

TAI Champs Magnétiques

Train à lévitation

Introduction

Aujourd'hui, le respect et la protection de la planète deviennent des enjeux de plus en plus importants de notre société. C'est pourquoi les pays tendent à devenir indépendants des énergies fossiles : jugées trop polluantes, ces énergies ont tendance à devenir de plus en plus rare. En effet, d'après certaine estimation, la quasi totalité des quantités de charbon, de gaz et de pétrole seront consommées après le 2^e millénaires. Tous les secteurs sont concernés, les transports en commun, en particulier, se sont beaucoup améliorés sur ce point. Les automobiles deviennent électriques, les bateaux diminuent leur consommation d'énergie ... Mais qu'en est-il des trains ? De nombreux projets se développent à l'instar du train à lévitation magnétique.

Mis à part l'enjeu écologique les trains à lévitation constitue en premier plan une avancée technologique importante. Un train à sustentation magnétique est un train qui utilise les forces magnétiques pour assurer sa sustentation (lévitation) et pour avancer. Au contraire des trains classiques ce type de train présente de nombreux avantages, comme une vitesse de pointe et de croisière plus élevées ainsi que de meilleures accélérations et relances. Alors que la France a tourné le dos à ce type de technologie dans les années 70 pour le TGV, certains pays aujourd'hui sont équipés de ces trains à lévitation magnétique. C'est le cas de l'Allemagne et du Japon avec le Transrapid et le Maglev. Parmi les trains utilisant la transformation de l'électricité en énergie magnétique, deux types se distinguent : L'EDS (Suspension électrodynamique) et l'EMS (Suspension électromagnétique).

Cette technologie de pointe encore méconnu soulève plusieurs interrogations. Sur quels principes physiques reposent-ils ? Comment le train peut-il l'éviter ? Quel système de propulsion utiliser ? Comment freiner un train ? Nous détaillerons toutes ces questions tout au long de ce projet dans 3 parties distinctes. Dans un premier temps nous allons expliquer les techniques de sustentation, les phénomènes physiques qui puissent faire léviter un train. Ensuite dans un second temps nous parlerons des techniques de propulsion et guidage du train, pour enfin finir dans une troisième partie ou nous conclurons sur les impacts de cette nouvelle technologie dans nos sociétés.

I. Techniques de sustentation

- Sustentation = Maintient en équilibre.
- Trains à sustentation : Le train est en équilibre au-dessus des rails.
- Deux types de sustentation :
 - o Electromagnétique
 - o Electrodynamique

A. Sustentation électromagnétique

- Existe déjà appliqué aux trains : Transrapid en Allemagne.
- Champ magnétique entre le train et un monorail qui ne sont jamais en contact, grâce à 16 électroaimants placés dans chaque wagon.
- Force d'attraction négative entre le rail et la partie inférieure du train
- Electroaimant :
 - o Composé d'un circuit magnétique et d'un circuit électrique (Ressemblant à une bobine).
 - o Champs magnétiques créés 10 ou 100 fois plus puissants que ceux des bobines.
- Premier problème : Courant de plusieurs dizaines d'ampères nécessaires.
- Deuxième problème : Courants de Foucault (Effet Joule et perte de stabilité).

B. Sustentation électromagnétique

- Supraconductivité : Capacité pour certains matériaux à avoir une résistance nulle quand ils sont traversés par un courant électrique.
- Exclusion des lignes de champ magnétique.
- Température très basse nécessaire.
- Champ magnétique à l'intérieur du supraconducteur nul : Effet Meissner.
- Deux types de supraconducteurs, ayant chacun des limites de température et de champs magnétiques différents.
- Application au train : Même principe que pour la sustentation électromagnétique
 - o Première solution : Utilisation d'électroaimants supraconducteurs refroidis à l'hélium liquide
 - o Deuxième solution : Utilisation de bobines supraconductrices, on évite ainsi toute résistance, et on élimine l'effet Joule (Prototype).

II. Propulsion et guidage du train

Dans cette partie nous allons étudier la propulsion d'un train à sustentation magnétique. Par définition la propulsion décrit un moyen de mettre en mouvement un objet, c'est-à-dire de le faire se déplacer.

A. Principe de la propulsion

- Principe d'un aimant : ses 2 pôles
- Electroaimants/bobines supraconductrices : pour supporter chacun des wagons
- Linéaire synchrone à stator long : propulsion.
- Courant triphasé => inversion des pôles => le train avance

B. Gestion de la vitesse et du freinage

- Fréquence d'alternance des pôles va influencer sur la vitesse du train (aussi pour le freinage)
- Freinage aussi possible avec des aérofrens

C. Guidage du train

- Comme la propulsion, électroaimants pour le guidage

D. Moteur linéaire synchrone

- Constitué d'un rotor, et d'un stator.
- Double comportement : moteur / alternateur
- Reparler du courant triphasé + schémas

E. L'économie de l'énergie

- On alimente seulement la partie où se situe le train
- Récupération d'énergie au freinage

III. Impacts de cette technologie sur notre société

- L'apparition de cette nouvelle technologie constitue des enjeux dans plusieurs domaines
 - o Social
 - o Economique
 - o Politique

A. Avantages et défauts

- Beaucoup d'avantages :
 - o la consommation d'énergie est réduite au maximum
 - o une vitesse de pointe plus élevés que ces concurrents
 - o un risque de déraillement quasi nul
 - o moins bruyants que les trains que ligne ferrés classique.
- Quelques défauts :
 - o Coût très cher
 - o Maintenance cher
 - o lignes créent des champs magnétiques puissants qui peuvent nuire à la santé de l'Homme.

B. Aspect social et politique

- Construction des trains a suscité de nombreuses réactions de la part de la population
- Le magnétisme a-t-il un impact sur notre santé ?
- L'enjeu principal est surtout politique
- L'obtention de cette technologie de pointe renvoi l'image d'un pays fort et prospère
- Ce projet prouve et donne la place à la supraconductivité au sein des industries

Conclusion

Le principe de fonctionnement d'un train à sustentation magnétique peut être divisé en deux parties : la lévitation et la propulsion. La lévitation est possible grâce à la suspension électromagnétique produit par des électroaimants situés sur les rails et sous le train. En ce qui concerne la propulsion, son mouvement est produit par un moteur linéaire synchrone à stator long. La vitesse du train varie d'une part en fonction du courant alternatif qui est envoyé dans les bobinages de la voie, et de l'autre par l'ajustement de la fréquence. Grâce à tout cela les trains à sustentation peuvent atteindre des vitesses de plus de 500 km/h. Le freinage est quant à lui aussi assuré par le moteur linéaire mais d'une façon inverse pour réduire la vitesse. Il est accompagné par des aérofreins situés sur le haut du train et permettant d'augmenter les frottements de l'air et donc de freiner plus rapidement le train.

L'électromagnétisme qui permet de faire léviter, propulser et freiner peut être remplacé par la supraconductivité. Cette technique nécessite toutefois une température extrêmement basse qu'on ne peut atteindre qu'en conservant les électroaimants dans un bain d'hélium ou d'azote liquide, puisque le diamagnétique parfait (un matériau qui serait supraconducteur à température ambiante) n'a pas encore été trouvé. Cela s'avère donc dangereux et difficile à réaliser.

L'utilisation de cette technologie implique un savoir faire important. En effet Il faut prendre en compte la surveillance du train tout le long du trajet. Les technologies utilisées nécessitent des réglages extrêmement précis à réaliser en temps réel pour garantir un minimum de sécurité. La vitesse du train, son freinage, et son guidage sur la voie sont les éléments clés à contrôler. De plus la construction de ces trains nécessite une infrastructure important incompatible avec les réseaux ferrés classique. Cette technologie est donc très couteuse, pas sur que les Etats dépense autant pour le développement de ligne de trains à lévitation magnétique.