

Vibration d'une corde de guitare

Objectifs (enseignement de spécialité)

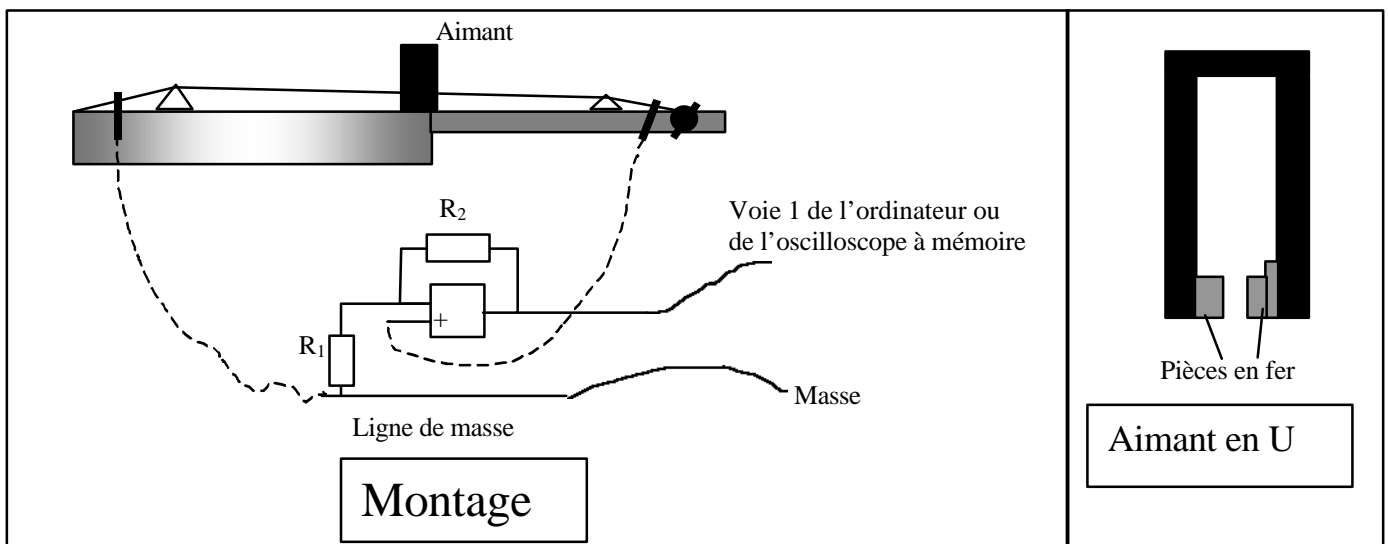
- Mesure de fréquences grâce à une interface ou un oscilloscope numérique
- Mise en évidence
 - des vibrations de la corde, pincée ou excitée
 - d'un spectre discontinu de fréquence
 - de l'existence de modes propres de vibration, de fréquences bien particulières.
 - de nœuds et de ventres

Enregistrement des vibrations libres d'une corde de guitare

Il ne s'agit pas d'enregistrer le son émis par l'instrument, mais d'étudier le mouvement vibratoire de la corde choisie qui en est à l'origine. On ne peut donc utiliser un microphone car la caisse de résonance aurait alors une influence prépondérante sur le signal enregistré. Pour s'affranchir de l'influence de cette caisse de résonance de l'instrument, on a choisi une méthode électromagnétique.

Matériel et montage

- Une guitare avec au moins une corde métallique (on trouve des guitares d'occasion pour moins de 50 Euros)
- Un ordinateur avec une interface (ici Candibus) ou un oscilloscope à mémoire lié à un ordinateur.
- Un programme d'analyse du signal (Ici Regressi)
- Un aimant en U puissant. Il vaut mieux en réduire la taille de l'entrefer pour augmenter encore le champ. On y parvient en y plaçant des pièces en fer.
- Un amplificateur (un simple ADI monté en ampli non-inverseur suffit)
- 2 résistances R_2 et R_1 dans un rapport de 30 à 100. (1 k Ω et 100 k Ω par exemple. Vous disposez d'un jeu de résistances)
- Une alimentation -15V/0V/15V
- 2 pinces crocodile



Manipulation

Il suffit de pincer la corde. Une tension induite de quelques dizaines de millivolt est créée par le mouvement de la corde conductrice dans le champ magnétique de l'aimant. Cette tension amplifiée est enregistrée sur un oscilloscope ou ordinateur.

Il est aussi possible, en branchant un écouteur en sortie de l'amplificateur, de comprendre le rôle de la caisse de résonance en constatant la différence entre le son de la guitare et le son que la corde seule produirait (c'est le principe de la guitare électrique)

Observations

- 1) Faire plusieurs enregistrements en pinçant la corde différemment. Constaté que la fréquence du signal ne change pas, bien que l'allure de la courbe soit parfois affectée.
- 2) Faire l'analyse de Fourier du signal. Constaté l'existence du fondamental et de quelques harmoniques. Noter les fréquences et les valeurs relatives.
- 3) Tenter d'éliminer le fondamental en effleurant la corde en son centre. (Il faut déplacer l'aimant). Le son paraît plus aigu. (Il faut du doigté !!)

Le but est de montrer la quantification des fréquences, donc l'apparition de nombres entiers dans les rapports entre fréquences de vibration de la corde.

Excitation forcée de la corde

Des forces de Laplace permettent d'exciter la corde vibrante. Pour des fréquences d'excitation égales à la fréquence fondamentale ou à un des harmoniques, la corde vibre avec une forte amplitude et un son est émis.

Ce montage permet également de visualiser les nœuds et les ventres de vibration.

Matériel et montage

- Guitare
- Aimant
- GBF de faible impédance (Polysource de Matelco par exemple), sinon il faut un ampli (de puissance) pour délivrer un courant d'intensité suffisante (0,25A au moins)
- Un ampèremètre.
- Une résistance de protection : $10\ \Omega$, 1W

Manipulation

Il suffit d'établir l'intensité du courant à une valeur de 0,2 à 0,5A car les cordes chauffent et n'apprécient pas une intensité trop forte. On balaye ensuite le domaine de fréquence convenable en fonction des résultats de la première étude. Il faut absolument choisir une corde **d'acier**, la plus épaisse si possible.

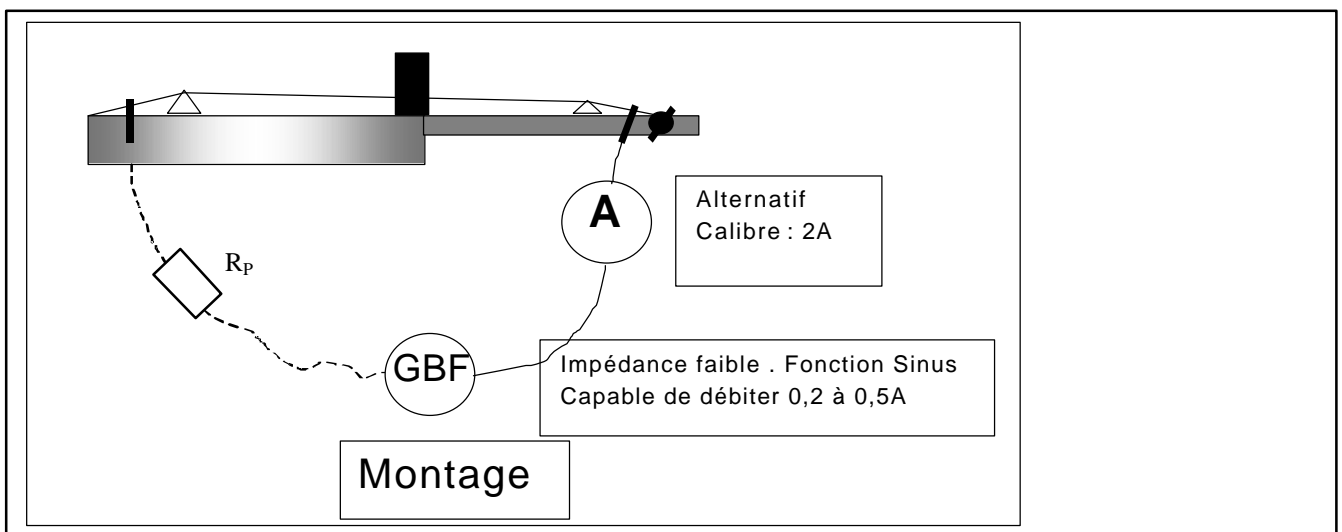
Observations

Pour $f = N_0$, fréquence du fondamental, la corde doit vibrer avec un ventre bien visible.

Retrouver les harmoniques en déplaçant l'aimant éventuellement (l'idéal est de placer l'aimant à l'aplomb du ventre de vibration). Observer nœuds et ventres.

Attention :

- La résonance est aiguë et il faut balayer très lentement le domaine de fréquence.
- Le résultat est parfois décevant. Une expérience de Melde avec un fil tendu fixé à la membrane d'un petit haut-parleur donne des résultats bien plus spectaculaires.



SONAGRAMME

Corde acier de la guitare

