

Rapport Final

Préambule

Initialement j'envisageais de construire un sismographe horizontal capable de capter de vrais vibrations sismiques et de traiter les enregistrements afin de déterminer l'épicentre d'un séisme. Au cours des diverses expériences, que je détaillerai plus loin, je me suis aperçue que cela serait impossible avec le matériel que j'avais à ma disposition. Notamment parce que la période propre du sismographe n'était pas largement supérieure à celle d'un séisme et que je ne disposais pas d'un lieu adéquat pour les enregistrements, à savoir : où je puisse fixer à même le sol le sismographe, sans perturbations humaines et avec un accès à l'électricité.

Une fois la construction de l'appareil finie j'ai donc entrepris d'étudier les dispositifs d'induction, d'oscillation et d'amortissement, afin que les enregistrements reflètent au mieux la perturbation appliquée au support sur lequel il se tenait.

Introduction

J'ai calculé le coefficient de torsion de la lame de scie permettant la liaison du bras avec le mât grâce à des poids. J'ai déterminé le meilleur dispositif d'induction en comparant les amplitudes du signal électrique créé selon l'aimant et la bobine utilisés. J'ai effectué des mesures de périodes selon l'angle d'inclinaison du mât par rapport à la verticale et la masse ajoutée sur le bras. Enfin, j'ai déterminé le liquide à utiliser et la profondeur d'immersion optimale pour obtenir un amortissement satisfaisant.

Corps Principal

Modalités d'action :

La mise en œuvre des expériences de mon type s'est déroulée en deux temps : la construction d'un sismographe horizontal, puis l'étude de celui-ci. J'ai donc entrepris de récupérer du matériel susceptible de convenir. J'ai dû modifier les différents éléments pour qu'ils correspondent au schéma de base utilisé.

J'ai mesuré le coefficient de torsion de la lame de scie sauteuse utilisée pour lier le bras de l'appareil au mât en y accrochant différentes masses et mesurant l'angle que faisait la lame avec l'horizontale.

Une fois le sismographe monté, j'ai pu commencer la caractérisation de ce dernier. Par la suite, pour appliquer la même perturbation à chaque nouvelle mesure, j'ai décidé de toujours décaler le bras de sa position d'équilibre d'un angle $\Theta = 10^\circ$ et de le lâcher sans vitesse initiale.

Tout d'abord, j'ai mesuré le champs des aimants et l'inductance des bobines à ma disposition au lycée respectivement grâce à un teslamètre et un inductancemètre. J'ai alors testé le système d'induction en mesurant l'intensité du courant induit créé par l'aimant en mouvement dans le champ uniforme de la bobine fixe grâce à un oscilloscope Agilent sans système d'amortissement. J'ai ensuite comparé les courbes obtenues pour les aimants de 5/30/50 et 100 mT et les bobines de 8,5/35,6 et 61,8 mH.

Par la suite, j'ai testé l'oscillation de l'appareil en mesurant ses périodes selon l'angle que pouvait prendre le mât par rapport à la verticale ($11/14$ et 17°) et la masse ajoutée sur le bras de 0/0,2/1 et 1,2 kg. La modification de l'inclinaison du mât est possible grâce à des vis surélevant le

châssis.

Après quoi, j'ai testé l'amortissement du sismographe en mesurant son temps d'oscillation, c'est-à-dire le temps qu'il mettait pour retrouver sa position d'équilibre. Pour cela, j'ai modifié les fluides utilisés (air/eau/huile de tournesol/huile moteur), la profondeur d'immersion de la plaque dans le dit fluide, de 1 à 8cm, ainsi que la masse ajoutée sur le bras.

Finalement, j'ai comparé des courbes obtenues grâce au sismographe et celles d'une application de sismographe sur un téléphone pour vérifier la validité des enregistrements.

Restitution des résultats et Analyse-Exploitation-Discussion:

Le coefficient de torsion C de la lame de scie vaut $0,03 \text{ Nm}$
En effet la droite d'équation : $\text{angle} = a \cdot \text{force} + b$ avait pour coefficient directeur $a = 1,71 \cdot 10^{-1}$ et la longueur de la tige étant de $l = 5 \text{ cm}$, on a : $C = l/a = 0,05/1,71 = 0,03 \text{ Nm}$

Pour le système d'induction, plus le champ de l'aimant et l'inductance de la bobine sont grands plus l'intensité observée sur l'oscilloscope est grande. On constate que l'aimant de 5 mT ne produit pratiquement aucun signal. Bien que la bobine de $61,8 \text{ mH}$ soit celle de plus grande inductance, sa forme ne permet pas les mesures avec l'aimant droit. De plus, les néodymes étant petits de taille ils n'entrent pas assez loin à l'intérieur de cette dernière pour fournir un signal optimal. J'ai ainsi choisi de garder la bobine de $35,6 \text{ mH}$ (plus large et moins longue) avec l'aimant néodyme de $0,1 \text{ T}$ pour constituer le meilleur système d'induction.

Quant au système d'oscillation, je trouve, d'une part, des droites d'équations : $T = a_1 \cdot \alpha + b_1$, où $a_1 \leq 0$, on retrouve bien que T est inversement proportionnel à l'angle d'inclinaison du mât. D'autre part, j'obtiens les droites d'équations : $T = a_2 \cdot \sqrt{m} + b_2$ avec $a_2 \geq 0$, montrant que plus la masse est grande plus la période du sismographe augmente. Il vaut mieux prendre l'angle $\alpha = 11^\circ$ (le plus petit possible) et la masse $m = 1,2 \text{ kg}$ pour avoir la plus grande période d'oscillation possible.

Enfin pour l'amortissement, plus le fluide est visqueux, plus la plaque et par conséquent le bras sont vite freinés. C'est pourquoi l'utilisation d'huile moteur 10W40 est le meilleur moyen d'avoir un amortissement critique. Au delà de 6 cm de profondeur d'immersion de la plaque, l'amortissement n'est plus réduit considérablement, je l'ai donc considérée comme profondeur optimale.

Conclusion générale

L'étude de véritables séismes est impossible avec le sismographe construit car sa période d'oscillation propre maximale ne dépasse pas les périodes des perturbations terrestres. Néanmoins en prenant un angle minimum d'inclinaison de 11° , une masse maximale de $1,2 \text{ kg}$ et un amortissement optimal en plongeant la plaque dans 6 cm d'huile moteur 10W40, le sismographe, grâce à la bobine de $35,8 \text{ mH}$, l'aimant néodyme de $0,1 \text{ T}$ et un oscilloscope Agilent, est capable de mesurer correctement une vibration humaine imposée, comme le montre la comparaison des courbes enregistrées avec celles d'une application de sismographe sur téléphone .

Bibliographie additionnelle et contacts

N°1 Dominguez Stéphane, Chargé de Recherche au laboratoire Géosciences Montpellier, Université Montpellier 2, 07/12/2016