Les prothèses auditives analogiques

Optimalité, contrainte, hasard, choix

Plan

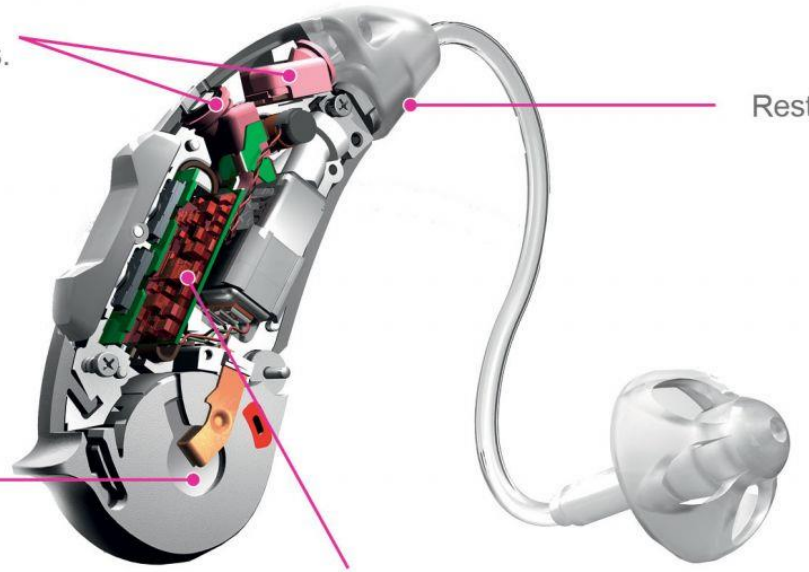
- Présentation des prothèses auditives analogiques

- Contrainte : l'effet Larsen
  - Les caractéristiques
  - Les facteurs influents

- Solution pour supprimer cette contrainte

- Conclusion

Présentation



Les microphones
Captent les vibrations sonores extérieures.

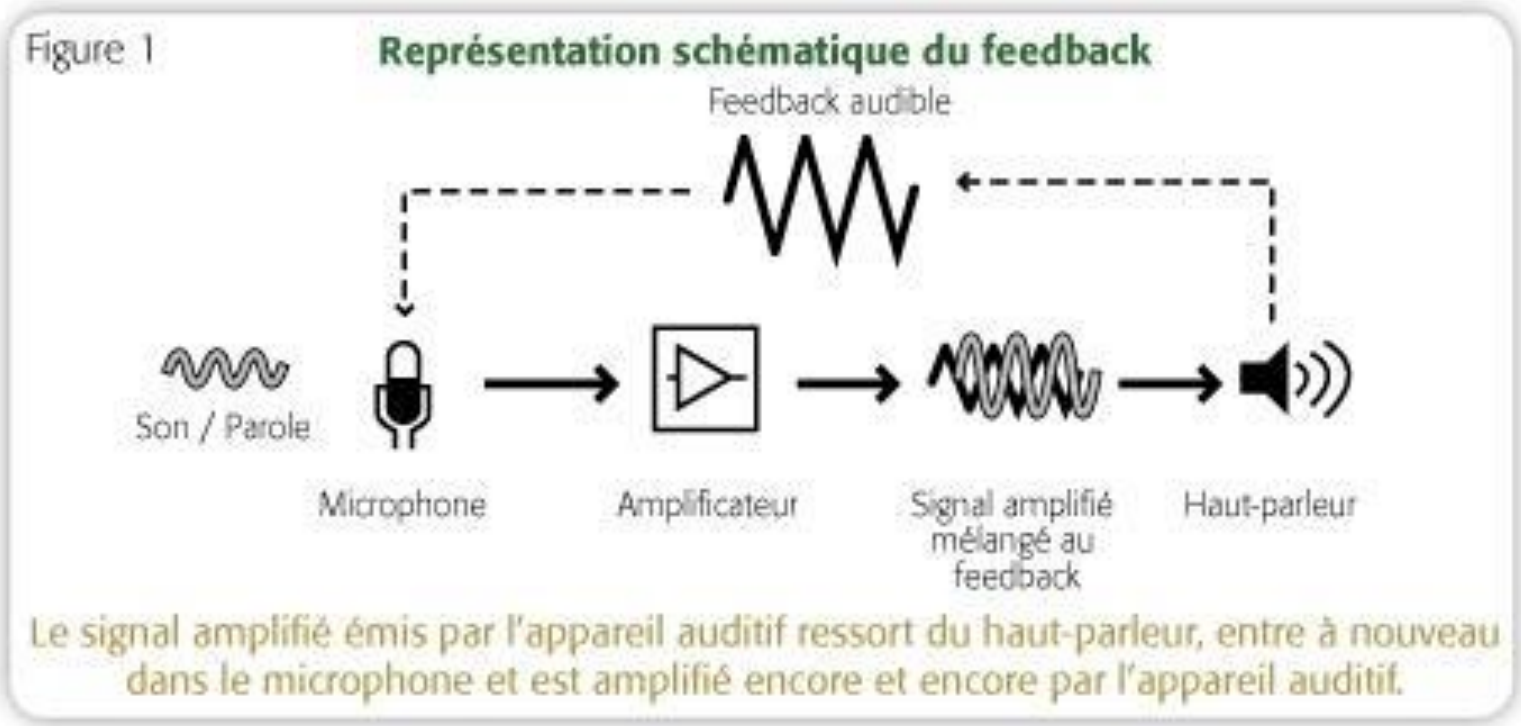
L'écouteur
Restitue le signal sonore dans le conduit auditif.

La pile
Permet de fournir l'énergie nécessaire à l'aide auditive.

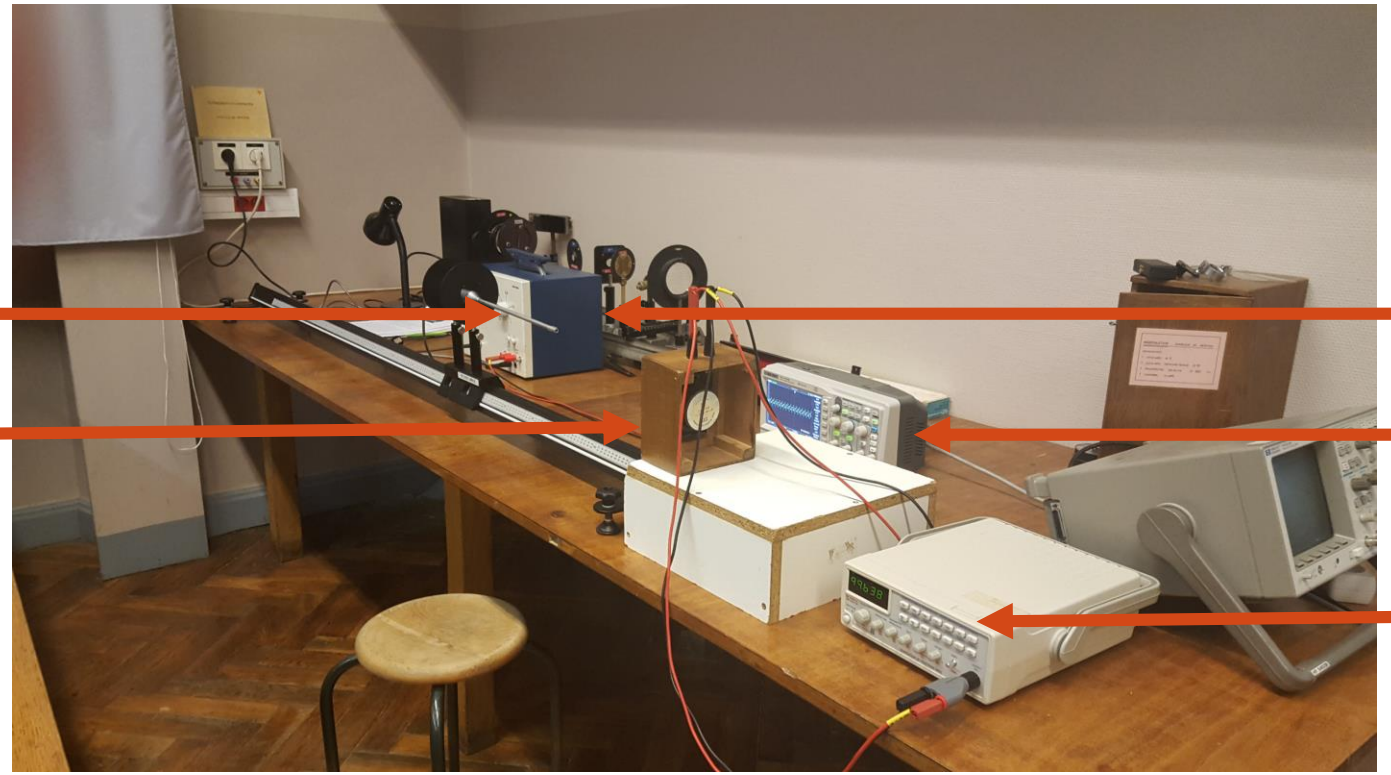
L'amplificateur
Analyse le signal acoustique et ajuste son amplification en fonction de l'environnement dans lequel vous vous trouvez.

Contrainte : effet Larsen

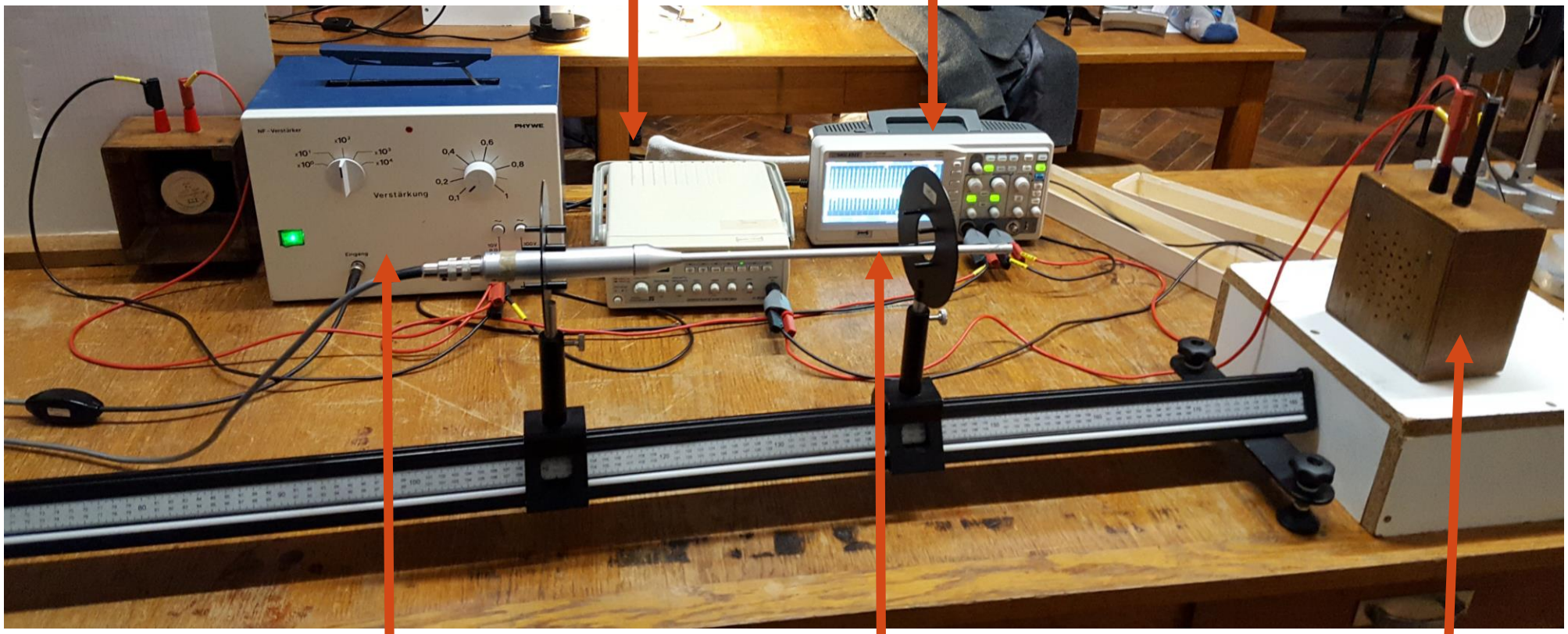
- Effet Larsen ?



Boucle ouverte



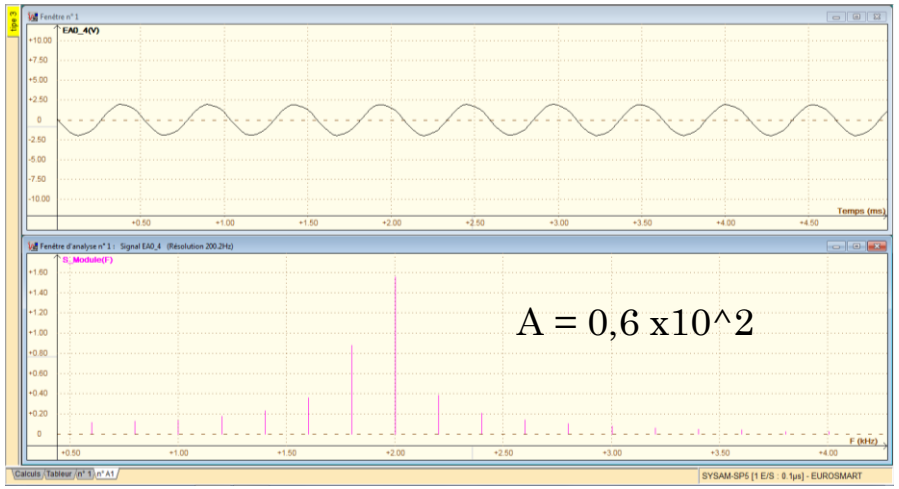
Boucle fermée



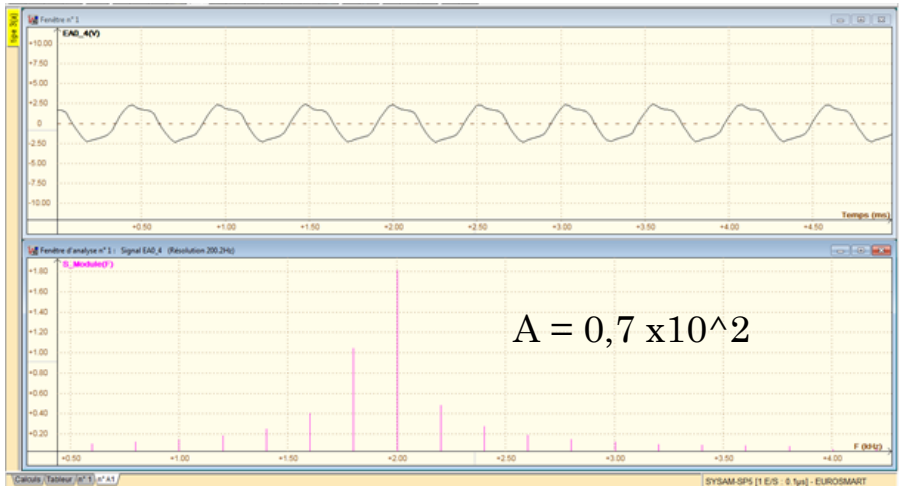
Contrainte : effet Larsen

- Effet Larsen - Analyse

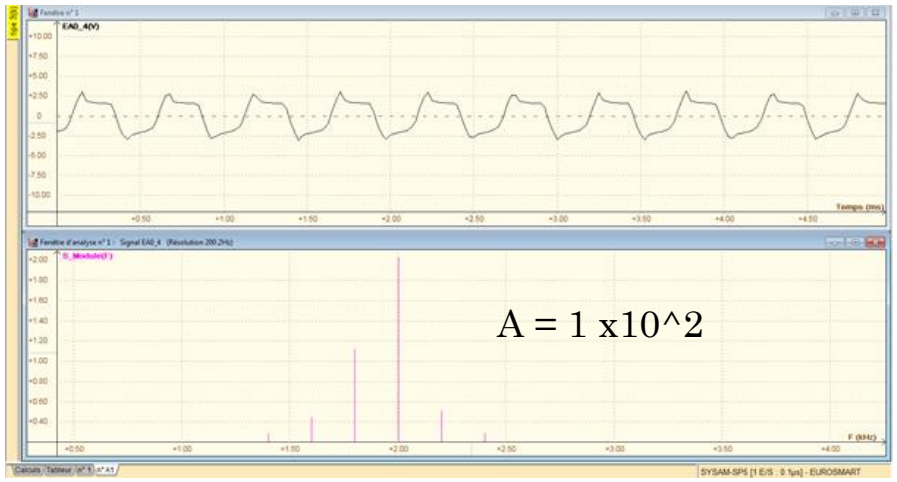
1



2



3

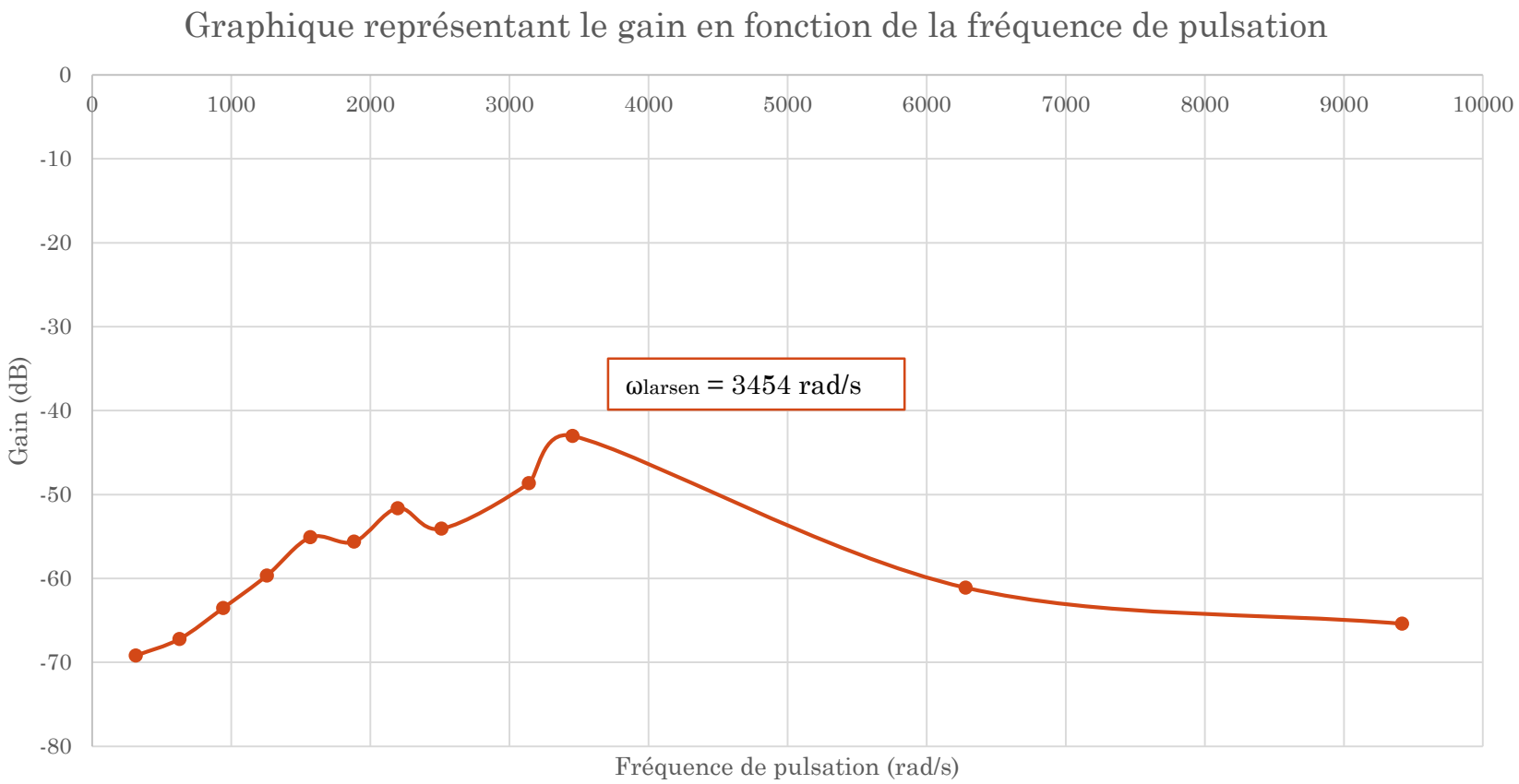


Amplification différente

Même distance : 30 cm

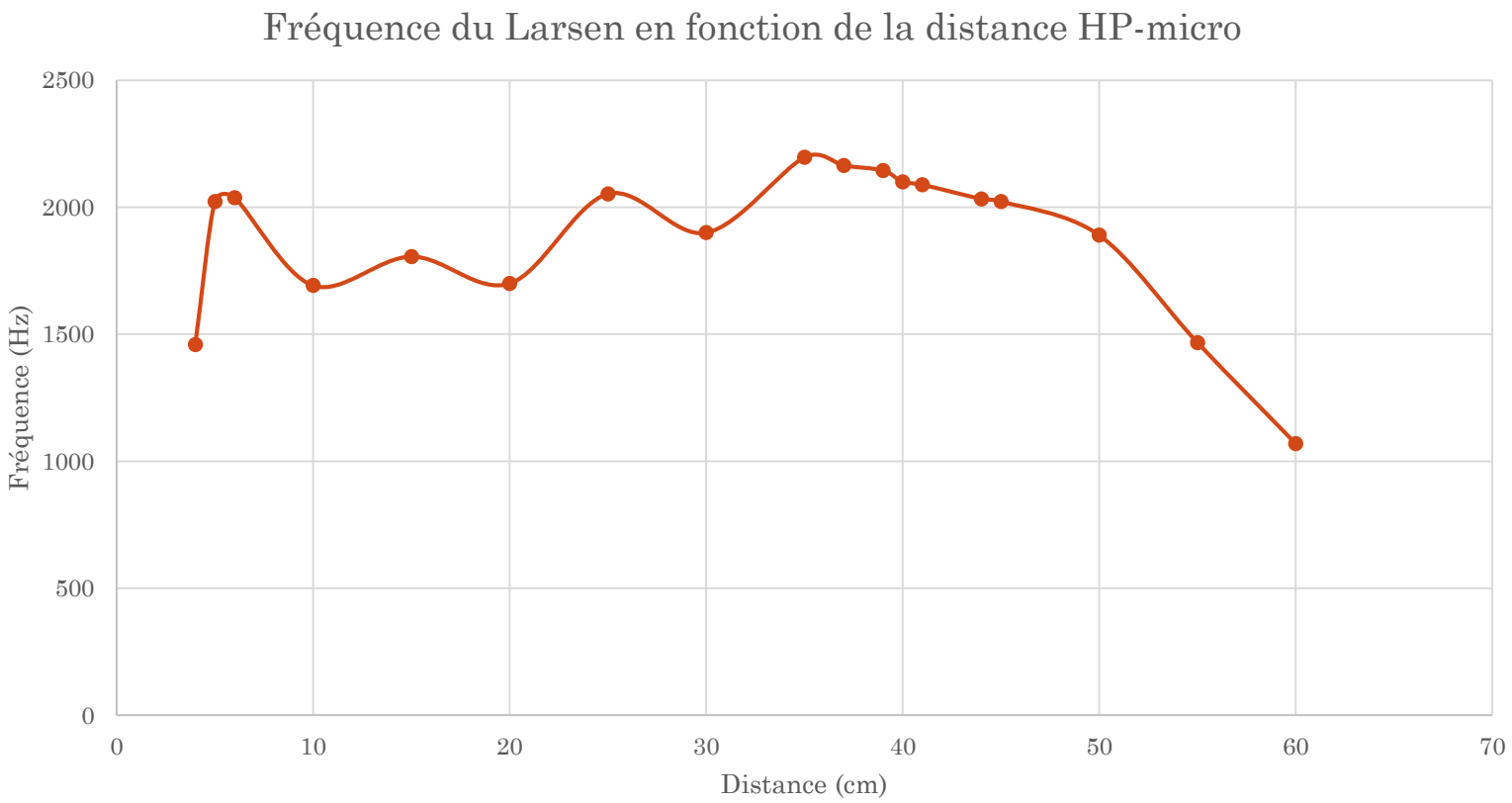
Même fréquence : 2 kHz

Contrainte : effet Larsen



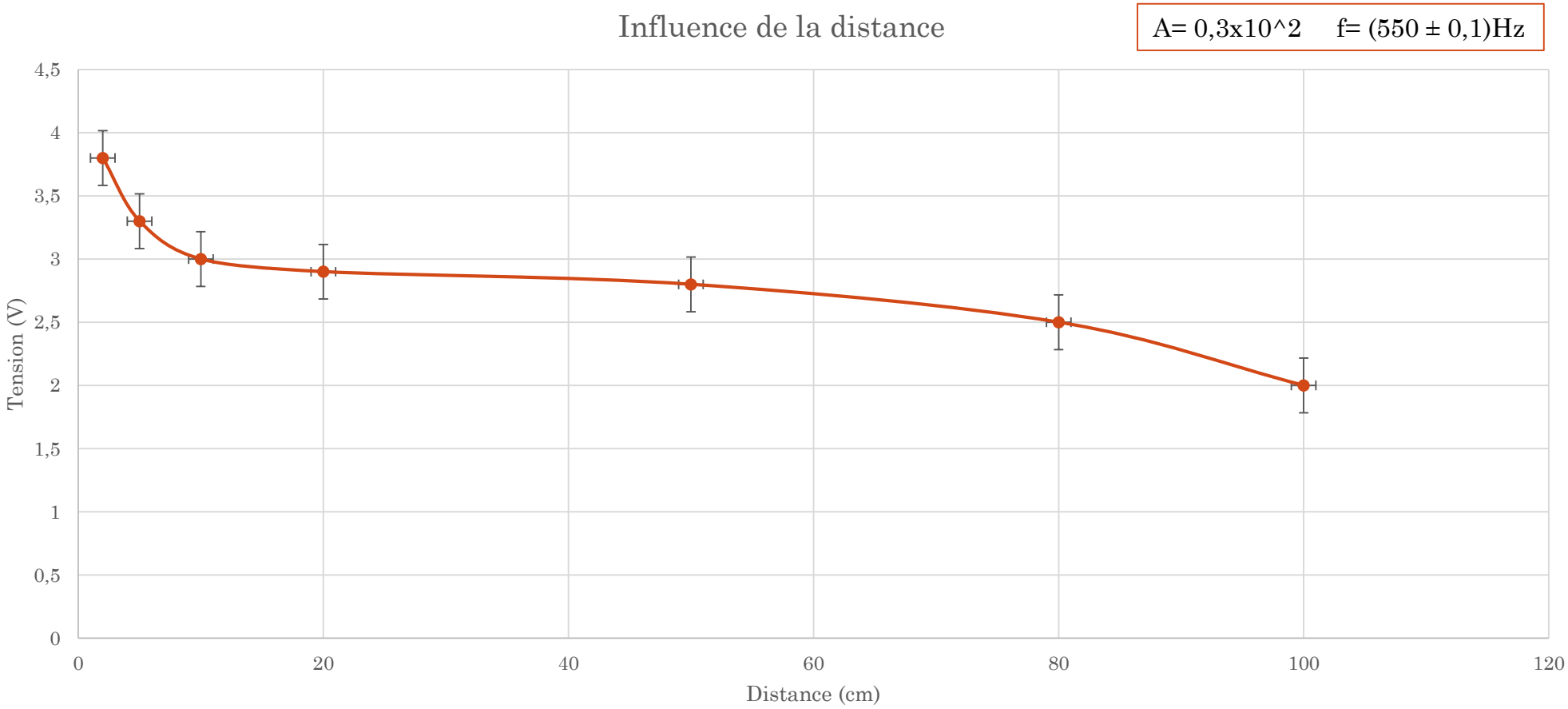
Contrainte : effet Larsen

- Effet Larsen - Analyse

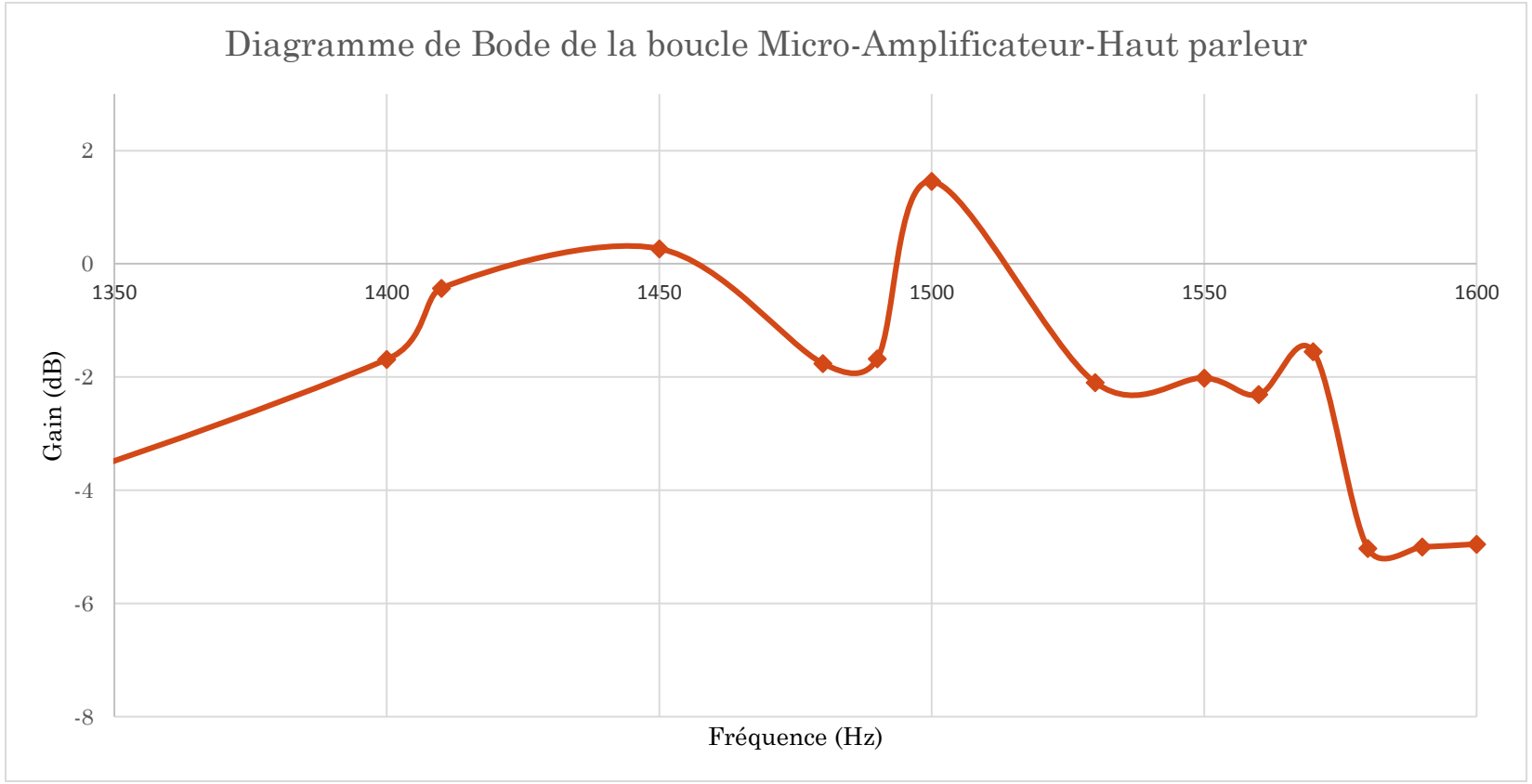


Contrainte : effet Larsen

- Facteur influent – la distance

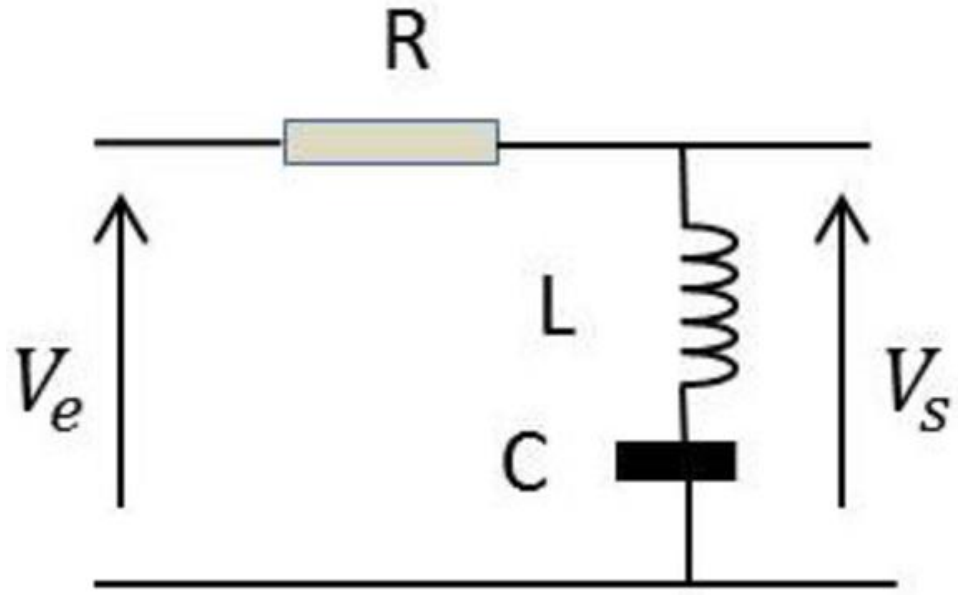


Contrainte : effet Larsen



Optimalité : anti-Larsen

- Filtre



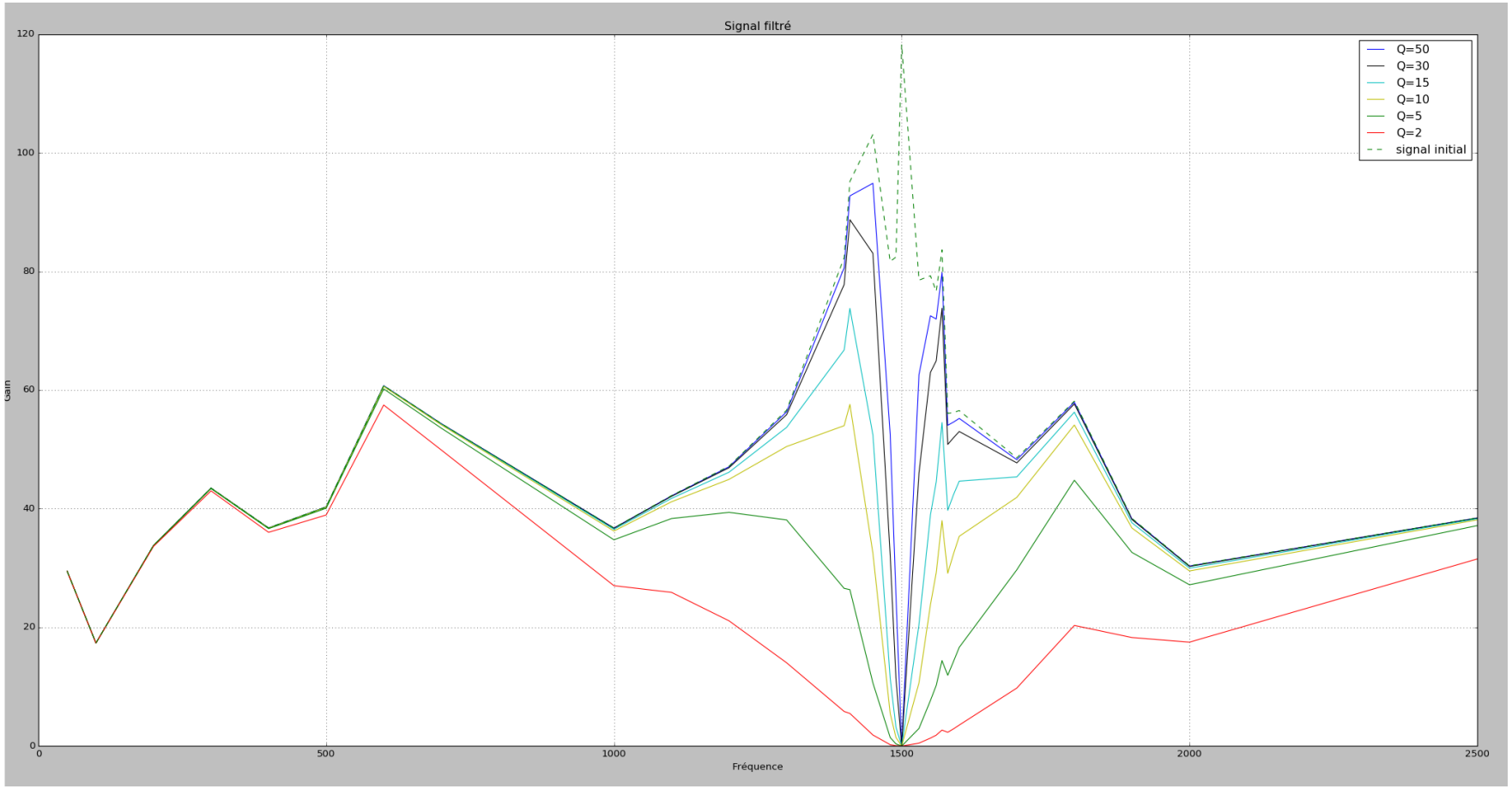
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{jL\omega + \frac{1}{jC\omega}}{R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega}} = \frac{1 - LC\omega^2}{1 - LC\omega^2 + jRC\omega}$$

Or :

$$RC\omega = \frac{\omega}{Q\omega_o} = \frac{x}{Q} \quad ; \quad LC\omega^2 = x^2$$

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1 - x^2}{1 - x^2 + j\frac{x}{Q}}$$

Effet du filtre



Optimalité : anti-Larsen

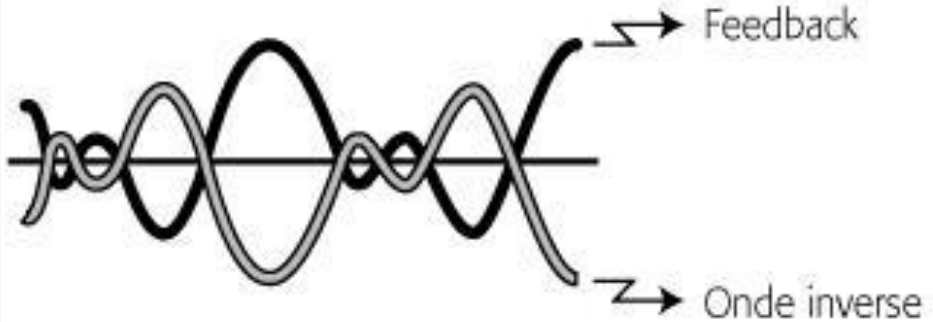
- Opposition de phase
- Algorithme

Opposition_phase

```
1   int PIN_ENTREE = 1;
2   int PIN_SORTIE = 2;
3 void setup() {
4   // put your setup code here, to run once:
5
6   pinMode(PIN_ENTREE ,INPUT);
7   pinMode(PIN_SORTIE ,OUTPUT);
8 }
9
10 void loop() {
11   // put your main code here, to run repeatedly:
12   int a = analogRead(PIN_ENTREE);
13   a/=4;
14   analogWrite(PIN_SORTIE,a);
15
16 }
```

Figure 2

Principe de l'inversion de phase



Le signal de Larsen (noir) et le signal généré en opposition de phase (gris) s'annulent mutuellement (ligne horizontale).

Conclusion

- La principale contrainte technique : l'effet Larsen
- Les filtres peuvent l'atténuer
- Les prothèses auditive numérique, une nouvelle génération de prothèse

Annexe

Diagnostiquer la déficience auditive

> **L'audiométrie tonale** mesure la capacité de l'oreille à détecter les sons selon les fréquences entre 125 et 8 000 Hz sur une plage de 8 à 9 fréquences.

> **L'audioscan** utilise un balayage plus fin. Ces tests permettent d'obtenir un audiogramme indiquant la perte d'audition en fonction des fréquences par comparaison avec des audiogrammes de référence en fonction de l'âge et du sexe. (Cet appareil n'est plus fabriqué actuellement mais il est encore largement utilisé.)

> **L'impédancemétrie** évalue la résistance du tympan et de la chaîne des osselets.

Les antécédents du patient et de sa famille participent à l'établissement du diagnostic.

Les degrés de malentendance

> Audition normale : perte inférieure à 20 dB.

> Déficience auditive légère : perte entre **20** et **40 dB** (difficulté à comprendre la parole chuchotée, à percevoir les sons aigus).

> Déficience auditive moyenne : perte entre **40** et **70 dB** (la parole est perçue avec une voix forte, difficulté à tenir une conversation de groupe, à écouter la télévision).

> Déficience auditive sévère : perte entre **70** à **90 dB** (handicap important, la parole est entendue à l'oreille, seuls les bruits forts sont encore perçus).

> Déficience auditive profonde : perte au-delà de **90 dB** (la parole n'est plus perçue, seuls les bruits très puissants sont perçus).

> À **120 dB**, la surdité est totale.
(Bureau International d'Audio Phonologie)

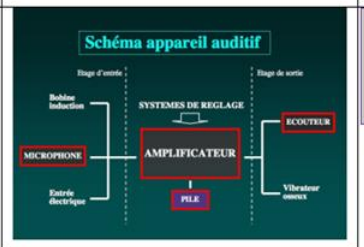
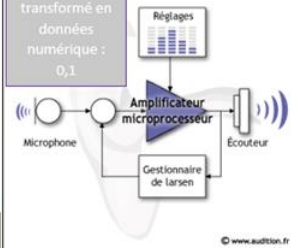
CHIFFRES CLÉS //////////

> **5** millions de Français souffrent de problèmes d'audition dont **2** millions ont moins de 55 ans. (AFSSET, 2004)

> **2,5** millions de personnes en France souffrent régulièrement d'acouphènes et près de **4** millions en ont ressenti un jour ou l'autre. (JNA, 2008)

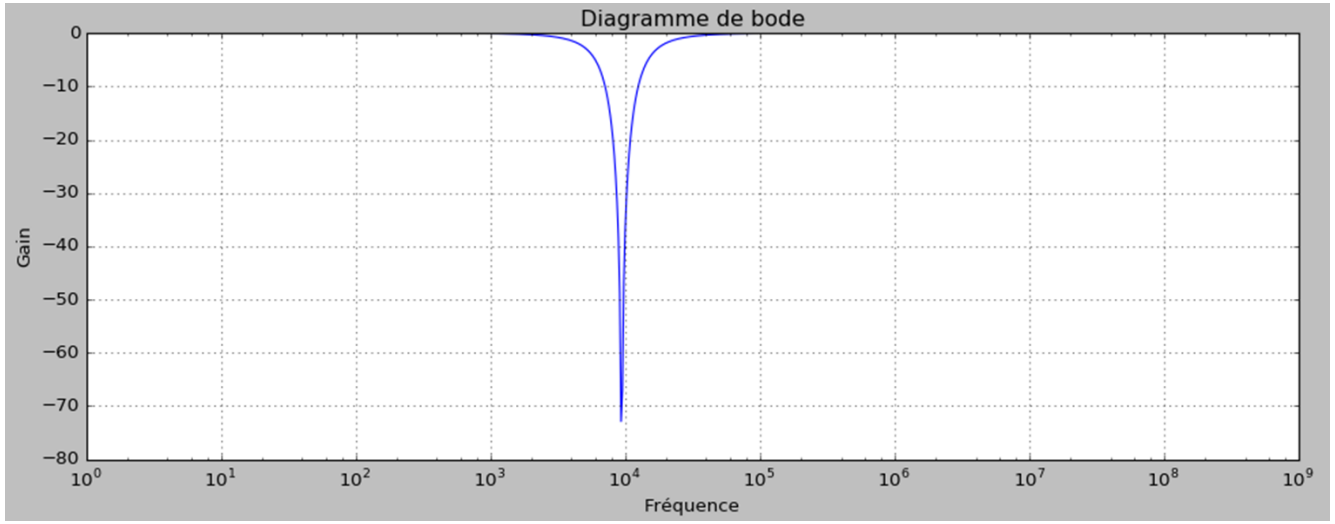
> **20 à 30 %** seulement des malentendants sont appareillés. (JNA, 2008)

> **24,5** milliards d'euros par an, c'est le coût induit estimé du non-traitement de la déficience auditive en France. (Shield, 2006)

	Prothèse analogique	Prothèse numérique
Avantages	Surdité importante : signal plus fort, s'arrête d'amplifier un son assez fort, amplifie son doux et éloignés	• Meilleur confort • Restitution du son • Limiter les différentes nuisances (larsen, réduction bruit ambiant/impulsionnel/du vent) • Reproduire comportement naturel de l'oreille (directivité)
Inconvénients		Son moins naturel (pour ceux appareillé depuis 10,20,30 ans)
Cas	1er appareil, mais minoritaire	Tous, de plus en plus utilisé et produit par les fabricants (fin années 90)
Schéma	 Analogique= son traité comme un tout et reproduit comme tel	Son capté transformé en données numérique : 0,1 
Fonctionnement		**Micro-processeur :** faire le tri des différentes fréquences sonores, régler l'amplification via des canaux de réglages, conversion et traitement numérique du signal

Annexe

```
import numpy as np
import csv
from math import *
from matplotlib.pyplot import *
from pylab import *
plt.close('all')
fichier = open('c:\\users\\priscillia\\Documents\\TIPE\\Courbes resultats.csv')
contenu = csv.reader(fichier,delimiter=';')

#Q=1/(R*C*w0)

freq =[]
gain=[]
entree=[]
sortie=[]

for ligne in contenu:
    freq.append(float(ligne[0]))
    sortie.append(float(ligne[1]))
    entree.append(float(ligne[2].replace(",",".")))

gain = np.array(gain)
freq=np.array(freq)
entree=np.array(entree)
sortie=np.array(sortie)

e = np.array([1 for f in freq])
print(e)

def CoupeBande(f0,Q,e,freq):
    '''
    f0 : frequence du coupe bande
    Q : facteur de qualité
    e : tableau d'amplitude pour f = freq
    freq : frequence
    retour : liste H * e
    '''
    w=2*pi*freq
    w0=2*pi*f0
    x=w/w0
    H=((1-x**2)/(1-x**2+(x*1j)/Q))
    M=H*e
    return(M)

M=CoupeBande(1500,50,e,freq)
M1=CoupeBande(1500,30,e,freq)
M2=CoupeBande(1500,15,e,freq)
M3=CoupeBande(1500,10,e,freq)
M4=CoupeBande(1500,5,e,freq)
M5=CoupeBande(1500,2,e,freq)

H = (sortie/entree)
#print(s_1)


plt.title("Signal filtré")
plt.plot(freq,M*H,label="Q=50")
plt.plot(freq,M1*H,'k',label="Q=30")
plt.plot(freq,M2*H,'c',label="Q=15")
plt.plot(freq,M3*H,'y',label="Q=10")
plt.plot(freq,M4*H,'g',label="Q=5")
plt.plot(freq,M5*H,'r',label="Q=2")
plt.plot(freq,H,'--',label="signal initial")
plt.xlabel("Fréquence")
plt.ylabel("Gain")
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.show()
```



Bibliographie

- http://www.odpf.org/images/archives_docs/15eme/memoires/gr-20/memoire.pdf, Lycée Bellevue : Olympiade de Physique 2007-2008
- http://lobe.ca/audition-langage-et-parole/jai-une-perte-auditive-audition-langage-et-parole/le-fonctionnement-des-appareils-auditifs/comprendre-le-fonctionnement-des-systemes-de-suppression-de-leffet-larsen-retroaction-acoustique/, Les anti-Larsen
- http://www.marcbouletaudition.com/article-siemens-devoile-le-plus-petit-appareil-auditif-intra-auriculaire-au-monde-99503941.html, Marc BOULET : L'anti-Larsen dans une prothèse numérique Siemens
- http://www.oreillemudry.ch/structure-d%E2%80%99un-appareil-auditif/ La composition et les différents types de prothèses auditives
- http://www.sonalto.fr/fr/lhistoire-du-sonotone-et-de-lappareil-auditif, Historique de l'appareil auditif
- http://hdehaan.free.fr/electricite/e_5/e_5_2/e_5_2_cons.htm, Le filtre coupe-bande
- http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/fr/, OMS : Chiffres sur la surdité et la déficience auditive,
- http://www.bruit.fr/images/stories/pdf/guide-bruit-sante-cidb-2013.pdf, Centre d'Information et de Documentation sur le Bruit
- http://www.topsante.com/medecine/troubles-orl/perte-d-audition/vivre-avec/infographie-les-chiffres-clefs-de-la-deficience-auditive-246017, Hélène Bour : chiffres clefs de la déficience auditive
- http://www.laboratoires-unisson.com/page/differences-entre-appareil-auditif-analogique-et-prothese-numerique.html,
- Centre Auditif Amplifon Dijon Eluecque
- Audition Mutualiste Dijon
- Entendre Bruant Centre d'Audition Adhérent Dijon