**Accélérateur linéaire électromagnétique**

L’intensification des activités en milieu urbain s’accompagne de l’augmentation des flux d’individus et de marchandises circulant entre les villes. Ainsi, la mise en place d’infrastructures de transport assurant des connexions interurbaines durables et toujours plus rapides est nécessaire. De ce fait, le canon magnétique, aussi appelé « coilgun », représente une des solutions les plus prometteuses qu’il convient donc d’étudier. On se propose alors de fabriquer un modèle de canon magnétique et d’en étudier le comportement pour démontrer la pertinence de cette solution.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

-GUENNOUNI Yassine

**Positionnement thématique (ETAPE 1) :**

*PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Physique Théorique),*

**Mots-clés (ETAPE 1)**

**Mots-Clés** (en français) **Mots-Clés** (en anglais)

Accélérateur Accelerator

Induction Induction

Circuit électrique Electric circuit

Conversion d’énergie Energy conversion

Canon magnétique Coilgun

**Bibliographie commentée :**

Aujourd’hui, le secteur du transport doit répondre à l’intensification des échanges interurbains tout en respectant les contraintes environnementales [1], ce qui justifie le développement de technologies de propulsion de nature électromagnétique. Ces dernières permettent d’atteindre des vitesses plus importantes relativement à la propulsion thermique tout en présentant des avantages environnementaux [2].

Ainsi, durant les dernières décennies, les moteurs linéaires à induction (MIL) ont vu un net essor marqué par le développement des trains à sustentation magnétique (Maglev) ou encore de l’Hyperloop. Cependant, ces derniers nécessitent l'usage de supraconducteurs à des températures très basses (9.2K) et des courants extrêmement élevés de l’ordre de 1MA, ce qui freine leur démocratisation [3]. Or, le « coilgun » se distingue parmi ces technologies puisqu’il ne nécessite pas une telle sophistication, d’autant plus que les coûts estimés à sa mise place réelle sont significativement inférieurs : 4 fois moins qu’un train à sustentation magnétique classique [4].

Un moyen de transport reposant sur le modèle du « coil gun » consisterait en une capsule insérée au sein d’un tube qui serait propulsée en influant sur l’orientation du champ magnétique au sein du tube [4]. La lévitation magnétique permettrait d’éviter les frottements solides et de ne subir que ceux liés à l’écoulement de l’air : des vitesses de pointe bien plus importantes peuvent alors être atteintes avoisinant les selon certains modèles [5].

L’accélération dans un “coilgun” est permise par la succession de solénoïdes concentriques régulièrement répartis autour d’un tube qui mettent en mouvement un objet aimanté en créant de manière subite un champ magnétique fort en intensité [2,5,6]. Ce champ exerce alors sur l’aimant une force de Lorentz qui le propulse. Les impulsions doivent toutefois se réaliser de façon à ce que le sens du champ magnétique change lors du passage de l’objet; elles requièrent d’être extrêmement brèves et produites à l’instant idoine. Cela passe en pratique par l’utilisation de capteurs de détection précis et de faible temps de réponse pour répondre à l'exigence de vitesses importantes des objets accélérés [7].

Le système décrit est régi par un couplage électro-magnéto-mécanique dont il convient d’optimiser les caractéristiques afin de rechercher une vitesse en sortie maximale. Or différentes contraintes pèsent sur le système. Ainsi, la vitesse en sortie dépendra naturellement de la puissance du champ magnétique créé qu’il convient de maximiser [2]. Aussi, le cadencement des impulsions électriques régit la vitesse de l’objet [2,5]. Enfin, le choix d’une système de détection du passage de l’objet influe sur ce cadencement. [7]

**Problématique retenue :**

Comment évaluer l'efficacité du coilgun ? Quels facteurs influent sur la conversion de l'énergie électrique en énergie mécanique ? A quel rendement peut-on réellement s’attendre ?

**Références bibliographiques (ETAPE 1) :**

[1] OCDE (2010), The Future for Interurban Passenger Transport : Bringing Citizens Closer Together, Éditions OCDE, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789282102688-en>.

[2]: Kim, S.; Kim, J. An Electromagnetic Circuit Design to Improve a Multi-Stage Coil-Gun’s Energy Conversion Efficiency. *Appl. Sci.* **2022**, *12*, 8942. <https://doi.org/10.3390/app12188942>

[3]: Lesics, “The Fastest train ever built”, 2021, https://www.youtube.com/watch?v=XjwF-STGtfE

[4] Kelley, B., Turman, B., Marder, B., Rohwein, G., Aeschliman, D., & Cowan, B. (1995). SERAPHIM: A Propulsion Technology for Fast Trains. SAE Technical Paper Series.doi:10.4271/951924

[5] T. Březina and R. Jabloński (eds.), *Mechatronics 2013*, 87 DOI: 10.1007/978-3-319-02294-9\_12, © Springer International Publishing Switzerland 2014

[6]: H. Seo, J. Lim, S. U. Park and H. -S. Mok, "A study on efficiency of magnetic levitation trains using linear induction motor by slip pattern," 2019 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Baltimore, MD, USA, 2019, pp. 1635-1640, doi: 10.1109/ECCE.2019.8912945.

[7]: Centrale, épreuve de Physique Chimie PSI (2017)

**Objectifs :**

-Établir un modèle théorique pour prédire le fonctionnement d’un canon magnétique.

-Réaliser un canon magnétique.

-Concevoir un modèle informatique du canon pour le confronter à la réalité expérimentale.