

Etude de l'optimisation du freinage magnétique

L'électromagnétisme offre un potentiel sous-exploité. Le freinage électromagnétique en est un exemple concret, car bien que très efficace, il n'est pas encore largement utilisé dans plusieurs domaines, malgré son potentiel considérable. On se propose d'explorer les différentes manières d'optimiser le freinage électromagnétique pour tirer le meilleur parti de cette technologie prometteuse.

L'étude du freinage magnétique peut améliorer la sécurité et la fiabilité des systèmes de transport urbains tels que trains et tramways, réduire les émissions de gaz à effet de serre et les niveaux de bruit, ce qui peut être un avantage pour les citoyens et l'environnement de la ville.

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

Liste des membres du groupe :

- CALVEL Clément

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Mécanique), PHYSIQUE (Physique Ondulatoire).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Freinage magnétique</i>	<i>Electromagnetic braking</i>
<i>Freinage mécanique</i>	<i>Mechanical braking</i>
<i>Électro-aimant</i>	<i>Electromagnet</i>
<i>Electromagnétisme</i>	<i>Electromagnetism</i>
<i>Intensité de courant</i>	<i>Amperage</i>

Bibliographie commentée

Le freinage magnétique est un système de freinage qui utilise l'interaction entre un champ magnétique et une charge électrique en mouvement pour générer une force de freinage. Cette technologie est utilisée dans un large éventail d'applications, notamment **les trains à grande vitesse** [1], les véhicules électriques, les systèmes de levage et de transport de charges lourdes[3][4]. Le freinage magnétique a de nombreux avantages par rapport aux freins mécaniques conventionnels, notamment une réduction de **l'usure des freins**, une meilleure **efficacité énergétique**, une réduction du **bruit** et des **vibrations**, et un meilleur **contrôle de la vitesse**.

Contrairement aux freins mécaniques qui génèrent des frottements entre les surfaces de freinage, le freinage magnétique ne nécessite **pas de frottement** pour fonctionner [2]. Cela signifie qu'il n'y a pas d'usure mécanique des freins, ce qui peut entraîner une réduction importante des coûts

d'entretien pour les systèmes de transport utilisant ce système de freinage[2][3]. De plus, le freinage magnétique est également moins susceptible de subir des dommages en raison de la nature non mécanique du système.

Un autre avantage du freinage magnétique est sa meilleure efficacité énergétique par rapport aux freins mécaniques conventionnels [1]. Le freinage magnétique ne nécessite pas d'énergie cinétique pour fonctionner, ce qui signifie que l'énergie dépensée pour le freinage peut être **recupérée et utilisée** [4][6]. Cela peut entraîner une amélioration significative de l'efficacité énergétique des systèmes de transport. De plus, le freinage magnétique peut également aider à réduire **les coûts énergétiques** en régulant la vitesse de manière plus précise que les freins mécaniques.

Le freinage magnétique peut également être avantageux en termes de réduction du bruit et des vibrations [8]. Les freins mécaniques conventionnels peuvent générer des niveaux élevés de bruit et de vibrations, ce qui peut être nuisible pour les passagers et les voisins. Le freinage magnétique est plus **silencieux** et moins vibratoire, ce qui peut améliorer le confort et la qualité de vie pour les personnes qui utilisent ou vivent à proximité des systèmes de transport utilisant ce système de freinage [2]. Le freinage magnétique peut également contribuer à la **durabilité** et à la **longévité** des systèmes de transport en réduisant les niveaux de stress imposés aux composants.

Le freinage magnétique permet un meilleur contrôle de la vitesse par rapport aux freins mécaniques conventionnels. Le freinage magnétique peut être activé ou désactivé plus rapidement et avec plus de précision que les freins mécaniques, ce qui peut améliorer la sécurité et la **stabilité** des systèmes de transport [3]. Le freinage magnétique peut également aider à réguler la vitesse de manière **plus précise**, ce qui peut améliorer l'efficacité énergétique et réduire les coûts de fonctionnement.

Bien que le freinage magnétique présente de nombreux avantages par rapport aux freins mécaniques conventionnels, il y a également des inconvénients à prendre en compte [8]. L'un des inconvénients les plus importants est **le coût de la technologie**, qui peut être plus élevé que les freins mécaniques conventionnels. Le freinage magnétique peut également être plus difficile à entretenir et à réparer en cas de défaillance, car il nécessite des compétences spécialisées en électricité et en électronique.

Finalement, le freinage magnétique est une technologie avancée qui offre de nombreux avantages par rapport aux freins mécaniques conventionnels. Il peut être utilisé pour réduire **l'usure des freins** [5], améliorer l'efficacité énergétique, réduire le bruit et les vibrations, et améliorer le contrôle de la vitesse [4]. Bien qu'il y ait des inconvénients à prendre en compte, le freinage magnétique est un système de freinage **prometteur** pour les systèmes de transport actuels et futurs.

Problématique retenue

Quelles solutions peuvent être mises en place pour améliorer significativement le freinage électromagnétique ?

Objectifs du TIPE

- Comparer l'efficacité énergétique et les performances du freinage magnétique en utilisant différents matériaux pour les aimants et les composants du système.
- Analyser l'impact de l'intensité de l'aimant sur les conditions de freinage.
- Mesurer les résultats en utilisant des méthodes scientifiques rigoureuses.
- Déterminer les facteurs les plus importants pour l'optimisation du freinage magnétique.
- Fournir une solution de freinage plus efficace et plus performante en utilisant la combinaison optimale de ces facteurs clés.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] CORDIS RÉSULTATS DE LA RECHERCHE DE L'UE : : Freins électromagnétiques pour des trains à grande vitesse : <https://cordis.europa.eu/article/id/154507-novel-electromagnetic-brakes-for-highspeed-railway-lines/fr>
- [2] LINE BARRAS : Filière Systèmes industriels Orientation Power and Control. Démonstrateurs électromécaniques : https://doc.rero.ch/record/10769/files/Barras_5522572_TD.pdf
- [3] ANTOINE LESOBRE : Conception, modélisation et expérimentation de moteurs-freins intégrés à réluctance variable et à courants de Foucault : <https://theses.hal.science/tel-00448101/document>
- [4] FADHEL M. GHANNOUCHI, PIERRE SAVARD : Electromagnétisme en application
- [5] ALAIN LE RILLE : Expérience d'électromagnétisme : le principe du freinage par induction. : <https://youtu.be/AmCx172SmmI>
- [6] TELMA : Principes de fonctionnement d'un ralentisseur Telma : <https://fr.telma.com/produits/fonctionnement>
- [7] BERTIN, FAROUX ET RENAULT : Magnétostatique, induction, equation de Maxwell : *Editeur: Dunod Université*
- [8] MAYR: ROBA[®]-DISKSTOP[®] : Système de freinage électromagnétique pour disque de frein : <https://www.sepem-permanent.com/fichiers-catalogues/1551866687-mayr-france.pdf>

DOT

- [1] Mars 2022 : Intérêt pour une thématique sur le magnétisme
- [2] Juin 2022 : Première tentative de sujet sur les trains à sustentation magnétique raté car grande difficulté à modéliser
- [3] Septembre 2022 : Intérêt pour le freinage magnétique, début des tests
- [4] Octobre 2022 : 1ere experience, freinage magnétique d'une roue métallique à l'aide de notre dispositif
- [5] Novembre-Février 2023 : Modification des paramètres influençant le freinage magnétique (essai sur une roue en Aluminium/Cuivre) puis essai pour différentes intensité du courant et

Température

[6] *Mars-Mai 2023 : Essai de la performance du freinage mécanique, comparaison et mise en place d'un freinage hybride (à la fois mécanique et électromagnétique)*