

Mesure du rapport signal/bruit à la sortie d'une aide auditive avec la procédure d'Hagerman et Olofsson

Avec Audacity

Description : la procédure d'Hagerman et Olofsson (2004) consiste en la mesure puis combinaison de deux signaux, envoyés en deux temps, dans une aide auditive.

Le premier signal comprend le signal (la parole) et du bruit (au choix) à un rapport signal/bruit connu. Le second signal comprend le signal (même niveau que précédemment) et le bruit (même niveau) en opposition de phase.

Si on nomme $A(in)$ le premier signal et $B(in)$ le second, on obtient en sortie d'aide auditive $A(out)$ et $B(out)$. La procédure consiste à effectuer $A(out)+B(out)=(S+N)+(S-N)=2S(out)$, puis $A(out)-B(out)=2N(out)$.

Donc $RSB(out)=2S-2N$

Dans Audacity, cette procédure est légèrement différente mais aboutit au même résultat du rapport signal/bruit en sortie de l'aide auditive.

Création des signaux de test $A(in)$ et $B(in)$

Par exemple, pour créer un fichier d'une minute comprenant en piste stéréo A l'ISTS et en piste stéréo B un bruit vocal : aller sur le site de l'EHIMA (<http://www.ehima.com/ehima2/>) et télécharger les signaux ISTS 16bits et IFFM (ou IFnoise).

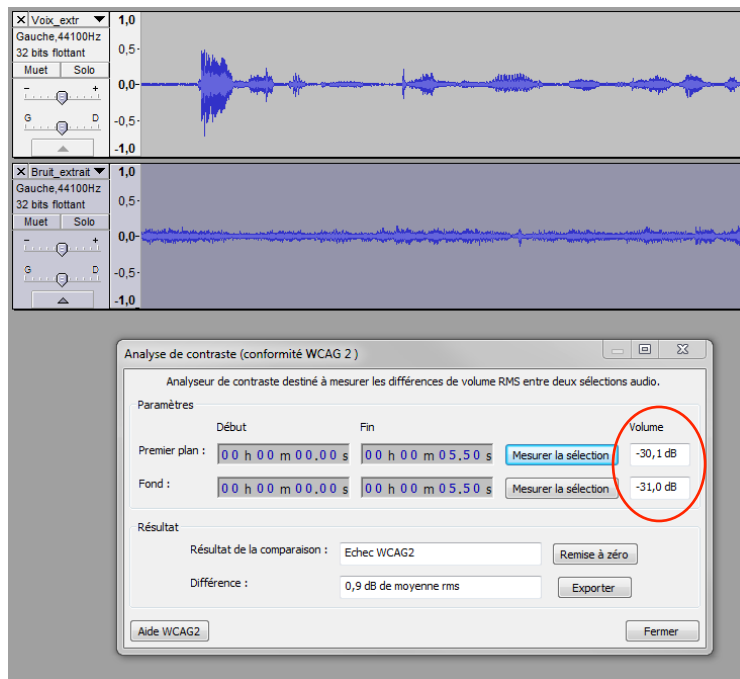
Ces signaux devront faire 1 minute chacun au total.

Création de $A(in)$

Dans Audacity, ouvrir le fichier ISTS.wav, puis séparer la piste stéréo et supprimer la piste la piste stéréo B.

Ouvrir le fichier IFnoise.wav et suivre la même procédure. Sélectionner la totalité du signal, le copier et le coller sous l'ISTS (en seconde piste stéréo).

Revenir au fichier ISTS, le sélectionner en totalité. Faire « Analyse » et « Contraste » ; noter le niveau RMS du signal. Faire de même pour le fichier bruit. Vous obtenez :



Noter la différence de niveau entre les deux signaux, ici -30,1dB pour la voix et -31,0dB pour le bruit.

Si par exemple on veut créer un signal A(in) de RSB 0dB il va falloir augmenter le niveau du bruit de 0,9dB :

Sélectionner la piste bruit en totalité, faire « Effets » et « Amplification » et ajuster de +0,9dB le niveau. Les deux signaux ont maintenant le même niveau RMS.

Fusionner (joindre) ces deux pistes en stéréo.

Exporter ce fichier en le nommant « nom signal_nom bruit_SplusN_RSB0dB.wav » à FS=44.1KHz en profondeur 16bits.

Création de B(in)

Ouvrir le fichier créé précédemment, séparer les pistes stéréo. Sélectionner la piste bruit et faire « Effets » « Inverser ». La piste bruit est maintenant en opposition de phase.

Fusionner en stéréo et exporter en nommant « nom signal_nom bruit_SminusN_RSB0dB.wav » à FS=44.1KHz en profondeur 16bits.

Création de sinusoïdes dans A(in) et B(in)

Ouvrir A(in) créé précédemment.

Générer une sinusoïde de 880Hz de 5ms au début et à la fin de ce signal d'amplitude définie en fonction de celle du signal (donc assez émergente) : « Générer » « Son » → 880Hz/5ms. Exporter le signal en écrasant le précédent « nom_signal_nom bruit_SplusN_RSB0dB.wav ».

Faire la même chose avec B(in) avec le signal précédent SminusN.

Ces sinusoïdes serviront à l'alignement temporel de A(out) et B(out) par la suite.

Mesures

Nous avons maintenant deux signaux A(in) et B(in) de 1 minute chacun avec sinusoïdes placées strictement aux mêmes endroits.

Le fait d'enregistrer la parole en piste A et le bruit en piste B permettra de dissocier ces signaux sur deux HP différents (un frontal pour la parole et un ou deux latéraux/arrières pour le bruit).

Si le but n'est pas de tester en champ libre mais au caisson (un seul HP), il faut créer un signal pour lequel la parole et le bruit sont présents sur chaque piste stéréo (et non pas un signal par piste).

Créer autant de fichiers de cette façon qu'il y a de RSB à tester (-4dB, +3dB, etc.).

En champ libre, après étalonnage des HP frontal et arrière(s), placer l'aide auditive sur coupleur ou sur mannequin avec micro de mesure en fond de coupleur ou en fond d'oreille. Régler l'enregistrement avec une qualité **mono** et FS=48KHz en profondeur 24bits. Etalonner la sensibilité d'enregistrement au plus haut possible pour obtenir un signal enregistré avec la plus grande amplitude possible (en saturation ou extrême limite de saturation).

Réaliser le premier enregistrement en émettant A(in). Le signal enregistré sera nommé A(out) en utilisant la nomenclature « nom appareil_nom signal_nom bruit_SplusN_RSB0dB.wav ».

Réaliser le second enregistrement avec B(in). B(out) sera nommé « nom appareil_nom signal_nom bruit_SminusN_RSB0dB.wav ».

Filtrage

Lors de l'enregistrement des signaux, il est préférable d'appliquer un filtre passe-haut à 100Hz afin d'éviter trop de bruit de fond.

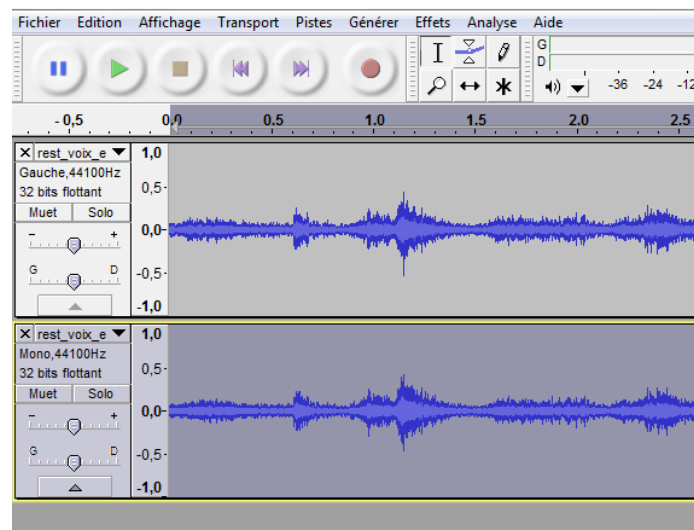
De même, après enregistrement, il est conseillé de filtrer passe-bas en fonction de la bande passante de l'appareil. Par exemple pour filtrer passe-bas à 6300Hz :

Ouvrir A(out) puis B(out) dans Audacity une fois nommés comme vu précédemment. Sélectionner chaque signal en totalité et appliquer un filtrage passe-bas : « Effets » « Low pass filter » et pente de 24dB à 6300Hz par exemple.

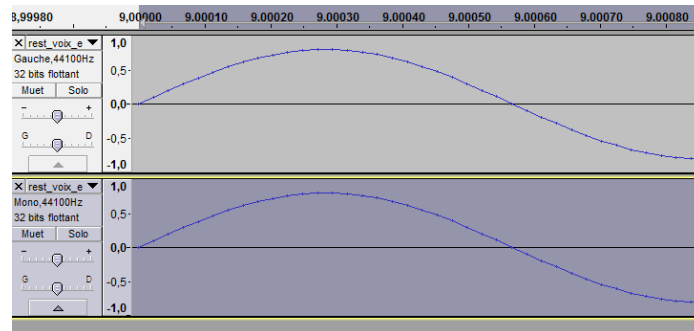
Alignement et sélection

Alignement temporel

Copier ensuite A(out) et B(out) l'un sous l'autre :



A l'aide de l'outil loupe (zoom) grossir les courbes au maxi jusqu'à voir les point d'échantillonnage. Se centrer sur les sinusoïdes de début (possible) ou de fin (conseillé) pour aligner les signaux :

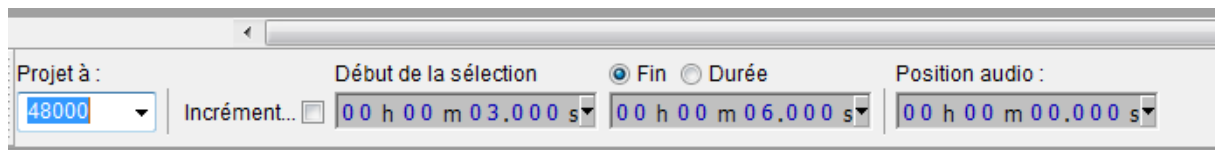


Ecouter l'enregistrement mixé des deux pistes (touche espace) et rectifier l'alignement avec l'outil « glissement temporel » (la double flèche de la barre d'outils).

Lorsque les deux signaux sont alignés, quasiment la voix seule est audible. En fonction des fabricants, un bruit de fond ou des artefacts peuvent plus ou moins persister. Attention : certains appareils sont très délicats à aligner temporellement.

Sélection

Sélectionner 20 à 30 secondes de A(out) en fin de mesure (sans la sinusoïde). Ajuster avec précision la durée de la sélection dans la barre temporelle :



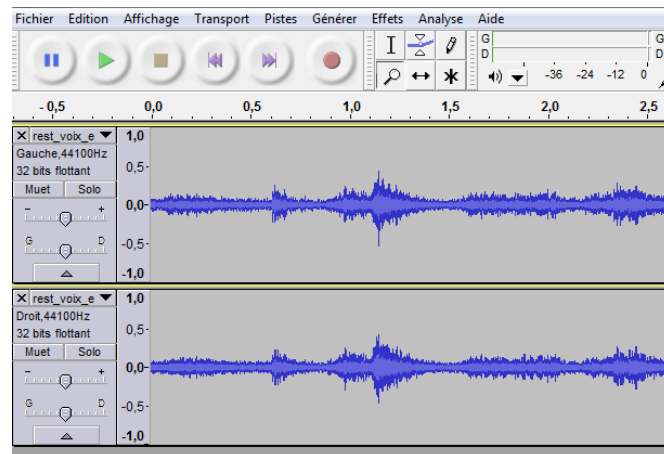
Faire « Edition » « Copier », puis « Fichier » « Nouveau » et coller la sélection temporelle de A(out) et l'exporter en la nommant « nom appareil_nom signal_ nom bruit_SplusN_RSBOdB_proc.wav »

Répéter strictement la même sélection temporelle avec B(out) et créer également un nouveau fichier « nom appareil_nom signal_ nom bruit_SminusN_RSBOdB_proc.wav »

Analyse du RSB avec les signaux A(out)_proc et B(out)_proc

Nous avons donc deux signaux S+N et S-N passés dans les aides auditives, sélectionnés pour la même séquence temporelle. Théoriquement, en jouant ces deux signaux simultanément, seule la parole est audible. L'opération suivante consiste à extraire de ces signaux la parole seule et le bruit, puis en mesurer le niveau RMS individuel.

1. Une fois les fichiers A(out)_proc et B(out)_proc alignés et copiés l'un sous l'autre on obtient :



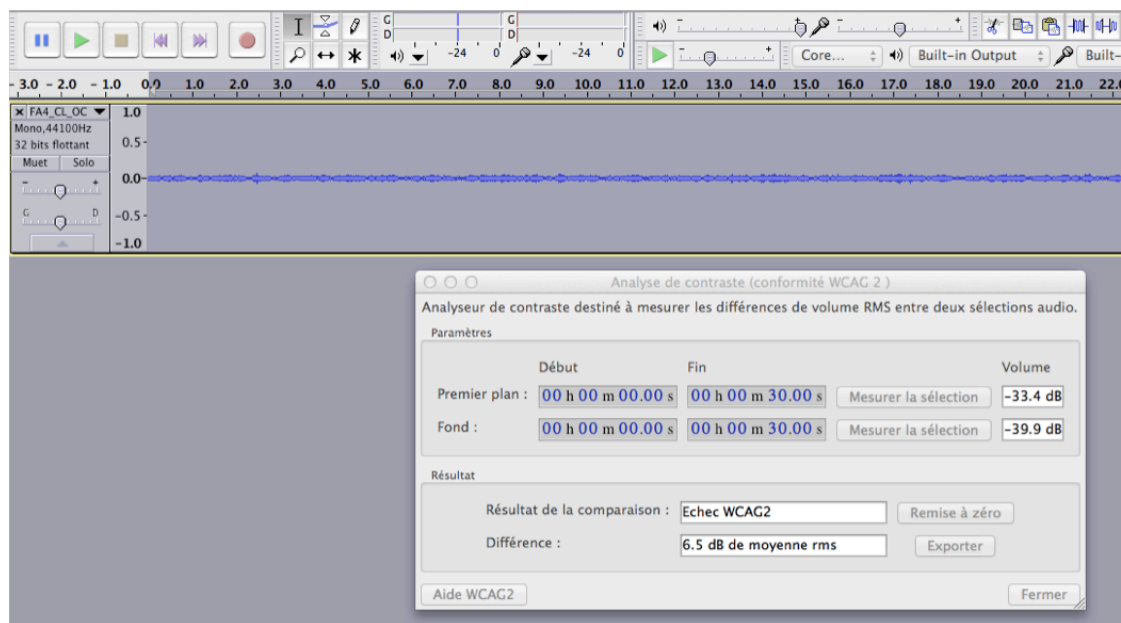
Sélectionner les deux pistes et « joindre en piste stéréo ». Ensuite « Pistes » puis « Piste stéréo vers mono » va additionner les deux pistes stéréo. Le bruit qui se retrouve en opposition de phase s’annule, la parole en addition de phase. On a donc un fichier parole +6dB (addition de deux signaux en phase).

Sélectionner la totalité de cette piste puis « Analyse de contraste » et on obtient le niveau RMS de la piste.

2. En revenant à l’étape 1. (deux pistes mono) et en sélectionnant la seconde piste puis « Effets » « Inverser » on inverse la phase de cette piste. Joindre ensuite en stéréo puis « Piste mono vers stéréo » et on obtient le bruit seul (+6dB).

« Analyse de contraste » en donne le niveau RMS.

Le rapport signal sur bruit en sortie de l’aide auditive est donc $\text{RMS parole} - \text{RMS bruit}$:



A refaire pour chaque RSB.

Xavier DELERCE. Alexandre GAULT. Décembre 2013.