

## Mélodies sur une corde : Modèle des vibrations et d'excitations d'une corde de guitare

Inspiré du 11-ème problème de l'IYPT 2021. Mon projet TIPE explore la conversion d'énergie électromagnétique en ondes mécaniques via la force de Laplace appliquée à une corde de guitare, cette étude est remarquable pour son intégration détaillée de la théorie et de la pratique démontrant une approche novatrice liant physique et musique.

L'utilisation d'une force à distance implique une conversion d'énergie, transformant un champ magnétique en onde sonore. Le contrôle des vibrations permet de transformer la nature des sons produits. Cette transition vers des méthodes innovantes ouvre la voie à des instruments intelligents générant des mélodies autonomes et intégrés à l'art numérique.

### Positionnement thématique (ÉTAPE 1) :

- *PHYSIQUE (Physique Ondulatoire)*
- *PHYSIQUE (Mécanique)*
- *INFORMATIQUE (Informatique pratique)*

### Mots-clés (ÉTAPE 1) :

| Mots-clés (en français)                | Mots-clés (en anglais)                             |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <i>Conversion mécanique-acoustique</i> | <i>Energy transformation (mechanical to sound)</i> |
| <i>Corde vibrante</i>                  | <i>Vibrating string</i>                            |
| <i>Force de Laplace</i>                | <i>Laplace force</i>                               |
| <i>Mélodies</i>                        | <i>Melodies</i>                                    |
| <i>Accordage</i>                       | <i>Tuning</i>                                      |

### Bibliographie commentée

Mon choix de sujet pour le projet TIPE s'est orienté vers une exploration innovante des phénomènes de la physique ondulatoire et des applications électromagnétiques [1]. Inspiré par l'interaction entre les ondes mécaniques et les champs électromagnétiques, j'ai ciblé les

vibrations des cordes de guitare [4]. Ce domaine se situe à la croisée des chemins entre la science et la musique [3], offrant un terrain fertile pour l'investigation des principes physiques sous-jacents et leur mise en pratique.

La section sur les systèmes d'accordage fournit une perspective historique et théorique essentielle pour comprendre comment les différentes méthodes d'accordage influencent les vibrations des cordes. La discussion sur la force de Laplace (*Lorentz*) comme mécanisme d'excitation des cordes vibrantes est innovante, reliant des concepts de physique classique à des applications musicales modernes [5].

Les expériences décrites sont bien conçues et permettent de valider les modèles théoriques proposés. Les résultats obtenus démontrent la faisabilité de générer des mélodies à partir d'une seule corde de guitare excitée électromagnétiquement, ouvrant la voie à des applications potentielles dans la conception d'instruments de musique électromagnétiques.

## **Problématique retenue**

Comment utiliser une force à distance pour contrôler les vibrations d'une corde et générer des mélodies de manière précise ? Autrement la force de Laplace peut-elle être exploitée pour provoquer les vibrations d'une corde de guitare et ainsi générer des mélodies ?

## **Objectifs du TIPE du candidat**

- Innover des techniques permettant de générer des mélodies en utilisant une guitare à corde unique.
- Développer des modèles physiques pour les vibrations des cordes sous l'influence de la force de Laplace.
- Analyser l'interaction entre les forces électromagnétiques et les vibrations des cordes.
- Proposer des méthodes pour contrôler et optimiser la génération des mélodies.

## **Références bibliographiques (ÉTAPE 1)**

- [1] O. OREILLY ET P. J. HOLMES : Non-linear, Non-planar and Non-periodic Vibrations of a String : *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 153, No. 3, 1992
- [2] U. HASSAN, Z. USMAN, M. SABIEH ANWAR : Video-based Spatial Portraits of a Nonlinear Vibrating String : *American Journal of Physics*, Vol. 80, No. 10, 2012
- [3] L. E. KINSLER, A. R. FREY, A. B. COPPENS, J. V. SANDERS : Fundamentals of Acoustics (4th edition) : *Wiley* 2000

- [4] P. PEROV, W. JOHNSON, N. PEROVA-MELLO : The Physics of Guitar String Vibrations : *Physics Reports*, 2020
- [5] I. JOHNSTON : Measured Tones: The Interplay of Physics and Music (3rd edition) : *CRC Press*, Boca Raton, 2009.
- [6] T. D. R. NEVILLE, H. FLETCHER : The Physics of Musical Instruments (2nd edition) : *Springer*, New York, 1998.

## Références bibliographiques (ÉTAPE 2)

- [1] 8NOTES.COM : Partitions et tablatures de guitare : [https://www.8notes.com/all/sheet\\_music/](https://www.8notes.com/all/sheet_music/)

## DOT

- [1] : [Mai 2024] Choix du sujet et première recherche bibliographique.
- [2] : [Décembre 2024] Discussion et analyse de la théorie de la corde vibrante, puis exploration des principes physiques et mathématiques qui régissent les modes de vibration harmoniques d'une corde sous tension. Ces éléments sont fondamentaux pour comprendre la production des notes musicales et leur accordage à travers différents systèmes, traditionnels et contemporains.
- [3] : [Janvier 2025] Étude de la force de Laplace, et de son application dans notre cas spécifique : jouer des mélodies sur une corde unique. Cela permet de comprendre comment cette force interagit avec la corde et induit son mouvement.
- [4] : [Mars 2025] Mise au point du protocole expérimental. L'achat du matériel a échoué.
- [5] : [Avril 2025- début Mai 2025] Nouvelle tentative d'acquisition du matériel et réalisation des premières expériences (étape réussie).
- [6] : [Fin Mai 2025] Bilan théorie/expérience et validation de la cohérence des résultats.
- [7] : [Juin 2025] Rédaction du rapport final et préparation de la présentation du TIPE. Réalisation de passages chronométrés pour assurer une présentation fluide et respectant le temps imparti.