



*Les indispensables du Forum Indépendant de la
Hifi et des Audiophiles*

Traitement acoustique & Calibration

Rephase - Le Tutoriel

[pda0] & [Bear]

**(avec des compléments de différents [membres] du forum et la
contribution de [Vonkarl] pour la création de cette version PDF)**

V1.0 – Mise à jour de la version du forum – Juin 2017

Table des matières

1	Introduction et genèse	3
2	Configuration nécessaire	5
3	Mesure de la phase et de l'amplitude/fréquence	7
3.1	Mesure initiale et placement du micro :	7
3.2	Calage temporel de l'impulsion	8
4	Utilisation de RePhase pour la correction de phase et d'amplitude	13
4.1	Préambule	13
4.2	Correction de la phase	14
4.3	Correction de l'amplitude	16
4.4	Génération des fichiers impulse	19
5	Simulations des résultats avec REW	20
6	Configuration de JRiver	26
7	Mesure du résultat avec REW	31
8	Conclusions	31
9	Annexes	32
9.1	Compléments	32
9.1.1	Création d'une impulsion de correction à phase minimale dans REW/RePhase	32
9.1.2	Compléments sur la méthode de mesure proposés par [Bear] :	37
9.1.3	Méthode de mesure de [Bear] intégrant les dernières fonctionnalités de REW et RePhase intégrées par leurs concepteurs pour faciliter le travail !	37
9.1.4	Commentaires de [Bear] sur la méthode proposée par [Audyard] (et également reprise dans le document de [Bear] en anglais ci-dessus)	38
9.1.5	Conception de filtres d'égalisation dans REW	40
9.2	Questions / réponses	44
9.2.1	Q1 : correction unique sur 2 voies ou une correction par voie ?	44
9.2.2	Q2 : fichier de sortie de Rephase type PCM pour utilisation bruteFIR ?	45
9.2.3	Q3 : que se passe-t-il sur un 24/96 ?	45
9.2.4	Q4 : convolution dans Audirvana ?	46
9.2.5	Q5 : comment créer des filtres actifs avec RePhase ?	46
9.2.6	Q6 : alignement des HP ?	47
9.2.7	Q7 : lecture de la phase	50
9.2.8	Q8 : quel format choisir lors de l'export Rephase ?	52
9.2.9	Q9 : amplitude / phase	54

1 Introduction et genèse

Sur un tuyau de [Maxitonus], et après un défrichage efficace de [Bear], suivi de quelques expérimentations complémentaires de [pda0], il nous a semblé intéressant d'essayer de remettre en ordre toutes les informations acquises sur le logiciel gratuit RePhase.

Comme nous n'avons, ni l'un ni l'autre, aucune compétence particulière en acoustique ou correction numérique, ce tutoriel est le résultat de nos expériences concrètes d'audiophiles, et de quelques déductions pragmatiques à l'usage du logiciel.

La priorité ayant été donnée à la mise en œuvre concrète, la seule garantie formelle que nous donnons est qu'il y a sûrement quelques erreurs d'analyse et/ou d'interprétation dans ce tutoriel, et nous vous remercions par avance de votre indulgence.

RePhase est un logiciel développé par POS (c'est son pseudo sur les différents forum), qui permet notamment de générer toutes sortes de filtres numériques pour différents objectifs. La littérature disponible sur internet est très importante, entre les forums, les blogs et autres sites dédiés (MiniDSP notamment), on y trouve tout ce qu'il faut, et plus, pour savoir tout ce que peut faire RePhase, mais il n'y a pas, à notre connaissance de documentation officielle de ce logiciel par son auteur.

Comme ce forum est un forum Hifi, ce tutoriel se limitera à montrer comment appliquer RePhase à la Hifi classique avec 2 enceintes « normales » (à filtre passif), afin de s'en servir de correcteur numérique de la phase et de l'amplitude.

Nous parlons ici de l'utilisation de RePhase comme outil de 'Room Correction', sans prétendre aborder les fonctionnalités de l'outil qui concernent la réalisation de filtres actifs (Active Cross-Over) qui visent à remplacer les filtres passifs des enceintes acoustiques. L'utilisation d'un processeur MiniDSP à la place d'un PC ou d'un Mac n'est pas incluse ici, même si l'essentiel des opérations à réaliser est vraisemblablement très similaire.

La boîte à outils pour entamer ce travail se compose de deux logiciels libres (gratuits) REW et RePhase, même s'ils proposent l'un et l'autre de verser une contribution volontaire (donation) à leur auteur pour financer le développement.

Nous aurons aussi besoin d'un 3ème logiciel permettant la lecture de la musique et l'utilisation des impulsions de correction qui auront été créées à l'aide des 2 logiciels précédents. Plusieurs logiciels peuvent faire l'affaire, nous parlerons ici de JRiver, qui est disponible pour un prix de licence modique (moins de 50€), et également de Roon, dont la licence est relativement chère (100€/an environ, ou 500€ pour une licence à durée illimitée) mais dont l'interface utilisateur est un modèle du genre, et dont l'intégration de la correction numérique est extrêmement simple et conviviale. D'autres logiciels de lecture sont également compatibles avec la correction numérique, dont Foobar, HQPlayer et sûrement beaucoup d'autres.

Le rôle respectif de chacun de ces composants est le suivant :

- Mesurer la réponse amplitude/fréquence et phase d'un système hifi stéréo classique (REW)
- Corriger la phase acoustique de n'importe quelles enceintes (RePhase)
- Corriger la réponse amplitude/fréquence du système (RePhase)
- Simuler les corrections apportées, et donc pouvoir les ajuster, si nécessaire, avant mise en œuvre (RePhase et REW)
- Optionnellement, mesurer les corrections apportées pour vérifier qu'elles correspondent bien aux attentes (REW)
- Mettre en œuvre les corrections, une fois créées par RePhase, sous la forme de fichiers de convolution intégrés dans le flux numérique (JRiver, Roon, Foobar, etc...).

Soit, en résumé, faire tout ce que sait faire le logiciel d'un Trinnov ou de Dirac Live, et tout cela gratuitement (au prix de la licence de JRiver ou Roon, ou Foobar près).

Et pour l'avoir essayé sur nos systèmes respectifs, sur lesquels nous avons aussi mis en œuvre un Trinnov Amethyst et Dirac, il est clair que le résultat obtenu est assez bluffant !

Evidemment, comme disent nos amis d'Outre-Atlantique, « *there is no such thing as a free lunch* », et donc la contrepartie de la gratuité est une relative complexité de mise en œuvre que ce tutoriel va tenter de réduire autant que possible. De façon plus précise, disons que c'est la richesse fonctionnelle de l'outil, et le parti-pris de son auteur de permettre l'accès à l'ensemble des paramètres de correction, qui imposent cette relative complexité.

Il convient cependant de préciser que, s'il n'est absolument pas nécessaire d'avoir la moindre compétence en acoustique pour utiliser ces logiciels, il est fortement recommandé d'être à l'aise avec un PC ou un Mac et l'installation de logiciels.

Même s'il n'y a pas de difficulté technique de mise en œuvre de ces logiciels et si les opérations à réaliser sont assez simples, l'obtention d'un résultat probant demandera quelques heures d'effort et de patience.

Mais, les courageux qui iront jusqu'au bout de cet effort d'installation seront récompensés et auront sûrement du mal à revenir en arrière ! Tout comme ceux, qui avant eux, ont goûté aux joies du Trinnov (ou de Dirac) et ne peuvent plus vraiment s'en passer !

Quels bénéfices « audiophiles » peut-on attendre de RePhase ?

Comme son nom l'indique, RePhase a été écrit avec l'ambition de permettre aux audiophiles de corriger la phase acoustique de leurs enceintes.

Dans le cas auquel nous nous limitons ici, les enceintes sont prises comme un ensemble indissociable. La correction sera donc appliquée sous la forme d'une impulsion (c'est un simple fichier au format .wav) qui sera 'ajoutée' au signal musical par une opération mathématique complexe (appelée convolution) dont, fort heureusement, il n'est pas nécessaire de comprendre le détail pour l'utiliser !

Le résultat audible de cette correction sera d'assurer une meilleure cohérence temporelle des enceintes, c'est-à-dire que les écarts de temps introduits dans la reproduction des différentes composantes de la musique par la construction des enceintes seront corrigés, de telle façon à ce que les aigus parviennent à vos oreilles au même moment que les graves correspondantes. Un son composé de plusieurs fréquences sera donc plus cohérent. Les attaques seront plus nettes, la séparation entre les instruments et les voix sera meilleure et la scène sonore sera mieux reproduite, plus cohérente. Elle gagnera en profondeur et en réalisme.

Pour ceux que cela intéresse, plus d'info sur ce sujet de mise en phase sur le fil suivant :

[Du temporel : réponse phase / fréquence](#)

Mais RePhase ne s'arrête pas là et permet, dans le même temps, d'apporter des corrections au niveau des différentes fréquences (égaliseur numérique) et servira donc dans une certaine mesure à compenser les colorations de votre système.

Dans tous les cas, l'effet produit par RePhase est très sensible à l'écoute et est aussi parfaitement mesurable.

Chacun pourra décider de son utilité sur son propre système, mais nous pensons qu'il peut être intéressant de l'essayer avant toute recherche d'optimisation via des câbles ésotériques ou pas. Ce qui n'exclut évidemment pas l'optimisation des câbles ensuite, bien entendu.

Comme vous allez vous en rendre compte, au-delà de la relative complexité de mise en œuvre, qui va avec la grande flexibilité apportée par ces logiciels, il y a aussi plusieurs façons de s'en servir suivant sa sensibilité d'audiophile (et/ou de technophile).

Pour ceux qui souhaiteraient une vue plus « générale » sur la correction numérique, le fil suivant donne un premier éclairage et situe RePhase au milieu des solutions alternatives disponibles sur le marché : [La correction numérique](#)

Et enfin, pour situer l'utilisation de la correction numérique dans la mise au point d'un système, il peut aussi être utile de jeter un œil sur ce fil : [7 étapes pour installer un système avec correction numérique.](#)

2 Configuration nécessaire

RePhase n'étant disponible que sous Windows, un PC sous Windows est indispensable pour la création des impulsions de correction.

Mais les impulsions créées par RePhase peuvent ensuite être utilisées sur n'importe quelle plateforme (Mac, Windows, Linux) puisque cela ne dépend que du logiciel lecteur utilisé (JRiver, Foobar, Roon, ...).

On peut télécharger RePhase ici : <https://sourceforge.net/projects/rephase/>

Le fil RePhase sur ce forum est ici : [RePhase](#)

REW est disponible sous Windows et Mac OSX. Les deux versions fonctionnent bien et peuvent être utilisées indifféremment pour la mesure avant et après correction et pour toutes les simulations des corrections.

On peut télécharger REW ici : <http://www.roomeqwizard.com>

Le tutoriel REW sur ce forum est ici : [Tutoriel REW](#)

Pour ceux qui ne voudraient pas utiliser REW, vous pouvez également utiliser HOLMImpulse (sous Windows uniquement) qui a une interface plus « rustique » et moins de possibilités d'affichage, mais qui inclut l'ensemble des fonctions nécessaires à la mesure et à la simulation, donc de tout ce dont on a besoin ici.

On peut télécharger HOLMImpulse ici : <http://www.holmacoustics.com/holmimpulse.php>

JRiver est disponible indifféremment sous Linux, Windows ou Mac OSX.

Libre à vous de choisir la version qui vous va bien. Il s'agit ici essentiellement de traiter des fichiers dématérialisés. Nous aurons donc besoin d'un ordinateur qui aura accès, d'une façon ou d'une autre, aux fichiers audio à reproduire et sur lequel vous aurez installé JRiver comme player pour la suite.

Sur feu le bleu, [ThierryNK] avait ouvert un post « Pourquoi je suis passé à JRiver ? » qui est disponible dans les archives et qui en explique tous les mérites en détail : <https://web.archive.org/web/201503180046...37265.html>

On peut télécharger JRiver ici : <https://www.jriver.com/download.html>

JRiver est utilisable gratuitement pendant 30 jours, ce qui permet de l'essayer, comme proposé ici avec RePhase, gratuitement.

Le prix d'achat est de 50 US\$ (soit un peu moins de 45€) pour une plateforme ou 70 US\$ si on souhaite l'utiliser sur plusieurs plateformes (Mac, Windows, Linux).

JRiver est notamment pratique pour plusieurs raisons (moteur de convolution de qualité sur 64bits, et possibilité de fonctionner en serveur et pilotage d'un lecteur mode DLNA notamment) mais rien n'empêche d'utiliser un autre logiciel player, à condition qu'il supporte un plugin de convolution.

Comme déjà indiqué, Foobar, HQPlayer ou plus récemment Roon intègrent un moteur de convolution acceptant nativement les impulsions RePhase.

Roon, malgré son prix élevé, mérite une attention de part son interface très aboutie, et son moteur de convolution de grande qualité et d'une simplicité d'utilisation remarquable.

Au final, il est parfaitement possible de faire les mesures sur un Mac, de produire les corrections sous Windows (éventuellement sur ce même Mac en émulation Windows (via une machine virtuelle)), et d'installer les corrections sur un NAS sous Linux. Rien ne s'y oppose techniquement.

Vous l'avez compris, le **processus complet** va consister à :

1. Prendre des mesures de phase et d'amplitude à l'aide de REW (ou HOLMImpulse)
2. Utiliser ces mesures de phase et d'amplitude pour corriger la phase et/ou l'amplitude (totalement indépendamment l'une de l'autre) et créer une impulsion de correction avec RePhase.
3. Utiliser cette impulsion de correction dans JRiver (ou Roon, ou Foobar, ou autre) dans un processus dit de convolution, pour corriger effectivement la phase (alignement temporel des enceintes) et/ou l'amplitude.

Il convient de noter que si ce processus peut paraître un peu complexe à mettre en œuvre, l'utilisation effective de la correction choisie est ensuite totalement transparente et on peut complètement l'oublier. La seule contrainte est d'utiliser JRiver ou Roon ou Foobar comme lecteur de sa base musicale dématérialisée.

Mais JRiver ou Roon faisant partie des meilleurs lecteurs disponibles sur le marché, c'est une contrainte dont on peut sûrement s'accommoder.

3 Mesure de la phase et de l'amplitude/fréquence

Ceci est la première étape et sûrement la plus délicate !

En effet, cette opération est absolument primordiale et doit être effectuée avec le plus grand soin. C'est à partir de ces mesures que vont être calculées les corrections et donc toute erreur à ce stade ne peut que conduire à un résultat aléatoire et fort probablement décevant !

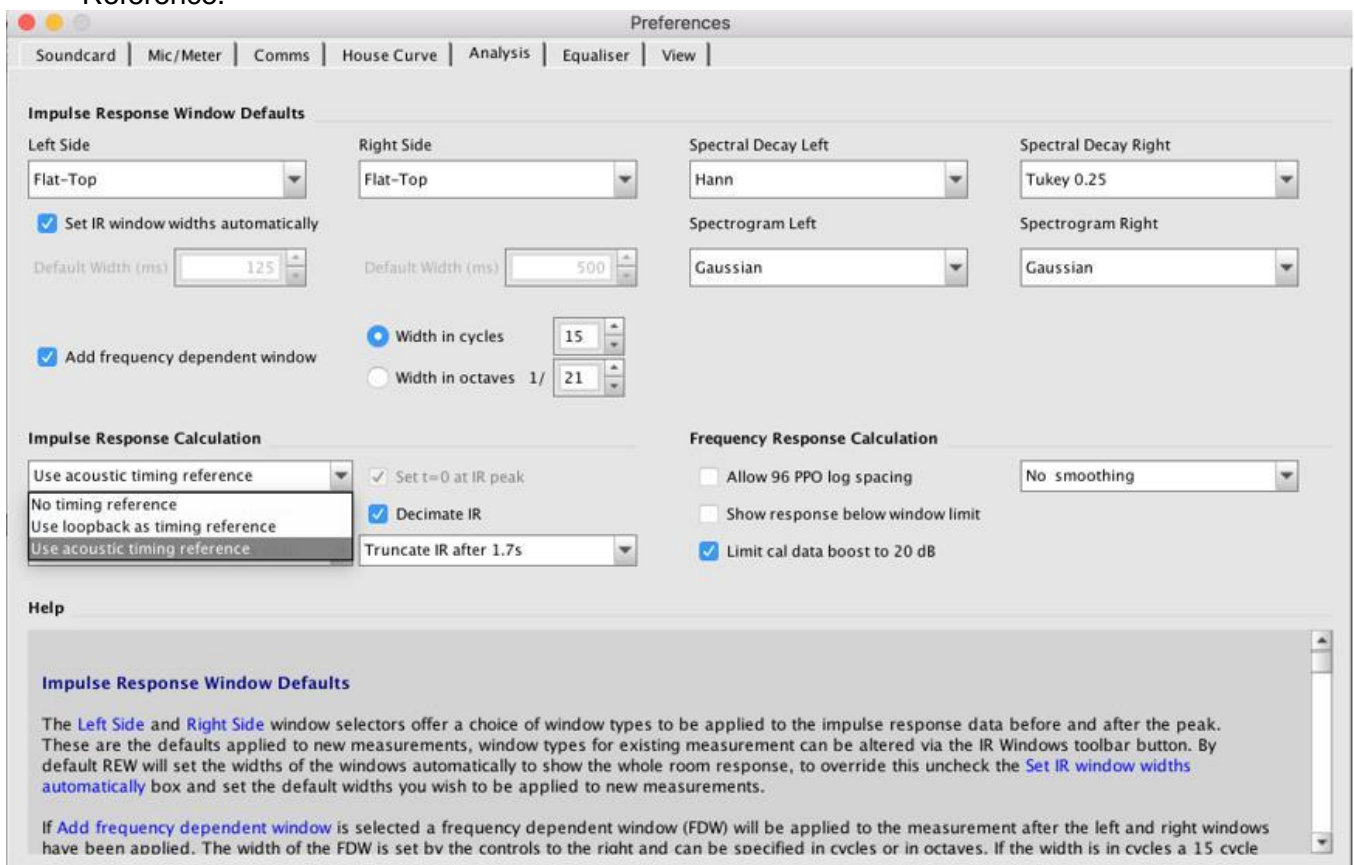
Nous conseillons vivement la lecture attentive du tutoriel REW (référence donnée plus haut), ainsi que la page spécifique à la mesure de la phase qui se trouve ici : [Tuto sur Mesure de la Phase](#).

3.1 Mesure initiale et placement du micro :

Comme nous sommes dans une optique de correction numérique, il est nécessaire de placer le micro absolument à équidistance des 2 enceintes, au sweet spot et à hauteur d'oreille. L'utilisation d'un mètre laser est très pratique, mais n'importe quelle méthode artisanale (avec un fil attaché au micro qu'on promène d'une enceinte à l'autre par exemple, ou un simple mètre à ruban) marchera aussi.

[pda0] préfère placer le micro en position verticale (micro dirigé vers le haut), mais [Bear] utilise une position horizontale orientée vers les enceintes. L'important est d'utiliser le fichier de calibration du micro correspondant dans REW (voir tutoriel).

Il faut absolument disposer d'une référence de temps, et donc ne surtout pas oublier d'activer la fonction adéquate dans le menu de REW Preferences->Analysis->Use Acoustic Time Reference.



En utilisant cette option, REW va émettre un signal de synchronisation que le micro va enregistrer et qui permettra le plus souvent de caler automatiquement la fenêtre de mesure dans le temps. *(Il sera, malgré tout, souvent nécessaire d'effectuer une petite retouche manuelle du temps zéro, mais la référence acoustique fait déjà 95% du travail).*

Une fois tout en place, il faut commencer par procéder à 3 mesures successives :

- l'enceinte gauche seule,
- l'enceinte droite seule,
- et enfin les 2 enceintes ensemble.

(Voir tutoriel REW le cas échéant).

Note : il est important (car cela facilite le calage automatique) que le signal acoustique de référence soit sur la voie gauche pour l'enceinte gauche et sur la voie droite pour l'enceinte droite (ceci est à sélectionner manuellement au moment de la mesure dans le menu adéquat sur la fenêtre de mesure). Pour la mesure des 2 voies ensemble, le signal à droite ou à gauche n'a pas d'importance, et donc on peut prendre n'importe lequel.

3.2 Calage temporel de l'impulsion

Une fois les 3 mesures effectuées, on va s'intéresser successivement à chaque enceinte. La mesure des 2 enceintes ensemble ne servant qu'à identifier le comportement en situation « normale » de la réponse dans le grave (les 2 enceintes pouvant produire des interférences entre elles, et créer des nœuds et ventres qui n'apparaissent pas sur chaque enceinte prise séparément).

L'ensemble des procédures ci-dessous doit donc être réalisé 2 fois (1 fois pour chaque enceinte).

La première étape va consister à caler précisément le temps zéro de l'impulsion pour chaque enceinte.

Le tutoriel REW sur la mesure de la phase explique comment procéder et précise qu'il faut se caler sur le premier pic positif de l'impulsion qui est celui du tweeter.

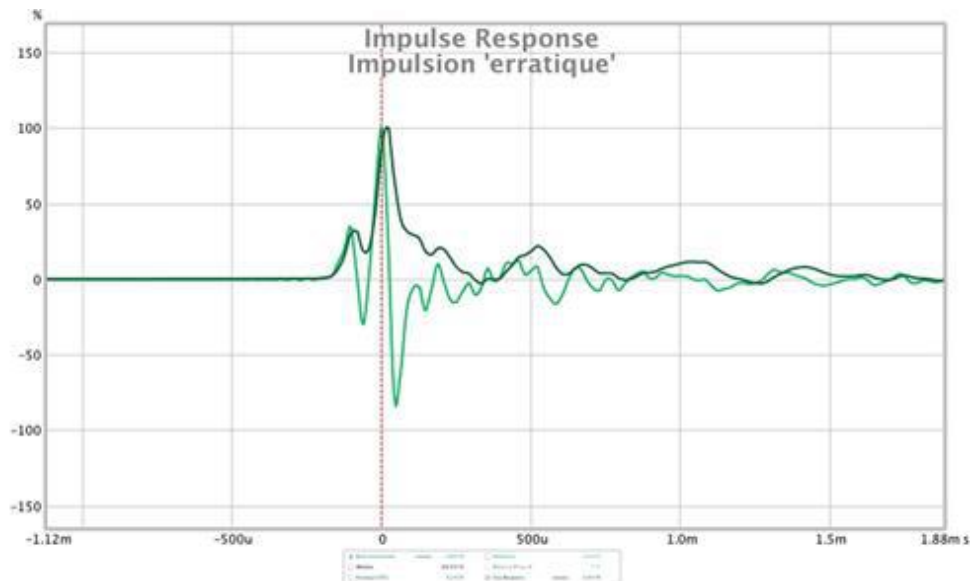
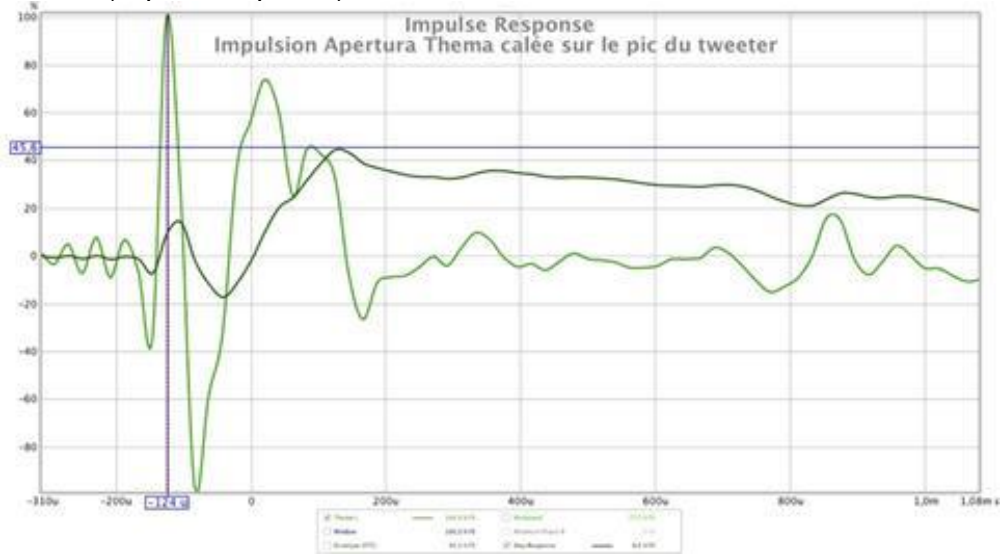
A relire le cas échéant : [Tuto Mesure de la Phase](#)

En cas de doute sur le bon pic à retenir (impulsions un peu complexes), il faut visualiser l'impulsion sous forme de STEP dans REW (en cochant la case adéquate sur l'affichage de l'impulsion) et retenir le pic le plus proche de la première barre verticale (ou qui part vers le haut car elle n'est pas forcément toujours très verticale).

Note : Si le STEP part vers le bas (au lieu de vers le haut comme il le devrait), c'est que la phase est inversée (ça arrive car certaines électroniques l'inversent systématiquement – YBA par exemple), dans ce cas, il est pratique d'inverser l'impulsion à l'affichage afin de s'y retrouver plus facilement (pour cela cliquer sur les paramètres en haut à droite, et cocher la case 'invert impulse').

Voir exemples ci-après.

Apertura Thema (impulse et phase)



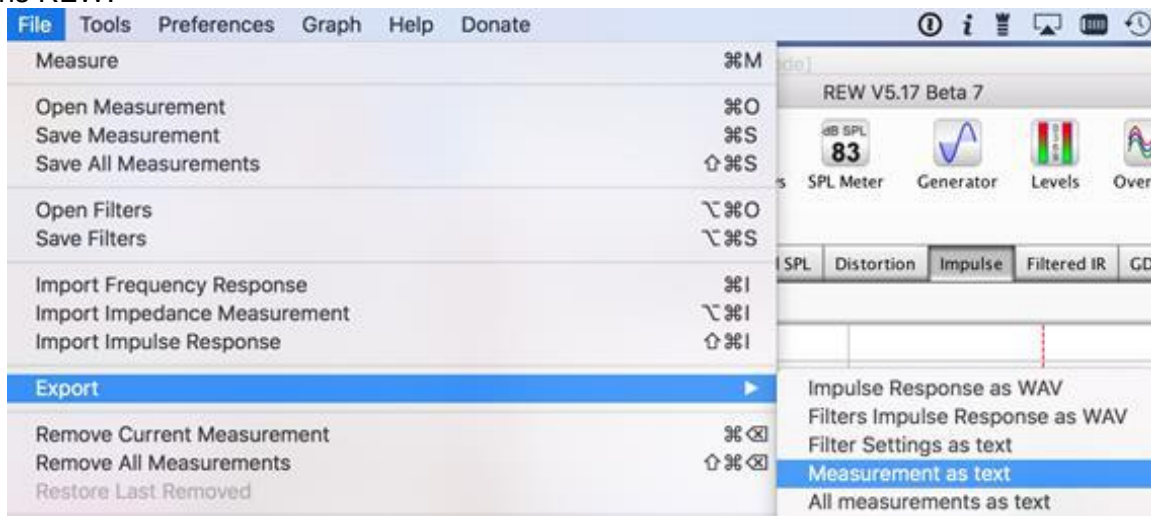
Il faut ensuite éliminer autant que possible les réflexions dues au local. Ceci mériterait un sujet en soi et cela fait l'objet de nombreux débats.

Une fois le calage effectué pour les 2 enceintes (droite et gauche), on va exporter la mesure REW de la phase dans le logiciel RePhase où on va corriger effectivement la phase.

A noter qu'il faudra, dans un deuxième temps, aussi procéder à une exportation de l'amplitude dans RePhase pour corriger l'amplitude.

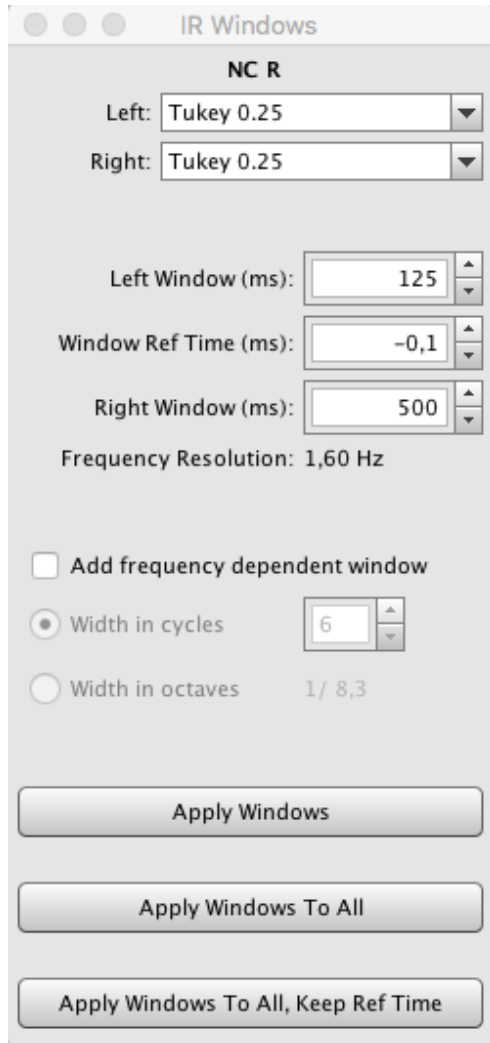
Ces deux opérations sont nécessairement séparées car l'amplitude obtenue avec le fenêtrage permettant d'obtenir la phase, est inutilisable pour définir la correction de l'amplitude (car elle élimine les réflexions dont on a par contre besoin pour l'amplitude).

L'exportation des données s'effectue en sélectionnant : 'File->Export->Measurement as text » dans REW.



On obtient ainsi un fichier texte (lisible avec n'importe quel éditeur de texte) pour chaque enceinte qu'on peut nommer comme on le souhaite.

Exemple : PhaseEnceinteGauche.txt et PhaseEnceinteDroite.txt

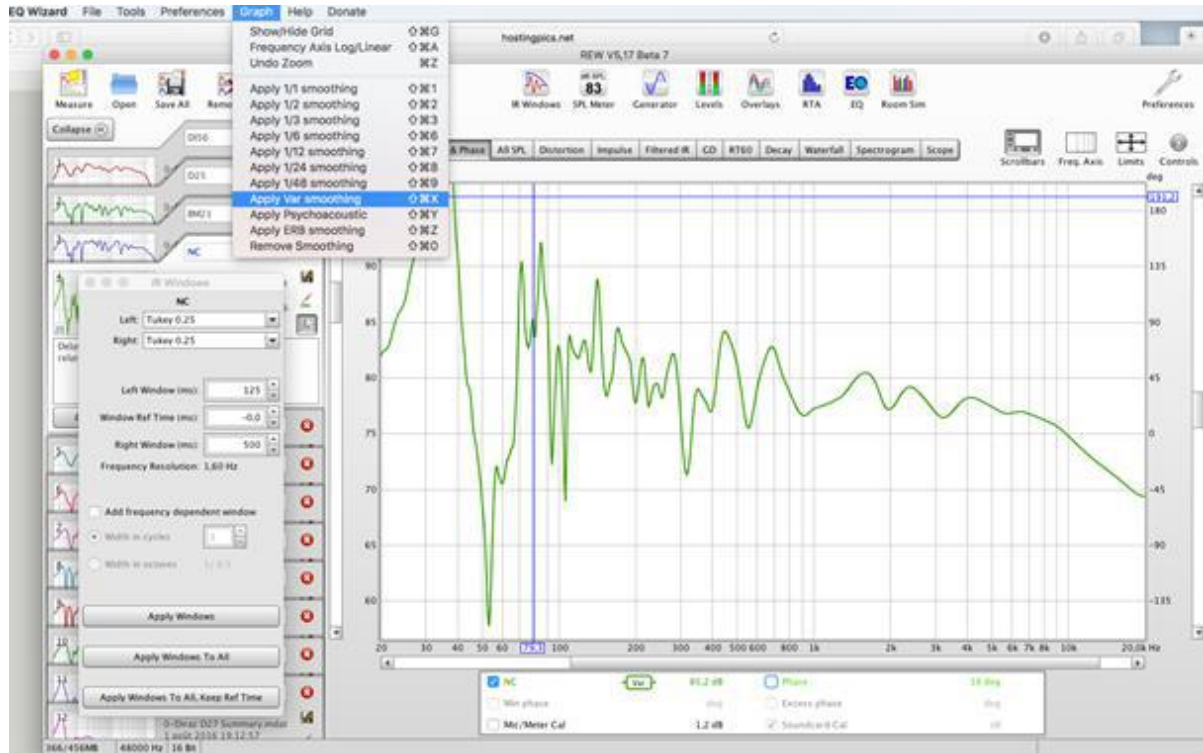


Et tant qu'on y est, et qu'on en aura besoin, autant exporter les mêmes données mais pour l'amplitude cette fois-ci.

Pour exporter l'amplitude, il faut d'abord supprimer le fenêtrage afin de retrouver l'amplitude complète. Il suffit de décocher la case « Add frequency dependent window » et cliquer sur Apply Windows (sur la fenêtre IR Windows).

Ensuite, avant d'exporter les données, on peut choisir un lissage « pertinent » pour effectuer la correction d'amplitude. Chacun peut décider lequel fait sens pour lui.

Le lissage variable (Var Smoothing) que propose REW semble intéressant car il lisse à 1/48 dans le grave et monte progressivement jusqu'à 1/3 dans les aigus avec un point de passage à 1/6 à 1000Hz.



Dans tous les cas, RePhase permet de tester toutes les configurations possibles et donc il est possible d'évaluer les différents résultats à l'écoute et de choisir le meilleur pour soi.

Une fois le lissage choisi appliqué à chacune des enceintes (ou à la réponse 2 enceintes ensemble), il suffit d'exporter la mesure comme pour la phase en nommant les fichiers différemment de ceux de la phase.

Exemple : AmplitudeEnceinteGauche.txt et AmplitudeEnceinteDroite.txt, ou AmplitudeEnceintes.txt

4 Utilisation de RePhase pour la correction de phase et d'amplitude

4.1 Préambule

Une fois l'exportation des mesures REW réalisée, vous pouvez lancer le logiciel RePhase (sous Windows).

NB sur l'export REW : il faut prendre "Measurement as text" afin de n'enregistrer que la mesure courante (celle sélectionnée). Ensuite donner un nom au fichier, puis l'importer dans RePhase.

REW exporte les données telles qu'elles sont affichées, c'est-à-dire en fonction du lissage utilisé et éventuellement du fenêtrage. Pour l'amplitude, il ne faut surtout pas de fenêtrage (et c'est le contraire pour la phase) et on peut utiliser le lissage que l'on veut. Il y a le Var Smoothing qui est intéressant mais d'autres options marchent aussi.

Nous entrons dans la phase de correction proprement dite et l'objectif sera ici de corriger d'abord la phase de chaque voie, (i.e. de chaque enceinte), et ensuite de corriger, (si vous le souhaitez, car ce n'est pas obligatoire), la courbe d'amplitude pour que la réponse globale de votre système soit conforme à vos objectifs.

Les opérations commenceront donc par un premier ajustement de la phase, puis de la réponse en amplitude et se terminera par une vérification que la phase n'a pas bougé pendant la correction d'amplitude.

Pour ce faire, dans RePhase, faites File/Import Measurement... ou, plus simplement, faites glisser la première mesure (par exemple PhaseEnceinteGauche.txt) sur la fenêtre de RePhase.

RePhase va alors afficher cette mesure (nota : il sera sûrement nécessaire d'ajuster les échelles pour que les affichages soient visibles, par exemple en mettant -80db dans la case 'Gain offset' (sur l'onglet Measurement) pour caler la mesure qui a été prise dans REW à 75 ou 80dB, vers le 0db de RePhase, sinon on ne voit rien).

Nota : Les données importées dans RePhase (phase ou amplitude) sont seulement des aides visuelles pour définir les corrections que l'on va vouloir appliquer, mais elles n'entrent pas dans les calculs effectués. On peut donc manipuler les échelles d'affichage et faire les mesures REW au niveau (dB) que l'on veut, cela n'a pas d'impact sur les calculs effectués par RePhase.

Vous devriez obtenir un affichage de ce type :



4.2 Correction de la phase

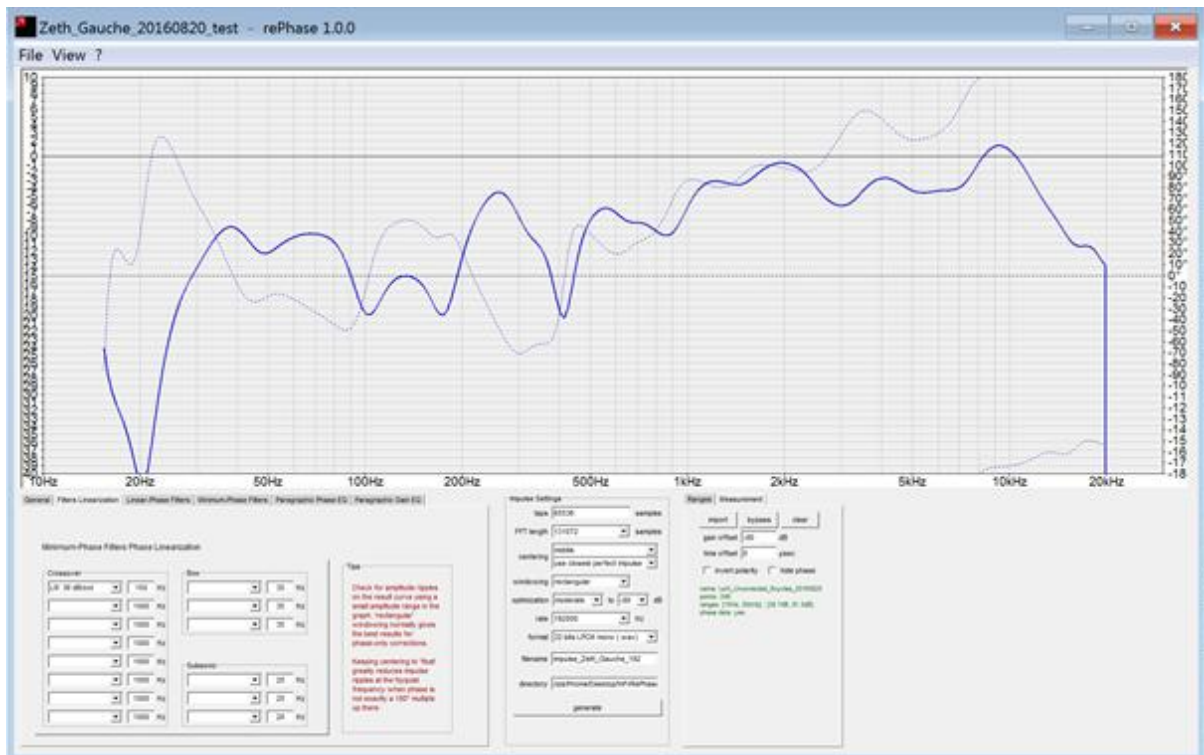
La première opération consiste à corriger la phase.

Il est ici très utile (mais pas indispensable) de connaître les filtres passifs de vos enceintes (fréquences de coupure et pentes) et donc ne pas hésiter à regarder les documentations disponibles !

Si vous connaissez les filtres passifs utilisés par vos enceintes, vous pouvez utiliser ces informations et renseigner les données dans l'onglet 'Filter Linearization'.

Sinon, vous pouvez essayer de deviner en vous appuyant sur l'endroit où la phase varie le plus.

Ici, un filtre de 36db à 150Hz permet de corriger la première rotation dans les graves.



Par exemple : sur les Giya G3 (4 voies + événement bass reflex), les fréquences de coupure sont 220Hz, 880Hz, 3 500Hz à 24dB de pente. Il suffit donc de rentrer ces valeurs pour que la phase soit déjà bien plus linéaire.

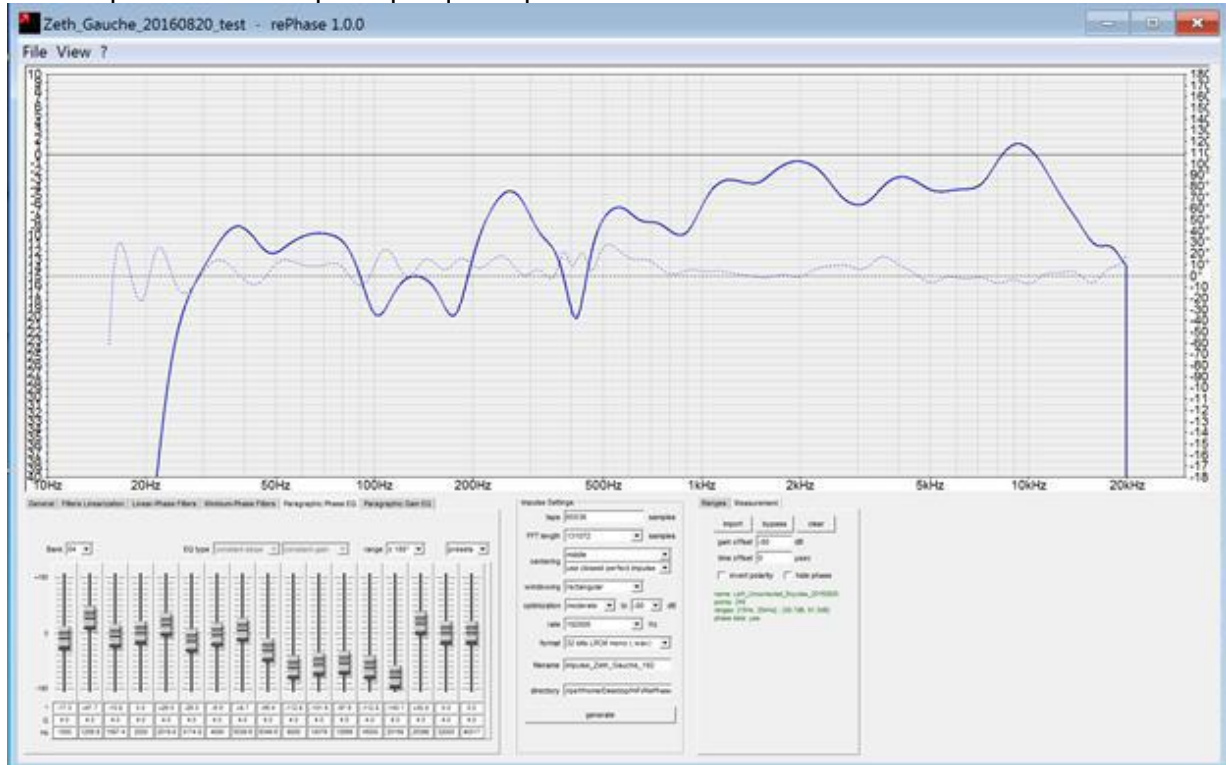
Sur les Thema (2 voies + événement bass reflex), la fréquence de coupure est à 2 800Hz avec une pente inconnue, mais en mettant 24dB de pente, on se rend compte que la phase devient très linéaire et qu'un simple ajustement permet de la rendre plate très facilement.

Ensuite, il faut aller dans l'onglet 'Parametric Range EQ', mettre le range à 180 degrés (pour avoir plus de latitude de correction) et jouer avec les curseurs pour finir d'ajuster la phase (avec un peu de patience et d'habitude c'est assez facile).

Et on peut affiner éventuellement les réglages en ayant recours à des niveaux plus détaillés en rajoutant des 'Bank' et en sélectionnant des 'Preset' au 1/3 d'octave, par exemple (mais la Bank 1 suffit généralement).

Enfin, on peut, à loisir, modifier la fréquence précise à laquelle un curseur intervient, ainsi que la largeur d'intervention en agissant sur les paramètres Q et Hz.

Voici à quoi l'on arrive après quelques opérations.



Il faut procéder ainsi pour chacune des voies. Le niveau d'ajustement de la phase est laissé au libre choix de chacun. Il est tout à fait possible d'atteindre une phase quasiment totalement linéaire de 20 à 20 000Hz. Est-ce souhaitable et est-ce positif à l'écoute ? Ce sera à chacun d'en décider.

EDIT : Depuis l'écriture de la première version de ce tutoriel, il a été mis en évidence qu'un excès de correction de la phase induisait un pre-ringing important qui pouvait être audible et donc gênant.

Pour avoir une idée de ce qu'est le pre-ringing voir le post suivant : [Pre-Ringing](#)

Et sur son audibilité : [Audibilité du Pré-Ringing](#)

La principale recommandation est donc d'essayer d'une part de se rapprocher de la phase minimale, et non pas d'obtenir une phase plate à 0°, et d'autre part, de ne pas corriger excessivement la phase dans le grave, la linéarisation avec les filtres étant généralement suffisante pour obtenir un excellent résultat.

De même, l'objectif étant de corriger l'enceinte elle même (sans l'effet des réflexions), il est préférable d'avoir la même correction sur les 2 enceintes. On pourra donc se servir indépendamment des 2 mesures (droite et gauche) pour trouver la correction unique adéquate.

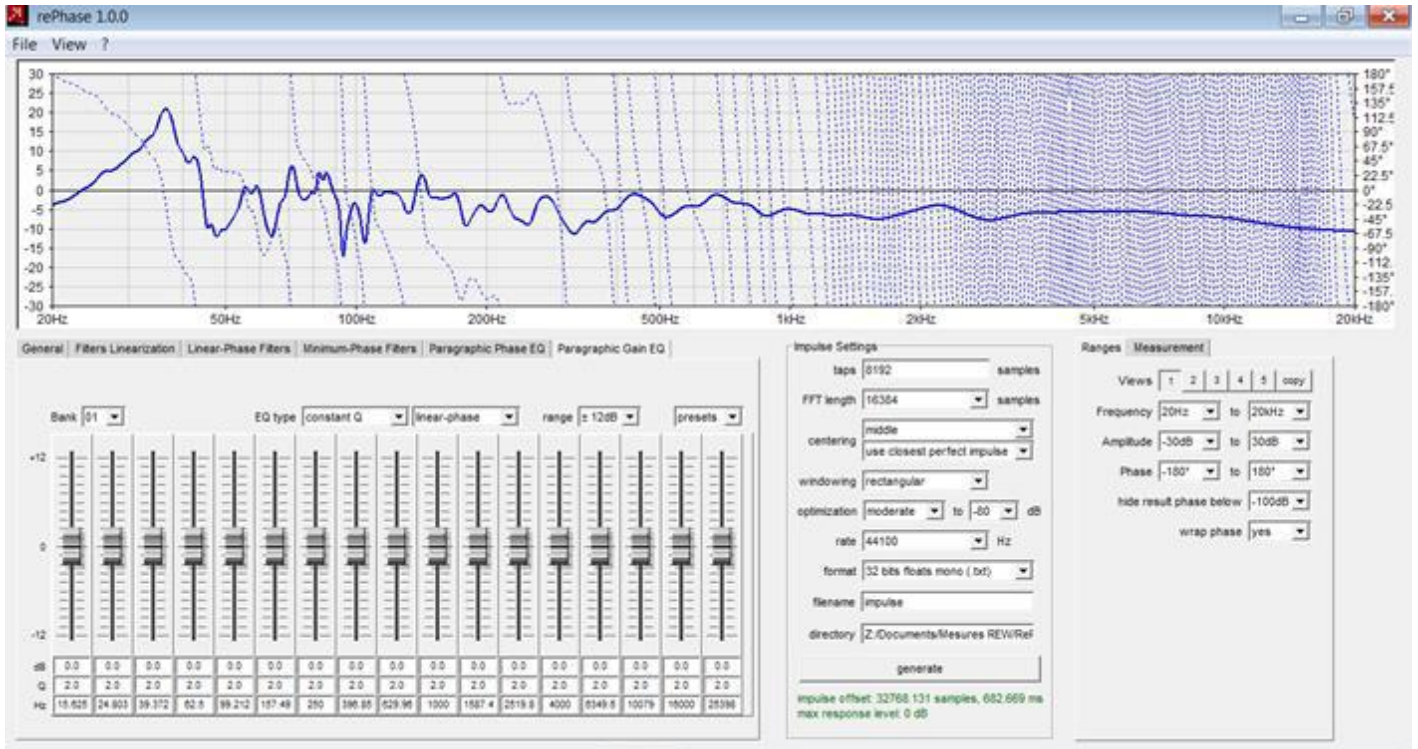
On lira sur ce sujet avec intérêt le tutoriel réalisé par [Bear], dont les interventions sur le forum computer-audiophile, ont incité les auteurs de RePhase et de REW à intégrer des fonctions nouvelles facilitant la communication entre ces 2 logiciels et rendant ainsi les corrections beaucoup plus efficaces !

➤ **Méthode de mesure de [Bear] intégrant les dernières fonctionnalités de REW et RePhase intégrées par leurs concepteurs pour faciliter le travail !**

- Télécharger le document suivant (en anglais) : [Méthode "Bear" à partir de 9 mesures](#)

4.3 Correction de l'amplitude

On fait ensuite glisser sans toucher aux réglages de phase, la mesure de l'amplitude de la voie correspondante sur la fenêtre de RePhase. On voit que la phase devient erratique, mais ce n'est plus le propos, car on va seulement s'intéresser à l'amplitude sans plus toucher aux réglages de la phase. (On peut d'ailleurs en supprimer l'affichage en cochant « hide phase » sur l'onglet Measurement, ce qui peut faciliter la lecture de l'amplitude).



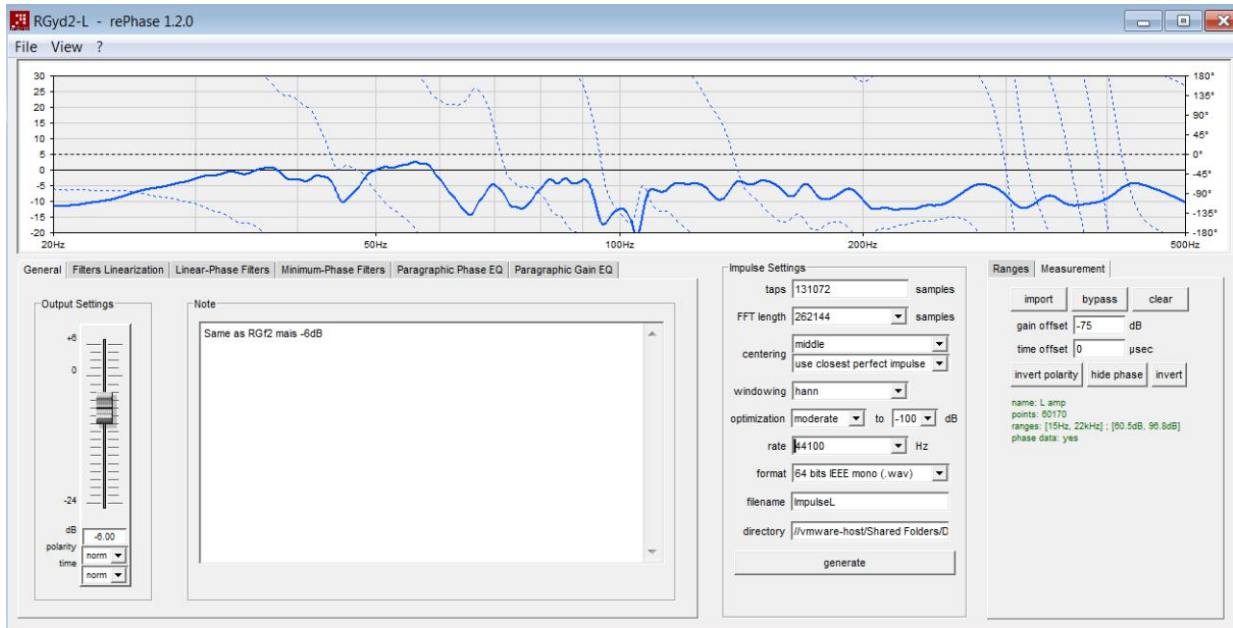
L'objectif est ici d'utiliser les curseurs de l'onglet 'Parametric Gain EQ' pour modifier la courbe selon ses désirs. Voici ce à quoi l'on peut aboutir. Vous noterez que nous avons évité de recourir à une correction positive en amplitude pour ne pas prendre de risque de clipping par la suite. C'est un parti pris. On peut aussi égaliser en augmentant l'amplitude.

Dans ce cas (augmentation de l'amplitude), RePhase indique, lors de la génération de l'impulsion, le niveau de dépassement (max response level : xx dB) en dessous du bouton « generate ». On peut décider de garder ce réglage car c'est ce que pratiquent en standard Dirac, Trinnov ou Acourate, mais il faut dans ce cas diminuer le niveau global afin de ramener le point maximum à 0dB. Si on ne le fait pas, on aura du clipping numérique et ça peut être très audible !

C'est très facile à faire avec RePhase, puisqu'il suffit de demander une atténuation sur l'onglet « General », de la valeur désirée (voir graphe ci-dessous avec une atténuation de -6dB par exemple).

Pour ceux qui auraient des scrupules à baisser le niveau, on pourra noter que Dirac l'abaisse par défaut de 8dB, Acourate de 10dB et Trinnov laisse à l'utilisateur la possibilité de décider le niveau maximum de correction positive, et donc d'abaissement du niveau nécessaire. Avec RePhase, on est exactement dans la même configuration qu'avec Trinnov, on décide de combien de dB on s'autorise à corriger en positif et on compense le niveau global d'autant que nécessaire, donc flexibilité maximum !

Exemple ci-dessous avec atténuation de -6dB :



Tout cela étant dit, dans ce domaine comme dans d'autres, la modération semble de rigueur et on évitera autant que possible de corriger l'impossible (les nœuds (creux) sont souvent liés à la pièce et ne peuvent être compensés, donc autant les laisser tranquilles) et on limitera autant que possible les corrections ailleurs que dans le grave, sauf pour éventuellement atténuer progressivement les aigus avec une courbe cible descendante.

A noter qu'il ne faut pas hésiter à jouer avec les différents paramètres dont le Q qui définit la largeur d'action de la correction (Q élevé = bande d'action étroite et Q faible = bande d'action large – Q peut varier de 0 à autant qu'on veut, mais les valeurs vraiment utiles se situent entre 1 et 25 environ).

De plus, l'égaliseur de RePhase est très souple car on peut choisir la fréquence d'action en entrant directement la valeur désirée (qu'on peut d'abord aussi repérer précisément sur la courbe avec le curseur de la souris) et faire jouer l'amplitude et le Q avec le curseur (ou les touches de déplacement, c'est très pratique ainsi) et observer ce qu'il se passe sur la courbe.

Et comme on peut utiliser plusieurs 'Banks', on a un égaliseur à autant de bandes de fréquences d'action que l'on souhaite, même si en pratique 1 seule Bank suffit largement la plupart du temps.

Dernier point, on peut choisir sur l'onglet « Paragraphic Gain EQ » de garder la phase lineaire (Linear Phase) ou de la laisser varier en fonction des corrections d'amplitude (Minimum Phase).

Personnellement ([pda0]), je préfère rester en mode « minimum phase » après avoir ajusté la phase uniquement en fonction des caractéristiques des enceintes.

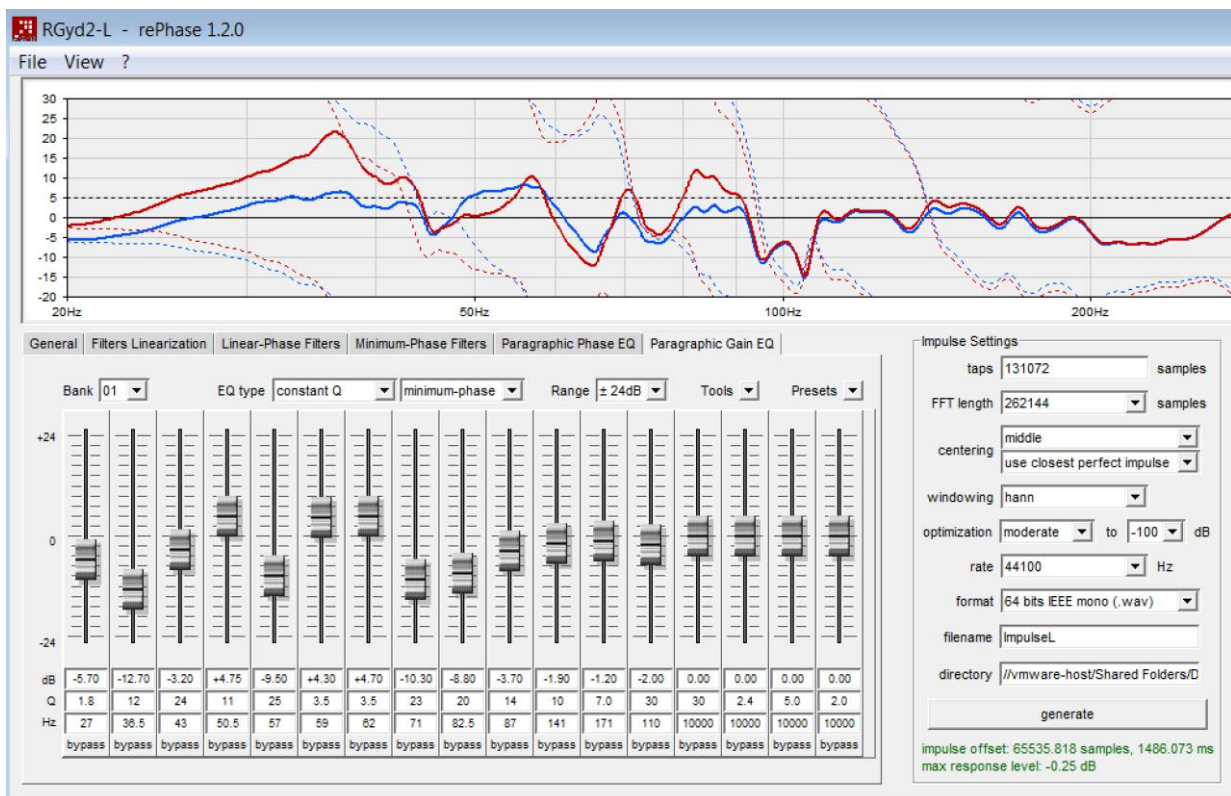
Ceci implique que la phase sera retouchée avec les modifications sur l'amplitude mais on notera que dans les fréquences qui sont « minimum phase » (c'est-à-dire où il n'y a pas d'anomalies générées par les réflexions et les caractéristiques de la pièce), toute modification

de l'amplitude pour la rapprocher de l'idéal théorique, corrigera également la phase dans le bon sens (c'est-à-dire en la rapprochant de l'idéal théorique).

Et inversement, les corrections qui seraient appliquées dans les zones non « minimum phase » (c'est-à-dire où il y a des anomalies liées aux modes de la pièce par exemple), ne sont pas recommandées (surtout à la hausse où elles ne seront pas efficaces) et on ne peut obtenir une phase linéaire dans cette zone de toutes façons (sauf à générer un pre-ringing massif).

Chacun pourra, de toutes façons, décider en fonction de ses priorités et des résultats à l'écoute !

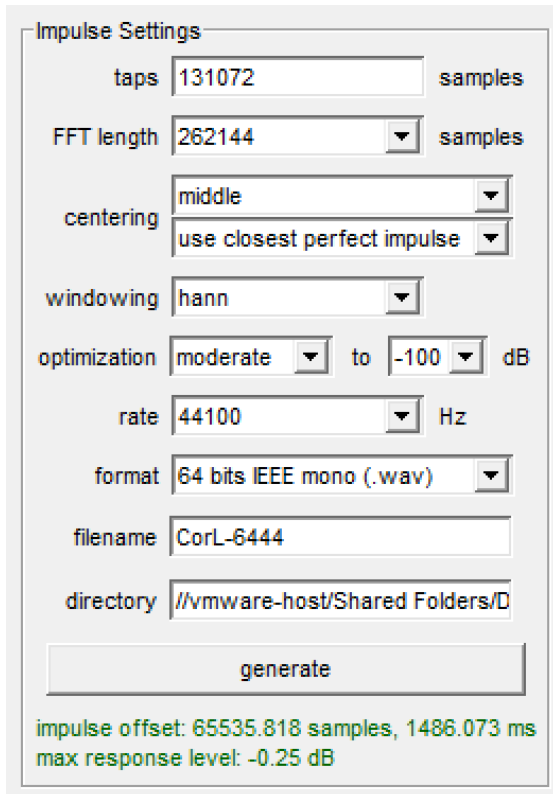
Ci-dessous un exemple de correction d'amplitude : en rouge l'amplitude initiale, en bleu l'amplitude telle que corrigée par RePhase avec les corrections de l'égaliseur. Notez que la correction a été sélectionnée en 'minimum-phase', donc corrections avec impact sur la phase. Les corrections incluent une correction positive de +5.75dB, et avec correction générale de -6dB sur l'onglet « General », on obtient un max response level à -0.25dB, comme indiqué par RePhase.



4.4 Génération des fichiers impulse

Le moment est venu de générer les **impulsions de correction**.

On le fait en choisissant les paramètres adaptés dans la fenêtre de RePhase. Nous recommandons **65536 (ou même 131072) taps** (pour ceux qui n'ont pas de contrainte de puissance de traitement – c'est-à-dire tous ceux qui vont utiliser un PC ou un Mac mini ou Macbook) et **64bits IEEE mono (« .wav »)** comme format d'impulsion.



Il convient de générer une impulsion pour chaque fréquence d'échantillonnage que l'on utilise, et ce pour chacune des voies.

A noter que RePhase vous donne, en fin de génération, l'indication du niveau maximum de correction utilisé. Si le niveau indiqué est inférieur à 0db, vous pourrez vous passer de la protection anti-clipping dans JRiver.

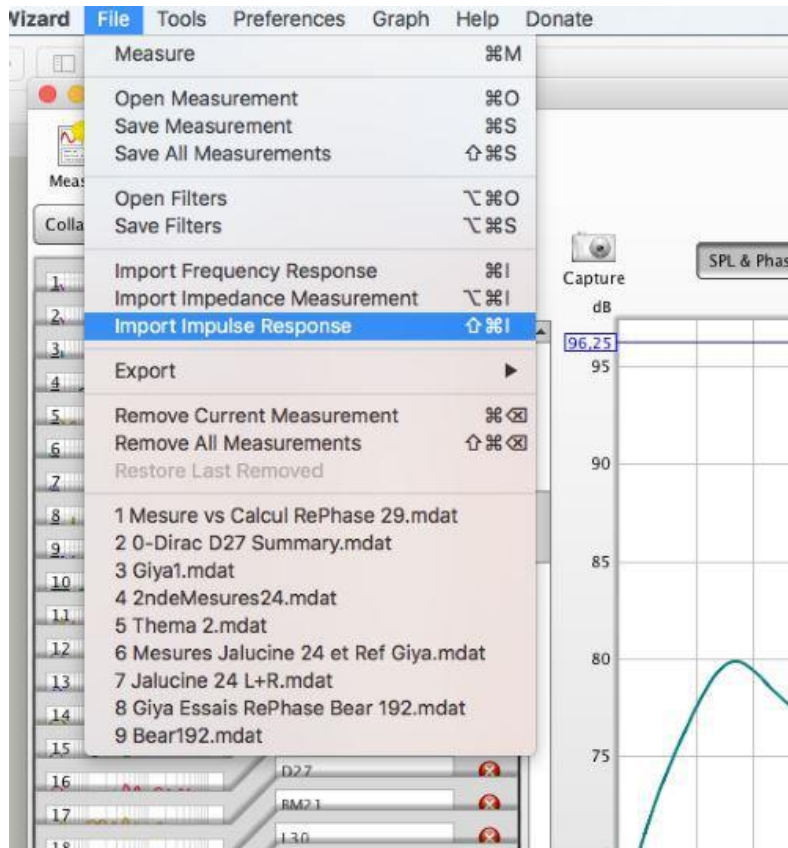
Pour les tests initiaux, il peut être plus efficace/rapide de se limiter à générer les impulsions en « 32 bits LPCM mono » et 48kHz, car c'est la seule impulsion qui permet de réaliser les simulations et donc de valider les options choisies avec REW .

Et une fois que le résultat est satisfaisant à la simulation, il restera à générer les impulsions de correction pour toutes les configurations utilisées (en pratique 44.1/48/88.2 et 96 devraient suffire dans la grande majorité des cas, mais il est possible de générer 176/192 et plus si besoin était...). Pour ces impulsions qui serviront réellement dans le lecteur, on les générera en « 64bits IEEE mono » afin d'avoir la meilleure qualité disponible pour les calculs de convolution dans le lecteur.

5 Simulations des résultats avec REW

Pour avoir effectué quelques dizaines de simulations et mesures post simulations, nous pouvons confirmer que la simulation avec REW produit un résultat absolument remarquable et quasiment identique (même avec un lissage au 1/48 d'octave) à celui que l'on obtient avec la mesure effective du résultat via la convolution de JRiver ou autre lecteur.

Il est donc tout à fait raisonnable de procéder aux simulations jusqu'à ce que l'on obtienne un résultat jugé satisfaisant et de n'écouter (et éventuellement mesurer) que les versions retenues, mais là aussi, chacun pourra faire comme il l'entend.



Pour effectuer une simulation, il faut tout d'abord importer l'impulsion générée par RePhase dans REW, en utilisant le menu File/Import Impulse Response.

L'impulsion est un fichier « .wav », et est importée telle quelle dans REW (attention : elle doit être au format « 32bits LPCM mono » et à 48kHz (si les mesures ont été faites à 48kHz, qui est le réglage recommandé) pour pouvoir être lue par REW).

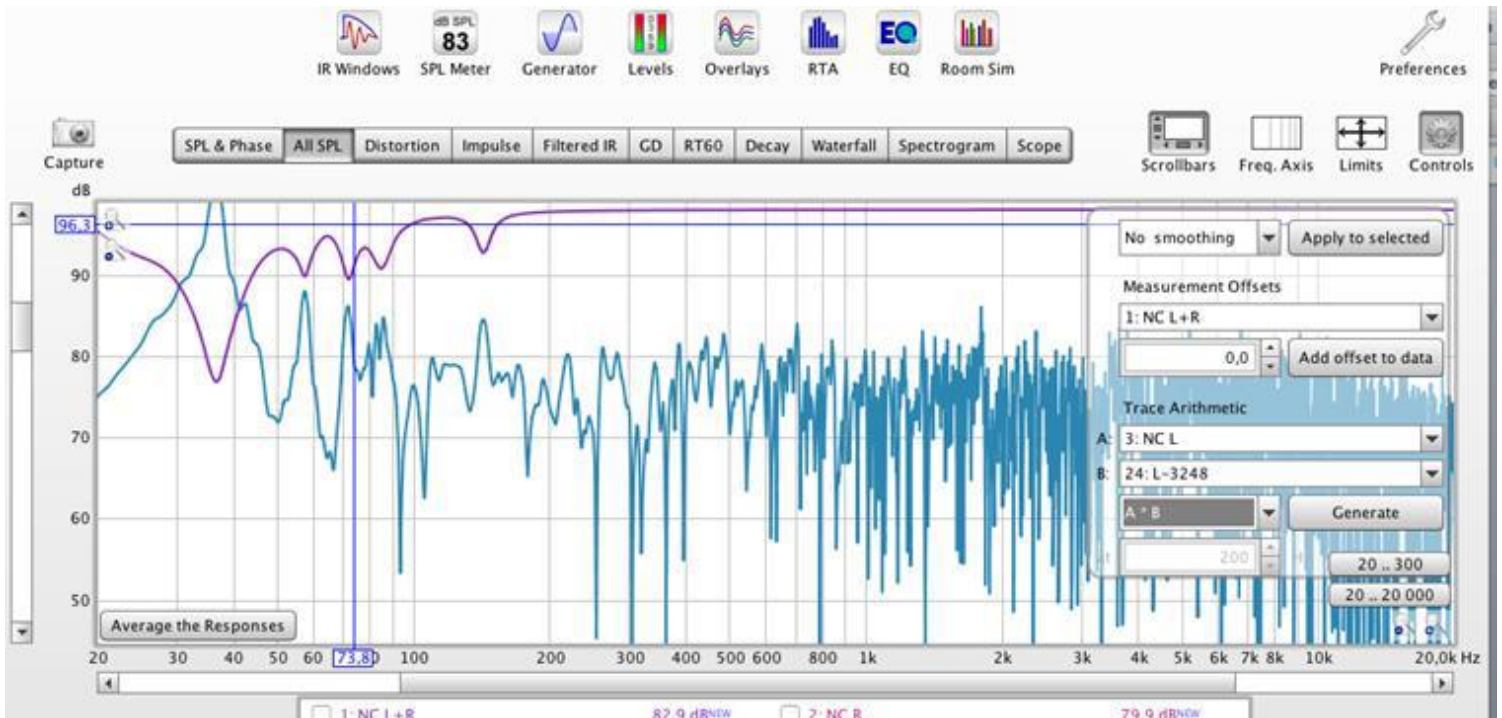
Ensuite, on va « multiplier » cette impulsion avec celle de la mesure de la voie considérée (impulsion gauche avec mesure de l'enceinte gauche, par exemple).

Attention : aucune vérification qu'on multiplie bien des choses compatibles n'est effectuée. Donc si on se trompe de fichier, on obtient des résultats amusants parfois et incohérents toujours.

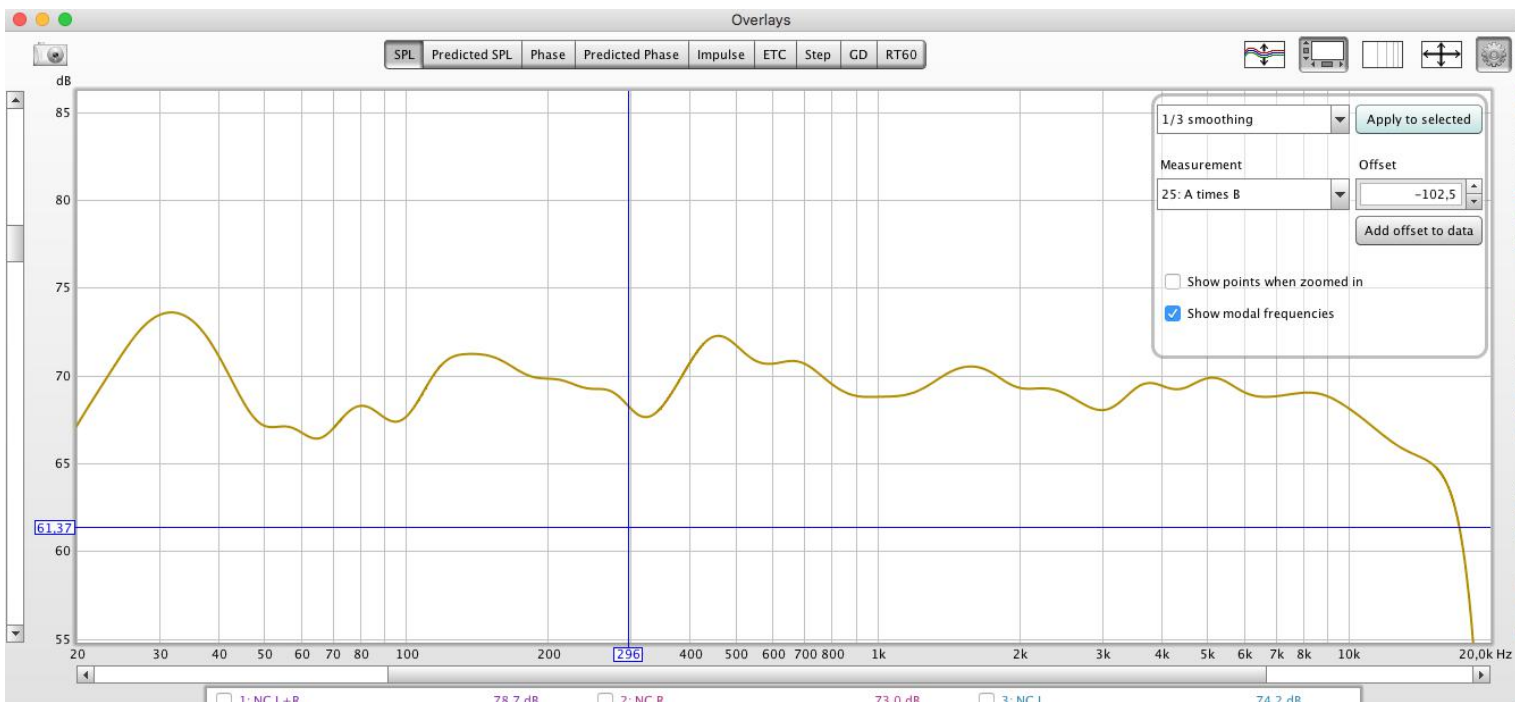
Pour effectuer cette multiplication, il suffit de se placer sur la fenêtre de la mesure de la voie considérée (disons la gauche ici), puis de cliquer sur le bouton 'All SPL' dans la fenêtre d'affichage de REW.

Ensuite on sélectionne les 2 courbes que l'on veut multiplier (ici la mesure de la voie gauche et l'impulsion RePhase de la voie gauche que l'on vient d'importer).

Nota : la mesure de la voie gauche doit être sans fenêtrage, sinon l'opération sera incorrecte. Donc bien s'assurer que le fenêtrage est bien enlevé (case décochée sur la fenêtre IR). On choisit l'opération A*B, et on appuie sur le bouton générer.



Une nouvelle mesure apparaît alors, et on peut aller l'observer.



Pour une raison inconnue (peut-être un bug de REW...), la courbe simulée se retrouve à un niveau beaucoup plus élevé que les mesures initiales (de 100 à 150dB parfois). Il va donc d'abord falloir ramener son niveau au même niveau que l'amplitude de la mesure de la voie gauche sans correction, afin de pouvoir les comparer.

Le plus simple pour cela est d'aller sur la fenêtre Overlays, et de faire afficher uniquement la mesure de la voie gauche, et la mesure calculée A*B, avec un lissage au 1/3 d'octave.

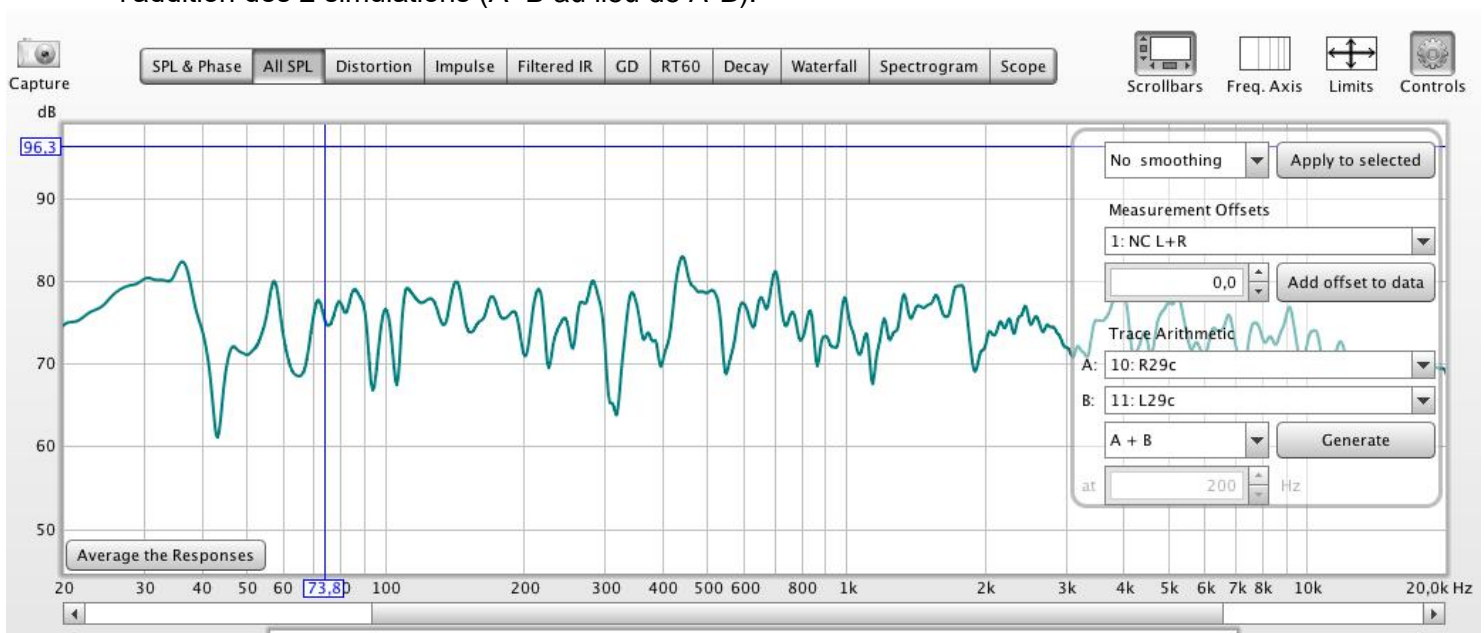
On voit que la mesure A*B est ici 102dB au-dessus de la mesure de la voie gauche et il faut donc la ramener au même niveau pour faciliter les comparaisons.

Il faut la sélectionner dans le menu « réglages » de la fenêtre overlay, puis lui mettre un offset de -100db, puis ajuster manuellement jusqu'à ce que les 2 mesures soient à un niveau comparable (disons alignées à 1000Hz par exemple). Ensuite, cliquer sur 'add offset to data', pour terminer le calcul de simulation.

Il est pratique de renommer A*B en 'Voie Gauche Corrigée' par exemple. De fait, un bon codage de numérotation est conseillé car il est peu probable d'avoir un résultat parfait au premier coup et sans numérotation et un minimum d'organisation on est vite perdu...

Pour la correction de Giya, [pda0] a réalisé plus de 30 itérations avant d'avoir un résultat proche de celui de Trinnov ou Dirac (mais bon, beaucoup de temps perdu en tâtonnements et apprentissage du logiciel). Avec un peu de méthode, on peut arriver à un très bon résultat en 3 ou 4 itérations.

Une fois cette opération réalisée pour les 2 voies (droite et gauche), on peut simuler le comportement de la réponse avec les 2 voies en fonctionnement, en faisant simplement l'addition des 2 simulations (A+B au lieu de A*B).



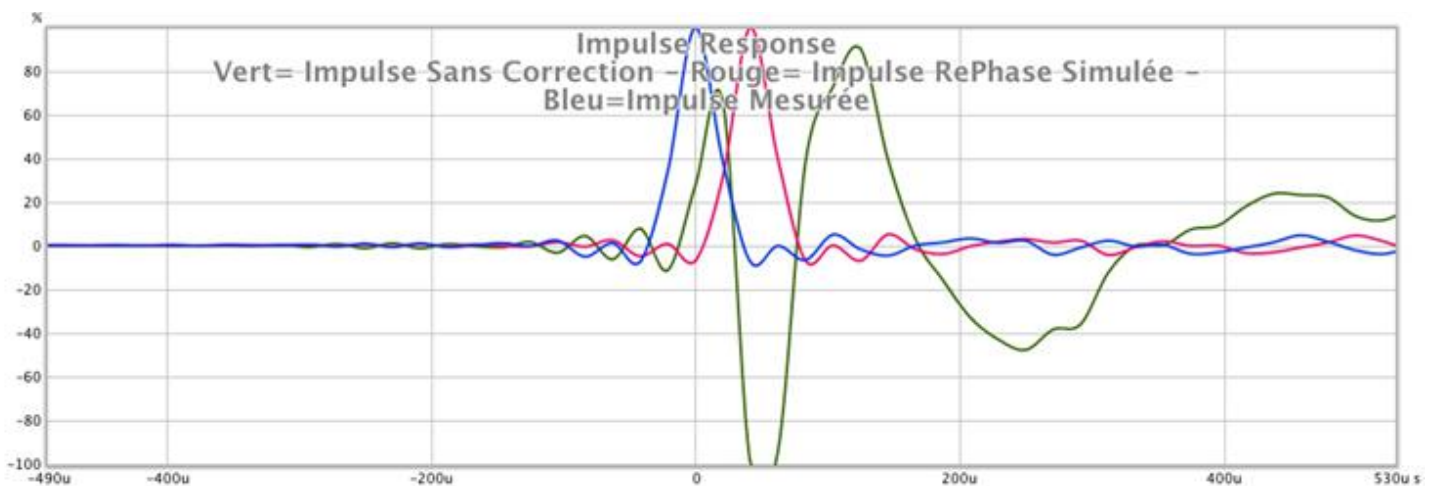
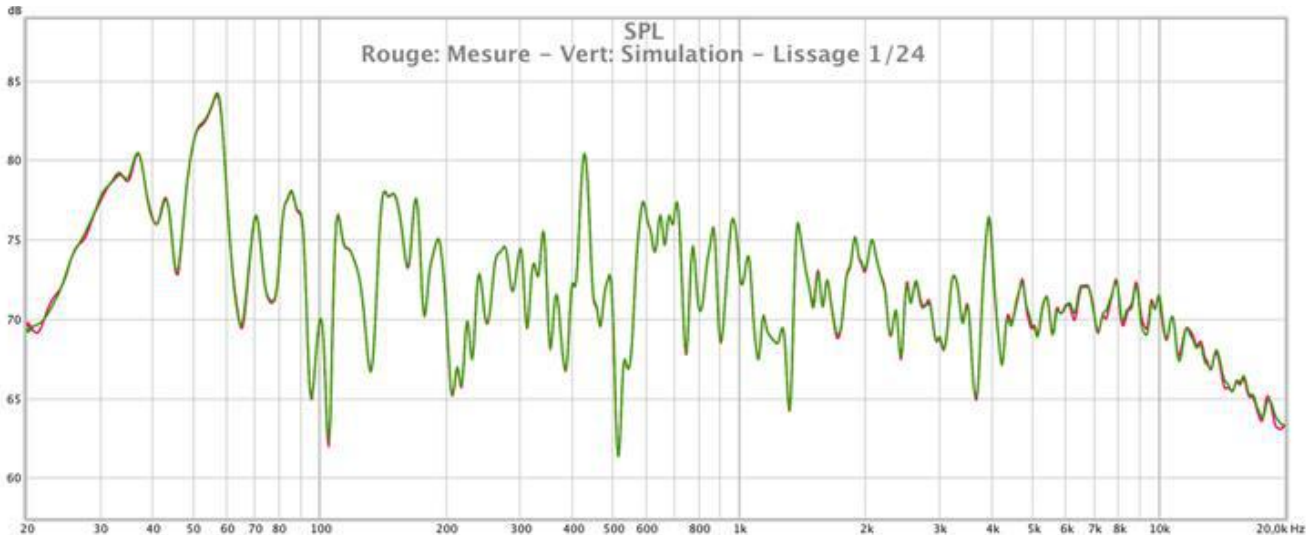
Cette opération est très intéressante et instructive car on peut voir en vraie grandeur l'effet de la phase sur l'amplitude.

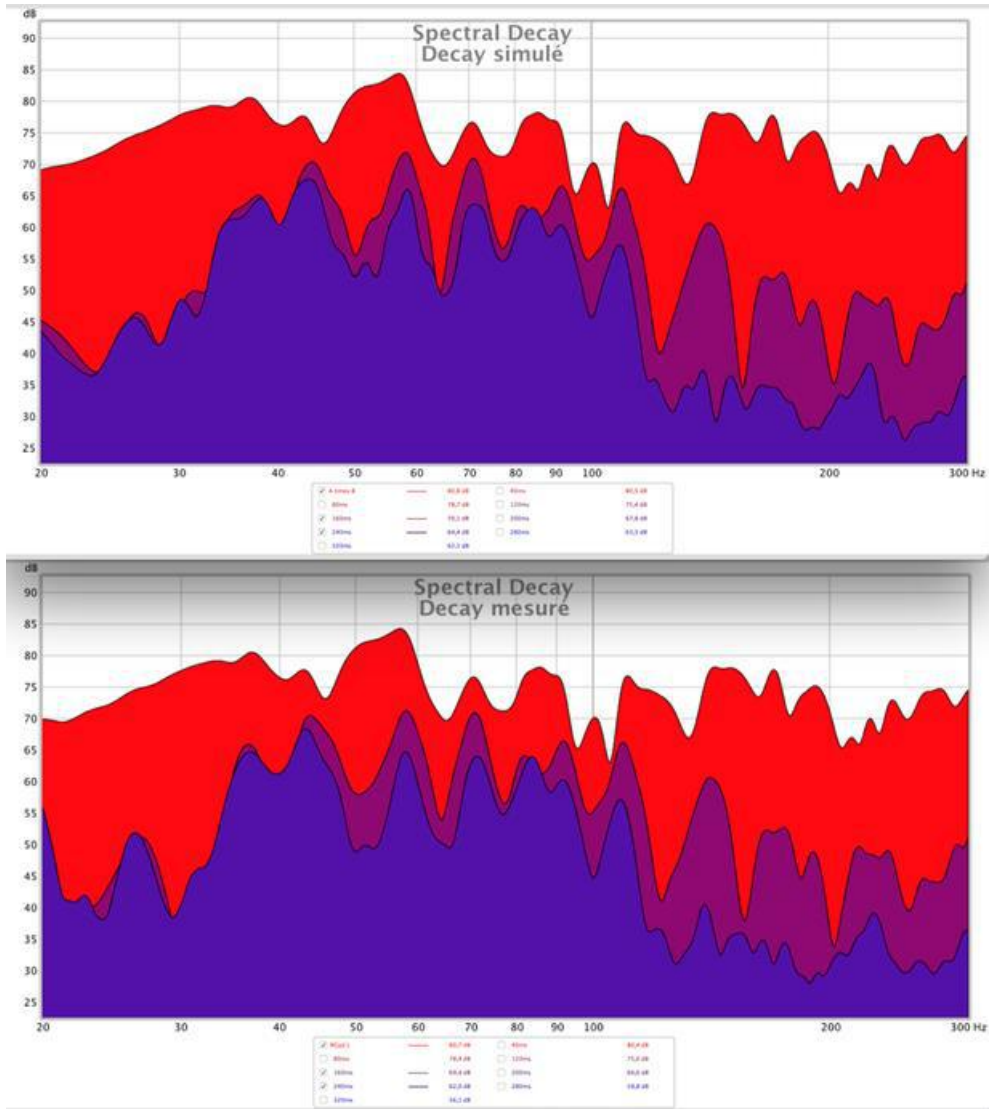
L'addition des 2 voies n'est pas une simple addition car si à une fréquence donnée les 2 enceintes sont en opposition de phase, ce sera une soustraction !

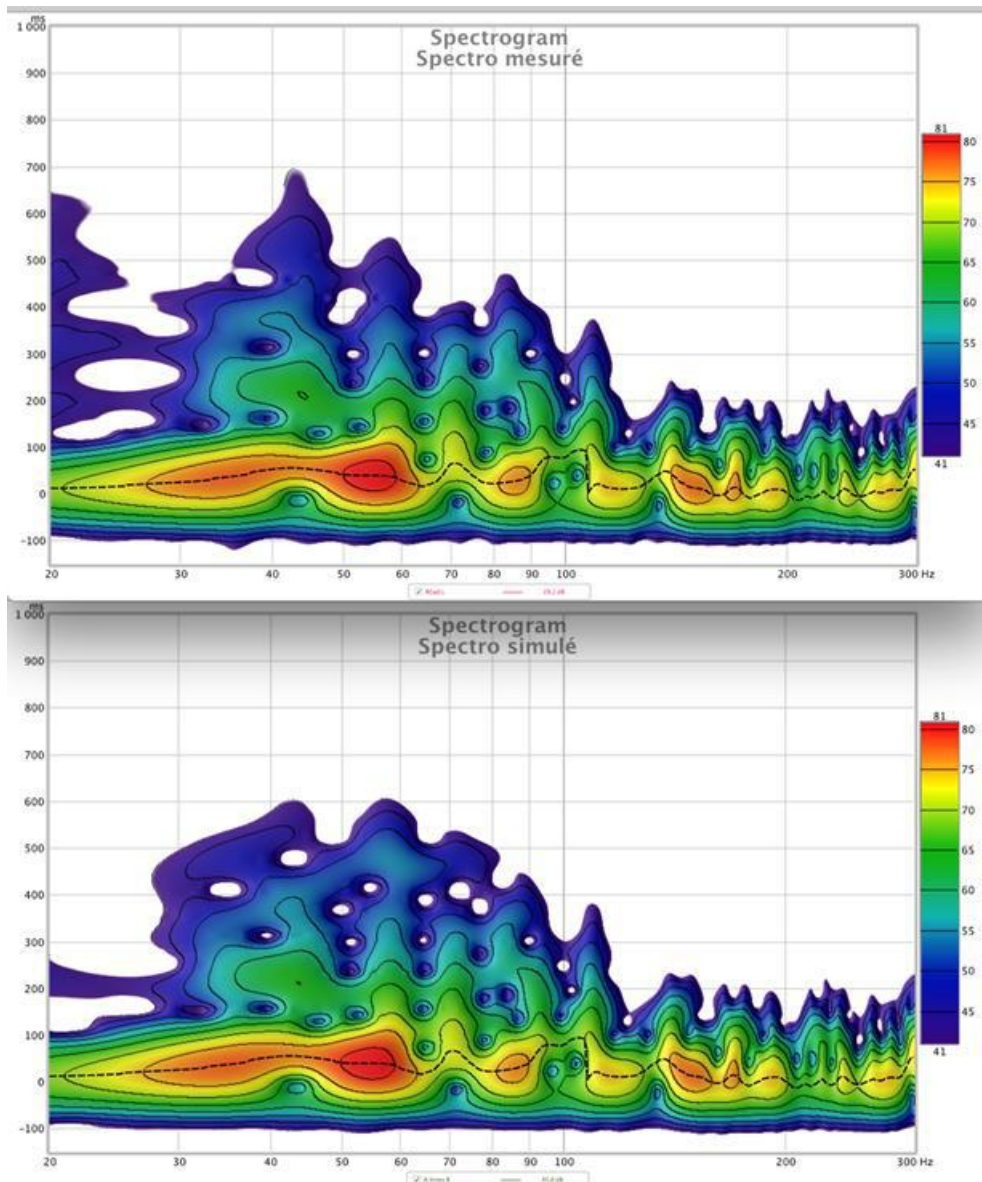
On peut donc observer facilement avec RePhase qu'une même amplitude sur la voie gauche par exemple mais avec une phase inversée à certaines fréquences (facile à simuler avec RePhase) produit un résultat totalement différent lorsqu'on fait l'addition avec la voie de droite. Et le plus « impressionnant » c'est que la mesure confirme parfaitement ce comportement !

On pourra aussi noter que si la simulation est exacte pour l'amplitude (et ce, quel que soit le lissage), ainsi que pour l'impulsion et la phase; elle est un peu optimiste pour le decay, le waterfall, et surtout le spectrogramme. Mais c'est déjà pas mal, et très utile pour affiner les réglages sans avoir à remesurer des tas de versions intermédiaires !

Exemples de comparaison Simulation vs Mesure (Amplitude, Impulsion, Decay, Spectro) :







Les simulations sont extrêmement efficaces et précises, et on peut parfaitement s'appuyer sur elles pour mettre au point les réglages que l'on souhaite obtenir avant de les écouter, et de les mesurer éventuellement.

Au final, on se rend compte que RePhase permet de jouer avec tous les paramètres, et les possibilités de réglage sont immenses et d'une souplesse inégalée !

Pour avoir pas mal bidouillé avec Trinnov et Dirac, RePhase est, de loin, beaucoup plus souple, mais c'est sans filet, donc toutes les âneries sont aussi permises ... mais c'est aussi comme cela qu'on apprend ! Et c'est toujours bien en forgeant qu'on devient forgeron !

6 Configuration de JRiver

Ici n'est pas le lieu de présenter JRiver en détail, et les liens donnés plus haut, ainsi que l'immense littérature disponible sur internet pour ce logiciel devraient suffire pour comprendre l'intérêt de ce logiciel.

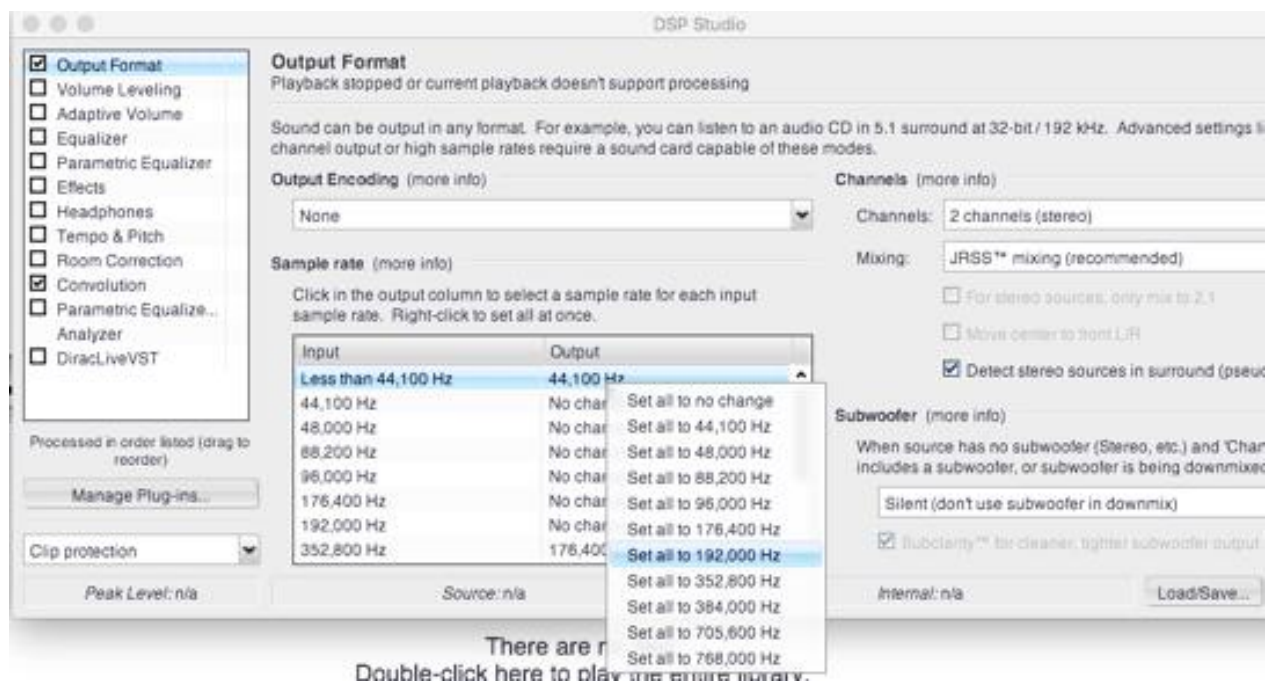
Nous l'utilisons comme lecteur de fichiers dématérialisés, et il suffit d'activer la fonction de convolution pour pouvoir s'en servir avec RePhase.

Tous ceux qui utilisent déjà JRiver sont donc déjà équipés pour mettre en œuvre RePhase sans rien changer de leurs habitudes.

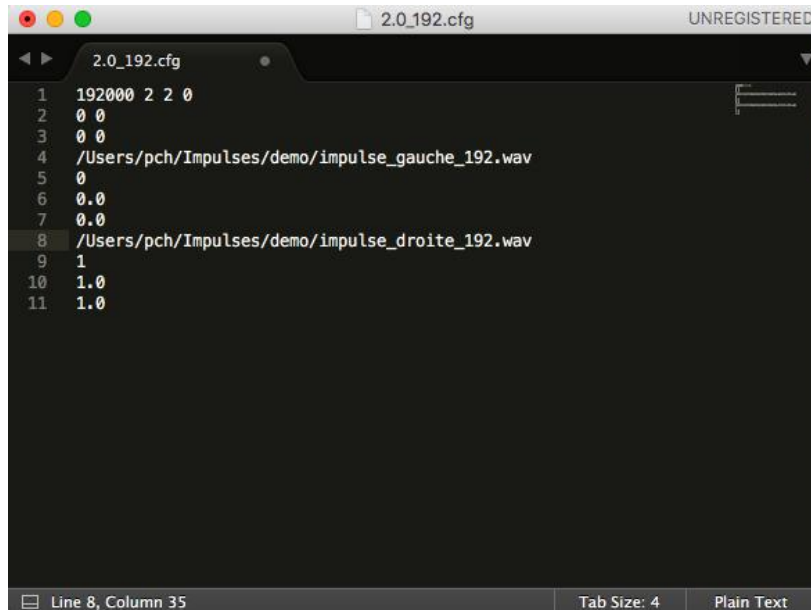
Pour utiliser RePhase, il suffit de suivre la procédure ci-dessous qui va consister à indiquer à JRiver où se trouvent les impulsions qui ont été générées précédemment, et comment on souhaite qu'il les utilise.

Pour appliquer les corrections dans JRiver, il existe deux stratégies possibles :

- soit vous ré-échantillonnez dynamiquement tous vos fichiers avec JRiver, par exemple en 24b/192kHz si votre DAC le supporte, en utilisant la fonction disponible pour ce faire:



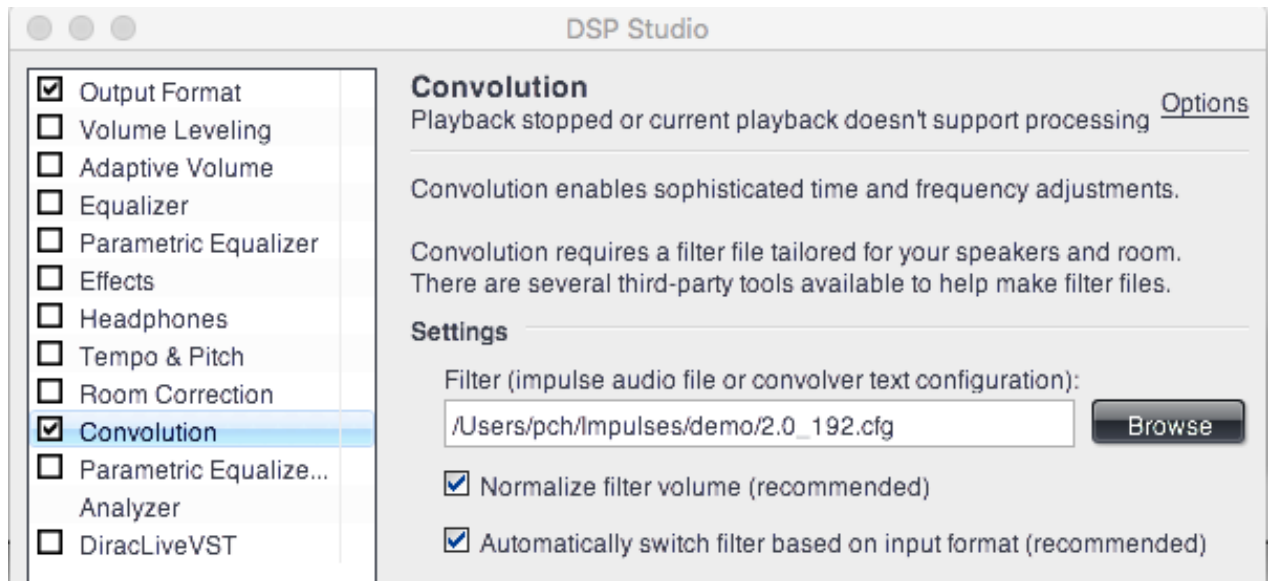
- Dans ce cas, vous devrez simplement assembler les impulsions pour chaque canal (donc gauche et droite pour un système stéréo) et les assembler dans un fichier de configuration qui devra s'appeler '2.0_192.cfg' dont voici un exemple :



```

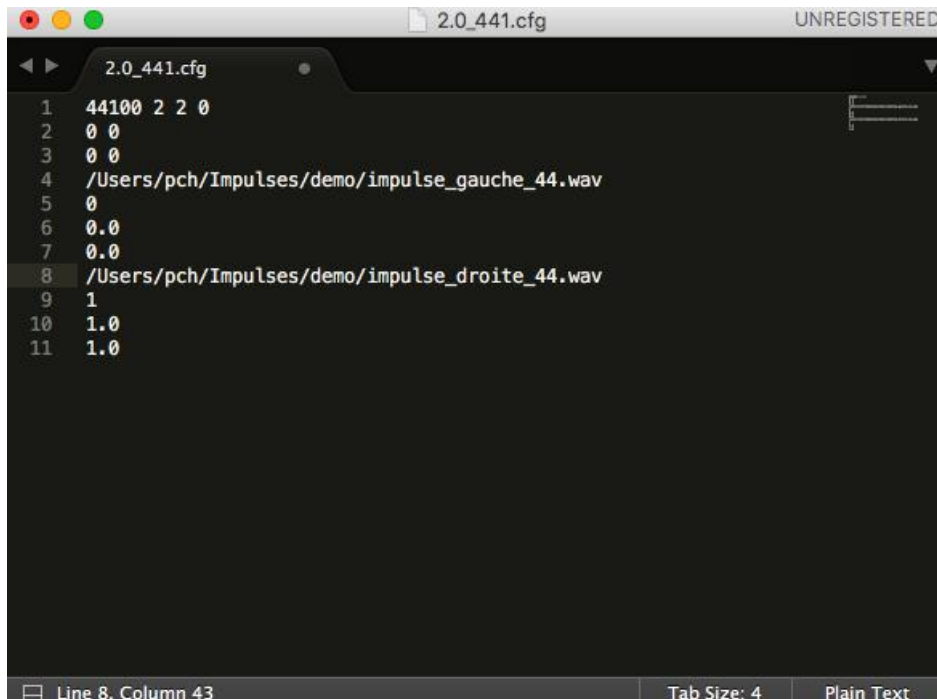
1 192000 2 2 0
2 0 0
3 0 0
4 /Users/pch/Impulses/demo/impulse_gauche_192.wav
5 0
6 0.0
7 0.0
8 /Users/pch/Impulses/demo/impulse_droite_192.wav
9 1
10 1.0
11 1.0
    
```

- Il vous restera dans ce cas à sélectionner le fichier de configuration dans l'onglet 'convolution' de JRiver.



- soit vous ne voulez pas ré-échantillonner vos fichiers et souhaitez leur garder leur fréquence d'échantillonnage initiale. Il vous faudra alors générer une impulsion dans RePhase pour chaque canal (gauche-droite) et chaque fréquence d'échantillonnage.

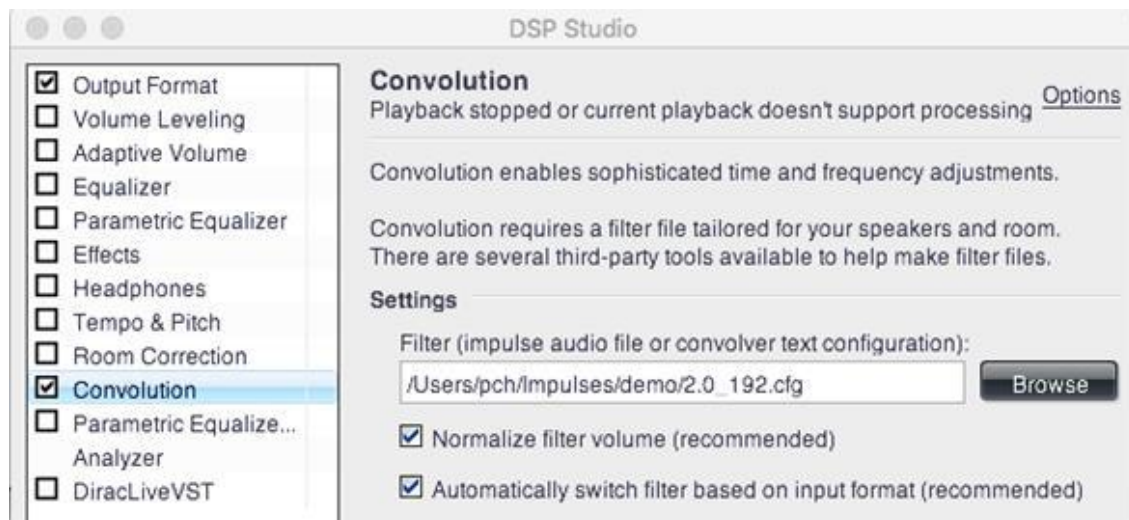
- Pour chaque fréquence, vous devrez écrire un fichier de configuration sur le modèle ci-dessus, en changeant simplement la fréquence et le nom des impulsions. Voici par exemple un fichier pour le 44.1kHz :



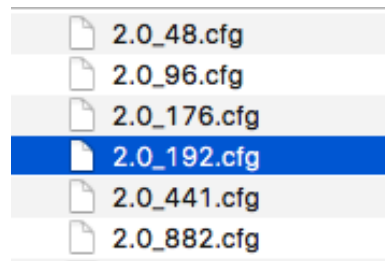
```

2.0_441.cfg
1 44100 2 2 0
2 0 0
3 0 0
4 /Users/pch/Impulses/demo/impulse_gauche_44.wav
5 0
6 0.0
7 0.0
8 /Users/pch/Impulses/demo/impulse_droite_44.wav
9 1
10 1.0
11 1.0
    
```

- Il vous suffira de pointer dans l'onglet de convolution de JRiver vers l'un de ces fichiers de configuration pour que, les règles de nommage des fichiers étant standardisées, JRiver associe le bon fichier de configuration à chaque fréquence d'échantillonnage et sélectionne les bonnes impulsions:



- Voici à quoi ressemblent les noms de fichiers en question :



Pour faciliter le travail de ceux qui seront arrivés à ce stade, nous joignons sur Dropbox (lien ci-attaché) un kit de fichier de configuration pour Windows et pour Mac, afin de simplifier la création de ces fichiers.

Il vous suffira de changer les paramètres dans ces fichiers (chemin d'accès et noms de fichiers d'impulsion) selon votre configuration pour les utiliser, et d'indiquer à JRiver où se trouvent ces fichiers de configuration.

[Fichiers Windows](#)

[Fichiers Mac](#)

JRiver présente également l'avantage de pouvoir gérer la convolution et envoyer le fichier corrigé via DLNA sur un lecteur réseau. Ceci permet d'isoler le lecteur du serveur, et d'utiliser un lecteur minimal et optimisé proche du DAC et de laisser le « gros » serveur à distance du système hifi afin d'éviter les pollutions électromagnétiques éventuelles...

La procédure pour activer cette fonction, qui est une fonction native, de JRiver est décrite sur le post de [Bear] ci-dessous :

[Configuration DLNA](#)

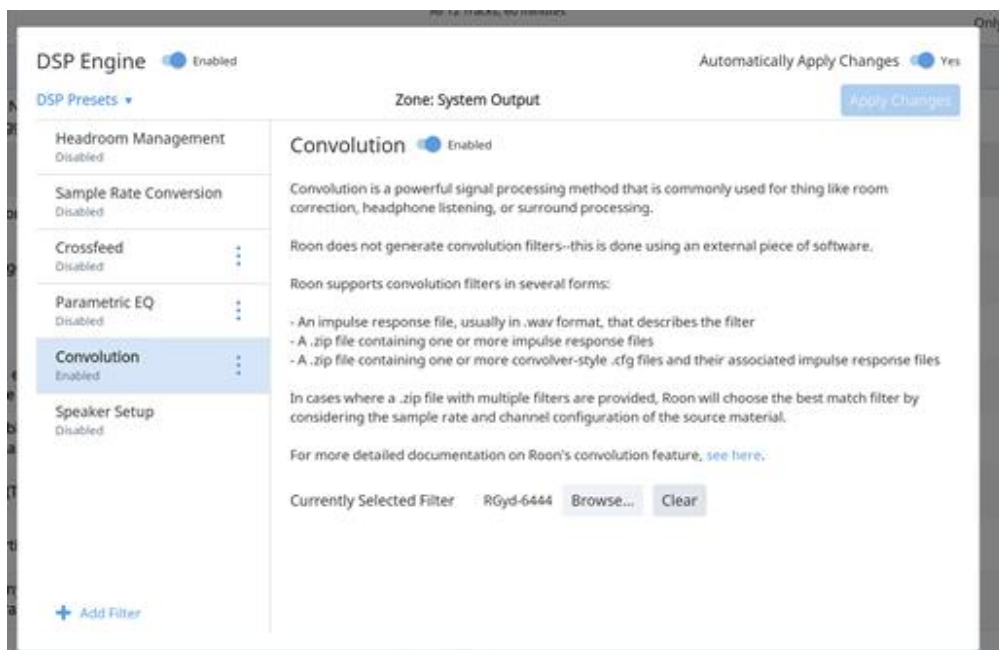
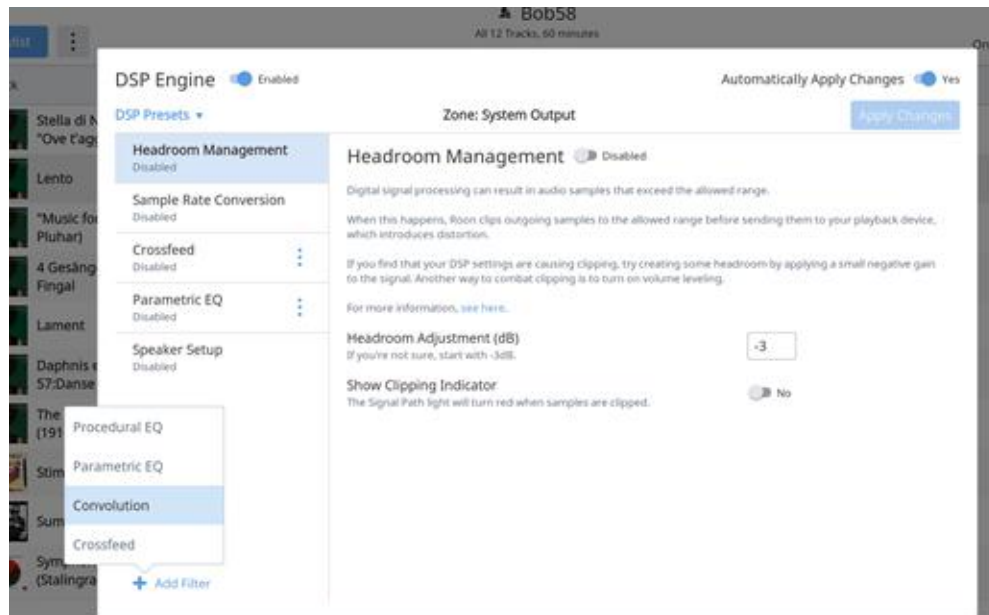
A noter que cette procédure est totalement indépendante de la correction numérique, mais elle marche également avec la correction activée, ce qui est un plus certain pour ceux qui utilisent un lecteur DLNA avec un serveur séparé.

Pour les adeptes de Roon, la procédure de mise en œuvre de la correction numérique est très similaire sur le principe, et très facile à utiliser.

Ci-dessous 2 écrans qui montrent le principe de mise en œuvre avec Roon. La documentation est bien très faite par ailleurs (mais en anglais).

Le premier écran montre comment ajouter le filtre de convolution dans le DSP.

Le deuxième écran montre comment inclure le filtre (il suffit de cliquer sur browse, et d'aller chercher le fichier de configuration contenant la correction numérique comme avec JRiver).



7 Mesure du résultat avec REW

Cette opération n'est pas absolument nécessaire étant donné la qualité de la simulation que produit REW. Néanmoins pour les curieux (ou les sceptiques), il est possible de mesurer le résultat effectif en utilisant la méthode « indirecte » qui permet à REW de mesurer une impulsion générée par le lecteur avec la convolution activée (JRiver, Roon, Foobar...).

Cette procédure est décrite ici : [Tutoriel pour mesure avec lecteur réseau ou avec convolution](#)

8 Conclusions

Au-delà des mesures et autres simulations, la seule chose qui compte est bien entendu le résultat obtenu à l'écoute !

Et en deux mots, la qualité atteinte est très proche de celle obtenue avec Dirac ou Trinnov, pour ne pas dire qu'elle est identique...

A la mesure c'est, de toutes façons, une évidence; à l'écoute, chacun décidera ce qui lui convient le mieux, mais pour ce qui nous concerne, la correction numérique apporte une amélioration de l'image et de la définition qui est incontestable, et cela permet de régler de façon très efficace les problèmes sérieux de résonances dans le grave.

Techniquement, avec ces 3 logiciels, on dispose de tous les outils nécessaires pour obtenir un résultat excellent, sous réserve d'un peu de patience et de méthode ! La gratuité se paye ici au travers d'une relative complexité de mise en œuvre.

C'est d'ailleurs en jouant avec RePhase, REW et JRiver (ou autre) qu'on se rend compte du travail réalisé par Trinnov ou Dirac, qui arrivent à générer, en automatique, un résultat cohérent et excellent sans aucune information sur le système et son environnement !

Néanmoins, RePhase permet à l'audiophile (très légèrement teinté geek) qui connaît son système et son environnement de décider quelles corrections seront appliquées et quelles ne le seront pas avec une souplesse et une précision exceptionnelle !

Bref, un produit à essayer, au risque de devoir ensuite l'adopter...

9 Annexes

9.1 Compléments

9.1.1 Création d'une impulsion de correction à phase minimale dans REW/RePhase

➤ **Tutoriel réalisé par [Audyard] :**

(pour ceux qui veulent le télécharger : <http://forums.melaudia.net/attachment.php?aid=16510>)

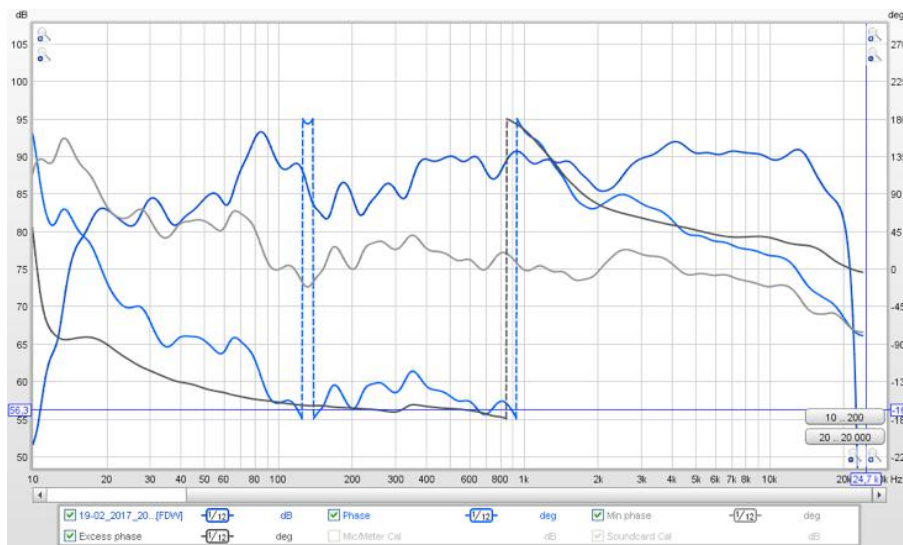
Egalisation à phase minimum avec REW et RePhase

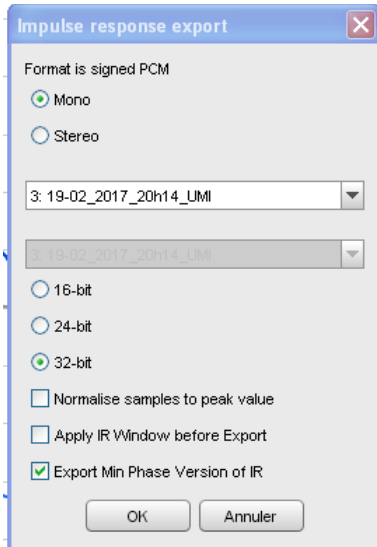
“A minimum phase system is one which is able to transfer input energy to its output in the least amount of time for a given frequency response”

A courbe d'amplitude donnée, c'est l'optimisation limite de la réponse transitoire d'un système et de son amortissement avant création de pré ringing, cible qu'on retrouve pratiquée avec les logiciels commerciaux comme Dirac, Trinnov ou Acourate.

On peut y arriver par itérations successives ou en utilisant les fonctions mathématiques disponibles dans REW pour extraire l'excès de phase, avec une assez bonne précision.

La mesure initiale utilisée pour illustration est une deux voies hr, filtrée en Q.O. fenêtrage fdw 7 cycles + pondération 1/12 oct.



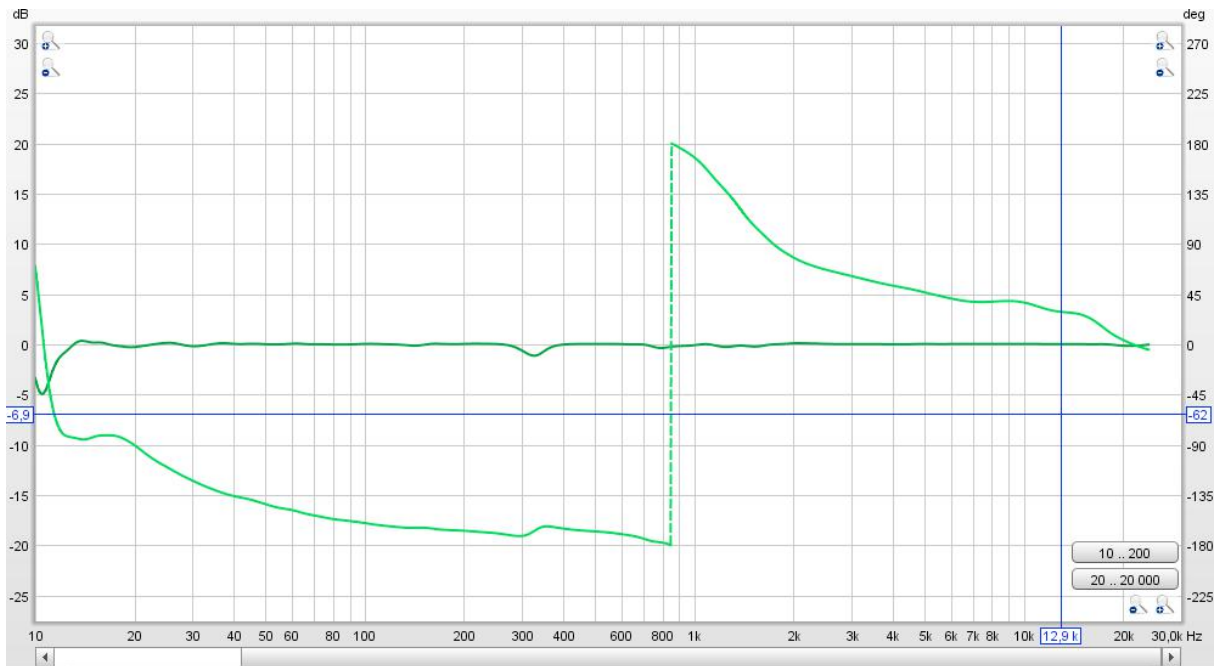


Export de l'impulsion à phase minimum

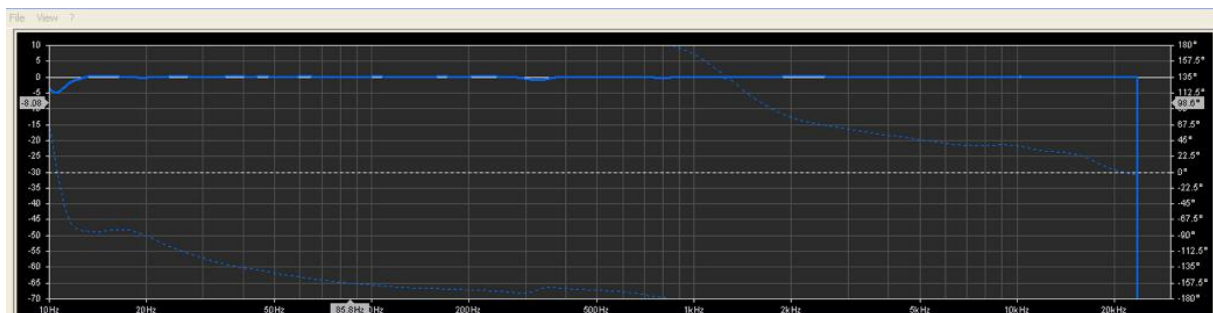
Et ré-import dans REW, en alignant les niveaux si nécessaire.



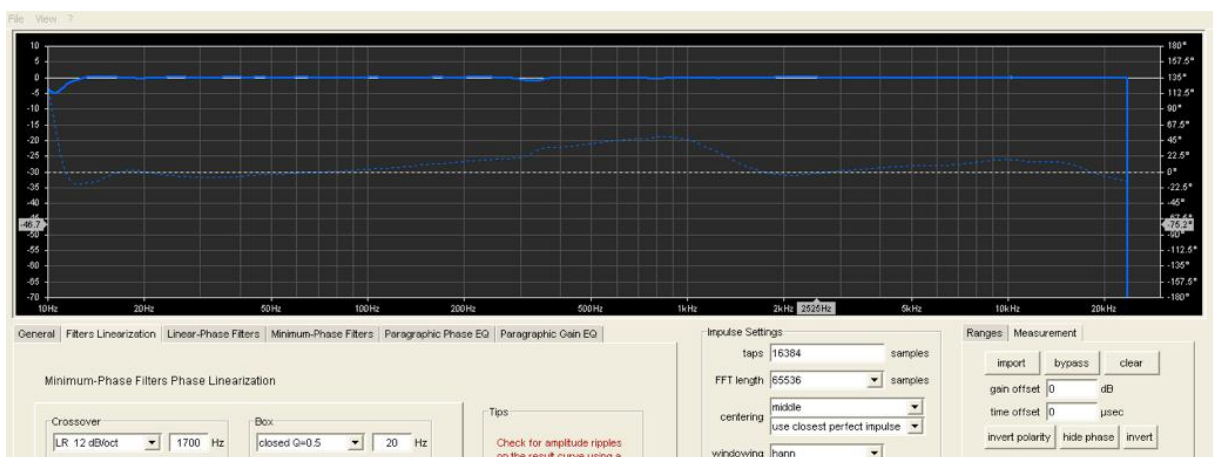
En utilisant la fonction A/B dans REW on obtient une amplitude (quasi droite à 0 dB) et l'excess phase:

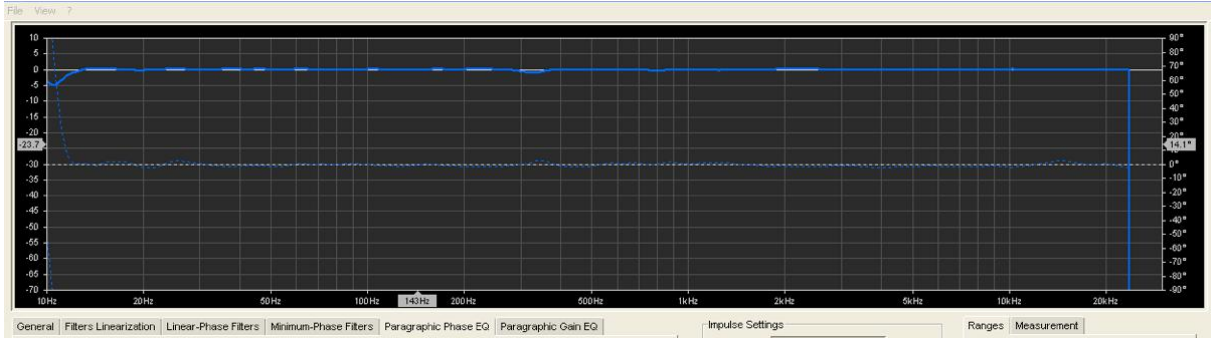


qui est exportée en .txt pour aller vers RePhase:



La courbe de phase y est égalisée via les fonctions " filters linéarisation" puis les "parabolic phase EQ "

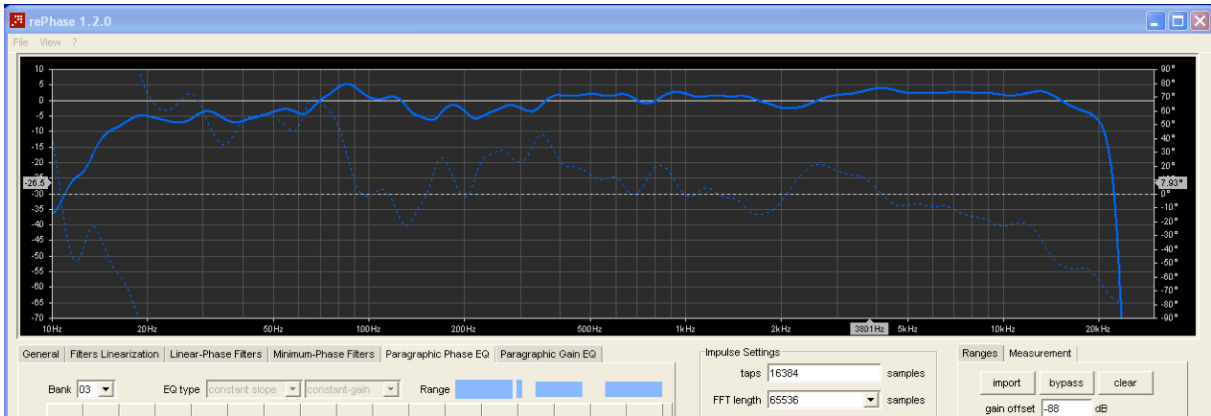




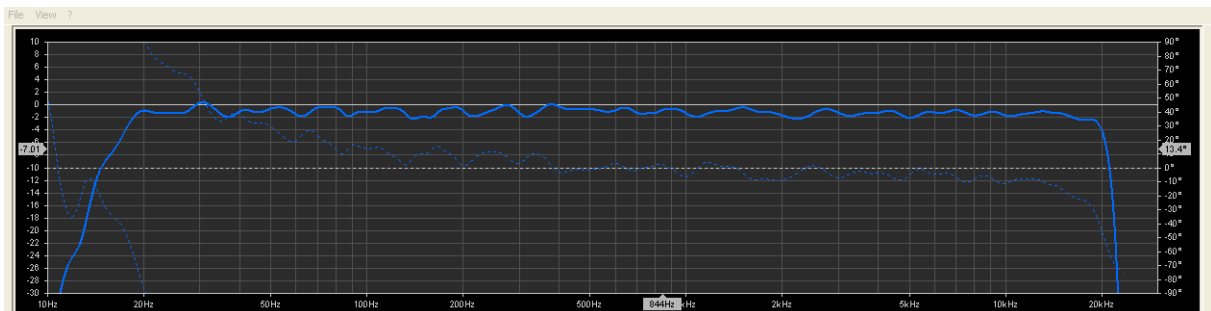
Puis "clear measurement" pour faire apparaître la correction de phase effective qui est l'excès de phase renversée de la mesure initiale.



Ensuite, faire glisser (export txt) la vraie mesure initiale A dans RePhase :



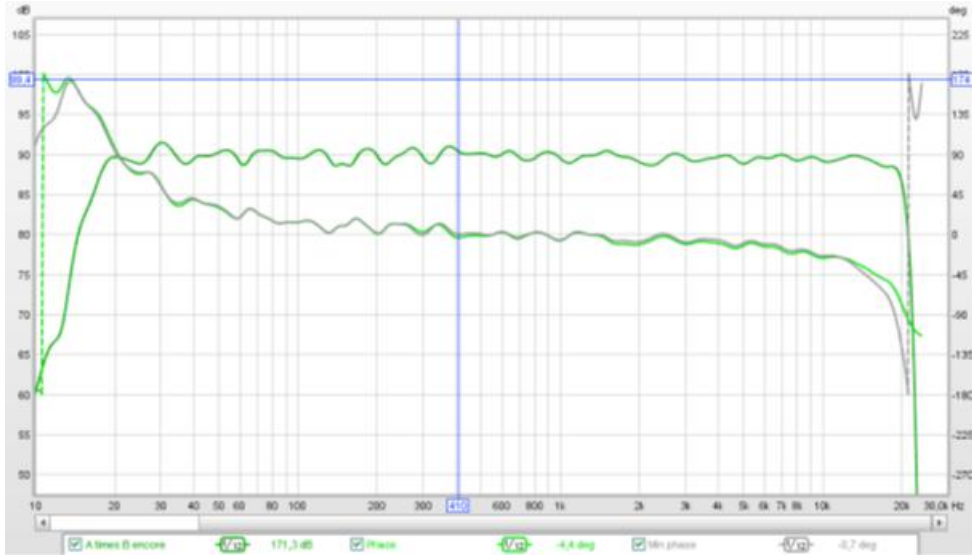
et l'égaliser exclusivement par EQ à phase minimale



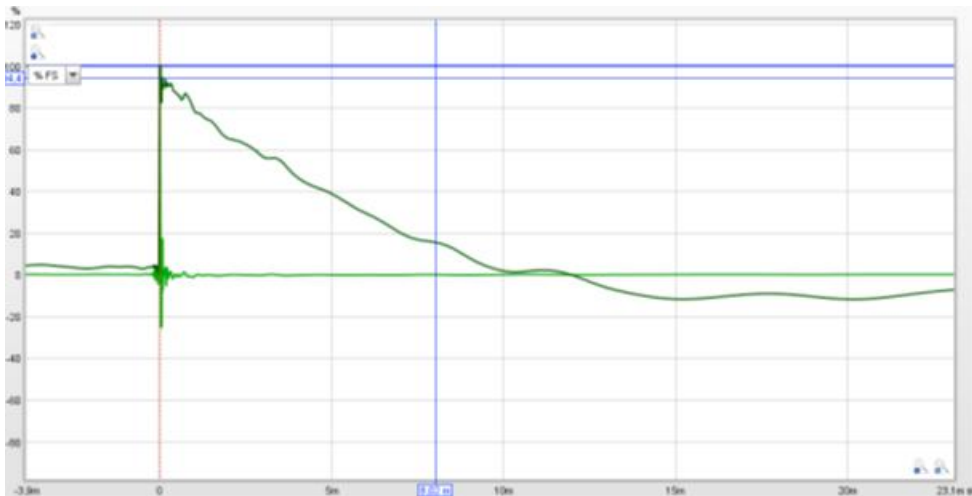
L'impulsion de correction finale est créée avec l'échantillonnage de la mesure et glissée dans REW pour simuler le résultat avec la fonction A*B

et observer la superposition entre la phase obtenue et la phase minimum, qui ne divergent qu'un peu aux extrémités de bande:

(le calcul de la phase minimale par les softs ne s'y faisant plus de manière tout à fait fiable)



ne laissant qu'une très légère pré réponse au step et montrant un très bon amortissement:



9.1.2 Compléments sur la méthode de mesure proposés par [Bear] :

[Audyart] recommande dans son tuto de pratiquer un fenêtrage temporel (7 cycles). Cette méthode a le petit inconvénient de retirer de l'information.

- une autre méthode peut consister à faire la correction sur la base d'une moyenne de 8 ou 9 mesures comme indiqué plus haut. Cette méthode de moyennage n'enlève pas d'information.

En effet, avec les différentes méthodes exposées plus haut :

- utilisation éventuelle de moyennes de mesures pour éviter de devoir faire des choix de fenêtrage temporel ([Mesures 9 points](#), et aussi [Compléments sur la méthode 9 points](#))
- utilisation des filtres générés par REW pour réaliser une correction en amplitude 'automatique' par importation directe dans RePhase ([Correction EQ avec REW](#))
- application éventuelle d'une courbe cible ([Application d'une courbe cible](#))
- création d'une impulsion de correction à phase minimale (voir ci-dessus) nous avons toutes les briques pour réaliser une correction très propre sans trop se poser de question

9.1.3 Méthode de mesure de [Bear] intégrant les dernières fonctionnalités de REW et RePhase intégrées par leurs concepteurs pour faciliter le travail !

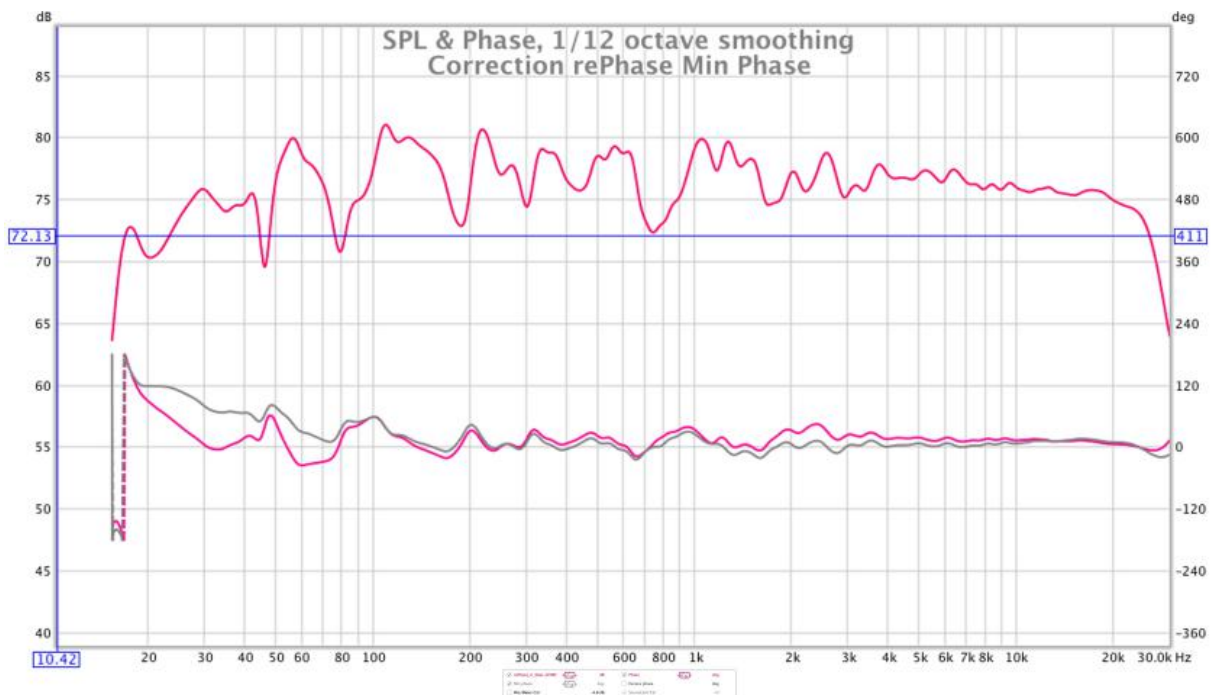
- Télécharger le document suivant (en anglais) : [Méthode "\[Bear\]" à partir de 9 mesures](#)

9.1.4 Commentaires de [Bear] sur la méthode proposée par [Audyart] (et également reprise dans le document de [Bear] en anglais ci-dessus)

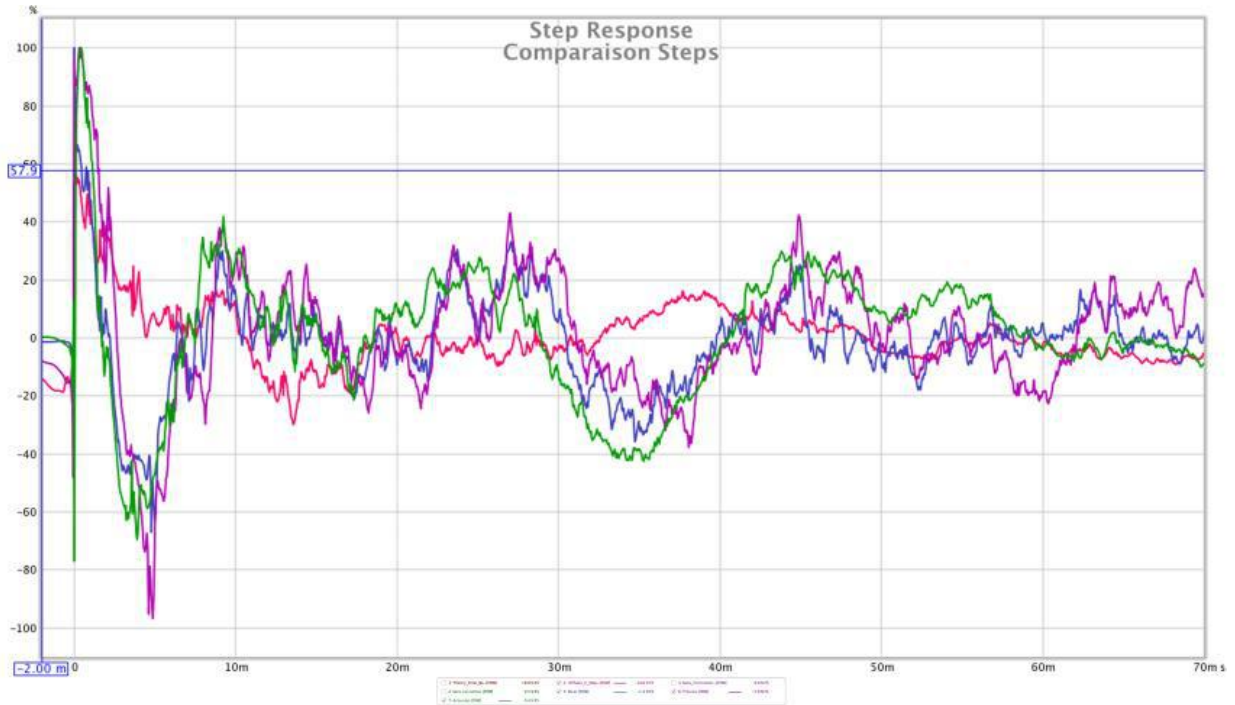
Correction obtenue par cette méthode, sur la base des mesures réalisées aux sommets d'un parallélépipède (8 mesures).

En comparaison avec d'autres systèmes de correction, les résultats sont assez impressionnants :

La phase mesurée est effectivement très proche de la phase minimale, et ceci sans aucune retouche :



Plus impressionnant : l'amortissement du step est vraiment beaucoup plus rapide (la correction RePhase est en rouge clair).



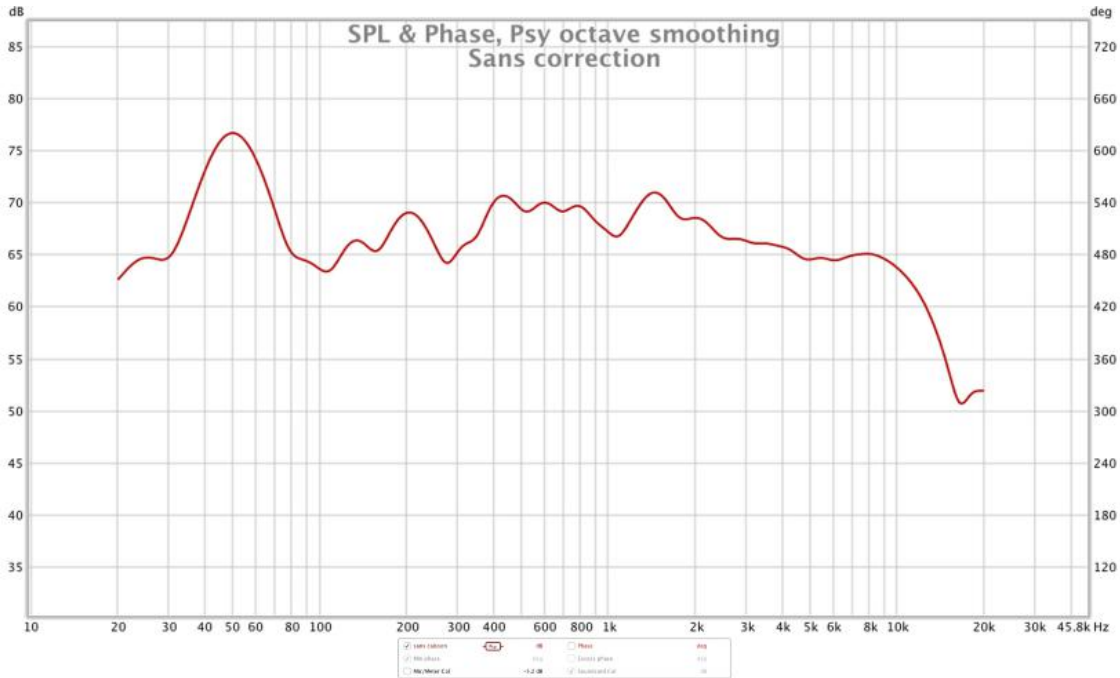
De même que la dissipation de l'énergie acoustique :



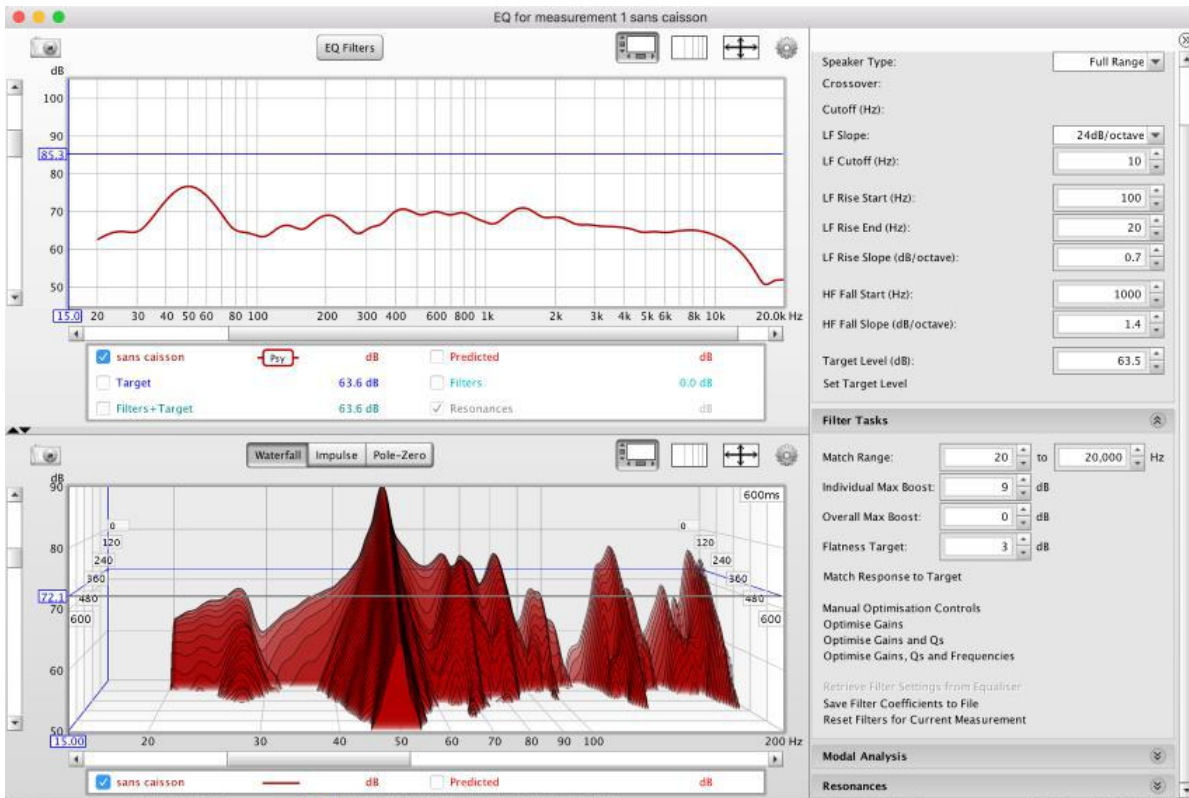
C'est donc une excellente méthode pour obtenir une correction de qualité.

9.1.5 Conception de filtres d'égalisation dans REW

L'idée est d'utiliser le moteur d'optimisation de REW pour nous faciliter la vie dans RePhase. On part de la courbe de mesure en amplitude de Pascal64 (sans sub) :



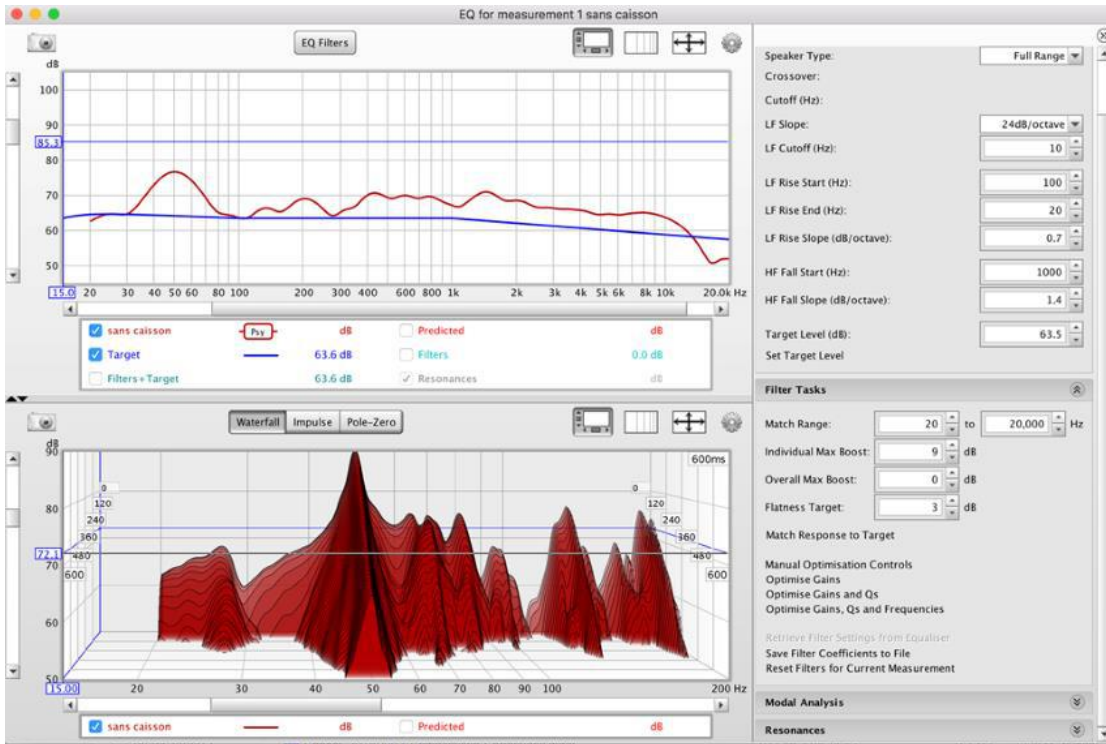
On va dans l'onglet EQ de REW. On sélectionne 'Generic' comme equalizer.



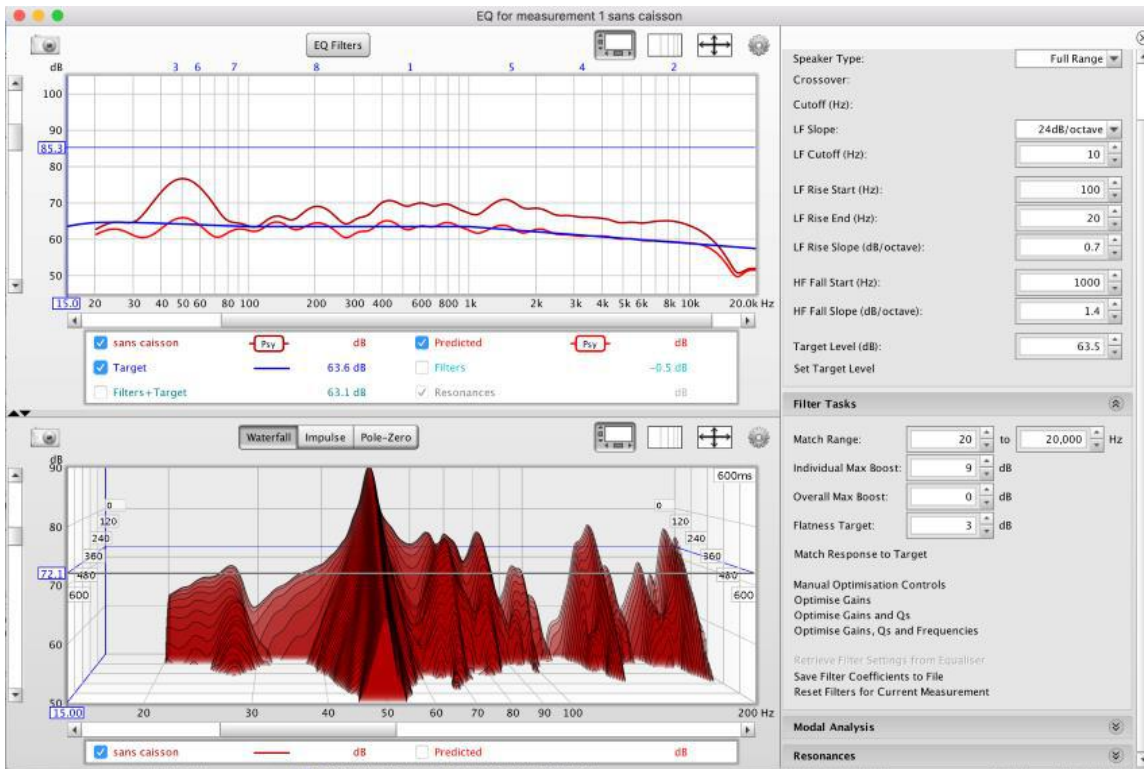
The screenshot shows the REW EQ interface for 'EQ for measurement 1 sans caisson'. The top window shows the frequency response with a target line at 63.5 dB. The bottom window shows a waterfall plot of the response. The right panel contains the following settings:

- Speaker Type: Full Range
- Crossover: Full Range
- Cutoff (Hz): 10
- LF Slope: 24dB/octave
- LF Cutoff (Hz): 10
- LF Rise Start (Hz): 100
- LF Rise End (Hz): 20
- LF Rise Slope (dB/octave): 0.7
- HF Fall Start (Hz): 1000
- HF Fall Slope (dB/octave): 1.4
- Target Level (dB): 63.5
- Set Target Level
- Filter Tasks:
 - Match Range: 20 to 20,000 Hz
 - Individual Max Boost: 9 dB
 - Overall Max Boost: 0 dB
 - Flatness Target: 3 dB
 - Match Response to Target
 - Manual Optimisation Controls:
 - Optimise Gains
 - Optimise Gains and Qs
 - Optimise Gains, Qs and Frequencies
 - Retrieve Filter Settings from Equaliser
 - Save Filter Coefficients to File
 - Reset Filters for Current Measurement
- Modal Analysis
- Resonances

On sélectionne les paramètres souhaités pour la courbe cible (ici une très légère pente entre 20 et 100Hz, plat entre 100 et 1 000 Hz, et une pente plus prononcée au-delà de 1 000Hz, pour amener une décroissance d'environ 6db entre 1 000 et 20 000 Hz).



On clique sur 'Match response to target', et par magie, REW calcule les filtres à appliquer. Voici la courbe corrigée :

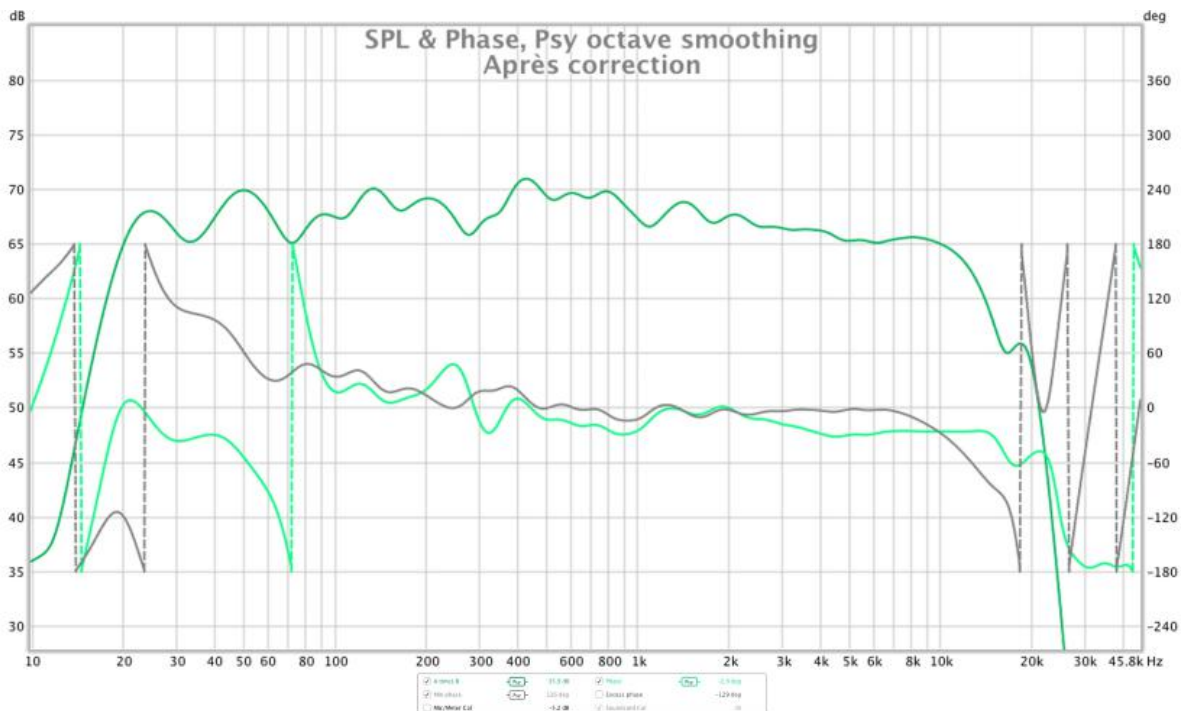


et les filtres:

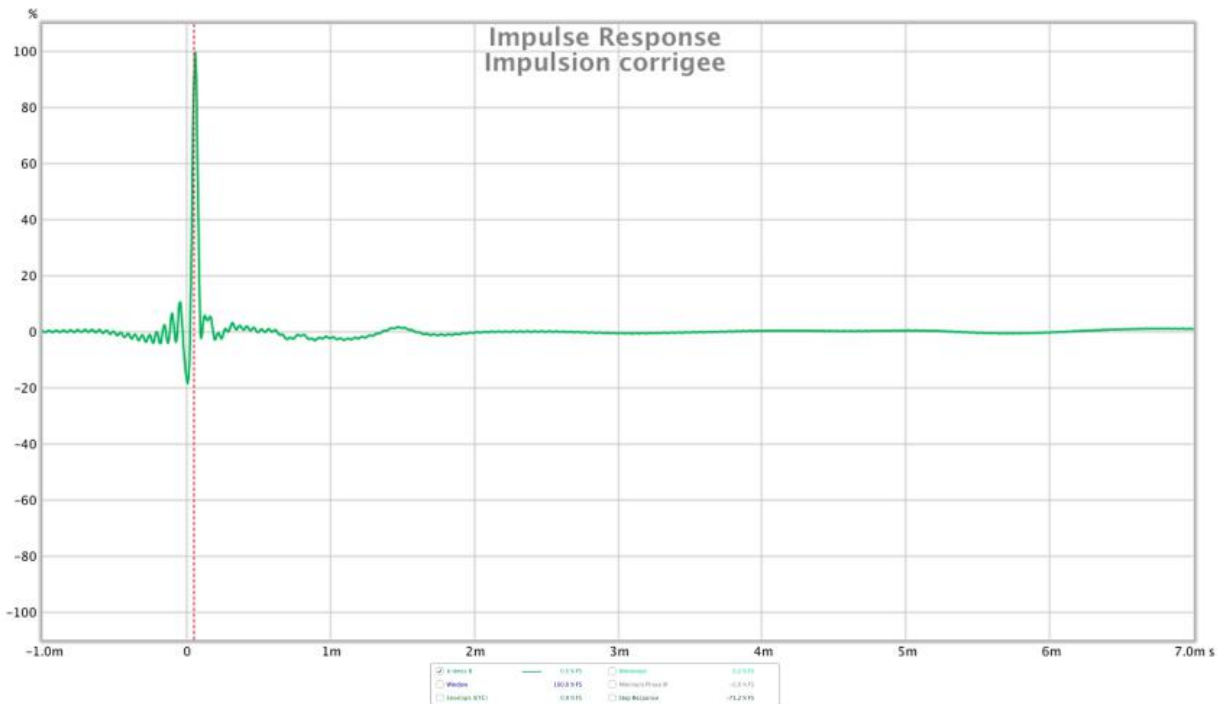
EQ Filters									
sans caisson									
Sort Ascending by Freq									
Always On Top									
Generic	Control	Type	Frequency	Gain	Q	Hz	Target T60	Mode T60	Filter T60
<input checked="" type="checkbox"/>	1	Auto	PK	45.90	-8.3	2.00	23.0	154	59
<input checked="" type="checkbox"/>	2	Auto	PK	57.90	-7.3	2.00	29.0	116	50
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Auto	PK	84.60	2.9	2.55	33.2	56	78
<input checked="" type="checkbox"/>	4	Auto	PK	200.0	-4.5	3.78	52.9	54	32
<input checked="" type="checkbox"/>	5	Auto	PK	532.0	-6.3	1.00	532	6	3
<input checked="" type="checkbox"/>	6	Auto	PK	1,528	-5.9	1.75	873	4	2
<input checked="" type="checkbox"/>	7	Auto	PK	3,225	-3.8	1.00	3.23k	1	1
<input checked="" type="checkbox"/>	8	Auto	PK	8,413	-5.3	1.00	8.41k	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	9	Auto	None						

Incroyablement puissant, car il ne reste plus qu'à copier ces filtres dans RePhase pour avoir une correction correcte en amplitude. Reste à faire l'ajustement de la phase, mais ce tuto en a largement parlé.

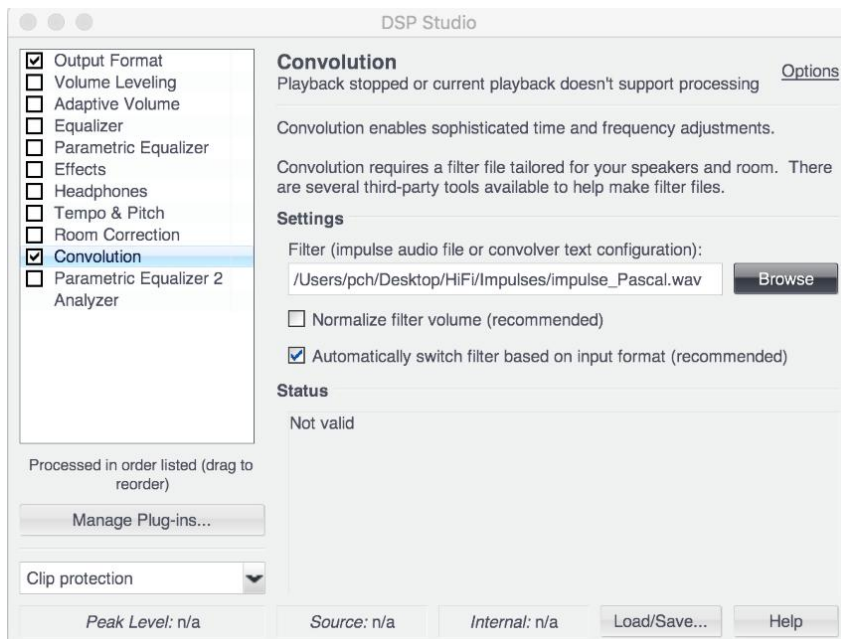
Voici une simulation du résultat :



Impulsions corrigées :



Autres remarques : [Bear] il faut savoir que la correction en amplitude altère la signature sonore des enceintes. C'est une habitude à prendre pour avoir une reproduction fidèle. Par ailleurs, par défaut JRiver coche la case 'Normalize filter volume'. Compte tenu du fait que les filtres ont un gain ≤ 0 db, on peut enlever cette coche, et le volume dans JRiver sera plus conforme à ce dont on a l'habitude.



9.2 Questions / réponses

9.2.1 Q1 : correction unique sur 2 voies ou une correction par voie ?

[Pascal64] : on se triture les neurones pour faire des mesures et réglages droite - gauche pour au final fusionner les deux pistes dans Jriver. Donc, une seule correction ou 2 corrections ?

R1 [Bear] :

Dans une première approche, je n'ai utilisé que ta mesure des deux enceintes ensemble et n'ai généré qu'une seule correction mono pour les deux. C'est sans aucun doute sous-optimal, mais cela paraissait suffisant pour une première découverte. Si on souhaite aller plus loin, libre à chacun de faire une correction séparée pour chaque voie. Chez moi, RePhase fonctionne avec une seule correction sur les deux voies.

R2 [pda0] :

Il y a plusieurs possibilités avec RePhase et plusieurs "philosophies". Coté correction de la phase, c'est normalement la même chose sur les 2 enceintes sauf si, comme le fait [Bear], on veut aussi prendre en compte quelques réflexions. Personnellement je suis plutôt favorable à ne corriger que l'enceinte mais le juge de paix en la matière c'est l'écoute (*Complément [Bear] : j'essaye de répliquer la phase minimale. Il n'est plus question de prendre en compte des réflexions ici...*)

Côté amplitude, ça fait du sens de corriger indépendamment chaque voie mais on se rend compte aussi à l'usage que l'écart de correction n'est pas massif, donc une correction unique pour les 2 voies marche aussi.

J'ai adopté une correction différente sur chaque voie (comme le font Dirac et TrinnoV) mais je pense qu'il faut regarder/écouter dans chaque configuration. (*Complément [Bear] : pour une pièce symétrique, une seule correction peut convenir.*)

Néanmoins, techniquement avec JRiver, il me semble que le mieux c'est le fichier de configuration avec une impulsion par voie (qui peut être 2 fois la même si la correction droite gauche est identique).

L'avantage de partir avec les fichiers de configuration c'est que tu peux changer et tester facilement. Et comme au début on passe beaucoup de temps à comparer diverses versions c'est, à mon avis, le plus pratique.

[Bear] t'a envoyé une impulsion unique en 192kHz 32bits, qui est l'alternative aux fichiers de configuration. Ça impose upsampling à 192kHz mais c'est une seule impulsion à gérer donc rapide à mettre en œuvre pour la phase de debug initiale.

Personnellement, je n'aime pas le rendu chez moi et je préfère rester en fréquence native mais ça doit dépendre des configurations chez soi. De plus, ça mange de la puissance de calcul et le 192kHz avec Devialet Air en Wifi n'est pas assez stable (il faut RJ45 et comme je préfère Wifi...).

Donc en résumé, il faut tester à l'oreille !

9.2.2 Q2 : fichier de sortie de Rephase type PCM pour utilisation bruteFIR ?

[Olivier] : peut-on avoir un fichier en sortie de Rephase de type PCM pour l'intégrer dans un bidule linux qui utilise bruteFIR par exemple ? Est-ce que cela fonctionne bien avec une machine virtuelle windows sur MacOSX, genre VirtualBOX ?

R1 [pda0] :

Oui. RePhase produit un fichier « .wav » (PCM) qui est intégré dans le process de "convolution". Tous les logiciels qui acceptent ce type de correction devraient pouvoir fonctionner avec.

Et point complémentaire, tu n'as besoin de Windows que pour faire tourner RePhase, mais une fois que les « .wav » sont générés, tu peux les utiliser sur n'importe quelle plateforme (Mac, Linux, Windows, ...) qui supporte le lecteur de ton choix (il faut évidemment que ce lecteur accepte les impulsions de convolution au format « .wav »).

Pour l'utilisation de RePhase, je le fais tourner sous Mac OSX avec une machine virtuelle VMware dans laquelle tourne Windows 7. Ça marche sans aucun problème et c'est très pratique car tout le reste (REW et JRiver) sont sur Mac OSX chez moi.

9.2.3 Q3 : que se passe-t-il sur un 24/96 ?

[Olivier] : que se passe-t-il sur un 24/96 ?

R1 [Bear] :

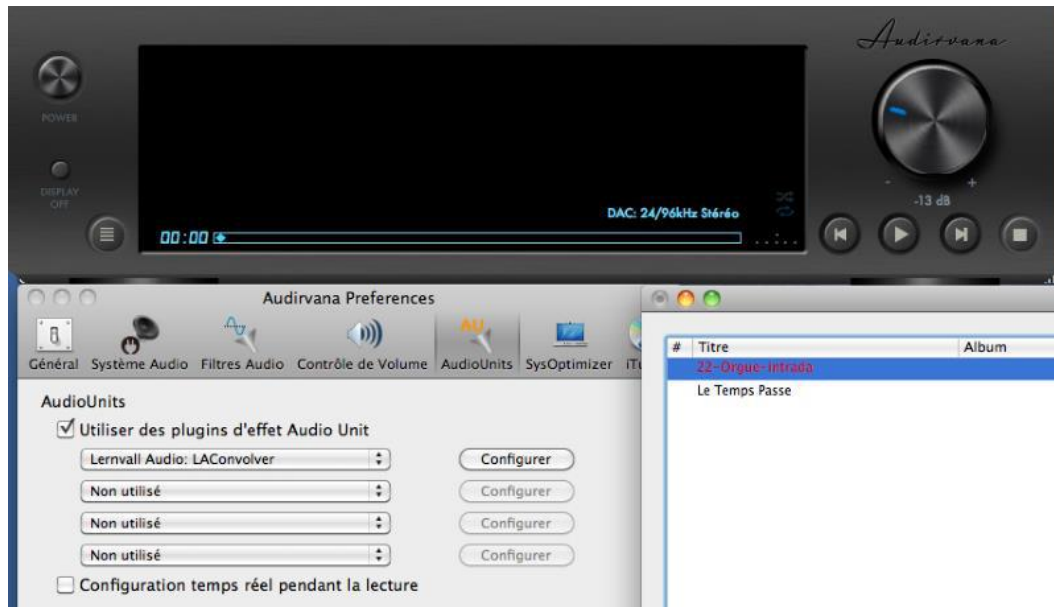
En format PCM, je n'ai pas rencontré de difficulté, jusque et y compris 65536 taps, en 192kHz. Je suis conscient par ailleurs que la convolution appliquée sur un DSD doit vraisemblablement s'appuyer sur des conversions 'masquées' de DSD en PCM et retour, même si le concepteur de HQPlayer ne le présente pas ainsi, ce qui est vraisemblablement la cause de la limite rencontrée. Donc sur le MacMini, la limite est DSD64 avec 65536 taps ou DSD128 avec 32768 taps.

9.2.4 Q4 : convolution dans Audirvana ?

[pda0] : comment faire de la convolution avec Audirvana ?

R1 [Audyart] :

Après installation de [LAConvolver](#) dans les AU plug-in, il est reconnu par Audirvana.



Pour ceux qui voudraient l'installer, il faut mettre le fichier "LAConvolver.component" à cet endroit : /Library/Audio/Plug-Ins/Components/

Pas essayé encore, mais au moins une faiblesse vs JRiver, car la convolution ne se fait qu'à une seule fréquence, donc nécessité d'up-sampler si on ne veut pas de compliquer la vie avec plusieurs configurations et un changement manuel ...

9.2.5 Q5 : comment créer des filtres actifs avec RePhase ?

[Pascal64] : j'ai lu qu'il était possible de créer des "filtres actifs" avec RePhase... Ça marche comment ? Avez-vous des pistes que je pourrais explorer ?

R1 [Audyart] :

Le tutoriel de J. Thomas (Tuto Bass management et filtrage actif par convolution avec Jriver) est une bonne base pour JriverMC :

<http://jimmy.thomas.free.fr/Jriver/Tuto-Jriver-RePhase-HolmImpulse.pdf>

9.2.6 Q6 : alignement des HP ?

[luisgomes] : j'ai entrepris de remettre à plat mon installation pour faire des investigations du côté de la mesure de la phase acoustique et de la corriger. J'ai acquis l'UMIK-1, une carte son externe USB avec E/S numériques et analogiques et mesuré les paramètres T&S de tous mes hauts parleurs, ainsi que leur courbe de réponse en charge close (à peu près adaptée) et à 50 cm pour m'affranchir (au maximum) des réflexions sur les murs.

Ayant opté pour la réalisation de 2 caissons de 190 litres pour charger deux paires de SPH390TC chargés en push-pull clos pour le grave, 2 paires de HM130GO Audax dans 4 litres clos pour le medium et deux dômes soie de 25mm pour l'aigu, j'ai finalisé une disposition donnant de bons résultats au niveau de la courbe de réponse et de l'écoute une fois filtrage, égalisation et alignement temporel appliqués.

Je suis parti du principe que la charge close entraîne moins de décalage de phase que le bass reflex et le baffle plan plus de réflexions sur les murs. Tous mes coffrets sont donc clos. Tant pis pour l'efficacité du montage dans cette expérimentation.

De la même façon, j'ai obtenu une courbe de réponse moins accidentée et descendant davantage dans le grave avec les medium quasiment collés au mur frontal, mais j'ai tout de même choisi de les placer décollés de plus d'un mètre de ce mur et des murs latéraux pour minimiser les réflexions.

Je m'assure toujours qu'une impulsion envoyée simultanément dans les 3 voies arrive rigoureusement au même instant, à l'échantillon près, au micro de mesure placé au point d'écoute. Bien qu'il semble y avoir polémique au sujet du bon positionnement de l'impulsion de l'aigu (qui fait 1 ou 2 échantillons à 48k) par rapport à celle du grave (qui peut en faire une centaine) je considère que l'impulsion de l'aigu doit être centrée au milieu de celle du médium ces deux dernières devant être centrées au milieu (maximum) de l'impulsion du grave. J'ai pu lire que l'impulsion aigu devait se trouver au démarrage de l'impulsion grave mais si j'applique un filtre FFT passe bas à une impulsion, le résultat est une demi-onde centrée sur l'impulsion originale.

Mes hauts parleurs sont donc "globalement" alignés. Comme ils subissent un "delay" variable en fonction de la fréquence, rien ne prouve qu'ils le soient précisément pour leur fréquence de raccordement, surtout dans le grave-médium. A une époque, j'alignais les hauts parleurs non pas avec une impulsion, mais avec une demi-onde de la fréquence de raccordement.

Je me demande quelle méthode est préférable et sur un système à la phase corrigée si les 2 méthodes ne deviennent pas identiques ?

R1 [Audyart] :

En filtrage iir effectif (électroacoustique) l'alignement de base logique est sur le début d'impulsion, pour correspondre à la cible théorique. Dans ce cas les plans émissifs des HP se trouvent tous à même distance du point d'écoute. La logique temporelle est causale, l'excitation - cause - est à $t=0$, la réponse - conséquence - suit.

Si chaque voie, en actif, est filtrée et corrigée en fir à phase linéaire, l'alignement ($t=0$) est sur les sommets d'impulsion, les impulsions devenant symétriques, de même si l'enceinte est globalement corrigée à phase linéaire par convolution, les voies deviennent virtuellement alignées ainsi.

NB : Audacity permet de joindre deux impulsions mono en une stéréo (en 32 bt flt) pour appliquer des corrections différentes gauche / droite.

[luisgomes] : Merci pour la réponse, que je crois comprendre, mais ne clarifie pas pour autant mes interrogations.

Lorsque j'analyse au point d'écoute une impulsion restituée par 2 hauts parleurs et que je vois dans un cas un dos d'âne avec un pic parfaitement au milieu et dans un autre cas un dos d'âne avec un pic au début, lequel des 2 systèmes est bien aligné ?

Mon oreille se moque de savoir si c'est un filtre iir ou un filtre fir qui a séparé les signaux destinés aux hauts parleurs, et si l'ordre de filtrage est de 1, 2, 4, 8 ou plus. Je voudrais juste savoir si pour que mon oreille entende avec 2 hauts parleurs la même chose qu'avec un seul large bande parfait, le pic doit être au milieu ou au début du dos d'âne ?

Je crois savoir qu'une impulsion est aussi la somme de toutes les fréquences (on va dire de 20 à 20 000 Hz pour simplifier et qu'on parle d'audio) avec une énergie croissante. Si on filtre avec un filtre n'altérant pas la phase, comme un FFT dans cool edit pro, on s'aperçoit que toutes ces fréquences sont centrées sur un même point, d'où ma tendance à vouloir centrer le pic au milieu du dos d'âne.

Par ailleurs, il est évident qu'un haut-parleur ne peut commencer à bouger qu'après avoir reçu le signal électrique provoqué par l'impulsion ; comment pourrait-il alors avoir déjà avoir déplacé sa membrane alors que l'impulsion n'a pas encore eu lieu ?

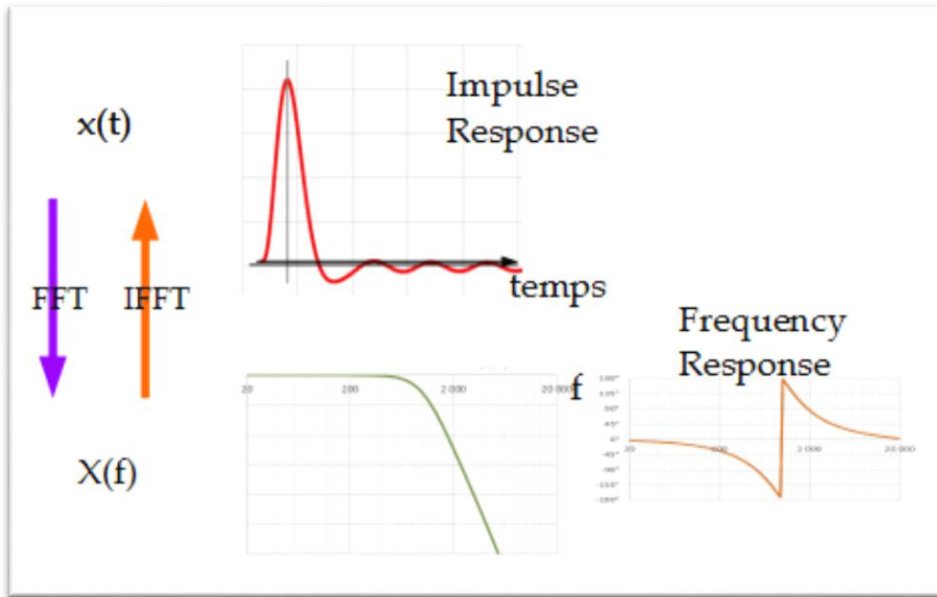
Mais le haut-parleur n'est qu'un mécanisme imparfait de restitution sonore, en réalité dans un monde de perfection, la membrane du gros 45cm avec un mms de 300 grammes ne devrait-elle pas se trouver instantanément au maximum de son oscillation au moment de l'impulsion ?

Mais peut-être tout simplement qu'une impulsion est un concept théorique et ne correspond à aucun son de la vraie vie et ne serait donc pas adapté au réglage d'une chaîne de restitution sonore ?

R1bis [Audyart] :

Dans ce cas (de perfection) le gros 45 cm aurait une bande passante non limitée en haut, infinie pour une réponse instantanée.

Une impulsion contient toutes les informations sur la réponse amplitude / phase et représente ces informations sur leur aspect temporel. C'est deux aspects, deux "angles" de vue, fréquentiel / temporel, (convolution / déconvolution) d'une même réalité.



Ou avec la step réponse - pour mieux voir la réponse dans le grave - qui est l'intégrale de l'impulsion.

9.2.7 Q7 : lecture de la phase

[luisgomes] : je me suis aussi intéressé à la phase. Comme prévu, la mesure brute est inexploitable, la phase tourne de 40000° entre 20 et 20000 Hz. Comme préconisé dans le tuto, j'applique la correction IR proposée, la modification est à peine perceptible. Comme proposé dans le tuto, je coche "add frequency dependant window" et choisis 1/6 octave comme largeur. La mesure de phase devient exploitable pour être corrigée dans RePhase mais la courbe de réponse en amplitude fait apparaître des creux énormes que je n'arrive pas à expliquer.

A ce stade, je me pose plusieurs questions :

- 1. à quoi correspond la courbe de réponse amplitude fréquence nouvellement calculée ? Elle ne peut pas représenter la réponse de l'enceinte seule sans les réflexions éliminées par le fenêtrage, car sans réflexions, mon enceinte est encore plus linéaire (cf mesure à 50 cm) toujours est-il que cette nouvelle courbe obtenue par calcul ne peut pas servir pour une quelconque correction.*
- 2. le choix d'une largeur de 1/6 d'octave est arbitraire pour éliminer une partie des réflexions. La courbe de phase obtenue pour une largeur de 1/8 ou 1/12 sera différente de plusieurs centaines de °. J'ai du mal à admettre qu'on puisse rentrer dans RePhase. **LA** bonne courbe de phase à corriger parmi les milliers de possibilités de fenêtrage pour une même mesure brute. Je serais assez partisan de la correction de phase de l'enceinte seule + filtres + EQ et de considérer que les distorsions de phase provoquées par les réflexions sont la signature du local d'écoute et n'ont pas à être corrigées. Par contre, pour faire la mesure, c'est coton ! impossible de mesurer à 10 cm, les hauts parleurs seront trop loin les uns des autres pour une mesure correcte. Il faudrait déplacer l'exacte configuration en chambre sourde. Au moins une étape de la procédure se fait "au feeling" excluant selon mon sentiment toute rigueur scientifique dans cette correction de phase. J'ignore si corriger à 50% une distorsion de phase améliore l'écoute, mais si c'est le cas, corrigeons, ça ne peut-être que meilleur.... à moins qu'il y ait des effets secondaires auxquels on ne pense pas encore.
Il semble que Foobar n'accepte pas les fichiers de configuration permettant une correction séparée pour la voie gauche et la voie droite. Au vu des approximations ayant conduit à la création de 2 fichiers distincts pour la stéréo, je comprends mieux que certains se contentent d'un fichier unique appliqué aux deux voies. L'avantage de Jriver sur Foobar sur ce point ne s'appliquerait alors plus.*

R1 [pda0] :

Le fenêtrage frequency dependent est la seule option qui permette d'avoir une lecture de la phase à peu près correcte en éliminant au maximum l'influence des réflexions parasites. Cependant, il n'est pas possible de les éliminer toutes. Il en reste d'autant plus que tu mesures loin des enceintes et qu'il y a des obstacles divers sur le chemin (que ce soit sur les bords, entre les enceintes, ou éventuellement entre les 2, genre table basse).

Pour faire une correction de phase avec RePhase, comme ce qu'on cherche c'est à juste linéariser la phase intrinsèque à l'enceinte et pas celle résultante après les multiples réflexions (même si le fenêtrage en élimine pas mal), tu peux mesurer l'enceinte au plus près possible afin de limiter l'impact des réflexions, puis fenêtrer encore.

Dans tous les cas, tu pourras juger du "réalisme" de la phase mesurée d'autant plus que tu connais ce que tu as mis comme filtres sur ton enceinte (ce qui est ton cas ici) et que tu peux avoir une idée de l'attendu théorique.

Un point important pour la phase est de placer le T0 au bon endroit. Je le place sur le pic d'impulsion du tweeter, ce qui selon mes observations, entraîne la phase vers 0° à 20 kHz quand on a éliminé les réflexions. 1/6 me paraît insuffisant si tu as une pièce petite et que tes enceintes sont près des murs. Tu peux descendre bien plus bas et regarder ce que ça donne jusqu'à 1/1. Sur les enceintes que j'ai mesurées chez moi (Giya, P3esr, Thema et Totem Arro) et ailleurs (Leedh E2), un fenêtrage à 1/3 donne un résultat qui paraît cohérent.

L'amplitude résultante avec fenêtrage est, au moins en théorie (et selon la doc de REW), l'amplitude telle qu'elle serait sans les réflexions, mais il ne faut pas oublier que certains creux observés ainsi peuvent aussi être dus à la position du micro vs les HP, donc je ne pense pas qu'il soit important de s'en préoccuper plus que ça. Lorsqu'on fenêtrage c'est pour voir la phase et la corriger avec RePhase.

Une fois que tu as utilisé la mesure fenêtrée pour corriger la phase, il te suffit d'importer dans RePhase une mesure de l'amplitude sans fenêtrage (File/Import Measurement) pour pouvoir la corriger, tout en gardant les corrections de phase que tu as faites précédemment.

J'utilise le plus souvent celle que produit REW avec le lissage Var Smoothing car je trouve que c'est celle qui permet un réglage fin dans les graves, et "soft" sur le reste, mais n'importe quelle autre option est jouable !

[luisgomes] : Je vais poursuivre mes investigations avec tes dernières remarques à l'esprit et peut-être bien mesurer la phase de la partie médium aigu avec l'enceinte quasiment suspendue dans le vide au milieu de la pièce ! Je coupe le sub à 140 Hz et ma phase est quasiment plate de 12 à 120 Hz quelle que soit la position du micro.

En tous cas, une chose que je n'avais pas intégrée au départ, que j'ai pressentie ensuite, et qui se précise à présent : Il n'est pas question de corriger une quelconque modification de phase provoquée par le local, contrairement à l'amplitude dont il est quasiment à l'origine de tous les défauts.

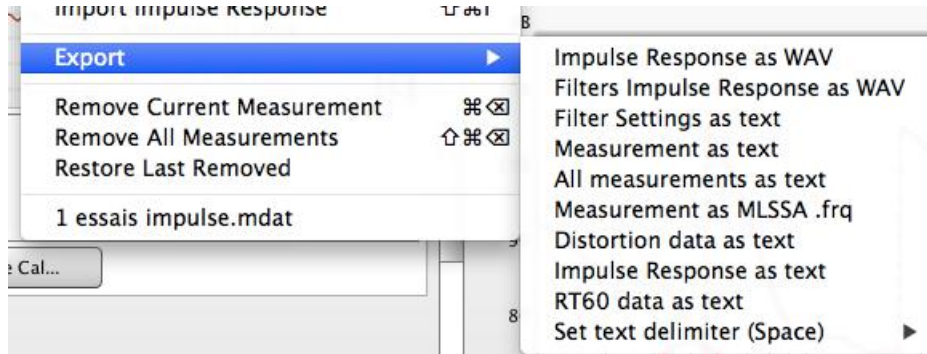
R1bis [pda0] :

Oui, corriger quelques erreurs de phase liées au local est possible techniquement avec RePhase, mais c'est à ses risques et périls sur le résultat obtenu. Je me suis amusé à le faire pour corriger un nœud lié à la pièce créé par l'interaction des 2 enceintes et du local. Ça marche mais ça produit des anomalies sur l'amplitude ailleurs (voir le résultat sur les sièges latéraux) et je n'ai pas été convaincu par le résultat. Voir notamment le lien suivant : [Effets de la correction numérique](#)

Il semble donc plus prudent de ne corriger que l'enceinte sur la partie phase.

9.2.8 Q8 : quel format choisir lors de l'export Rephase ?

[Pascal64] : lors de l'export du fichier vers Rephase, quel format choisir ? Dans le tuto, il est dit « format texte » mais là on veut aussi exporter la correction d'amplitude.



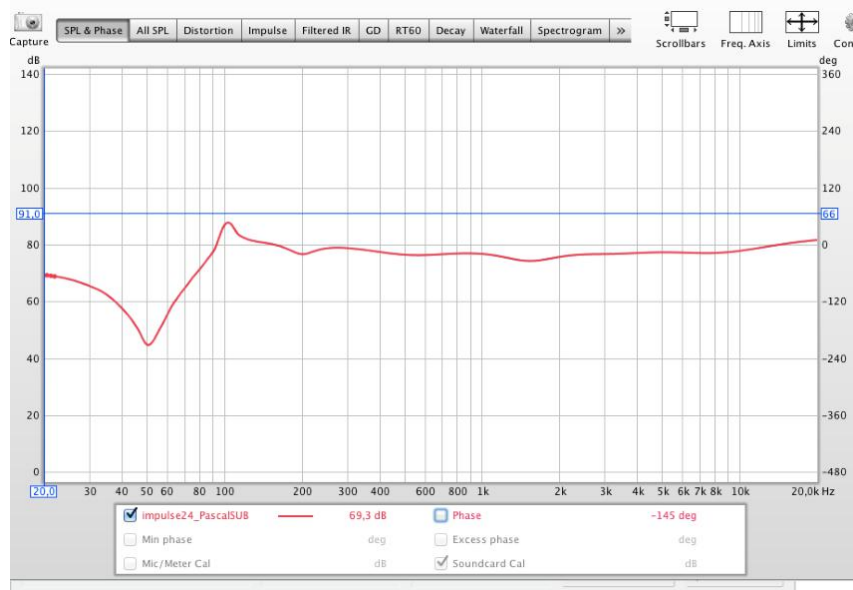
R1 [pda0] :

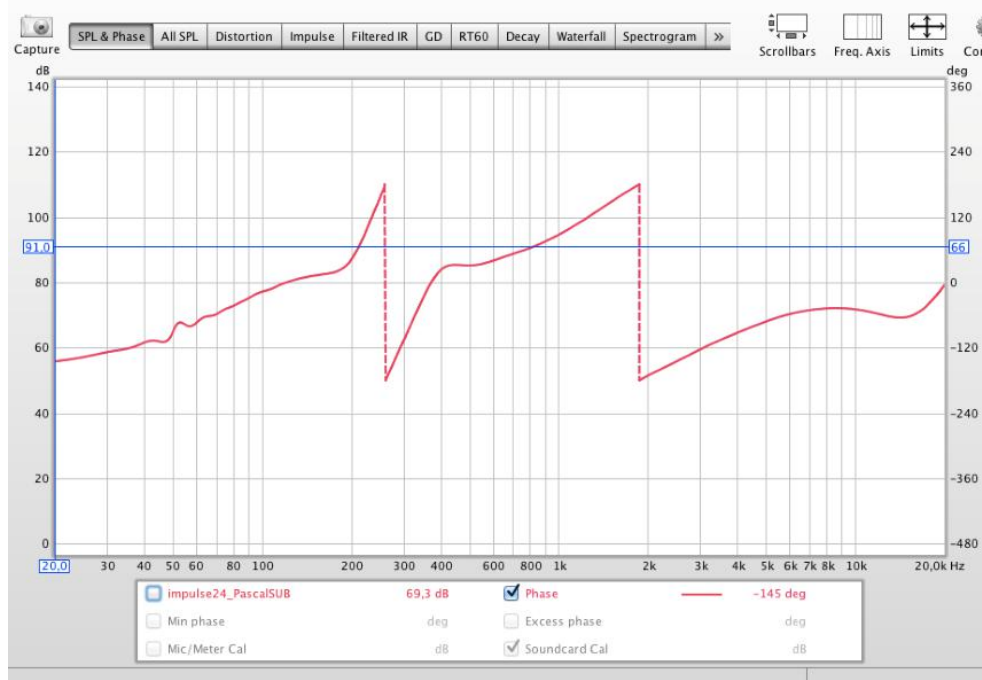
Il faut exporter en format txt. REW exporte les données telles qu'elles sont affichées. C'est à dire en fonction du lissage utilisé et éventuellement du fenêtrage. Pour l'amplitude, il ne faut surtout pas de fenêtrage (et c'est le contraire pour la phase) et tu peux utiliser le lissage que tu veux. J'aime bien le Var Smoothing mais d'autres options marchent aussi.

[Pascal64] : format texte ok mais

- measurement
- all measurement
- ou filter ?

J'ai un peu joué avec rephase pour tenter de faire un filtre spécial caisson une fois le fichier de convolution généré et importé dans REW, voici ce que cela donne :





on dirait que la phase a un peu bougé

R1bis [pda0] :

Il faut prendre "Measurement as text" afin de n'enregistrer que la mesure courante (celle sélectionnée). Ensuite tu donnes un nom au fichier, puis tu l'importes dans RePhase. Ce que tu as affiché ci-dessus c'est la tête de l'impulsion dont il n'est pas facile de conclure grand-chose.

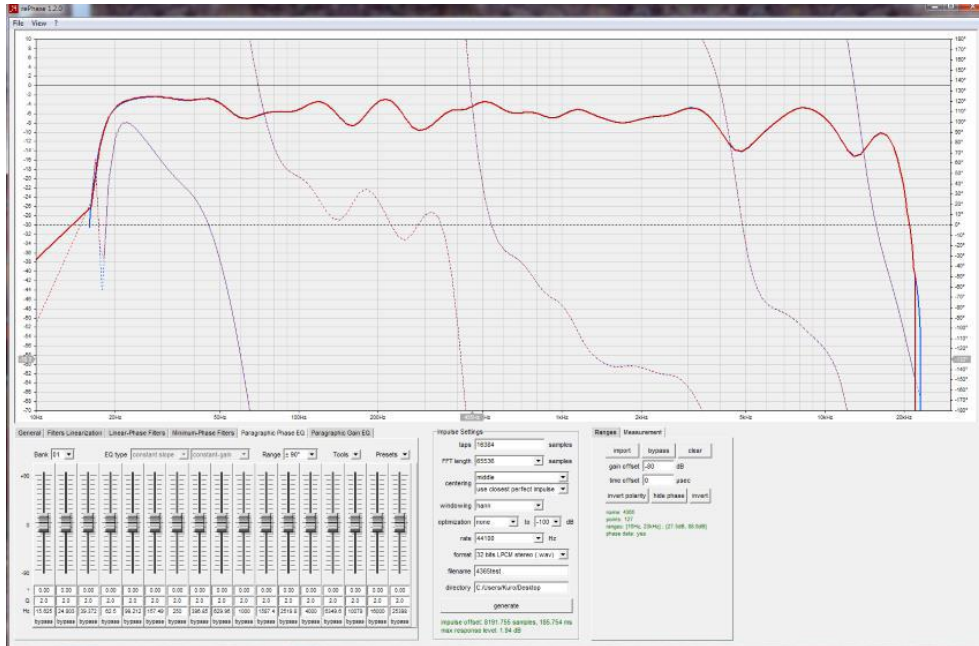
Tu peux simuler la convolution en "multipliant" l'impulsion avec l'amplitude de la mesure que tu as utilisée dans RePhase pour créer l'impulsion, et tu verras l'allure de la réponse en amplitude avec la convolution.

Il faut se mettre sur ALL SPL et utiliser le menu intégré à l'affichage (cf le tuto sur la partie simulation dans REW).

C'est équivalent à mesurer avec la convolution en marche dans JRiver ou Audirvana+LAConvolver, mais ça ne remplace pas l'écoute

9.2.9 Q9 : amplitude / phase

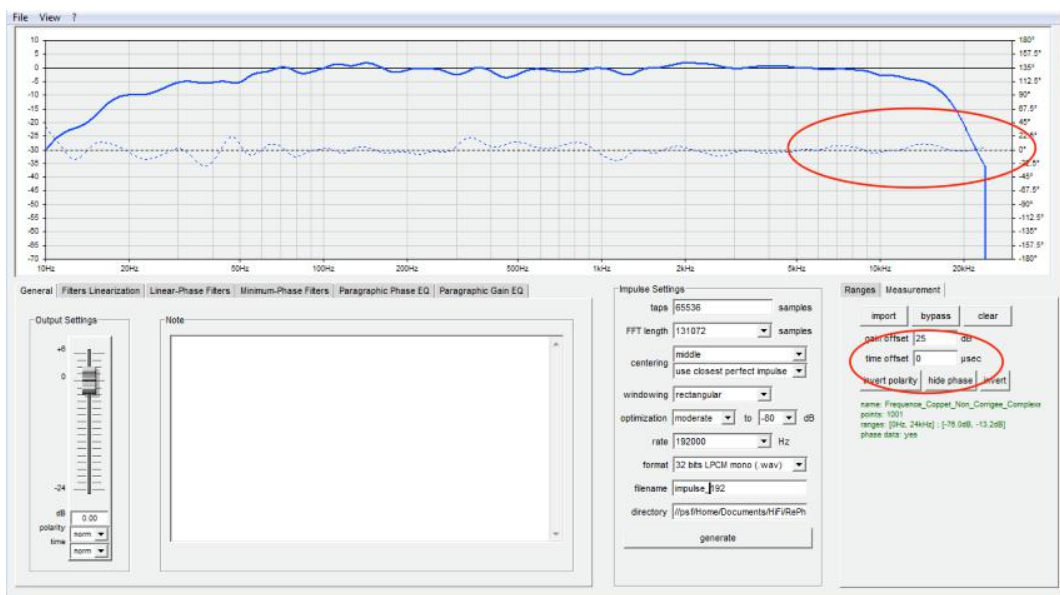
[Whiterabbit] : voici ce que je trouve dans rephase, je ne vois pas comment corriger ceci dans l'onglet 'Parametric Range EQ' ?



R1 [Bear] :

Je ne vois pas de Parametric Range EQ dans RePhase. Tu as deux outils, l'un de correction d'amplitude, 'Paragrophic Gain EQ', l'autre de correction de phase, 'Paragrophic Phase EQ'.

- Si tu veux corriger **l'amplitude**, mieux vaut laisser REW le faire avec le calcul automatique des filtres appropriés. Tu peux importer les filtres comme décrit dans ce tuto.
- Si tu veux corriger **la phase**, avant de jouer avec le 'Paragrophic Phase EQ', il faut commencer par aligner à l'aide du 'Time Offset', la phase à zéro à la fréquence de Nyquist (voir ci-dessous). Ensuite, il faudra mettre en œuvre la linéarisation des filtres avant de toucher à l'equalizer.



R2 [Audyart] :

En complément des indications de [Bear], si la mesure est faite avec REW, tu as intérêt à utiliser la fonction "estimate IR delay" puis "shift IR" (fenêtre impulse, controls) avant d'exporter vers RePhase, pour pré-régler le calage de $t = 0$, à affiner ensuite.

Le repliement rapide de phase à 420 Hz est probablement lié aux conditions de mesure. Disparaît-il avec un fenêtrage (fdw) plus court ?