



MISE AU POINT D'UNE INSTALLATION EMBARQUEE

DSP A8 et Room Equalizer Wizard V5

Partie 3

8) TRAITEMENT DES MESURES

Notre habitacle de voiture est un environnement très particulier et nécessite un traitement spécifique des données recueillies par le micro. En effet, dans nos mesures, il est impossible de distinguer le signal direct (celui qui vient directement du haut-parleur jusqu'au micro) du signal réfléchi par l'habitacle (celui qui part du haut-parleur, se réfléchit dans l'habitacle puis arrive au micro et qui se trouve en retard sur le signal direct) car les surfaces réfléchissantes sont trop proches des haut-parleurs, voire même sont utilisées pleinement dans le cas de haut-parleurs en dash-panel ou en seat-box. Pour simplifier, disons que toutes les mesures que nous allons analyser seront influencées par l'habitacle.

L'ensemble de ces paramètres de traitement s'appelle le fenêtrage des réponses impulsionnelles. En effet, pour qu'une réponse impulsionnelle soit analysée, il faut définir dans le temps quelle portion du signal perçue par le micro nous souhaitons conserver pour l'analyse. Les paramètres à définir sont le *time zero*, autrement dit l'origine de notre fenêtre temporelle, soit le moment où le micro commence à percevoir du son venant du haut-parleur. C'est ce paramètre qui va nous permettre d'obtenir les courbes de réponse en phase. Les autres paramètres sont la taille et la forme du surplus de fenêtre conservé avant et après le *time zero*. Ces paramètres serviront à calculer la réponse en fréquence et donner le niveau de précision au résultat.

Mais qu'est-ce qu'une réponse impulsionnelle ou une impulsion ?

C'est la représentation de l'énergie perçue par le micro en fonction du temps lorsqu'on applique un signal de type dirac aux bornes du haut-parleur. Un Dirac est un signal qui contient toutes les fréquences de 20hz à 20Khz à un niveau sonore infiniment grand et qui se voudrait également infiniment court dans le temps. Comme si nous avons utilisé un interrupteur très rapide pour faire ON-OFF sur le haut-parleur. En pratique ce n'est pas aussi simple que cela à réaliser.

Le logiciel REW basé sur une méthode de mesure très performante appelé *logarithmic sine sweep* génère un signal de mesure particulier qui sera ensuite compilé informatiquement pour représenter la mesure impulsionnelle comme si nous avions utilisé un signal dirac.

Grâce à une opération mathématique appliquée à la mesure impulsionnelle appelée FFT (Fast Fourier Transform) et en fonction des paramètres de fenêtrage nous obtiendrons un résultat dans 2 domaines, fréquentiel et temporel. Le domaine fréquentiel, nous donnera la courbe de réponse en fréquence que l'on connaît, et temporel, nous donnera la réponse en phase.

Voyons comment une impulsion se représente dans le logiciel REW et comment intervenir sur ces paramètres.

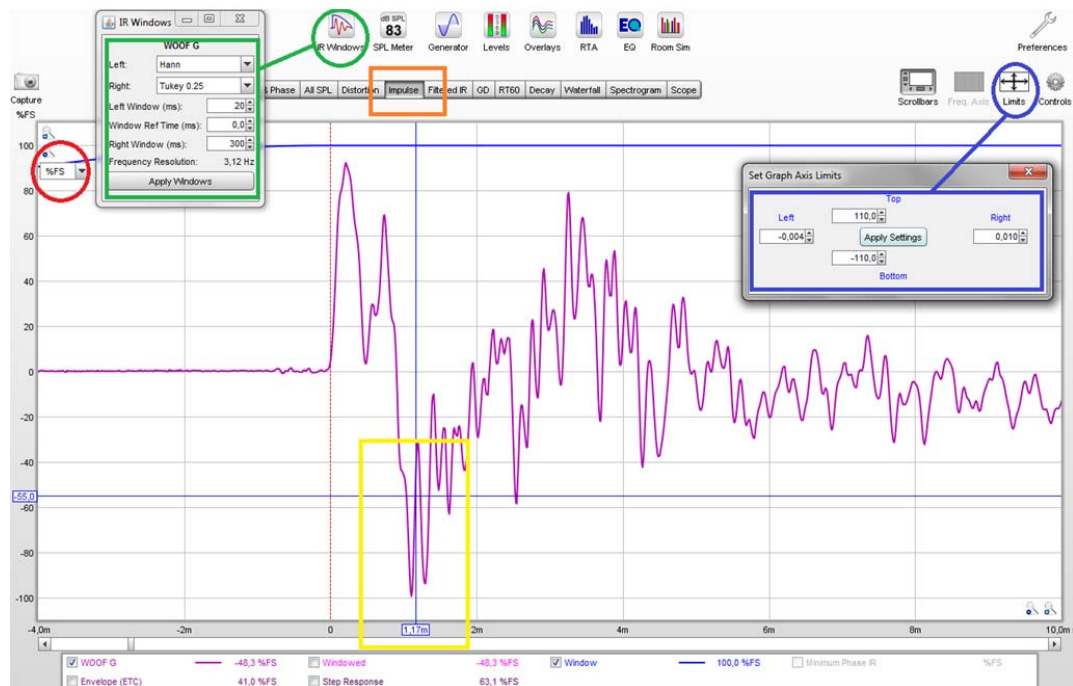
a) FENETRAGE DES MESURES

Cliquez sur l'onglet *IMPULSE* encadré en orange sur l'aperçu.

Passez en mode d'affichage *%FS* comme dans l'arrondi rouge.

Cliquez sur *LIMITS* encadré en bleu puis ajustez les paramètres pour obtenir une vue globale de la réponse impulsionnelle puis fermez ce panneau.

Cliquez sur *IR Window* encadré en vert pour afficher le panneau de contrôle du fenêtrage et maintenez celui-ci ouvert jusqu'à la fin de ce chapitre pour ajuster les paramètres si besoin.



Cette vue représente une réponse impulsionnelle et est donc affichée sur un graphique énergie/temps. L'énergie est représentée sur l'axe vertical, le temps en horizontal. Ce type de réponse renseigne peu de choses car elle contient beaucoup trop d'informations. En effet, les fréquences les plus hautes font les pointes les plus grandes alors que les fréquences graves ont de très faibles amplitudes et sont indiscernables. Il est tout de même possible de réaliser quelques déductions. Dans l'encadré jaune, on peut remarquer une zone où l'énergie devient négative et descend très fortement, presque autant que ne monte la première impulsion positive, il s'agit d'une très forte réflexion. Si on observe à quelle valeur de temps elle apparaît après le début de l'impulsion, c'est à 1.17 ms (0.017 secondes) environ, soit une longueur d'onde de 850 Hz (longueur d'onde en secondes = 1/fréquence). La courbe de réponse en fréquence et en phase sera probablement perturbée dans cette zone.

b) CALAGE DU TIME ZERO

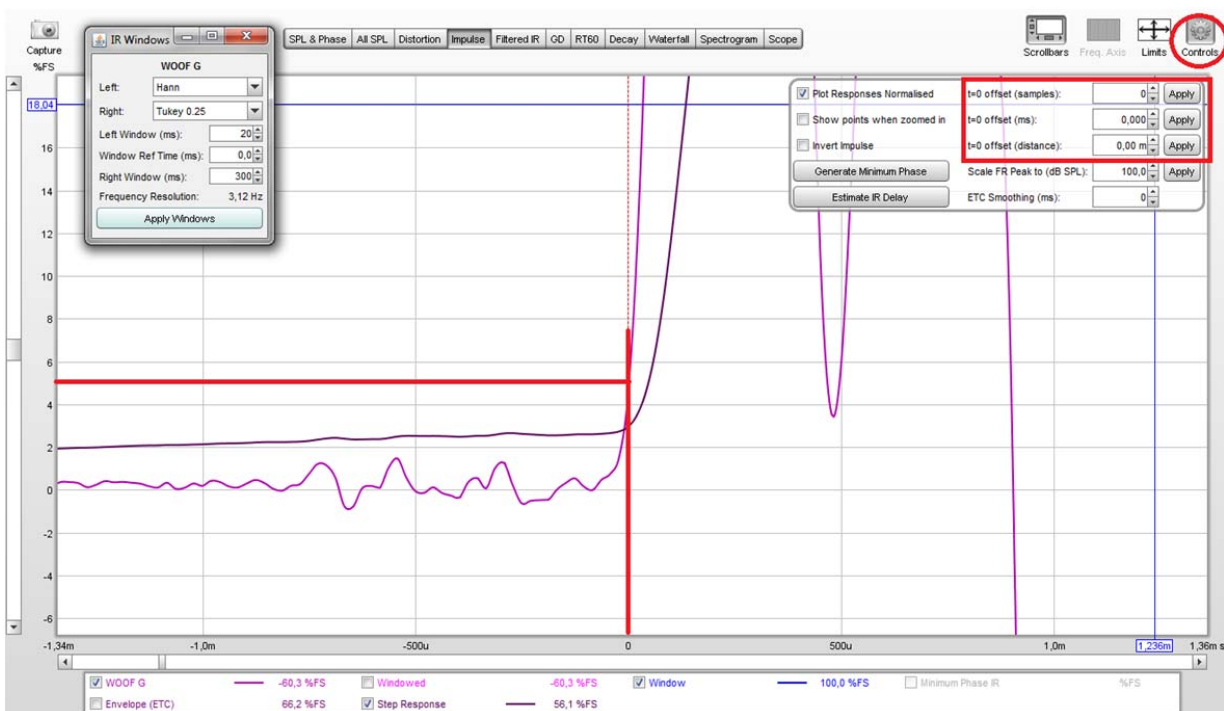
Pour obtenir la réponse dans le domaine temporel, à savoir une courbe de réponse en phase correcte, il faut à présent définir le début de la fenêtre d'analyse. Il existe différentes façon de caler ce *time zero*, je vous présente ici la méthode la plus courante.

Dans un environnement maîtrisé (ou les surfaces réfléchissantes sont loin des haut-parleurs), l'impulsion est souvent contenue autour du pic principal représentant les aigus, et il est facile de définir le *time zero* à cet instant. Dans un habitacle, il est impossible de s'affranchir de ces réflexions précoces et la réponse impulsionnelle est déformée. Il peut y avoir plusieurs pics avec parfois des réflexions qui se couplent au signal direct formant un pic retardé plus fort que l'initial. C'est ce phénomène qui fait que tous les logiciels de mesures de réponse impulsionnelle qui déterminent le *time zero* automatiquement ne peuvent être utilisés en

caraudio sans un minimum de précautions. La façon dont le système automatique de calage du time zero fonctionne (pic le plus fort, premier peak etc...) peut ne pas fonctionner de manière optimale. Pour s'affranchir de cela, il faut placer manuellement le *time zero* au tout début de la croissance de l'impulsion.

Zoomez au plus proche du début de l'impulsion jusqu'à obtenir un pas de graduation vertical de 5%. Etirez la réponse avec les boutons loupe en bas de l'écran. Une fois que vous avez un zoom satisfaisant ouvrez le panneau *Controls* encadré en rouge.

A l'aide des paramètres de l'encadré rouge, déplacez la courbe pour faire coïncider le 0 de l'axe des temps (horizontal) sur la toute première valeur de l'impulse qui franchit 5%FS comme sur l'exemple ci-dessous.



Pour déplacer l'impulsion sur la droite, rentrez une valeur négative, sinon rentrez une valeur positive pour ramener l'impulsion vers la gauche. Lorsque vous manipulez ainsi le calage du time zero, la courbe de gain et de phase se modifie automatiquement dans l'onglet *SPL&Phase*.

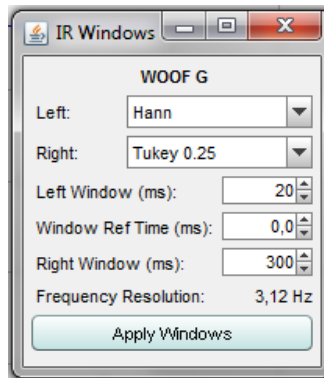
Si le résultat est difficile à obtenir, aidez-vous de la courbe *Step Response* en la sélectionnant en bas de l'écran. Réalisez cette étape pour chaque mesure. Cette tâche assez longue à faire, pensez à sauvegarder....

c) INFLUENCE DE LA FENETRE SUR L'IMPULSION

Pour que le logiciel REW affiche des courbes de réponse et de phase cohérentes, il faut définir la durée de traitement de l'analyse (surplus de fenêtre). En effet, pour qu'un signal numérique contenant une impulsion

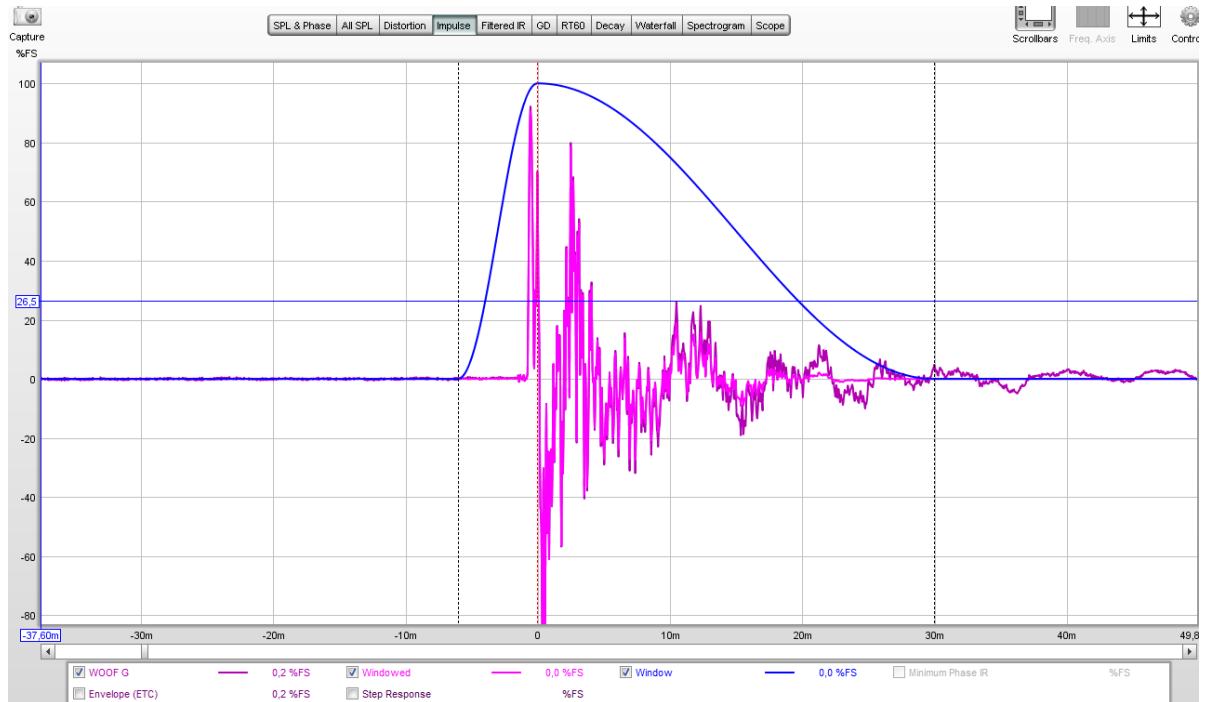
soit correctement analysée le logiciel a besoin de savoir où commencer l'analyse et ou la finir dans le temps autour du time zero.

Suivant la longueur d'onde de la fréquence émise par le haut-parleur (1 longueur d'onde de 20Hz = 17.15 ms), il faut ajuster cette fenêtre temporelle après le *time zero* pour obtenir une résolution suffisante à basse fréquence. Pour simplifier, plus la fenêtre est grande, plus la réponse du grave devient précise (une fenêtre de 171.5 ms fera rentrer 10 échantillons à 20Hz). REW annonce la résolution dans la fenêtre *IR Window* en fonction des paramètres utilisés. Pour les paramètres visibles dans l'aperçu, il annonce 3.12Hz, cela revient à dire qu'il y aura « un point » de mesure tous les 3.12hz. On comprend aisément que 3 Hz de précision est bien trop grand à 10Khz et fera rentrer beaucoup d'informations, mais sera juste suffisant pour le grave. Plus on réduit la taille de la fenêtre moins on fait rentrer de signal basse fréquence. La taille de la fenêtre appliquée à la courbe de réponse en amplitude et en phase n'est ni plus ni moins qu'un lissage.



Dans une voiture la réponse acoustique des haut-parleurs est entièrement signée (déformée) par la fonction de transfert de l'habitacle, il n'est pas possible de distinguer le signal direct du réfléchi, il faut donc utiliser des fenêtres assez larges d'au moins 50 à 80 ms afin d'être sûr de rentrer tout le signal réfléchi dans la fenêtre. L'habitacle ayant une absorption en général très forte et des temps de réverbération courts, c'est lui qui fera office de fenêtre de toute manière. Pour obtenir une précision suffisante dans le grave, l'utilisation de fenêtres jusqu'à 300 ms sera nécessaire.

D'autres types de fenêtres peuvent être utilisés. Vous pouvez contrôler l'effet de la fenêtre choisie sur l'impulsion en regardant la courbe *window* qui représente la fenêtre et la courbe *windowed* qui représente l'impulsion résultante de l'action de la fenêtre. L'influence de la fenêtre sur la courbe de réponse et de phase est visible instantanément dans l'onglet *SPL&Phase*.



Dans ce domaine aussi de nombreux écrits existent sur les fenêtres à utiliser en fonction du signal à analyser. Ce n'est pas l'objet de ce document.

Passez à l'étape suivante qui est la plus intéressante et vous demandera toute votre attention.