

**Cette traduction du manuel de REW v5 est une traduction
personnel et non officielle.**

**Elle peut comporter des erreurs (n'hésitez pas à me les
signaler : Benjamin Couprie, Email :**

benjamincouprie@gmail.com)

Version 2.0 - 15/02/2014 – page 1 à 116

Bienvenu dans REW

REW (Room EQ Wizard) est une application java pour mesurer la réponse de salle et maîtriser les résonances modales. Il comprend des outils pour générer des signaux de tests, faire des mesures SPL, fréquentielle et réponse impulsionnelle, générer des courbes de phase, de group delay, analyses de décroissances spectrale, waterfalles et courbes d'énergie/temps, générer une analyse spectrale temps réel (RTA), calculer le temps de réverbération, visualiser la réponse de l'égaliseur et automatiquement ajuster l'égaliseur paramétrique pour contrer les effets des modes de la salle et faire correspondre la réponse à une cible définie.

REW utilise un signal sinus logarithmique (Sin SWEEP) pour ses mesures. C'est plus rapide qu'une mesure manuelle, plus précis, moins susceptible de souffrir d'une saturation dans une résonance, moins sensible à la non linéarité d'un système que le signal MLS et autorise la mesure de réponse impulsionnelle de salle, il sert aussi de base à beaucoup d'autres fonctions supplémentaires. Quand vous utilisez l'affichage temps réel, REW peut générer des séquences périodiques de bruit rose pour une meilleur lisibilité du comportement aux basses fréquences que celle obtenu en utilisant un bruit rose aléatoire sans nécessiter de longues moyennes.

Configuration minimum

Démarrer avec REW : (page 9)

REW est un progiciel qui mesure les fonctions de transfert d'un système acoustique et qui affiche les fréquences correspondantes, la phase et la réponse impulsionnelle ainsi que beaucoup d'autres valeurs dérivées. Si cette introduction vous fait vous demander « qu'est ce qu'il raconte ? » il serait intéressant que vous preniez quelques minutes pour lire entièrement l'introduction sur « Le signal et la mesure » qui en explique les principes de bases. Même si vous êtes déjà familier avec cette terminologie, un peu d'œil dans cette introduction peut être utile.

Comment REW fait ses mesures :

REW utilise un Sweep sinus logarithmique comme signal de mesure. Vous pouvez aussi trouver beaucoup de chose sur ce signal et ces variantes en lisant l'article « Transfert Fonctions Measurements with Sweep » de SWEN MULLER et PAULO MASSARANO, mais nous allons vous donner une explication de base.

Pour faire une mesure nous avons besoin d'une source (un haut-parleur ou subwoofer) et d'un microphone. Un signal SWEEP log est envoyé à la source, c'est un son qui commence dans les basses fréquences et qui augmente en fréquences de façon régulière jusqu'au hautes fréquences. Avec le SWEEP log le taux auquel la fréquences change est fixe, elle prend le même temps pour doubler. (exemple : le temps pour le sweep de passer de 20Hz à 40Hz est le même que pour passer de 40Hz à 80Hz.). Le micro capte le sweep, il entend le son qui voyage directement vers lui depuis la source (son direct), mais aussi le son qui lui parvient des réflexions sur les premières parois de la salle.

Quand nous avons capturé le son venant du micro, l'analyse démarre. Un processus appelé « Fast Fourier Transform » (FFT) est utilisé pour calculer chaque fréquence qui compose le sweep (amplitude et phase) que nous envoyons dans la source. Le même processus calcule l'amplitude et la phase des fréquences composants le signal capté par le microphone de mesure. En comparant l'amplitude et la phase du signal capturé par le microphone à celles qui été contenu dans le sweep, nous pouvons travailler sur la façon dont chaque fréquence a été affectée par la salle que nous mesurons. Ceci s'appelle la « Fonction de transfert (Transfert Fonction) » de la salle, depuis la position de la source jusqu'à la position du microphone. Notez que pour une autre position de la source ou du microphone vous obtiendrez une fonction de transfert différente, votre mesure n'est valide que pour une position de source et de microphone. Ayant travaillé sur la fonction de transfert, nous pouvons utiliser une « Fonction inverse de Transfert (inverted FFT) » pour transformer les informations d'amplitudes de fréquences et de phases en un signal de temps qui décrit la manière dont tout le signal est affecté en voyageant de la source au microphone. Ce signal de temps est appelé le « Réponse Impulsionnelle (Impulse Response) ». Comme la fonction de transfert dont elle est un dérivée la réponse impulsionnelle n'est valable que pour une position spécifique de source et de microphone.

La réponse impulsionnelle est en fait exactement le même signal que nous verrions en émettant un très court mais très fort claquement à la position de la source et que le microphone de mesure enregistrerait après. (« très court » signifie durant juste le temps de 1 sample à la fréquence d'échantillonnage que vous utilisez pour votre mesure, donc pour 48kHz de fréquence d'échantillonnage cela ne durera que $1/48000$ d'une seconde ce qui représente 21millionième de seconde). Vous pourriez vous demander pourquoi nous n'utilisons pas uniquement un claquement. Une des difficultés avec le claquement est qu'il est très court mais qu'il doit être extrêmement fort pour capturer ce qui se passe après le son initial et au dessus du bruit de fond dans la salle. Nous

ne pouvons pas non plus utiliser un haut-parleur pour ceci, nous voulons un son un peu comme un pistolet ou un ballon qui éclate. Nous voudrions aussi un microphone capable de capturer à la fois l'extrême puissance du claquement et les plus petits échos qu'il a produit dans la salle. Vous comprendrez que votre famille et vos voisins ne soit pas très enthousiaste que vous tiriez des coups de feux de façon répétée pour comprendre ce qui se passe dans votre salle et même si vous le faisiez comme ça vos résultats ne seraient pas aussi bons qu'avec un sweep. Pour être technique à ce sujet, vous pouvez obtenir un meilleur rapport signal/bruit (Signal/Noise ou S/N) avec cette méthode. Le rapport S/N est déterminé par le niveau de bruit de fond et la quantité d'énergie contenue dans le signal de test, lequel dépend directement de son niveau et de sa durée. Une impulsion est très courte, quelque millionième de seconde, afin d'obtenir une énergie significative elle doit donc être d'un niveau très élevé. Un sweep peut durer pendant plusieurs secondes, donc même à volume moyen son énergie à un million d'impulsions.

Une fois la réponse impulsionnelle obtenue, elle peut être analysée pour calculer de quelle façon la salle se comporte. L'analyse la plus simple pour montrer la réponse en fréquence entre la position du microphone et de la source et la FFT. Cependant nous avons un certain contrôle sur elle.

Modifier une partie de la réponse impulsionnelle analysée par la FFT change quel aspect de la salle nous étudions. La première partie de la réponse impulsionnelle correspond au son direct provenant de la source au microphone, le chemin le plus court entre les deux. Le son qui a été réfléchi sur les parois de la salle doit parcourir plus de chemin pour atteindre le microphone, ce qui prend plus de temps, donc les parties suivantes de la réponse impulsionnelle représentent la contribution de la salle. « Fenêtrer (Windowing) » la réponse impulsionnelle sur sa première partie permet de voir la réponse en fréquence du son direct avec pas ou peu de contribution de l'acoustique de la salle. Une fenêtre qui inclut les parties suivantes de la réponse impulsionnelle nous permet de voir de quelle façon la salle altère la réponse en fréquence. La capacité à séparer le son direct du son réverbéré est une des clés des différences entre la réponse en fréquences issue d'une réponse impulsionnelle et ce qu'on obtiendra avec une mesure RTA, par exemple la mesure RTA ne peut nous montrer que la réponse totale combinée de la salle.

Nous pouvons obtenir plus d'informations de la réponse impulsionnelle comme le tracé « waterfall », lequel est généré en bougeant la fenêtre par pas pendant la réponse et en traçant les variations de la réponse en fréquence dans le but de produire une image 3D des changements de réponse en fonction du temps, ainsi que les informations sur le « RT60 » de la salle, quel temps mais le son par fréquences à décroître de 60dB. (meaning 1,000 times smaller than it was)

Équipement requis :

- La première nécessité est d'avoir un moyen de capturer le signal de test. Vous avez plusieurs options :
 - Un microphone USB avec lequel vous avez son fichier de calibration. Ce genre de microphone peut être utilisé pour les mesures de basses fréquences ou pleine bande. Si le fichier de calibration contient la sensibilité du microphone dans un format que REW reconnaît, il peut aussi servir à calibrer le SPL Meter. Le MiniDSP UMIK-1 est recommandé et sa fiche de calibration est compatible avec REW, visitez www.minidsp.com.
 - Une alternative au microphone USB est un sonomètre avec une sortie analogique niveau ligne. Le sonomètre Radio Shack est parfaitement adéquate pour voir comment l'acoustique de la salle joue sur les basses fréquences, aussi bien la version analogique que à affichage numérique. Le sonomètre Galaxy CM-140 a un meilleur suivi de pondération (C) et un meilleur comportement au dessus des fréquences sub que le Radio Shark, mais il est plus cher.

Le fichiers de calibrations pour les différents modèles de sonomètre RS et du CM-140 sont disponible dans la section Download de la rubrique Égalisation/Calibration Forum sur www.hometheatershack.com/forums/



- Une dernière option est le microphone de mesure, mais beaucoup nécessite un pré-ampli pour délivrer un niveau ligne et une alimentation phantom pour alimenter le microphone. Un sonomètre SPL est toujours nécessaire pour servir de référence à la calibration du REW's SPL display. Pour les mesures pleines échelles le microphone doit être calibré pour des résultats plus précis.
- Un trépied pour maintenir le microphone. De petits mouvements du micro/sonomètre peuvent engendrer de grandes variations dans la mesure, pour des résultats reproductibles un moyen de maintenir du micro/sonomètre sur de longues périodes est essentiel. Pour la mesure de basses fréquences (en dessous de quelques centaines de Hz) le micro/sonom doit être placé vers le haut.
Ce qui évite d'avoir à le déplacer pour mesurer différentes enceintes et rend plus facile la lecture de la mesure sur le système de mesure. Pour faire des mesures à des fréquences plus élevées il est mieux de pointer le micro/sonom directement devant l'enceintes à mesurer. Dans les deux cas le micro/sonom doit être placé à hauteur de vos oreilles dans votre position d'écoute habituel.
- Si vous utilisez une microphone USB la sortie casque de votre ordinateur peut générer le signal de test que REW utilise, vous n'avez pas besoin de carte son. Si vous utilisez un sonomètre ou un microphone de mesure avec un pré-ampli puis une carte son qui doit avoir une entrée et une sortie ligne ou casque. **Attention la plupart des entrées micro de PC et ordinateur portable ne sont pas adaptées et ne peuvent donc pas être utilisées** (Elles ont trop de gain, un niveau de bruit trop élevé et une bande passante limitée) mais la combinaison microphone/entrée ligne peut être utilisé avec succès. Les cartes son peut coûteuses ou intégrées sont généralement suffisantes, une mesure de référence de la boucle de retour peut être utilisé pour supprimer la réponse en fréquence de la carte son dans la mesure. Consultez le forum de REW, www.hometheatershack.com par exemple au sujet des cartes son USB connu pour bien marcher (mais regardez la note en dessous au sujet des cartes avec plus de deux entrées si vous utilisez OS X).
- A l'heure ou nous écrivons (Mars 2013) l'environnement Java Apple a un bug qui empêche les applications d'accéder aux entrées des cartes connectées par firewire et USB avec plus de 2 entrées. Les cartes 2 canaux fonctionnent sans problèmes, comme celles de l'audio embarqué des Mac qui ont des entrées ligne ou micro/ligne. Ces bugs seront peut être corrigés quand Oracle fournira une version de l'environnement Java Runtime pour OS X. Pour l'instant Linein et Soundflower peuvent être utilisé pour contourner le problème, vous

trouvez les instructions sur le blog HiFizine de John Reekie

<http://johnr.hifizine.com/2013/02/roomeq-wizard-on-the-mac-an-input-workaround/>.

- Les câbles pour connecter votre sonomètre ou sortie de pré-ampli micro à votre carte son (si vous n'utilisez pas de micro USB) et de vos sorties ligne ou casque de carte son sur votre processeur ou égaliseur. Les fils doivent être long pour atteindre de votre ordinateur votre position d'écoute (là où le micro/sonom sera placé) et à votre processeur ou égaliseur. Si votre carte son a des connecteurs phono (RCA) des câbles phono-phono seront nécessaire, si votre carte son a des prises 3,5mm vous aurez besoin d'une paire de câbles jack stéréo vers des prises stéréo phono. (aussi appelé câble adaptateur Y Radio Shack part 42-2550) ou adaptateur audio stéréo (Radio Shack part 274-883), voir image en dessous.



Si vous utilisez un adaptateur Y vous aurez aussi besoin de deux raccord phono/phono (aussi appelé fiche phono coupleurs, voir image en dessous) pour vous raccorder au câbles venant de votre sonomètre et égaliseur. (Radio Shack part 274-1553).



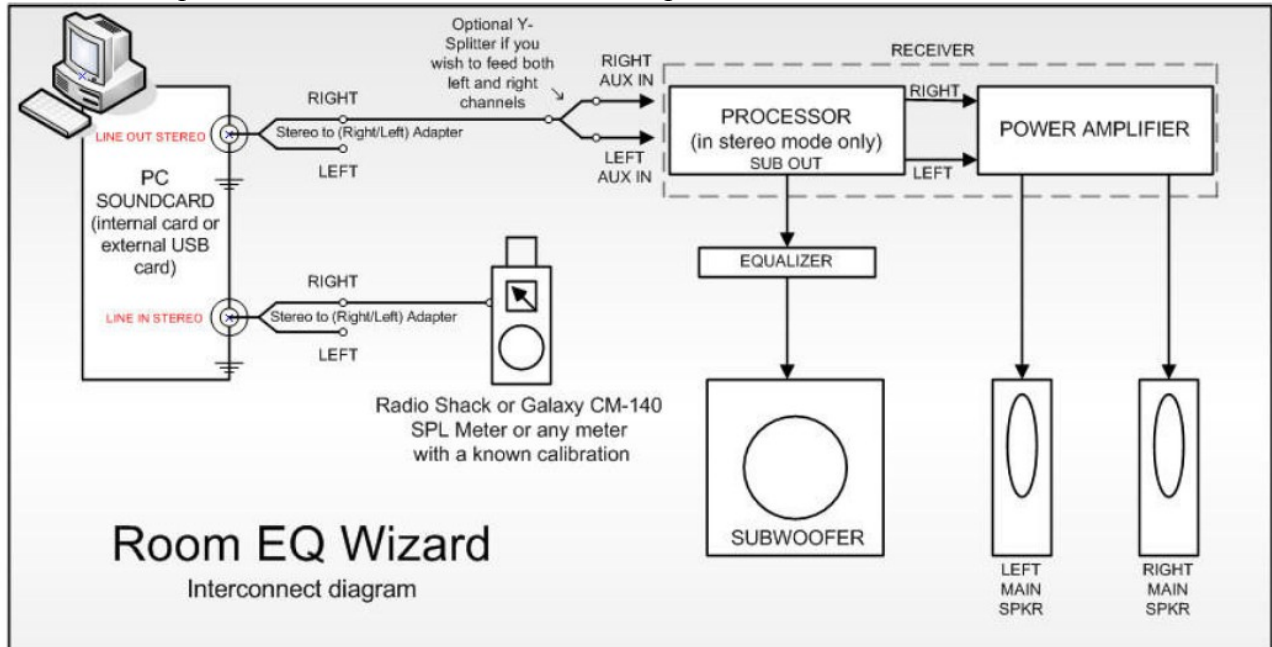
Pour la connexion à un BFD Pro DSP1124P ou FBQ2496 vous aurez besoin d'adaptateur jack 1/4 " vers phono. (Radio Shack part 274-884).



Une interface entre votre filtre/égaliseur et REW est possible en utilisant le REW's RS232 ou le Midi pour la configuration de celui-ci.

Connections : (page 12)

La configuration général pour faire des mesures en utilisant un sonomètre est exposée ci-dessous. Si vous utilisez un microphone USB vous n'avez besoin d'aucune connexion avec les entrées de votre carte son, uniquement à connecter le micro USB au port USB de votre ordinateur.

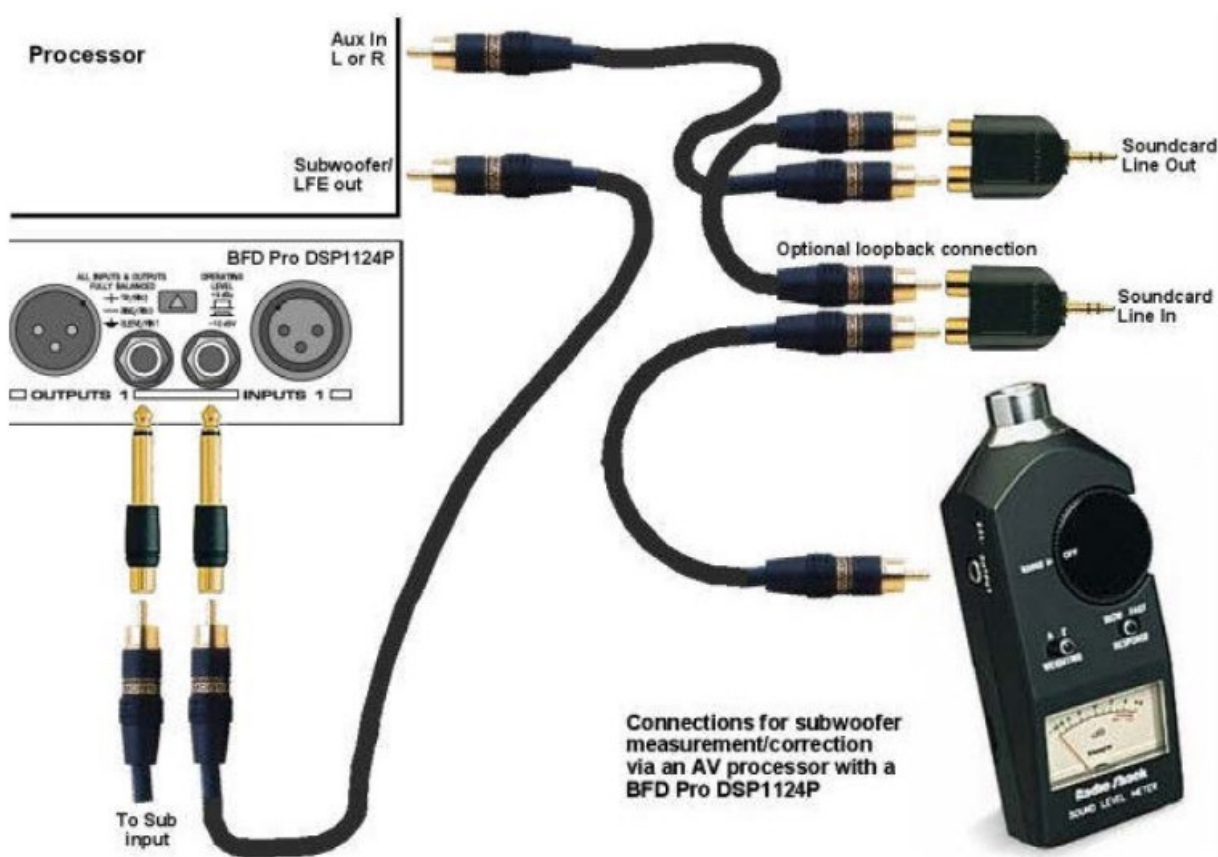


- Quand vous n'utilisez pas un micro USB, une des entrées de votre carte son est utilisée pour mesurer le signal de pression acoustique venant de votre sonomètre, elle doit être connectée au sonomètre ou à la sortie analogique de votre pré-ampli micro. Habituellement nous utilisons le canal droit, mais n'importe laquelle des entrées peut être utilisée si vous n'utilisez pas votre carte son pour faire une boucle de mesure (voir en dessous). Un réglage dans les préférences carte son (Soundcard Preferences) indique à REW quel canal écouter.
- Les deux canaux de sortie de votre carte son transportent le signal de test, un des deux (typiquement le droit) doit être connecté à une entrée de votre processeur ou égaliseur. La connexion avec votre processeur vous permet de faire des mesures qui montreront la réponse aussi bien des enceintes principales que des subwoofer, ainsi que le couplage entre subwoofer et enceintes principales. Les effets de la gestion des basses fréquences par votre processeur peuvent être inclus dans les mesures. La connexion aux canaux gauche ou droite d'une entrée analogique permettra de mesurer la réponse de l'enceinte principale correspondant ainsi que celle du subwoofer, pour exclure d'une mesure l'enceinte principale ou le sub débranchez les ou éteignez les.
- Les autres canaux d'entrées et sorties n'ont pas besoin d'être utilisés pour une mesure de base. La réponse propre de la carte son peut être compensée en prenant une mesure de référence avec la sortie directement reliée à l'entrée, configurer REW pour qu'il soustraye celle-ci des mesures de pièces postérieures. Cependant il est aussi possible d'utiliser une boucle de connexion entre la sortie gauche et l'entrée gauche de la carte son qui servira de référence de temps à REW pour compenser le temps de propagation dans la carte son et dans le système d'exploitation quand vous effectuez une mesure. Une référence de temps est nécessaire pour faire une mesure de phase correcte, pour comparer la différence de temps

entre mesures ou pour obtenir les réglages du delay entre haut-parleurs dans un système multi-canal. Si vous souhaitez faire cela, vous aurez besoin d'un adaptateur coupleur RCA pour la connexion de la boucle. Le fait que REW utilise un canal comme référence de temps est contrôlé par une case à cocher dans le menu Préférences carte son (Soundcard Preferences).

Connections d'un égaliseur:

Si vous utilisez un égaliseur (comme le BFD Pro DSP1124P ou FBQ2496) pour optimiser la réponse de votre subwoofer, il doit être connecté entre la sortie LFE/Sub de votre processeur et l'entrée bas niveau de votre subwoofer. Pour un BFD Pro les sélecteurs de niveau nominal situés sur le panneau arrière doivent être sur la position – 10 dBV.



Si l'entrée de votre processeur est utilisée pour sa fonction de protection d'écrêtage (anti-clipping) (réduit automatiquement sa sensibilité d'entrée si il détecte un signal important.) elle devra être désactivée, car elle pourrait changer le niveau de mesure. La sensibilité du niveau d'entrée devrait idéalement être ajustée à 0,5V, mais ce n'est pas obligatoire.

Le Tag McLaren AV32R DP et AV192R permettent de router l'entrée du signal de test vers l'importe quelle sortie enceinte via l'entrée Signal Test à l'intérieur du menu du filtre TMREQ pour chaque enceinte, ce qui est pratique pour mesurer d'autre haut-parleurs. Ils semblent être les seuls processeurs avec de telles facilités, les autres processeurs peuvent avoir 5,1 ou 7,1 entrées analogiques pour être utilisé de la même façon, mais dans certain cas la gestion des basses ne pourra pas être appliqué à ces entrées, limitant les possibilités de tester le couplage des enceintes Main/Sub (principale/grave).

SPL Meter Range (calibration sonomètre)

Si vous utilisez un sonomètre comme entrée la plage du sonomètre doit être fixé à la valeur normalement utilisé pour la calibration d'enceintes et doit être modifié en utilisant REW. Si vous utilisez le Radio Shack, sélectionner le plage 80 dB si vous calibrez votre système à 75 dB (C'est le niveau standard recommandé par Dolby). Mettez votre sonomètre sur C weighting (pondération C) et slow (lent).

Si vous utilisez un micro USB ou un micro avec pré-ampli pour faire vos mesures, vous devrez sélectionner l'option **Mic or Z Weighted SPL** dans le menu Mic/Meter Preferences.

Aperçu de REW

Ayant rassemblé l'équipement nécessaire nous pouvons regarder comment REW lui même est organisé pour faire et analyser des mesures dans [REW Overview](#).

Signaux et mesures : (page 15)

« Qu'est-ce que tout ça signifie de toute façon ? »

Pour donner du sens aux mesures que vous pouvez prendre avec REW, il est utile de comprendre ce que sont ces mesures. Ce chapitre donne un aperçu des bases sur les signaux et les mesures et explique comment les différents graphs sont générés dans REW ainsi que comment ils établissent un rapport avec ce que vous avez mesuré.

Signaux, fréquence échantillonnage (sample rate) et résolution

La première chose à comprendre est qu'est-ce qu'un signal, au moins dans le contexte de la mesure acoustique. Les signaux qui nous intéressent sont les sons enregistrés par un microphone ou par un sonomètre. La pression du son génère un signal électrique dans la micro/sonom qui est capturé par notre carte son. La carte son prend des mesures du niveau électrique à son entrée. Chaque mesure est considérée comme un **échantillon (samples)**. Le nombre d'échantillons qu'elle prend est contrôlé par la **fréquence d'échantillonnage (sample rate)**, Rew support comme fréquence d'échantillonnage 44,1kHz et 48kHz, ce qui signifie que la carte son capture le niveau à son entrée 44,100 ou 48,000 fois par seconde. Trois secondes de signal échantillonné à 48kHz produit un séquence de $3 \times 48,000 = 144,000$ valeurs mesurées. La fréquence la plus haute qui peut être capturée à n'importe quelles fréquences d'échantillonnage est la moitié de la fréquence d'échantillonnage, nous avons besoin d'au moins deux samples pour chaque cycle de la fréquence afin de la reproduire. Ce qui signifie que avec un échantillonnage à 48kHz, la fréquence la plus haute que nous pouvons capturer est 24kHz. Les fréquences au dessus de la moitié de la fréquence d'échantillonnage provoqueraient un repliement du spectre, elles paraîtraient plus basses que ce qu'elles sont vraiment. Par exemple, un signal à 25kHz échantillonné à 48kHz peut enfaîte ressembler à un signal de 23kHz. Pour prévenir ça les entrées des cartes son ont des filtres anti-repliement (anti-aliasing) qui essayent de bloquer les signaux plus haut que ce que l'on peut capturer, mais ils ne sont pas complètement efficace, nous devons donc toujours considérer le contenu fréquentiel des signaux que nous essayons de capturer.

La résolution des mesures par carte son est typiquement soit 16bits, soit 24bits. La résolution 16 bits est la même que celle utilisé pour les Cds, et la résolution que REW accepte. Avoir une résolution de 16bits permet à chaque valeurs de mesure de varier entre -32768 et + 32767 (les nombres peuvent être représentés par 15 chiffres binaire, plus un 16ème chiffre binaire pour stoker le signe du nombre) . Plutôt que d'utilisé les nombres mesurés directement, il est plus pratique de se référer à eux en termes de à quel point sont ils proches du nombre le plus grand, qui est désigné comme étant le **Full Scale (pleine échelle)** abrégé par **FS**. Les valeurs limites de cette échelle sont -32768 et +32767. La plus petite des valeurs de mesure non égale à zéro est 1, qui en pourcentage de la pleine échelle est $100 \times (1/32768)$ ou environ 0,003% FS. Tout ce qui sera plus petit que ça sera vu par la carte son comme égale à zéro. La valeur à pleine échelle (0dBFS) correspond à une certaine tension à l'entrée de la carte son, qui est en général autour de 1 Volt. Les cartes son qui ont une résolution supérieur, tel que 24 bits, on en générale la même tension maximum d'entrée (autour de 1 volt) mais peuvent utiliser un plus large éventail de nombres pour mesure la tension. Pour une carte son 24 bits les valeurs de pleine échelle sont -8388608 et +8388607. La plus grande tension d'entrée qui n'est encore que de 1 Volt n'a pas changée, mais les cartes son 24 bits on une résolution supérieur, la valeur la plus petite qu'elles peuvent détecter est $100 \times (1/8388608)$ pour cent de pleine échelle, 0,000012% FS. Ce sont sur les plus petites signaux que les grandes résolutions sont utiles. La valeur à pleine échelle est souvent traitée comme correspondant à la valeur 1, et tout ce qui est en dessous de la pleine échelle étant une proportion de 1 correspondante, donc la

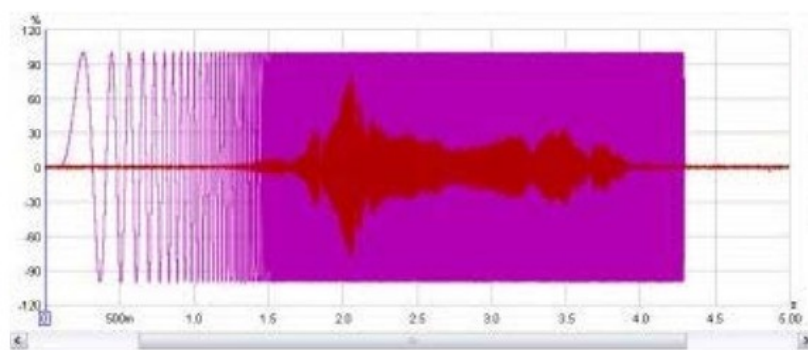
moitié de la pleine échelle serait 0,5 et ainsi de suite.

Clipping (écrêtage)

Si le signal devient plus grand que la valeur de pleine échelle la carte son sera incapable de le suivre, la valeur mesurée ne peut pas être plus grande que la pleine échelle peu importe ce qu'il se passe à l'entrée. Quand le signal a dépassé la plage l'entrée elle peut le mesurer et dit avoir écrêtée (Clip). L'écrêtage se présente dans les signaux d'entrée en une partie plate de la réponse. Si un écrêtage au niveau de l'entrée de la carte son arrive il sera à +100% FS ou -100% FS et REW vous alertera, mais parfois l'écrêtage peut arriver avant que le signal entre dans la carte son (dans un pré-ampli micro duquel le gain est ajusté trop haut, par exemple) . Dans ce cas les valeurs mesurées ne dépasserons jamais le niveau FS de la carte son, mais le signal est écrêté malgré tout. L'écrêtage doit être évité lors de la mesure, car le signal capturé ne représente plus ce qui se passe réellement à l'entrée ce qui fausse la mesure.

Affichage des signaux

Une manière de voir les signaux et de tracer les valeurs mesurées suivant le temps. Quand les signaux capturés sont tracés par le graph **Scope** de REW ils sont montrés en % FS, un signal qui atteint 100% FS est le plus grand que la carte son peut capturer. Un exemple du tracé **Scope** de REW et montré ci dessous, il affiche un signal sweep que REW a généré et (en rouge) le signal résultant capturé par le microphone.



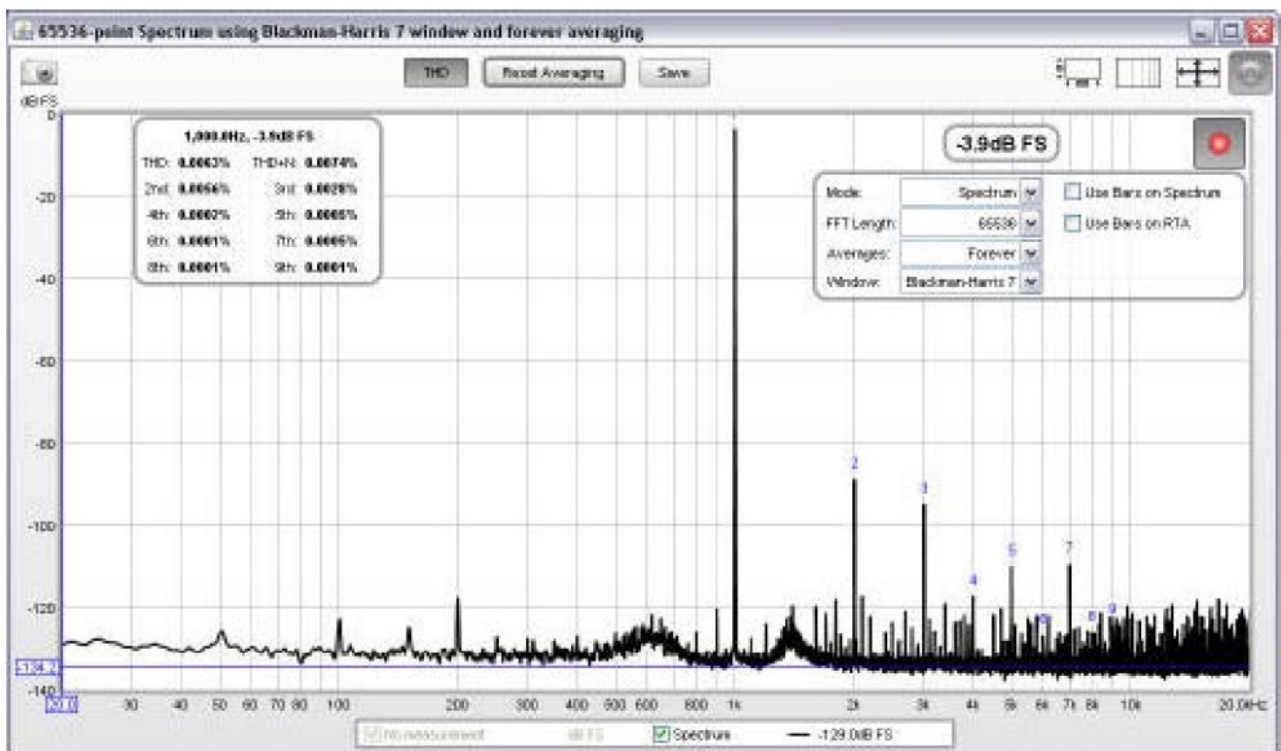
Nous sommes généralement intéressée par plus que uniquement la valeur des samples. Les fréquences qui composent le signal nous intéressent aussi. La plage des fréquences qui composent le signal est appelé son **Spectrum** et nous pouvons calculer celui ci avec une transformée rapide de Fourier (Fast Fourier Transform ou **FFT**). Les FFT travaillent sur les amplitudes et les phases d'un ensemble de forme d'onde cosinus, qui lorsqu'elles sont additionnées, donnent le même ensemble de valeurs de mesure que le signal temporel. Les amplitudes et phases de ces ondes cosinus sont des façons différentes de représenter le signal temporel, en terme de fréquences qui le composent plutôt que en terme de ses valeurs mesurées individuellement. L'amplitude est facile à comprendre, une plus grande amplitude signifie une onde cosinus plus grande. La phase indique la valeur de départ de l'onde cosinus dans le temps du premier samples de la séquence qui a été mesurée. Une phase de 0 degré signifierait que la valeur de départ été $\text{amplitude} \cdot \cos(0) = \text{amplitude}$. Une phase de 90 degré signifierait que la valeur de départ de $\text{amplitude} \cdot \cos(90) = 0$. Nous sommes plus souvent intéressés par les amplitudes que par les phases, mais nous ne devons pas oublier les phases entièrement ; elles contiennent la moitié des informations de la forme du signal temporel original.

Quand une FFT est utilisée pour calculer un Spectrum elle utilise un ensemble de fréquences espacées uniformément par un courant continu (fréquence 0) jusqu'à la moitié de la fréquence

d'échantillonnage. L'espacement dépend de la longueur du signal qui est analysé par la FFT. Les calculs de FFT sont plus efficaces quand la longueur des signaux sont des puissances de 2, tel que 16k (16,384) , 32k (32768) ou 64k (65536). Pour calculer une FFT de 64k depuis un signal échantillonné à 48kHz nous avons besoin de $65536/48000$ secondes de signal, ou 1,365s. Les fréquences seront espacées de $24000/65536 = 0,366\text{Hz}$. Si les FFT ont été générées à partir d'un samples de 16k, les fréquences seront espacées de 1,465Hz. Plus le nombre de samples utilisés pour générer la FFT est petit, plus la résolution en fréquence est basse plus l'espacement des fréquences augmente. Pour des hautes résolutions de fréquences nous avons besoins d'analyser de longue période de signal.

RTA

Une façon commune de voir le Spectrum d'un signal temporel et d'utiliser un Analyseur Temps Réel (Real Time Analyser ou RTA). Le RTA montre un tracé des amplitudes des fréquences qui constituent les signaux qui sont analysés. Cependant, tandis que les signaux produits par les FFT sont espacés uniformément en fréquences, un RTA les groupent ensembles en fraction d'octave. Une octave est un doublement de fréquence, de sorte que l'intervalle entre 100Hz et 200Hz représente une octave. De même que l'intervalle entre 1kHz et 2kHz, l'écartement fréquentiel d'une fraction d'octave augmente à mesure que la fréquence augmente. Pour un RTA au 1/3 d'octave l'écartement est de 4,6Hz à 20Hz, mais de 4,6kHz à 20kHz. Pour un RTA au 1/24 d'octave les écartement seront d'une largeur de 1/8 ème. A l'intérieur d'une fraction d'octave plusieurs valeurs individuelles de FFT peuvent être utilisées pour produire une seule valeur que le RTA assigne à une bande de fréquence. Ci dessous une image de de REW en mode RTA qui affiche le Spectrum d'un son de 1kHz et ces distorsions harmoniques.



Systèmes et fonctions de transfert

La visualisation du spectrum a ses utilisations, mais nous sommes aussi intéressés par comment l'équipement que nous utilisons altère le spectrum du signal. La façon dont le système change le spectrum pendant sa traversé est appelé **la fonction de transfert** du système (**Transfert Fonction**). La fonction de transfert à deux composantes, la réponse en fréquence et la réponse en

phase. La réponse en fréquence montre comment les amplitudes des fréquences sont modifiées par le système, la réponse en phase montre comment la phase des fréquences est modifiée. Une description complète d'un système nécessite les deux réponses, des systèmes très différents peuvent avoir la même réponse en fréquence mais leur différences de réponses en phase nous permet de les distinguer.

Notez qu'il est important de ne pas confondre la réponse en fréquence d'un système avec le spectrum de sortie du système. Le spectrum d'un signal nous montre de quoi il est composé en termes de contenu fréquentiel. La fonction de transfert nous dit comment le système change le spectrum du signal. Le but d'un logiciel de mesure comme REW est de mesurer ces fonctions de transfert et les graphs SPL & Phase de REW montre la réponse en phases et en fréquences de la fonction de transfert. L'amplitude de la réponse en fréquence est représenté par un tracé SPL. En dessous un tracé de la réponse en fréquence (tracé du haut, axe de gauche) et la réponse en phase (tracé du bas, axe de droite) de la mesure de la salle, affichant l'espace (la travée) jusqu'à 200Hz.



La réponse impulsionnelle (page 19)

La fonction de transfert nous la montre, grâce aux réponses en fréquences et en phases, comment le système affecte le Spectrum (Spectre) du signal pendant sa traversée. Elle caractérise le système dans ce qui l'on appelle le domaine fréquentiel. Mais qu'en est-il du signal lui-même ? Comment pouvons-nous décrire comment chaque échantillon du signal est affecté par le système, son comportement de le **Time domain (domaine temporel)** ? La manière dont le système change les échantillons du signal est appelée Impulse response (réponse impulsionnelle). La raison de cette appellation deviendra claire. L'impulse response (IR) est elle-même un signal, composé de séries de samples. Les signaux qui sont entrés dans le système chevauchent les IR en passant à travers, le parcourant samples par samples. Lorsque le premier signal apparaît, ses premiers échantillons s'alignent avec les premiers échantillons de l'impulse response. La sortie du système pour ce premier sample entré est la valeur du premier sample de l'IR multiplié par la valeur du premier sample du signal :

$$\text{Output}[1] = \text{input}[1] * \text{IR}[1]$$

Un sample plus tard, l'entrée présente un chevauchement de 2 samples avec l'IR. La sortie pour cette période est le 2ème sample de l'entrée et la première IR, plus le premier sample de l'entrée et la deuxième IR :

$$\text{output}[2] = \text{input}[2] * \text{IR}[1] + \text{input}[1] * \text{IR}[2]$$

La période d'échantillon après les entrées chevauchent l'IR de 3 samples, la sortie est :

$$\text{output}[3] = \text{input}[3] * \text{IR}[1] + \text{input}[2] * \text{IR}[2] + \text{input}[1] * \text{IR}[3]$$

Et ainsi de suite, à chaque samples d'entrées qui apparaissent successivement. Ce processus de multiplication des samples du signal d'entrée avec les samples de l'IR est appelé **convolution**. Généralement la durée d'une réponse impulsionnelle est assez courte, beaucoup moins d'une seconde pour la mesure d'un bout d'équipement et de une ou deux secondes pour la mesure d'une pièce de taille domestique, donc finalement la sortie de chaque période de temps comprend la longueur de l'IR multiplié par la même longueur du signal d'entrée, avec tous les produits individuels additionnés pour donner le résultat de cette période.

Alors pourquoi l'appeler « Impulse response » ?

Quelle sortie obtiendrez-vous si le signal d'entrée est composé d'un seul sample à pleine échelle, auquel nous allons assigner la valeur un, suivi par des 0 pour tous les autres samples ? Le sample de sortie initial serait :

$$\text{output}[1] = \text{input}[1] * \text{IR}[1] = \mathbf{IR[1]}$$

Le sample de sortie suivant serait

$$\text{output}[2] = \text{input}[2] * \text{IR}[1] + \text{input}[1] * \text{IR}[2] = 0 * \text{IR}[1] + 1 * \text{IR}[2] = \text{IR}[2]$$

Le troisième sample serait

$$\text{output}[3] = \text{input}[3] * \text{IR}[1] + \text{input}[2] * \text{IR}[2] + \text{input}[1] * \text{IR}[3] = 0 * \text{IR}[1] + 0 * \text{IR}[2] + 1 * \text{IR}[3] =$$

IR[3]

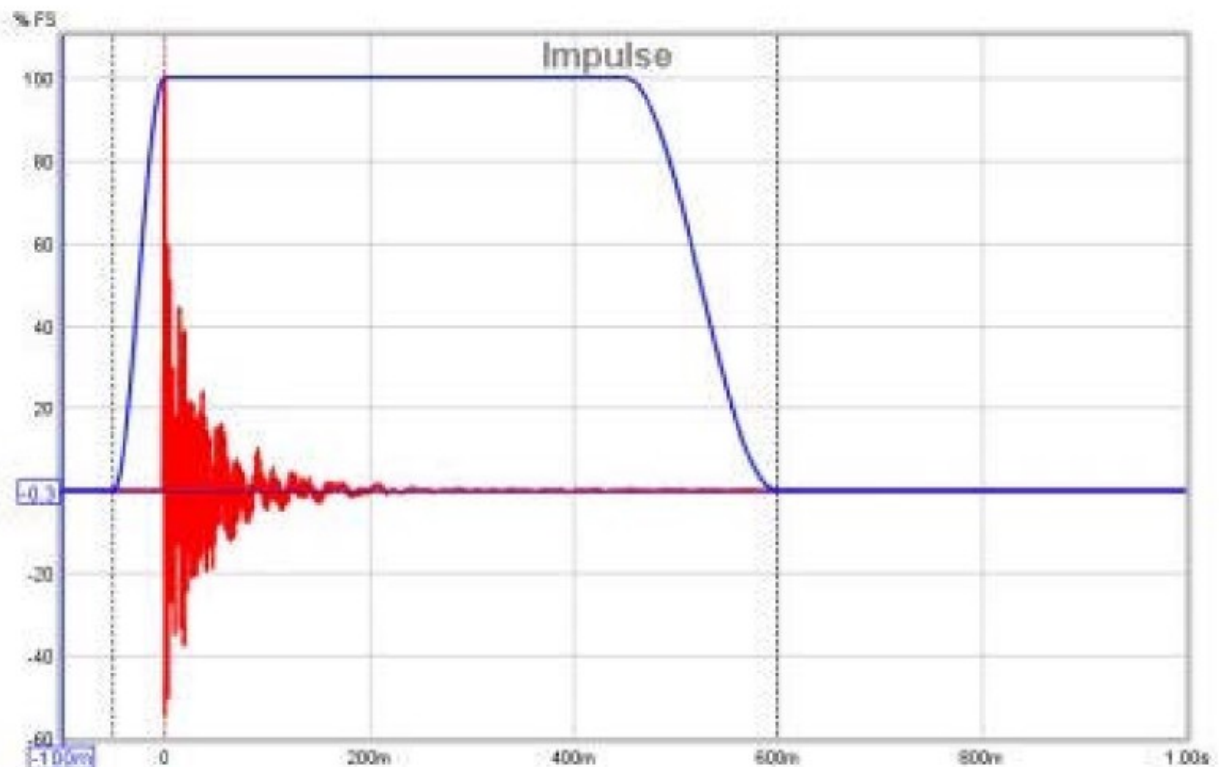
et ainsi de suite. La sortie se composerait de chaque sample de l'IR consécutivement. Une entrée qui à juste un sample pleine échelle (full scale) suivis par des zéros s'appelle une Impulse (Impulsion), ainsi une fois cette entrée alimentée la sortie du système est appelé Impulse response.

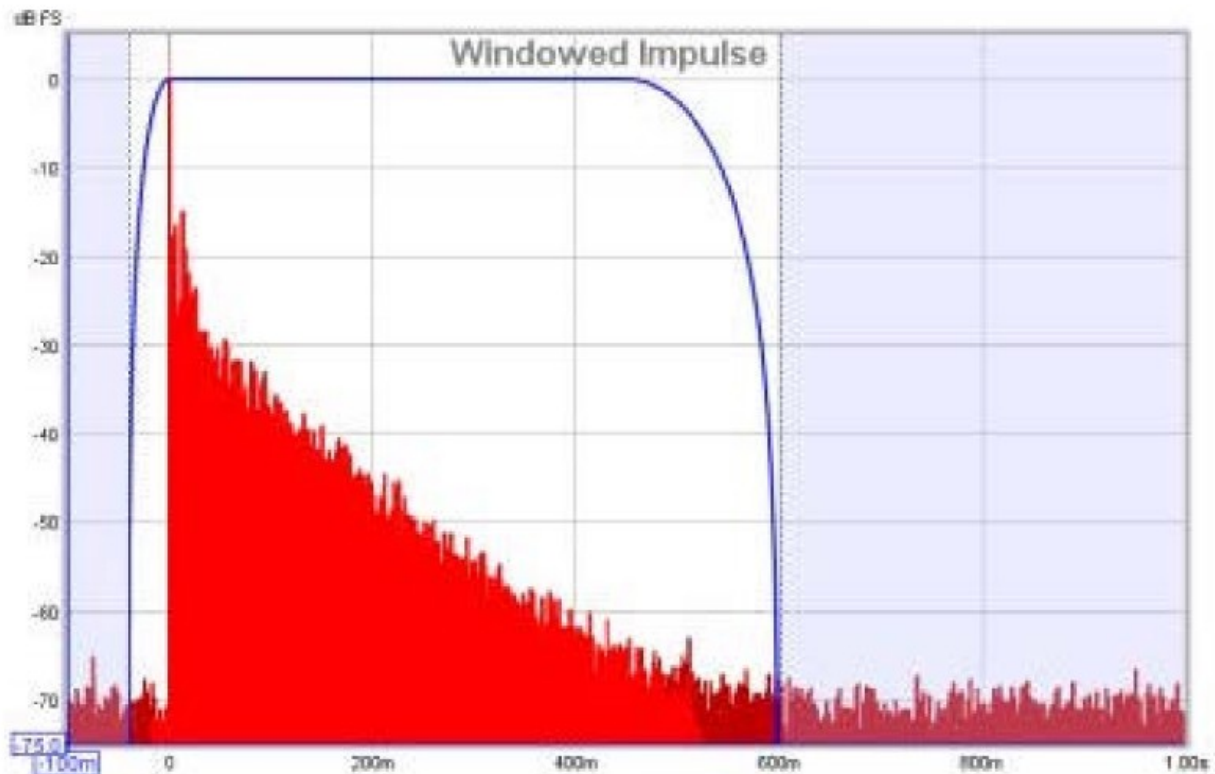
Relations entre Transfert Fonction and Impulse Response

Comme la transfert fonction et l'impulse response sont deux descriptions du même système, nous pouvons raisonnablement supposer qu'elles sont liées, et elles le sont. La transfert fonction est une FFT d'une impulse response, et une impulse response est une FFT inverse d'une transfert fonction. Ce sont deux vues du même système, une dans le domaine fréquentiel et l'autre dans le domaine temporel. La transfert fonction est simplement le spectrum d'une impulse response.

Visualisation de l'impulse response

Le graphique Impulse de REW affiche l'impulse response. Elle montre les valeurs en % FS ou en dB FS. L'échelle de dB est utile pour visualiser de grande dynamique de signal, plutôt que de tracer les valeurs directement, il trace la base $10\log$ multiplié par 20 des valeurs. Le haut du tracé en dB correspond à 0dB FS, ce qui correspond aussi à 100% FS. Un niveau de 50% FS serait de $20 \cdot \log(0,5) = -6\text{dB FS}$. 10% FS donne $20 \cdot \log(0,1) = -20\text{dB FS}$. L'échelle de dB FS est utile pour voir de quel façon les niveaux faibles de l'impulse se comportent et où nous les perdons dans le bruit de fond de la mesure. Les images en dessous montrent une impulse response avec en axis des % FS puis la même en db FS. Dans la deuxième image nous pouvons voir que l'impulse prend plus longtemps pour décroître en dessous du bruit de fond de la mesure que avec le tracé en % FS.





Fenêtrage de l'impulse response

Le système que nous voulons mesurer pourrait être un morceau d'équipement, comme un haut-parleur, mais en acoustique le système que vous mesurez réellement inclut d'autres équipements et environnements dans le chemin entre le signal généré pour la mesure et le signal capturé pour l'analyse. Ce qui comprend l'amplificateurs, le microphone, la carte son et le plus important la pièce elle-même. Le système que nous mesurons réellement inclut tout ces éléments, donc pour ce concentrer sur une de ces parties nous devons prendre le temps de supprimer les influences des autres parties qui ne nous intéressent pas.

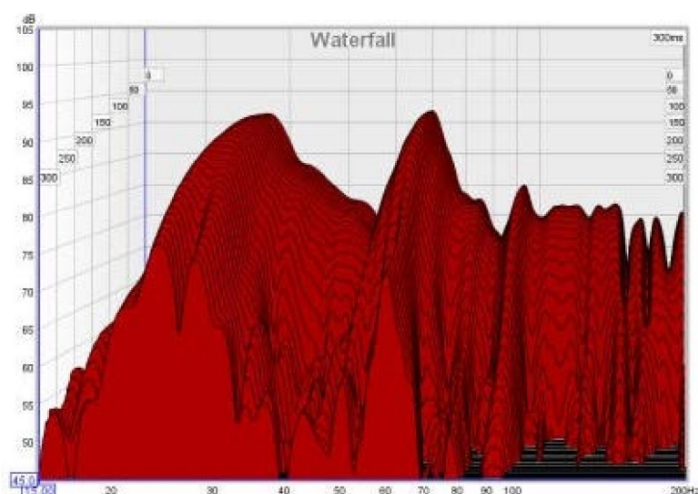
La réponse de la carte son peut être calibrer avant en la mesurant séparément, comme la réponse du microphone. Éliminer les effets de salle est plus compliqué. Il se peut que ce soit les effets de la salle qui vous intéresse, particulièrement si vous étudiez ce que vous entendez à votre position d'écoute, mais si vous essayez d'isoler les performances d'un haut-parleur les contributions de la pièces peuvent venir perturber les détails des performances de celui-ci.

Les signaux qui atteignent le microphone voyagent par un chemin direct, qui est le route la plus courte depuis le haut-parleur et donc celui qui prend le moins de temps. Le son provenant du haut-parleur rayonne aussi en dehors et rebondi sur les parois de la salle. Ces réflexions venant des surfaces voyagent plus longtemps avant d'atteignent le microphone, elle prennent donc plus de temps pour l'atteignent. Si le signal est une impulsion, nous nous attendons à voir le son direct en premier, puis les arrivées des réflexions. Ces dernière arrivées sont retardées par le temps supplémentaire induit par le trajet supplémentaires quelle parcours. Le plus courts de ces temps supplémentaires peut être considéré comme le son venant de la parois la plus proche. Si la parois la plus proche est à 1 mètre par exemple cela prendra au moins 3 millisecondes de plus pour une réflexions venant de cette parois pour atteindre le microphone que le son direct provenant du haut-parleur (en pratique il faudrait un peut plus de temps que sa comme la distance serait un peut plus grande que 1 mètre).

Si nous n'examinions que les premières ms de l'impulse response, nous ne verrions que les parties correspondant premières arrivées, celle qui sont venues directement du haut-parleur sans contribution de la salle. Regarder une petite partie de l'impulse response de cette façon est appelé le **Fenêtrage (Windowing)** de la réponse (dans les images d'impulse quelques paragraphes au dessus le trait bleu représente la window (fenêtre)). Si nous calculons une FFT pour cette partie fenêtré de l'IR nous pourrions voir la transfert fonction pour l'arrivé direct du son, qui serait la transfert fonction du haut-parleur seul. Cependant, il y a un inconvénient. Si nous prenons la FFT d'un signal court, nous pourrions uniquement voir la réponse jusqu'à une limite basse définie par la longueur du signal. Si nous avons une seconde complète de signal nous aurons une réponse en fréquence qui descendra jusqu'à 1Hz. Si nous avons seulement 1/10^{ème} de secondes, nous aurons uniquement une réponse qui descendra jusqu'à 10Hz. De façon générale, si la longueur du signal que nous analysons est T secondes, la fréquence la plus basses est 1/T. Donc si notre windows était de 3ms de longueur, nous obtiendrons seulement une réponse en fréquence qui descendra à $1/0,003 = 333\text{Hz}$. Pour voir des réponses de basses fréquences sans l'influences de la salle les parois les plus proches doivent être aussi loin que possible. Pour régler les paramètres de Window dans REW cliquez sur le bouton IR Windows. Par défaut REW utilise des paramètres de windows qui incluse plus de 0,5s de l'impulse response, donc les effets de la salle sont visibles.

Waterfalls

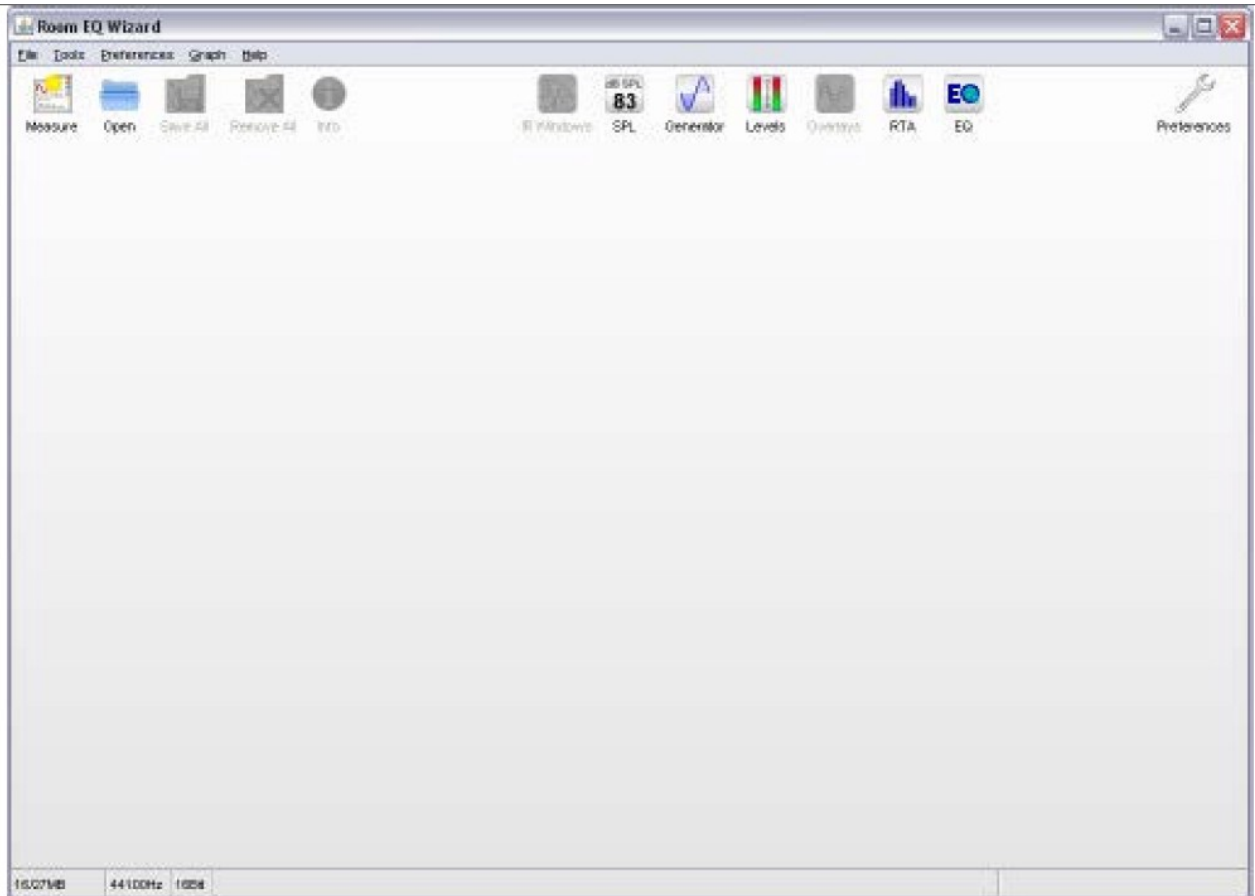
Les graphiques SPL & Phase et Impulse sont les plus utiles pour étudier la transfert fonction que nous avons capturé, mais il existe une autre représentation graphique qui nous donne des informations intéressantes sur ce que la salle fait au sons que nous jouons dedans. Ce graphique est le **Waterfall**. Le waterfall est un tracé de comment le spectrum d'une section d'impulse response évolue en fonction du temps. Il est produit par le windowing d'une partie initiale de la response, typiquement de quelque centaines de millisecondes quand on recherche la response de la salle et en calculant une FFT pour cette section fenêtrée. La FFT produit la première tranche (slice) du waterfall. Nous déplaçons ensuite légèrement le fenêtre (windows) le long de l'impulse response et calculons une autre FFT pour produire le second slice (tranche) du waterfall. Déplacer la fenêtre (windows) encore un peu plus loin la troisième tranche (slice), puis la quatrième et ainsi de suite. Comme nous nous déplaçons plus loin le long du waterfall nous commençons à perdre le signal initial venant du haut-parleur et à voir de plus en plus l'effet de la salle uniquement. Les réponses de la salle sont plus importantes à certaines fréquences qui sont les **résonances modales**, qui sont les fréquences auquel le son rebondie en faisant des allés et venues entre les parois de la salle, les renforçant et produisant des sons stables qui décroissent lentement. Ces fréquences de différent en créant des crêtes dans le tracé waterfall, qui auront les plus hautes crêtes et le plus long temps de décroissance pour les résonances modales les pires.



Ceci été une très courte introduction sur les concepts basique du signal et de la mesure. Si vous les comprises du début à la fin, temps mieux. Maintenant vous avez les informations dont vous aviez besoin pour comprendre comment REW fait des mesures.

Vu d'ensemble de REW (page 25)

Quand vous démarrez REW cela ressemble à sa :



La fenêtre principale est vide nous pouvons soit faire une mesure soit en charger une existante. Le SPL Meter, Signal Generator et Level Meters peuvent être utilisés sans avoir chargé aucune mesures,



Comme le peut la fenêtre RTA,



Après avoir fait ou chargé des mesures, le fenêtre principale ressemble à sa :



Les mesures apparaissent sur la gauche, dans les panneaux se chevauchant. Le mesure sélectionnée à un arrière plan blanc, tandis que les autres sont gris. Sur la droite se trouve la partie graphique pour la mesure en cours.

Tous les boutons de la barre d'outils sont maintenant actifs. Ils forment 3 groupes, premièrement les boutons relatifs au mesurage.



Ces boutons permettent de faire une nouvelle mesure, ouvrir un fichier d'une mesure déjà existante, de sauvegarder toutes les mesures en cours dans un seul fichier de mesure (.mdat), de supprimer toutes les mesures en cours, et d'ouvrir un menu d'informations pour afficher des informations supplémentaires sur la mesure en cours.

Le groupe suivant contient les différents outils



Le bouton IR windows est une fenêtre qui permet de changer le type et l'ampleur de l'impulse response en cours de mesure. Les boutons d'après sont le SPL Meter, le Signal Generator et le Level Meter . Ensuite il y a un bouton pour ouvrir la fenêtre de graphique Overlays, qui permet de charger une ou plusieurs mesures et des les afficher sur même tracé. Les deux dernier boutons sont le fenêtre RTA et enfin la fenêtre EQ, qui est utilisé pour étudier les effets d'une égalisation sur la mesure en cours.

Le dernière bouton de la barre d'outils fait apparaître le menu préférences



Dans la partie graphique ce bouton capture le graphique en cours en une image



une bande de sélecteur pour choisir le type de graphique



Un bouton pour activer/désactiver les scrollbars de la partie graphique, basculer l'axe des fréquences entre log et linéaire, configurer les limites du graphiques et afficher le menu de contrôle du graphique.



En dessous du graphique c'est la légende qui affiche les valeurs du tracé suivant la position du curseur

☒ Zaphod	$\frac{1}{48}$	81.1dB	☒ Phase	$\frac{1}{48}$	73deg
☒ Min phase	$\frac{1}{48}$	-85deg	☒ Excess phase	$\frac{1}{48}$	158deg
☒ Mic/Meter Cal	—	-5.8dB	☒ Soundcard Cal	-----	-0.1dB

Si un lissage (smoothing) est appliqué les fractions d'octave (1/48 sur l'image au dessus) apparaissent entre le nom du tracé et sa valeur.

La première étape pour faire marcher REW est de configurer les entrées et sorties audio et de

calibrer la carte son.

Se mettre en place pour mesurer

Quand vous utilisez REW pour faire de la mesure le mieux est de quitter toutes autres applications, ce déconnecter d'internet et désactiver tout réseaux sans fils. Les interférences entre les entrées audio et les interfaces sans fils ou la grande demande en processeur d'autres applications, mise à jours anti-virus et autres peuvent causer des écarts dans les signaux capturés ou générés menant principalement à des mesures incorrectes.

Les étapes initiales pour faire de la mesure de salles sont :

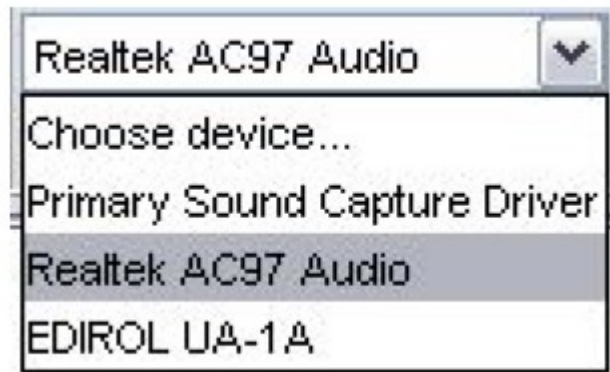
1. Choisir les entrées et sorties
2. Calibrer la carte son (pas nécessaire si vous utilisez un microphone USB)
3. Contrôler les niveaux
4. Calibrer l'afficheur SPL (pas nécessaire si vous utilisez une microphone USB qui à une fiche de calibration compatible avec REW)

Les divers calibrages doivent être habituellement fait une seul fois. Si vous lancez REW pour la première fois il est mieux de lire les chapitres d'aides initiaux plutôt que de sauter directement dans les étapes de configurations individuelles, cependant si votre ordinateur à déjà été configuré pour utiliser un autre logiciel de mesure acoustique, vous pouvez probablement sauter directement vers Faire des mesures.

Choisir les entrées et sorties audio

Sur Windows REW peut utiliser soit les drivers de carte son Java soit les drivers ASIO, sur les autres plates-formes seul les drivers Java sont supportés. Si vous utilisez les drivers Java REW par défaut les entrées et sorties audio seront celles par défaut de votre OS. Si vous souhaitez utiliser d'autres entrées ou sorties, ou utiliser les drivers ASIO, vous pourrez choisir dans le menu Soundcard Preferences, cliquer sur le bouton préférences dans la barre d'outils pour afficher le menu. La liste des appareils montre toutes les cartes son que REW à détectées, quand une carte son à été sélectionnée la liste des entrées et sorties montre quelles input/output (entrée/sortie) sont disponibles pour cette carte son. Les périphériques ASIO apparaissent dans la liste si leurs drivers sont installés, ceci même si la carte son n'est pas branché, connecter la carte son pour rendre accessible la liste des fréquences d'échantillonnage supportées. Noter que si une carte son USB est branchée après que REW ait été démarré cela peut prendre une minute pour quelle apparaisse dans la liste des périphériques, c'est une caractéristique du Java Runtime Environment.

Quand vous utilisez les drivers Java la liste comprend à la fois les périphériques interne et externe et les drivers par défaut offerts par le système d'exploitation.



Quand c'est possible sélectionner les drivers de la carte son elle même plutôt que les drivers de l'OS « Primary Sound Capture Driver, « Primary Sound Driver », « Java Sound Audio Engine » ou similaire. REW a besoin d'un accès direct aux configurations de la carte son si il est configuré sur ajustement automatique des niveaux, ce qui ne serait pas possible si ce sont les drivers de l'OS qui sont sélectionnés. Java Sound Audio Engine est aussi enclin à produire des pops durant la lecture, ce qui dégrade les mesures.

Une fois qu'un périphérique a été sélectionné, les entrées et sorties peuvent être sélectionnées. Quand nous utilisons les drivers Java, les entrées sont généralement appelées « LINE_IN » ou « MICROPHONE » et les sorties « SPEAKERS » ou « LINE_OUT », cependant ces noms peuvent être différents pour une carte son USB. Par exemple, l'entrée pourrait porter le nom « Digital Audio Interface ». Les périphériques ASIO ont des noms d'entrées et de sorties plus spécifiques et chaque canal mono est listé séparément.

Astuces de dépannage : Pour empêcher REW d'accéder à la configuration de la carte son, laissez les entrées et sorties du périphérique sur « Default Device ». L'utilisation de ces entrées et sorties dépendantes des contrôles de niveaux de votre système ferait avec les réglages de l'OS et/ou du volume de la carte son.

Sélection de la fréquence d'échantillonnage (Sample Rate)

Sur Mac il est parfois nécessaire de mettre la fréquence d'échantillonnage sur 44,1kHz pour accéder aux entrées et sorties et générer des signaux à la fréquence correcte. Il n'y a pas d'accès programme au contrôle de la carte son, utiliser les configurations dans Applications - Utilities – Audio MIDI Setup.

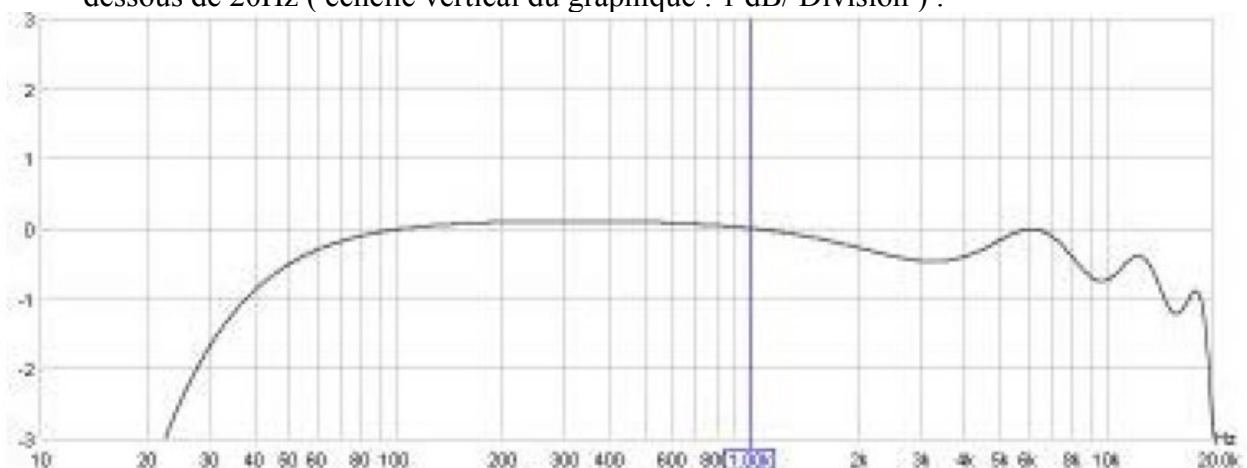
Lors de l'utilisation de drivers ASIO il vous sera permis une fréquence d'échantillonnage jusqu'à 96kHz, si la carte son le supporte. Le mieux est d'utiliser 44,1kHz ou 48kHz pour les mesures acoustiques à moins que votre test requière des résultats de mesures au-dessus de 20kHz (étude de résonances de tweeter, par exemple). Plus la fréquence d'échantillonnage est haute plus elle augmente l'utilisation de la mémoire, ralentit le traitement et n'améliorera pas la précision.

Calibrer la carte sonorisation (page 30)

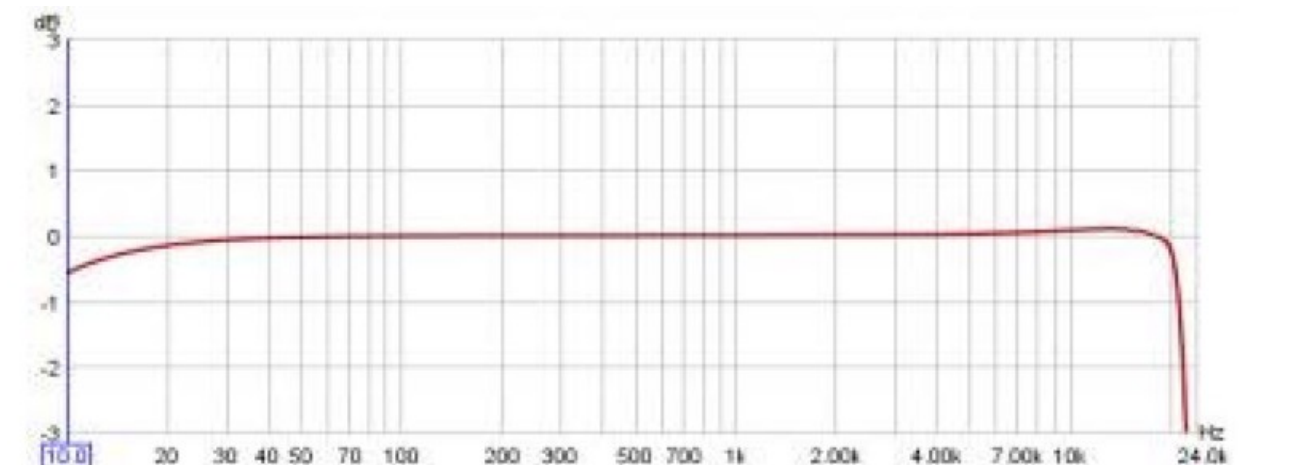
Cette étape n'est pas nécessaire si vous utilisez un microphone USB, allez directement au Tester des niveaux (Check Levels).

Une fois l'entrée et la sortie audio ont été sélectionné (ou gauche par défaut si vous utilisez la configuration par défaut de l'OS) REW est prêt à faire une mesure de calibration de la réponse en fréquences de la carte son. Elle sera utilisée pour supprimer la réponse de la carte son des mesures de la salle et c'est un test important pour savoir si la carte son est configuré correctement.

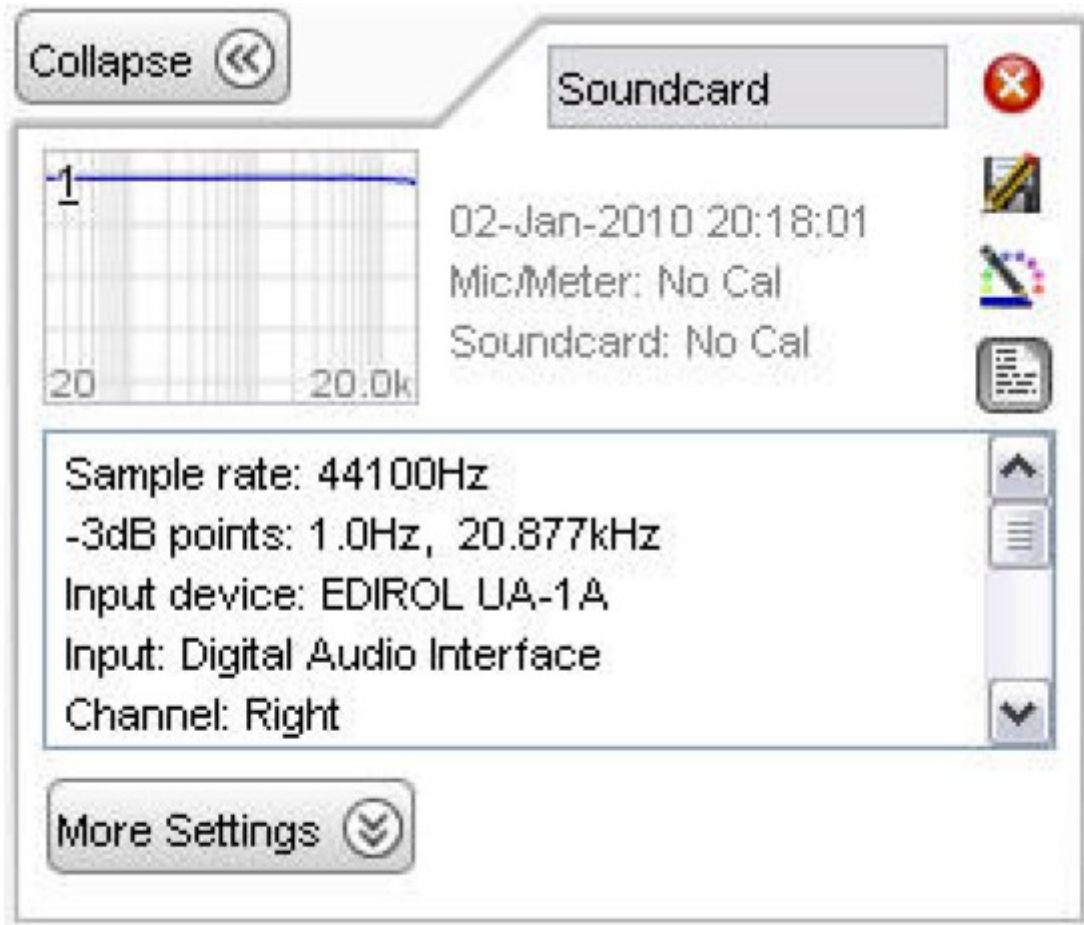
1. Connecter la sortie line (ligne) ou casque de la carte son directement dans son entrée. Utilisez le canal qui est utilisé pour faire les mesures, lequel doit être le même que celui qui a été sélectionné dans la configuration canal d'entrée (input channel).
2. Pressez le bouton Calibrate, dans le menu préférences de la carte son (soundcard preferences) et suivez les instructions du menu d'aide en bas.
3. Le résultat de la mesure devrais être à peu près plat (variant de moins d'un dB sur la plupart de la courbe) mais elle chute aux hautes et basses fréquences et auront souvent quelques ondulations vers la limite haute. Si elle montre des variations excessives entre 20Hz et 20kHz un message d'erreur sera affiché, le mesure ne pourra pas être utilisé. Voici un mesure valide de la carte son interne d'un ordinateur portable qui chute assez rapidement en dessous de 20Hz (échelle vertical du graphique : 1 dB/ Division) :



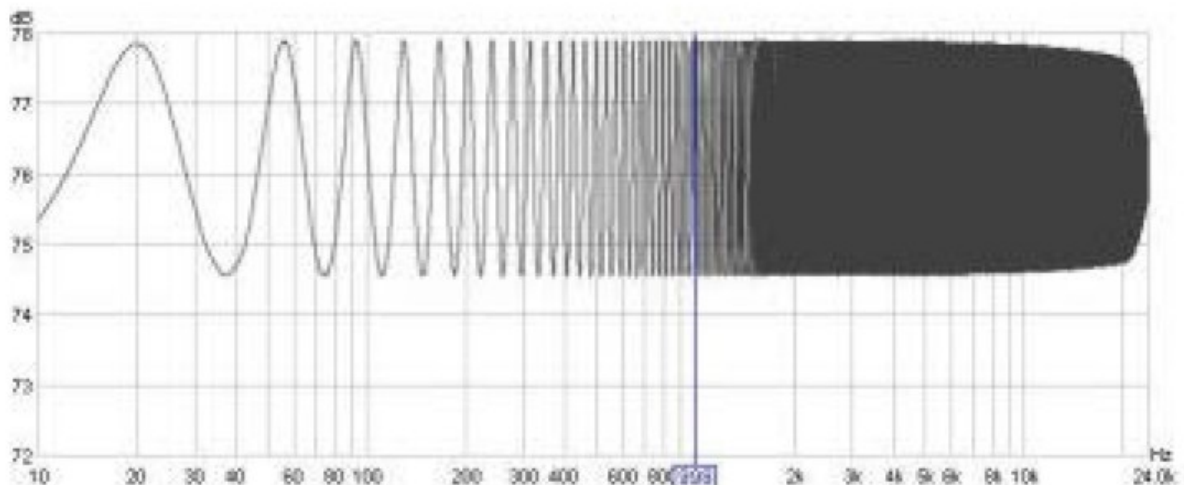
Ceci est une mesure venant de la carte son d'un autre ordinateur portable, elle montre une meilleur réponse dans les basses fréquences et une réponse plus lisse dans les hautes fréquences.



4. Certains résultats de la mesure sont montrés dans la note de mesure.



5. Si la mesure ressemble à sa :



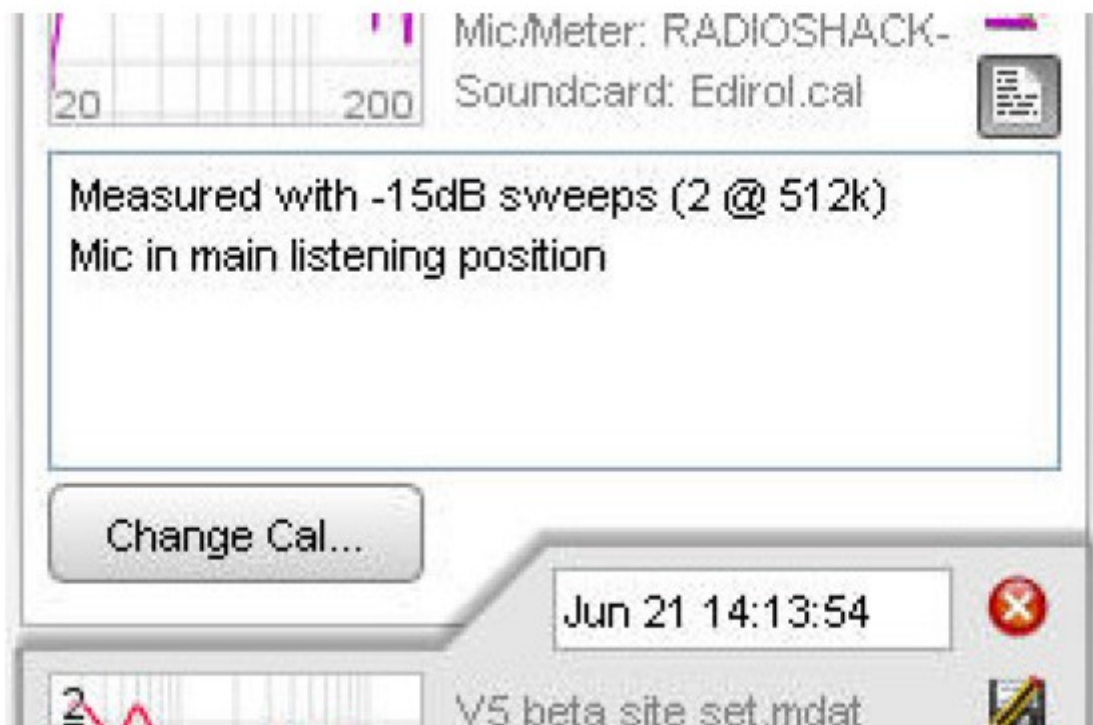
c'est probablement dû à une boucle de l'entrée Line In avec la sortie. Cela peut arriver si la carte son a des fonctions d'écoute de l'enregistrement (Monitoring). Par exemple sur la Soundblaster Live 24-bit External à une option « Monitor » pour l'entrée ligne, elle doit être désactivée pour obtenir des résultats corrects, sur quelque autre carte son Creative (audigy 2 ZS) il y a une configuration avancée des options d'enregistrements avec « enregistrer sans écouter » qui doit être sélectionnée. Cela peut également arriver si l'entrée ligne (Line In)

c'est pas désactivé (Mute) dans le mixeur d'écoute pour la carte son.

6. Après avoir obtenu une mesure vous devez la sauvegarder en temps que fichier de calibration. Pressez le bouton **Make Cal....** dans le menu Soundcard preferences et choisissez le nom et l'emplacement pour le fichier. Le fichier est enregistré et sera automatiquement re-chargé comme fichier de calibration pour toutes les mesures suivantes. Au prochain lancement le fichier sera chargé automatiquement avec un message de confirmation comme ceci :



7. Le fichier de calibration sera appliqué à toutes les nouvelles mesures faites après sont chargement. Pour appliquer ou supprimer un fichier de calibration de carte son pour une mesure existante, utiliser le bouton **Change Cal....** dans la partie **Show More** sur le panneau de mesures.

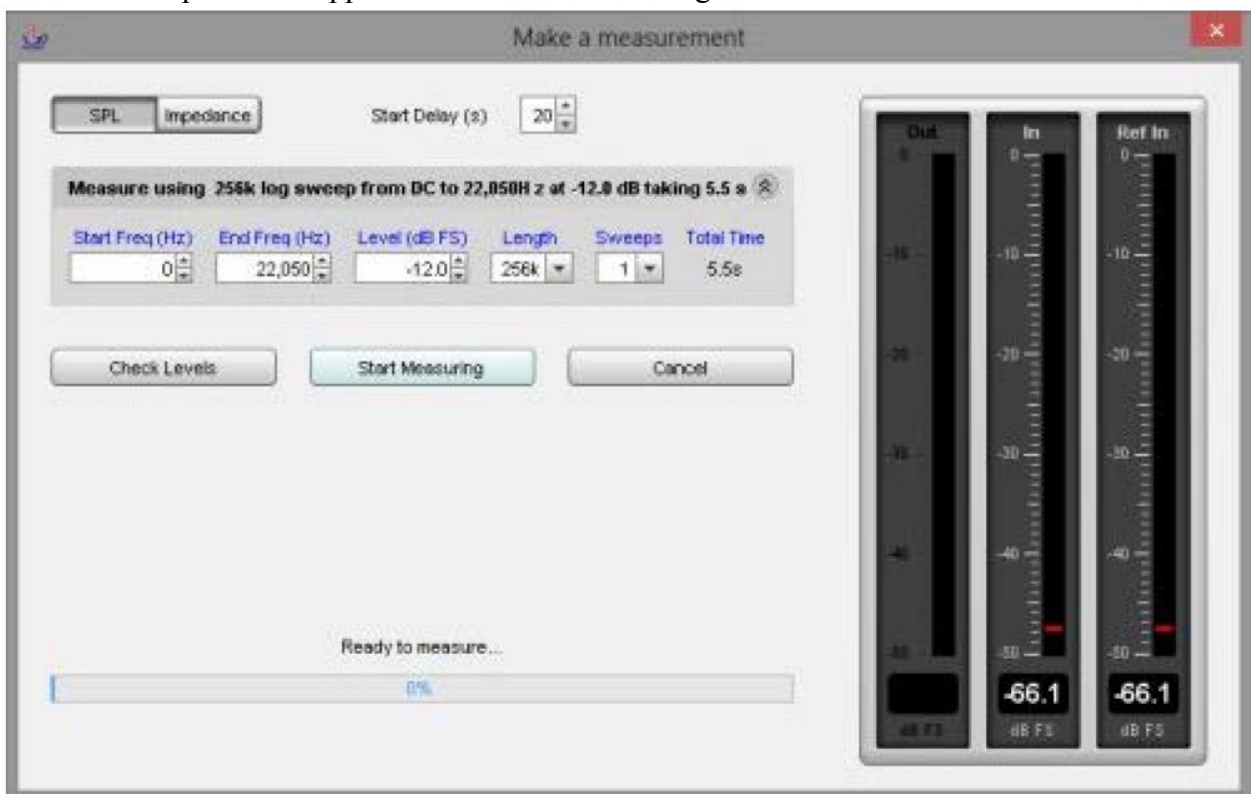


8. Pour tester si la calibration c'est bien passé :

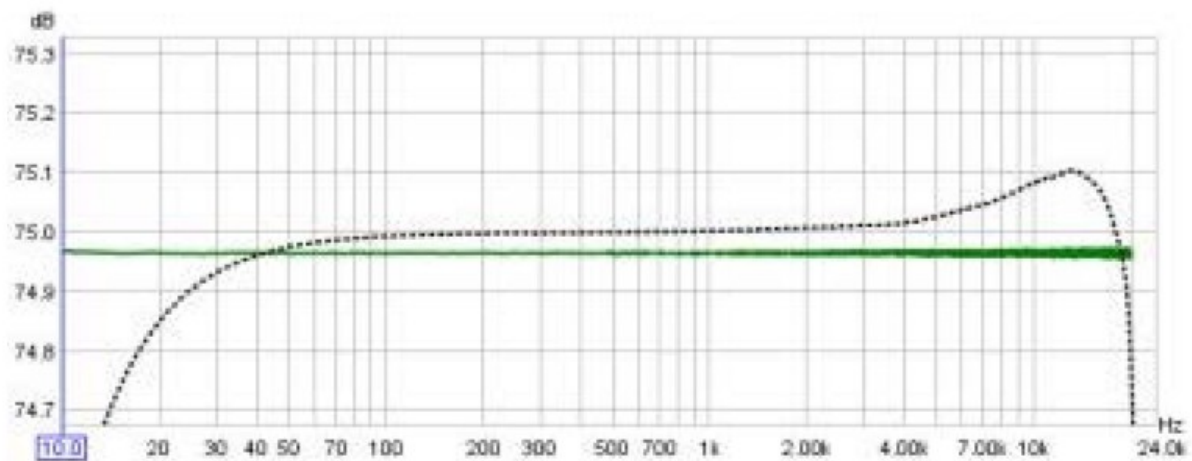
- Laissez en place la boucle entre la sortie ligne et l'entrée ligne déjà en place.
- Décochez la case C Weighted SPL Meter dans le menu Mic/Meter Preferences et appuyez sur le bouton **Clear Cal** dans le même menu pour enlever tout fichier de calibration qui serait chargé. Ces étapes sont nécessaires car la connexion en boucle n'a pas besoin de la pondération C (C Weighting Mic/Meter).
- Appuyer sur le bouton Measure (Mesure)



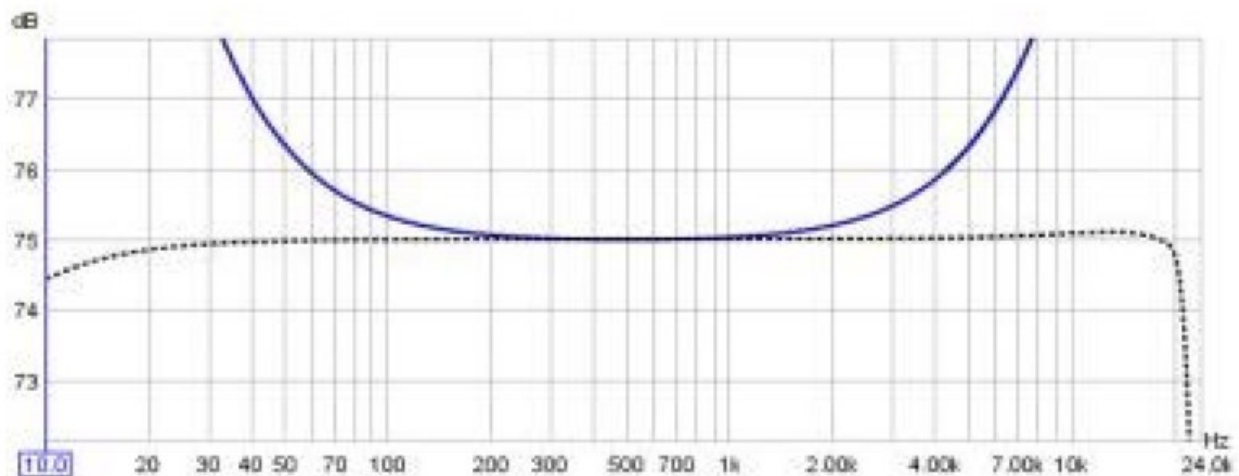
pour faire apparaître le menu de Mesurage



- Cliquer sur le  bouton expansion si nécessaire pour faire apparaître les configurations de mesures et régler la fréquence de fin sur 20,000Hz (End Freq).
- Appuyer sur Start Measuring (commencer une mesure) pour faire une mesure et voir le résultat. Elle devrait être plate à au moins 0,1 dB sauf peut être en dessous de 10Hz, ou il y avoir une légère baisse si la carte son est mauvaise dans la gamme des basses fréquences. Le tracé en dessous à une échelle verticale de 0,1 dB/Division, la ligne verte est le résultat de la mesure, et la ligne pointillée est la courbe de calibration de la carte son :



- Si le case pondération C (C Weighting Meter box) n'est pas décoché, ou que les données de calibrations mic/meter ne sont pas remises à zéro le mesure aura une forme de U inverse à le courbe de pondération C ou inverse au données de calibrations du mic/meter.



- **Re-sélectionner le pondération C sonomètre si vous en utilisez un et re-charger un des fichiers de calibrations mic/meter que vous avez enlevé pour le test.**

9. Enlever le boucle de connexion (loopback) et connecter la carte son au microphone/sonom et au processeur/égaliseur.

Note : Les mesures de cartes son effectuées depuis le menu Soundcard Preferences utilise un sweep pleine bande (full range sweep) qui correspond à la moitié de la fréquence d'échantillonnage (sample rate), indépendamment des réglages de fréquence de fin de sweep, et les fichiers de calibration de carte son ne sont pas appliqués à ces mesures de carte son.

Note aussi : Les fichiers de calibrations de carte son ne sont valide que pour la fréquence d'échantillonnage à laquelle ils ont été mesurés, si la fréquence d'échantillonnage change, la carte son doit être re-mesuré à la nouvelle fréquence d'échantillonnage.

Vérification des niveaux (page 35)

Configurer le niveau du signal que REW utilise durant une mesure implique de générer un signal bruit rose (pink noise) de calibration et d'ajuster le volume du processeur et/ou du signal de calibration de façon à ce que au point de mesure (habituellement à la hauteur de oreilles à votre position d'écoute) votre sonomètre affiche environ 75 dB. Ensuite si vous n'utilisez pas de microphone USB, le volume de l'entrée de la carte son doit être ajusté pour obtenir un bon niveau de signal depuis le sonomètre ou le pré-ampli microphone quand le signal de calibration joue.

Avec un microphone USB le contrôle du volume d'entrée peut être laissé au niveau de gain normale, qui est sélectionné par défaut quand le microphone est branché pour la première fois (et ajuster automatiquement par REW sur les plates-formes Windows si la case du Contrôle de volume d'entrée Mixer/volume est coché dans les préférences de la cartes son.

Procédure de vérification des niveaux

Ouvrez le menu Soundcard Preferences et choisissez si vous utilisez un subwoofer ou une enceinte principale pour régler les niveaux, sélectionnez le mode approprié dans la liste déroulante de menu levels. Ceci indique à REW d'utiliser soit un signal subwoofer soit un signal normale de calibration. Si vous avez connecté la sortie de votre carte son directement sur votre subwoofer ou sur un égaliseur qui est connecté à votre subwoofer alors choisissez **Use Subwoofer to Check/Set Levels**, si vous avez connecté à l'entrée d'un processeur vous pouvez utiliser les réglages subwoofer ou enceinte principale.

Pressez le bouton **Check Levels...** et suivez les instructions à l'écran. Le signal de test est par défaut à un niveau RMS de -12 dB FS. Si vous êtes connecté à un processeur, commencez avec un niveaux assez faible et augmenté le progressivement jusqu'à ce que le l'afficheur soit à environ 75 dB. Le niveau exacte n'est pas critique. Si vous êtes directement connecté à un égaliseur comme le BFD, utilisez le contrôle du Sweep Level pour changer le niveaux du signal généré. Dans les deux cas, le Sweep Level sera finalement utilisé pour les mesures suivantes. Rappelez vous d'utilisez le même volume sur votre processeur chaque fois que vous faites des mesures.

Notes sur les contrôles de volume de carte sonorisation

Le contrôle du niveau de sortie n'a en générale pas d'effet sur le niveau des sorties ligne (line out), mais ont un effet sur les sorties casques ou haut-parleur ordinateur. Si vous utilisez une vrai sortie ligne pour votre signal de mesure, vous devrez muter le contrôle de niveau de sortie pour éviter d'entendre le signal avec les haut-parleurs de l'ordinateur.

Les notes suivantes sont pertinentes si un périphérique de sortie et une sortie ont été choisis dans REW et que la case Control output mixer/volume est coché.

- REW met le volume de votre carte (Wave) à pleine échelle, et le volume de sortie à la moitié de la pleine échelle. A la fermeture de REW il restaure les niveaux comme ils été avant sont lancement si ils ne sont pas plus haut que les niveaux en cours d'utilisation (Ceci pour éviter les possibilités de créer un boucle de retour).
- La gammes de réglages de REW est 0..1, mais les contrôles propres à la carte son sont en générale logarithmique. Si vous utilisez REW pour changer les réglages du volume en utilisant les flèches du sélecteur, les réglages changeront par pas de 0,5 dB, cependant les réglages propre de la carte son on en générale une moins bonne résolution, donc des changements ne peuvent avoir aucun effets avant que l'étape

d'après ne soit franchis sur le réglage de la carte son.

- Des changements de réglages de volumes en dehors de REW (par exemple dans le mixer windows) seront détectés et reportés dans les réglages de REW.
- REW mute automatiquement tout autre source de lecture que Wave quand il démarre, pour éliminer les bruits et sons venant d'autres sources. Il est particulièrement important de muter l'entrée qui est utilisé pour recevoir le signal venant micro (Line In), autrement vous obtiendrais une boucle de retour (larsen) du signal capturé par le microphone directement envoyé dans la sortie. Le configuration de mutes de base sont restaurés quand vous quittez REW. Ici un exemple correct de configuration d'un système d'écoute sous un système Windows, juste le Wave est dé-muté, le volume Wave est à pleine échelle et le volume de sortie est à moitié d'échelle.

Paramétrage et dépannage du volume d'entrée

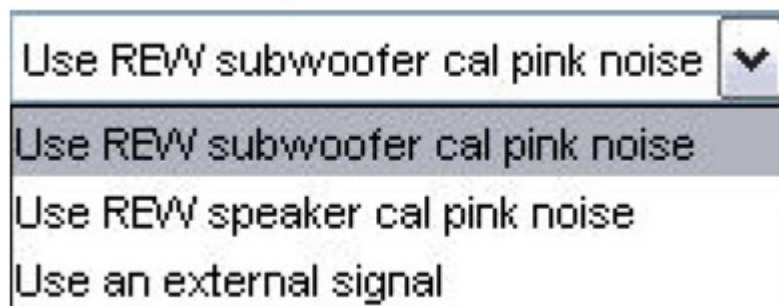
- Certaines cartes son ne fournissent pas de réglages de niveaux de volume d'entrées (certaines carte USB). A condition que le niveaux RMS du signal est dans une fourchette de -30 à -12 dB quand le signal de calibration subwoofer/speaker joue tout devrait être OK. Si le niveau est en dessous de -30dB essayez de réduire la marge de l'afficheur pour augmenter le niveau, mais attention de ne pas trop réduire la marge et d'atteindre le point de saturation de l'afficheur. Si le niveau est au dessus de -12dB essayé d'augmenter la marge de l'afficheur pour réduire le niveau.
- Certaines cartes son ne fournissent pas un accès logiciel à leurs réglages de volume d'entrées, donc REW ne pourra pas trouver de réglages de volume ou ne pourra pas agir dessus. Dans ce cas vous pouvez utiliser les réglages du mixeur de la carte son ou les réglages de niveaux audio de L'OS pour faire les corrections nécessaires manuellement.
- Sur certaines cartes son REW peut ne pas être en mesure de sélectionner directement l'entrée souhaitée depuis ses sélections de périphérique et d'entrée. Par exemple, sur Audigy 2 sélectionner l'entrée ligne est obtenu en sélectionnant « Analog Mix » dans le menu enregistrement des onglets de bases de Creative Sound Mixer puis allez dans le menu Source et muter toutes les sources sauf Line In. Si il ne semble pas possible de choisir les entrées nécessaire par les sélecteurs de périphérique et d'entrée de REW, ou que REW ne semble pas faire les bon réglages, laissez en input device « Default Device » et effectuer la sélection de l'entrée et l'ajustement du volume par le mixeur de la carte son, ou par les réglages de niveaux de l'OS. Un exemple de bon réglage de volume sous Windows est affiché si dessous, avec Line In sélectionné.
- Malheureusement REW est un peu plus maladroit sur Mac, Apple ont leur propre classes de librairies pour accéder aux périphériques matériel audio et fournissent un soutien très limité pour la mise en œuvre du noyau JavaSound. Si vous mettez la fréquence d'échantillonnage sur 44,1kHz vous pourrez choisir Mac OS X Core Audio comme périphérique d'entrée. Régler le volume de l'entrée en utilisant l'outil dans les Sound Preferences du mac ou dans l'utilitaire Audio Midi Setup comme il n'offre pas d'accès programmable à REW.

Calibrer la lecture SPL

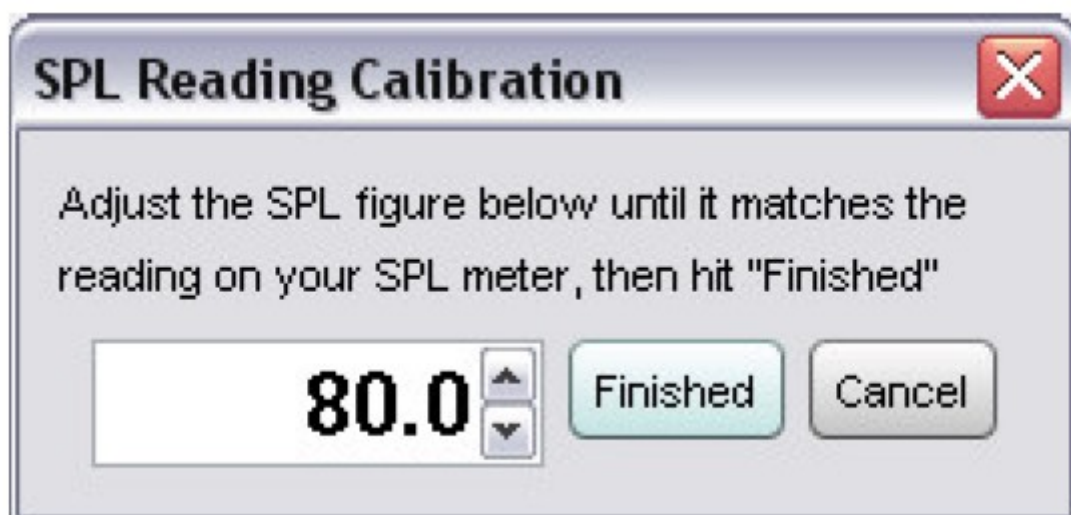
Calibrer la lecture SPL donne à REW une référence absolue SPL en entrant la lecture de votre sonomètre pendant que l'enceinte ou subwoofer joue le signal de calibration. Une autre manière est d'utiliser un calibre SPL (piston phone).

Procédure de calibrage SPL

1. Sélectionnez l'onglet Mic/meter dans le menu Préférences
2. Si vous utilisez un sonomètre réglé le sur C weighting et cocher la case C Weighted SPL Meter dans le menu Mic/Meter Preferences. Régler la gamme sur sonomètre pour l'adapter au niveau de mesure utilisez dans la procédure de Check Level (test de niveau) (La gamme 80dB est recommencé pour le Radio Shack meter). Si vous utilisez un micro USB ou un micro et un pré-ampli sélectionnez l'option Mic or Z weighted SPL Meter.
3. Ouvrir le SPL Meter de REW en cliquant sur le bouton SPL Meter dans la barre d'outil et appuyer sur le bouton **Calibrate**.
4. Dans le menu qui apparaît, choisissez soit de calibrer le lecteur SPL en utilisant votre subwoofer, ou votre enceinte principale alimenté par un signal de calibration généré à l'intérieur de REW, ou d'utiliser un signal externe de test de vous fournissez, faire la sélection approprié dans le menu déroulant et cliquez sur OK.



5. Entrée la valeur lu sur votre sonomètre et entrez la dans le menu de calibration et appuyez sur **Finished**



Pour plus d'informations au sujet de lecteur SPL de REW regarder dans SPL Meter help.

Notes sur le calibrage SPL

- A la fin du processus de calibration un message est affiché et donne le niveau maximum Spl que nous pouvons mesurer avec les réglages actuels de niveaux d'entrée. Si un plus fort niveau SPL doit être mesuré la sensibilité d'entrée devra être réduite, en abaissant le niveau d'entrée sur la carte son ou dans les réglages de volume, si vous utilisez un pré-ampli microphone extérieur, réduisez les gain du pré-ampli.
- Un avertissement est affiché si vous essayer de faire des mesures avant d'avoir calibré le lecteur de niveau SPL expliquant que le résultat obtenu peut ne pas refléter le niveaux SPL actuel.
Le lecteur de niveau SPL est afficher en rouge jusqu'à ce que la procédure de calibration soit complète.
- REW se souviendra des paramètres de calibration au prochain lancement, il n'est donc généralement pas nécessaire de refaire cette opération, mais testez l'afficheur SPL de REW avec votre sonomètre ou calibreur avant de commencer une nouvelle série de mesures.
- Si les réglages du volume d'entrée ont changés, ou qu'une autre carte son d'entrée a été sélectionné, il sera nécessaire de refaire la procédure de calibration (Sélectionner une entrée ou un périphérique d'entrée différent obligera REW à traité le lecteur SPL comme non calibré, l'affichage deviendra rouge).

REW est maintenant prêt pour faire des mesures.

Faire des mesures (page 41)

Une fois que les entrées et sorties audio ont été choisies, la carte son calibrée, que les niveaux sont testés et que le lecteur SPL à été calibré REW est prêt à faire des mesure de la réponse de la salle.

Les connexions doivent être comme expliquées dans le Getting Started, si vous utilisez un processeur, sélectionner l'entrée à laquelle la sortie de la carte son est connectée.

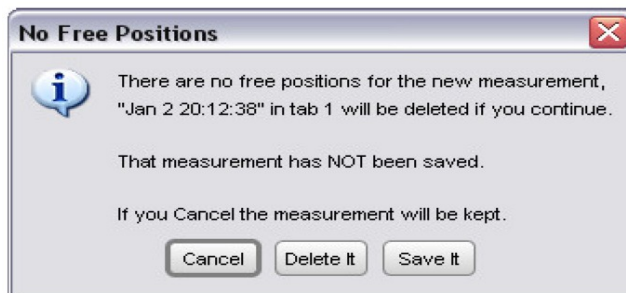
Faire une mesure



- Appuyer sur le bouton **Measure** mesure (ou Ctrl+M) pour faire apparaître le panneau de mesure



- REW peut avoir 30 mesures chargées en même temps. Si il à déjà 30 mesures quand est donner l'ordre d'une nouvelle mesure un avertissement est donné que la première mesure devra être supprimé pour laisser la place à la nouvelle.



- Assurez vous que le sélecteur SPL/Impedance au dessus de panneau de mesure et bien réglé sur SPL (voir Impedance Measurement pour plus d'information sur la mesure d'impédance)

- Un délai (delay) maximal de 60s peut être sélectionné avant le début du sweep de mesure, utiliser le Sweep Delay Control pour configurer ce temps
- Si nécessaire cliquer sur le bouton  expansion pour afficher les réglages de mesure.

Measure using 256k log sweep from DC to 200Hz at -12.0dB taking 5.9s 

Start Freq (Hz)	End Freq (Hz)	Level (dB FS)	Length	Sweeps	Total Time
0	200	-12.0	256k	1	5.9s

- Régler le **Start Freq** à la fréquence la plus basse pour laquelle vous voulez voir les réponses et le **End Freq** à la fréquence la plus haute. Le sweep parcourera la plage comprise entre la moitié de la Start Freq jusqu'au double de la End Freq (avec une limite absolue de la moitié de la fréquence d'échantillonnage de la carte son) pour fournir la mesure la plus précise possible sur la plage choisie.
- **Level** contrôle le niveau RMS auquel le sweep est généré, relativement à la pleine échelle numérique. La valeur maximum est -3dB FS, ce qui placerait les peaks (piques) du signal au full scale numérique (0 dB FS). La valeur par défaut est -12 dB FS. Ce réglage est normalement près ajusté quand le Sweep Level est établie pendant la procédure Check Levels. Si vous voulez comparer les mesures de plusieurs enceintes ou comparer une série de mesures d'une enceinte, assurez vous que les mesures ont été faite avec le même niveau de sweep.
- **Length** contrôle la durée du signal sweep, spécifiant le nombre de samples dans la séquence du sweep. Par défaut 256k. Diviser le nombre de samples par la fréquence d'échantillonnage de la carte son donne la durée du sweep en secondes. La durée total prend en compte les silences en début et fin de sweep.

De plus long sweep fournis un plus grand rapport signal/bruit (signal/noise → S/N) dans les mesures, chaque doublement de longueur du sweep améliore le rapport S/N de presque 3dB. Cependant, le temps nécessaire pour effectuer le traitement après chaque sweep va plus que doubler pour chaque doublement de longueur de sweep. Si REW est exécuté sur un ordinateur qui n'a pas un processeur rapide et beaucoup de mémoire, les mesures seront plus rapides en utilisant le plus petite taille de sweep (128k samples), avec une petite pénalité sur le rapport S/N de 3dB comparer au niveau par défaut. Au moins 2Go de mémoire RAM et un processeur rapide sont recommandé si vous utilisez le sweep de 1M, des mesures invalides peuvent avoir lieux sur des ordinateurs qui n'ont pas assez de RAM ou un processeur trop lent.

- Si les **sweeps** sont de plus de 1 REW utilise un pré-moyenage synchronisé, capturer le nombre sélectionné de sweeps par mesure et moyenner les résultats pour réduire les effets du bruit et d'interférences. Le pré-moyenage améliore le rapport S/N d'environ 3dB pour chaque doublement de nombre de sweeps. Le moyennage est particulièrement utile si les mesures sont polluées par des sons interférents, soit électrique soit acoustique, car ils ne pourront pas être ajoutés à la moyenne de façon cohérente et seront supprimés par le processus. Notez, cependant, que certaines cartes son ne maintiennent pas les samples synchronisés entre chaque sweeps (peut être le résultat d'un problème de ré-échantillonnage dans le patch audio), ce qui produit des mauvaises mesures qui ont de multiples peaks (piques) rapprochés à peut près au même niveau dans leur impulse

response, 1 peak pour chaque sweep, Si la réponse en fréquence à plusieurs sweep et vraiment différente de la réponse avec un seul sweep, rester avec un seul sweep.

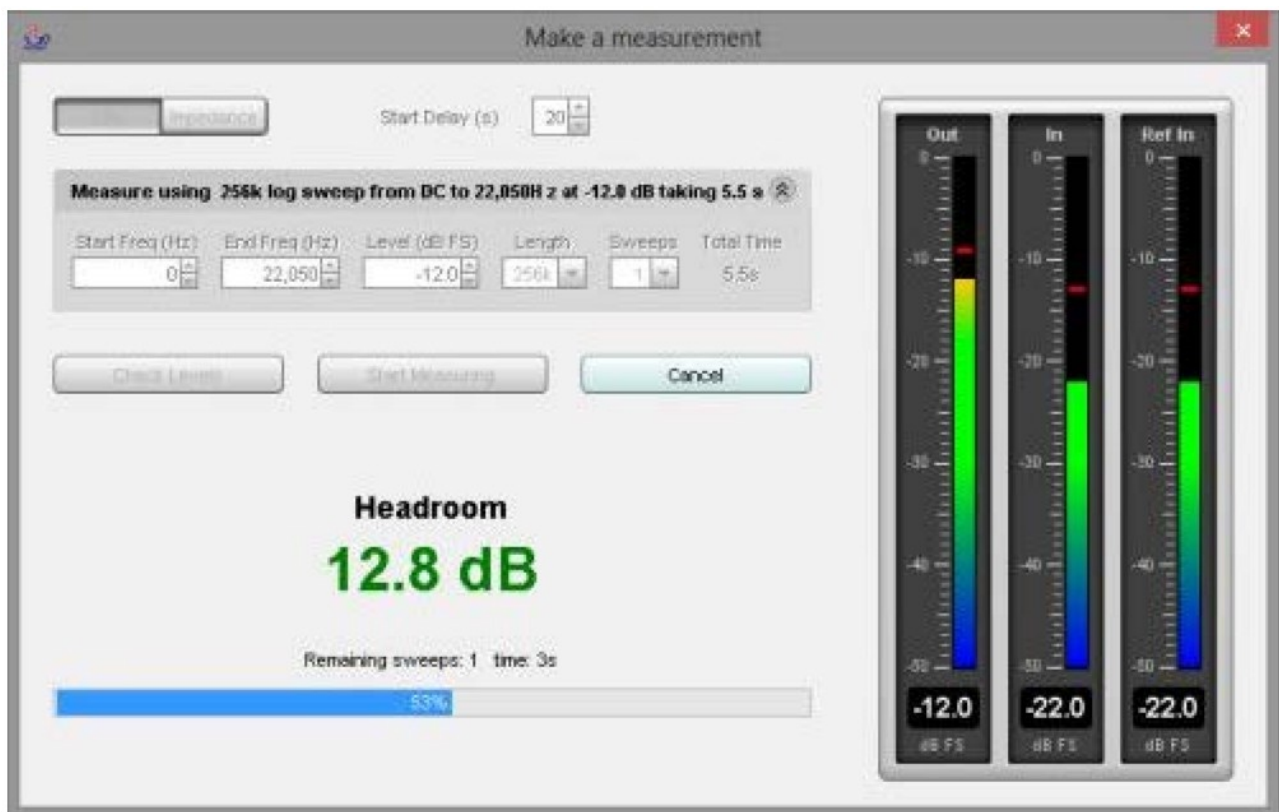
- **Total Time** affiche la durée totale de la séquence de sweep.
- Le bouton **Check Level** génère quelques secondes de signal bruit rose dans la plage de fréquences sélectionnées pour la mesure et test si le niveau d'entrée n'est pas trop haut, ni trop bas. Appuyer sur Cancel pendant que le signal pink noise joue pour l'arrêter (Il s'éteint automatiquement au bout de 3s). Le niveau RMS qui a été mesuré est affiché sur le panneau de mesure, avec un avertissement si le niveau est trop haut, ou trop bas.



- Appuyez sur **Start Measuring** pour faire une mesure. Si un delay est configuré, le temps restant avant le début du sweep est affiché



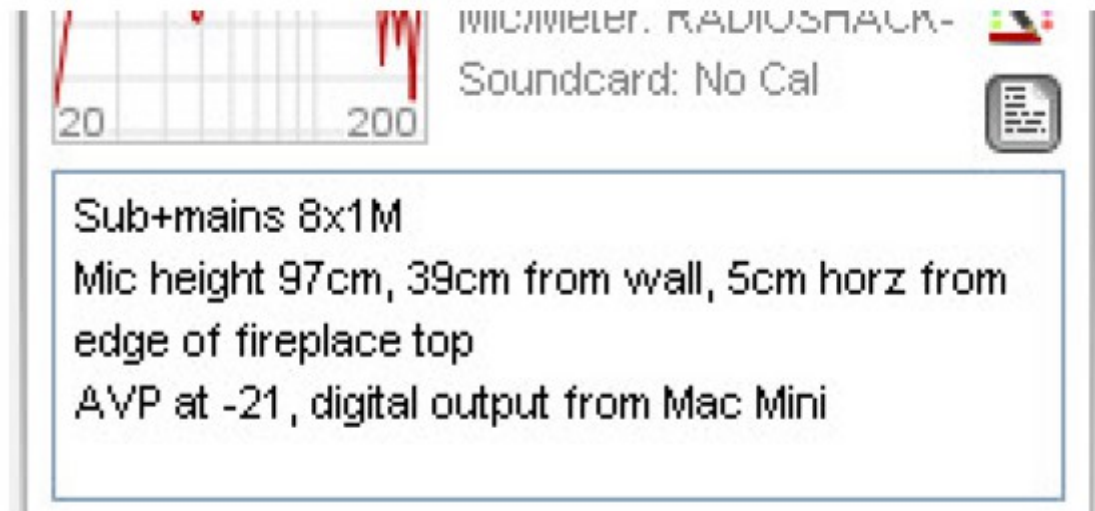
- Quand le sweep est commencé sa progression est affichée sur le panneau de mesure le long de l'affichage du headroom (plage dynamique) de la mesure.



Le résultat de la mesure est affiché dans la zone de graphique, les informations au sujet de la mesure apparaissent dans le Measurement Panel. Les mesures sont données avec des noms par défaut de date et temps auquel elles ont été faites, des noms plus appropriés peuvent être entrés dans l'encadré en haut du measurement panel.



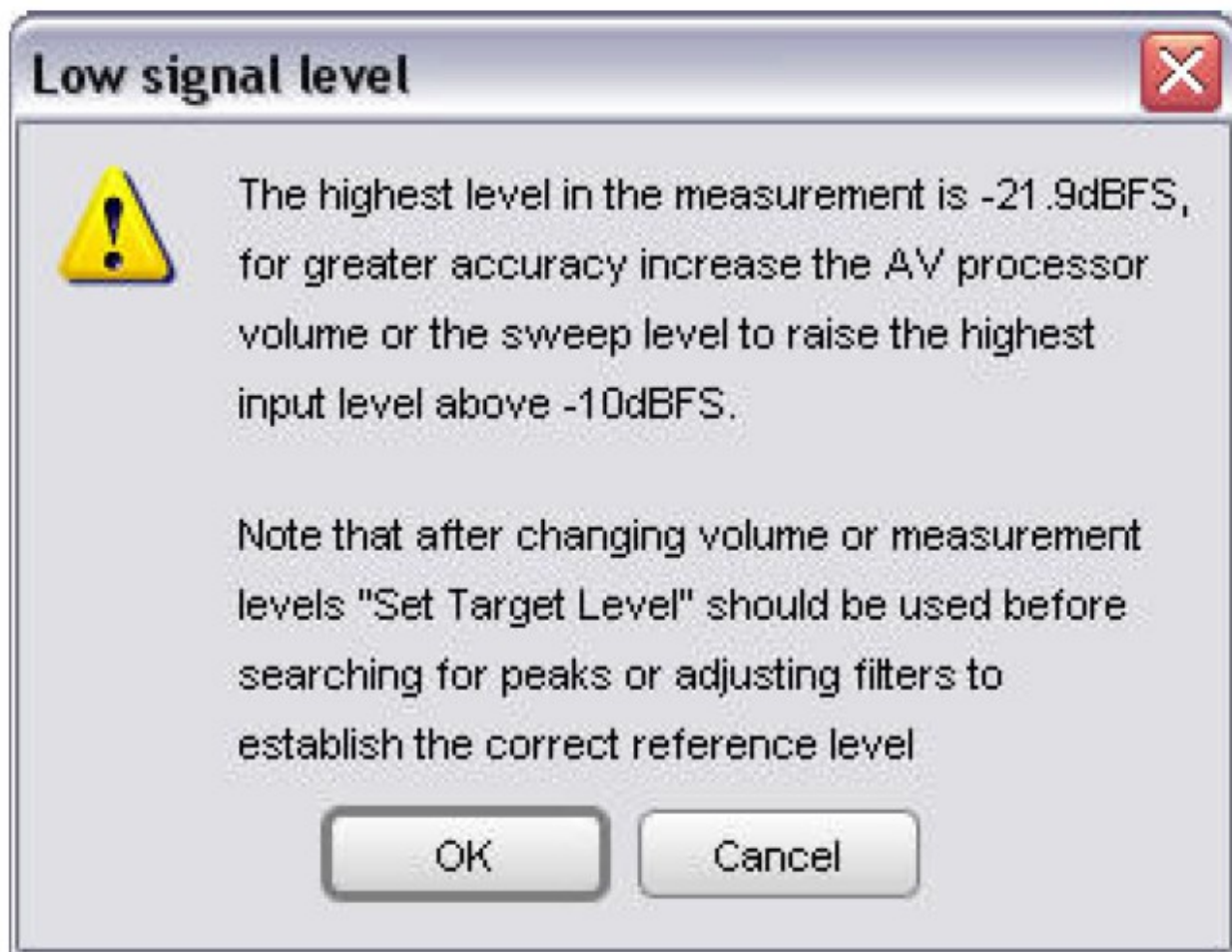
Des notes relatives à chaque mesures peuvent être entrées dans la zone note, cliquer sur le bouton (feuille) si la zone de note n'est pas visible.



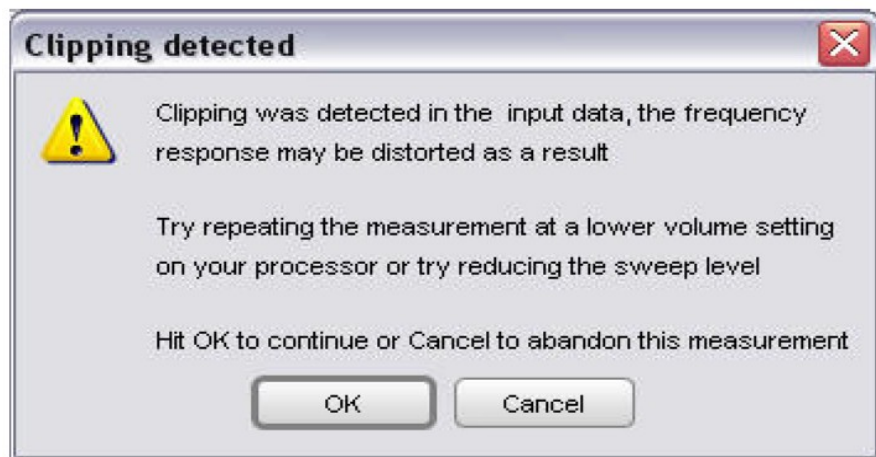
Pour des détails sur les différentes façon de voir les données mesurées, incluant le moyennage de plusieurs mesures, référez vous à l'aide **Graph Panel**.

Mesure de la plage dynamique (headroom) (page45)

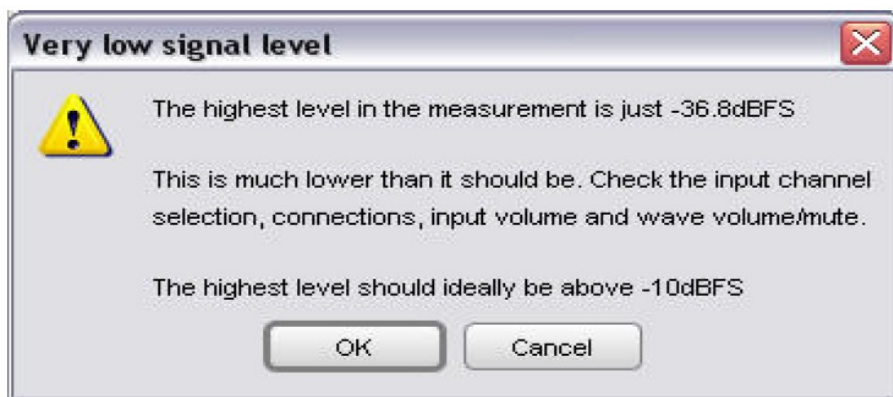
Le headroom est affiché sur le panneau de mesure, il montre à quelle distance est le signal de l'écrêtage (clip), et par conséquent de combien le niveau du sweep peut être augmenté avant que le clip ne se produise. Le chiffre est rouge si il est inférieur à 6dB de headroom (avertis que la sortie est proche du clip), vert entre 6 et 18dB. Un message est affiché si le headroom est supérieur à 18dB, en augmentant le niveau du sweep ou le volume du processeur peut améliorer le rapport S/N dans la mesure qui à son tour augmente la précision de l'impulse et de la réponse en fréquence. Notez que après un tel changement il sera nécessaire d'utiliser « Set Target Level » pour établir une nouvelle référence de niveau pour les réglages de filtre, et les mesures ultérieurs seront à un niveau SPL sur le graphique plus élevé que les mesures faites avant le changement.



Si les résonances de la salle sont très grandes le signal d'entrée peut excéder la plage d'entrée et causer un clip. Si cela se produit un avertissement est affiché, car l'écrêtage d'entrée va provoquer des erreurs dans les réponses en fréquences qui en sont extraites. Le niveau du sweep ou le volume du processeur devront être réduit et la mesure recommencée. Notez qu'après un tel changement les mesures ultérieures auront un niveau SPL inférieur sur le graphique par rapport aux mesures précédentes.



Si le signal est très faible cela peut indiquer un problème de connexion :



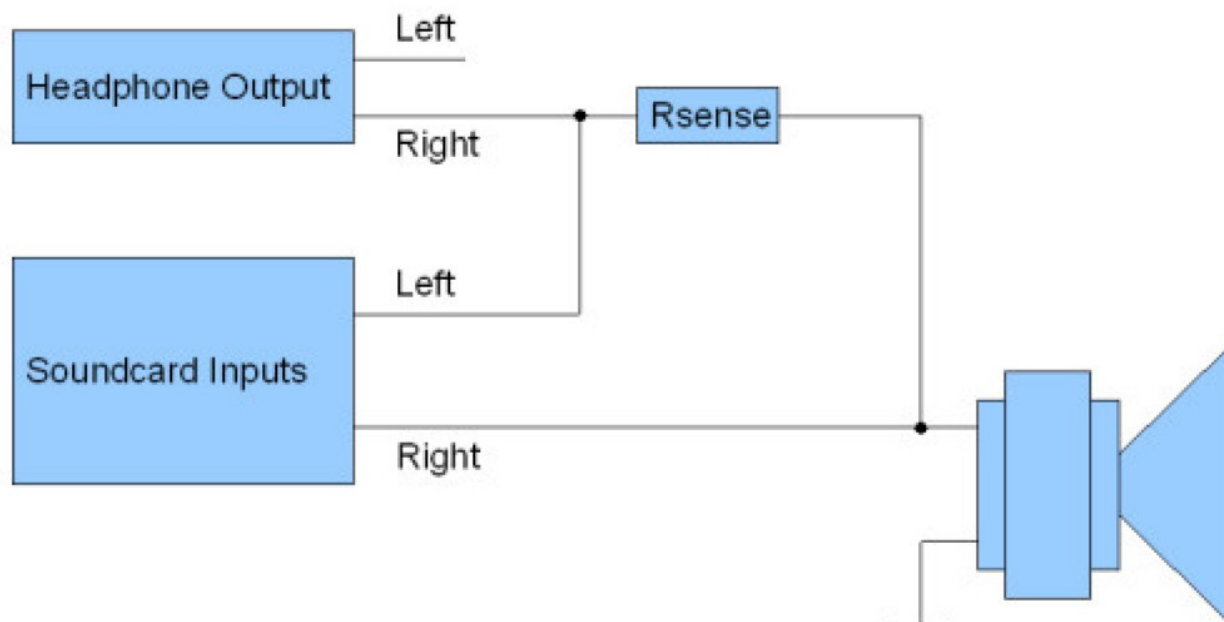
Après avoir mesuré la réponse d'un canal, vous pouvez immédiatement regarder l'ajustement d'EQ (adjusting EQ), ou faire d'autre mesure d'abords.

Notez que certaines résonances qui sont très prononcées quand nous mesurons une enceintes seule, ne le seront pas si une paire d'enceintes (left et right) fonctionne en même temps. Ceci pars-ce que le positionnement des enceintes dans la salle peut prévenir l'excitation de certaines résonances (en particulier, les modes de largeur d'ordre impaire ne seront pas excités par un contenu identique sur les enceintes de droite et de gauche si elle sont placées symétriquement à travers la largeur). Ces résonances peuvent souvent être laissé sans correction, pour les identifier comparez les mesures d'un canal individuel avec celles des deux canaux alimenté en même temps (réalisable sur AV32R DP ou AV192R en réglant le repeat signal. Entrer dans le menu du filtre TMREQ appuyer sur Yes et sélectionner le canal qui est pour répéter le signal de test, ou sur d'autre processeur en connectant les deux sorties gauche et droite de la carte son au entrées du processeur, ou en utilisant un câble Y pour alimenter deux entrées à la fois).

Mesure d'impédance

REW peut faire des mesures d'impédance en utilisant les deux entrées de la carte son.

Les mesures d'impédances d'équipement mobile peuvent être utilisés pour calculer les paramètres Thiele et Small. Le schéma général de câblage pour les mesures d'impédances est montré ci dessous :



La résistance de détection est utilisée pour mesurer le courant circulant dans la charge, qui doit être $(V_{\text{left}} - V_{\text{right}})/R_{\text{sense}}$. La tension à travers la charge est V_{right} , donc l'impédance est tension/courant = $R_{\text{sense}} * V_{\text{right}} / (V_{\text{left}} - V_{\text{right}})$. Noter que la précision du résultat ne sera seulement que aussi bonne que la précision de la valeur de la résistance de détection.

De bon résultats peuvent être obtenus en utilisant la sortie casque pour piloter la charge, avec une résistance de détection de 100 Ohms. Si une sortie ligne est utilisée la résistance de détection doit généralement être plus grande comme les sorties lignes ont une grande impédance et une capacité d'entraînement limité, essayez 1k Ohms mais noter que les résultats auront des niveaux de bruit plus élevés.

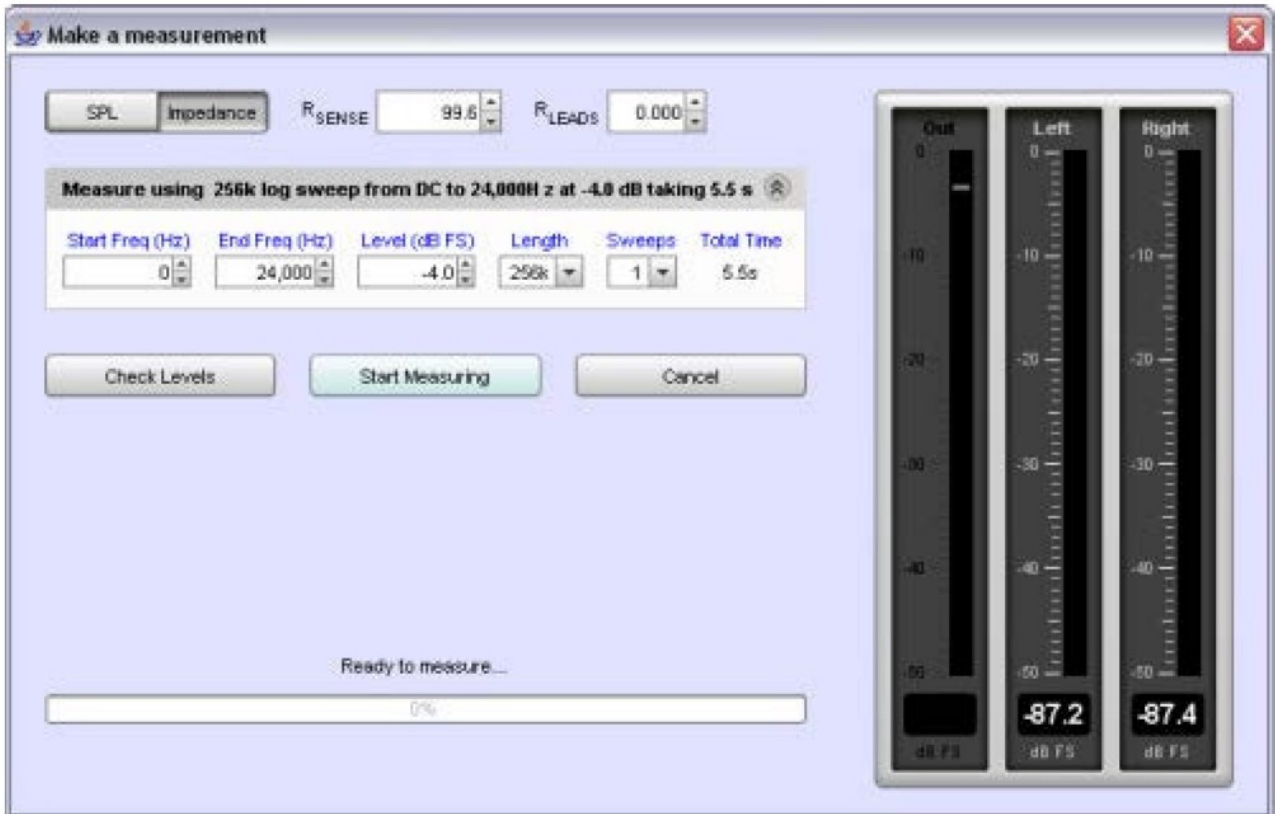
Une alternative est de piloter la charge via un amplificateur de puissance, lequel peut délivrer de faibles niveaux de bruits et des résultats plus précis, mais **un grand soin doit être pris comme les niveaux que peut générer un amplificateur peuvent facilement endommager les entrées d'une carte son**. Si vous utilisez un amplificateur de puissance, la résistance de détection peut être plus faible, 33 Ohms ou moins, mais les entrées de la carte son doivent être connectées via diviseur résistif fournissant autour de 20dB d'atténuation et idéalement les entrées pourraient aussi être protégées par des diodes zener en montage back-to-back pour limiter l'entrée à moins de 5V.

L'entrée de la carte son connecté à la charge doit être la même que celle qui a été choisit comme entrée dans la configuration de carte son de REW. Sur le diagramme au dessus c'est le canal droit, mais si vous utilisiez le gauche il suffit simplement d'échanger le gauche est droite sur le diagramme. Si les connections gauche et droite sont dans le mauvais sens vos mesures d'impédances montreront des courbes décalés vers le haut d'environ la valeur de la résistance de détection. Ce n'est pas important d'utiliser la sortie casque comme REW met le signal de test sur toutes les sorties.

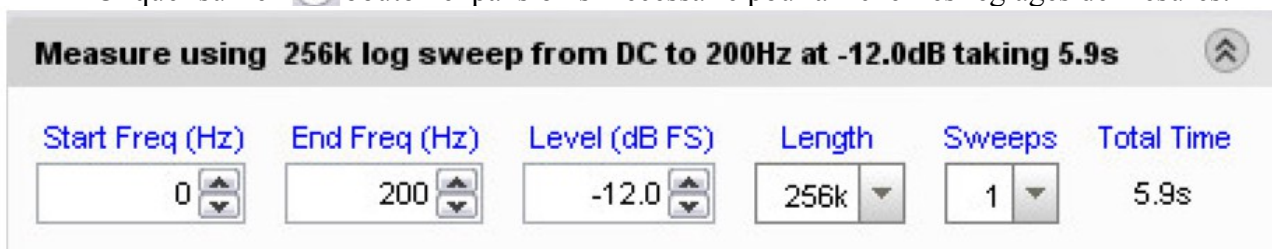
Faire une mesure d'impédance



- Appuyer sur le **Measure** bouton (ou Ctrl+M) pour faire apparaître le panneau de mesure et sélectionnez le bouton **Impedance**



- Entrer la valeur **exacte** de la résistance de détection. Elle doit être mesuré précisément avec une bonne qualité, une multimètre calibré, un pont d'impédance, ou une résistance de très grande précision (0,1%) peuvent être utilisés.
- Cliquer sur le  bouton expansion si nécessaire pour afficher les réglages de mesures.



- Régler la **Start Freq** à la fréquence la plus basse pour laquelle vous voulez voir la réponse et le **End Freq** pour la plus haute. Si vous mesurez une unité de traitement pour déterminer ces paramètres Thiele-Small, mesurer au dessus de 20kHz. Le sweep parcourra le plage de la moitié de la fréquence de départ jusqu'au double de la fréquence de fin(avec comme limite absolu la moitié de la fréquence d'échantillonnage de la carte son) pour fournir une mesure plus précise sur la plage sélectionné.
- Level** contrôle le niveaux RMS auquel le sweep est généré, relativement à la pleine échelle

numérique. La valeur maximum est -3dB FS, ce qui place les peaks de signal à la pleine échelle numérique. Certaines cartes son peuvent distordre si on utilise -3dB FS. Pour les mesures d'impédances le mieux est d'utiliser un haut niveau de sweep, ex : -6dB FS, mais si vous utilisez un amplificateur de puissance méfiez-vous des niveaux excessifs.

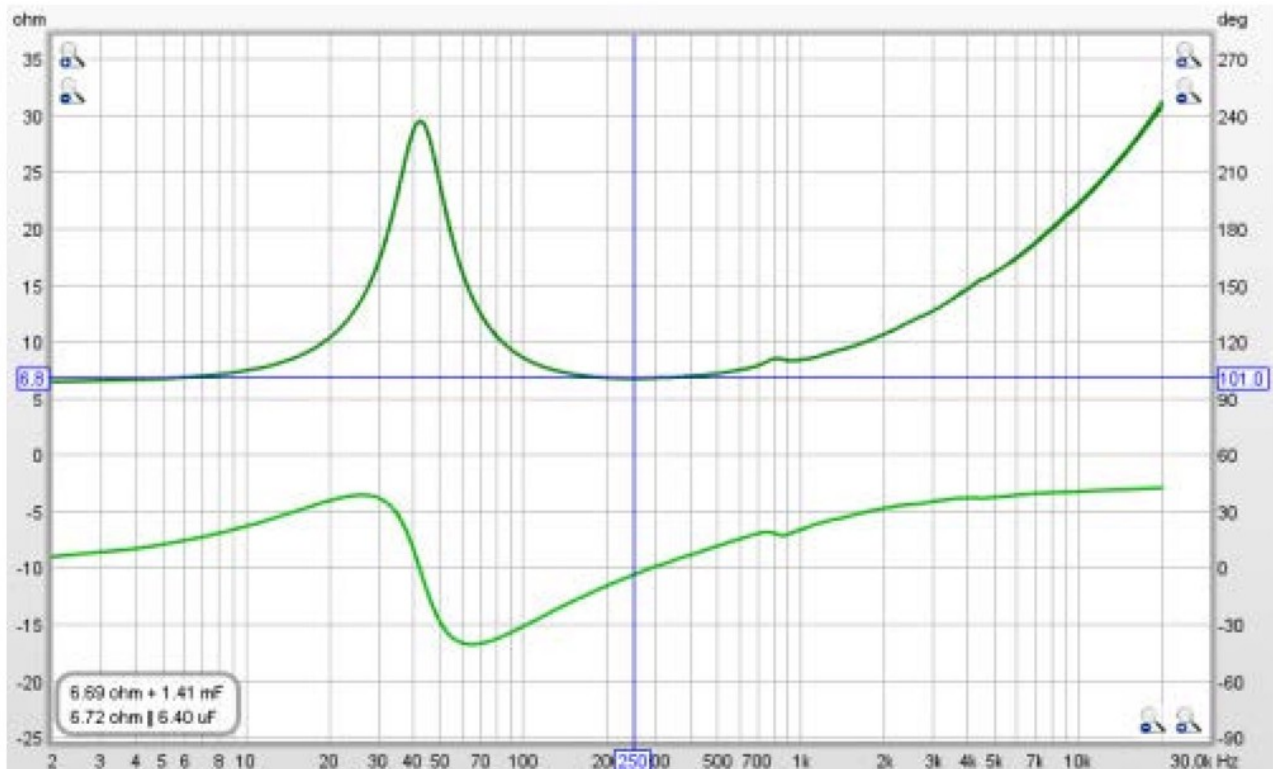
- **Length** contrôle la durée du signal sweep, spécifiant le nombre de samples dans la séquence du sweep. Par défaut 256k. Diviser le nombre de samples par la fréquence d'échantillonnage de la carte son donne la durée du sweep en secondes. La durée total prend en compte les silences en début et fin de sweep.
- Si les **sweeps** sont de plus de 1 REW utilise un pré-moyenage synchronisé, capturer le nombre sélectionné de sweeps par mesure et moyenner les résultats pour réduire les effets du bruit et d'interférences. Le pré-moyenage améliore le rapport S/N d'environ 3dB pour chaque doublement de nombre de sweeps. Le moyennage est particulièrement utile si les mesures sont polluées par des sons interférents, soit électrique soit acoustique, car elles ne pourront pas être ajoutées à la moyenne de façon cohérente et seront supprimées par le processus. Notez, cependant, que certaines cartes son ne maintiennent pas les samples synchronisés entre chaque sweeps (peut être le résultat d'un problème de ré-échantillonnage dans le patch audio), ce qui produit des mauvaises mesures qui ont de multiples peaks (piques) rapprochés à peut près au même niveau dans leurs impulse response, 1 peak pour chaque sweep, Si la réponse en fréquence à plusieurs sweep et vraiment différente de la réponse avec un seul sweep, rester avec un seul sweep.
- **Total Time** affiche la durée totale de la séquence de sweep.
- Le bouton **Check Level** génère quelques secondes de signal bruit rose dans la plage de fréquences sélectionnées pour la mesure et test si le niveau d'entrée n'est pas trop haut, ni trop bas. Appuyer sur Cancel pendant que le signal pink noise joue pour l'arrêter (Il s'éteint automatiquement au bout de 3s). Le niveau RMS qui a été mesuré est affiché sur le panneau de mesure, avec un avertissement si le niveau est trop haut, ou trop bas.



- Appuyez sur **Start Measuring** pour faire une mesure. Si un delay est configuré, le temps restant avant le début du sweep est affiché.

Le résultat de la mesure est affiché dans la zone de graphique, les informations au sujet de la mesure apparaissent dans le Measurement Panel. Les mesures sont données avec des noms par défaut de date et temps auquel elles ont été faites, des noms plus appropriés peuvent être entré dans l'encadré en haut du measurement panel.

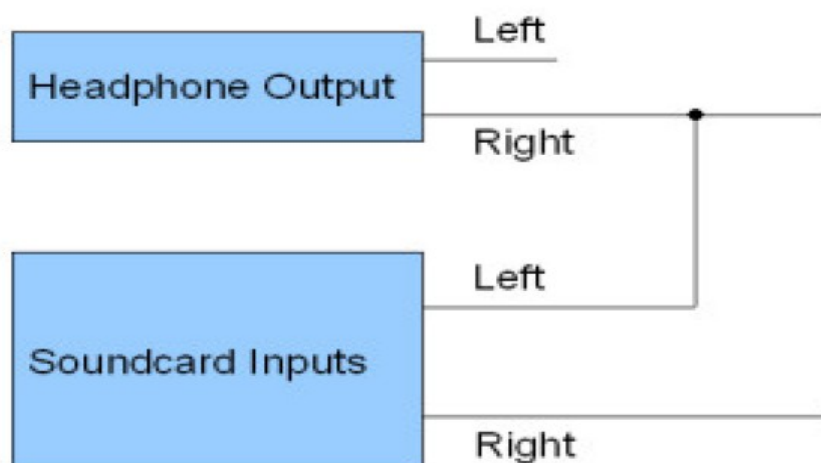
Quand le curseur de la souris est à l'intérieur du panneau graphique d'impédance et de phase la série équivalente résistance + inductance ou résistance + capacité et en parallèle résistance // inductance ou résistance // capacité de l'impédance est affiché en bas à droite dans l'angle du graphique suivant la position du curseur, c'est très utile quand on fait des mesures d'inductance ou de capacité pour connaître leurs valeurs. Pour la mesure de capacitor (condensateur) les valeurs sont plus précises aux fréquences auxquelles l'impédance total est tombé en dessous de quelques centaines d'Ohms.



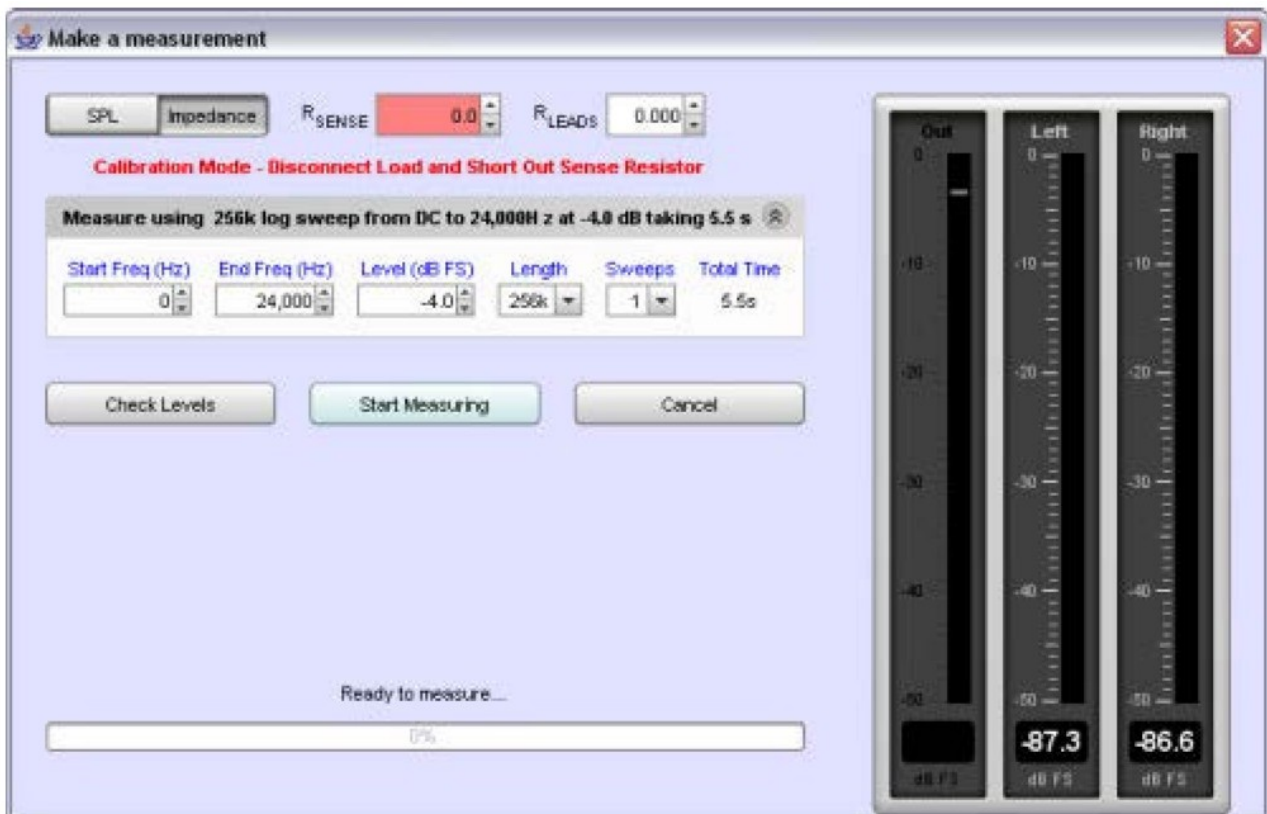
Pour des détails sur les différentes façons de voir les données mesurées, incluant le moyennage de plusieurs mesures, reportez vous à l'aide **Graph Panel**.

Calibrer l'impédance de l'installation (page 50)

Une petite différence de gain entre les entrées de la carte son peuvent causer un calcul incorrect du courant de charge et de l'impédance. Ceux-ci peuvent être calibrés en faisant une mesure sans la charge et avec la résistance en court-circuit. Notez que les deux entrées de la carte son doivent être connectées à la même sortie de signal.

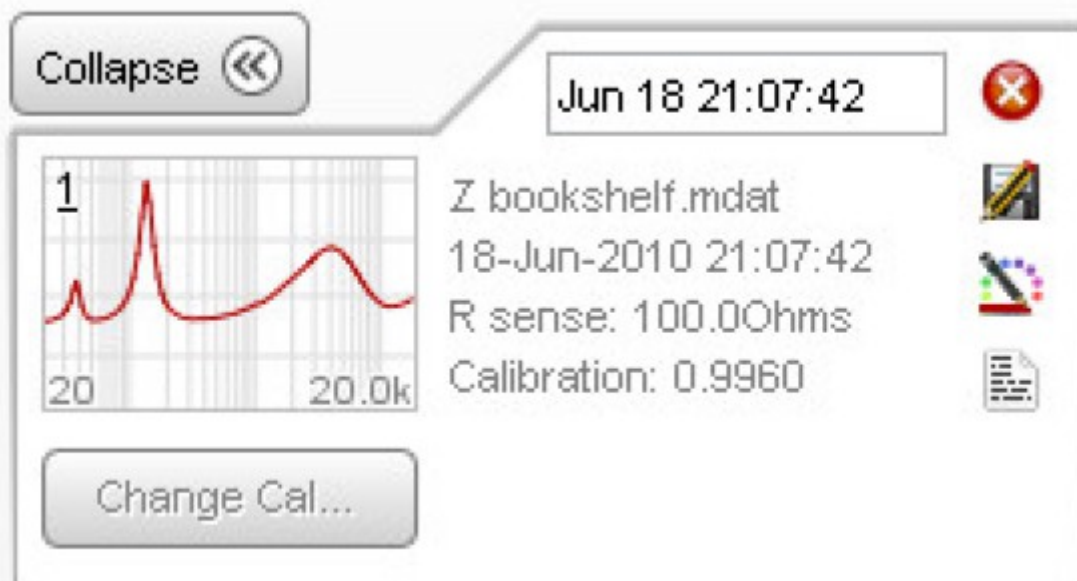


- Appuyer sur le bouton Measure (ou Ctrl+M) pour faire apparaître le panneau de mesure, sélectionnez **Impédance** et régler la valeur de la résistance de détection à zéro



- Appuyer sur **Start Measuring** pour faire une mesure. La mesure finie affiche le niveau du canal mesuré (généralement le droite) comparé au canal de référence, ou une lecture de 100Ohms correspond à 100%, 99Ohms à 99% etc... Si la différence entre les deux canaux est trop grandes (plus de 2 %) la calibration est abandonné comme il est probable qu'il y est un problème de connexion, re contrôler les connexions et essayer encore.

Le facteur de calibration utilisé pour la mesure d'impédance est affiché dans le panneau d'info de mesure à coté de la vignette de la mesure, le long de la valeur de la résistance.



Résistance des fils de mesure

Quand on mesure de très basses impédances la résistance des fils de test peut devenir significative. Pour mesure sa, premièrement calibré l'installation comme si dessus, puis faire une mesure avec les câble en court-circuit au niveau d'où est placé la charge (Régler Rleads (Résistance des fils) à zéro avant de mesurer). La mesure devrait être assez uniforme, peut être avec une petite variation à très basse fréquence dépendant de la limitation à basse fréquence de l'étage d'alimentation de la prise casque. Si le résultat est de plus de un ou deux dixièmes d'Ohms, vérifier les connexions soit serrées et que les fils ne sont pas trop fragiles. Ajouter la résistance depuis la partie plate de la mesure dans la cadre Rleads dans le panneau de mesure.

Qualité de la mesure d'impédance

La principale source de mesure de bruit est des bruits acoustique set des vibrations pendant la mesure. Les enceintes agissent comme des microphones, elles génèrent de petites tensions en réponse aux sons et vibrations qui sont prise en compte comme une partie de la tension de charge. Pour minimiser cet effet utiliser de haut niveaux d'entraînement, de petite valeur de résistance de détection, éviter les environnements bruiteux et isoler les vibrations des enceintes.

Une autre source d'erreur est l'impédance d'entrée de la carte son, laquelle est en parallèle avec la charge. Cela limite la précision de la mesure d'une charge de haute impédance, la méthode est plus adaptée pour les impédances en dessous de quelque centaines d'Ohms.

Paramètres Thiele Small (page53)

La fenêtre de paramètres Thiele-Small est utilisée pour calculer les paramètres d'un haut-parleur depuis la mesure d'impédance. Pour calculer tout les paramètres deux mesures sont requises, une à l'air libre, et la deuxième avec une masse ajouté sur le cône ou avec le haut-parleur dans un charge close (étanche) (Idéalement avec une volume un peut plus grand que le Vas attendu). Notez que le haut-parleur doit être solidement maintenu pendant les mesures, et idéalement monté verticalement (ex : donc le cône visant horizontalement comme il serait dans une enceinte traditionnelle). Certains pré-conditionnement de haut-parleur avec des signaux à moyen niveau aident à stabiliser le comportement et la conformité de la suspension et de réduire l'effet de mémoire de la suspension après des périodes de stockage ou de non utilisation. Des conditions calmes sont importantes pour faire de bonnes mesures, les haut-parleurs ce comportent comme des microphones et capture les bruits et les vibration, affectant les résultats. Les mesures devraient être faites jusqu'à 20kHz de cette façon la perte d'inductance de la mobile mobile sera modélisée avec précision, et l'étape de [calibration d'impédance](#) doit être effectuée avant de faire des mesures.

Thiele-Small Parameters

Free Air Measurement

Select a measurement

Secondary Measurement

Select a measurement

Manually Entered Values

Voice Coil DC Resistance (ohm): 0.00

Effective Area (cm²): 176.7

Air Temperature (Celsius): 20

Air Pressure (mB): 1013.25

Added Mass (g): 0.00

Sealed Box Volume (Litres): 0.000

☒ Compensate for Leakage Losses

☒ Compensate for Air Load

Calculate Parameters

Write Parameters to File

Results area

Motional Impedance Parameters

R_{ES} (ohm): 4.00

C_{MES} (uF): 250.0

L_{CES} (mH): 1.000

R_{AMS} (mohm): 0.000

Blocked Impedance Parameters

dR (ohm): 0.10

L_{EB} (uH): 250.0

L_E (mH): 0.500

R_{SS} (ohm): 0.0

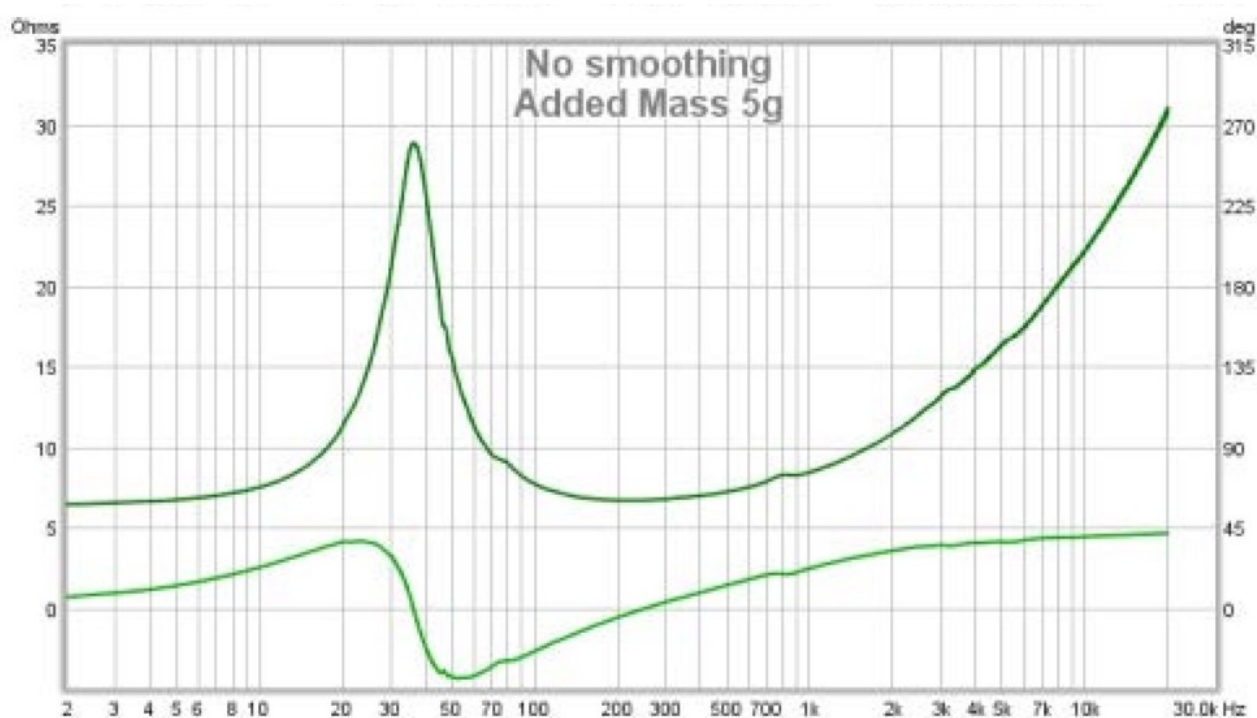
K_E (S-H): 0.1000

Simplified Model Parameters

Results area

Un exemple

Pour afficher les résultats du calcul des paramètres TS, un haut-parleur de mid-range a été mesuré. Il a une surface de 137cm^2 . Le tracé en dessous montre l'impédance des mesures faites à l'air libre et quand on ajoute une masse de 5g sur le cône. REW détermine si la deuxième mesure vient d'une charge close ou d'une masse ajoutée sur le cône en regardant la fréquence de résonance, elle sera plus basse que à l'air libre pour une masse ajoutée et plus haute qu'à l'air libre pour une charge close. Une corrélation négative d'un modèle électrique de l'impédance du haut-parleur est effectuée en mesurant à l'air libre pour déterminer les paramètres du modèle. Une autre corrélation est effectuée pour la deuxième mesure pour déterminer les paramètres modifiés par le haut-parleur et les paramètres TS sont calculés.



Pour calculer les paramètres TS les deux mesures sont sélectionnées et les valeurs nécessaires sont entrées :

- La résistance DC de la bobine mobile (voice coil Rdc) en Ohms. Une mesure précise de faible résistance n'est malheureusement pas facile, mais le modèle d'impédance que REW utilise peut facilement compenser pour la résistance DC (Direct continu) qui serait légèrement inférieur à la véritable, il est donc recommandé de la laisser de côté.
- La surface efficace est en centimètres carrés, beaucoup de documentation de haut-parleurs contient la valeur de la surface efficace, si elle n'est pas disponible REW peut la calculer en lui donnant le diamètre effectif, quel est le diamètre du cône et la proportion de la suspension, typiquement 1/3 to 1/2, cliquez juste sur l'icône du calculateur sur le côté gauche de la fenêtre de surface efficace.
- La température de l'air en degrés Celsius.
- La pression de l'air en milibar.
- Le volume de la charge close en litres, ou, si la deuxième mesure est faite avec une masse ajoutée, le poids de cette masse.

Le bouton **Calculate Parameters** est ensuite cliqué, avec les résultats suivant.

Thiele-Small Parameters

Free Air Measurement
1: SPH170 horz

Secondary Measurement
2: SPH170 horz+5g

Manually Entered Values

Voice Coil DC Resistance (ohm): 6.20

Effective Area (cm²): 137.0

Air Temperature (Celsius): 20

Air Pressure (mB): 1013.25

Added Mass (g): 5.00

Sealed Box Volume (Litres): 0.000

☒ Compensate for Leakage Losses

☒ Compensate for Air Load

Calculate Parameters

Write Parameters to File

Motional Impedance Parameters

R_{ES} (ohm): 31.57

C_{MES} (uF): 364.4

L_{CES} (mH): 39.510

R_{AMS} (mohm): 4.677

Blocked Impedance Parameters

dR (ohm): 0.09

L_{EB} (uH): 29.4

L_E (mH): 1.189

R_{SS} (ohm): 138.8

K_E (S-H): 0.0867

Simplified Model Parameters

R_E 6.29 ohm	L_E 98.1 uH
R_{ES} 23.28 ohm	R_2 16.08 ohm
C_{MES} 364.4 uF	L_2 213.4 uH
L_{CES} 39.510 mH	R_3 4.23 ohm
	L_3 467.9 uH

TS parameters for measurement: SPH170 horz

R_E 6.29 ohm	f_s 41.7 Hz	M_{MS} 14.13 g
Z_{min} 6.71 ohm	Q_{MS} 2.220	C_{MS} 1.033 mm/N
f_{min} 251 Hz	Q_{ES} 0.600	R_{MS} 1.666 kg/s
f_3 1,473 Hz	Q_{TS} 0.472	V_{AS} 27.51 litres
$L_E(f_3)$ 0.470 mH	F_{TS} 88.2 Hz	Bl 6.227 Tm
Dd 13.21 cm	L_p 87.26 dB (1W/1m)	η 0.32 %
Sd 137.0 cm ²	Added mass 5.00 g	

Secondary measurement: SPH170 horz+5g

Air temperature 20.0 C, pressure 1,013.25 mB giving density 1.2041 kg/m³, c 343.2 m/s

La première colonne de résultat dans le bas de la fenêtre affiche la résistance du haut-parleur R_E , qui est généralement un peu plus grande que la résistance DC, l'impédance minimum Z_{min} après le peak et la fréquence f_{min} pour laquelle il se produit ; f_3 est la fréquence pour laquelle l'impédance a augmenté de $(\text{racine de } 2) \cdot Z_{fmin}$; l'inductance à f_3 ; le diamètre efficace et la surface efficace.

La deuxième colonne affiche la fréquence de résonance F_s , les facteurs de qualités mécanique Q_{ts} , électrique Q_{es} et total Q_{ts} et le $F_{ts} = (F_s/Q_{ts})$. Ces paramètres peuvent être calculés pour n'importe quel mesure seul, sans avoir besoin de sélectionner une autre mesure.

Les chiffres L, M, C, R, V, Bl et η sont dans la troisième colonne et ne peuvent être calculé qu'avec une deuxième mesure.

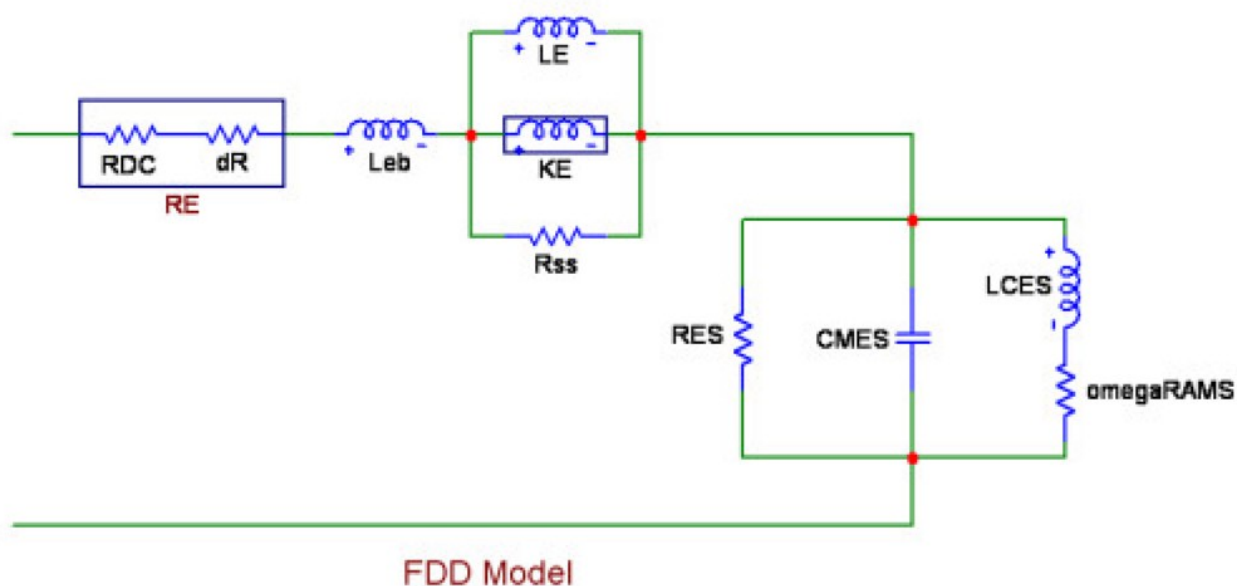
Les cases à cocher « Compensate for leakage losses » et « Compensate for Air Load » ne sont applicable que pour les mesures en charges closes, elles prennent en compte les pertes par fuite de la charge close (qui peut être affiché comme Q_l en bas de la première colonne de résultats) et la charge de l'air du la « boîte fermée ». Ces compensations reposent sur la méthode de Carrion-Isbert décrite par Claus Futtrup dans la documentation « Driver Parameter Calculator application at <http://home1.stofanet.dk/cfuttrup/dpc.htm>

Les résultats peuvent être copier dans le presse-papiers par un clique droit sur la zone des résultats, ou écrit dans un fichier test en utilisant le bouton **Write Parameters to File**. Pour l'écriture dans le fichier le séparateur entre valeurs, labels etc est défini dans la fichier File → Export menu.

FDD modèle électrique

REW utilise une modèle d'impédance de haut-parleur qui incorpore le prise en compte de Fréquency Dependant Damping. Ce model est décrit en détail dans un paper de Thorborg, Tinggaard, Agerkvist & Futtrup, « Frequency Dependence of Damping and Compliance in Loudspeaker Suspensions » J.Audio AES vol 58 pp 472 – 486 -Juin 2010.

Le diagramme suivant montre les composants de ce modèle.

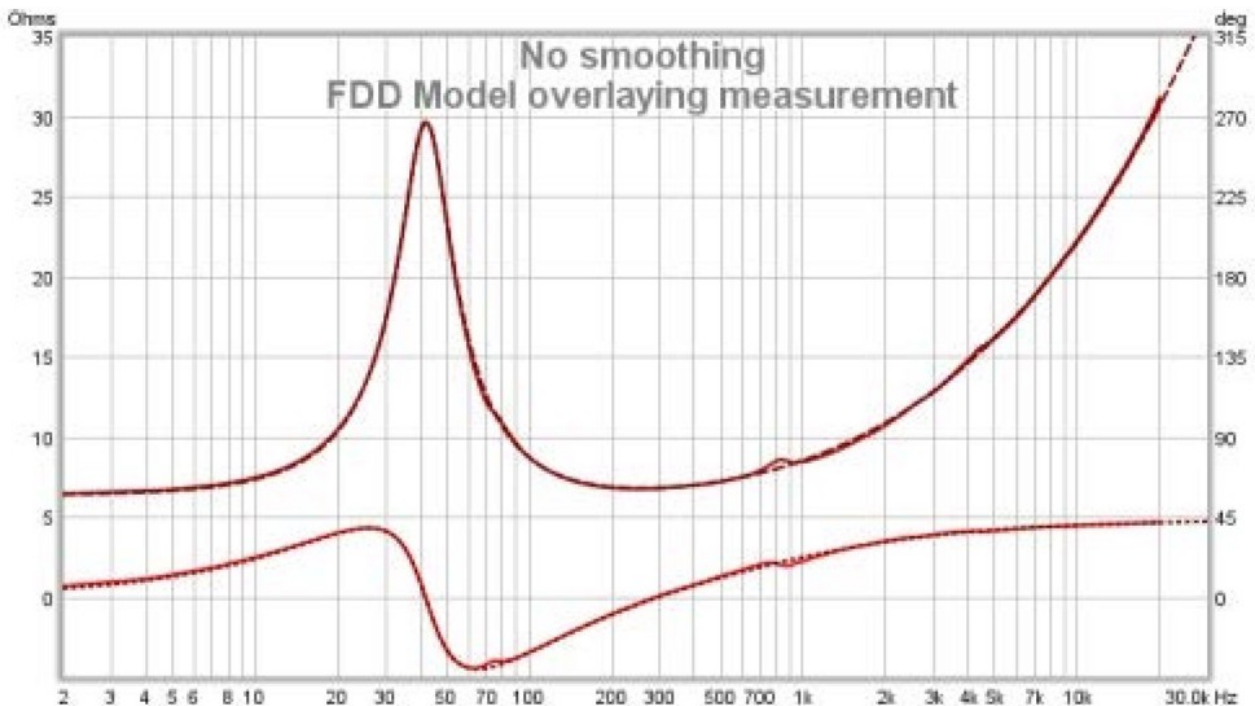


Ce modèle est séparé en deux parties. La partie à droite définit l'impédance induite par le mouvement du haut-parleur, avec les paramètres Res, Cmes, Lces et Rams. Cette partie reproduit le peak que l'on a vu sur le tracé d'impédance. Il diffère du modèle classique en additionnant la résistance dépendante de la fréquence $\omega * T_{ms}$ en série avec Lces. Notez que la valeur Res du modèle FDD est plus grand que celle d'un modèle classique du à l'effet de $\omega * T_{ms}$ qui contribue comme résistances additionnelles en parallèle avec Res.

L'autre partie du modèle opère avec l'impédance fixe du haut-parleur. C'est basé sur le modèle développé par Thorborg and Unruh, décrits dans « Electrical Equivalent Circuit Model for Dynamic Moving-Coil Transducers Incorporating a Semi-Inductor » J.Audio AES vol 56 pp 696-708 Sept 2008. Ce modèle commence avec une haut-parleur de résistance Re qui est la résistance Rdc suivit d'une autre petite résistance dR qui modélise la résistance du au courant de Foucault. C'est suivit d'une série d'inductances Leb et en parallèle d'une combinaison d'inductance Le, une semi-inductance Ke et une résistance Rss. Le représente l'inductance de la partie bobine mobile dans l'entre fer. Leb représente l'inductance de la bobine mobile en dehors de l'entre fer. La semi-inductance Ke a une impédance variable définie par racine carré de $\omega * j$. Cela modélise les courants de Foucault et l'épaisseur des pièces polaires. La combinaison en parallèle de Le et Ke modélise la transition entre la réponse d'une bobine à une inductance conventionnel à basse fréquence et à une semi-inductance à haute fréquence. Rss modélise l'effet des matériaux conducteurs dans les systèmes magnétiques, ce qui est décrits dans un paper de l'AES qui n'a pas été publié. Les valeurs des paramètres déterminés par REW peuvent être modifiés si vous le désirez, et voir l'effet sur l'impédance modelé et le tracé de phase dans la zone graphique, mais les paramètres

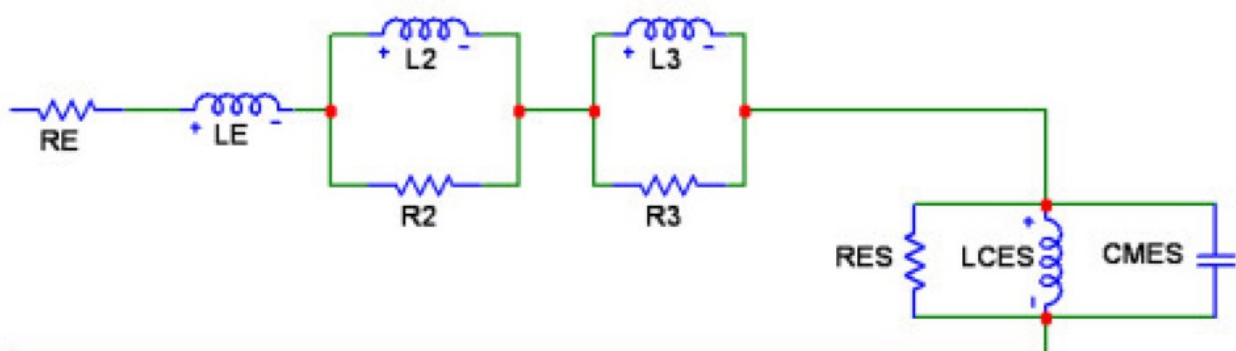
TS qui ont été calculés ne doivent pas être modifiés.

Le tracé si dessous montre une impédance modelé (pointillé rouge) par dessus les valeurs mesurées.



Modèle simplifié (page59)

Comme la valeur de la dépendance fréquentiel n'est pas une composant supporté par beaucoup de circuit de simulation REW calcule aussi les valeurs pour un model alternatif aux impédances bloquées, utilisant deux paire resistances-inductances parallèle en série, appelées R2-L2 et R3-L3, et les habituelles Res,Cmes,Lces modèle d'impédance induite sans dépendance de l'amortissement à la fréquence. Leur valeurs de leurs composantes sont afficher dans « Simplified Model ». Le diagramme montre la composition du modèle simplifié.

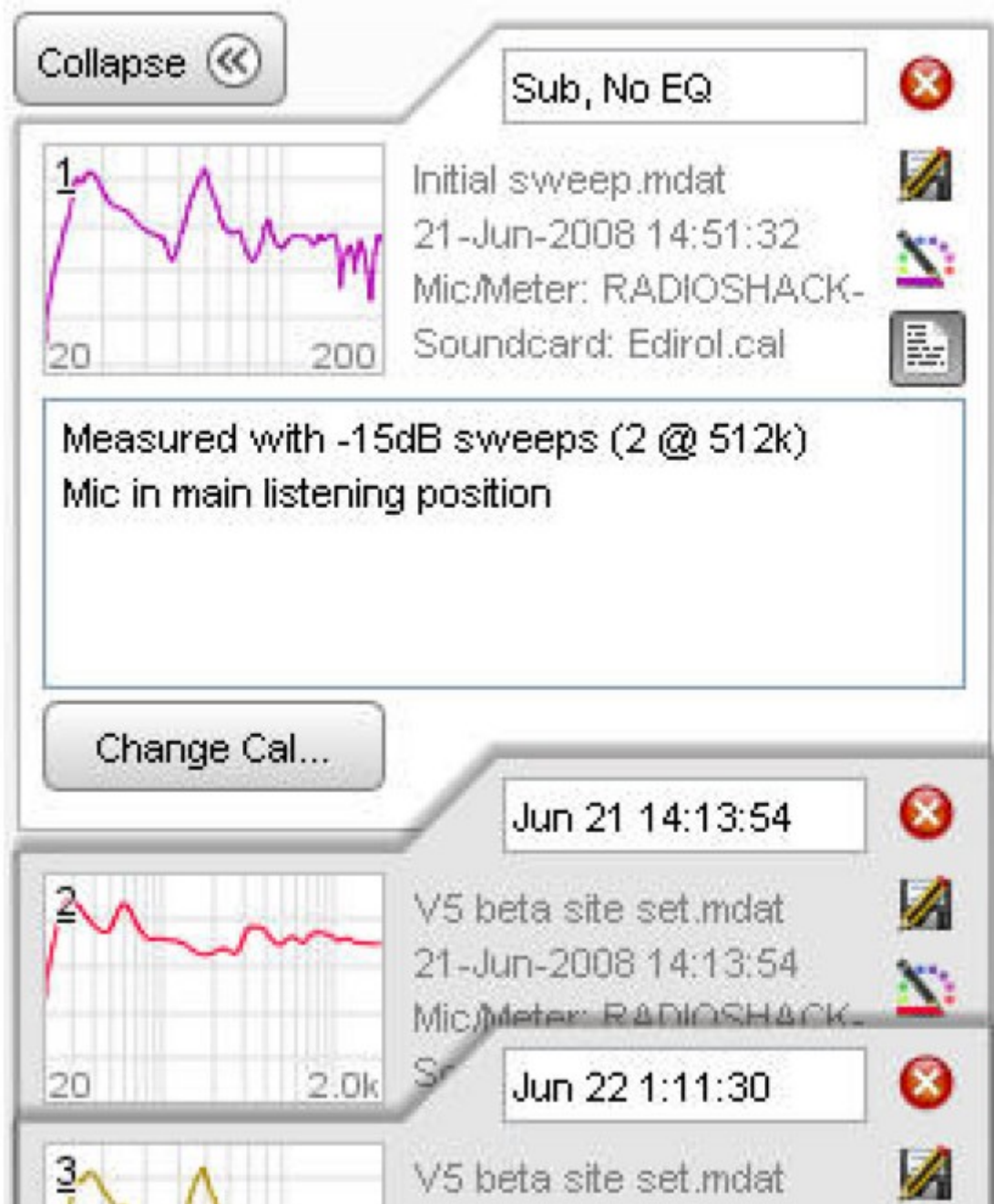


Mesurer la résistance DC du haut-parleur

Mesurer précisément une résistance à basse fréquence est un défi, des LCR meters qui sont bien calibrés peuvent avoir une bonne gamme et donner de bon résultat. Si vous n'avez pas accès à un LCR meter calibré, une alternative pour avoir une bonne précision est de mesurer une plus grande résistance, peut être 50 Ohms, ou acheter une résistance de très grande précision (comme une Vishay bulk foil part) et former un diviseur de tension avec la source DC, la résistance de référence et le haut-parleur . Un bon multimètre peut faire une mesure de tension précise, mesurer la tension aux bornes du haut-parleur et la tension aux bornes de la résistance de référence, ce qui permettra de déterminer la résistance du haut-parleur : $(\text{ref résistance}) \times (\text{tension hp}) / (\text{tension résistance ref})$.

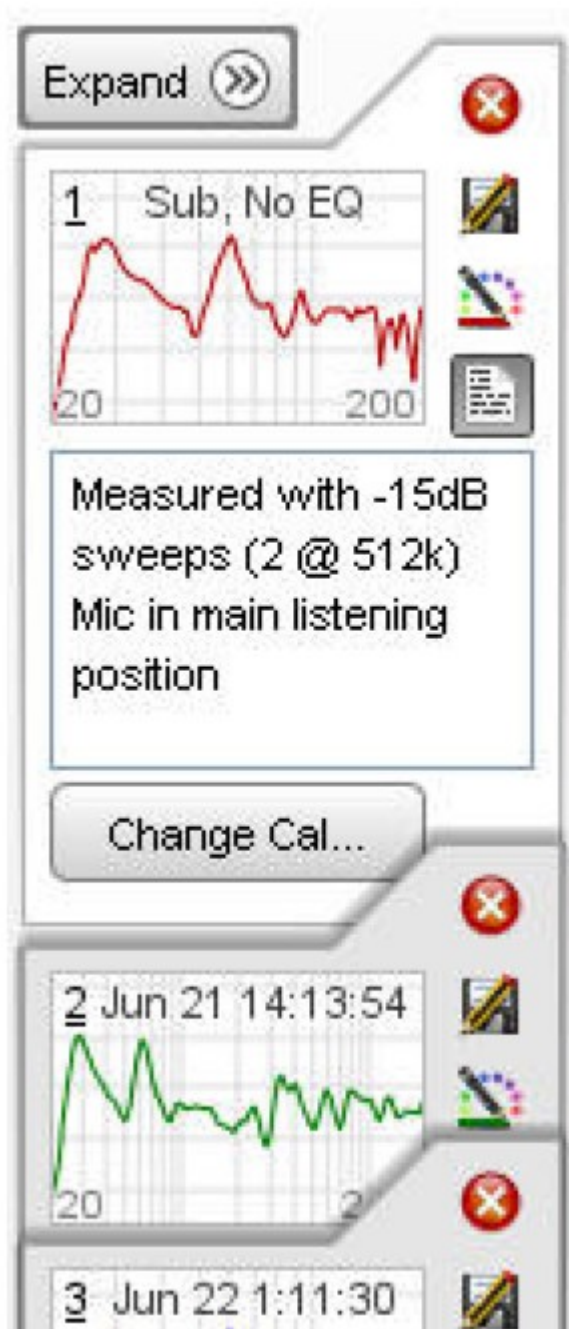
Panneau de mesure

Le panneau de mesure affiche les mesures qui ont été faites ou chargés et les informations les concernant. Les onglets sur le panneau sont utilisés pour sélectionner des mesures individuellement, cela inclus une vignette de la réponse en fréquence. Le texte après la vignette affiche le nom du fichier de mesure qui est chargé depuis ou sauvegarder sous (si il a été sauvegardé), la date, le temps auquel la mesure a été faite et le mic/sonom et la calibration de la carte son peuvent être utilisés (passer la souris au dessus de cette zone de texte pour faire apparaître une infobulle qui affiche le texte en pleine largeur). L'ordre des mesures dans la liste peut être changé en cliquant sur la mesure sélectionné et en la glissant en haut ou en bas à sa nouvelle position dans la liste.



Réduire

Le panneau de mesure peut être rendu plus étroit pour avoir une plus grande surface d'écran pour le graphique, cliquez sur le bouton **Collapse** pour réduire le panneau.



Réglages de mesure

La boîte de texte en haut du panneau de mesure est utilisée pour changer le nom de la mesure. La longueur du nom est limitée à la largeur de la case. Si aucun nom n'est donné, il sera rentré « No Description ». Le nom est affiché en bleu pour les nouvelles mesures ou les mesures avec des changements non enregistrés, autrement ils sont noirs.



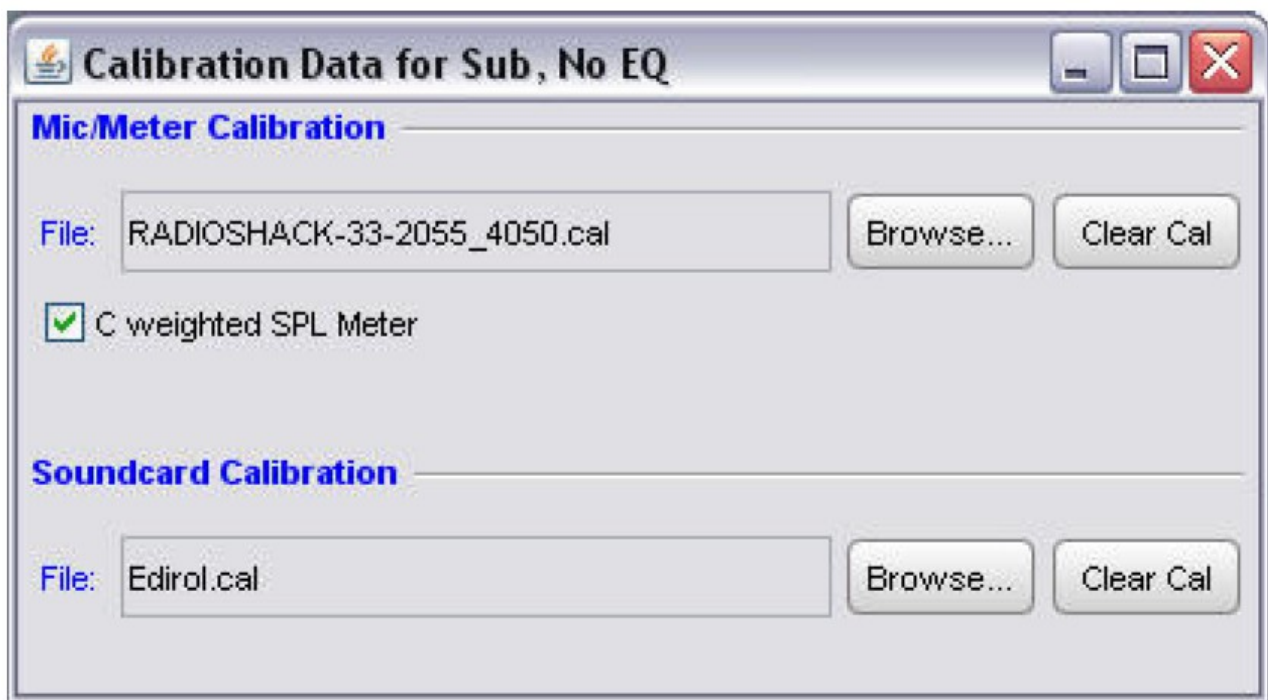
Le bouton dans la colonne d'après le nom est utilisé pour supprimer la mesure (supprimer une mesure l'enlève de REW, les mesures enregistrées ne sont pas affectées), sauvegarder la mesure, choisir la couleur du tracé et étendre ou réduire la zone de note. La couleur du tracé peut être réinitialisé par défaut dans les préférences View.

Des notes relatives à chaque mesures peuvent être entrée dans la zone de note, elle seront sauvegardées avec la mesure. Cliquez-droit sur la zone de note permet de faire apparaître le menu Copier/coller...



Change Cal

Le bouton **Change Cal** fait apparaître une boîte de dialogue pour charger, mettre à jour ou enlever un fichier de calibration pour micro/sonom ou carte son ou bien de sélectionner si la pondération C-weighted SPL meter sera utilisé pour la mesure. Notez que le changement de fichier de calibration ou de pondération nettoie tout les tracés waterfall, decay et spectrogram qui avait été générés car ils ne montrent plus de données valides. Les autres tracés affectés seront re générés en utilisant les nouvelles données de calibrations.



Impulse Responses

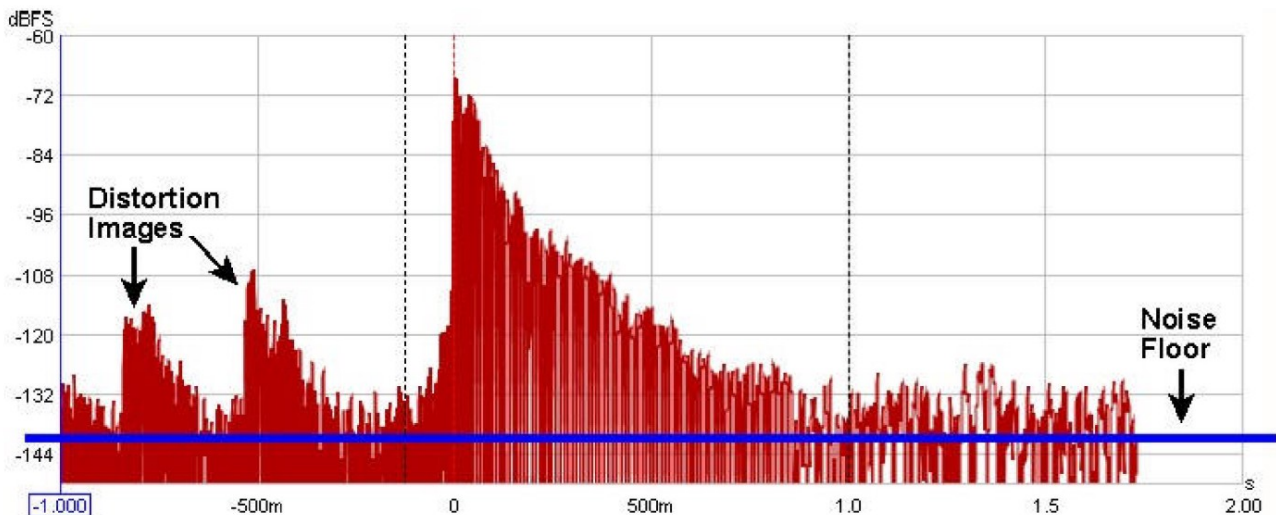
L'interprétation de réponse impulsionnelle est une part important de l'analyse acoustique. Une réponse impulsionnel peut nous dire beaucoup de choses sur une pièce et la façon dont le son sera reproduit à l'intérieur. Elle peut nous montrer quelle type de traitement serait utile et si les traitements ont été correctement appliqués pour atteindre les meilleurs résultats. Cette page explique la réponse impulsionnelle, les informations que l'on peut obtenir d'elle et comment REW peut mesurer et analyser cette réponse.

Qu'est ce qu'un réponse impulsionnel ?

Avant que nous puissions aller plus loin dans l'interprétation de réponse impulsionnelle, vous devez comprendre ce qu'est une réponse impulsionnelle. La réponse impulsionnelle est en substance un enregistrement de ce que vous pourriez entendre dans une salle si vous produisez un son extrêmement fort et extrêmement court . Un peut comme un tire de pistolet. Les raisons de mesurer la réponse impulsionnelle (par des moyens plus subtile que tirez des coups de feux dans la pièce) est qu'elle caractérise complètement le comportement du système composé de haut-parleurs que nous mesurons et la salle dans lequel il est, du point ou est placé le microphone de mesure. Une importante propriété d'une impulsionnel, et qui ne paraît pas évidente, et que si vous la décomposez en ondes sinus individuel, vous allez trouver qu'elle contient toutes les fréquences à même amplitudes. Étrange mais vrai. Cela signifie que vous pouvez travailler sur la réponse en fréquence d'un système en étudiant la composition fréquentielle de sa réponse impulsionnelle. REW le fait avec des Transformés de Fourier qui transforme la réponse impulsionnelle, schématiquement elles découpent la réponse en composantes fréquentielles individuelles. Le tracé de la magnitude de chaque'une de ces composantes fréquentielles forme la réponse en fréquence du système.

Quand une réponse impulsionnelle est mesurée au moyen d'une onde sinus glissante, la réponse linéaire de la salle est avantageusement séparée de sa réponse non linéaire. La portion de la réponse avant le peak initial au temps=0 est du aux distorsions du système. En regardant de plus près on s'aperçoit que ce sont des copies réduites et compressés horizontalement de l'impulsion principale. Chacune de ces copies est dû à la distorsion harmonique, la première et la 2nd harmonique, puis la deuxième, etc.... à mesure que le temps devient négatif. Le peak initiale et ces décroissances

ultérieurs après le temps=0 sont la réponse du système sans la distorsion.



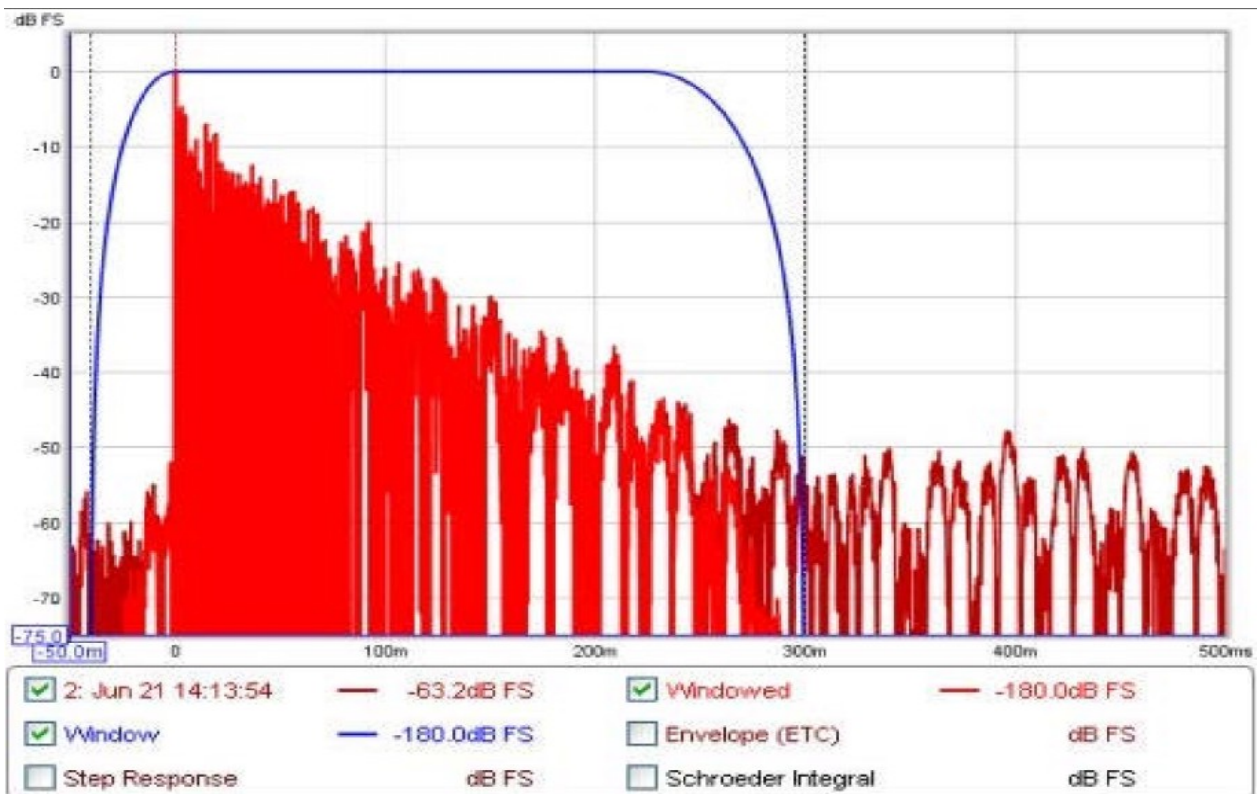
Dans un système parfaite à bande passante infinie avec des limites totalement absorbantes, la réponse impulsionnel ressemblerait à une pointe au temps 0 avec rien nulle part ailleurs. Le plus proche que vous pourrez trouver de sa est de mesurer la boucle de retour de la carte son. Une bande passante finie étend la réponse (considérablement, donc quand on mesure un subwoofer sa bande passante est très limité). Les réflexions venant des parois de la salles s'ajoutent à la réponse initiale aux temps qui correspondent à combien de temps en plus elles ont besoin pour voyager et atteindre le microphone. Par exemple, si le micro est à 3 mètres du haut-parleur et une réflexion du son venant du mur à parcourue 4,5mètres pour atteindre le microphone, cette réflexion créera un peak (l'étalement est dépendant de la nature des réflexions) 5ms après le peak initial, car le son met 5ms à faire les 5 mètres supplémentaire.

Quand vous mesurez une réponse pleine bande d'un haut-parleur (plutôt que la réponse d'un subwoofer) les réflexions sont plus faciles à repérer dans le haut de la bande passante d'un système pleine bande qui garde la pointe (et les réflexions) de l'impulsion assez étroite, mais vous devrez zoomer sur l'axe du temps pour les voir. Elles sont plus faciles à voir avec un axe Y linéaire (réglé en %FS plutôt qu'en dBFS) et un etc smoothing réglé à 0.

Fenêtrage de réponse impulsionnel

Après le capture d'un sweep, le calcul de FFT est effectué pour déduire la réponse impulsionnel du système et sa réponse en fréquence correspondante. Il y a des réglages pour ajuster la position et la largeur gauche et droit des fenêtres qui défini la portion utilisée pour déduire le réponse en fréquence, ces réglages sont accessibles en appuyant sur le bouton « IR Windows » dans la barre d'outils.

Le fenêtre et la région de la réponse impulsionnelle quelle couvre peut être vu sur le graphique Impulse en sélectionnant tracé « Windows » et « Windowed ». La référence pour la position de le fenêtre est actuellement le peak d'impulsion.



Les réglages par défaut pour la fenêtre sont habituellement adaptés. Dans une salle plus petite il peut être nécessaire d'utiliser une durée de fenêtrage plus courte du coté droit, autour de 300 à 500ms. Si le tracé de la réponse en fréquence apparaît bruité et irrégulier essayez de réduire la période droite de la fenêtre et appuyer sur « Apply Windows » pour re-calculer la réponse en fréquence. Dans des salles très grandes la fenêtre peut être augmentée pour augmenter la résolution fréquentielle.

La résolution fréquentielle correspond à la durée total de la fenêtre en cours (gauche et droite combiné) affiché au dessus du bouton Apply Windows. Plus la durée est longue, plus la résolution est haute. Des formes alternatives de fenêtres peuvent être sélectionnés indépendamment pour la gauche et la droite de la fenêtre.



Les utilisateurs de ETF doivent noter que les portes de temps sont spécifiées de différentes manières dans les fenêtres de durées de REW, pour convertir une porte de temps ETF en une largeur de fenêtrage multipliée par 1,4.

Minimum Phase (page67)

Dans les discussions sur l'égalisation, et plus particulièrement l'égalisation pour tenter d'améliorer la réponse acoustique d'une salle, « minimum phase » reviendra souvent. Généralement dans le contexte de si oui ou non une EQ peut être utilisée pour traiter un problème de réponse. Alors qu'est ce que la « minimum phase » et pourquoi devons nous nous en préoccuper.

Il y a de rigoureuses définitions mathématique et théories des systèmes sur ce qu'est la minimum phase, mais nous n'allons pas les répéter ici. Dans le contexte de mesures acoustiques, un système avec une minimum phase a deux propriétés importantes : Il a le temps de retard le plus court pour un signal le traversant et il peut être inversé.

Minimum Phase and Time Delay

La propriété « lowest time delay » (plus petit temps de retard) fait référence à la quantité de composantes fréquentielles retardées dans un signal tout en fournissant la réponse en fréquence mesurée. Nous pouvons voir les caractéristiques de delay (retard) directement sur le tracé de Group delay du système. Donner une réponse en fréquence mesurée n'est pas possible depuis la réponse SPL seul, si ce que nous avons mesuré comme caractéristique est le « delay minimum ». Il y a quelque part un retard temporel sur tout le système, comme le temps que prend le son pour voyager du haut-parleur vers le microphone, ce retard rendrait le système non-minimum phase (dans le sens stricte du terme) mais l'altérerait pas la réponse SPL mesurée.

Un retard de temps cause un décalage de phase qui augmente avec la fréquence. Par exemple un delay de 1ms cause un décalage de phase de 36 degrés à 100Hz mais 3600 degrés à 10kHz, car 1ms est 1/10 d'une période de 10ms d'un signal de 100Hz, mais c'est 10 fois la période de 0,1ms d'un signal à 10kHz, et chaque période est de 360 degrés. Le décalage de phase causé par un retard de temps est linéaire avec la fréquence, ce qui signifie que avec l'exemple de 1ms qui donnerait 36 degrés de décalage de phase à 100Hz et deux fois ce delay à deux fois cette fréquence ou trois fois ce delay à trois fois cette fréquence etc. Si l'axe des fréquences est réglé sur linéaire, le tracé de phase du temps de retard ressemblera à une ligne droite descendante à mesure que la fréquence augmente. La façon dont elle descend dépend de la grandeur du delay.

Tandis que des delays de temps constants rendent difficile d'interpréter la réponse de phase, ils peuvent être retirés de nos mesures et ils ne causent aucun problème pour appliquer une EQ. Cependant, enlever uniquement le retard de temps (ou ces effets) ne suffit pas à faire la phase minimum d'un système, c'est plus compliqué de sa.

Minimum Phase et inversibilité

Les systèmes de phase minimum peuvent être inversé, ce qui signifie qu'un filtre conçu la dessus, si il est appliqué au système, devrait produire une réponse plate et corriger la réponse de phase en même temps. C'est clairement une belle propriété si nous voulons appliqué une EQ. Si nous appliquons une EQ à un système qui n'a pas une phase minimum, ou plus particulièrement dans une région où il n'est pas à phase minimum, l'EQ ne produira pas l'effet escompté. Il est quand même possible d'obtenir une réponse plate, mais corriger la réponse de phase nous échappera. Ce n'est tout simplement pas possible.

Un exemple de ce qui rend une réponse non minimum en phase est les réflexions qui sont aussi grandes ou plus grandes que le signal direct. (Les réflexions le long du trajet sont différentes, mais celles de même longueur peuvent se combiner et produire un plus haut niveau, ou une surface recourbé peut concentrer une réflexion). Dans le cas simple où la réflexion a exactement la même

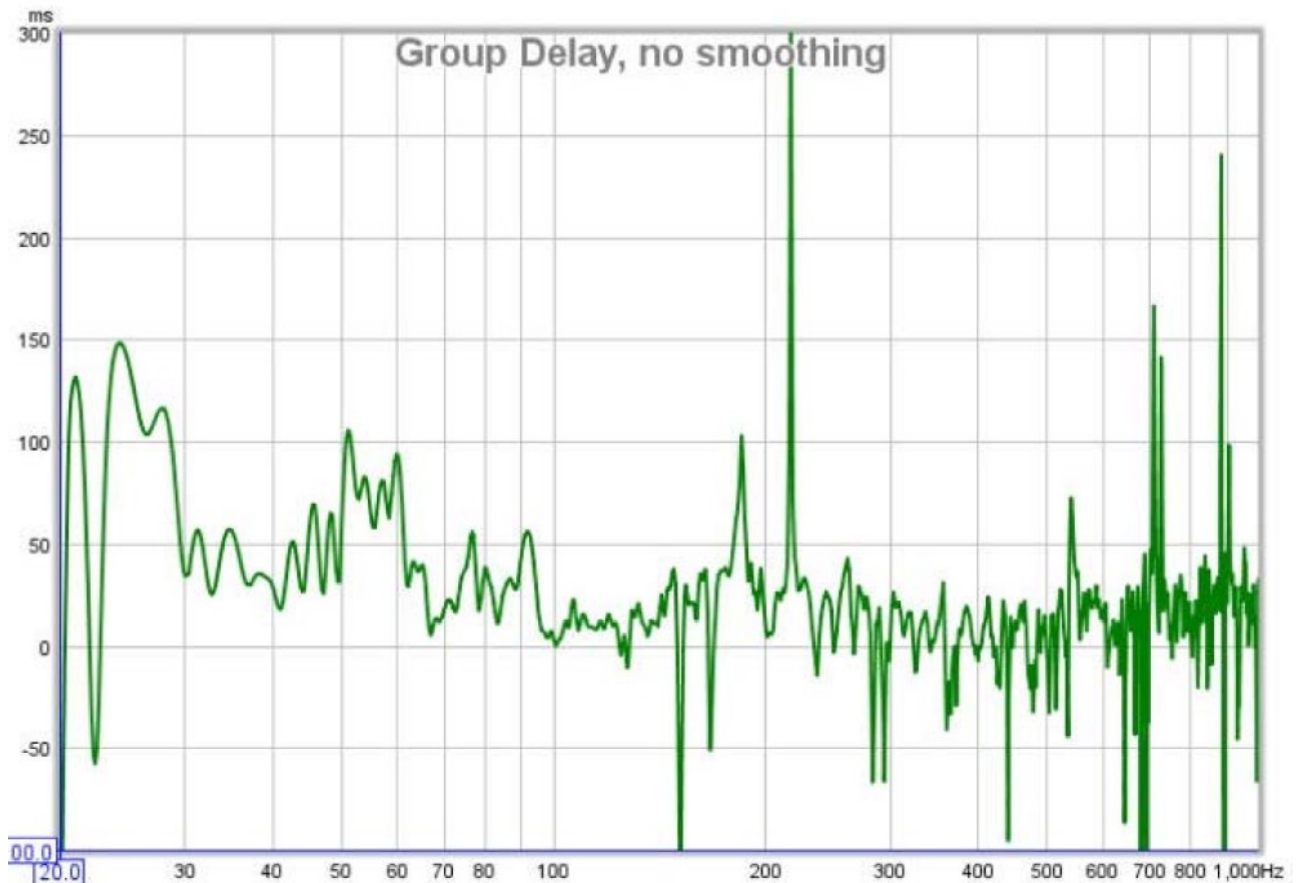
amplitude que le son direct, nous devrions trouver des fréquences régulièrement espacées pour lesquelles les réflexions sont hors phase de 180° avec le son direct. Quand ces signaux se combinent, le résultat est une amplitude nulle à ces fréquences (exemple extrême d'un filtrage en peigne souvent vu dans les mesures acoustiques). Ce niveau zéro ne pourra pas être restauré et ceux par n'importe quel quantité l'eq qui pourrait être faite, car les effets de l'eq agissent sur les signaux direct et réfléchis de façon égale donc ils continueront de s'annuler. Si une réponse à des régions à zéro elles ne peuvent pas être inversées et elle n'est pas phase minimum. Si les réflexions sont plus grandes que le son direct le problème est aussi délicat, car bien que nous n'ayons plus un niveau zéro nous devons sortir de la situations où les corrections appliquées à l'EQ deviennent toujours plus grandes pour contrer des réflexions toujours plus grandes et nous ferons rapidement dépassé le headroom.

Identifier les régions de minimum phase

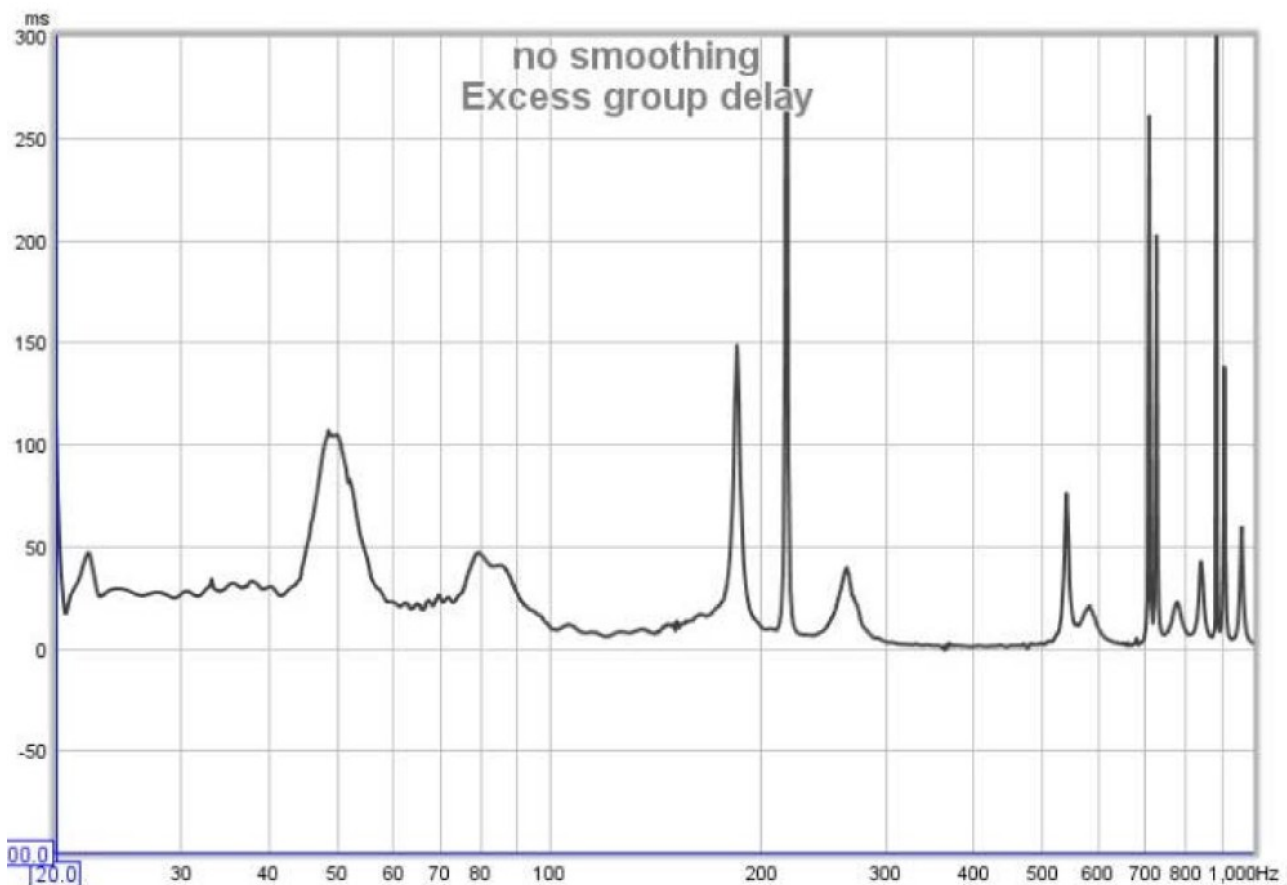
Les réponses de salles ont une phase mixte, ce qui signifie qu'elles ont certaines régions à phase minimum et certaines régions à phase non minimum. Les régions à phase minimum ont tendance à être aux basses fréquences, mais nous ne pouvons pas dire que la réponse est à phase minimum en dessous d'une coupure (fréquence). Il n'est pas possible d'identifier une région de phase minimum en regardant la réponse de phase enroulé (wrapped), tout particulièrement si la mesure a un retard de temps (delay). Tracé en fonction d'un axe linéaire en fréquence, la réponse unwrapped (déroulé) donne plus d'indications, mais elle doit souvent couvrir une trop grande envergure ce qui la rend inutilisable. Même si nous enlevons le retard de temps de la mesure, la réponse de phase seul, ne nous permettra pas facilement d'identifier les régions de minimum phase. Cependant, il existe une méthode simple. Voici une mesure d'un sub+main speaker dans la salle :



Nous pourrions supposer que c'est en grande partie la phase minimum en dessous de la fréquence de transition de la salle et non minimum phase au dessus, mais pour éviter la conjecture nous pouvons le regarder comme groupe delay. Le tracé de group delay nous montre de combien chaque fréquence est retardée. Mathématiquement, c'est la pente du tracé de la phase unwrapped, donc à n'importe quel endroit où la phase chute linéairement correspond une région group delay constante (Cette région est delayé par une constante de temps). Voici le tracé du group delay pour la mesure :



Voilà qui nous rapproche un peu, nous pouvons spéculer que les endroits où il y a de grandes ondulations du group delay sont les régions non minimum phase, mais cela ne nous permet toujours pas d'identifier précisément les régions de phases minimum. Pour faire ça, nous devons comparer la mesure avec un système qui a la même amplitude en réponse et qui EST la phase minimum et voir les mesures excess group delay (dépassement de retard de groupe). La réponse en phase minimum est générée en utilisant l'amplitude de la mesure et en calculant sa phase minimum correspondante, par une relation mathématique entre les deux qui maintient la phase minimum du système. En regardant les différences la phase mesurée et la phase minimum (excess phase) et en mesurant la pente de ces différences pour trouver le excess group delay, nous obtenons ce tracé :



Maintenant nous avons quelque chose avec quoi travailler. Partout où le tracé d'excess group delay est plat est une région de phase minimum de la réponse. Nous pouvons voir qu'il y a encore des régions dans les basses fréquences où la phase n'est pas minimum, entre 44 et 56Hz par exemple. Elles correspondent généralement aux régions où il y a des creux pointus dans la réponse, ce qui explique les mauvais résultats obtenus en essayant d'aplanir ces régions avec l'EQ. Les pics aux basses fréquences des autres parties sont de façon générale dans la région minimum phase, le tracé est à peu près plat dans la région entre 28Hz et 60Hz, ce qui augure bien pour leur appliquer une EQ. En générale, les pics dans une réponse sont les résultats de caractéristiques qui sont corrigibles par égalisation (pour parler technique, elles sont dû aux pôles de la réponse et l'égaliseur peut placer des zéros qui annulent ces pôles).

Ils y a des régions à relativement hautes fréquences qui sont minimum phase, comme vers 300 à 500Hz, malgré les très grandes variations de la réponse dans cette zone, il devrait donc être possible d'appliquer une égalisation ici. Cependant, il nous faut nous rappeler que la mesure est valide uniquement pour la position où était le microphone pour la faire, et plus la fréquence augmente, plus la réponse change rapidement, plus le microphone bouge. Une égalisation peut sembler bonne à la position d'origine de mesure et donner moins bien à une autre position, il est donc important de mesurer partout sur la zone d'audience. Une égalisation à bande passante étroite ne devrait pas être utilisée en dehors des gammes modales, plus la fréquence est haute plus large doit être la bande passante de l'égalisation pour avoir une chance d'être utile en dehors d'une très petite région.

À côté de ça, le tracé excess group delay montre aussi clairement qu'il y a un offset (décalage) de temps entre le subwoofer et le main speaker, le sub est en retard de 25ms, ce qui n'est pas évident sur le tracé global de group delay. Le tracé excess group delay est le plus utile pour faire de l'alignement temporel de haut-parleurs.

Une cause fréquente du comportement non-minimum de la phase dans les salles

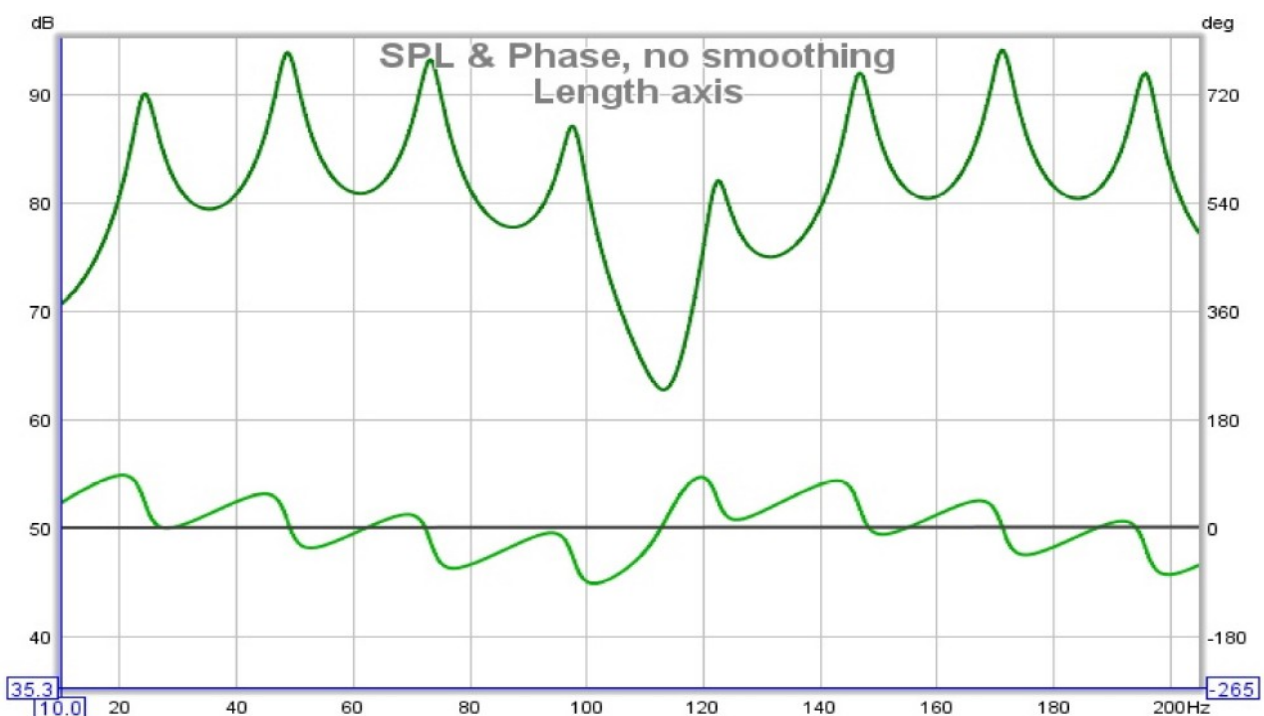
Si des systèmes à phase minimum sont cascades (connectés en série) la globalité du système reste en minimum phase. Les fonctions de transferts individuels des systèmes sont multipliés ensemble, ce qui conserve les caractéristiques de phase minimum. En conclusion du paragraphe ci-dessus sur l'inversibilité, la phase minimum des systèmes ne doit jamais avoir une amplitude de zéro et en multipliant des valeurs non nulles ensemble les valeurs générées ne seront pas nulles.

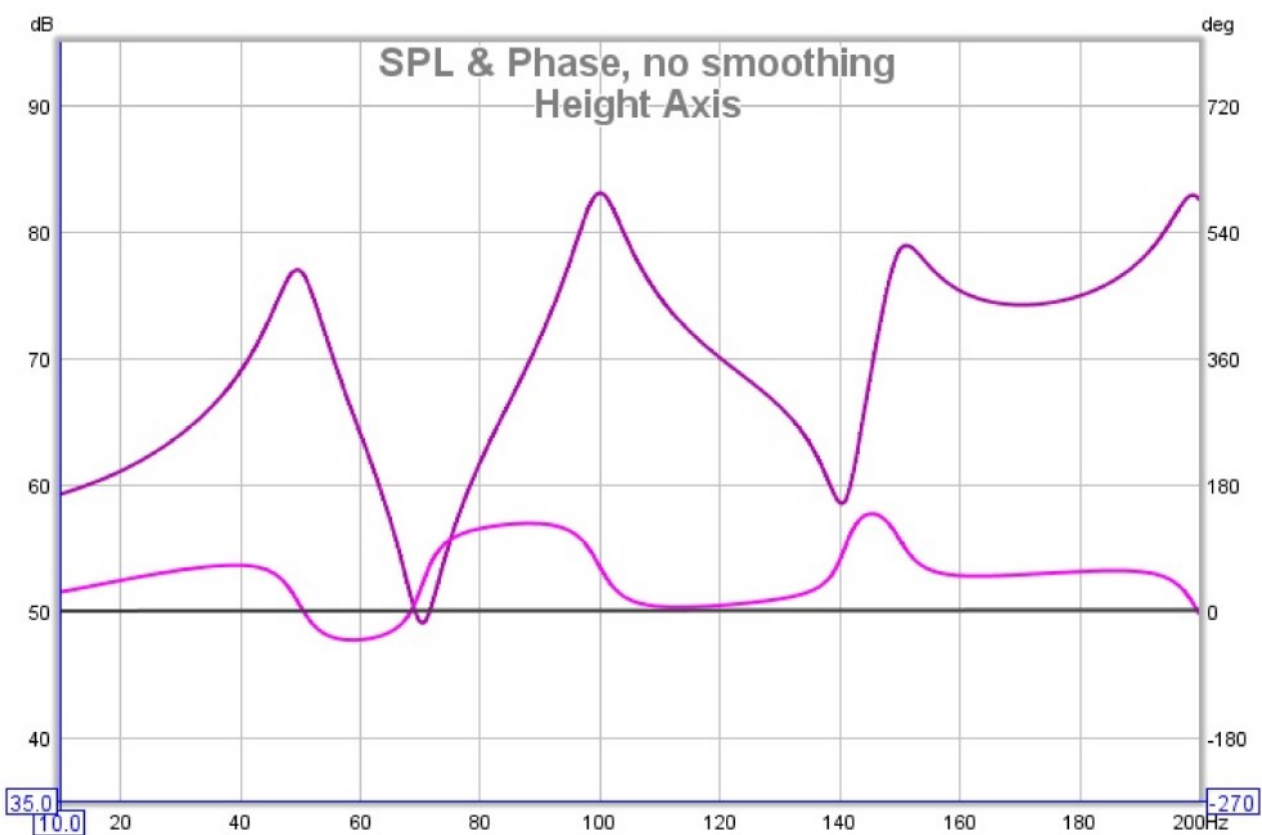
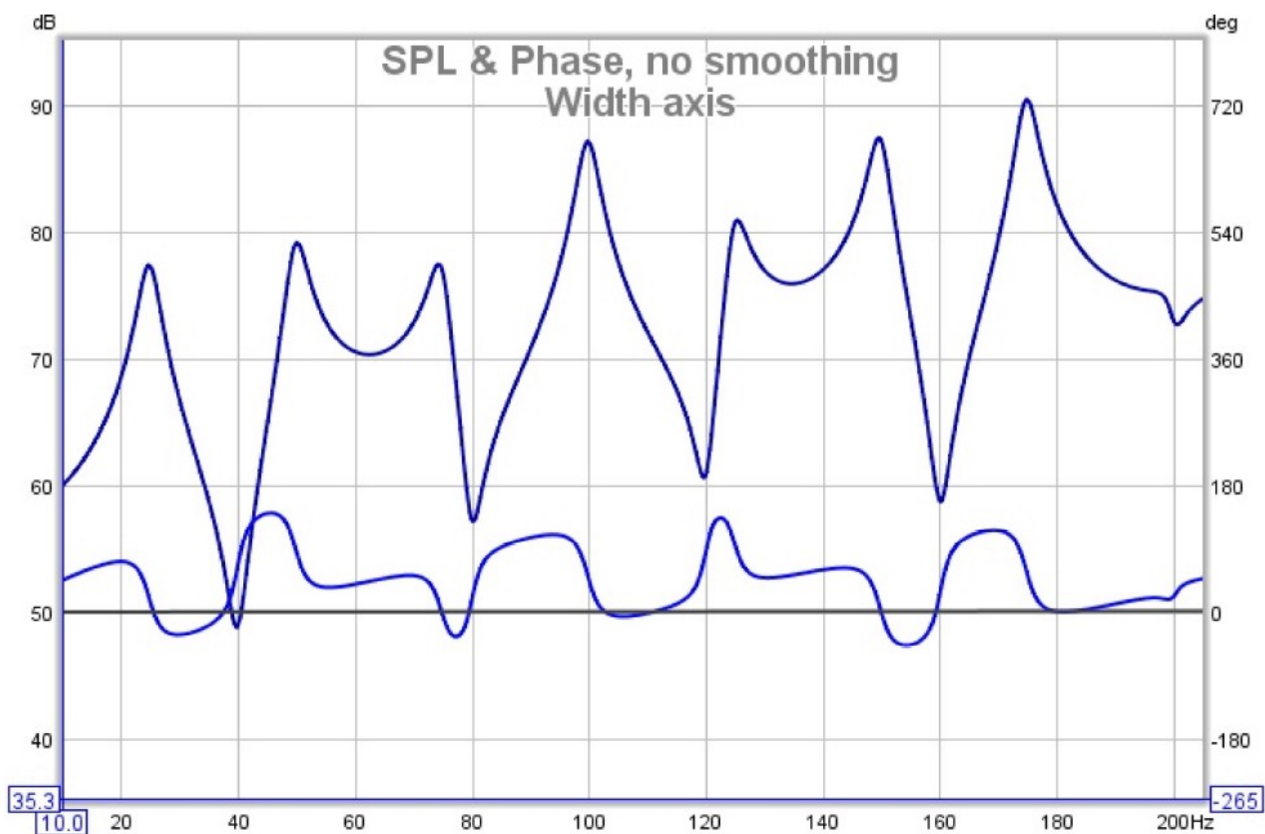
Cependant, ajouter les réponses de phase minimum de systèmes donne des résultats qui sont en général non-minimum phase tout le long de leurs réponses. Ils y a des zones auxquels nous ajoutons les réponses des systèmes qui sont égales en magnitude mais opposées en phase, leur sommation donnera zéro. Nous voyons ici le problème pour les réponses de salle, car la réponse mesurée d'une salle est une sommation de plusieurs réponses différentes dû au rayonnement du son dans la salle et des réflexions sur ces parois. Cela s'applique aussi aux basses fréquences, comme nous pouvons le voir en dessous.

Axial modes (ondes stationnaires) dans une salle rectangulaire

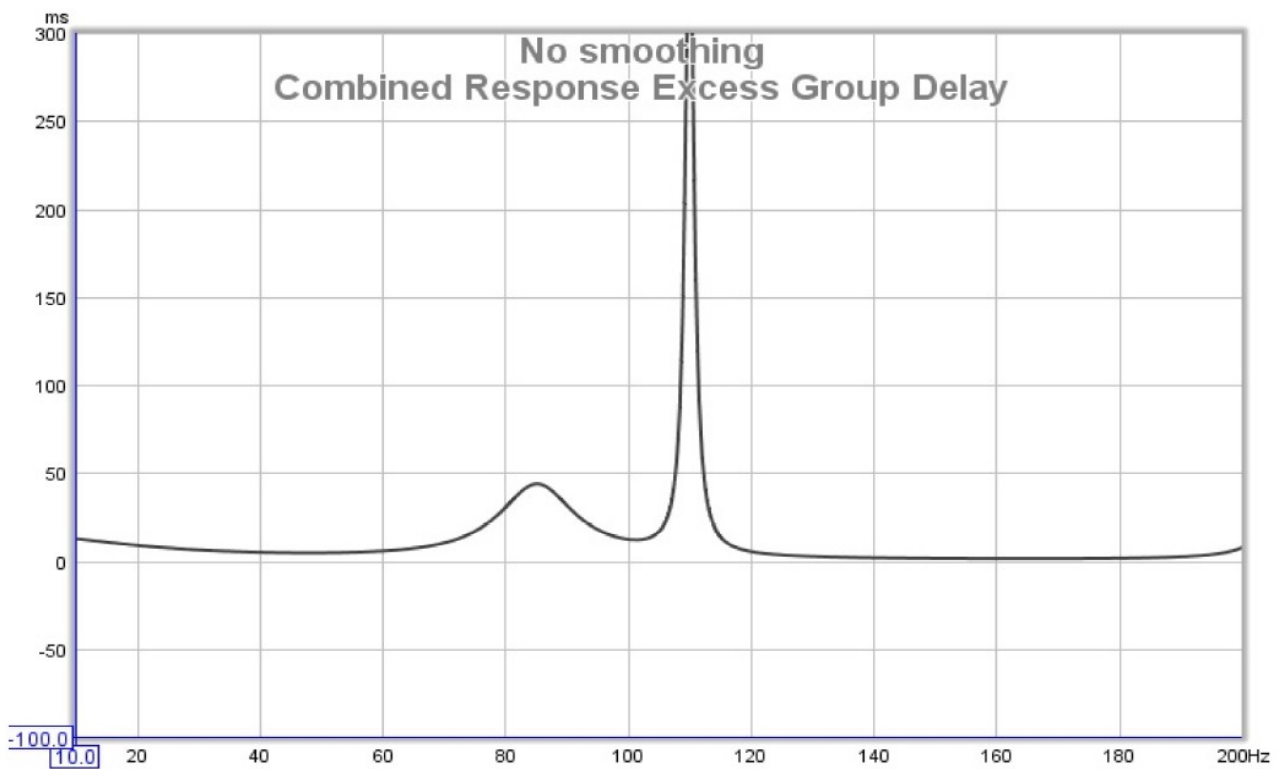
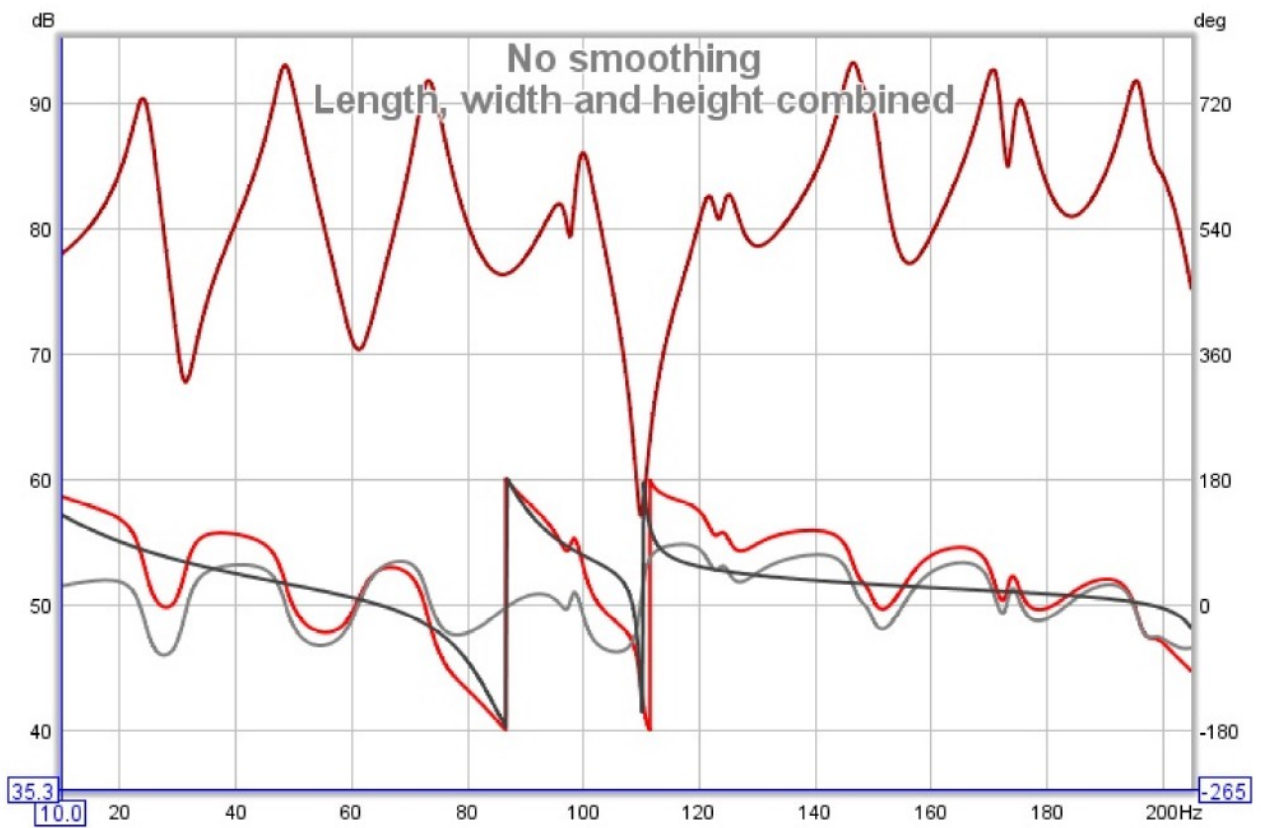
Pour fournir un exemple simple sur la manière dont la sommation de signaux dans une pièce peut les rendre non-minimum, même à basse fréquence, nous pouvons voir le comportement d'un axial mode dans une salle parfaitement rectangulaire. Comme les résultats sont faciles à simuler (dans ce cas avec l'outil de simulation de mode de REW), nous avons un ensemble de réponses contrôlés à étudier. Pour les réponses ci-dessous, les mesures de la salle sont 7,00*6,86*3,43m, ce qui donne une longueur de mode tout les 24,5Hz, avec un modes tout les 25Hz et un ordre tout les 50Hz. La source est sur la paroi de devant, 0,25m de la paroi de gauche et à 0,15m du sol. Le microphone est à 1,5m du mur arrière, 4,28m de la paroi de gauche et à 1m du sol. Les surfaces de la salle ont une absorption constante de 0,20 pour toutes les fréquences.

Le premier tracé montre les réponses de phase et SPL pour chaque axe. Toutes sont parfaitement en phase minimum, donc la phase (ligne noire) est plate et reste à zéro. Une échelle linéaire de fréquence est utilisée sur l'axe pour voir plus facilement les effets de modes, qui sont distribués linéairement en fréquence.





Maintenant les réponses combiné, sur lequel ont affiche la phase minimum en gris et la excess phase en noir, suivit le tracé de excess group delay :



La réponse n'est plus complètement minimum phase sur tout la bande, comme nous pouvons le voir sur l'excess phase, mais il dévie de façon dramatique dans la région 70-120Hz. A 110Hz il y a une grande pointe dans la réponse, c'est la grande pointe dans le excess group delay. Essayer d'EQ la réponse pour aplatir cette région est insensé. Les régions où la réponse est loin de la minimum phase ne donneront généralement pas les résultats que nous attendons et il est mieux des les laisser sans EQ. Les régions non-minimum phase sont aussi plus susceptible de mieux montrer les variations avec les positions et d'être plus affectées par les changements dans la pièce, comme un changement affecte tout les signaux leurs somme dans la réponse de minimum phase altère considérablement son comportement. Du côté positif, les traitement acoustique large bande dans une salle sont efficace quelque soit le comportement minimum phase ou non-minimum phase de la salle.

Notez que les résultats d'EQ prédis par REW qui sont affiché dans la fenêtre EQ window sont obtenue par l'application des filtres choisis à la réponse impulsionnel, et ils inclues les effets du comportement non-minimum phase, ainsi ils représente avec précision les résultat que on pourrais obtenir au point où a été faite la mesure.

Pourquoi je ne peut pas résoudre tout mes problèmes acoustiques avec l'EQ ?

(page 77)

Ce chapitre traite d'une question importante : Pourquoi l'EQ ne suffit pas à régler les problèmes acoustiques ?

Beaucoup de produits prétendent être en mesure de corriger les réponses de salle, alors pourquoi aurait-on besoin de s'ennuyer avec des traitements acoustiques, des bass traps, des absorbants et toutes ces choses ?

Technologie à la rescousse, non ?

Ce sont des questions importantes, et en comprendre les réponses peut beaucoup aider ainsi que apporter une meilleure compréhension de l'acoustique en générale. Il y a quelques endroits où les questions deviendront un peu plus techniques, mais pour la plus grande partie l'explication est assez facile à suivre. Le long de la route pour comprendre les réponses aux questions ci-dessus, nous aborderons les réponses aux deux autres questions :

Pourquoi la phase est-elle importante ?

Pourquoi devrais-je regarder les signaux dans le domaine temporel plutôt que tout simplement les réponses en fréquences ?

Que fait l'EQ ?

Comme point de départ nous devons jeter un regard sur ce qu'un égaliseur peut faire pour nous. La fonction de base d'un égaliseur est de modifier la réponse en fréquence. Nous pouvons l'utiliser pour essayer d'égaliser toutes les fréquences dans la réponse. L'indice est certainement dans le nom là ! Des égaliseurs particuliers sont parfois décrits comme agissant dans le domaine fréquentiel, ou agissant dans le temporel, ou agissant dans les deux. En réalité tous les égaliseurs, **sans exceptions**, opèrent dans le domaine temporel et fréquentiel et ont des effets dans les deux.

Quelles sont les limites d'applications d'EQ ?

Position, position, position

Avant que vous commenciez à ajuster un égaliseur pour modifier la réponse en fréquence, vous avez besoin de voir une réponse à ajuster, donc vous devez faire une mesure. Cela fait apparaître la première limitation. La mesure est faite à une position unique, et la réponse en fréquence de cette mesure n'est valide que pour cette position, bouger le microphone n'importe où ailleurs et faire une autre mesure produira une réponse en fréquence différente. Elle peut être légèrement différente, ou elle peut être (et généralement elle l'est) très différente. Les changements produits par un égaliseur dans le chemin menant au haut-parleur sont les mêmes peu importe où nous sommes dans la salle, donc puisque la réponse change pour différentes positions et que l'EQ non, il va de soi que l'EQ va seulement être bonne à l'endroit où la réponse en fréquence est la même que la première que nous avons utilisée pour ajuster l'EQ.

En lisant certains textes publicitaires pour des produits d'EQ vous pourriez être indulgent de penser que certains gars quelque part ont trouvé un moyen de contourner ça. Ils n'en est rien. Le mieux que vous puissiez faire et de regarder sur les réponses en fréquences pour beaucoup de positions dans la zone où vous avez besoin de correction pour travailler, déterminer quels morceaux elles ont suffisamment en commun, et arriver à un compromis de réglages d'EQ qui aident dans le plus d'endroits et qui ne font pas trop de dégâts autre part. Cela peut aider, mais il n'y a pas de formule

magique.

Que faire si je n'écoute que dans une seule position ?

Donc si l'EQ est bonne uniquement pour une position, et que je m'assise seul à cette position, quel est le problème ? Le problème est que de très petits mouvements engendrent de grandes différences. Aux hautes fréquences la longueur d'onde du son est très courte. Pour 20kHz elle est juste de 17cm ou 5/8". La réponse en fréquence varie considérablement aux hautes fréquences sur de très courtes distances, donc même si vous vous asseyez dans une seule position (position d'écoute), et restez bien immobile, le mieux que vous pouvez espérer est un réglage d'EQ qui pourrait fonctionner jusqu'à quelques kHz. Pour une amplitude de mouvements plus raisonnable quelques centaines de Hz est plus probable.

Résolution

Nous sommes donc prêts à faire certains compromis. Un sweet spot (position principale d'écoute) doit être définie, et fixer la réponse à quelques centaines de Hz pourrait beaucoup nous aider, c'est généralement plus bas sur toute la zone d'audience. Nous allons donc éclater l'EQ et commencer à ajuster. Le problème suivant que nous rencontrons est que les ajustements ne semblent pas bien fonctionner. Dire la réponse en fréquence présente un creux de 6 dB à 100Hz. Nous lui ajoutons 6dB à cet endroit et ajuster la largeur pour qu'elle corresponde à celle que nous avons vue. Mais la réponse en fréquence a peut-être bougé, particulièrement dans le milieu du creux. Que se passe-t-il ? Le problème est probablement la résolution de la mesure. Si vous avez utilisé un RTA 1/3 d'octave, par exemple, pour mesurer la réponse, la barre à 100Hz en fait une largeur de 89Hz à 112Hz. Ces 6dB de creux sont probablement dus à un creux beaucoup plus grand et beaucoup moins large à l'intérieur de ces 23Hz. Vous devez faire une mesure à haute résolution pour voir ce qu'il se passe, un RTA ne pourra pas trancher pour ce travail.

Headroom (plage dynamique)

Le RTA a quitté la scène et nous faisons des mesures en hautes résolutions. Et elles semblent affreuses. Elles ont de grands pics et certains creux immenses. Le creux de 6dB que nous avions vu à 100Hz s'avère être réellement de 17dB à 98Hz. Tant pis, l'EQ permet un gain de 24dB. Mais l'écoute avec la correction à l'endroit d'écoute met en évidence d'énorme distorsion. Nous avons atteint le headroom, en écrêtant (clipping) partout. Après avoir joué un peu sur les niveaux pour vous débarrasser de l'écrêtage le résultat même un peu en dehors du sweet spot est trop, bien pire. Les grands creux dans la réponse sont très sensibles à la position, même à très basses fréquences. L'égalisation ne peut rien pour les problèmes de sensibilités de la position et de headroom. Le mieux que vous puissiez faire est de trouver un compromis sur les larges et très profonds creux et travailler sur les pics.

Minimum phase et tout le reste

Nous connaissons la plupart des limitations d'un égaliseur maintenant. Nous avons un peu déplacé les choses autour et utilisé quelques absorbantes et sommes débarrassés des pires creux. Après beaucoup d'ajustements minutieux de l'EQ la réponse en fréquence est maintenant assez plate. Mais ça ne sonne toujours pas terrible. Donc maintenant que peut-on faire ?

Les prochains paragraphes deviennent un peu plus techniques, mais ils méritent que l'on s'y intéresse. Les égaliseurs sont à quelques exceptions près des périphériques à phase minimum (certains sont à phase linéaire, mais cela ne nous aidera pas pour le problème que nous faisons face). Quand nous faisons un ajustement sur la réponse en fréquence sur un EQ, nous changeons aussi la

réponse en phase, une partie souvent ignoré de la mesure. Nous devons faire un court détour pour voir pourquoi nous devons faire attention à la phase.

Pourquoi la phase est elle importante ?

Les logiciels de mesures mesure la fonction de transfert d'un système qui lui est relié. La fonction de transfert a deux parties, la familière réponse en fréquence et la réponse en phase. Des systèmes peuvent avoir la même réponse en fréquence mais en fait avoir des effets complètement différents sur les signaux qui les traversent. Les différences résident dans leurs réponses en phase. Un exemple simple sur quelle grande différence peut faire une différence de phase, examiner les résultats de la mesure de deux signaux différents : une impulsion et une période de bruit périodique. Ces deux signaux ont une réponse en fréquence parfaitement plate, en regardant leurs réponses en fréquences nous ne pouvons pas les distinguer. Les signaux de temps ont eux un aspect complètement différents, alors qu'est-ce qui produit cette différence quand le signal passe dans une FFT pour faire une réponse en fréquence ? Tout est dans la réponse de phase. L'impulsion a une phase zéro à toutes les fréquences. Le bruit périodique a une phase aléatoire. Regarder uniquement la réponse en fréquence ne peut pas nous dire à quoi ressemble le signal, regarder la réponse en fréquence de la fonction de transfert seul ne peut pas nous dire ce que le système fait aux signaux quand ils passent à travers, nous devons regarder la réponse de phase aussi.

Donc la réponse à pourquoi notre système avec sa jolie réponse en fréquences aplatie ne sonne toujours pas est sa réponse en phase. Les réponses de la salle sont, plus la plupart non-minimum phase. L'explication technique ne nous aidera probablement pas pour la compréhension du problème auquel nous sommes confrontés, mais le résultat est le suivant : nous pouvons faire presque tout ce que nous voulons sur la réponse en fréquence (dans les limites dont nous avons discutés plutôt) mais la réponse de phase est hors d'atteinte pour notre EQ. Tout ce que nous faisons comme ajustement d'EQ de la réponse en fréquence aura un effet correspondant dans la réponse en phase et pendant que nous faisons des ajustements de la réponse en fréquence nous pouvons la rendre égale et opposé à la réponse en fréquence de la salle, le même chose n'est pas vrai avec la phase. C'est ce qui signifie pour une salle ne pas être à phase minimum, elle a fait à la phase du signal des choses que nous ne pouvons pas reproduire dans notre EQ. Corriger la réponse en fréquence mais pas la réponse en phase signifie que nous ne pouvons pas faire au signal la même forme qu'il avait avant que la pièce agisse dessus, néanmoins nous passons beaucoup de temps à tripoter les EQ. Nous avons atteint la limite.

L'importance de regarder les signaux de temps

Ce qui nous amène à un autre point que j'ai dit que j'allais aborder, l'importance de regarder le signal de temps et pas seulement la réponse en fréquence. La réponse en fréquence n'est que la moitié de la description de ce que fait le système aux signaux quand ils passent à travers, la réponse de phase et l'autre moitié. Essayer de comprendre les systèmes en regardant uniquement leurs réponses en fréquences et comme essayer de comprendre un livre en lisant que les pages aux nombres paires. Pour vraiment comprendre vous devez regarder les deux. Cependant c'est un peu problématique. La réponse en fréquence est assez facile à comprendre, mais la réponse de phase ne délivre pas ces secrets aussi facilement. Pour correctement l'utiliser nous finissons par regarder différentes quantités qui en sont dérivées, comme le group delay ou phase delay. Ça se complique. Mais il y a une alternative.

Les systèmes que nous mesurons peuvent être décrits de deux façons : dans le domaine fréquentiel par leur transfert fonction (réponse en fréquence et phase) ou dans le domaine temporel par leurs impulsion response. Ce sont deux vues du même système, la transfert fonction est la FFT de l'impulsion response et l'impulsion response est la FFT inverse de la transfert fonction. Pour étudier comment le

système ce comporte et ce qu'il fait aux signaux, nous pouvons regarder les deux. L'impulse réponse à l'avantage de capturer toutes les informations en un signal, quelle met en une fois dans la transfert fonction, cependant elle n'est pas immédiatement intuitive comme la réponse en fréquence. Elle donne rapidement des informations qui sont facilement repérables à travers la fonction de transfert, comme les premières réflexions ou la décroissances lente des résonances de la salles (modes). Il est bien de prendre la peine et le temps pour devenir familier avec l'impulse response et ses quantités dérivées, comme l'enveloppe d'impulse response (ETC).

L'EQ aide ou pas ?

Compte tenu de toutes les limitations que nous avons découvertes et du problème de phase non-minimum en plus, nous pouvons nous demander si un égaliseur n'est jamais bon pour nous. Pourtant tout n'est pas perdu. Les comportement non-minimum phase d'une salle sont attachés aux creux dans la réponse. Cela signifie que nous sommes encore moins en mesure de traiter avec eux, mais il n'y a pas grand chose que nous puissions faire à ce sujet de toute façon, donc nous ne sommes pas plus mauvais non plus. Du point de vue positif, les peaks de la réponse sont causés par des caractéristiques qui se situent bien dans la région que notre égaliseur à phase minimum peut gérer. Nous pouvons les utiliser pour aider à dompter les peaks et plus bas ils se produisent, meilleurs seront les résultats que nous serons susceptibles d'obtenir. Un bon complément à nos traitements acoustiques, car ils commencent à lutter (ou nous commençons à lutter avec leurs tailles!) au basses fréquences. L'EQ est un outil utile à garder sous la main quand vous essayez de résoudre vos problèmes d'acoustiques, mais il ne sera seulement qu'une petite partie de la solution.

SPL Meter (page 82)

Le SPL Meter est une intégration, enregistrant le vu-mètre du niveau du son qui affiche le niveau de pression sonore, équivalent au niveau de son ou niveau d'exposition sonore basé sur le niveau RMS du canal d'entrée. Il offre des pondérations (weightings) A, C et Z, des filtres exponentiel fast ou slow, un filtre passe-haut pour supprimer le bruit du vent, enregistrer les minimum, maximum et les peaks de niveaux non pondérés.

Le Meter prend en compte les fichiers de calibration de la carte son et du microphone et corrige ses lectures en conséquence, permettant des performances IEC class 0 quand il est utilisé avec un microphone calibré et un calibre SPL. Noter que l'augmentation maximum résultante des fichiers de calibrations peut être limitée par un réglage dans Analyse Preferences pour prévenir un augmentation excessive du bruit de fond. Les données écrites par le meter peuvent être enregistrées, dessinées et sauvegardées dans un fichier texte.



Le meter affiche soit le niveau de pression sonore (SPL), soit une moyenne-temps niveau moyen équivalent (Leq) ou niveau d'exposition sonore (Le) en fonction de la sélection faite sur les boutons en dessous de l'afficheur. Le lecteur SPL est filtré par soit une « fast » (125ms) ou « slow » (1s) constante de temps, sélectionné via les boutons F/S. En générale utilisé le réglage « Slow » est le mieux. Quand le bouton HP est pressé un filtre passe-haut est appliqué qui élimine le contenu en dessous de 8Hz approximativement.

Meter Weighting (Pondération du vu-mètre)

Les mesures SPL utilisent des courbes de pondérations pour façonner le signal qu'elles reçoivent et mettre en valeur les régions qui nous intéressent pour certain besoins. Les courbes A et C-weighting sont montrées dans le schéma en dessous.



Des pondérations C donnent les réponses les plus vastes (mise a part les pondérations « Flat », « Zero », « Z ») avec des points de 3dB à 31,5Hz et 8kHz. Une pondération A est un peut plus prononcée sur la décroissance des basses fréquences (roll-off). Elle est modelée à partir de la sensibilité de l'oreille à un bas niveau de son (vers 40dB SPL). La pondération A à la même forme de décroissance que la pondération C dans les hautes fréquences, mais leurs courbes ne sont pas alignées aux hautes fréquences car elles sont ajustées tout les deux à un niveau de gain zéro à 1kHz, ce qui déplace légèrement la pondération A vers le haut par rapport à la pondération C.

Meter Display

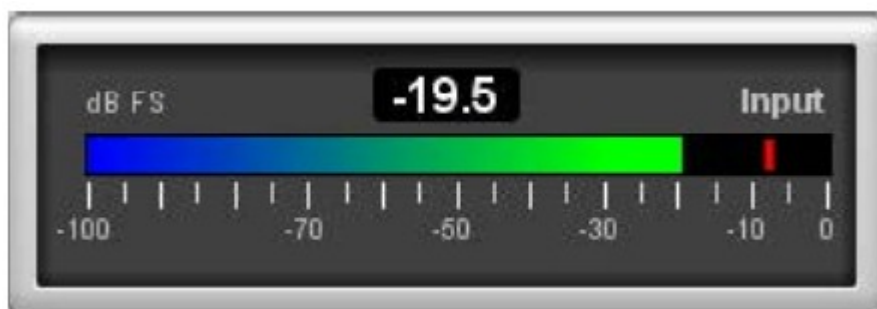
Le l'afficheur meter montre la mesure actuellement sélectionnée, Le niveau et un indicateur de surcharge (« OVER ») s'allume si le plage d'entrée de la carte son est dépassée. L'indicateur OVER peut être réinitialisé dans la zone d'affichage ou en utilisant le bouton **Reset ALL**. Quand SPL est sélectionné, l'affichage montre des dB, la pondération sélectionnée entre parenthèse (A, C ou Z) et soit F pour Fast, soit S pour Slow. Quand vous mesurez le niveaux moyen équivalent le niveau du son est affiché LAeq, LReq ou LZeq en fonction de la pondération sélectionnée. SEL est affiché quand vous mesurez le niveau d'exposition au son. Le temps depuis lequel le niveau moyen équivalent ou le niveau d'exposition sonore a été calculé est montré dans l'affichage Elapsed Time dans la bas du meter. Noter que le niveau moyen équivalent est utile pour faire des mesures de niveaux de subwoofer en utilisant signal de calibration de votre processeur ou du récepteur interne, généralement difficile à cause des grandes fluctuations du niveau. Le niveau moyen équivalent affiche une moyenne des résultats dans le temps depuis la dernière fois que **RESET ALL** à été pressé ; démarrer simplement le signal de test et appuyer sue **RESET ALL** et attendez que le lecteur se stabilise pour avoir un niveau précis.



La fenêtre de SPL meter peut être redimensionnée au besoin, les chiffres principaux de SPL ce mettent automatiquement à l'échelle suivant l'espace disponible. Le meter peut aussi être réglé en plein écran.



En dessous de la rangée principale de réglages un vu-mètre de niveau affiche le niveau actuel d'entrée de la carte son en dB FS, le peak est montré par la barre rouge sur l'indicateur numérique et la barre colorée montre le niveau rms.



En dessous du Meter de niveau d'entrée de la carte son ce trouve un bouton **MinMax** pour afficher les valeurs min, max et peak sur l'affichage SPL et le bouton **Reset All** réinitialise le temps passé pour les valeurs min, max, peaks, niveau moyen équivalent, niveau d'exposition sonore et l'indicateur overload (surcharge). Le bouton **Calibrate** démarre le processus de calibration du meter, tandis que le bouton record met le meter sur on ou off. Quand MinMax est sélectionné les valeurs sont affichées sur le coté le long du lecteur principale.



Sélection de la source d'entrée du Meter

Le canal d'entrée de la carte son qui est mesuré est sélectionné dans [Soundcard Preferences](#). Les réglages d'entrées audio sont expliquées dans [Getting Started](#).

Calibrer le lecteur SPL

Aucunes valeurs valides n'est affichées avant que la [Calibration SPL](#) soit effectuée. Le lecteur SPL meter peut être calibré par rapport à un SPL meter externe (sonomètre) ou un calibre SPL en appuyant sur le bouton **Calibrate**. Le texte sur le bouton et les chiffres sur le SPL meter sont rouge si le meter n'a pas encore été calibré. Si l'entrée de la carte son est modifié par les préférences carte son de REW, ou si les niveaux d'entrée sont modifiés, il sera nécessaire de re-calibrer le lecteur SPL meter.

A la fin du processus de calibration un message est affiché montrant le maximum SPL que vous pouvez mesurer avec les réglages de niveaux actuels d'entrée. Si vous avez besoins de mesurer de plus grands SPL la sensibilité d'entrée de la carte son devra être réduite en baissant le réglage du volume d'entrée ou si vous utilisez un pré-ampli microphone externe, en réduisant le gain du pré-ampli.

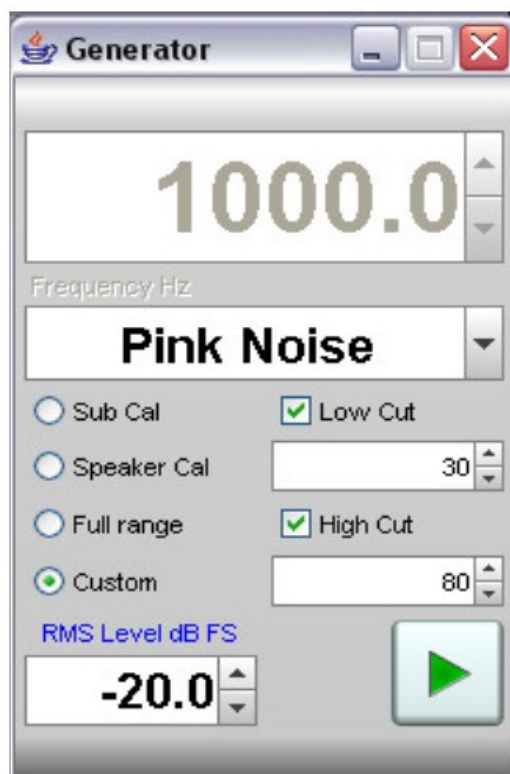
SPL Data Logging

Le bouton Logger ouvre la fenêtre graphique du SPL Logger. Le bouton record en haut à droite dans le coin du graphique SPL Logger démarre ou arrête l'enregistrement des valeurs SPL. Quand l'enregistrement est en cours les boutons on/off, calibration, pondération, filtre temps constant, et passe-haut sont désactivés. Le Logger archive le SPL (avec la constante de temps et la pondération sélectionnée actuellement), les valeurs minimales et maximales, la valeur peak non-pondéré et non-calibré, le niveau moyen équivalent et le niveau d'exposition sonore. Un bouton **Save** au dessus du graphique SPL logger permet de sauvegarder les données archivées dans un fichier texte utilisant un séparateur choisit le menu [File](#) de REW, les fichiers log peuvent être chargés en utilisant le bouton **Open**.

Signal Generator (page 87)

Le générateur de signal peut produire les types suivantes de signaux, sortant simultanément sur les deux canaux de sorties gauche et droite sélectionnés comme sortie carte son.

- Sine Waves
- Pink Noise
 - Full range (spectrum jusqu'à 10 Hz)
 - Speaker Calibrations
 - Subwoofer Calibrations
 - Custom filtered
- Pink & White Periodic Noise
 - Full range (spectrum jusqu'à 10 Hz)
 - Length to suit RTA FFT length (longueur adapté à la longueur des RTA et FFT)
 - Adjustable crest factor
- Sine Sweeps
 - Linear
 - Logarithmic
 - Changing frequency and/or level
 - Looping to repeat the sweep
- Squares Waves
 - Variable duty cycle



Niveau RMS du Signal

Le niveau RMS du signal peut être réglé pour chaque type de signal avec une résolution de 0,1dB suivant l'échelle numérique full scale. Les boutons fléchés sur le niveleur RMS changent la valeur par pas de 0,1dB, ou n'importe quelle valeur requise peut être tapée directement dans la boîte de niveau.



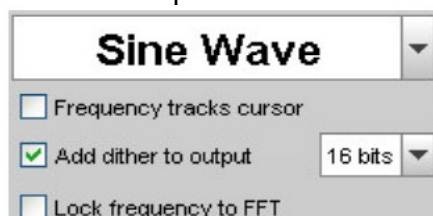
Sine Wave

Les sine waves (ondes sinus) peuvent être générées avec des fréquences entre 10,0Hz et la moitié de la fréquence d'échantillonnage de la carte son, ex 24kHz pour une carte son fonctionnant à 48kHz. La fréquence est contrôlée en entrant une valeur dans la boîte de fréquence, ou en utilisant les boutons fléchés pour augmenter ou réduire la valeur par pas de 0,5Hz pour les fréquences en dessous de 200Hz et par pas de 1Hz pour celles d'après. La fréquence exacte qui a été générée est montrée dans le coin inférieur droit de l'affichage de fréquence quand le générateur est en marche.

Le niveau RMS peut être ajusté de -90 à -3,0dB FS (-3,0 dB FS est le niveau RMS maximum pour une sine wave avant d'écarter, à ce niveau les peaks sont à 0 dB FS).

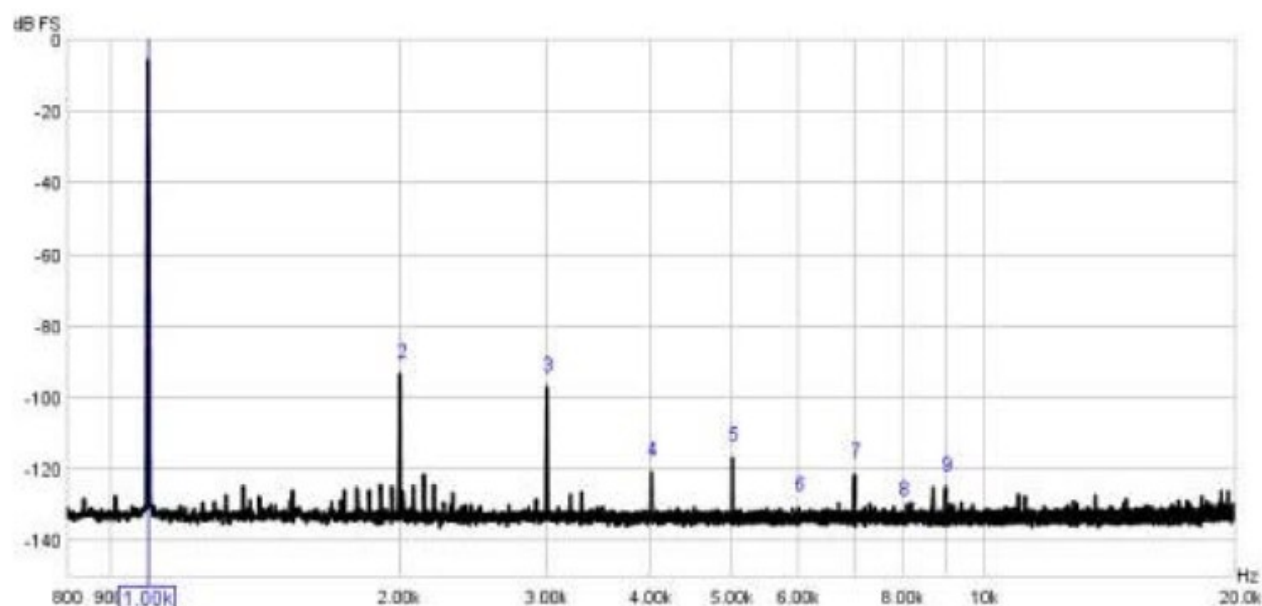
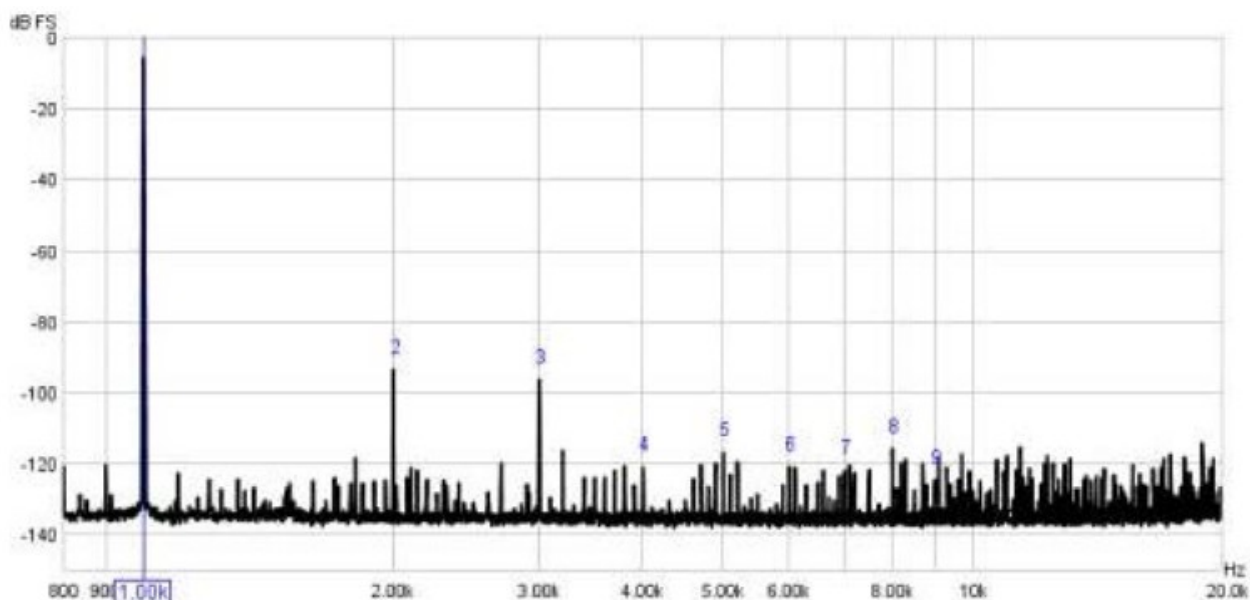
Frequency Track Cursor (Suivit en fréquence du curseur)

La fréquence peut aussi être contrôlée via le curseur du graphique en cochant la case « Frequency tracks cursor ». Quand la case est cochée le générateur de fréquence est lié à la position du curseur du graphique et changera pour suivre la fréquence du curseur lorsqu'il est déplacé. Les changements sont lissés sans discontinuité de phase.



Add dither to output

Quand la case « Add dither to output » est sélectionnée le générateur ajoute 2 lsb pk-pk triangular dither à la sortie pour enlever les bruits de quantifications. Le niveau auquel le dither est ajouté est contrôlé par le sélecteur de largeur de sample à la droite de la case à cocher. **N.B Quand vous utilisez les drivers JavaSound les données audio sont généralement limitées à une précision de 16bits.** Le dither est avantageux si vous faites des mesures très précises de la distorsion d'un périphérique électronique comme un receveur, processeur ou égaliseur. Il n'est généralement pas requis pour faire des mesures acoustiques comme les artefacts de quantification qui sont enlevés sont bien en dessous du bruit de fond acoustique. Le graphique en dessous montre l'effet de la fonction dither pendant un test de mesure en boucle d'une carte son à 1kHz et -6 dB FS. Le premier tracé est sans dither, le second tracé est avec dither. L'ajout du dither nettoie une grande partie du bruit qui était visible en dessous de -120 dB FS, particulièrement aux hautes fréquences, rendant les niveaux de vraie distorsion harmonique plus visibles.



Lock frequency to FFT

Quand la case « Lock frequency to FFT » est cochée la fréquence de sortie du générateur est verrouillée sur le centre de la plus proche FFT pour la longueur de RTA FFT en cours. Cela autorise l'utilisation d'une fenêtre FFT rectangulaire pour un résolution spectrale maximale du tracé RTA. La fréquence exacte qui est générée est montrée dans le coin inférieur droit du l'affichage de fréquence quand le générateur est en marche.



Pink Noise

Le générateur de bruit rose utilise un bruit blanc filtré à travers un filtre de -10dB/decade qui est construit depuis une série de filtres de première ordre sommés, comme imaginé par Paul Kellet circa 1999. Le précision annoncé est dans les 0,05dB au-dessus de 9,2Hz à une fréquence d'échantillonnage de 44,1kHz.



L'option Full Range émet le bruit filtré directement, donnant la bande passante la plus large et le meilleur contenu fréquentiel basses fréquences. L'option Speaker Calibration applique des filtres de second ordre (40dB/decade) à 500Hz et 2kHz, produisant un signal dont l'énergie est centrée sur 1kHz. Subwoofer Calibration applique des filtres à 30Hz et 80Hz. Les deux sont largement dans la ligne des recommandation sur le signal de test de la THX. Custom Filtered autorise les fréquences des filtres coupes bas et/ou haut à être réglées arbitrairement, avec une bande passante minimum de 1 octave.

REW ajuste automatiquement les niveaux des signaux pour les différentes options et réglages de filtres pour que la valeur RMS reflète celle réglé dans RMS level. Noter que le bruit rose à des variations aléatoire certains clip ou peaks auront lieux à un niveau RMS au-dessus de approximativement -10dB.

Pink and White Periodic Noise

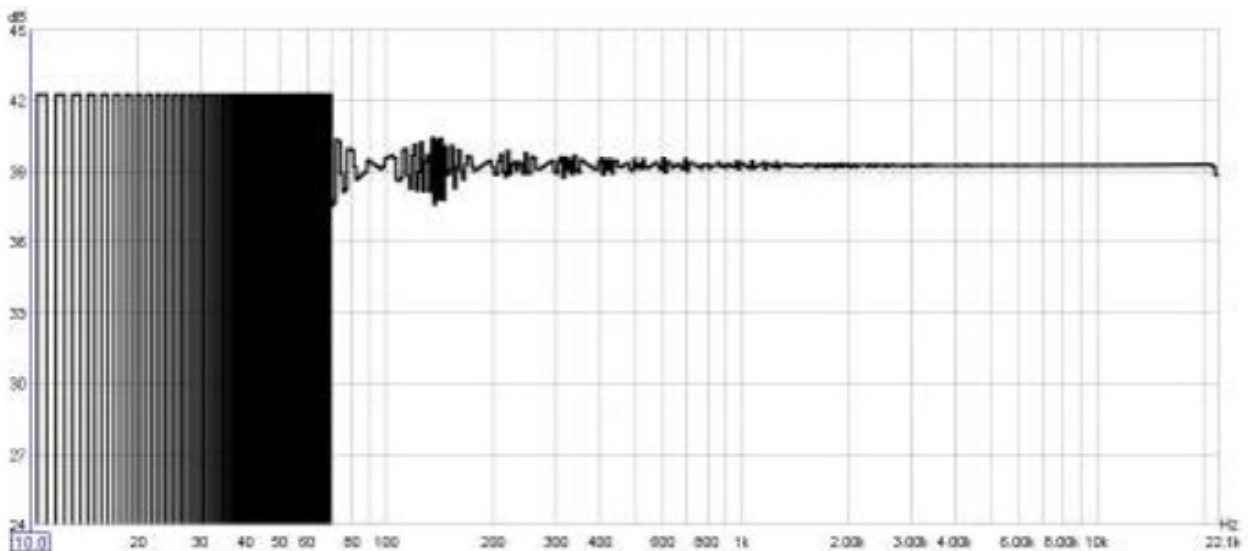
Les séquences de bruits périodiques (Periodic Noise ou PN) sont idéalement adaptées à l'utilisation avec les analyseurs temps réels (RTA) et spectrum. Elles contiennent toutes les fréquences que l'analyse peut résoudre dans un longueur de séquence qui correspond à la longueur de FFT de l'analyseur. Leur grand avantage est qu'ils produisent le forme désiré de spectrum sans avoir besoin d'aucun moyenage ou fenêtrage, donc l'affichage de l'analyseur réagit beaucoup plus vite aux changements dans le système que si il été testé avec un bruit rose ou blanc aléatoire, les rendant idéaux pour des ajustements live de filtres d'EQ. Les séquences PN que REW génère sont optimisées pour avoir un facteur de crête (ratio entre niveau peak/rms) qui n'excède pas 6dB. Utiliser le Pink PN quand vous mesurez avec un RTA ou avec un White PN avec un analyseur Spectrum.



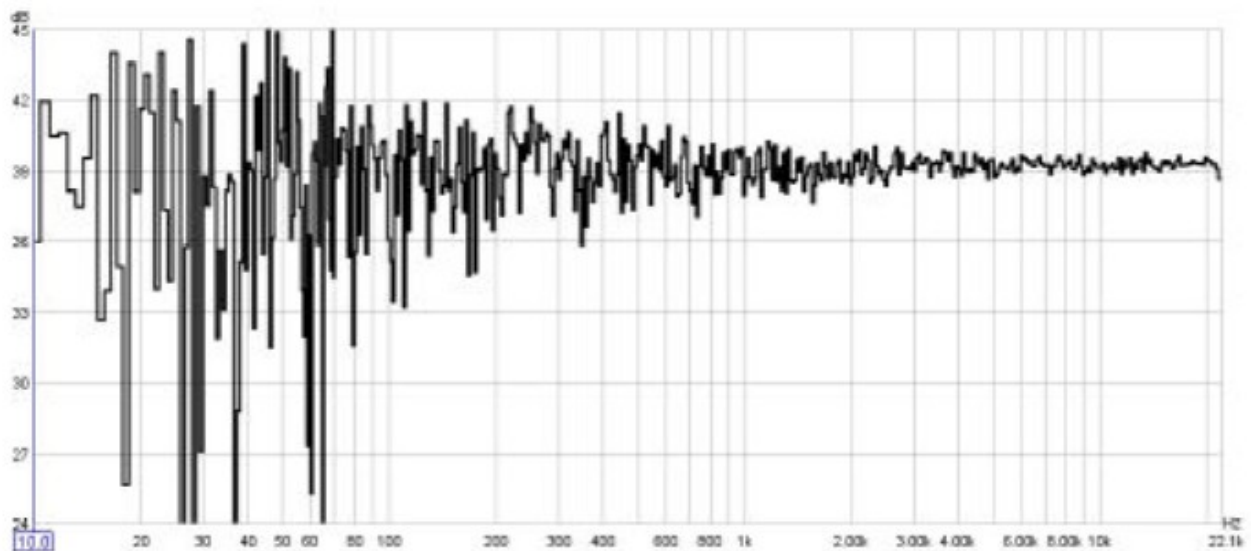
Le contrôle Length doit être réglé à la même longueur que la FFT utilisé par l'analyseur. Si il réglé

plus court que la FFT de l'analyseur il y aura des encoches (Notches) dans l'affichage de l'analyseur, comme le bruit périodique ne contient pas certaines fréquences l'analyseur les recherche. Si il est réglé plus long les fréquences supplémentaires donneront un affichage bruiteux qui requiers plus de moyennage. Les images en dessous montre les effets de réglage correcte et incorrecte de la longueur du PN pour une mesure de boucle de retour (loopback) avec un RTA à 1/48 octave utilisant une longueur de FFT de 65536 (64k).

Length 32768, plus courte que la FFT



Length 131072, plus long que la FFT (non moyenné)



Length 65536, calé sur FFT



Quand vous utilisez le RTA de REW la Length du PN est automatiquement réglée à la même longueur que la FFT.

Le bouton **Save PN to Wav file** génère un fichier wave 16-bit stéréo contenant la séquence PN sur les deux canaux. La durée du fichier est d'environ 1 minute, le niveau RMS est identique à celui du réglage de niveau du générateur de signal. Ce fichier peut être utilisé pour générer un disque de test à lire sur un système dont vous voulez mesurer la réponse. Assurez vous que la fréquence d'échantillonnage actuelle corresponde au format du disque à effectuer. Par exemple, vous devez utiliser 44,1kHz si vous générez un CD, ou 48kHz pour un DVD. Lors de la mesure la fréquence d'échantillonnage du système ainsi que sa longueur de FFT doivent être les mêmes que utilisés sur le disque de test.

Linear Sweep, Log Sweep

Le générateur de signal peut produire des sweeps configurable en fréquence de départ/niveau, fréquence de fin/niveau, durée et progression linéaire ou logarithmique. La durée du sweep peut aller jusqu'à 60 secondes. Si la case « Loop » est cochée, le sweep se répète de façon continu.

Log Sweep		
	Freq Hz	Level dB FS
Start:	20	-20.0
End:	200	-20.0
Duration (s):	10.0	☐ Loop

Measurement Sweep

Le signal sweep de mesure est utilisé par REW pour la mesure de la réponse d'un système. Il consiste en un sweep (glissement) logarithmique de la fréquence de départ vers la fréquence de fin. La durée du sweep est réglée en utilisant le contrôle Length. Si la fréquence de départ est en dessous de 20Hz le signal commence avec un sweep linéaire du DC (0Hz courant continu) vers 10Hz, suivi

par un sweep logarithmique depuis là vers la fréquence de fin. Ce signal est sélectionné automatiquement pour faire des mesures sweep.



The image shows a control panel titled "Meas. Sweep". It has two columns of controls. The left column is labeled "Freq Hz" and contains "Start:" with a value of 20 and "End:" with a value of 200. The right column is labeled "Length" and contains a value of 128k and a time value of 2.7s. All values are in input boxes with up and down arrows.

Meas. Sweep	
Freq Hz	Length
Start: 20	128k
End: 200	2.7s

Square Wave

Le générateur d'onde Square (carré) autorise des cycles de fonctionnement entre 1% et 99% avec un pas de 1%.



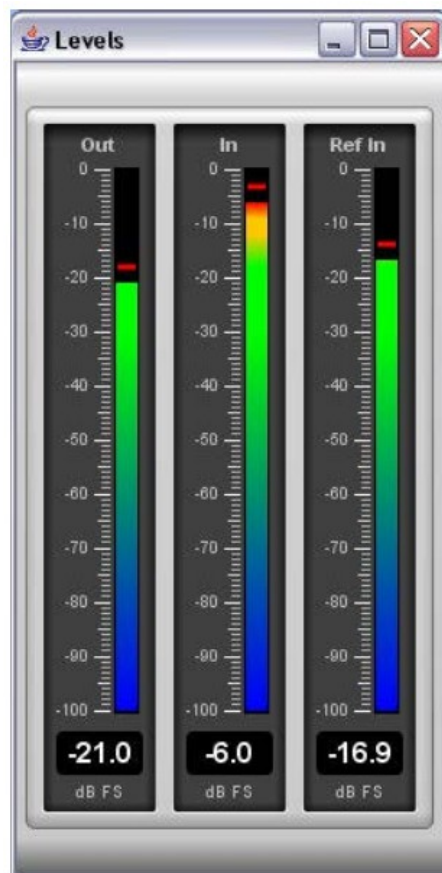
The image shows a control panel titled "Square Wave". It has a single control labeled "Duty Cycle (%)" with a value of 50. The value is in an input box with up and down arrows.

Square Wave
Duty Cycle (%): 50

Le réglage de la sortie audio est décrite dans [Getting Started](#).

Level Meters (page 94)

Les Level Meters (vu-mètres de niveaux) montrent le niveau RMS comme une barre colorée et la valeur numérique en bas du meter, la valeur peak comme une ligne rouge et la valeur numérique en haut du meter. Les niveaux sont en dB en dessous du Full Scale.



Graph Panel (panneau graphique) (page 95)

Le graph panel montre les tracés pour la mesure actuellement sélectionnée. Les tracés sont sélectionnés via les boutons au sommet de la zone graphique.



Les différents types de graphiques sont :

- SPL and Phase
- All SPL
- Distortion
- Impulse
- Filtered IR
- Group Delay
- RT60
- Spectral Decay
- Waterfall
- Spectrogram
- Oscillo Scope

Les options qui affectent l'apparence des traces peuvent être trouvées dans les préférences [View](#).

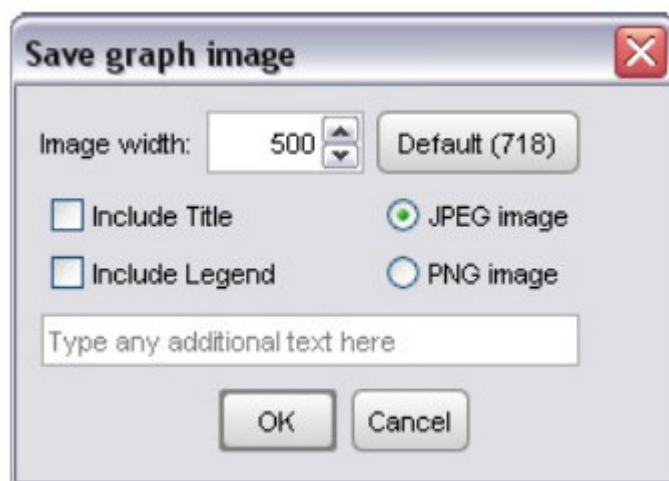
Chaque trace peut être activée ou désactivée via les boutons de sélections sur la gauche du nom de la trace dans la panneau légende (Legend). Le noms des traces sont de la même couleur que la trace elle même, tandis que le style de ligne pour la trace est affiché entre le nom et la valeur de la trace à la position actuelle du curseur. Si une trace a un adoucissement en fraction d'octave qui lui est appliquée la fraction d'octave est affichée (1/12th octave dans l'exemple en dessous).

☒ Zaphod		81.1dB	☒ Phase		73deg
☒ Min phase		-85deg	☒ Excess phase		158deg
☒ Mic/Meter Cal		-5.8dB	☒ Soundcard Cal		-0.1dB

Capture Graph Image Button



Ce bouton dans le coin supérieur gauche de la zone graphique permet de sauvegarder sous forme d'image le graphique actuellement affiché. Une boîte de dialogue apparaît pour régler la largeur désirée de l'image (cliquez sur default pour régler la largeur de l'image identique à celle du graph). Si la case « Include Title » est cochée le type de graph sera affiché au sommet du graph. Si le graph contient des données qui ont un lissage appliqué sur elles, la quantité de lissage (si il y en a) sera affiché au sommet du graph à coté du titre (si sélectionné). Si la case « Include Legend » est cochée l'image inclut la légende du graphique. Le texte entrée dans la case qui affiche « Type any additional text here » s'affiche sur l'image du graph près du haut du graph, sous le titre et/ou les réglages de lissage. Le graph sera sauvegardé soit en JPEG ou PNG suivant le type sélectionné.



Scrollbars Button



Le bouton Scrollbars permet de basculer on/off les barres de défilement de la zone graph, cacher les scrollbars procure plus de place pour le graph. Le réglage est en mémoire pour le prochain lancement. Si les scrollbars sont off, le graph peut encore être bougé en laissant appuyé le bouton

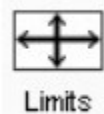
droit de la souris dans la zone de graph.

Frequency Axis Button



Le bouton Freq Axis permet de basculer l'axe des fréquences entre le mode logarithmique et linéaire. Cette commande est aussi disponible via le menu Graph.

Graph Limits Button



Le bouton Graph Limits autorise la définition désiré des limites hautes, basses, gauche et droite. Une boîte de dialogue apparaît dans laquelle les valeurs sont entrées, elle sont appliquées comme elles sont entrées ou en cliquant sur le bouton **Apply Settings**.



Graph Controls Button



Le bouton Graph Controls fait apparaître un menu d'options de contrôles pour le type de graph sélectionné actuellement, si il y en a.

Horizontal Axis Zoom Buttons



Le bouton de zoom sur axe horizontale apparaît quand le pointeur de la souris est dans la zone de graphique, ils zoom en avant ou arrière par un facteur d'environ 2 centré autour de la position du curseur.

Vertical Axis Zoom Buttons



Le bouton de zoom vertical sur axe vertical apparaît quand le pointeur de la souris est dans la zone de graphique, ils zoom en avant ou arrière sur l'axe Y.

Variable Zoom

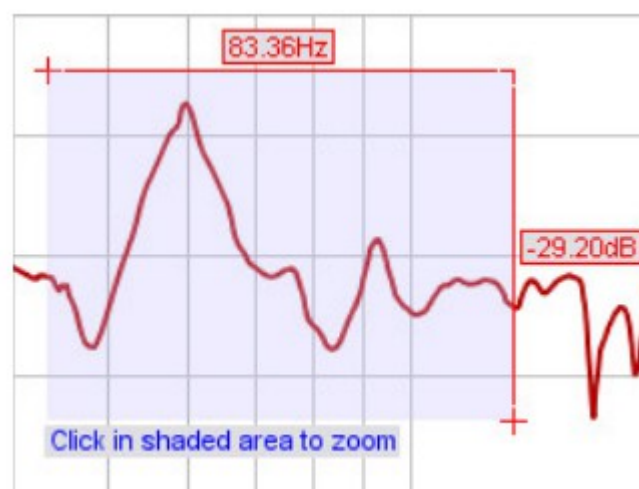
REW fournit une zoom graphique variable capable soit en pressant et maintenant le bouton du milieu de la souris, soit en pressant sur le bouton droit et tandis qu'il est enfoncé en appuyant et maintenant le bouton gauche, et tout en déplaçant le pointeur.

Quand le zoom variable est activé une croix est affichée, divisée en quadrants autorisant un zoom horizontale ou verticale en avant ou arrière dépendant de la position de la souris. La qualité de zoom est déterminé par à quelle distance le pointeur de la souris est déplacé par rapport à sa position de départ.



Zoom to Area

Quand la touche Ctrl est appuyée en même temps que le bouton droit de la souris une zone de zoom peut être établie en faisant glisser la souris. Les curseurs de mesure sont affichés à l'extérieur de la zone, pour zoomer dans la zone ombrée cliqué à l'intérieur. Si la zone ombrée est trop petite pour zoomer à l'intérieur un message vous indiquera que les dimensions sont trop petite pour zoomer et quel sont les limites pour autoriser le zoom.



Annuler le zoom

Pour annuler le Variable zoom ou le Zoom to Area, appuyer sur Ctrl+Z ou sélectionner Undo Zoom dans le menu Graph. Cela permettra de restaurer les axes du graphique dans les paramètres qu'ils avaient avant la dernière pression sur le bouton droite ou milieu de la souris. Les caractéristiques du bouton Undo peuvent être utilisées même si vous n'avez pas zoomer, il suffit de presser le bouton droit de la souris quand les paramètres de l'axe sont dans votre position préféré ensuite vous pouvez retourner à ces paramètres (annule tout mouvement ou changement de réglages ultérieurs) en appuyant sur Ctrl+Z.



Le tracé SPL et Phase (ou Impédance et phase pour une mesure d'Impédance) représentent les réponses en fréquences (dB ou Ohms) et en phase (degrés) de la mesure. La réponse en fréquence est étiquetée avec le nom de la mesure, le réponse de phase utilise une nuance plus claire de la couleur de la mesure et l'axe à droite du tracé. Notez que pour avoir des informations de phase correct il est nécessaire de supprimer tout retard de temps de la Impulse Response. Un retard de temps induit un décalage de phase qui augmente avec la fréquence – par exemple, un retard de juste 1ms induit un décalage de phase 36 degrés à 100Hz mais 3,600 degrés à 10kHz, car 1ms est 1/10ème de la période de 10ms d'un signal de 100Hz mais c'est 10 fois la période de 0,1ms d'un signal de 10kHz et chaque période est de 360 degrés. Le retard de temps d'un mesure peut être ajusté en changeant la position zéro sur l'axe du temps en utilisant les réglages du graphique D'impulse, ou en utilisant le réglage **Estimate IR Delay** décrits en dessous.

En plus de la phase mesurée, le tracé peut aussi montrer la minimum et excess phase, ces tracés sont le résultats d'une génération d'une génération de la phase minimum de la réponse, d'avantage décrite en dessous. Le tracé peu aussi afficher n'importe quel micro/sonom ou donnée de calibration de carte son pour la mesure. Les données de calibration peuvent être changés ou supprimer en sélectionnant **Change Cal...** dans le panneaux de la mesure.

Minimum Phase/Excess Phase

Si le réglage **Generate Minimum Phase** a été utilisé pour produire une version de la minimum phase de la réponse, les tracés minimum et excess phase sont activés. Ils affichent le reponse de phase minimum et la différence entre la phase mesuré et la phase minimum (« l'excess »). **Pour plus d'info sur la minimum excess phase et le group delay regardez Minimum Phase.**

Mic/Meter Cal

Le tracé du Mic/sonom Cal affiche la réponse en fréquence du fichier de calibration du microphone pour cette mesure (Le fichier de calibration à utiliser pour de nouvelles mesures est spécifié dans les préférences Mic/Meter). Si la pondération C du SPL Meter (C Weighted) a été sélectionné cette courbe affichera les effets de la pondération C (A l'extérieur de la plage du fichier de calibration, si il en existe un). Le tracé n'est pas affiché si il n'y a pas de fichier de calibration. Le tracé est dessiné par rapport au milieu du graphique.

Soundcard Cal

Le tracé de la carte son Cal affiche la réponse en fréquence mesuré de la carte son par rapport son niveaux à 1kHz (si un fichier de calibration a été chargé par l'intermédiaire des Préférences Soundcard). Le tracé n'est pas affiché si aucun fichier de calibration n'a été chargé. Le tracé est dessiné par rapport au milieu du graphique. Un lissage en fraction d'octave (Fractional octave smoothing) peut être appliqué ou supprimé par l'intermédiaire du menu Grap et sont raccourci clavier. Le lissage est appliqué aux tracé SPL, phase et Group Delay. Ceci est principalement utilisé pour des mesures pleine bande (full rang), comme les réflexions peuvent causer de sévère filtrage en peigne qui rendent difficile de voir la tendance sous-jacentes de la réponse en fréquence. Le lissage devrait être rarement utilisé pour les mesures de basses fréquences comme il dissimule la vrai forme de la réponse. Quand un lissage a été appliqué un indicateur apparait dans la légende du tracé.

SPL an Phase Controls

Le panneau de contrôle pour les graphiques SPL et phase a ces réglages :

☐ Show points when zoomed in

Unwrap Phase

+360-360

Wrap Phase

Generate Minimum Phase

Estimate IR Delay

Offset

0.0

Add offset to data

Si **Show points when zoomed in** (Afficher les points lors d'un zoom) est sélectionné les points individuel qui compose la réponse SPL ou de Phase sont affichés sur le graphique lorsque le niveau de zoom est suffisamment élevé pour les distinguer (Qui peut n'être que sur une partie du tracé).

Le tracé de phase est normalement enroulé (Wrap) à $+180/-180$ degrés. Ceci est dû au fait que la phase est cyclique sur une plage de 360 degrés ($+90$ est la même phase que -270). Le tracé peut toutefois être affiché sans enroulement ce que fait le réglage **Unwrap Phase**. Une difficulté avec la phase Unwrap est de savoir où est le zéro correct de la phase, une autre difficulté est d'être en mesure de voir des parties de la trace où la valeur Unwrap est devenu très large. La phase Unwrap est un offset (Décalage) (Par multiple de 360 degrés) de sorte qu'il soit dans la plage $-180..180$ degrés à la fréquence du curseur. Les boutons $+360$ et -360 peuvent aussi décaler la trace de la phase par pas de 360 degrés.

Wrap Phase change le tracé de phase vers un vue wrap conventionnel avec des lignes verticales aux endroits où la trace franchit 180 ou -180 degrés.

Générer une Minimum Phase produira une version minimum phase de la mesure en utilisant les réglages en IR windows en cours. La trace minimum phase affiche alors le plus petit décalage de phase d'un système avec la même réponse en fréquence que l'on peut avoir à la mesure, tandis que la trace excess phase affiche la différence entre la phase mesurée et minimum. Utiliser aussi ce réglage pour générer un tracé de phase minimum d'impulse ainsi qu'un tracé de group delay minimum et excess, qui peuvent être vue dans leurs graphique respectif.

Noter que les réglages IR window sont important puisque la réponse de phase minimum est dérivé de la réponse en fréquence (magnitude) de la mesure, qui à son tour est affectée par les réglages IR window. Si les réglages window sont par la suite changés le bouton **Generate Minimum Phase** devra à nouveau être utilisé pour refléter les nouveaux réglages. Noter aussi que la forme du côté gauche de la window (fenêtre) (la fenêtre appliqué avant le peak) affecte le résultat de minimum phase, une window rectangulaire produira une réponse avec un plus petit décalage comme par exemple une window Hanning.

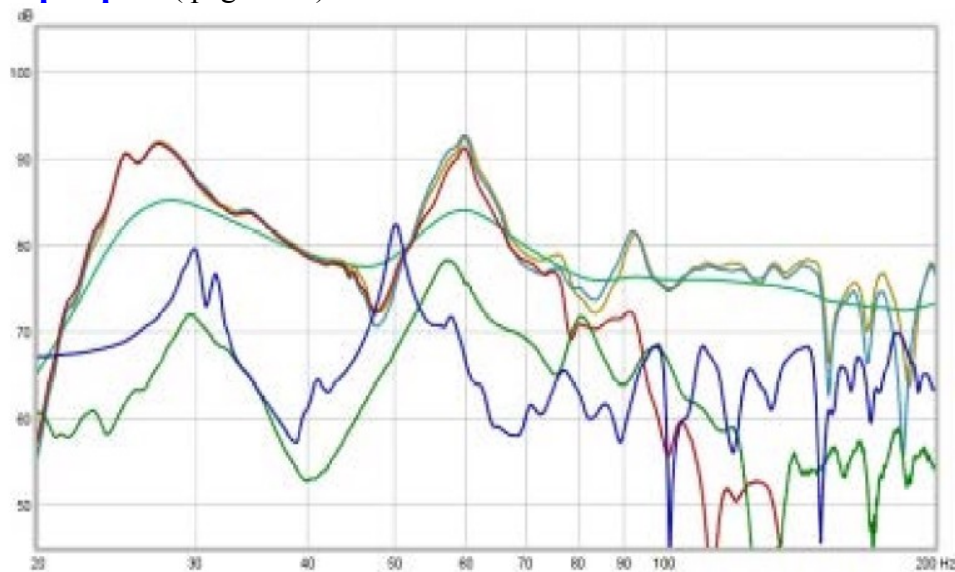
Si le système qui été mesuré été intrinsèquement minimum phase (comme sont beaucoup de crossover par exemple) la réponse de minimum phase est la même que en supprimant tout délai de temps de la mesure. Les mesures de salles sont typiquement non minimum phase excepté dans certaines régions, surtout dans les basses fréquences. Pour plus d'info sur la phase minimum et excess ainsi que le group delay regarder Minimum Phase.

Estimate IR Delay calcule une estimation du délai dans la mesure en la comparant avec une version minimum phase. Le délai qui est calculé peut être supprimé de la réponse impulsional (Impulse) en appuyant sur le bouton **Shift IR** sur la panneau affiché après que le délai est été calculé. Noter que le déplacement de la réponse impulsional (Impulse response) effacera tout spectrogram qui a été généré comme le tracé le serait plus valide.

Les réglages de la phase minimum généré (**Generate Minimum Phase**) et de l'**Estimate IR Delay** apparaissent aussi dans la panneau de contrôle de l'Impulse.

La valeur de l'Offset (décalage) bouge la position du graphique, mais n'altère pas les données donc les valeurs de la légende ne change pas. Si le bouton **Add offset to data** est appuyé la valeur en cours de l'offset est transféré dans les données de la mesure et la lecture de la légende est actualisé en fonction.

All SPL Graphiques (page 103)



Le graphique All SPL est superposition des graphique qui affiche toutes les mesures (SPL et/ou Impédance) qui ont été faites. Il autorise la génération d'une moyenne de toutes les traces sélectionnées ou à effectuer des opérations arithmétiques sur les paires de trace pour générer une autre trace.

La gamme de fréquence du moyennage dépend des régions couverte ou les traces ce chevauchent, par exemple si une trace été mesuré à 200Hz, une autre à 500Hz et une troisième à 1000Hz la moyenne se situerait à 200Hz (à la plus basse fréquence finale). N'importe quelle trace qui est sélectionnées quand le bouton Average The Responses est appuyé sera incluent dans le moyennage. Des nouvelles mesures (celle faites après que le dernier moyennage est été généré) affichent new en suivant la valeur de la trace, tandis que celle incluent dans le dernier moyennage show avg.

All SPL Controls

Le panneau de contrôle pour le graphique All SPL a ces réglages :

No Smoothing ▾

Apply to selected

Measurement Offsets

1: Sub, No EQ ▾

0.0 ▴ ▾

Add offset to data

Trace Arithmetic

A: 1: Sub, No EQ ▾

B: 1: Sub, No EQ ▾

A + B ▾

Generate

at 200 ▴ ▾ Hz

☐ Show points when zoomed in

Le paramètre smoothing (lissage) permet le réglage smoothing en fraction d'octave d'être changé pour tout les traces couramment sélectionnées.

Le paramètre **Measurement offset** permet aux mesures sélectionnées d'être décalées soit temporairement ou (en utilisant **Add Offset to Data**) de façon permanente.

Si Show points when zoomed in est sélectionné les point individuels qui constitue la réponse SPL et de phase sont affiché sur le graphique quand le niveau de zoom est élevé suffisamment pour qu'ils soit distingués (qui peut seulement être une partie du tracé).

Le paramètre Trace Arithmetic permet de choisir des paires de traces pour être ajoutées, soustraites, multipliées, divisées, moyennées ou fusionnées de façon cohérente. Si les deux traces choisies ont des Impulse Response, le résultat sera aussi une Impulse Response, cependant la fréquence d'échantillonnage (samples rate) doit être soit la même soit un multiple. Par exemple, des traces à 44,1kHz et 11,025kHz peuvent être combiné par une opération arithmétique, le résultat aura le plus élevé des deux traces. Cela permet des opération sur des bandes de mesures limitées qui peuvent avoir été réduite à une plus basse fréquence d'échantillonnage (sample rate).

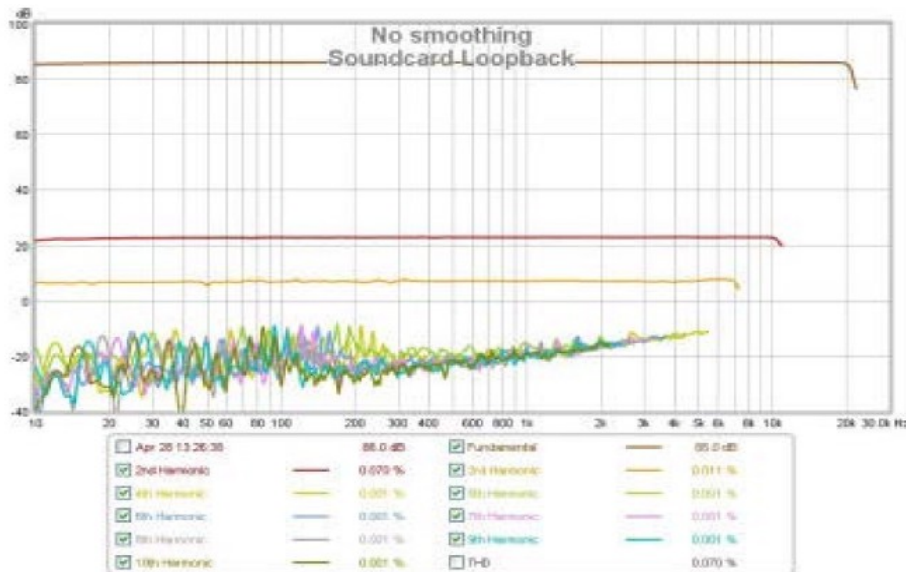
Si les traces ont des samples rates incompatible ou soit n'ont pas d'Impulse response, le résultat n'aura pas d'impulse response, mais il peut avoir à la fois des données de magnitude et de phase si les deux tracés sur lesquels il à été appliqué avaient des données de magnitude et de phase, autrement le résultat n'aura que des données de magnitude.

La plage de fréquence du résultat d'une opération arithmétique peut être de la plus basse fréquence de départ à la plus haute fréquence de fin de la trace sur laquelle on opère. En dehors de leurs plages de fréquences les traces sont traitées comme ayant des valeurs nulles, avec l'exception du diviseur dans une opération de division qui est traité comme ayant une unité en dehors de sa plage. Si les mesures on réellement des niveaux significatif en dehors de la plage de mesure le réglage de zéro peut générer des oscillations dans le domaine temporel et fréquentiel, pour de meilleurs résultats utiliser des traces qui s'étendent sur tout le gamme de fréquence.

Notes

- Pour des résultats significatifs les mesures qui ont des données d'impulse response ou de phase doivent être proprement aligné dans le temps avant qu'elles soit combinées. Une exception est l'opération de fusion, pour laquelle REW alignera automatiquement à la fois magnitude et phase à la fréquence de fusion, Ajustant le delay de temps de la trace B comme requis pour la correspondance de phase. Les montants des ajustement sont affiché les notes de la nouvelle mesure générée.
- Les réglages courant de la windows d'impulse response sont utilisés pour chaque trace, les résultats utilisent la même réglages de windows que la trace A.
- Le résultat est lissé en utilisant n'importe qu'elle lissage qui était utilisé pour la trace A.

Distortion Graph (page 106)



Le graphique de distorsions affiche la mesure, les distorsions harmoniques la composant jusqu'à la dixième et la distorsion harmonique totale (Total Harmonic Distortion = THD). Les tracés sont dérivés de l'analyse de l'Impulse Response. Les Impulse Responses mesurées en utilisant un sweep logarithmique séparent les distorsions de la partie linéaire de la réponse du système, les composantes de la distorsion apparaissent au temps négatif, en retard sur l'impulse principale. Analyser le contenu fréquentiel de ces composantes permet de générer des tracés de distorsions harmoniques.

Les tracés d'harmoniques peuvent être générés uniquement pour les fréquences à l'intérieur de la bande passante de la mesure. Par exemple, si une mesure est faite jusqu'à 20kHz, le tracé de la seconde harmonique peut uniquement être généré jusqu'à 10kHz, comme la 2nd harmonique de 10kHz est 20kHz. De la même façon le tracé de la 3rd harmonique peut être généré uniquement jusqu'à 6,67kHz (20/3). Lors de l'ouverture de mesures faites avant l'ajout du graphique de distorsion à REW moins d'harmoniques peuvent être disponibles.

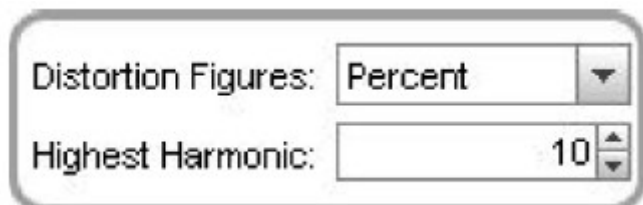
La distorsion harmonique totale (Total Harmonic Distortion) est générée à partir des harmoniques disponibles jusqu'à la dixième. Aux fréquences plus élevées le tracé de THD intégrera moins d'harmoniques, selon celles disponibles.

Les tracés de la fondamentale (Fundamental) (la partie linéaire de la mesure) et de la distorsion harmonique n'incluent pas les corrections de calibration du mic/sonom et soundcard. Ceci pour éviter que les effets de la correction génère une vue des niveaux de distorsion trompeuse. Par exemple, les corrections de mic/sonom et soundcard augmentent les fréquences les plus basses des mesures pour contrer le roll-off (décroissance) du mic/sonom et interface soundcard, mais ajouter ces corrections à un tracé de distorsion ferait apparaître de la distorsion augmentant aux basses fréquences, d'où leur omission.

Les tracés de fondamentale et harmonique sont smoothed (lissés) à 1/24 d'octave. Cela ne peut pas être ajusté. Les données de distorsion peuvent être exportées dans un fichier texte en utilisant [File](#) → [Export](#) → [Distortion data as text](#).

Distortions Controls

Le panneau de contrôle du graphique a ces réglages :

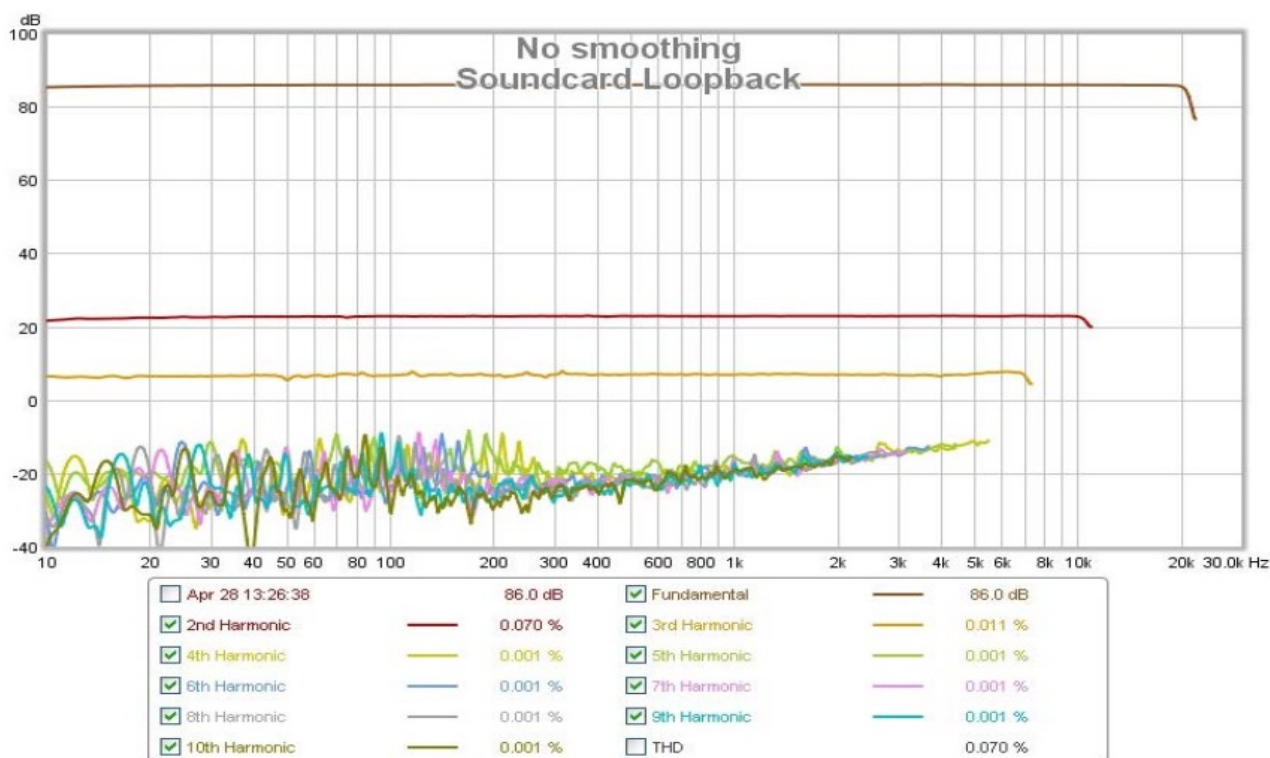


Le réglage **Distortion Figures** sélectionne les unités qui sont utilisées pour l'affichage des niveaux de distorsion harmoniques dans la légende du graphique. Les choix sont dB SPL, qui montre le niveaux de pression acoustique actuel pour chaque harmonique, le dB Relative qui montre de combien de dB l'harmonique est en dessous de la fondamentale à la fréquence du curseur et Percent, qui montre le niveau d'harmonique comme un pourcentage de la fondamentale.

Le réglage **Highest Harmonic** permet de cacher les harmoniques supérieures si elles n'ont pas d'intégrité. Par exemple, si **Highest Harmonic** a été mis à 3 il apparaîtra uniquement la 2nd et 3rd harmonique sur le graphique et dans la légende du graphique.

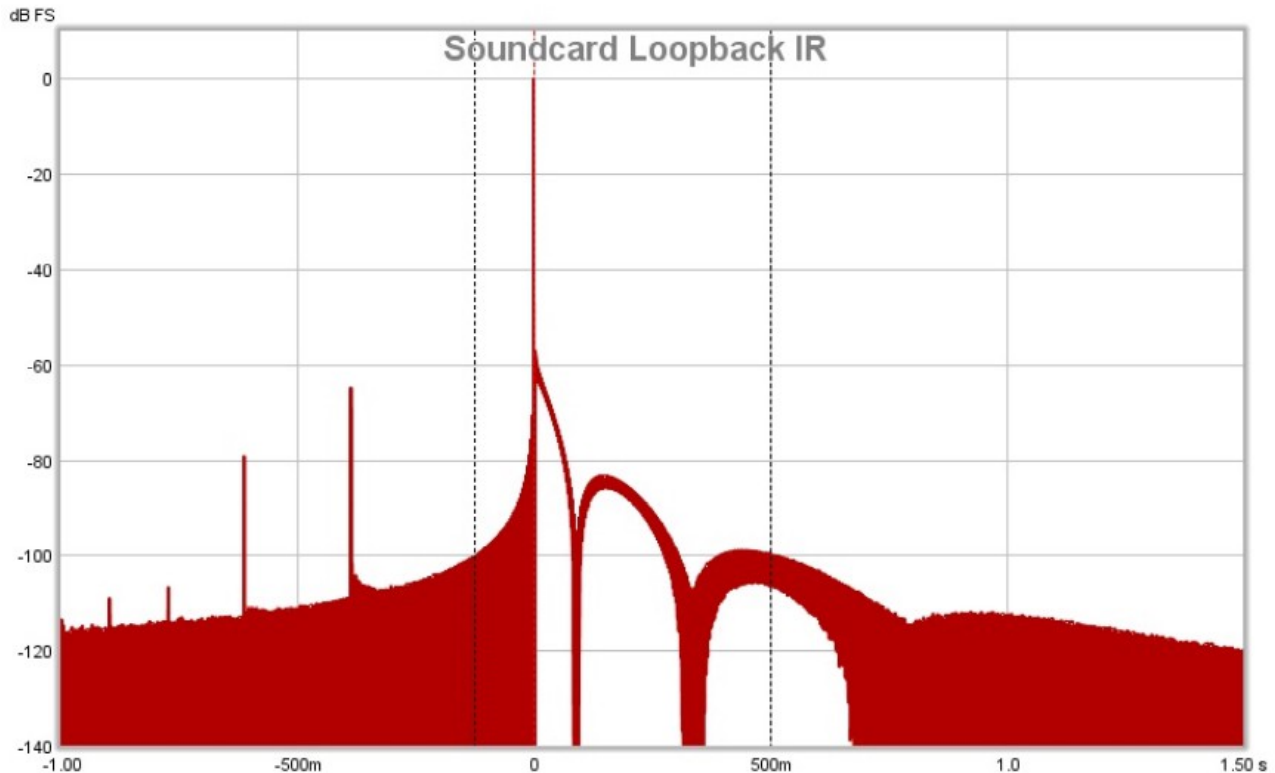
Distortion Examples

Voici un tracé de distorsion généré avec la mesure en boucle d'une soundcard, produite par un sweep à haut niveau (-4dB FS, qui abouti à 2dB de headroom au réglage de gain utilisé). Les lectures dans la légende sont avec le curseur à 1kHz. Noter que ce tracé a un très large plage SPL, 140 dB, pour rendre visible les harmoniques sur le tracé.

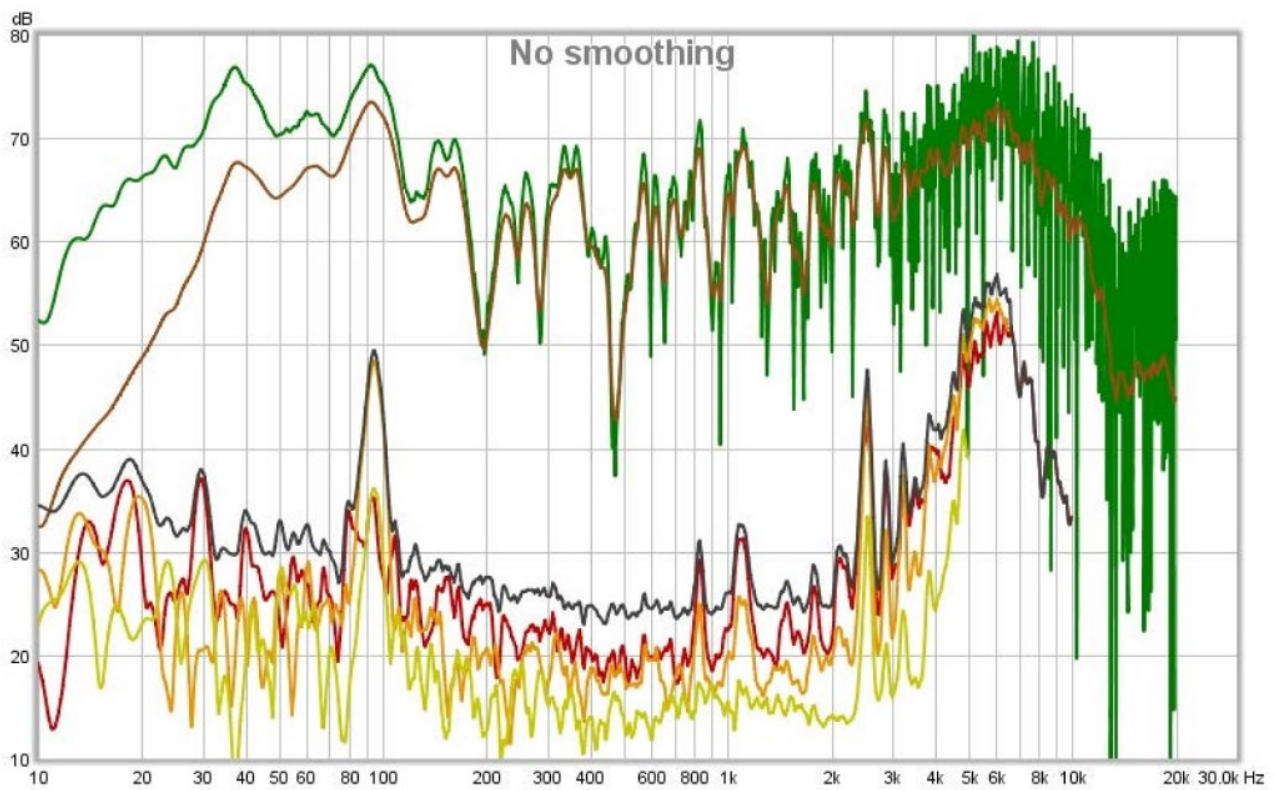


La trace THD est omise, comme elle recouvre le trace de la 2nd harmonique (en rouge) qui est l'élément dominant, 0,07%. La 3rd harmonique (en orange) est beaucoup plus faible autour de 0,01%, tandis que les harmoniques supérieurs sont largement au niveau de bruit de fond.

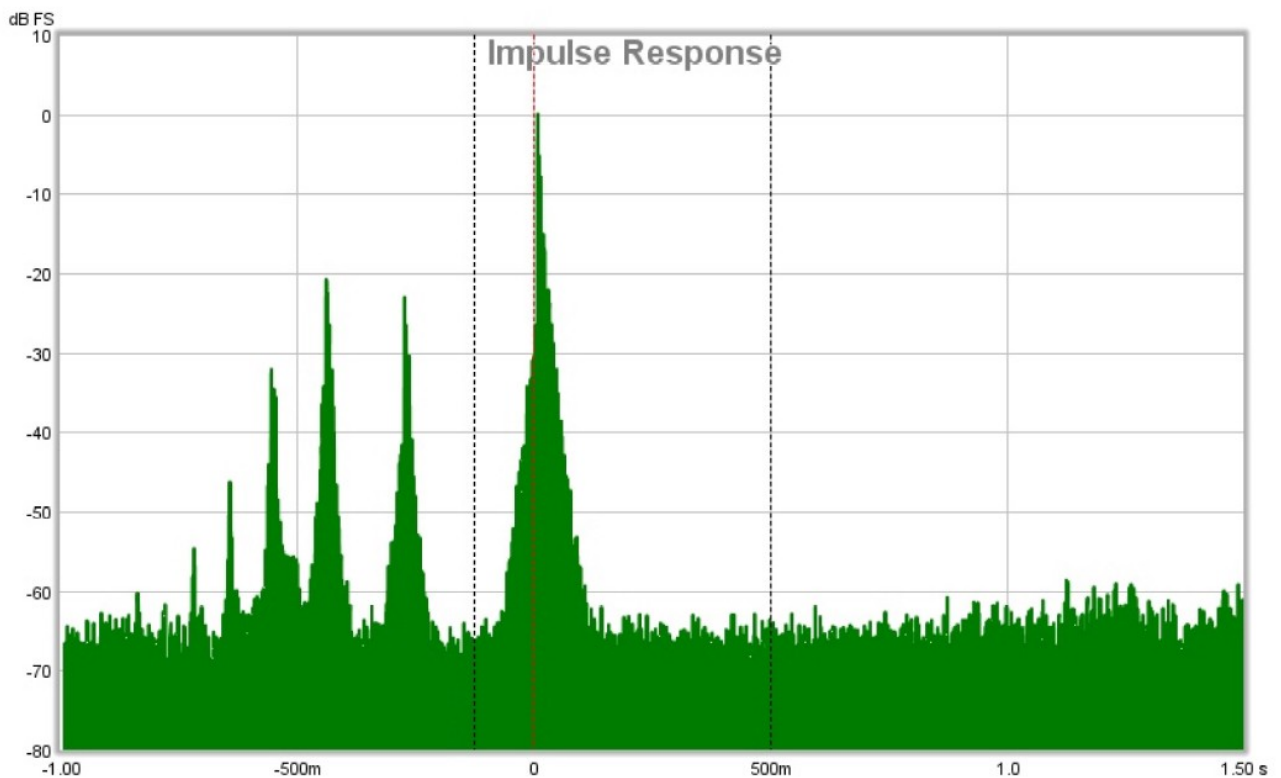
Ceci est l'Impulse Response pour cette mesure, les peaks de distorsion sont sur la gauche du peak principal. Le premier peak sur la gauche est la 2nd harmonique, le suivant est la 3rd harmonique et ainsi de suite.



Le tracé suivant est issu de la mesure d'une salle. Les 2nd (rouge), 3rd (orange) et 4th (jaune) traces d'harmoniques sont montrées, avec la THD (noir). Les harmoniques supérieures sont dans le bruit de fond. La mesure montre une forte hausse dans la 3rd harmonique à 94Hz, et une dramatique hausse dans toutes les composantes de distorsion à partir d'environ 2kHz et au-dessus. Des mesures supplémentaires à différents niveaux de signal établissent que cette distorsion était introduite par le sonomètre utilisé pour la mesure.

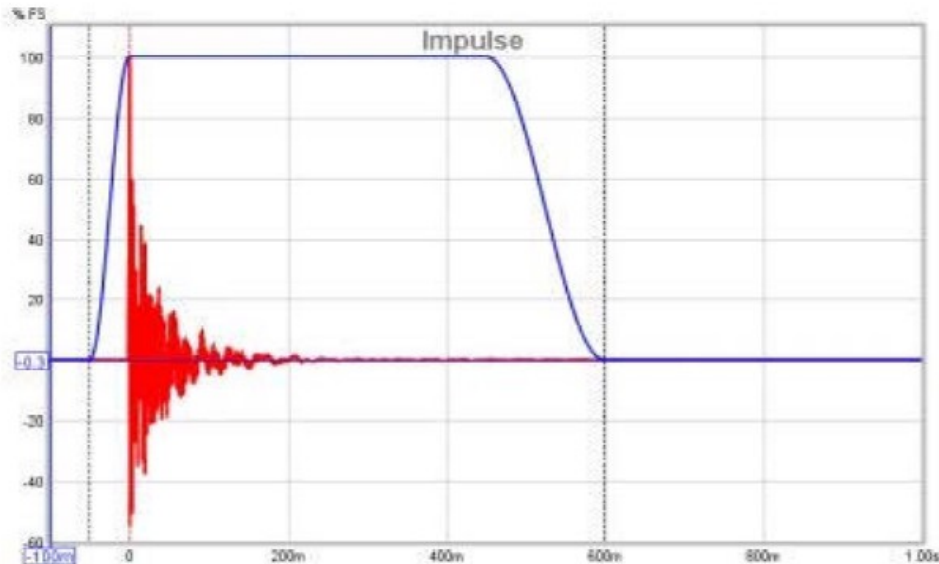


Ceci est l'Impulse Response pour la mesure dans la salle, les peaks de distorsion sont clairement visible sur la gauche du peak principal.

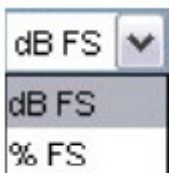


Impulse Graph (page 111)

Le graphique d'impulsion (Impulse graph) montre l'impulse response pour le mesure en cour. Il peut aussi montrer les fenêtre (windows) gauche et droite et les effets de la fenêtre sur les données qui sont utilisé pour calculer la réponse en fréquence (frequency response), une minimum phase impulse, l'enveloppe de l'impulse response (ETC) et la step response.

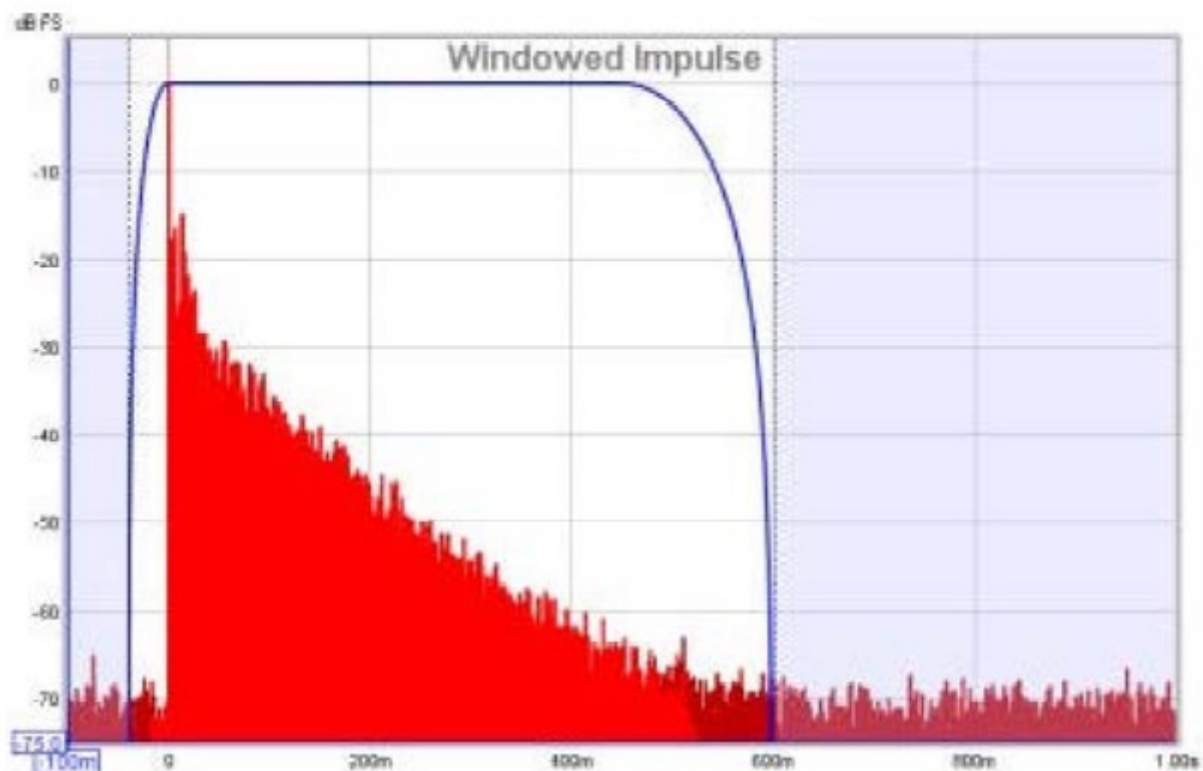


L'axe Y utilisé pour l'impulse response peut être sélectionné comme %FS ou dB FS (FS = Full Scale = Pleine échelle) par l'intermédiaire du réglage dans le coin en haut à gauche qui apparaît quand le curseur de la souris est dans la zone de graphique. L'échelle dB Fs est l'équivalent d'une vu « log squared » de l'impulse.



La ligne verticale noir en pointillés montre l'étendu de la fenêtre de réponse impulsif, une ligne pointillé rouge montre la position de la référence. Si les paramètres de la fenêtre ont changés, la région en dehors de la nouvelle zone est montrée ombré jusqu'à ce que les paramètres soit appliqués.

Il est meilleur de fixer l'axe Y en dB pour ajuster la fenêtre comme il est beaucoup plus facile de voir ou la réponse a descendu dans le bruit.



Après chaque mesure la largeur gauche de la fenêtre est automatique ajusté. Pour des mesures pleine échelle (et descendre à la fréquence de fin de 1kHz) la largeur est 125ms, au dessous de sa elle augmente pour permettre le pre-ringing (oscillations) des effets de l'utilisation d'un sweep de place limité. Pour changer les paramètres de la fenêtre pour une mesure cliquer sur le bouton **IR Windows** :



IR Windows

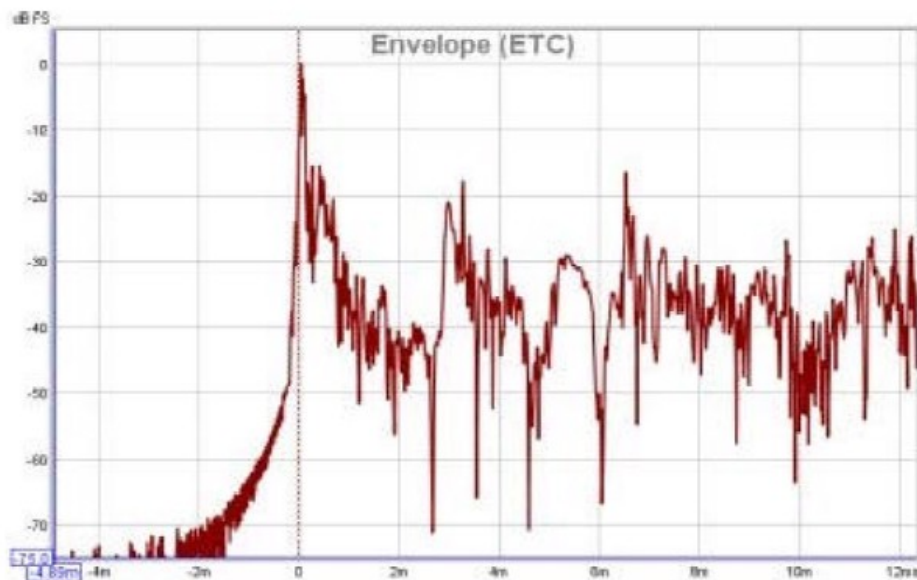
La réponse impulsionnel est celle de l'ensemble du système, incluant le mic/sonom et la carte son. Les calibrations de mic/sonom et carte son sont appliquées uniquement quand on calcule le réponse en fréquence.

Minimum Phase Impulse

Si le réglage **Generate Minimum Phase** (phase minimum généré) à été utilisé pour produire une version minimum phase de la magnitude de la mesure en cour une trace minimum phase est activée, montrant l'impulse response qu'un système à minimum phase aurait.

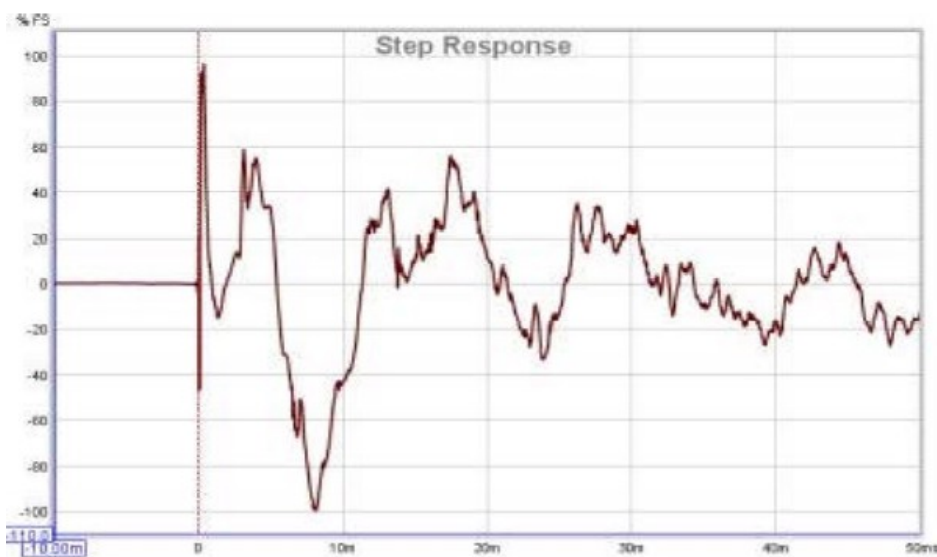
Impulse Response Envelope

L'enveloppe de l'impulse, aussi appelé la courbe energy-time ou ETC, est utile pour identifier les réflexions et voir la forme globale de l'impulse response. Le tracé en dessous montre l'enveloppe, les pointes avant le peak initial sont dus aux réflexions venant des surfaces de la salle, la première pointe se produit 3,25ms après le peak initial indiquant que le sons voyage 1,11m ou 3,7 feet en plus avant d'atteindre le microphone.



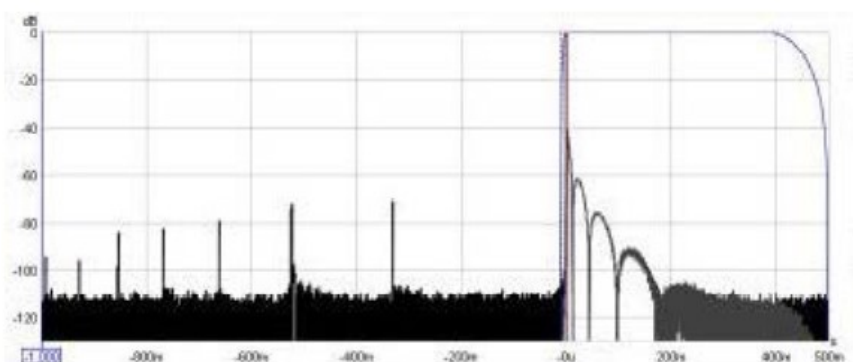
Step Response (réponse indicielle)

La step response montre la sortie qui serait le résultat si un signal d'entrée sauter à un niveau fixe et resté la. C'est l'intégrale de l'impulse response. Si il existe un décalage dans la chaîne d'entrée de la mesure la step response devrait montrer globalement une hausse ou une chute à mesure que le temps progresse, plutôt que tendant à zéro.

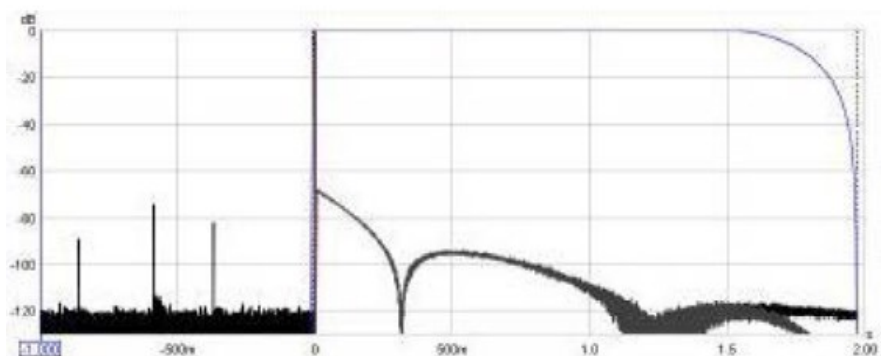


Distortion Components

Une propriété de la méthode d'analyse par sweep logarithmique est que différentes composantes de distorsions harmoniques apparaissent comme des impulsions supplémentaire à temps négatif, avec la décroissance de l'espacement comme l'ordre des distorsions augmente. Par exemple, ce tracé montre des pointes venant de composantes de distorsion jusqu'à la 8th harmonique sur une mesure en boucle de la carte son d'un ordinateur portable.



Voici une mesure similaire pour un carte son externe USB, c'est une carte 44,1k plutôt que 48k, qui nous limite à la 6th harmonique dans la période de 1s pre-impulsion – Cependant, seul les peaks d'harmoniques 2nd, 3rd et 5th sont évident, le peak de la 4th harmonique est à peine visible au dessus du bruit de fond (qui est d'environ 10 dB en dessous par rapport à la carte son de l'ordinateur portable). Les lobes étendu après l'impulsion sont dus au fréquences beaucoup plus basses de la carte -3dB, 1,0Hz contre 22,1Hz (noter que le coté droit de l'axe de temps est de 2s dans ce tracé comparé à 5,0s dans le tracé précédente) :



Impulse Controls

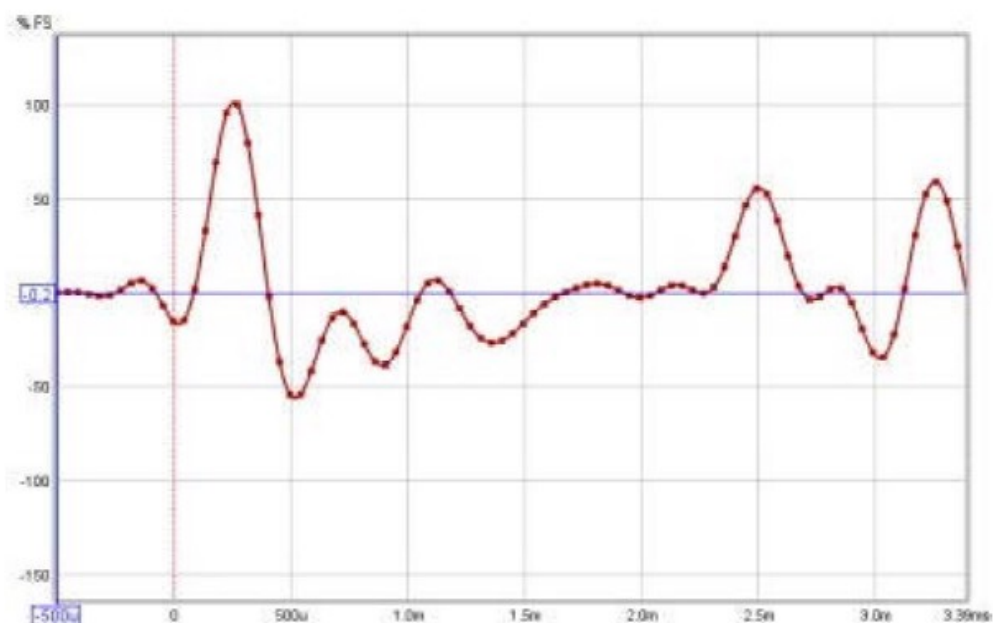
Le panneau de contrôle pour le graphique Impulse a ces réglages :

☒ Plot Responses Normalised	t=0 offset (samples):	0	Apply
☒ Show points when zoomed in	t=0 offset (ms):	0.000	Apply
☐ Invert Impulse	Scale FR Peak to (dB SPL):	100.0	Apply
Generate Minimum Phase		ETC Smoothing (ms):	0
Estimate IR Delay			

La réponse impulsionnelle peut être tracée avec ou sans normalisation à sa valeur crête (peak) en fonction des configuration du réglage **Plot Normalised** (courbe normalisée). Quand la normalisation de tracés est sélectionné le peak devrait être à 100% dBFS.

Si **Show points when zoomed in** (montrer les points lors d'un zoom) est sélectionné les points

individuels composant la réponse sont affichés sur le graphique quand le niveau de zoom est assez élevé pour les distinguer.



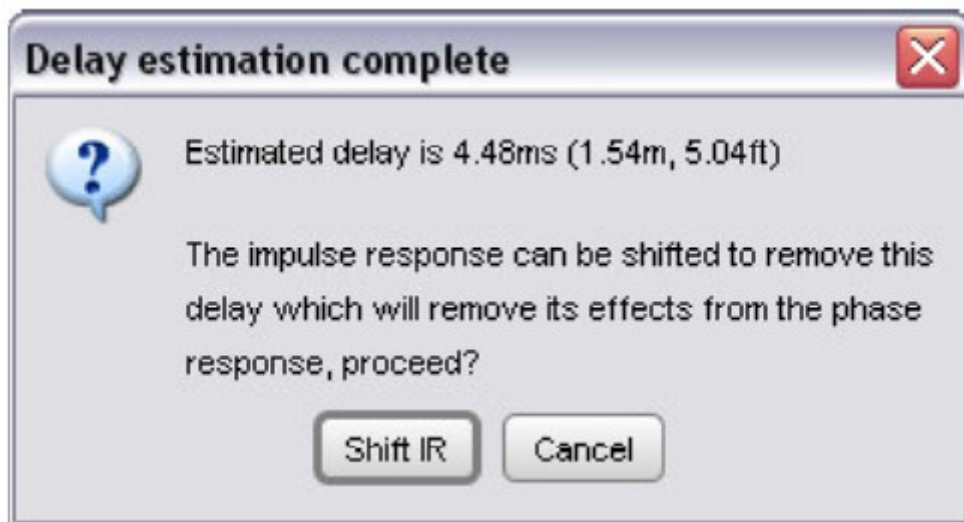
La réponse peut être tracée inversée en fonction de la configuration du réglage **Invert Impulse**. Noter que cela n'a pas d'effets quand l'axe Y est réglé en dBFS. Si la carte son que vous utilisez inverse ces entrées, cela peut être corrigé en utilisant la case à cocher **Invert** dans le réglage **Input Channel** du menu **Soundcard Preferences**.

Generate Minimum Phase produira une version à phase minimum de la mesure en utilisant les réglages en cours de la fenêtre IR. L'impulsion de phase minimum montre alors la réponse d'un système ayant la même réponse en fréquence que la mesure mais avec la plus petite rotation de phase qu'un système pourrait avoir. Ce réglage active aussi les tracés de minimum et excess phase ainsi que de group delay sur respectivement les graphiques **SPL & Phase** et **GD**.

Noter que les réglages de la fenêtre IR (**IR window**) sont important car la réponse de phase minimum et dérivée de la réponse en fréquence (**magnitude**) de la mesure, qui est à son tour affectée par les réglages de la fenêtre IR. Si les réglages de la fenêtre sont par la suite modifiés **Generate Minimum Phase** devra être encore utilisé pour refléter les nouveaux réglages. Noter aussi que la forme de la fenêtre du coté gauche (la fenêtre appliqué avant le peak) affecte le résultat de phase minimum, une fenêtre rectangulaire produira une réponse avec une plus basse rotation de phase, par exemple, une fenêtre **Hanning**.

Si le système mesuré est intrinsèquement à phase minimum (comme le sont beaucoup de crossover par exemple) la réponse de phase minimum et la même que celle de la mesure en enlevant tout délais de temps. Les mesures de salles ne sont typiquement pas à phase minimum, excepté dans quelque régions généralement au basses fréquences ? Pour plus d'informations sur la minimum, excess phase et group delay consulter **Minimum Phase**.

Estimate IR Delay (Estimer le délai de réponse impulsionnelle) calcule une estimation du délai de temps dans la mesure en comparant celle-ci avec sa version à phase minimum. Le délai calculé peut être supprimé de la réponse impulsionnelle en appuyant sur le bouton **Shift IR** dans le panneaux affiché après que le délai ait été calculé.



Le réglage du décalage (offset) $t=0$ peut être utilisé pour déplacer le position du temps zéro par un nombre déterminé de samples ou par un temps déterminé. Ces réglages peuvent être utilisés pour supprimer manuellement les délais de temps d'une mesure ou pour déterminer le délai correcte pour aligner les mesures de différents haut-parleurs ou ensembles de haut-parleurs. Noter que déplacer la réponse impulsionnelle effacera tout spectrogrammes qui a été généré le tracé ne serait plus valide. Si une boucle est utilisée comme référence de temps le délai du système (qui peut être vu dans le panneaux d'info de la mesure) est déplacé de la même valeur au temps zéro.

Le réglage **Scale FR peak** remet à l'échelle la réponse impulsionnelle pour atteindre le chiffre SPL maximum désiré dans la réponse en fréquence correspondante. Ce qui peut être utile pour remettre à l'échelle une réponse impulsionnelle importée.

ETC Smoothing est utilisé pour lisser l'enveloppe (ETC) du tracé en utilisant un filtre à moyenne mobile dont la durée est spécifié dans le spinner.