

Son d'un moteur pop-pop

Par Jean-Yves

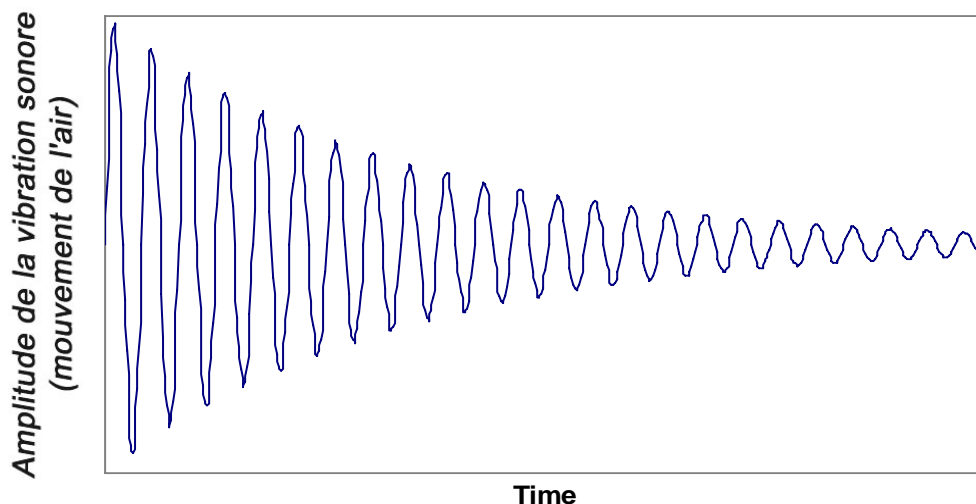
On peut faire une comparaison avec la sirène d'un camion de pompiers ou d'une ambulance. On entend les coups successifs qui sont générés à très basse fréquence (par exemple 0,5Hz) parce que la fréquence propre de la sirène est une fréquence audio (par exemple 3000Hz).

Pour un moteur pop-pop c'est la même chose. En fonction de sa dimension et de sa raideur la membrane vibre à une fréquence audible. Quand la membrane est en laiton, qu'elle est tendue et qu'elle est petite, la fréquence est relativement haute (par exemple 1000Hz). Quand la membrane est en mylar, comme sur les moteurs de Jeff, la fréquence est basse (300Hz ? Je ne suis pas mélomane.).

Maintenant examinons un gong ou une cloche. Si on donne un coup dessus, on entend un son clair et fort, mais le niveau sonore diminue lentement. C'est parce qu'il est amorti, principalement par l'air ambiant.

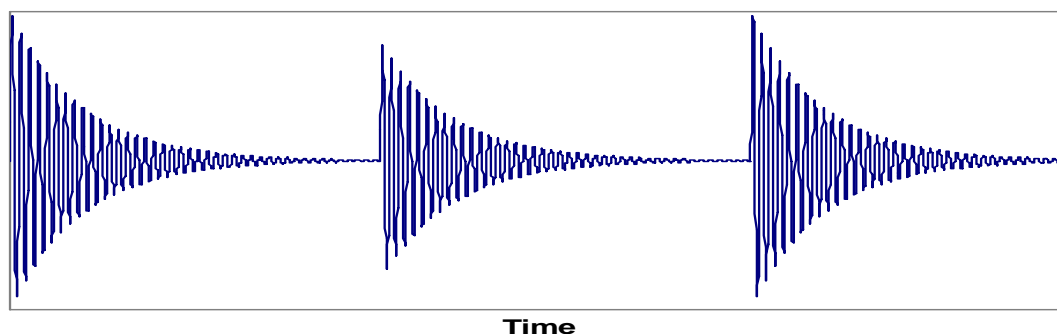
Pour un moteur pop-pop c'est similaire. Il y a une fréquence propre comme expliqué ci-dessus, et un amortissement dû à l'air, à la vapeur, à l'eau et au matériau constitutif de la membrane. Le résultat pour chaque coup ressemble à ce qui est représenté sur le graphe qui suit.

Audio signal. Zoom.



Si on examine plusieurs coups consécutifs, le résultat (signal audio en fonction du temps) est un peu plus compliqué car le temps entre les déformations de la membrane de l'intérieur vers l'extérieur n'est pas nécessairement le même dans le sens opposé. Cependant, grossièrement ça marche bien comme décrit ci-dessus et on peut par exemple le représenter comme suit.

Audio signal



Sur ce diagramme on peut voir que l'amplitude du signal quand la membrane rentre (2e coup) n'est pas la même que quand elle sort (1er et 3e coups).

On peut ajouter que selon le moteur :

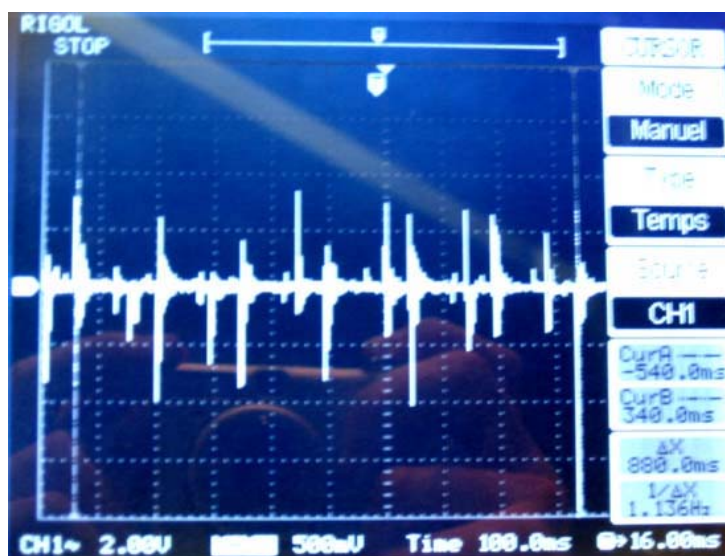
La basse fréquence du cycle est plus ou moins stable.

L'amplitude varie d'un coup au suivant (de même sens).

Il n'y a pas que la fréquence propre. Il y a aussi des harmoniques.

Cependant, grossièrement ça marche bien tel qu'expliqué ci-dessus.

Plusieurs personnes ont enregistré le son de moteurs pop-pop. Ci-dessous un enregistrement fait par Christophe.



Chaque fois que la membrane est déformée vers l'extérieur ou l'intérieur elle vibre. Sur cet enregistrement on peut voir 14 mouvements de la membrane, 7 vers l'intérieur et 7 vers l'extérieur. Chacun correspond à une sorte de segment vertical suivi par un signal qui s'atténue. Dans ce cas particulier l'amortissement est important.

Non représenté ici, sur un autre moteur il a été enregistré un amortissement plus faible. Le coup suivant arrivait avant que l'effet du précédent soit terminé.

Ces deux enregistrements sont bien homogènes avec l'explication qui précède.