

## Origine et correction du creux vers 1900Hz observable sur la courbe de réponse de la chambre TAD TD2001 sur divers pavillons.

Jean-Michel Le Cléac'h, Janvier 2006

### Comparaison de la courbe de réponse et de la courbe d'impédance.

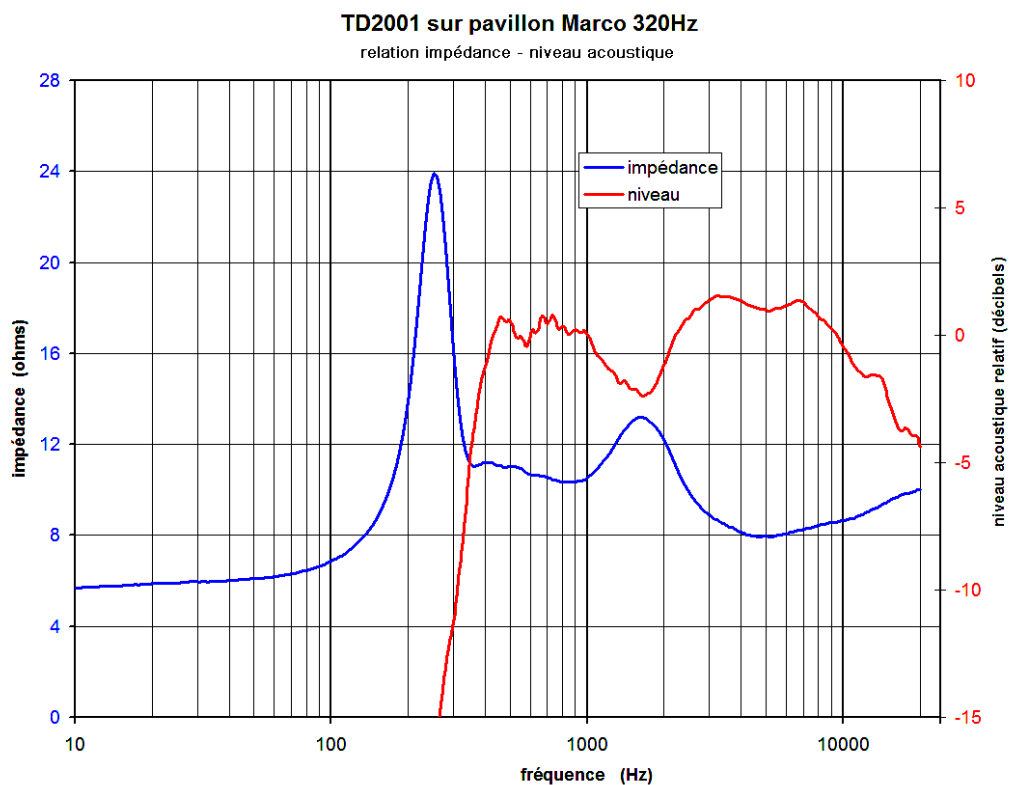
Le matériel utilisé est la chambre de compression TAD TD2001 sur un pavillon Marco Henry de fréquence de coupure 320Hz ainsi qu'un amplificateur à très faible impédance de sortie Bryston PP120.

Les mesures ont été effectuées par la méthode de la réponse impulsionnelle à partir de la méthode du logsweep + convolution.

Les données de base, déjà connues sont:

- la fréquence de résonance de la chambre TAD TD2001 montée sur le pavillon Marco 320Hz est de 250 Hz;
- la coupure acoustique du pavillon est d'environ 350Hz et on sait d'autre part que sa réactance acoustique décroît rapidement au dessus de 400Hz jusqu'à devenir négligeable vers 800Hz;
- la réponse en puissance de la chambre de compression décroît à partir d'environ 4000Hz.

Le premier graphique permet de comparer la courbe de réponse à la courbe d'impédance de la chambre TD2001.



On remarque que dans l'intervalle de fréquence allant de 400Hz à 4000Hz, toute variation d'impédance a son équivalent inversé tête-bêche sur la courbe de réponse.

Ainsi:

- le plateau entre 400Hz et 1000Hz se retrouve sur les deux courbes;
- le creux vers 1700Hz sur la courbe de réponse correspond à un pic de même forme et largeur sur la courbe d'impédance;
- le plateau entre 2500 et 8000Hz se retrouve sur les deux courbes.

L'amplificateur utilisé pour ces mesures (Bryston PP120) possède une très faible impédance de sortie.

On peut donc faire l'hypothèse que la tension aux bornes de la bobine de la chambre est constante quelque soit l'impédance du haut-parleur. Dans ce cas, le courant répond à la loi d'Ohm:

$$I = U / R$$

et U étant constant le courant évolue de manière inverse à R (l'impédance du haut-parleur à une fréquence donnée).

Donc on peut interpréter les variations de niveau observés sur la courbe de réponse comme étant dues à des variations de courant.

En conclusion:

- ces mesures sont une vérification du fait, souvent oublié, que dans l'intervalle de fréquence où sa charge est essentiellement résistive c'est le courant dans la bobine qui contrôle la réponse du haut-parleur (pas la tension);
- le creux à 1700Hz observable sur la courbe de réponse est dû à un pic d'impédance qui culmine à 13 ohms à la fréquence de 1700Hz.
- le pavillon n'est pas en cause (sauf si l'amplitude du creux dépasse 4 décibels, auquel cas, vérifier l'alignement et le raccord pavillon-chambre de compression)

On peut faire l'hypothèse que si le courant à travers la bobine était plus constant dans l'intervalle 400Hz-4000Hz ou que si l'impédance était plus constante alors on devrait parvenir à linéariser la courbe de réponse.

### **Etude de l'effet d'une résistance série sur la courbe de réponse de la chambre de compression TAD TD2001 chargée par pavillon.**

Il est généralement considéré qu'un amplificateur à faible impédance de sortie permet de mieux limiter l'effet des variations de la courbe d'impédance d'un haut-parleur sur sa courbe de réponse.

En fait il faut distinguer ce qui se passe au niveau de la fréquence de résonance principale, par exemple aux très basses fréquences dans le cas d'une enceinte de grave ou encore vers la fréquence de coupure dans le cas d'un pavillon. Dans ces deux cas la charge est hautement réactive et l'ajout de la résonance série modifie fortement la fonction de transfert.

Mais dans l'intervalle de fréquence où le couple haut-parleur + charge a une impédance quasi résistive, personne ne s'est jamais demandé ce qu'il en était.

Je vais essayer de montrer que dans ce cas on a intérêt à utiliser des amplificateurs à grande impédance de sortie.

### Approche théorique:

Supposons que la courbe d'impédance d'un haut-parleur montre une variation entre une impédance minimale de 4 ohms et une impédance maximale de 32 ohms. Avec un amplificateur d'impédance de sortie nulle, le rapport entre le courant maximal et le courant minimal du aux variations de la courbe d'impédance sera de 8.

Le problème est : quelle est la valeur de ce rapport  $I_{\max}/I_{\min}$  quand on place une résistance pure en série entre l'amplificateur et le haut-parleur.

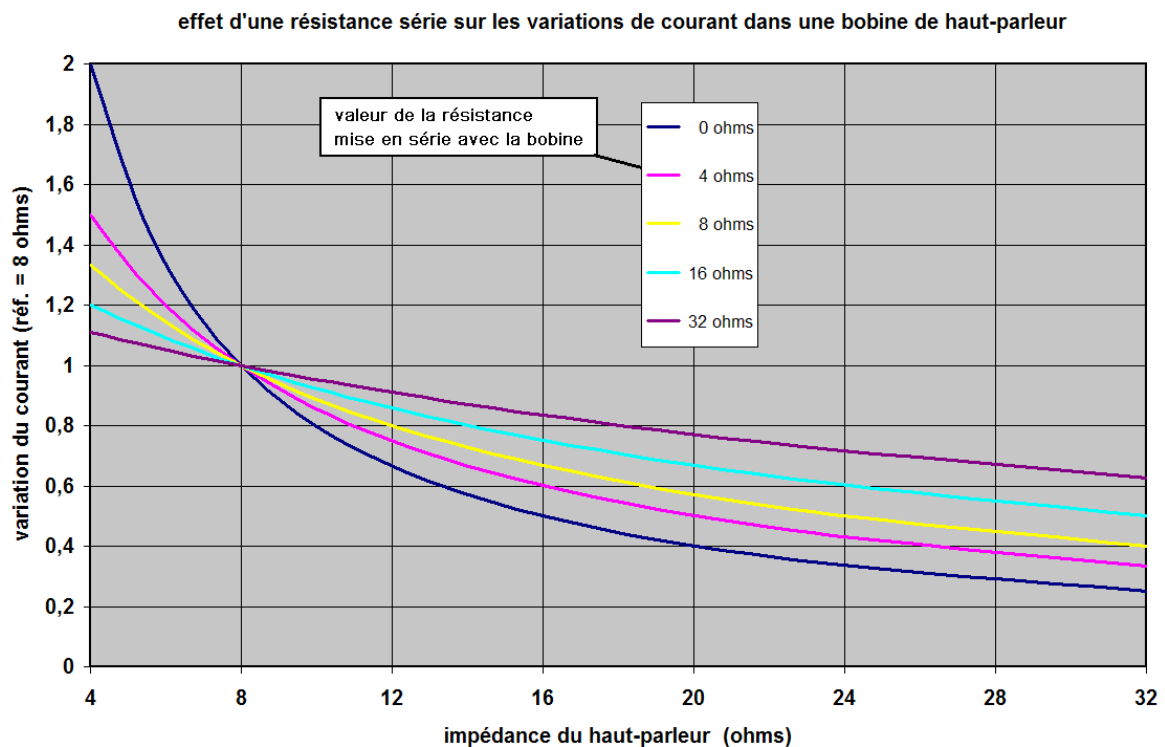
Les résultats du rapport  $I_{\max}/I_{\min}$  est donné dans le tableau ci-dessous pour différentes valeurs de la résistance placée en série avec le haut-parleur.

<u>R_série</u>	<u><math>I_{\max}/I_{\min}</math></u>
0 ohms	8,00
4 ohms	4,50
8 ohms	3,33
16 ohms	2,40
32 ohms	1,78

Comme on le voit l'ajout d'une résistance série à pour effet de réduire le rapport  $I_{\max}/I_{\min}$ .

Ainsi :

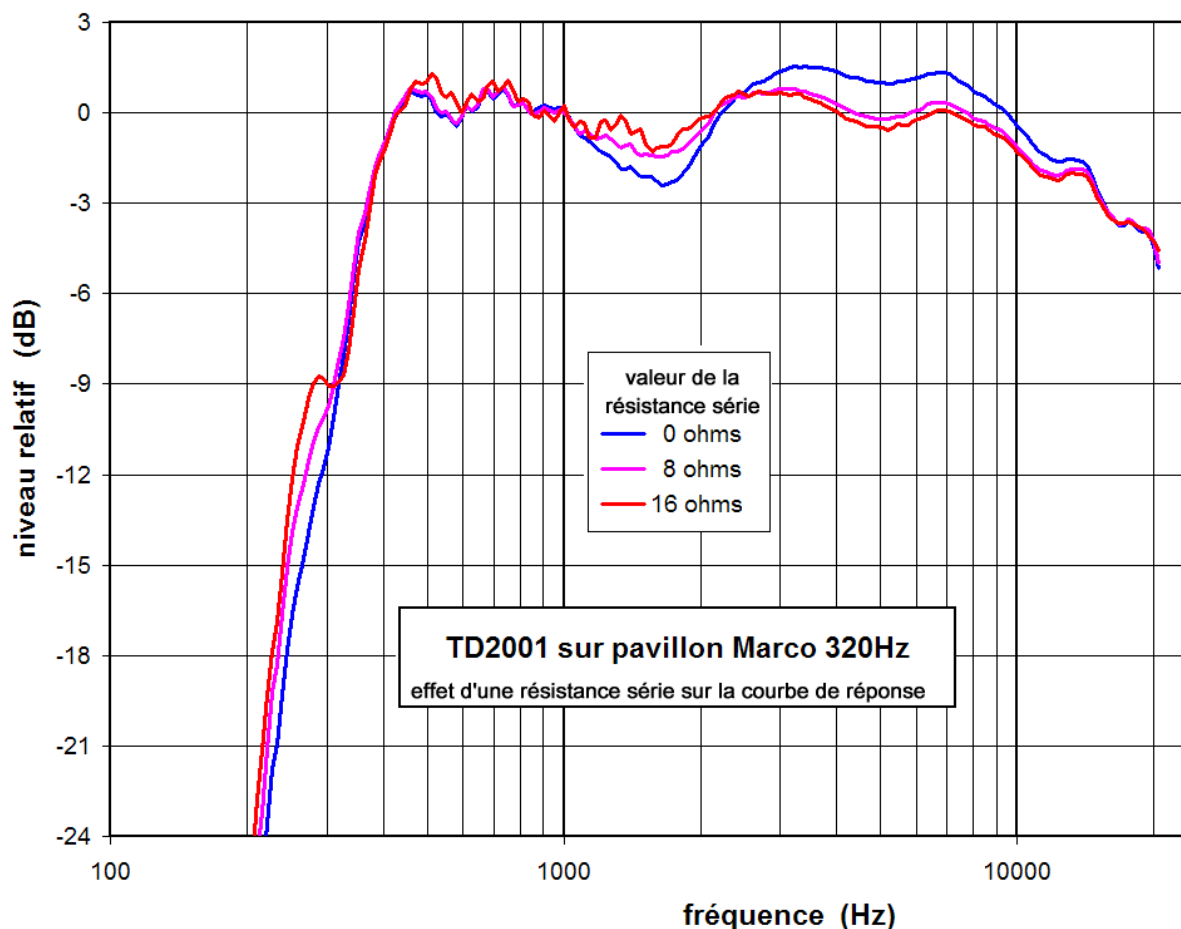
- \_ l'ajout d'une résistance série de 5ohms permet de réduire par 2 les variations de courant;
- \_ l'ajout d'une résistance série de 15ohms permet de réduire par 3 les variations de courant;
- \_ l'ajout d'une résistance série de 25ohms permet de réduire par 4 les variations de courant.



Le graphique ci-dessus montre également que l'ajout d'une résistance série non seulement réduit l'amplitude de variation de courant mais que cette variation de courant est beaucoup plus linéaire en fonction de la variation sur la courbe d'impédance.

### Vérification expérimentale.

J'ai relevé, par la méthode de l'obtention de la réponse impulsionnelle d'Angelo Farina, la courbe de réponse du couple TAD TD2001 + pavillon Marco 320Hz alimenté par un amplificateur Bryston PP120 dont l'impédance de sortie est quasi nulle. Ensuite j'ai refait deux autres relevés de la courbe de réponse après avoir intercalé une résistance de 8ohms puis de 16ohms entre l'amplificateur et la bobine de la chambre de compression.



La figure ci-dessus montre l'effet de linéarisation de la courbe de réponse apporté par l'ajout d'une résistance série.

Dans l'intervalle de fréquence allant de 100Hz jusqu'à 800Hz, la courbe de réponse sans résistance série ( $R_{série} = 0$  ohms) montre une amplitude de variation de 3,94 décibels.

La courbe de réponse obtenue après intercalation d'une résistance série de 8 ohms montre une amplitude de variation de 2,28 décibels.

La courbe de réponse obtenue après intercalation d'une résistance série de 16 ohms montre une amplitude de variation de 1,98 décibels.

Les mesures effectuées permettent de valider l'hypothèse que l'intercalation d'une résistance série permet de linéariser la courbe de réponse d'un haut-parleur.

On comprend un peu mieux en contemplant cet effet de linéarisation que les amateurs de système à pavillons aiment utiliser des amplificateurs à tubes qui possèdent généralement une impédance de sortie assez grande.

Si ce type d'amplificateur à grande impédance de sortie est généralement déconseillé pour contrôler un haut-parleur de grave, je recommande très vivement l'utilisation de ce type d'amplificateur en ce qui concerne les chambres de compression chargées par pavillon.

Que ce soit mon amplificateur Shabda ou encore mon nouvel amplificateur Palimpseste, tous deux possèdent une impédance de sortie considérée comme forte. C'est probablement en partie pour cela que je les préfère à tous les autres amplificateurs à faible impédance de sortie.

Je conseille à ceux d'entre vous qui utilisent leur chambre de compression avec un amplificateur à transistors à faible impédance de sortie d'intercaler une résistance de 8 ohms (25watts) ou si possible de 16 ohms (25 watts) entre la sortie de leur amplificateur et la chambre de compression. Il faudra revoir, bien entendu, le niveau en entrée de l'amplificateur, mais c'est le prix à payer pour bénéficier de cette forte amélioration de la linéarité.