



**Asservissement  
d'un caisson de basse**

# Asservissement d'un caisson de basse

## Introduction

Fonction d'un caisson de basse : retranscrire un signal électrique en un signal acoustique.

But : optimisation d'un caisson de basse grâce à un asservissement.

## I) Présentation du caisson de basse

- a) Fonctionnement d'un caisson de basse
- b) Défauts linéaires
- c) Défauts non linéaires

## II) Conception de mon asservissement

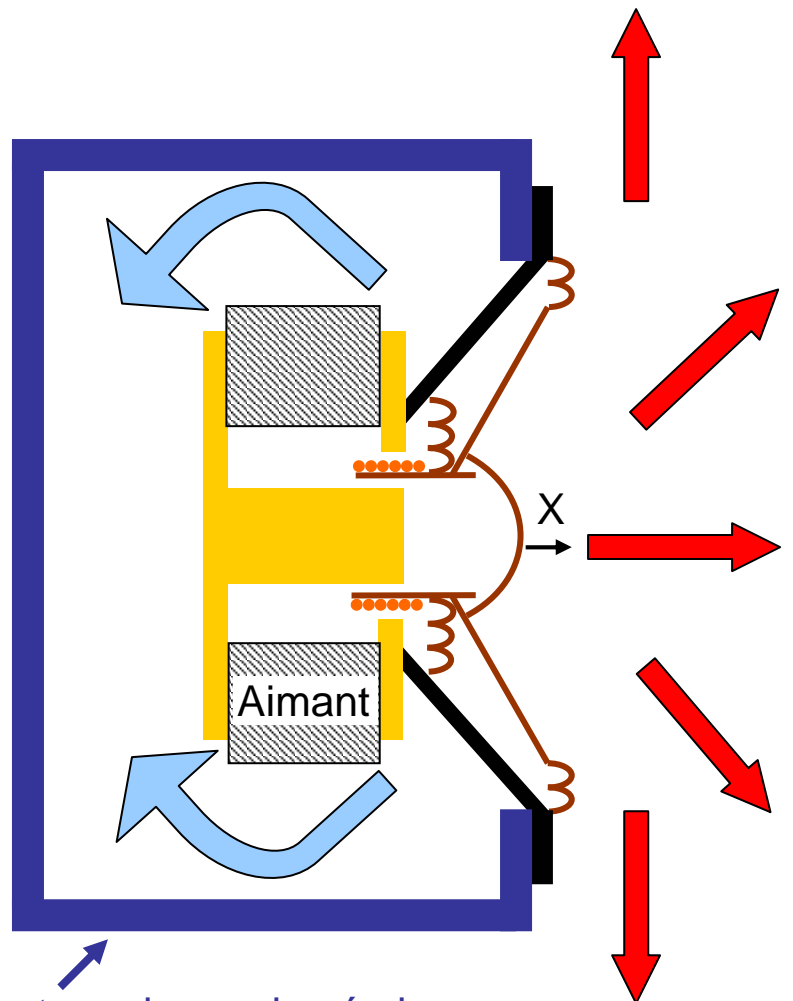
- a) Cahier des charges
- b) Comment le respecter ?

## III) Mise en pratique et résultats

- a) Montage
- b) Les résultats

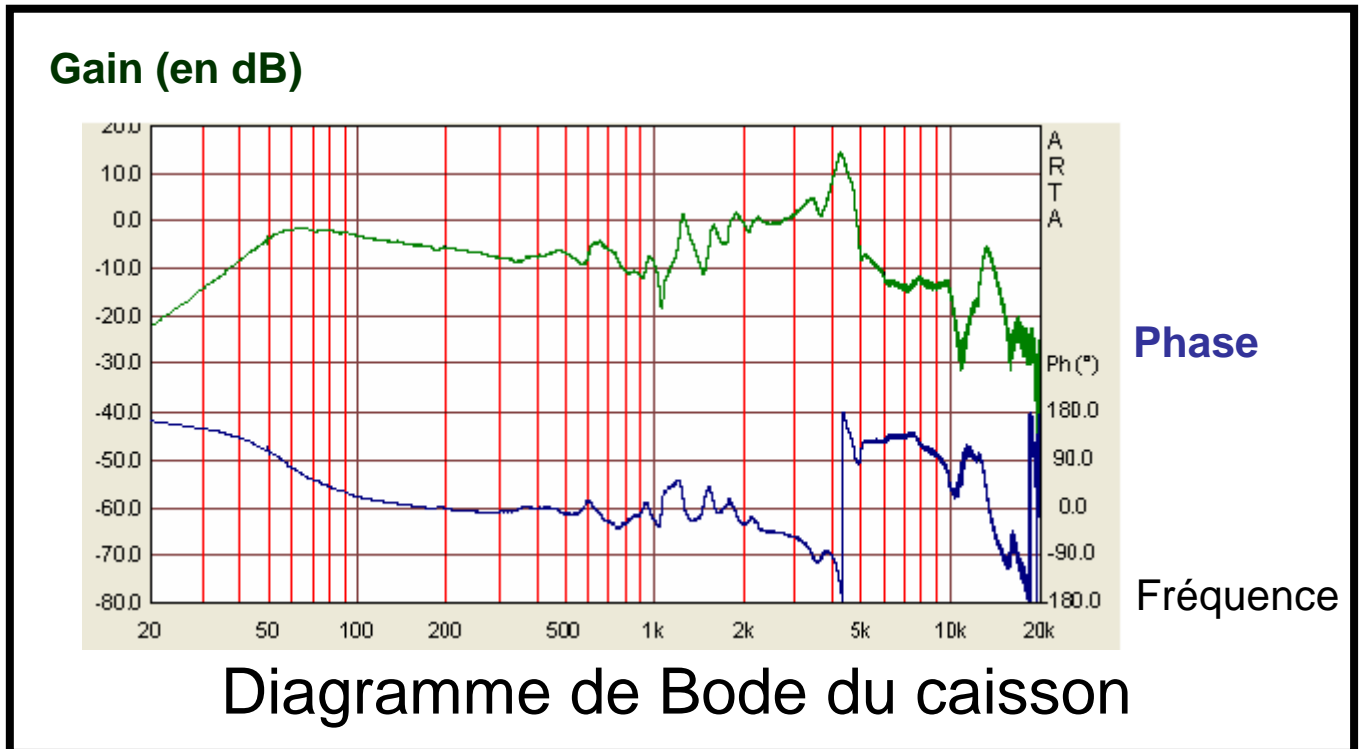
I) Présentation du caisson de basse  
a) Fonctionnement d'un caisson de basse

Le but sera de rendre l'accélération de la membrane proportionnelle à la tension du signal d'entrée.



Caisse empêchant que les ondes émises par l'arrière de la membrane annulent celles émises par le devant, qui leurs sont directement opposées.

## I)b) Défauts linéaires

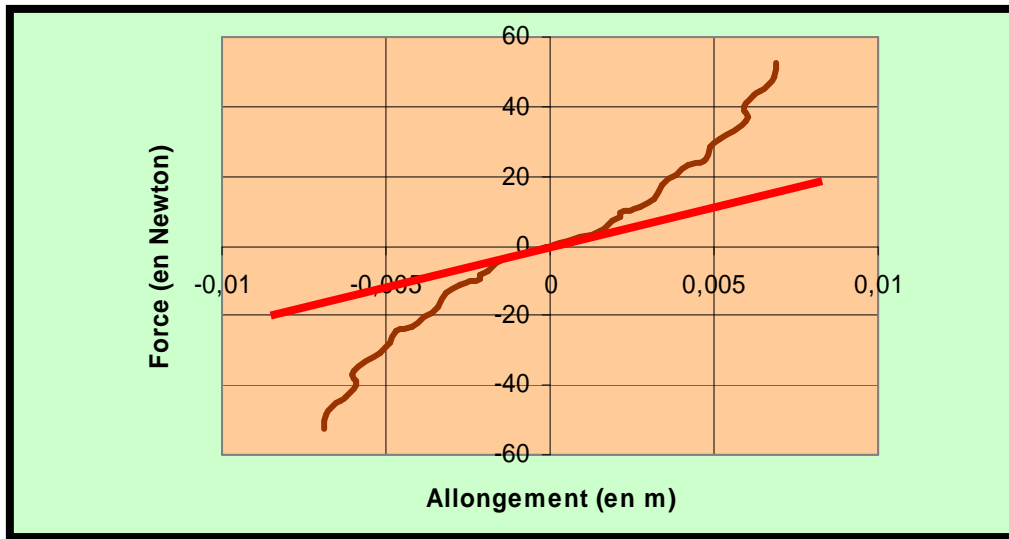


Défauts :

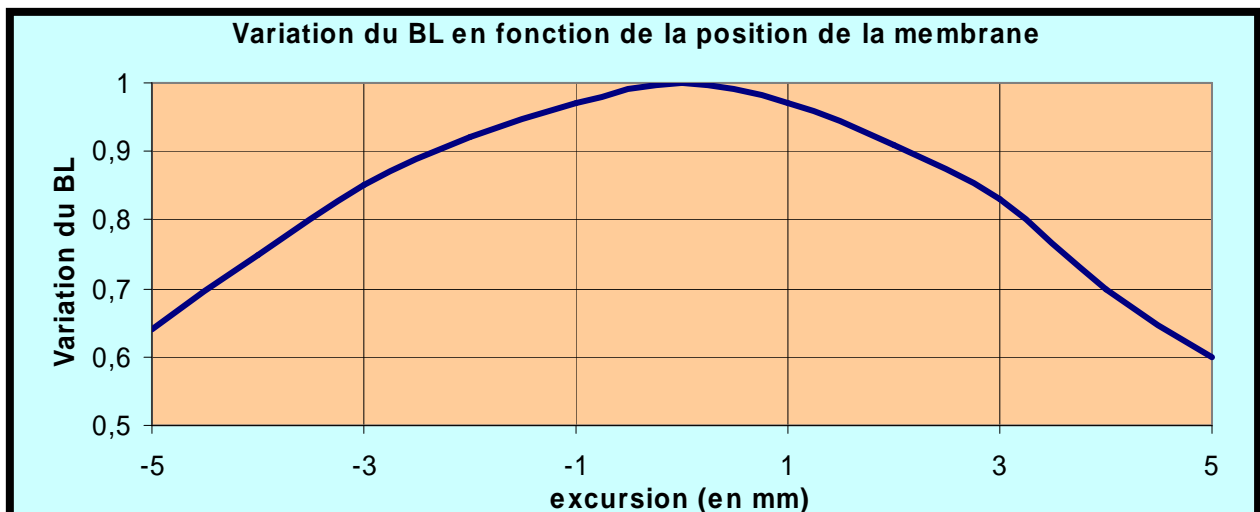
- La courbe de gain n'est pas constante
- La courbe de phase est éloignée de zéro

## I)c) Les défauts non linéaires

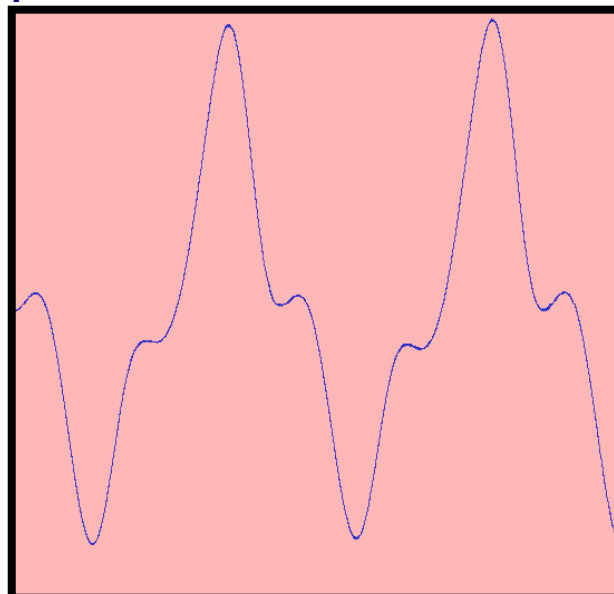
### 1) La non linéarité de la force élastique



### 2) La non linéarité du BL



### 3) Conséquence : Création d'harmoniques



## II) Conception de mon asservissement

### a) Cahier des charges

1) Avoir un système stable

2) Suppression des harmoniques

3) Minimiser l'erreur de phase

4) Avoir un gain le plus constant possible

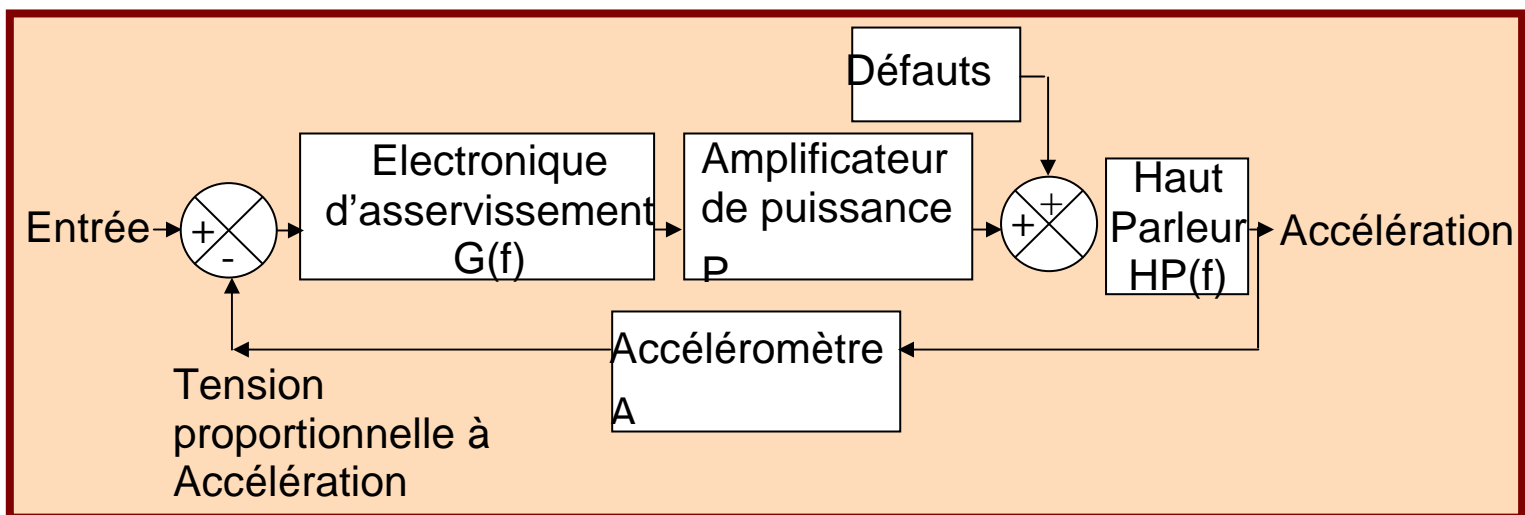
} Entre 20 et  
80 hertz

## II)b) Comment le respecter ?

### 1) Avoir un montage stable

La phase doit être comprise entre  $-180^\circ$  et  $180^\circ$  si le gain est supérieur à 1 (0 dB) (en boucle ouverte).

### 2) Optimisation par un gain élevé



*Accélération =*

$$\frac{G(f) \cdot HP(f) \cdot P}{1 + G(f) \cdot HP(f) \cdot P \cdot A} \cdot \text{Entrée}$$

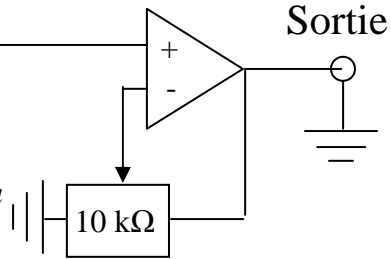
$$+ \frac{HP(f)}{1 + G(f) \cdot HP(f) \cdot P \cdot A} \cdot \text{Défauts}$$

*Note :*

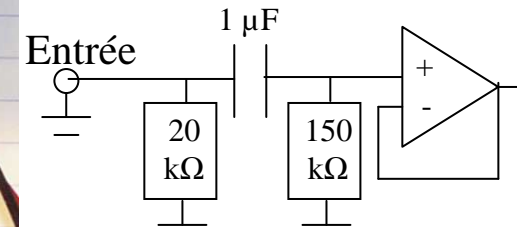
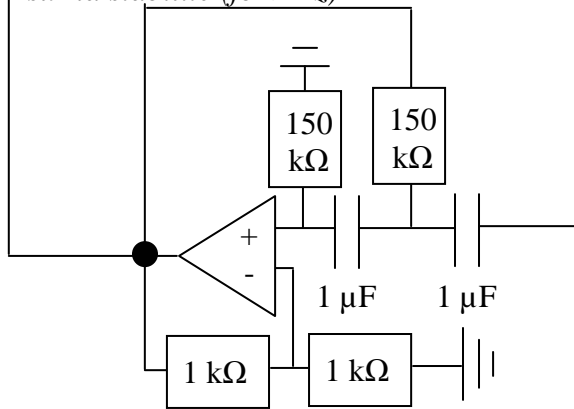
*On constate que si on maximise G(f), alors à la fréquence f correspondante, on aura l'accélération qui va tendre vers 1/A\*entrée, donc bien quelque chose de proportionnel, indépendant de l'entrée.*

# III)a) Montage

Note : gain proportionnel variable, pour aller à la limite de la stabilité, donc maximiser le gain au mieux.

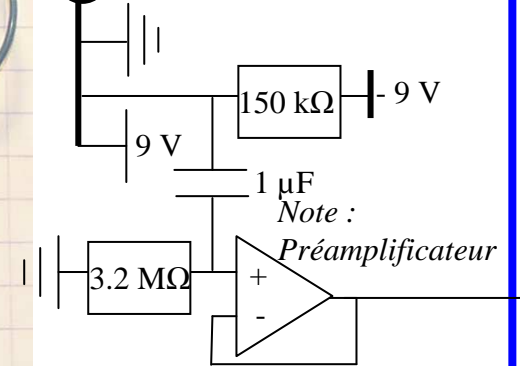


Note : Coupe le continu sans influencer sur la stabilité ( $f_c < 1\text{Hz}$ )



Note : Filtre l'entrée pour en supprimer la composante continue

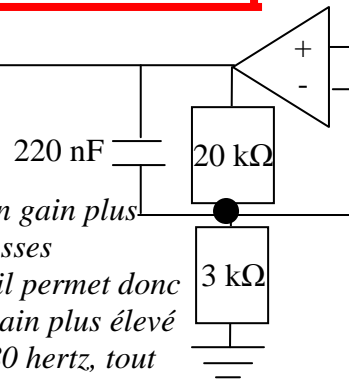
Accéléromètre (3 fils)



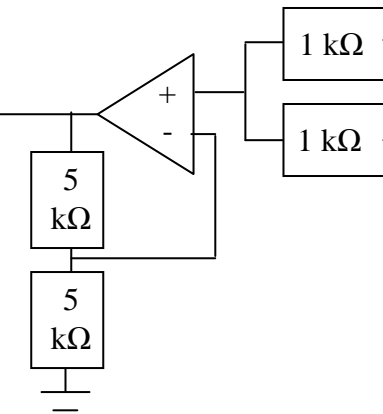
Note :  
Préamplificateur



Note :  
Ce filtre à un gain plus élevé aux basses fréquences, il permet donc d'avoir un gain plus élevé entre 20 et 80 hertz, tout en restant à un gain inférieur à 1 en hautes fréquences (sorti de  $[-180^\circ; 180^\circ]$ )

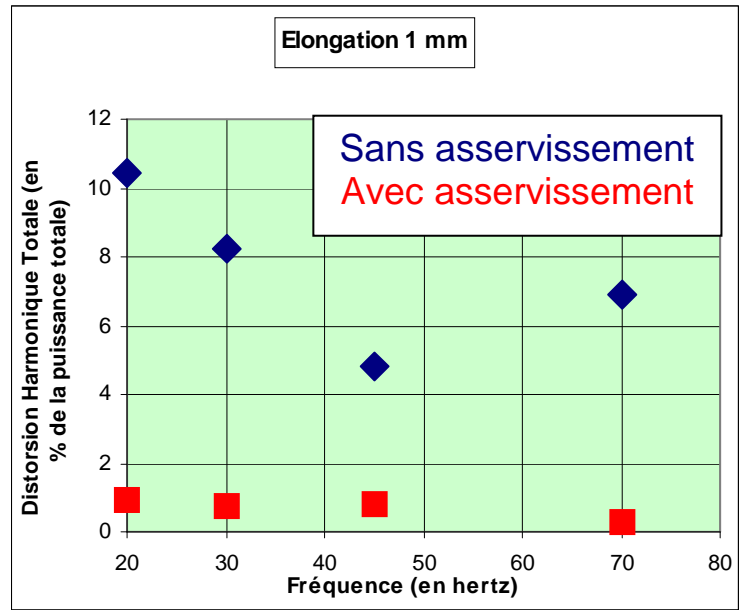
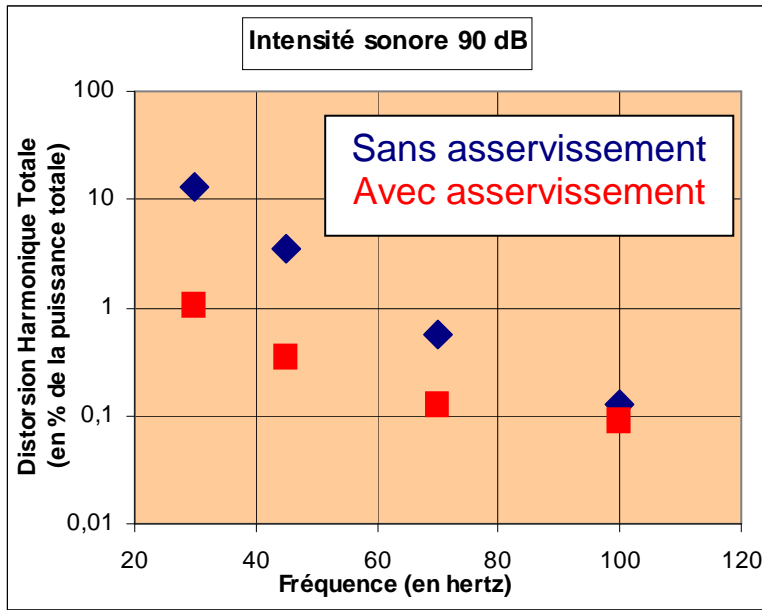


Note :  
On somme le retour à l'entrée (le signe moins sur la boucle de retour étant effectué par l'accéléromètre qui capte l'opposé de l'accélération)



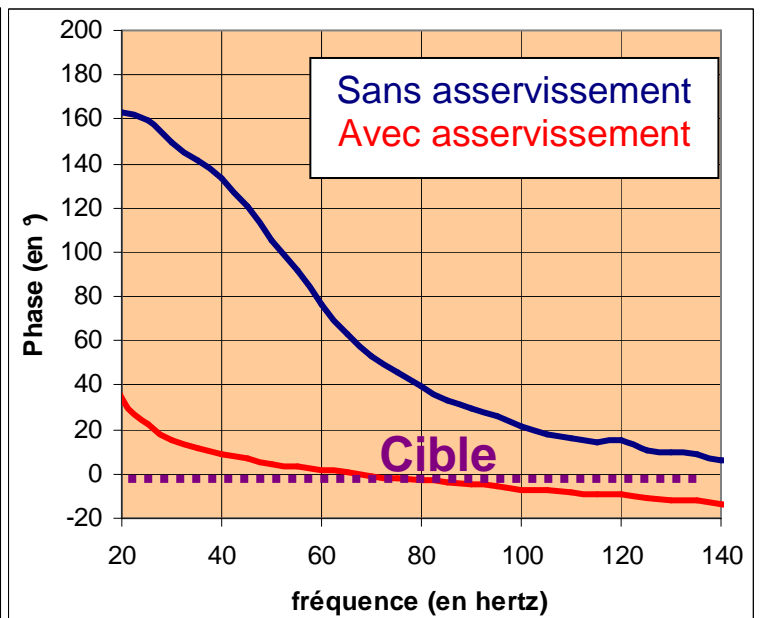
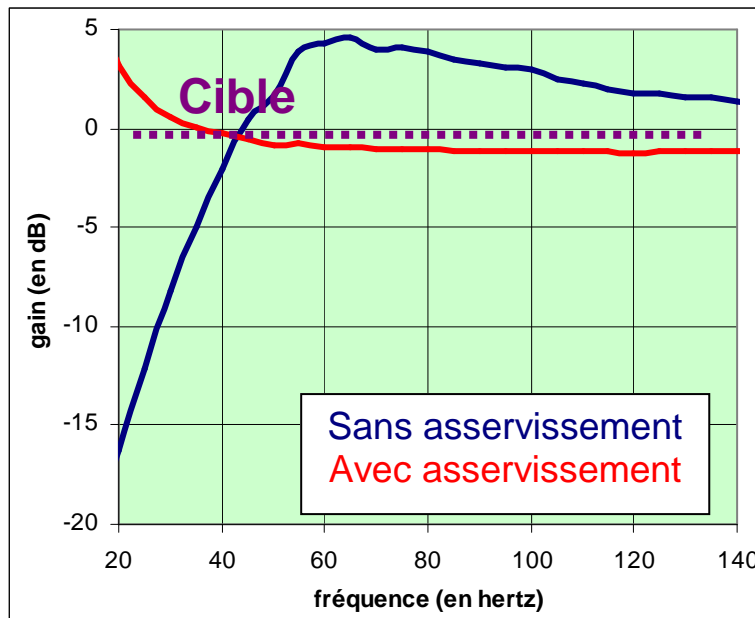
### III)b) Les résultats

#### 1) Les distorsions



La réduction, en moyenne quadratique, est de **12** pour une intensité sonore de 90 dB, et de **11** pour une élévation de 1 mm.

#### 2) Erreurs de gain et de phase



La réduction, en moyenne quadratique, entre 20 et 80 Hz est de **8** pour le gain, et de **10** pour la phase.

# Conclusion

## Les défauts du système

Les défauts de la pièce, qui non pas du tout été corrigés.

Les déformations de la membrane.

L'accélération de la membrane n'est pas exactement proportionnelle à la pression acoustique rayonnée.

⇒ Défauts mineurs : Le capteur n'est pas parfait, un faible bourdonnement parasite est généré par l'électronique.

## Les succès du système

Coût total : 150 à 200 € dont 50 € pour l'asservissement.

Distorsion de phase : réduite par 10

Distorsion d'amplitude : réduite par 8

Réduction des distorsions harmoniques : réduites par 11

## Remerciements

Jean-Claude Bodot, un ingénieur du son

Les membres du forum cin&son

# Fabrication du caisson



Découpage à la scie circulaire



Les différentes pièces du caisson



Le caisson une fois assemblé



Lissage de la surface  
(le caisson est posé à l'envers)



Le caisson fini, avec le haut-parleur

Accéléromètre

