

Railgun, futur de l'exploration spatiale ?

Gabriel De Maere D'Aertrycke, Grâce Nzuzi Di Mboma, Mathias Quenon,

Mikaïl Bennafla, Philippe Hekkers

1. Objectif

Nous voulons créer un canon à rail ou railgun miniature. Il est composé d'un circuit composé de deux tiges - dont on rentrera plus dans les détails plus tard - parcourus par un courant et utilisant le champ magnétique pour propulser un projectile.



2. Matériel utilisé

Afin de mettre en place notre expérience, nous avons réunis :

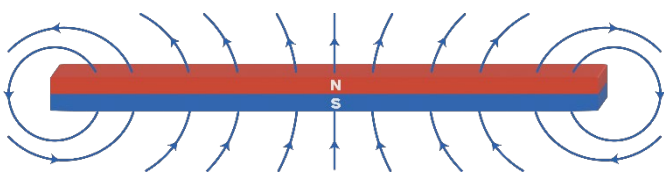
- 2 rails cylindriques en acier de 20 cm de long et 8 mm de diamètre
- Des aimants en néodyme 60 mm x 10 mm x 5 mm
- Un générateur pouvant fournir un courant de 3 à 4 ampères
- Une résistance de 4 Ω
- Un projectile en aluminium
- Du papier collant

3. Principe et mise en place

Le principe physique permettant à notre projectile d'avancer est la force de Lorentz.

En électromagnétique, sa formule nous est donnée par $\vec{F} = \vec{I} \times \vec{B}$.

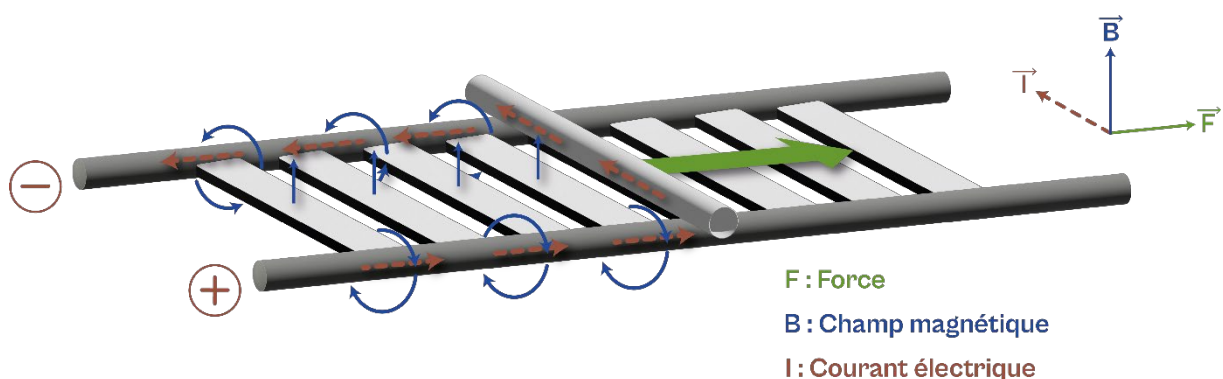
Mais qu'est-ce que cela signifie concrètement ? \vec{B} , le champ magnétique, est ici fourni par nos aimants.



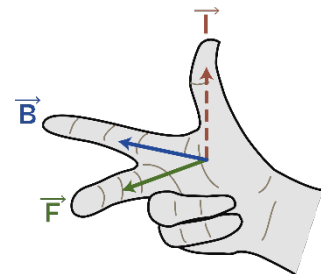
Les lignes du champ magnétique sont des lignes fermées se dirigeant du pôle nord vers le pôle sud (voir illustration ci-dessous). \vec{F} et \vec{I} désignent simplement respectivement la force et le courant.

Nous avons arrangé les aimants de manière que leurs lignes de champs pointent vers le haut. Il a aussi fallu faire attention à ce que les aimants pointent tous dans le même sens ; ici on les fixe avec du papier collant car ils se repoussaient et que l'on ne souhaitait pas qu'ils soient trop espacés.

Dans notre circuit électrique, nous ajoutons une résistance pour protéger notre générateur ainsi que les expérimentateurs, il a pour but de limiter le courant qui passe. Au départ, ce circuit est ouvert et le courant passe dans les tiges mais pas entre elles, cependant, une fois le projectile placé sur ces-derniers, il fait office de conducteur, et ferme donc le circuit, permettant la « connexion » entre les tiges, en effet, le courant va circuler de l'une à l'autre en passant par le projectile. Celui-ci, étant immergé dans un champ magnétique, et étant parcouru par un courant, les conditions sont réunies pour que la force de Lorentz s'applique.



Pour trouver la direction de cette force, nous appliquons la règle de la main droite (voir ci-contre). Par la deuxième loi de Newton, nous savons que la force donne une accélération parallèle à elle-même à l'objet sur lequel elle s'applique, c'est pourquoi le projectile se déplace bien dans le sens de la force trouvée.



4. Intérêts

Nous avons choisi le sujet du railgun car il pourrait s'avérer utile dans le domaine de l'exploration spatiale. En effet, il rentre dans le cadre de recherche de lancement spatiale sans fusée. A l'heure actuelle, envoyer une fusée est très coûteux, entre 10 000 et 25 000 \$ par kg, soit entre 9000 et 22 600 € par kg. Sachant qu'une fusée fait quelques tonnes, on arrive facilement dans les millions d'euros. Avec un railgun, le prix serait de moins 600\$ par kg. Pour le moment, aucun projectile n'a plus être envoyé en orbite via ce mécanisme, le record est détenu par l'U.S. Navy qui a projeté un objet à 180 km d'altitude.

On retrouve également le concept de railgun dans d'autres domaines que les sciences physiques, notamment dans les animés (Gundam Seed, ..), les jeux vidéos (Fortnite, Metal Gear, Mass Effect, ...) et dans les séries télévisées (Salvation, Stargate,...)