Aurora for Dummies vol.2

Après la description pratique de l'utilisation du couple CoolEdit + Aurora faite par Jean Leung, il est ici proposé d'utiliser la réponse impulsionnelle afin de calculer le spectre de distorsion.

Le HP ici mesuré est la compression 1" Radian 475PB associé au pavillon FD700 de la MHP.
On constatera une bande passante qui descend jusqu'à environ 1000Hz et des distorsions qui augmentent pour les fréquences inférieures à 1400Hz.

Au sommaire :

I. Rappel de la mesure de la réponse impulsionnelle avec Adobe Audition + Aurora

II. Débruitage de la mesure impulsionnelle

III. Spectres de distorsion

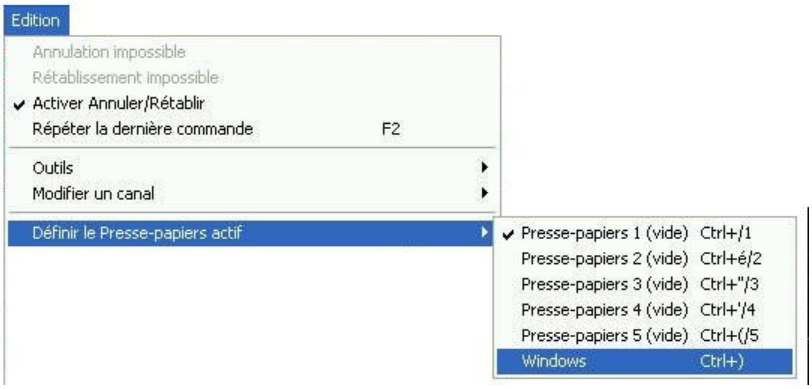
IV. Spectres de distorsion relatifs

V. Bibliographie

VI. Historique

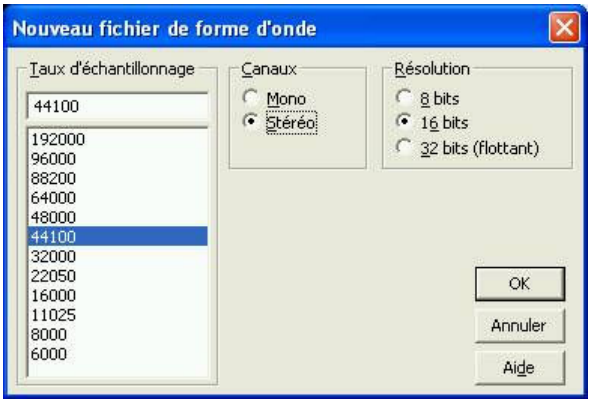
I. Rappel de la mesure de la réponse impulsionnelle avec Adobe Audition + Aurora

Dans Adobe Audition 1.5, choisir le Presse-papiers Windows



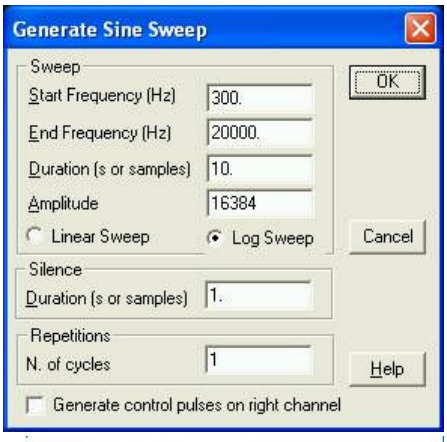
Créer un nouveau fichier 44,1kHz stéréo 16bits

Il est ici choisi un format 44,1k/16 pour ceux qui veulent graver un CD Audio, mais on peux aussi bien créer un fichier 48kHz mono 16bits.

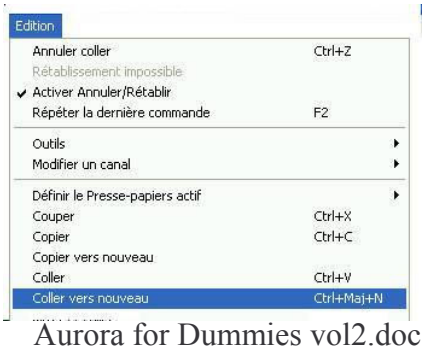


Créer le balayage de sinus avec Aurora

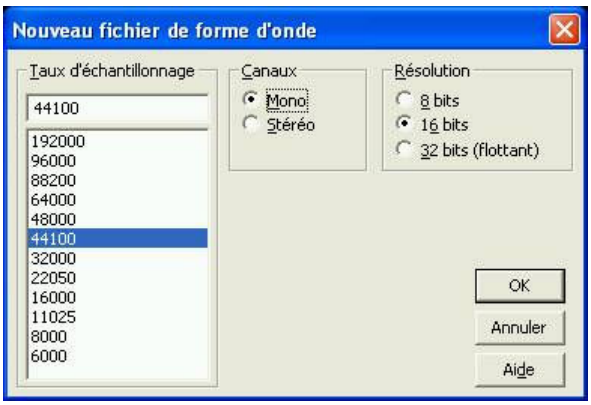
Le balayage choisi varie de 300Hz à 20kHz sur une durée de 10s.
Les autres paramètres sont par défaut (balayage log et 1s de silence à la fin)



Récupérer la réponse inverse avec « Coller vers nouveau »

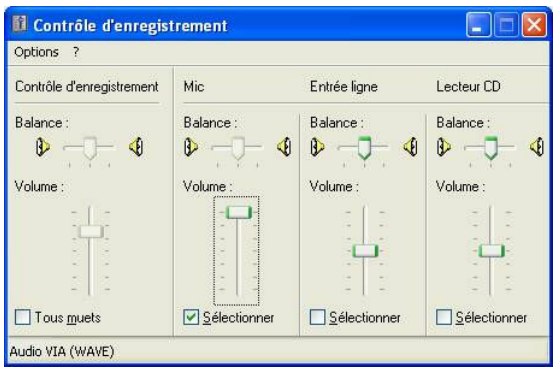


Créer un nouveau fichier 44,1kHz (ou 48kHz si le sine sweep est en 48kHz) mono 16bits



Brancher le microphone de mesure sur l'entrée line de la carte son (si vous avez un préampli micro) ou sur l'entrée micro (si vous n'avez pas de préampli micro).

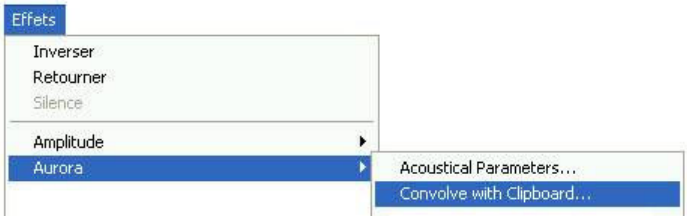
Dans le contrôle de l'enregistrement de Windows, sélectionner l'entrée sur laquelle est branché le microphone.



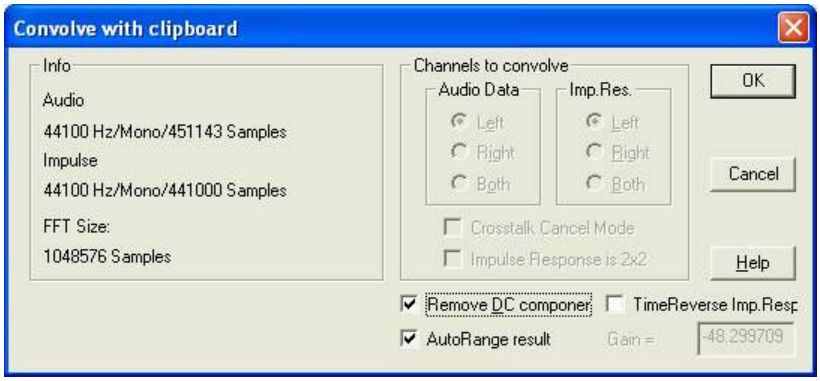
Ouvrir une session d'enregistrement (bouton rouge)

Basculer de fenêtre pour retrouver le sine sweet d'Aurora
Mettez votre casque anti-bruit.
Et lire le fichier (bouton play)
Arrêter l'enregistrement.

Effectuer la convolution par Aurora.



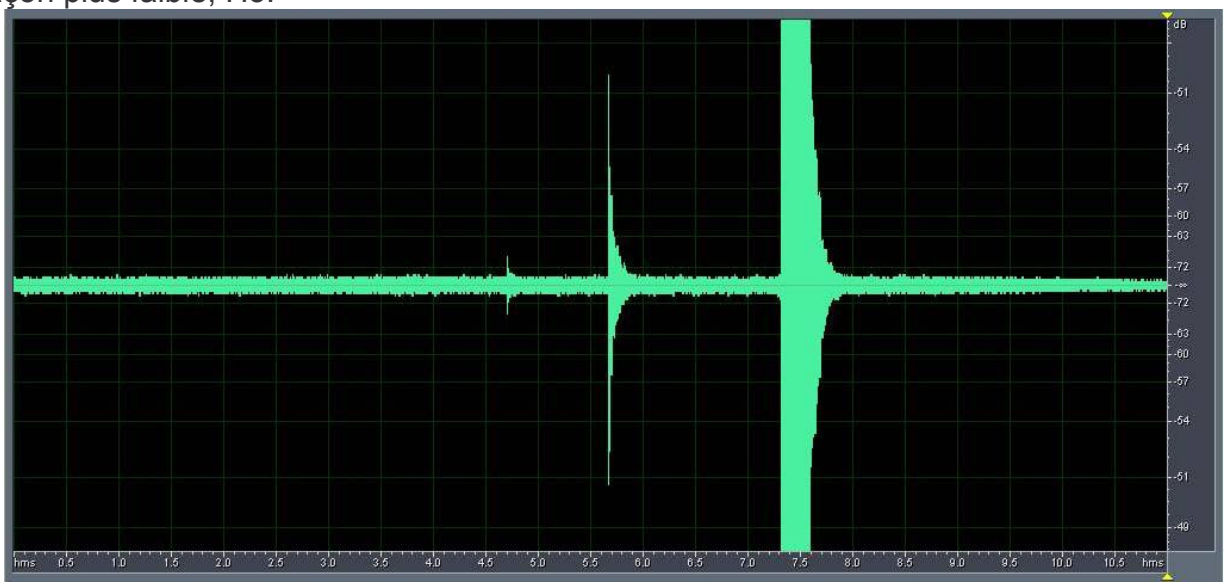
Utiliser les paramètres remove DC et Autorange et faire Ok.



Vous avez maintenant la réponse impulsionnelle.

Un petit zoom avec le bouton + de l'échelle verticale…

fait apparaître à gauche de l'impulsion principale les impulsions des distorsions. H2 et, de façon plus faible, H3.



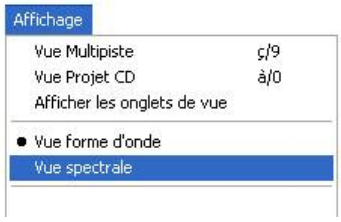
L'impulsion de la distorsion H2 est clairement visible.
Par contre l'impulsion de la distorsion H3 est noyée dans le bruit.
Il est donc souhaitable de débruiter le signal.

II. Débruitage de la réponse impulsionnelle

La méthode générale consiste à isoler et analyser le bruit de fond puis à retirer ce bruit du signal.

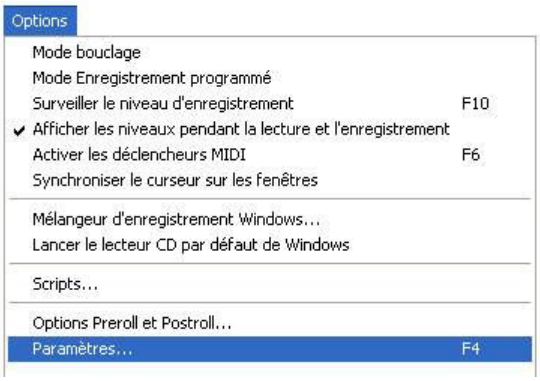
Une première étape consiste à limiter la longueur du fichier en éliminant l'extrême gauche et l'extrême droite du fichier.
Concrètement, nous avons conservé 5s avant l'impulsion principale et 2s après l'impulsion principal.
Le fichier impulse_475PB qui accompagne ce document concerne la mesure du Radian 475PB depuis le point d'écoute, il nous servira d'exemple pour la suite.

Passer en vue spectrogramme à partir du menu Affichage/Vue spectrale

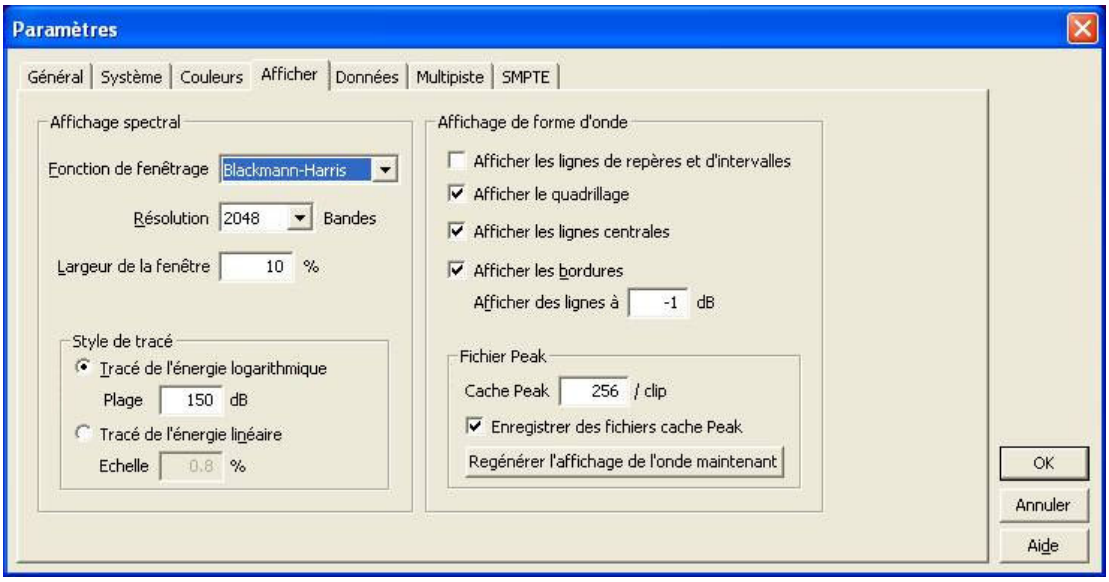


Le niveau d'une fréquence en fonction du temps est traduit par une couleur.

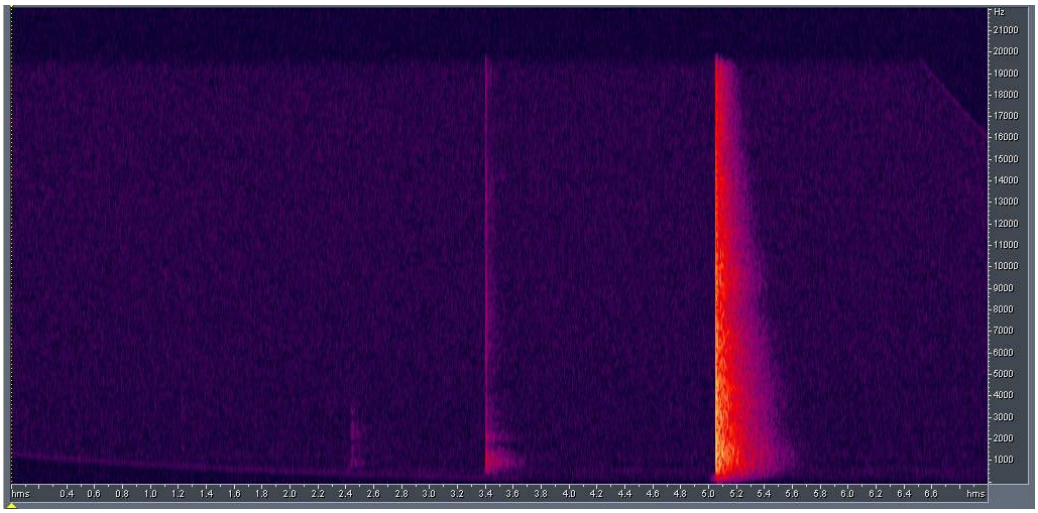
Le paramétrage de cet affichage se fait depuis le menu Options/Paramètres.



Choisir l'onglet Afficher

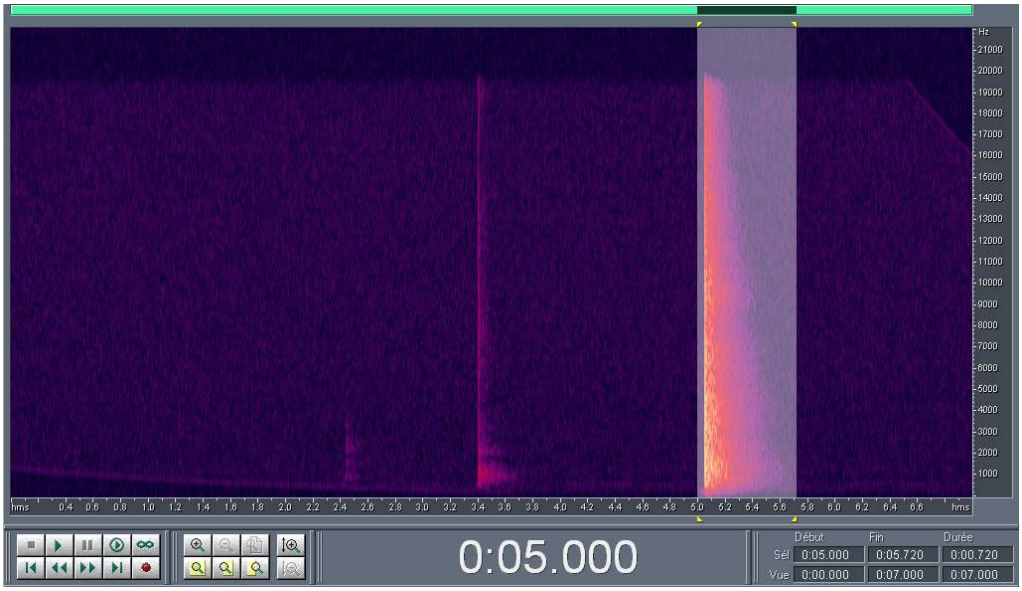


L'objectif est de bien faire apparaître le fond (plage du tracé de 150dB) en conservant le contraste avec les impulsions grâce à une bonne résolution (2048 bandes avec une largeur de 10%).
On obtient alors ceci :

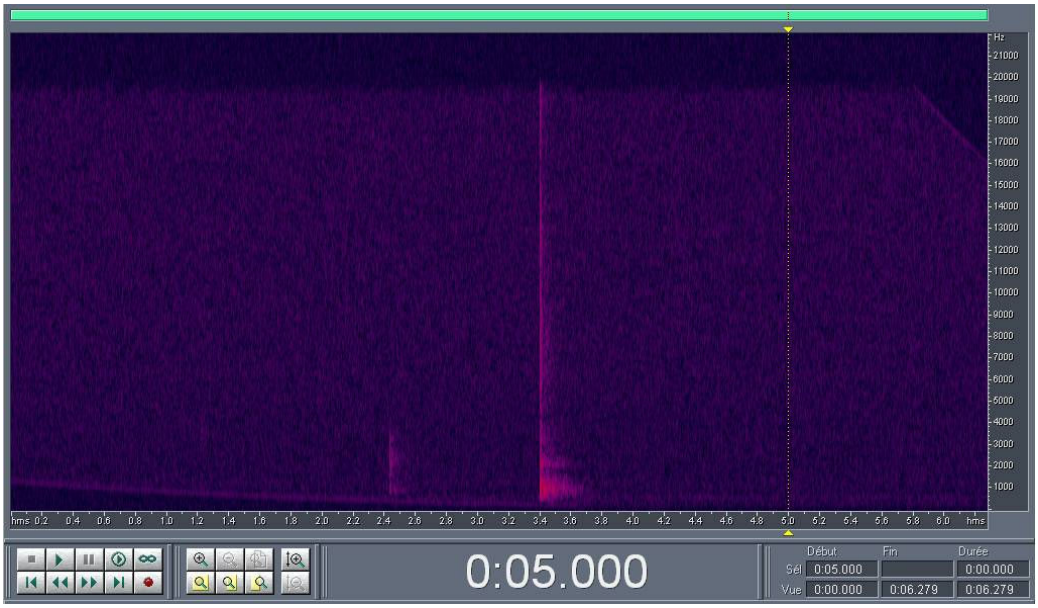


Pour isoler le bruit il faut enlever ce qui n'est pas du bruit, c'est-à-dire enlever l'impulsion principale, H2, H3…

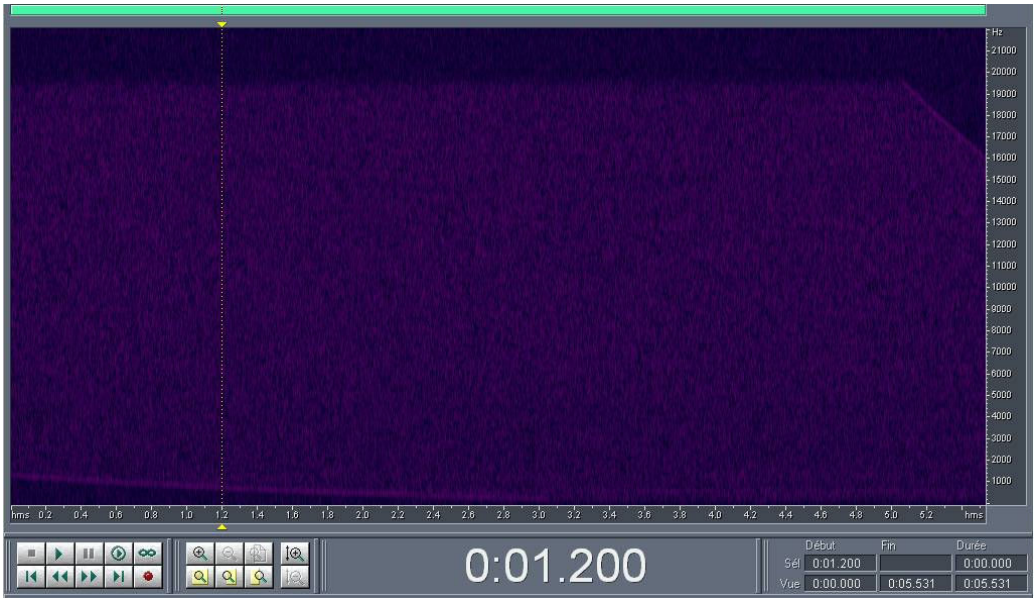
La réponse impulsionnelle étant sauvegardée, nous allons sélectionner l'impulsion principale (sur l'exemple de 5.000 à 5.720s)



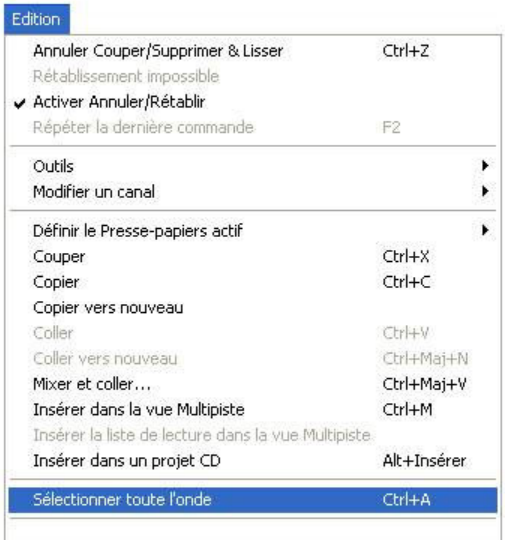
Un coup de « Suppr » sur le clavier ou de menu Edition/Couper et l'impulsion principale est supprimée.



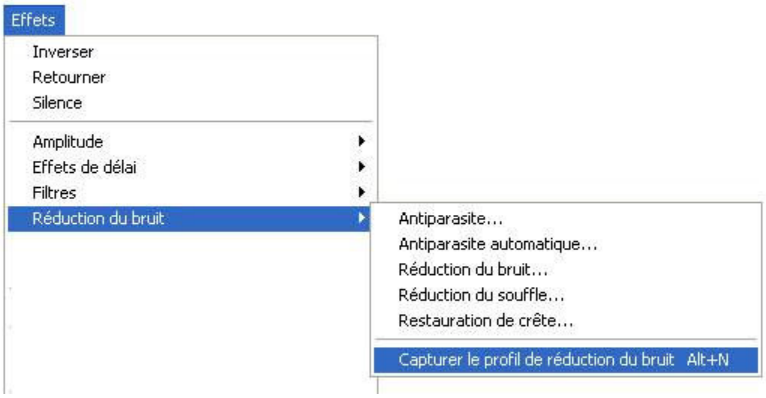
Faire de même pour l'impulsion H2 (environ de 3.367 à 3.8s) puis pour l'impulsion H3 (environ de 2.400 à 2.633s) puis pour l'impulsion H4 (environ de 1.200 à 1.281s).
Il ne vous reste maintenant que le bruit de fond.



L'ensemble du fichier est ensuite sélectionné avec le menu Edition/Sélectionner toute l'onde



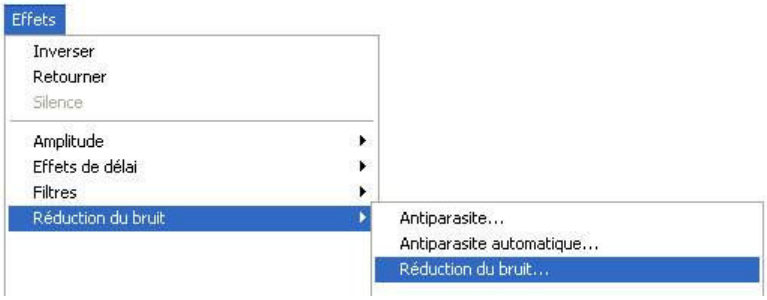
Puis le spectre de ce bruit de fond est mémorisé avec le menu Effets/Réduction du bruit/Capturer le profil de réduction du bruit



Un message vous indique alors que le profil de bruit a été capturé.

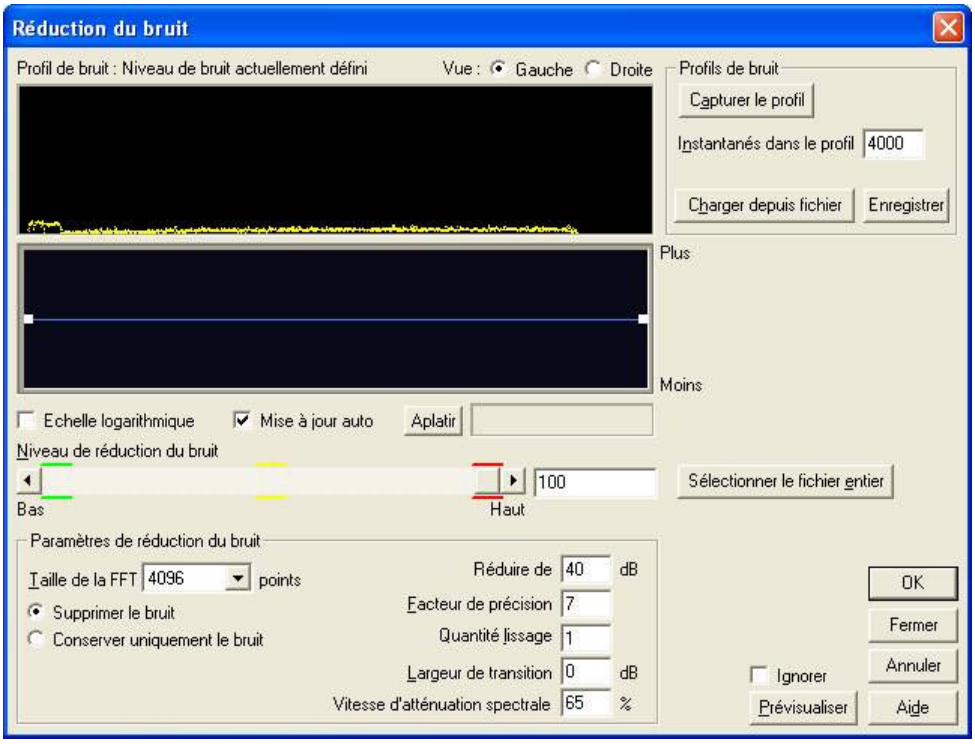
Faire Ok.

Reprenez votre réponse impulsionnelle et appliquer le profil de réduction de bruit avec le menu Effets/Réduction du bruit/Réduction du bruit…



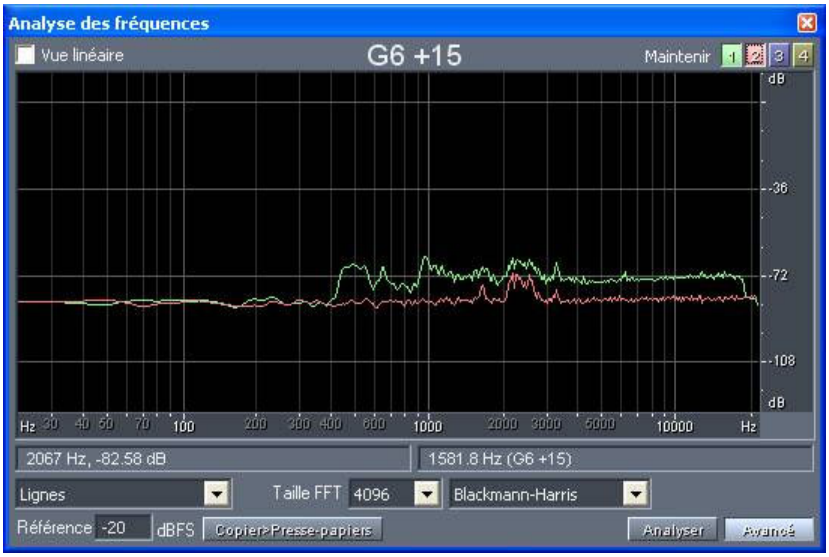
Le niveau de réduction de bruit est fixé à 100% et la taille de la FFT est de 4096 points.

Faire Ok



Sauvegardez la réponse impulsionnelle sous un nouveau nom.

Un bon moyen d'estimer l'efficacité de ce filtrage de réduction du bruit est de comparer l'analyse de spectre de l'impulsion des distorsions H3 avant (en vert) et après (en rouge).
Il reste essentiellement la zone 1500-3000 Hz.



III. Spectres de distorsion

Habituellement l'harmonique d'ordre 2 est comparée à la fondamentale en se basant sur la fréquence de la fondamentale.
Par exemple le niveau de l'harmonique d'ordre 3 à 3kHz est à comparer au niveau de l'harmonique 2 à 2kHz et au niveau de la fondamentale à 1kHz.
Il faut donc changer le taux d'échantillonnage de H2 et H3 afin de faire la comparaison avec H1.

Par ailleurs, le niveau du spectre d'une impulsion dépend de la durée analysée. Ainsi une augmentation d'un facteur 2 de la durée analysée (par exemple 0,5 -> 1s) diminue le niveau du spectre de 3dB.
Il est donc important d'avoir la même durée d'analyse lors de la comparaison des spectres H1, H2 et H3.
La durée d'analyse choisie est de 0,8s afin de prendre en compte la totalité de l'impulsion principale.
Cette même durée est utilisée pour le calcul des spectres de H2 et H3.

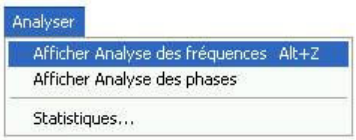
Nous allons commencer par isoler l'impulsion des distorsions H3 avec un Edition/Copier puis Edition/Coller vers nouveau.

Dans le menu Edition/Régler le taux d'échantillonage, le taux est régler à 14700 (44100 / 3).

Le niveau qui était, par exemple, à 3kHz va ainsi se retrouver à 1kHz.

Sélectionner l'impulsion sur une durée de 0,8s.

Aller dans le menu Analyser/Afficher analyse des fréquences



Dans l'écran Analyse des fréquences, cliquer sur Analyser.

« Vue linéaire » n'est pas coché afin d'avoir une échelle log en abscisse.

Le menu « Avancé » permet d'accéder aux options : taille de la FFT…

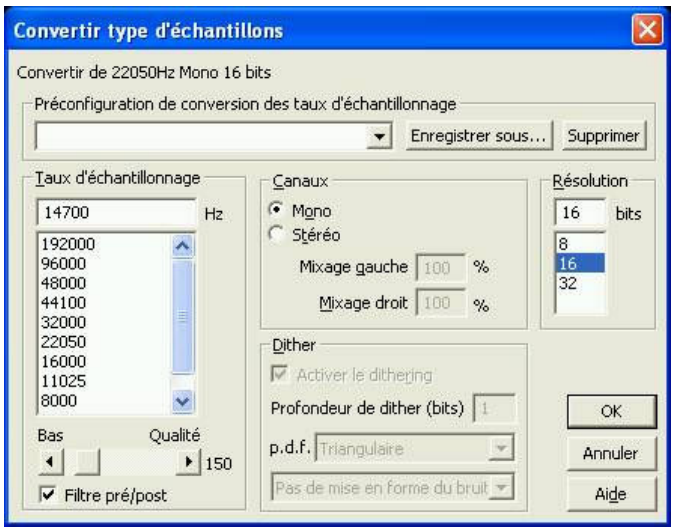
Cliquer sur maintenir 3 afin de conserver ce spectre (en violet ci-contre).

Isoler de même l'impulsion des distorsions H2 avec Edition/Copier puis Edition/Coller vers nouveau.

Régler le taux d'échantillonnage à 22050Hz (44100 / 2).

Le niveau qui était, par exemple, à 2kHz va ainsi se retrouver à 1kHz.

Pour que l'impulsion H2 puisse être comparer à l'impulsion de H3 après son réglage à 14700Hz, il faut passer par Edition/Convertir le type d'échantillon en 14700Hz.



Sélectionner l'impulsion H2 ainsi converti sur une durée de 0,8s.

Retourner dans la fenêtre Analyse des fréquences et cliquer sur Analyser.

Cliquer sur maintenir 2 afin de conserver ce spectre (en rouge ci-contre).

Reste l'impulsion principale qui doit également être converti au même taux de 14700Hz.

Isoler l'impulsion principale avec Edition/Copier puis Edition/Coller vers nouveau.

Comme pour H2, convertir le type d'échantillon en 14700 Hz.

Sélectionner l'impulsion sur une durée de 0,8s.

Retourner dans la fenêtre Analyse des fréquences et cliquer sur Analyser.

Cliquer sur maintenir 1 afin de conserver ce spectre (en vert ci-contre).

Et voila !
Vous avez sur un même spectre : la courbe de réponse H1 et les distorsions H2 et H3.

Ces courbes de réponse en fréquence et de distorsions concernent le Radian 475PB associé au pavillon FD700 de la MHP.

A titre de comparaison voici ce que l'on obtient avec le RCF N681 associé au même pavillon FD700.

Dans les deux cas l'harmonique H2 est majoritaire, le niveau de distorsion est légèrement plus élevé pour le N681.

IV. Spectres de distorsion relatifs

L'objectif est d'exprimer le spectre de distorsion en niveau relatif par rapport à la fondamentale.
Il s'agit donc de calculer H2/H1 et H3/H1 en fonction de la fréquence.

Nous allons importer les FFT calculées par Adobe Audition dans Excel afin de faire ce calcul.

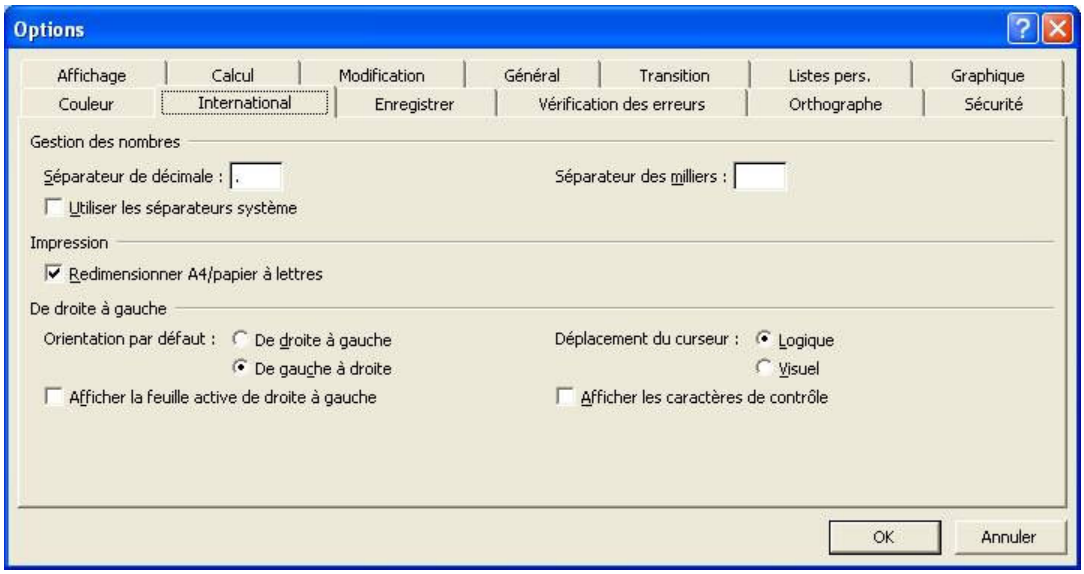
	A	B
1	Fréq.	Mono
2	0	-243.077270508
3	3.588	-91.518386841
4	7.177	-92.482841492
5	10.766	-92.714202881
6	14.355	-91.687767029
7	17.944	-93.323440552
8	21.533	-95.093147278
9	25.122	-95.444854736
10	28.71	-94.436965942
11	32.299	-94.870918274
12	35.888	-94.311065674
13	39.477	-94.062896729
14	43.066	-95.404785156

Afficher de nouveau de spectre de H1 (fondamentale) et cliquer Copier>Presse-papiers dans l'écran Analyse des fréquences.

Dans Excel placer le curseur sur A1 et faire Coller.

Il apparaît que le séparateur décimal utilisé par Adobe Audition est le point (standard anglais) et non la virgule (standard français).
Il est donc nécessaire de changer ce paramétrage.
Plusieurs possibilités :

- dans Windows : Panneau de configuration/Options régionales (dans ce cas tous les programmes sont concernés)
- dans Excel : Outils/Options/International en décochant « Utiliser les séparateurs système » et en mettant le point comme séparateur de décimale (dans ce cas tous les fichiers Excel



De même afficher de nouveau le spectre de H2 et cliquer Copier>Presse-papiers.

Dans Excel placer le curseur sur C1 et faire Coller.

Enfin afficher de nouveau le spectre de H3 et cliquer Copier>Presse-papiers.

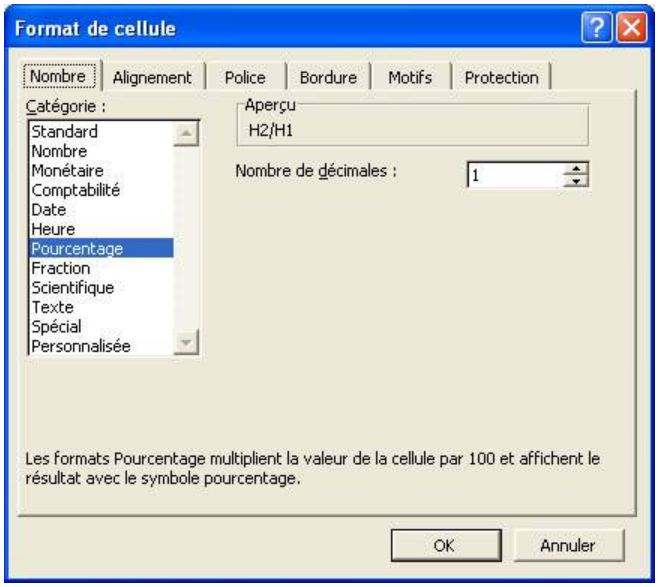
Dans Excel placer le curseur sur E1 et faire Coller.

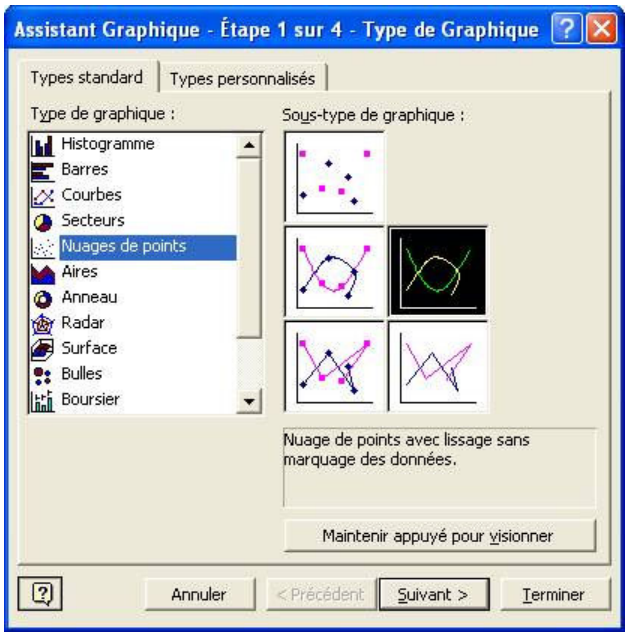
Nous allons calculer H2/H3 dans la colonne G avec G2=10^((D2-B2)/20)
Puis H3/H1 dans la colle H avec
H2=10^((F2-B2)/20)

G2 et H2 sont ensuite recopiées vers le bas jusqu'à G2049 et H2049.

En G1 taper « H2/H1 » et en H1 taper « H3/H1 »

Sélectionner les deux colonnes G et H et dans le menu Format/Cellule…prendre dans l'onglet « Nombre » Pourcentage avec une décimale.



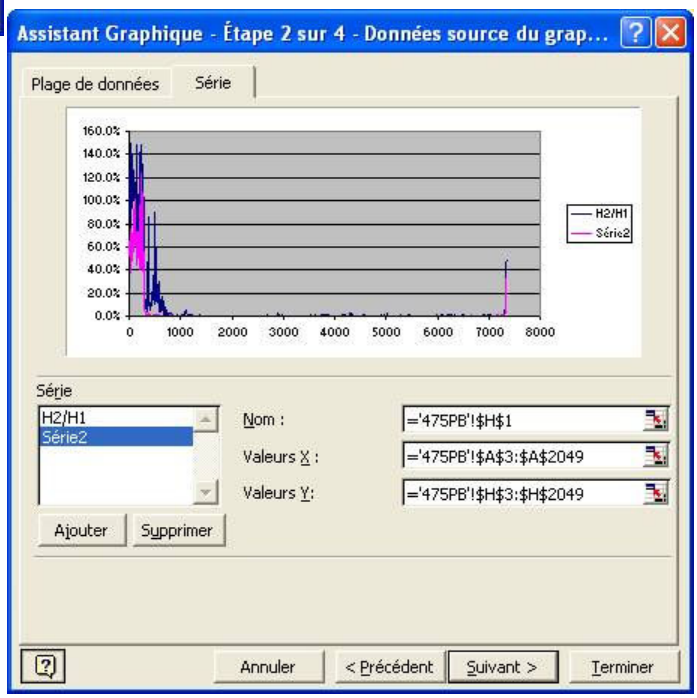


Sélectionner les colonnes A3..2049 G3..2049 H3..2049 et cliquer sur l'assistant graphique.

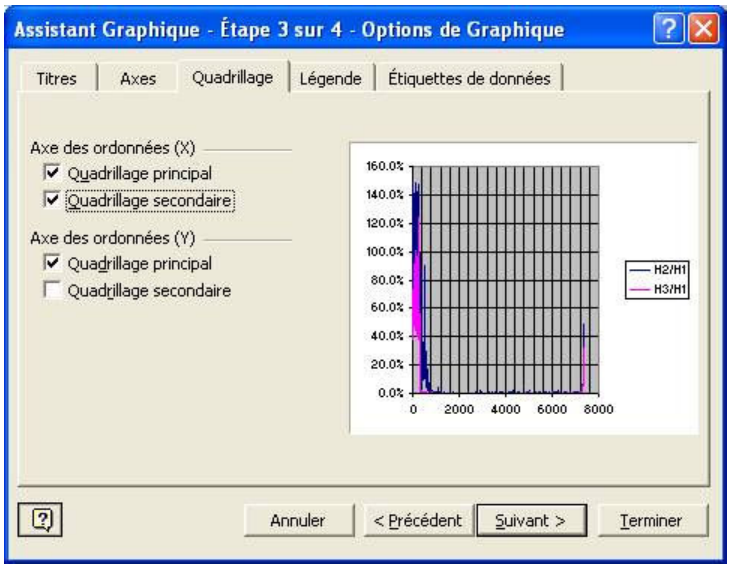
Choisir le type de graphique « Nuage de points avec lissage sans marquage des données »

Faire « Suivant > »

Pour le nom de la Série1 cliquer sur G1 et pour le nom de la Série2 cliquer sur H1

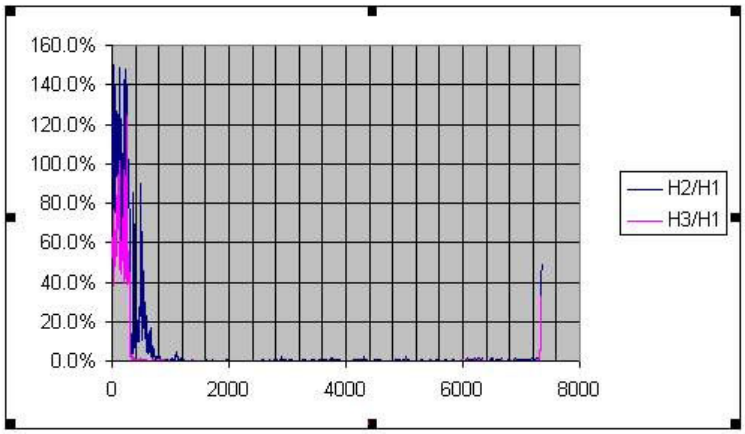


Rajouter le « Quadrillage principal » et le « Quadrillage secondaire » sur l'axe des ordonnées.

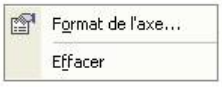


Et placer le graphique en tant qu'objet dans la feuille de calcul (appelée ici 475PB).

Vous obtenez ceci :

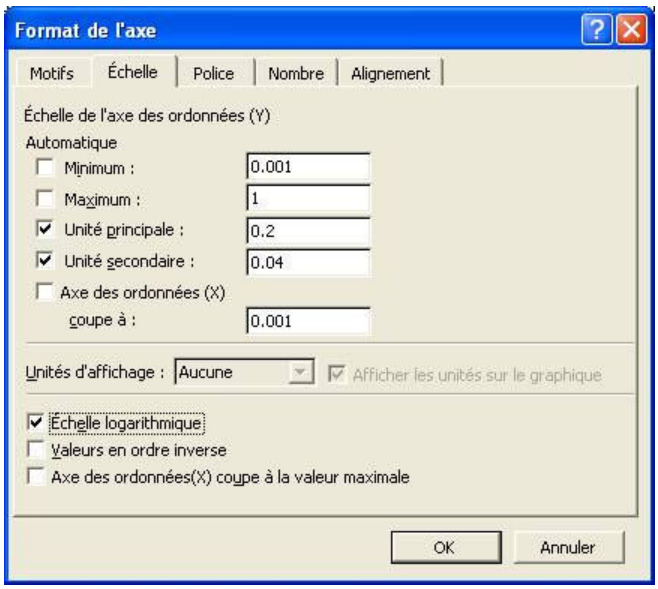


Cliquer avec le bouton droit sur l'axe des ordonnées
Et faire « Format de l'axe… »

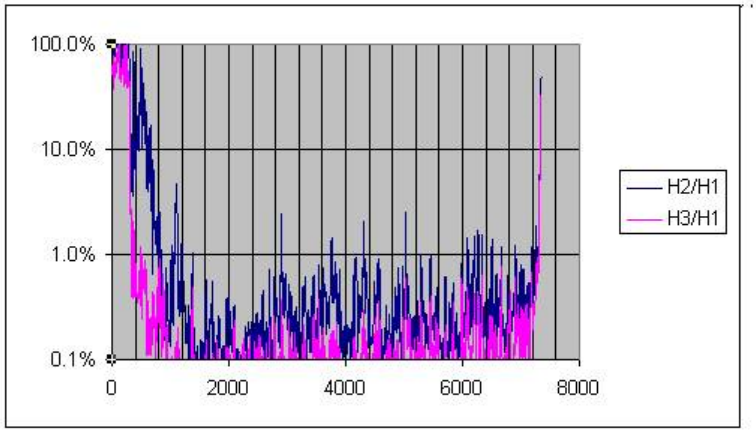


Prendre l'onglet « Echelle »

Changer la valeur minimale pour 0,001 (soit 0,1%), la valeur maximale pour 1 (soit 100%) la valeur de coupement avec l'axe des ordonnées pour 0,001 (afin d'avoir un axe des ordonnées en dessous).
Enfin choisir une échelle logarithmique.



Vous obtenez ceci :

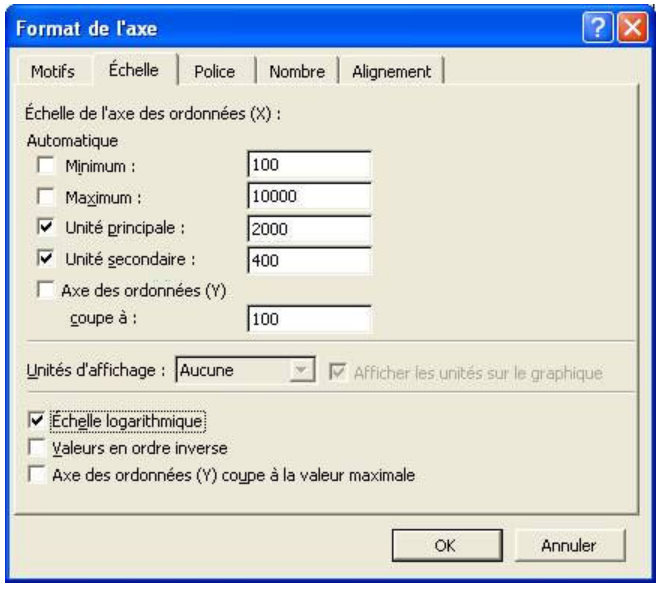


Cliquer avec le bouton droit sur l'axe des abscisses et faire « Format de l'axe… »

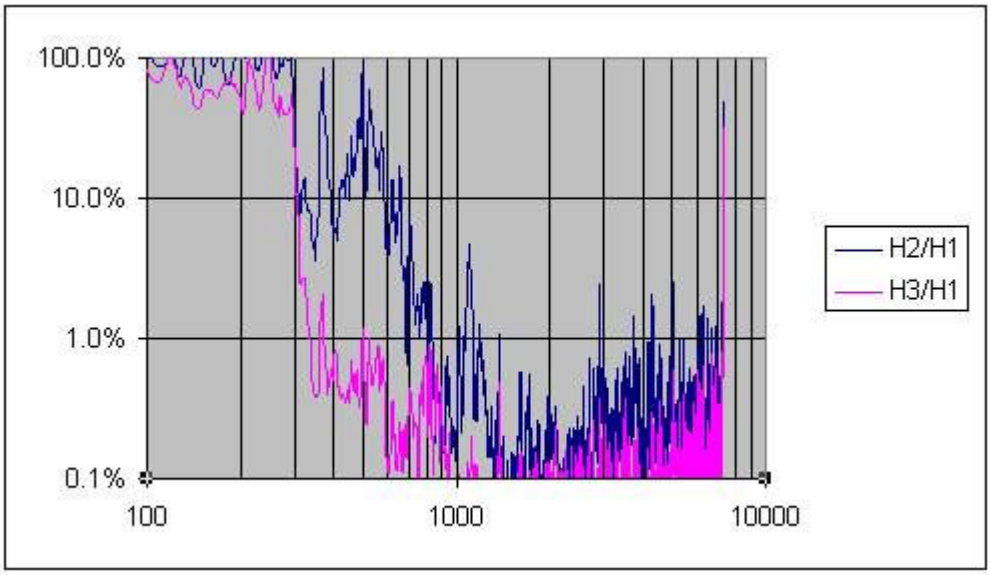
Prendre l'onglet « Echelle »

Changer la valeur minimale pour 100, la valeur maximale pour 10000 la valeur de coupement avec l'axe des ordonnées pour 100.
Enfin choisir une échelle logarithmique.

On notera qu'une des limitations d'Excel est l'utilisation d'une échelle logarithmique avec des puissances de 10. Il n'est donc pas possible une échelle logarithmique de 300 à 7000.



Et voila ! Vous obtenez le spectre de distorsion H2/H1 et H3/H1 en fonction de la fréquence.



Sur cet exemple, on remarquera une distorsion qui augmente en dessous de 1000Hz avec un pic de H2 entre 1000 et 1400Hz.

V. Bibliographie

Aurora for Dummies par Jean Leung :

AURORA for Dummies.zip dans le répertoire :
http://fr.groups.yahoo.com/group/son-qc/files/Jean%20Leung/Mesures/

Echanges sur Son-Qc :

http://fr.groups.yahoo.com/group/son-qc/message/14317
http://fr.groups.yahoo.com/group/son-qc/message/14321
http://fr.groups.yahoo.com/group/son-qc/message/14324
http://fr.groups.yahoo.com/group/son-qc/message/14347
http://fr.groups.yahoo.com/group/son-qc/message/14429
http://fr.groups.yahoo.com/group/son-qc/message/14431

Adobe Audition 1.5 fr (version d'évaluation 30 j):

http://www.adobe.fr/products/tryadobe/main.html#audition1.5

Aurora :

http://www.ramsete.com/aurora/

VI. Historique

Rev.1 du 24 octobre 2004 : Ajout chapitre Débruitage selon la procédure proposée par Jean-Michel Le Cleac'h et prise en compte des remarques de Richard Vitalis et de Miguel Mentero
Rev.0 du 19 octobre 2004 : Edition initiale par Francis Brooke