

# How to use *Speaker Workshop* from Audua

---

## Introduction

Speaker Workshop (SW) is the best piece of freeware that I have found on the web for designing speakers. It is freeware because it is in beta (v0.61) and the programmers want some free testers to help them out. I'm in! Download it at <http://www.audua.com>. The program is written for the Win95 operating system and requires a full-duplex sound card. This is just a brief introduction to it, but should get you up to speed doing things like:

- measuring impedances of components like capacitors, inductors, and resistors; and impedance curves of actual drivers;
- measuring close-miked and gated in-room frequency response.

The on-line help in the program is really fairly complete, and you should definitely read it in order to get inside the programmers head and use the program as (s)he intended. There is a flow to speaker design that the program encourages, though I have not as yet fully utilized it, nor have I given all aspects of the program a workout. I have designed a rudimentary first-pass crossover for my LX5's using the gated mic response, and can vouch for the impedance measuring capabilities. Of course, I'm still in the exploration phase here. Send me any tips or tricks you develop, I would be very interested in hearing about them.

Much thanks to Bob Riley for the wiring diagram and layout / drilling guide images!

---

## The Jig Is Up

I futzed around with this software on and off for several months using the types of cables recommended in the program and could never get it to work, much less figure out what the hell was going on. One day I got it to sort-of work, and suspected that much of the trouble I was experiencing with the program was due to my test wiring and setup. I then decided that my setup needed some consistency if I was to get repeatable results from the program. Save yourself hours of frustration by biting the bullet and investing a small amount of money and time in building a proper jig. The nest of alligator clips and loose resistors just won't cut it when it comes to measuring the low impedance levels found in loudspeaker construction. I now understand how parts of the program work, and would never consider using it without my trusty jig. Life is too short to spend any more of it than necessary hampered by crappy setups. It will only take an afternoon or so to construct. The following is a list of components necessary to build it, all conveniently available at your local Radio Shack.



Here is a picture of the completed jig.

### PARTS LIST

ITEM	RS STOCK	DESCRIPTION
----	-----	-----
B1	270-1804	Black box, dimensions 2" x 6" x 1 1/8"
SW1, SW4	275-626	DPDT micromini toggle switch
SW2	275-625	SPDT micromini toggle switch
SW3	275-325	SPDT center-off mini toggle switch
R1	271-120	8 ohm non-inductive 20W resistor
R2, R3	271-1126	10k 1/2W resistors
R4 thru R7	271-1121	2.2k 1/2W resistors
R8 thru R11	271-1103	22 ohm 1/2W resistors
J1 thru J4	274-346	RCA jacks
BP1 thru BP4	274-662	5-way binding posts (two pair needed)
DIODES	276-041	Red LEDs

#### Notes:

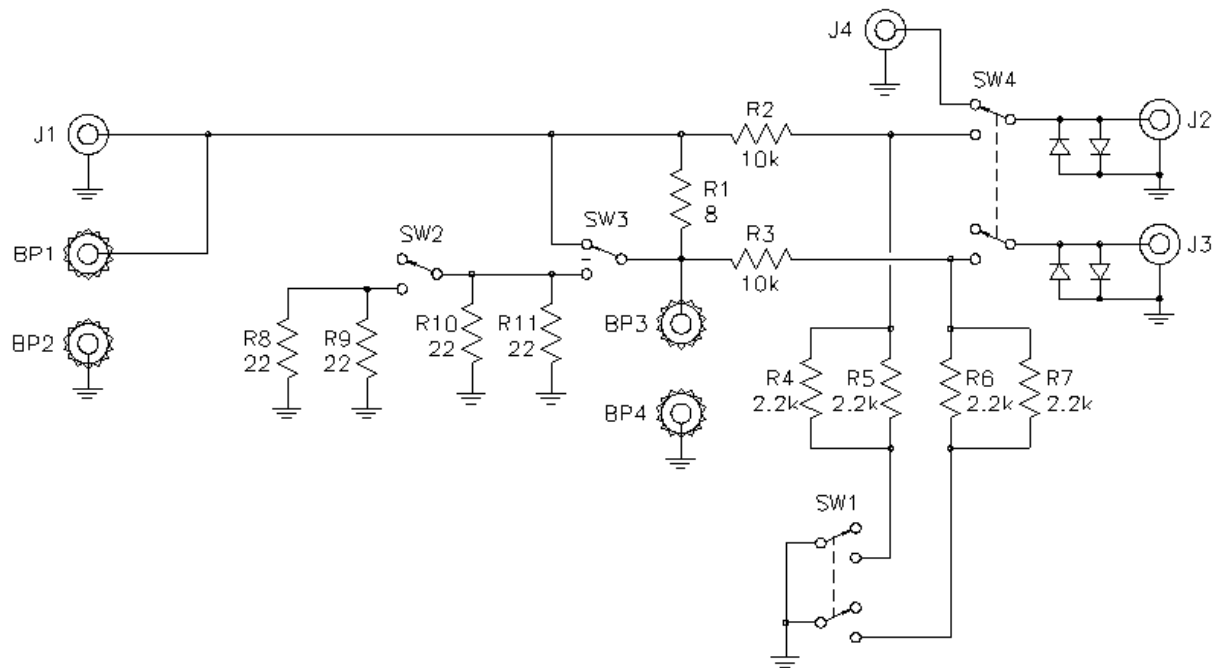
- Mount all switches and jacks on the black cover supplied with the box - don't use the aluminum cover. This will give you just enough room inside for the large power resistor. See the suggested switch and jack layout below. The power resistor will only fit in the box one way and that is laying longways between SW1, SW2, and SW3 on one side, and J1, BP3, and BP4 on the other.



Here is a picture that might help you correctly position the power resistor. There is actually room under it where I mounted some of the calibration reference resistor. Do a trial fit after you mount each resistor so you are sure that everything will go together at the end without bulging the box out.

- Don't skimp on the binding posts. Insist on only the best nylon models or, mark my words, you will be sorry you were ever born! Those skanky 274-661 posts RS carries are particularly vile and offensive. Guaranteed to break during installation, never mind actual use.
- Space the pairs of binding posts  $\frac{3}{4}$ " apart so that you can use one of those dual banana jacks if you so desire. This spacing is standard - any other spacing is non-standard and should be avoided.
- Use oblong mounting holes for the binding posts so that they don't twist when you tighten or loosen them. Watch the orientation of the through hole in the binding post - elongate the mounting hole in the direction perpendicular to this hole! Take a look at one before you go elongating. Elongation is a snap with a rat-tail file and only takes a minute or so per hole. Start with a  $\frac{1}{4}$ " diameter hole and elongate from there as shown in the drilling guide.
- Clearly label all switches so that the functioning is clear, and that any calibration values appear next to the switches that select them. Speaker testing is confusing enough without having to decode your own stuff in the process! I used removable paper labels from Avery that I had laying around (I use them to label my diskettes) which are  $\frac{1}{2}$ " x  $\frac{3}{4}$ ", but almost anything will work.
- Use the remaining vinyl covers that came with SW3 for the rest of the toggle switches.

## Schéma de principe de la boîte

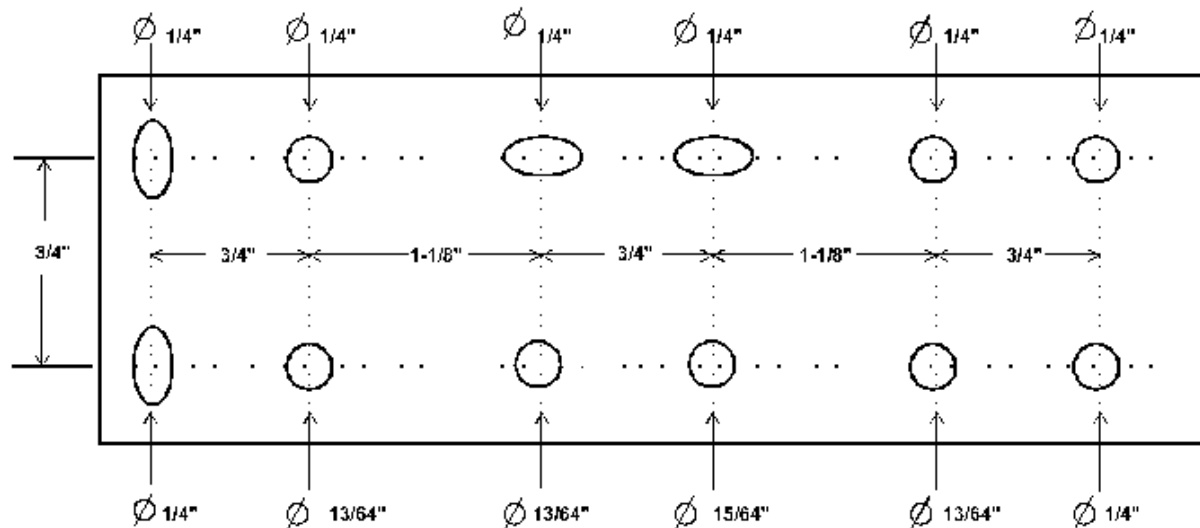
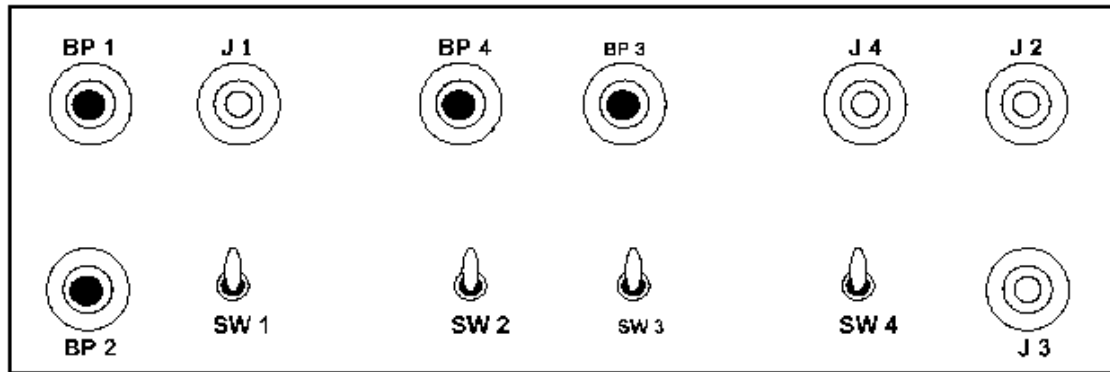


Voici le schéma de la boîte de mesure, ainsi qu'une description de ce que font les switches, jacks et autre :

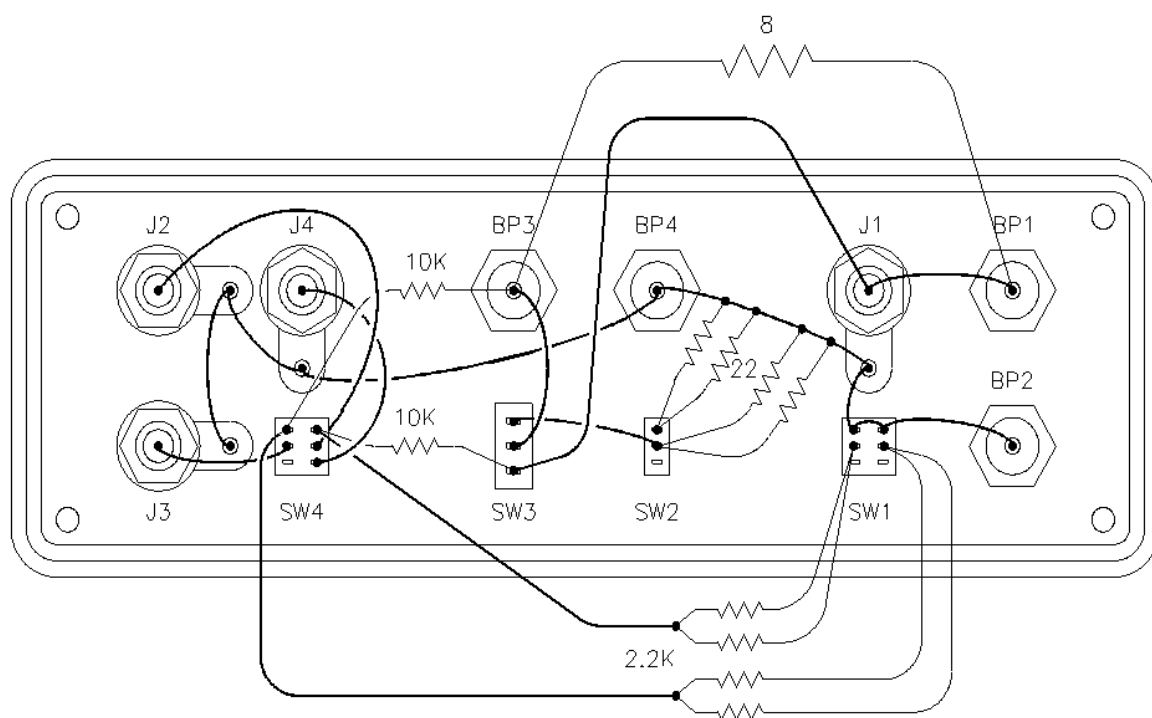
- SW1 est un diviseur de tension par 10. Il protège les entrées G et D de votre carte son si vous utilisez un ampli de puissance externe. On le montera de façon à ce que en position haut on n'ai pas d'atténuation (1/1), en position basse, on atténue (1/10).
- SW2 sélectionne les deux résistances de calibration. La position haute sélectionne 2 résistances de 22 Ohms en parallèle, donc 11 Ohms. La position basse rajoute encore 2 résistances de 22 Ohms en parallèle, ce qui donne 5.5 Ohms. SW2 n'est opérant que si SW3 est en position Calibration.
- SW3 a trois positions : la position centre ne connecte rien (en l'air). Dans la position haute (LOOP ou direct) l'entrée de la boîte (BP1-BP2 J1) va directement sur les pins de test BP3-BP4. Sur la position Centre (IMP ou Impédance), la résistance de référence (8 Ohms non Inductive), est placée en série avec la charge (le HP à mesurer branché en BP3-BP4). Dans la position basse (CAL ou calibration) la résistance de référence est toujours en série, mais la charge est remplacée par l'une des résistances de Calibration 11 ou 5.5 Ohms suivant la position de SW2.
- SW4 sélectionne soit un micro pré-amplifié connecté sur le jack J2 (position haute), soit les fonctions Impédance/calibration (position basse) et les aiguille vers la carte son.
- BP1 et BP2 permettent de brancher la sortie d'un ampli extérieur éventuellement.
- J1 permet de brancher la sortie HP de la carte son sur la boîte. J1 et BP1-BP2 sont connectés électriquement, donc attention de débrancher J1 de la carte son si vous branchez un ampli extérieur.
- BP3 et BP4 sont les connecteurs de test sur lesquels vous allez brancher les HP à tester ainsi que les composants que vous voulez mesurer.
- J2 et J3 sont les sorties respectivement Gauche et Droite de la boîte qu'il faut connecter aux entrées G et D de la carte son. Un seul Jack stéréo peut faire l'affaire.

- J4 est l'entrée Microphone pré-amplifié. Ne pas y brancher un microphone sans pré-ampli, le niveau ne serait pas suffisant.
- Les diodes sont là pour protéger l'entrée de la carte son. Elle sont optionnelles.

### Suggestion d'implantation et guide de perçage.



**Suggestion de câblage (Diodes non câblées)**



## Mode d'emploi de la Boîte

Le câblage doit être propre, les soudures nettes. La puissance doit pouvoir passer sans encombre. Aucun composants ou soudure ne doit créer de résistance parasite qui serait interprété comme impédance supplémentaire dans le HP à mesurer et induirait de grosses erreurs.

La boîte offre plusieurs fonctions : Elles sont listées en fonction de la position des switches SW2, SW3, et SW4:

levier: U = up (haut)  
M = middle (milieu)  
D = down (bas)  
X = don't care (indifferent)

MODE	SW2	SW3	SW4
----	---	---	---
CAL1	D	D	D
CAL2	U	D	D
LOOP	X	U	D
IMP	X	M	D
MIC	X	U	U

- Les modes CAL1 et CAL2 placent respectivement une résistance de 5.5 ohm et 11 ohm entre les plots de test pour calibrer la boîte.
- Le mode LOOP (Direct) est utilisé
  - pendant la calibration du logiciel par rapport à la carte son pour compenser les réponses en fréquence de la carte et l'impédance de ses entrées.
  - Pendant les mesures de réponse en fréquence : on alimente directement le HP en BP3-BP4 depuis l'ampli
  - Le mode IMP est utilisé lors de la mesure d'impédance des composants connectés aux plots de test BP3-BP4
  - Le mode MIC sélectionne le micro pré-amplifié et l'envoi vers la carte son pendant que l'on est en mode LOOP (Direct)

## Vérification électrique de la boîte :

Une fois votre boîte faite, placez un ohmmètre entre BP3 et BP4. Vous devez lire les valeurs suivantes en fonction des modes : (l'atténuateur doit être sur « pas d'atténuation »):

MODE	OHMS	
----	----	
CAL1	5.5	Relevez et écrivez la valeur exacte sur la boîte!
CAL2	11	Relevez et écrivez la valeur exacte sur la boîte!
LOOP	INFINI	
IMP	INFINI	
MIC	INFINI	

Maintenant, placez l'ohmmètre entre BP1 et BP3. Vous devez lire :

MODE	OHMS	
----	----	
CAL1	8.0	Relevez et écrivez la valeur exacte sur la boîte!
CAL2	8.0	(même valeur que ci-dessus CAL 1)
LOOP	0.0	
IMP	8.0	(même valeur que ci-dessus CAL 1)
MIC	0.0	

## Variante pour une boîte simplifiée

Pour simplifier le câblage de la boîte, on peut :

- Supprimer toute la partie calibration : SW2, R8, R9,R10,R11 de 22 Ohms. On placera des résistances de valeur connue et proches de valeurs d'impédance à mesurer (8 et 4 Ohms par exemple), directement entre les plots de test pour calibrer la boîte. C'est moins pratique, mais faisable.
- Le switch SW3 devient alors un simple inter : position haute (mode LOOP), il est fermé et court-circuite la résistance de référence. En position basse (IMP Impédance), il est ouvert.
- Le micro peut être directement relié à l'entrée micro de la carte son, on supprime donc SW4 et J4
- Le reste est indispensable.

## Connexion de la boîte au PC

- Connecter un câble de la sortie HP de la carte son (ou de la sortie d'un ampli extérieur commandé par la sortie ligne de la carte son) à l'entrée J1 de la boîte ou BP1, BP2. Canal gauche si possible. Dans le cas d'un ampli extérieur, attention à ce que le diviseur par 10 en sortie de la boîte soit bien en service. En fait, le diviseur par 10 peut rester en service en permanence.
- Connecter la sortie de la boîte (J2 et J3) à l'entrée canaux Gauche et Droit de la carte son. Respecter le sens des canaux. Perso, je n'ai mis qu'une prise jack femelle pour les deux canaux , équivalent aux prises J2 et J3. Le sens des canaux sera vérifié plus loin dans la procédure.
- Connecter des câbles avec de bonnes pinces Croco sur la sortie test BP3 (+) et BP4 (-). Mais ne rien connecter dessus pour l'instant.



---

## Check-List avant décollage

### Environnement PC

Installer le programme et le lancer.

#### 1-Vérification du mode Full Duplex :

Dans Speaker WorkShop : *Option, Assistant, tester la carte son.*

Il faut absolument que la carte soit Full-Duplex : on émet un signal de mesure en sortie (lecture pour Windows)(MLS ou Sinus) pendant que l'on mesure les canaux droit et gauche en entrée (enregistrement pour Windows).

#### 2-Selection des entrées sorties pour Windows :

Ouvrir « Contrôle du volume » (dbl click sur le HP dans la barre des tâches), deux fois.

Sur l'un : *option, Propriété, lecture* : cocher *muet* sur tous excepté sur *sons wave* et *contrôle du volume*, centrer les balances. Attention aux fonctions avancées : les supprimer toutes et centrer les graves-aigues s'ils existent. Mettre le volume général au milieu.

Sur l'autre : *option, Propriété, enregistrement* : sélectionner *entrée ligne* pour les mesures d'impédance ou microphone pour les mesures de bande passante au micro, centrer les balances et ôter les fonctions avancées (microphone boost par exemple).

#### 3-Réglage des niveaux :

Il faut absolument que les niveaux de lecture et d'enregistrement soient bien réglés. Les mesures seront fausses si des signaux sont écrêtés, elles seront peu précises si le signal est trop faible. Trouvons le juste milieu.

Procédure de réglage des niveaux :

Dans SpkWshop on crée une ressource SIGNAL, le jouer et l'enregistrer :

*Ressource, Nouveau, Signal on l'appelle « junk »*

Ceci ouvre un signal sinusoïdal par défaut. On le voit maintenant apparaître dans l'arborescence de gauche et dans l'écran des graphiques à droite.

Maintenant Cliquer Droit sur la fenêtre du graphique du signal et sélectionner « Propriété ». Choisir « Sinusoïde et 500 Hz. La phase doit être à 0°. Cliquer OK.

Mettre la boîte en mode LOOP (Bouclage). S'assurer que la fenêtre signal est active (au besoin cliquer dessus) et sélectionner dans le menu : *Son Enregistrer*

Une boîte de dialogue apparaît :

*Pas de sortie* ne doit pas être sélectionné,

Volume : 100, Canaux : les deux, Calibration : Gauche, Données : Droite.

Lecture : 0.01 s, Enregistrement : 0.2  
Type : Fréquence

L'enregistrement commence lorsque l'on clique OK.

Si un HP est connecté sur BP3 et BP4, on entendra un bref « blip » à 500 Hz.

Maintenant regardons l'arborescence à gauche :

On a de nouvelles mesures temporelles (time domain) avec le signe t:

Ouvrons junk.in.l :

Cliquer droit dessus puis choisir Propriété du graphique.

Cliquer sur Axe des X et mettre Max à 10

Cliquer sur Axe des Y et mettre Max à 32 K et Min à -32 K

Cliquer OK

On doit voir maintenant sur le graphique 4 ½ cycles de sinusoïde.

Ouvrir junk.in.r et faire la même chose.

Placer ces deux graphiques pour qu'on les voit simultanément.

**OK on est prêt pour régler les niveaux.**

**Lancer l'enregistrement en boucle** (Son, Enregistrement en boucle)

Il est recommandé de laisser le niveau de l'entrée ligne du contrôle d'enregistrement à fond et le volume dans Spkw à 100 comme on l'a mis tout à l'heure. Le diviseur par 10 en sortie de la boîte est en marche.

Maintenant, aller dans contrôle lecture et régler le Contrôle du Volume pour que le signal ne soit pas écrêté ni à droite, ni à gauche.

Une fois le réglage trouvé, bien le noter pour pouvoir le sélectionner à chaque fois que l'on emploiera SPKW

**Vérification de l'identité des Canaux (Droite-Gauche)**

En utilisant la même configuration que ci-dessus, on peut faire une rapide vérification de l'identification des canaux.

Si l'on débranche le canal droit en sortie de la boîte, le signal junk.in.r se met à 0.

Avec un seul jack pour J2 et J3 cette déconnexion est plus difficile (désoudage et inversion des fils sur la prise jack stéréo femelle dans la boîte par exemple).

Dans la boîte, le canal gauche doit être pris avant la résistance de 8 Ohms de puissance (signal de référence) et le canal droit doit être pris après (signal mesuré).

## Calibration pour les mesures d'impédance

Pour la suite, la boîte doit être connectée comme ci-dessus et LES POINTS DE TEST BP3 ET BP4 DOIVENT ÊTRE OUVERTS (ne rien y connecter).

Dans SPKW, Option, Préférences, Onglet Mesure :

Fréquence : le max à droite

Echantillonnage : 8192 plus grand est plus précis mais plus long à mesurer

Volume : 100

Pas de Pré-emphase.

- **Calibrer différence entre canaux** : Sélectionner *Options, Calibrer, Différence des canaux*. Cliquer Test. Mettre la boîte en mode LOOP, et ne rien mettre sur BP3-B4. Cliquer suivant deux fois, le test se déroule. Cliquer Terminer puis OK. Sélectionner le dossier System et ouvrir « Measurement Calib » pour voir ce qui a été enregistré. C'est ce qui sera pris en compte par défaut lors des mesures.
  
- **Calibration de l'impédance de la boîte.**
  - Mettre la boîte en mode « Calibration » (SW3 en position basse (Calib)) *ou* « Mesure d'impédance » (SW3 en position médiane (Imp)) *si vous n'avez pas câblé la partie Calibration (SW2 et les quatre résistances de 22 Ohms) et* Sélectionner *Options, Préférence*, onglet Impédance .
  - Mettre la valeur que vous avez câblée pour la résistance de puissance (8 ou 10 Ohms) dans « Résistance de référence » et 0,2 Ohms pour la « Résistance série » (ces valeurs seront remplacées par les valeurs mesurées).
  - Cliquer sur Test du même écran. Cliquer sur Suivant, entrer la valeur de la première résistance de calibration (5.5 Ohms si 4 x 22 Ohms en parallèle) dans la fenêtre du programme. Basculez SW2 en position basse (5.5 Ohms) *ou placez cette valeur de résistance entre BP3 et BP4 si vous n'avez pas câblé la partie calibration de la boîte et* cliquez sur suivant.
  - Entrez la valeur de la deuxième résistance de calibration (11 Ohms si 2 x 22 Ohms en parallèle), basculez SW2 en position haute (11 Ohms) *ou placez cette valeur de résistance entre BP3 et BP4 et* cliquez sur Suivant. Le programme va maintenant calculer les résistances de référence et série. Le résultat doit être très proche de la valeur mesurée pendant les tests électriques de la boîte. La résistance série doit être inférieure à 1 Ohm. Si les valeurs ne correspondent pas, Gauche et Droite sont peut-être inversés en sortie de boîte. Les mesures peuvent être facilement refaites en sélectionnant Précédent, ce qui évite d'avoir à ré-entrer les valeurs de résistance.

---

## Mesure d'impédance de composants quelconques.

Maintenant vérifions les capacités de mesure d'impédance du logiciel.

Rappel config :

Dans SPKW, Option, Préférences, Onglet Mesure :

Fréquence : le max à droite

Echantillonnage : 8192 plus grand est plus précis mais plus long à mesurer

Volume : 100

Pas de Pré-emphase.

Cliquer sur le signal « junk » pour le rendre actif.

Placer la boîte en mode Impédance.

Placer un composant de valeur connue entre BP3 et BP4 puis choisir dans le menu Mesurer, Composant Passif. Une fenêtre présente le résultat de la mesure, incluant la DCR pour une self et la résistance dynamique pour un condensateur.

Seuls les composants ayant une valeur d'impédance proche de celle de la résistance de référence peuvent être mesurés précisément.

---

## Mesure de la courbe d'impédance d'un HP

Fermer tout signal et créer un HP : Ressources, Nouveau, Haut Parleur, lui donner un nom : "trash" par exemple. Ceci ouvrira une nouvelle fenêtre qui porte le nom "trash"(Haut Parleur). Laissez là ouverte. Brancher le Haut Parleur entre BP3 et BP4 et mettre la boîte en mode Impédance.

Vérifier les préférences :

Dans SPKW, Option, Préférences, Onglet Mesure :

Fréquence : le max à droite

Echantillonnage : 32 768 pour une meilleure résolution dans les basses.

Volume : 100

Pas de Pré-emphase.

Dans SPKW, Mesurer, Impédance

On entend un bruit de burst dans le HP , puis SPKW traite le signal.

Dans l'arborescence apparaît un nouveau graphe appelé « trash.Impedance ». Ouvrez-le et vous devriez voir apparaître une belle courbe d'impédance.

Il est peut-être nécessaire de formater le graphe : click droit sur le graphe, propriété du graphe, Axe des X, Min : 10, Axe des Y, Min : 0, Max : 30 ou 40.

Pour adoucir la courbe, avec la fenêtre « trash.Impedance (dataset) » active, sélectionner dans le menu Transformer, Lissage, 1/3 Octave.

---

## Mesure de réponse en fréquence fenêtrée

On est maintenant face à 2 options : soit on ignore la *Calibration de la réponse de référence de l'ampli*, ou on l'effectue et on pourra se servir de l'option pré-emphase du signal MLS qui permet de réduire le rapport signal/bruit lors des mesures à basses fréquences.

Les mesures peuvent être effectuées très correctement sans pré-emphase. Mais si la calibration n'a pas été faite, surtout n'employez pas la pré-emphase, les résultats seraient faux.

- **Calibration de la réponse de référence de l'ampli** : Mettre la boîte en mode LOOP, et s'assurer que le HP est branché sur BP3-BP4.  
Vérifier les préférences : Cliquer sur *Options, Préférences...*, sélectionner l'onglet *Mesure*. S'assurer que *Fréquence* est complètement à droite, et que *Volume* est à 100. *Echantillonnage* doit être à 8192. La case *Utiliser pré-emphase* peut être cochée si vous voulez utiliser la Pré-emphase pour vos mesures de réponse en fréquence. Cliquez OK. Sélectionnez le menu *Options, Calibration.*, et cliquez le bouton Test dans la section Réponse de référence de l'ampli. Cliquez *Suivant*, le test se déroule puis *Terminé* et enfin *OK*.

Si vous voulez effacer cette calibration; sélectionnez simplement *Options, Calibration...* et cliquez sur *Aucun* dans la section *Réponse de Référence de l'Ampli*. Si vous faites ceci, cette calibration n'influencera plus les mesures de réponse en fréquence.

## Réponse Fenêtrée à 1 Mètre

Si elle n'est pas déjà ouverte, ouvrez votre fenêtre HP "trash (Haut Parleur)". Le HP doit être branché sur BP3-BP4. Mettre la boîte en mode Micro si vous l'avez câblé (c'est à dire que le micro est équipé d'un pré-ampli et que cet ensemble est connecté au jack J4. SW4 est basculé sur Micro, la carte son reçoit donc sur le canal Gauche ce qui vient du pré-ampli Micro)

Les préférences seront réglées de la même façon que pour la calibration de la Réponse de Référence de l'Ampli ci-dessus. Une chose très importante à régler maintenant est le temps d'ouverture de la fenêtre de mesure. Pour ce type de mesure, on veut fenêtrer (tronquer) le signal enregistré afin que les réflexions dues à la pièce ne soient pas prises en compte. Ainsi, on peut avoir une courbe de réponse sans écho (anéchoïc) malgré un environnement réverbérant.

La façon de calculer le temps d'ouverture de la fenêtre est la suivante : mesurez la distance que tout son réfléchi a à parcourir et retranchez lui la longueur du chemin direct. Comme le son va approximativement à 1 pied par milliseconde, on règle le temps de la fenêtre en millisecondes pour cette différence en pieds. Par exemple, si la distance entre le HP et le Micro est de 1 Mètre, cela fait approximativement 3 pieds. Si le HP et le Micro sont à 1 m du sol, cela fait à peu près une distance de 2 mètres pour la première réflexion, donc 6 pieds. Soustraire 3 pieds de 6 pieds donne un total de trois pieds, donc l'ouverture de la fenêtre sera de 3 millisecondes.

Note : la largeur de la fenêtre influence la résolution aux basses fréquences. SPKW prend cela automatiquement en compte en limitant les fréquences graves affichées sur les graphes en fonction des marqueurs de temps positionnés. Vous pouvez calculer cette limite basse en prenant l'inverse du temps d'ouverture de la fenêtre de mesure. Par exemple, avec nos 3 millisecondes de fenêtre ci-dessus, on a une fréquence limite basse de  $1/0,003$ , ce qui donne 333 Hz.

### Programmation du temps d'ouverture de la fenêtre de mesure :

Choisir dans le menu : *Options, Préférences, Onglet Marqueurs*. Cochez *Visible* pour la section *Temps*. Toujours dans la section temps, assurez vous que le marqueur 1 est à 0 (début de fenêtre) et entrez 3 pour le marqueur 2 (3 millisecondes). Cliquez *OK*. Toute fenêtre représentant un signal ouverte à partir de maintenant comportera un marqueur rouge à 0 et à 3 msec.

Maintenant, sélectionnez *Mesurer, Réponse en Fréquence, Dans l'axe*, et surveillez le niveau d'enregistrement .

Pour ceci, dans le menu sélectionner *Affichage, Vu mètre*. Deux lignes apparaissent en bas indiquant les valeurs enregistrées pour les canaux gauche et droit. Ces valeurs doivent être inférieures à 32 000 et -32000 sinon, il y a écrêtage. Vous pouvez ajuster le niveau d'enregistrement avec le potentiomètre *entrée ligne* du *Contrôle d'enregistrement* de Windows et régler le niveau du signal envoyé au HP par SPKW dans le menu *Options, Préférences..., Mesures, . Volume* dans la zone I/O (valeur entre 0 et 100). Un niveau de 20 000 à 30 000 sur les Vu mètres est parfait : ni trop faible, ni trop fort.

Pendant la mesure, vous devez entendre un burst de bruit..

Faire attention aussi à ce que le préampli du Micro, s'il y en a un, n'écrête pas non plus.

Après le test, ouvrez la fenêtre "trash.dans l'axe" qui va s'appeler "*trash.dans l'axe (données)*" et regardons ce qui a été enregistré.

On utilise habituellement *Propriété du graphique* (click droit sur le graphe) pour cacher la courbe de phase et pour fixer les valeurs Min et Max des axes X et Y afin d'afficher correctement les données. Vous pouvez aussi adoucir la courbe si la fenêtre représentant la courbe de réponse (*trash.dans l'axe (données)*) est active : menu, *Transformer, lissage*, Cliquez sur 1/3 octave puis *OK*.

Si vous voulez répéter la mesure, ouvrez "trash (Haut Parleur)" en sélectionnant le HP trash dans l'arborescence à gauche, puis dans le menu de SPKW, *mesurer, réponse en fréquence, dans l'axe*. Il est recommandé d'effectuer ce test plusieurs fois à différents niveaux, jusqu'à ce que vous obteniez des résultats répétitifs et fiables. Vous pouvez également rapprocher le micro du HP pour voir la différence...

### **Réponse en fréquence en Champ Proche.**

Pour analyser le comportement de HP dans les basses fréquences, il faut pouvoir il faut pouvoir mesurer sa réponse aussi bas. Ceci est facile à faire en plaçant le micro à environ 1 cm du cône du HP à mesurer. Utilisez une MLS plus longue : 16k ou 32k, avec une fréquence de 44.1 kHz.

La mesure est faite en sélectionnant le HP dans l'arborescence puis dans le menu SPKW : *mesurer, réponse en fréquence, Champ proche*.