

PSE : Etude des bruits de frottement

DROUHIN Marie, LE BER Arthur, LORAND Tanel

Matériel & Méthodes :

Introduction :

Au cours de ce PSE, on réalisait l'enregistrement du bruit des frottements d'une bille contre différentes surfaces, avec un contrôle de la vitesse de translation relative. Plusieurs parties dans ces travaux se sont donc distinguées, avec pour commencer la réalisation du dispositif de translation/enregistrement. Il s'agissait ensuite de concevoir différents échantillons aux granulosités différentes pour enfin analyser les échantillons et les comparer entre eux.

Matériel :

Outils et périphériques :

- Profilé Aluminium
- 2x Roulements à billes $\varnothing 20$
- Tige en aluminium 150x $\varnothing 20$
- Bille en acier $\varnothing 10$
- Plaque de Plexiglass 300 x 300
- Platine de translation linéaire 100mm (Thorlabs DDSM100/M)
- 2x poulie $\varnothing 40$
- Fil de nylon
- Masse de 500g
- Microphone à col de cygne XLR
- Interface audionumérique USB (Presonus Audiobox 22VSL)
- Echantillons de papier de verre (T120 ; T240 ; T320 ; T400 ; T600 ; T2500 ; T3000)
- Feuille Canson 180g.m⁻²
- Bande adhésive double face
- Billes de silice $\varnothing 0,035$; $\varnothing 0,12$; $\varnothing 0,25$; $\varnothing 0,38$
- Colliers de serrage
- Salle insonorisée

Logiciels :

- Matlab R2017b
- Librairie Thorlabs_apt pour Matlab
- OriginPro 2018b

Méthodes :

Conception du dispositif de translation/enregistrement :

Pour assurer la répétabilité des mesures et la bonne connaissance de la vitesse de translation relative des deux surfaces en contact, un cadre sur lequel l'ensemble des pièces sont attachées est réalisé. Ce cadre est réalisé à partir de profilé d'aluminium, et les pièces sont attachées soit à l'aide de vis, soit à l'aide de colliers de serrage.

Les surfaces aux différentes rugosités sont collées sur une plaque de Plexiglass, elle-même liée par des vis à la partie mobile de la platine de translation.

La bille en acier est piégée dans un logement dédié entre deux plaques de Plexiglass liées entre elles par 4 vis. L'ensemble est fixé sur la tige en aluminium qui peut glisser verticalement puisqu'insérée dans 2 roulements à billes fixés au cadre. À l'autre extrémité de la tige est accroché un fil au bout duquel est liée une masse, qui permet grâce à un système de poulies d'assurer une force normale constante et contrôlée sur la plaque en translation.

Enfin, le micro est attaché sur le cadre, au plus près et à distance constante du contact.

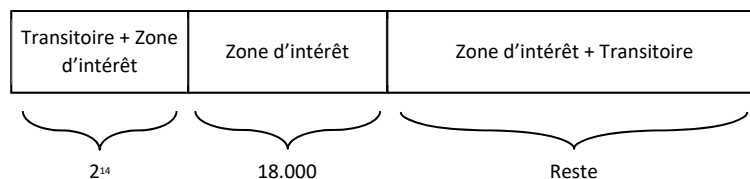
Choix et réalisation des surfaces aux différentes rugosités :

Notre choix s'est arrêté sur des feuilles Canson, du papier de verre et enfin sur du papier de verre « fait maison », consistant en des billes de silices collées sur une bande adhésive double face, appliquée au préalable sur un support rigide. Les billes sont versées en surnombre sur la bande adhésive, puis on élimine la surépaisseur en tapotant dessus.

Réalisation des enregistrements :

Le bruit des frottements étant très faible, il était essentiel de se placer dans une salle insonorisée. Ensuite, on exécutait le programme de routine suivant, réalisé sur Matlab :

- Initialisation du lien avec la platine (*Librairie Thorlabs_apt*)
- Initialisation du lien avec l'interface audio numérique USB (fréquence d'échantillonnage 44,1kHz)
- Exécution de 5 enregistrements avec glissement sans frottement (on lève la tige)
 - Platine en position 10mm
 - Initialisation de la vitesse
 - Début enregistrement
 - Mouvement vers 80mm
 - Arrêt enregistrement
- Exécution de 5 enregistrements avec glissement avec frottement (on baisse la tige)
 - Idem
- Les 10 enregistrements sont coupés au début et à la fin, de la manière suivante (en unité de points) :



- Calcul de la FFT et moyennage des 2x5 échantillons entre eux.

Évidemment, on préfère avoir un maximum de points pour avoir le plus de précision sur le calcul de la transformée de Fourier, mais il faut dans un même temps avoir des échantillons de taille égale, pour pouvoir comparer les amplitudes. Aussi, on n'utilise pas la totalité des 100mm de course de la platine, car elle n'arrive pas à délivrer une force suffisante pour arrêter la masse qui lui est imposée, et se met en mode blocage lorsqu'elle arrive au bord.

Pour calculer le niveau sonore, on réalisait la somme de toutes les contributions spectrales sur l'intervalle audible [20Hz ; 20kHz]. Pour calculer la corrélation entre deux spectres, on prend la somme de leur multiplication terme à terme. Le niveau sonore et les spectres sont donnés sur des

échelles comparables entre elles dans toutes les figures, mais en unité arbitraire, car nous n'avons pas étalonné notre système avec un dB-mètre.