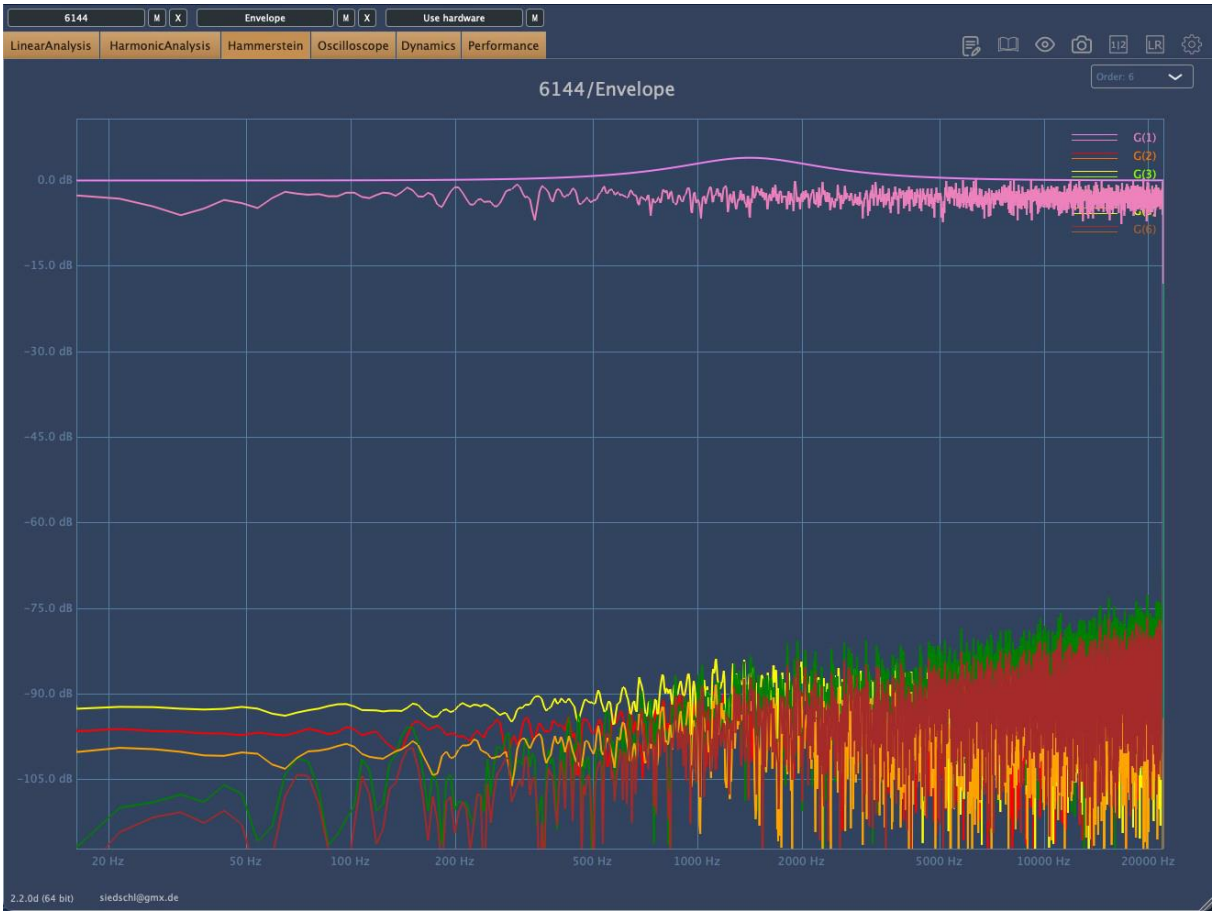
MANUEL TRADUIT DE L'ANGLAIS : PLUGINDOCTOR

Merci d'utiliser Plugindoctor ! Bien que l'interface utilisateur soit conçue de manière à ce que son utilisation de base soit plus ou moins intuitive, ce manuel devrait vous fournir des informations plus détaillées sur ce qui est réellement analysé dans toutes les différentes sous-sections. Il est supposé que le lecteur possède une compréhension de base du traitement du signal numérique ; des expressions telles que « réponse en phase »ou « contenu harmonique » seront utilisées sans autre définition.



Utilisation générale

Depuis la version 2, Plugindoctor peut être installé comme une application autonome, mais aussi comme un plug-in audio (aux formats VST, VST3, AU et AAX). Les deux versions peuvent charger des plug-ins VST,VST3 et AU (OSX uniquement pour ces derniers, bien sûr). Les plugins AAX ne peuvent PAS être chargés, en raison de restrictions légales. Dans la version autonome, Plugindoctor peut également être utilisé pour ajouter des périphériques matériels externes, voir ci-dessous pour plus de détails. Vous devriez trouver des versions 32 et 64 bits distinctes de l'application autonome après l'installation, qui peuvent être utilisées pour analyser respectivement les plugins 32 et 64 bits.

Les versions des plugins seront disponibles en format 32 et 64 bits par défaut. Veuillez noter qu'à partir d'OSX 10.15 ou supérieur, seule la version 64 bits sera installée sur votre Mac.

Deux plugins peuvent être chargés simultanément, pour faciliter la comparaison entre différents algorithmes. Vous pouvez choisir de voir les résultats de chaque plugin indépendamment, ou la différence entre les deux plugins.

Chaque fois que vous chargez un nouveau plugin, le premier emplacement de plugin vide sera rempli en premier.

Si les deux emplacements sont déjà occupés (c'est-à-dire si vous analysez déjà deux plugins), vous serez invité à choisir lequel des deux doit être déchargé et remplacé par le nouveau plugin.

Lorsque vous utilisez la version plugin de Plugindoctor (PD), vous pouvez analyser les plugins de la même manière que dans la version autonome, mais en même temps, vous pouvez écouter ce qu'un plugin spécifique fait à votre matériel réel que vous envoyez à travers lui dans votre DAW. Si aucun plugin n'est chargé dans la version plugin de PD, l'audio de la DAW passera simplement à travers. Si vous avez deux plugins chargés dans la version plugin de PD, vous verrez les résultats des mesures des deux plugins simultanément, mais un seul des plugins sera utilisé à la fois pour recevoir l'audio que votre DAW envoie. Dans la version plugin, vous pouvez sélectionner lequel des deux plugins chargés est utilisé pour votre matériel DAW en basculant entre « Play #1 » et « Play #2 » dans la rangée supérieure de l'interface utilisateur de PD

. Cette option n'apparaîtra que si vous avez effectivement chargé deux plugins. De cette façon, vous pouvez rapidement comparer deux plugins (ou deux instances du même plugin, mais avec des réglages différents) et entendre la différence tout en inspectant ce que le plugin fait dans Plugindoctor.

Les plugins peuvent être chargés soit directement à partir du disque, soit via un navigateur de plugins. Ce dernier s'affiche en cliquant sur le symbole de la bibliothèque/du livre dans le coin supérieur droit.

Au départ, elle sera vide. Vous pouvez utiliser le bouton « Scan » pour effectuer une analyse globale de tous les formats pris en charge (recommandé pour remplir rapidement le navigateur de plugins) ou effectuer des analyses plus spécifiques via le menu « Options », qui vous permet également de supprimer les plugins sélectionnés de la liste. Une fois que vous avez une liste de plugins dans votre navigateur, il vous suffit d'en charger un en le sélectionnant et en cliquant sur le bouton « Charger le plugin », ou en double-cliquant sur le nom du plugin dans la liste.

Sinon, si vous souhaitez charger un plugin directement à partir d'un emplacement sur votre disque dur, utilisez l'un des deux boutons « Charger le plugin (fichier) ». Dans tous les cas, une fois que vous avez sélectionné un plugin pour analyse, son nom s'affiche dans l'emplacement sélectionné dans la rangée supérieure (n° 1 ou n° 2), sa fenêtre s'ouvre et le signal d'analyse est acheminé via les entrées et sorties du plugin. L'analyse peut être interrompue pour chacun des emplacements en cliquant sur le bouton « M » à côté du nom du plugin dans la rangée supérieure. Pour supprimer un plugin de l'analyse, cliquez sur le bouton « X ».

La fenêtre du plugin peut être fermée en cliquant soit sur le bouton de fermeture de la fenêtre du plugin, soit sur le symbole en forme d'œil dans le coin supérieur droit de Plugindoctor. Un deuxième clic sur le symbole en forme d'œil affichera à nouveau une fenêtre de plugin fermée. Si deux plugins sont chargés, cliquer sur le symbole en forme d'œil fermera toutes les fenêtres de plugin ouvertes, s'il y en a, ou les rouvrira toutes les deux si elles sont toutes les deux fermées.

Le symbole de l'appareil photo vous permet de prendre un instantané de Plugindoctor. Un navigateur de fichiers s'affichera, vous permettant de choisir l'emplacement et le nom du fichier PNG généré.

Le bouton situé à droite du bouton Appareil photo vous permet de basculer entre le fonctionnement parallèle et le fonctionnement série soustrait lorsque deux plugins sont chargés. Lorsque le bouton affiche 1|2 , la sortie des deux plugins s'affiche sous forme de courbes distinctes.

Lorsque vous cliquez sur le bouton, l'affichage sur le bouton passe à 1-2,ce qui signifie que vous ne verrez désormais qu'une seule courbe, obtenue en envoyant d'abord le signal d'analyse via le plugin n° 1, puis, en phase inversée, via le plugin n° 2. Ce mode vous permet d'obtenir facilement une correspondance étroite entre deuxplugins.

Le bouton LR/MS vous permet de basculer le mode d'analyse entre Left/Right (gauche/droite) et Mid/Side (milieu/côté). De nombreux plugins offrent un mode Mid-Side dédié, ou sont conçus dès le départ comme des plugins Mid-Side. En mode Mid-Side, les deux courbes que vous verrez dans la plupart des fenêtres d'analyse représentent le signal central et le signal latéral, tandis qu'en mode Left-Right, les deux courbes représentent les

canaux gauche et droit (à condition que votre plugin ne soit pas un plugin mono, auquel cas rien ne s'affichera en mode Mid-Side, car cette approche nécessite un plugin à deux canaux).

Enfin, le symbole des paramètres ouvrira la fenêtre « Paramètres » (également expliquée plus en détail ci-dessous).

Zoom et modification de l'échelle des axes

Vous pouvez zoomer sur tous les graphiques, sauf dans « Performance ». Le zoom peut être effectué de deux manières : premièrement, vous pouvez sélectionner un rectangle avec votre souris, en commençant dans le coin supérieur gauche, puis en faisant glisser la souris vers le coin inférieur droit, et zoomer sur les régions correspondantes en relâchant le bouton de la souris. Pour dézoomer, cliquez et faites glisser vers le coin supérieur gauche.

Deuxièmement, vous pouvez également zoomer et déplacer l'ensemble du graphique à l'aide de la molette de votre souris. Placez le curseur de la souris à gauche du graphique pour agir sur l'axe y, ou en bas du graphique pour agir sur l'axe x. Un simple défilement de la molette de la souris déplacera le graphique le long de l'axe souhaité, tandis que le fait de maintenir la touche CTRL enfoncée permettra de zoomer ou dézoomer le long de l'axe. Pour tout réinitialiser, faites à nouveau glisser un rectangle du coin inférieur gauche vers le coin supérieur droit à l'aide de votre souris.

Les différents modes d'analyse

Plugindoctor dispose d'une gamme de modes d'analyse différents accessibles via les boutons orange.

Ces modes sont expliqués en détail ci-dessous.

Analyse linéaire

Cette section propose deux modes de signaux d'entrée pour l'analyse (« Delta » et « Random »), et deux modes d'analyse de la réponse d'un plugin (« Magnitude » et « Phase »). « Delta » fait référence au signal d'entrée étant un pic delta, ce qui signifie que le premier échantillon est (généralement) égal à 1, tous les autres échantillons étant égaux à zéro.

Ce signal d'entrée contient une contribution plate de toutes les fréquences admissibles, c'est-à-dire que si vous envoyez ce signal à travers un analyseur de fréquence, vous obtiendrez une courbe plate lorsque vous examinez les amplitudes des fréquences contributives, ainsi qu'une courbe plate lorsque vous examinez la réponse en phase. Cela signifie que tous les écarts par rapport à une courbe plate proviennent du plugin analysé.

Le curseur « dB » vous permet de régler la hauteur du pic delta, où une valeur de 0 dB correspond à une valeur d'échantillon numérique de 1.

« Random » enverra un bruit blanc avec un niveau de crête maximal de 0 dB à travers le plugin. Ce signal a également une réponse en fréquence plate, mais seulement si vous en calculez la moyenne sur une période suffisamment longue. La réponse en phase, en revanche, fluctue de manière aléatoire.

En ce qui concerne l'analyse du signal de sortie, « Magnitude » affiche les valeurs absolues des composantes de fréquence contributives dans la sortie transformée en Fourier du plugin testé, tandis que « Phase » affiche la réponse en phase correspondante. La taille FFT par défaut est de 16384 échantillons. Cette taille peut être doublée ou quadruplée dans la fenêtre « Settings » (voir la discussion plus loin).

Dans la fenêtre d'analyse linéaire, une courbe peut être enregistrée en appuyant sur le bouton « Store » et continuera ensuite à s'afficher lorsque les paramètres du plugin chargé sont modifiés ou qu'un nouveau plugin est chargé, afin de faciliter la comparaison entre les paramètres ou les plugins. « Clear » supprimera à nouveau cette courbe enregistrée

Analyse harmonique

L'objectif de l'analyse de la réponse harmonique d'un plugin est d'observer la réponse d'un plugin lorsqu'il reçoit un signal dont le contenu fréquentiel est précisément défini (par opposition au pic delta de la section linéaire).

a : Mode fréquence unique

Nous avons ici le choix entre deux méthodes différentes d'analyse harmonique :

« THD » (distorsion harmonique totale) et « IMD » (distorsion intermodulaire). En mode THD, le signal d'entrée est constitué d'une onde sinusoïdale pure (dont la fréquence et l'intensité peuvent être modifiées dans les « Paramètres »). L'amplitude et la fréquence de l'onde d'entrée peuvent être réglées à l'aide des curseurs horizontaux « dB » et « Hz » respectivement. La sortie se compose généralement d'un pic important à la fréquence d'entrée, plus, si le plugin génère un contenu harmonique en raison d'un algorithme non linéaire, un ou plusieurs pics, généralement à des multiples entiers de la fréquence d'entrée(harmoniques supérieures). Lorsque l'aliasing se produit, des harmoniques supérieures qui sont théoriquement supérieures à la fréquence de Nyquist sont produites, ce qui se reflète sur l'emplacement de la fréquence de Nyquist et entraîne des pics supplémentaires à des valeurs non entières de la fréquence d'entrée.

Outre l'inspection visuelle du signal résultant, deux mesures de la distorsion générée par le plugin sont affichées dans ce mode, qui seront indiquées dans le coin supérieur droit du graphique : THD et THD+N. Le THD est défini comme le rapport inverse entre l'amplitude du signal sinusoïdal d'entrée et la somme des amplitudes des pics à des valeurs entières.

Le THD+N est le rapport inverse entre l'amplitude du signal d'entrée et l'amplitude de « tout le reste », qui comprend toutes les harmoniques supérieures, mais aussi tout ce qui se trouve entre les deux.

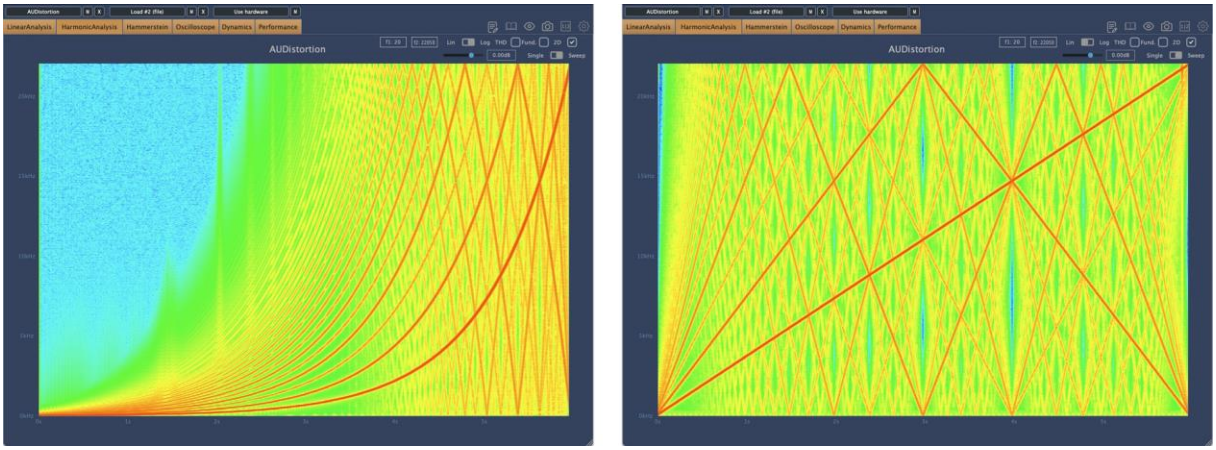
Le mode « IMD » utilise deux fréquences d'entrée, une basse et une haute, avec une différence d'intensité de 12 dB, c'est-à-dire que la fréquence la plus basse est à 0 dB, la plus haute à -12 dB. La fréquence d'entrée la plus basse est réglée à 60 Hz, la plus haute à 7000 Hz. Si le plugin crée un contenu harmonique supplémentaire, celui-ci apparaîtra non seulement dans les harmoniques supérieures des deux fréquences d'entrée, mais aussi dans les pics modulés de la fréquence supérieure par la fréquence inférieure :

vous verrez un pic à 60 Hz, un pic à 7000 Hz et, s'il y a une distorsion intermodulaire, plusieurs pics à 7000 +- N*60 Hz. Plugindoctor calcule une valeur numérique pour l'IMD en divisant la somme RMS des contributions de 10 pics modulés inférieurs à 7000 Hz et de 10 pics modulés supérieurs à 7000 Hz (tous les pics avec une distance de 60 Hz entre 6400 Hz et 7600 Hz) par l'amplitude du pic entrant de 7000 Hz.

b : Mode balayage

• 1D : dans ce mode, la réponse du plugin testé est mesurée sur toute une gamme de fréquences d'excitation : activez le bouton « sweep » et Plugindoctor balayera en continu les fréquences basses à hautes, avec une amplitude que vous pouvez choisir à l'aide du curseur « dB ». Vous remarquerez que le bouton qui, avant d'activer le bouton « sweep », servait à basculer entre THD et IMD, vous permet désormais de choisir entre THD et fondamentale. Réglez-le sur THD, et Plugindoctor calculera la réponse THD par fréquence. Réglez-le sur fondamental, et vous verrez le gain ou la réduction en dB de l'onde à fréquence unique actuellement appliquée. Pour les plugins strictement linéaires, cette réponse sera identique aux résultats de la section « Linéaire » ; dès que des non-linéarités entrent en jeu, les deux mesures sont généralement différentes. La fréquence la plus basse est définie par la nécessité d'intégrer 10 oscillations dans le tampon audio utilisé pour la mesure. Elle sera donc influencée à la fois par votre taux d'échantillonnage et vos paramètres de qualité (ces derniers modifiant la taille du tampon). Veuillez noter que, pour le calcul du THD, les résultats seront nuls lorsque la fréquence de balayage approchera ¼ de la fréquence d'échantillonnage, car il n'y aura plus d'harmoniques supérieures entre la fréquence appliquée et la fréquence de Nyquist

(½ de la fréquence d'échantillonnage).



Légende : Figure 1 : balayage 2D avec augmentation exponentielle (à gauche) et linéaire (à droite) de la fréquence sinusoïdale, et harmoniques clairement visibles à des multiples entiers de la fréquence fondamentale.

2D : Dans le balayage bidimensionnel, le signal de test est également un balayage sinusoïdal (d'une durée d'environ 6 secondes), mais le résultat est représenté à la fois en fonction du temps (sur l'axe x) et de la fréquence (sur l'axe y). Pour être précis, le graphique bidimensionnel en couleurs montre les valeurs log-abs de la transformée de Fourier d'une série de réponses décalées dans le temps et fenêtrées dans le temps du plugin testé à mesure que la fréquence de test appliquée augmente.

Vous devriez normalement voir la fréquence fondamentale sous forme de ligne rouge, et selon que le plugin produit des harmoniques plus élevées, vous devriez voir une ou plusieurs lignes au-dessus de la fréquence fondamentale. Le plus intéressant est que vous pouvez utiliser le graphique en 2D pour repérer rapidement l'aliasing : toute ligne de fréquence supplémentaire qui atteint la limite supérieure du spectre de fréquences (définie par la fréquence de Nyquist) et qui est ensuite réfléchie lorsque la fréquence fondamentale augmente davantage est un signe d'aliasing.

Veuillez garder à l'esprit que l'échelle de couleurs est logarithmique ici : il y a une différence de (par défaut) -200 dB entre la couleur la plus élevée (rouge) et la couleur la plus basse (bleue). Vous pouvez définir les valeurs maximales et minimales qui sont mappées en rouge et bleu à l'aide du curseur à deux valeurs situé à droite de la zone du graphique. Vous pouvez sélectionner la fréquence basse (f1) et la fréquence haute (f2) du balayage, et basculer entre une augmentation linéaire et exponentielle de la fréquence à l'aide du commutateur Lin/Exp. Un seul plugin à la fois est affiché ici. Si deux plug-ins sont chargés (ou si vous utilisez du matériel externe), vous pouvez sélectionner les résultats que vous souhaitez voir dans un menu déroulant

.

Oscilloscope :

la fenêtre de l'oscilloscope affiche le signal audio sortant du plug-in, avec une onde sinusoïdale comme signal d'entrée. Ce mode est utile pour examiner avec précision les déformations possibles d'une onde sinusoïdale dues, par exemple, à un compresseur très rapide ou à un plug-in de distorsion. Il existe deux façons d'afficher les données audio: lorsque « Time » est sélectionné à l'aide du bouton situé dans le coin supérieur droit, l'axe x affiche le temps en secondes, tandis que l'axe y affiche le signal audio sortant du plugin. Lorsque « Wavesh. » est sélectionné, l'axe x correspond au signal audio entrant dans le plugin, tandis que l'axe y correspond à nouveau au signal sortant. Ce mode est utile pour voir comment le plugin façonne l'audio entrant. En mode waveshaping, un curseur peut être utilisé pour régler le délai dans les échantillons entre les données audio entrantes et sortantes affichées. Il est réglé sur la latence signalée par défaut par le plugin, mais des retards peuvent se produire même avec un plugin qui a officiellement une latence de zéro échantillon, en raison d'effets de phase non linéaires.

L'amplitude et la fréquence du signal de test peuvent être réglées à l'aide des deux curseurs respectifs.

La dynamique examine la réaction d'un plugin à différents niveaux d'entrée. Là encore, le signal d'entrée est une onde sinusoïdale unique dont la fréquence peut être modifiée dans les paramètres.

Il existe deux modes : « Ramp » et « Attack/Release ». En mode « Ramp », le plugin reçoit séquentiellement une onde sinusoïdale (de fréquence sélectionnable) avec un niveau d'entrée augmentant (par défaut) de -100 dB à 0 dB par paliers de 1 dB, puis retournant à -100 dB dans une boucle sans fin. À l'aide des étiquettes modifiables dans l'onglet Dynamics, vous pouvez modifier les paramètres dB par défaut de la rampe.

Vous pouvez également régler le temps que Plugindoctor prend pour chaque mesure, en choisissant parmi 4 valeurs comprises entre 0,4 et 1,5 s. Alors que pour tester un plugin, le temps réel d'attente pour qu'une mesure soit effectuée sera beaucoup plus court, car un plugin peut fonctionner beaucoup plus rapidement qu'en temps réel, il en va autrement lorsqu'il s'agit de tester du matériel externe, car dans ce cas, le temps ne peut pas être accéléré. Veuillez vous assurer que le temps sélectionné est plus long que les temps d'attaque potentiels, sinon la lecture sera inexacte. Pour chaque niveau d'entrée, l'amplitude maximale du signal de sortie du plugin est enregistrée et affichée sous forme de graphique.

En mode Attack-Release, le plugin reçoit une séquence de trois ondes sinusoïdales avec trois niveaux différents. La durée de chacune des trois ondes, ainsi que leurs niveaux, peuvent être modifiés dans « Settings ». En général, on observe une certaine durée avec un niveau d'entrée inférieur au seuil du compresseur, puis une certaine durée au-dessus du seuil, et enfin une troisième durée inférieure au seuil. En observant le signal de sortie affiché du plug-in alimenté par ce type de signal, on peut voir à quelle vitesse un compresseur réagit lorsque le signal dépasse son seuil (« attack ») ou lorsqu'il repasse en dessous du seuil (« release »).

Hammerstein : cet onglet fournit un aperçu plus détaillé du comportement non linéaire d'un plugin ou d'un équipement matériel. En bref, le modèle Hammerstein tente d'ajuster le système étudié à une série de puissances, chaque composant de la série étant multiplié par son propre filtre linéaire. Vous pouvez sélectionner l'ordre de la série de puissances, avec un maximum de 7 autorisé.

De cette façon, vous pouvez voir non seulement dans quelle mesure une certaine harmonique supérieure (par exemple, x^3) contribue au signal, mais aussi comment sa réponse diffère selon les

fréquences. Techniquement, le modèle Hammerstein se compose des termes diagonaux du noyau de Volterra correspondant. Ce manuel n'est pas le lieu approprié pour fournir une explication plus détaillée, je vous renvoie donc à l'adresse https://ant-novak.com/pages/sss/ pour une explication plus détaillée de la méthode d'analyse sous-jacente.

Performances : ce module mesure le temps passé dans le traitement d'un plugin callback comme le nombre d'échantillons que le plugin traite. Il y aura quelques fluctuations dues à la charge variable du processeur de votre ordinateur, mais en général, cela vous donnera une bonne idée de la façon dont votre plugin se compare à d'autres plugins effectuant des tâches de traitement comparables, ou s'il existe des tailles d'échantillons spécifiques qui prennent plus de temps qu'elles ne le devraient (peut-être en raison de réallocations).

Paramètres

La page Paramètres (accessible via le bouton avec le symbole des paramètres standard dans le coin supérieur droit de Plugindoctor) vous permet de contrôler un certain nombre de valeurs utilisées dans l'analyse et lors de l'affichage des résultats :

• la première ligne vous permet de sélectionner la fréquence d'échantillonnage globale

• dans la ligne suivante, « qualité » fait référence à la fois à la taille globale du tampon et à la taille FFT utilisée dans « Linéaire » et « Harmonique ». « Normal » correspond à 16384 échantillons, « Supérieur » et « Maximum » augmentant ce nombre d'un facteur 2 chacun.

• le menu déroulant « Speed » vous permet de régler la vitesse de traitement : par défaut, Plugindoctor envoie autant d'échantillons que possible au plugin, ce qui signifie qu'il est beaucoup plus rapide que le temps réel. Cela peut parfois entraîner un scintillement inhabituel sur l'interface utilisateur de certains plugins, et bien sûr également une consommation élevée du processeur. Pour cette raison, vous pouvez ralentir Plugindoctor : un peu contre-intuitif, « Temps réel » est l'option la plus lente, où le plugin reçoit exactement autant d'échantillons par seconde que le dicte la fréquence d'échantillonnage. À partir de là, vous pouvez augmenter la vitesse en trois étapes, jusqu'à ce que « ultra » soit à nouveau aussi rapide que possible.

• Vous pouvez choisir entre trois combinaisons de couleurs d'arrière-plan légèrement différentes à l'aide des trois boutons suivants.

• Les six boutons suivants (3x2) vous permettent de choisir les couleurs des différentes courbes affichées par PluginDoctor (le texte sur les boutons est, espérons-le, explicite)...

• « Charger le dernier plugin au démarrage » vous permettra de démarrer une nouvelle session PluginDoctor avec le ou les mêmes plugins que ceux chargés lors de la dernière fermeture de PluginDoctor.

• « Enregistrer comme valeur par défaut » permet à Plugindoctor d'utiliser les paramètres actuellement sélectionnés comme valeurs par défaut.

• Si vous souhaitez analyser du matériel audio externe (disponible uniquement dans la version autonome !), veuillez cliquer sur le bouton « Afficher les paramètres du matériel audio » afin d'acheminer correctement votre signal vers et depuis le périphérique externe

.

Analyse du matériel (version autonome)

Pour analyser du matériel audio externe tel qu'un égaliseur ou un compresseur externe, vous devez connecter le matériel à votre interface audio, avec une sortie allant de l'interface à l'entrée du matériel (mono ou stéréo) et la sortie du matériel revenant à un canal d'entrée de votre interface audio

. Dans les paramètres de Plugindoctor, utilisez la boîte de dialogue « Afficher les paramètres du matériel audio » pour sélectionner l'entrée et la sortie de votre interface que vous avez utilisées pour connecter le matériel. Sous Windows, vous pouvez également choisir le pilote que vous souhaitez utiliser : DirectSound, Windows Audio ou ASIO (si votre périphérique prend en charge ce dernier). Veillez à utiliser le même taux d'échantillonnage dans la boîte de dialogue des paramètres matériels que celui que vous avez choisi dans les paramètres de Plugindoctor, sinon vous obtiendrez des résultats incorrects.

Une fois tout configuré, il suffit d'activer le bouton « Utiliser le matériel » dans le coin supérieur droit de Plugindoctor et tous les signaux d'analyse seront acheminés via votre chaîne matérielle. À partir de là, toutes les analyses seront effectuées de la même manière que si vous analysiez un plugin audio. Pour arrêter l'analyse de votre matériel et revenir à l'analyse des plugins, il suffit d'activer à nouveau le bouton « Utiliser le matériel »et de sélectionner un plugin à analyser comme d'habitude.

Votre boucle matérielle aura inévitablement une latence non nulle, ce qui aura un effet sur la réponse en phase calculée dans la section d'analyse linéaire. Cette réponse en phase est réelle, dans le sens où le retard se produit réellement lorsque vous intégrez votre équipement externe. Néanmoins, vous pourriez être intéressé par la réponse en phase corrigée en fonction de la latence. Pour cela, cliquez sur le bouton « Ajuster la latence matérielle », attendez une ou deux secondes, et la latence de l'ensemble de votre chaîne matérielle sera prise en compte. Cette opération doit être répétée lorsque vous modifiez la fréquence d'échantillonnage.