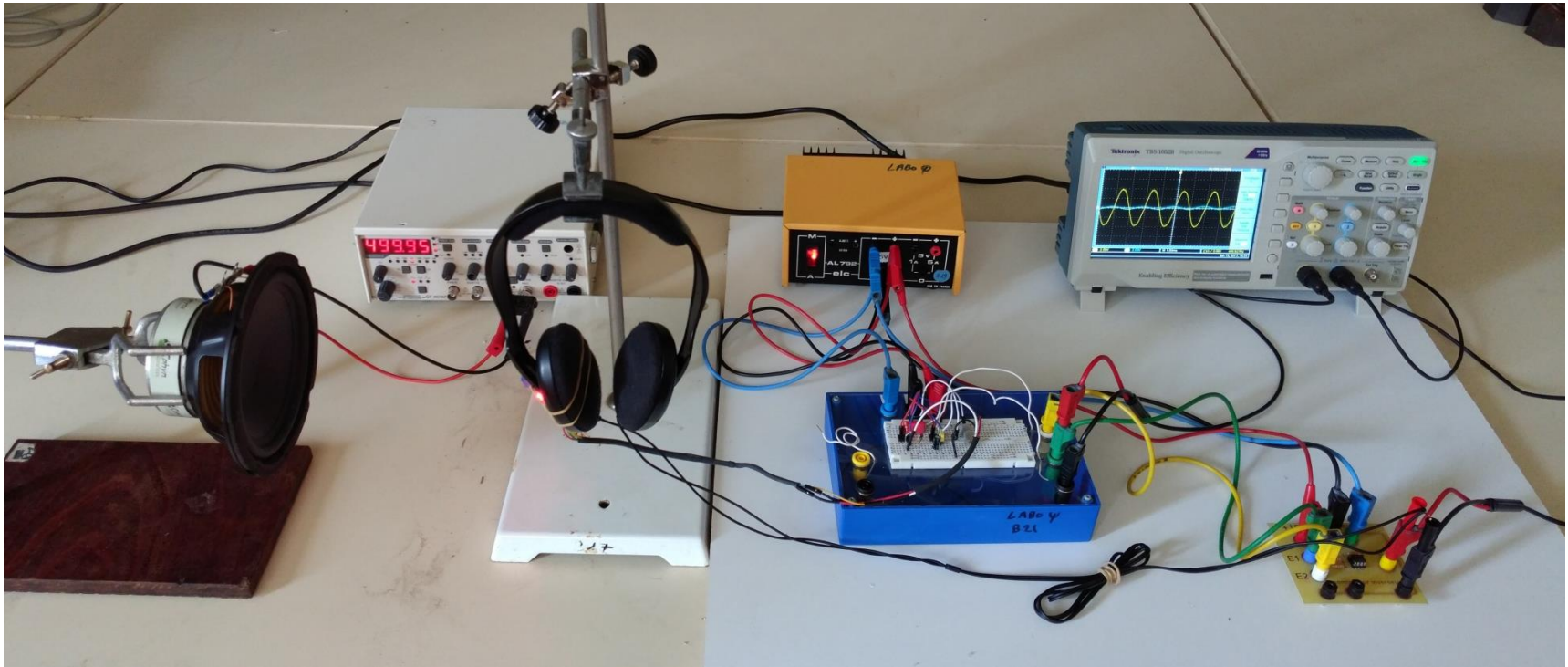
Choix des valeurs des composants :

Le gain pour l'entrée musique est unitaire donc  $R_7 = R_8$

On ajuste le gain du signal antibruit de tel sorte qu'il ait la même amplitude que le bruit quand il sort du haut-parleur en réglant la valeur de  $R_6$

$$V_s = \text{Musique} + \frac{R_6}{R_8} * \text{Antibruit}$$

## VI] – Tests de fonctionnement

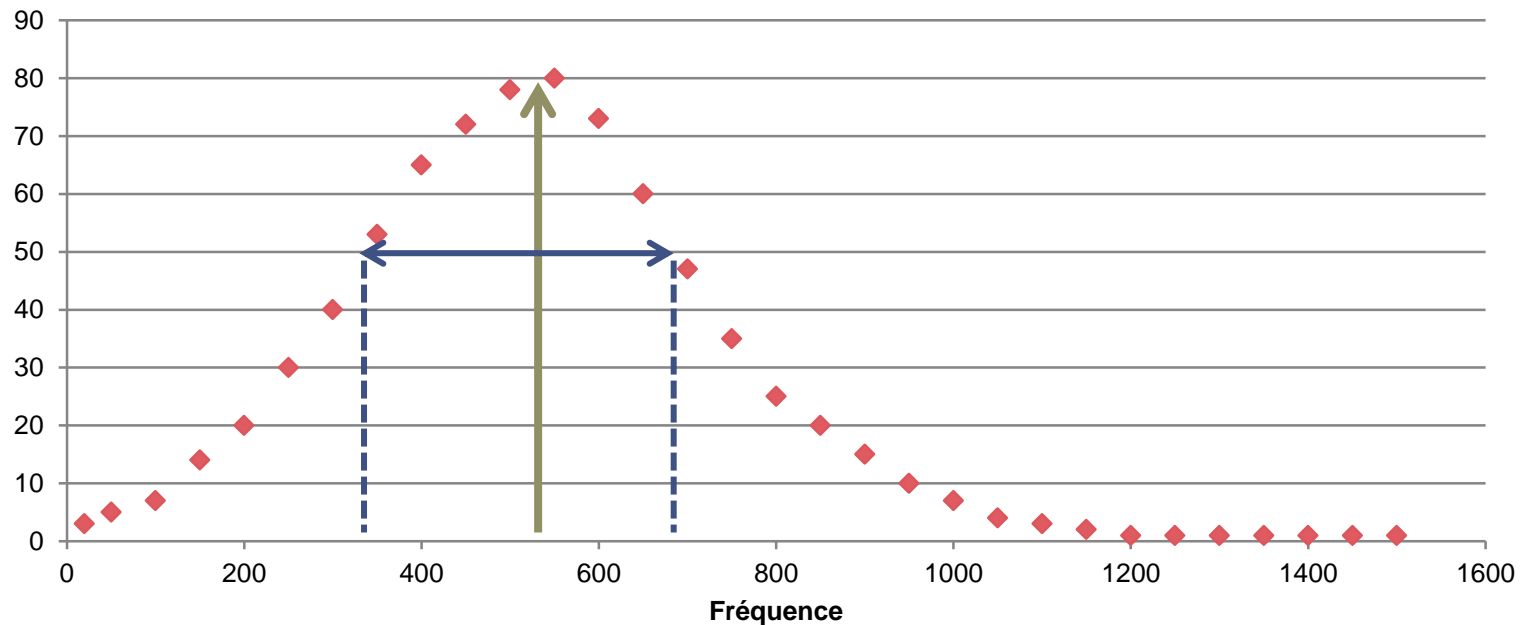


### Expérience :

Mesurer l'atténuation du bruit perçu dans le casque en mettant un micro à la place de l'oreille pour simuler l'ouïe de l'utilisateur.

**Expérience :**

Mesurer l'atténuation du bruit perçu dans le casque en mettant un micro à la place de l'oreille pour simuler l'ouïe de l'utilisateur.  
(On relève la tension crête-à-crête du signal capté)

**Atténuation en fonction de la fréquence**

- Atténuation max autour de  $f_{max} = 530 \text{ Hz} \Rightarrow$  atténuation max de -14 dB
- Atténuation >50% entre 360 et 680 Hz  $\Rightarrow$  atténuation de -6 dB

## VII] Conclusion et Possibilités d'améliorations

