

# Transfert d'énergie électrique par induction

J'étais toujours passionné par les phénomènes électromagnétiques merveilleux et ses vastes champs d'applications dans notre vie quotidienne , ainsi ce TIPE était une occasion parfaite pour exploiter les notions de base de l'électromagnétisme et suivre une démarche scientifique curieuse tout en combinant entre la théorie et l'expérimentation.

Le transfert d'énergie par induction est une technologie qui propose une solution à la difficulté ou l'impossibilité du transfert par câbles électriques dans certaines situations comme la recharge dynamique instantanée des véhicules électriques (nécessaire à cause de leur autonomie limitée qui rebute les consommateurs malgré leurs intérêts écologiques).

## Positionnement thématique (ETAPE 1)

*PHYSIQUE (Physique Ondulatoire).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Couplage inductif</i>	<i>Inductive coupling</i>
<i>Résonance</i>	<i>Resonance</i>
<i>Rendement</i>	<i>Efficiency</i>
<i>Puissance</i>	<i>Power</i>
<i>Désalignement</i>	<i>Misalignment</i>

## Bibliographie commentée

Le transfert d'énergie électrique sans fil est une technologie ayant un potentiel dans un vaste champ d'applications, par exemple dans le secteur environnemental où la concentration des gaz à effet serre, et notamment le dioxyde du carbone CO<sub>2</sub>, dans l'atmosphère terrestre augmente jour après l'autre à cause de l'utilisation des véhicules thermiques [6] , l'orientation mondiale vers les véhicules électriques devient ainsi une nécessité primordiale, mais l'utilisation et le développement de ces véhicules reste aujourd'hui contraint par la distance limitée pouvant être parcourue en une charge, une recharge sans fil instantanée de la batterie peut donc être une solution à ce problème.

La transmission de puissance sans fil, expérimentée par Nikola Tesla Il y a plus d'un siècle, se présente principalement sous deux méthodes : la transmission par rayonnement en champ lointain ou la transmission par couplage inductif de deux bobines en champ proche[3].

La première méthode permet de transmettre de l'énergie sur de longues distances en utilisant l'atmosphère terrestre comme conducteur électrique, elle est basée sur le fait qu'une antenne à forte directivité est capable de transférer une puissance dans son champ lointain par rayonnement.

Au cours du temps, les scientifiques ont toujours cherché à se servir de cette technologie utilisée dans le cas où la transmission par des câbles serait impossible ou coûteuse . À partir de 1994, le laboratoire d'Electronique, d'Energétique et des procédés de l'université de la Réunion (France), en

collaboration avec l'équipe japonaise de l'ISAS, s'est lancé dans un projet qui traite la possibilité d'une transmission d'énergie sans fil pour alimenter l'île de Grand Bassin, région qui est fortement accidentée et difficilement accessible. La puissance d'émission était de 800 W sur une distance de 40 m, mais l'expérience a montré un faible rendement global d'environ 5%**[5]**. En outre, l'interférence du champ électrique de grandes intensités avec le corps humain constitue une menace pour la santé humaine.

La deuxième méthode est basée sur le phénomène d'induction magnétique, expérimenté par Michael Faraday en 1831 qui a déduit que la variation temporelle du champ magnétique induit un champ électrique capable de donner un mouvement aux porteurs de charges, et donc de créer un courant électrique et une force électromotrice (induction de Neumann). La transmission se fait par couplage de deux bobines : l'une, nommée émettrice, est attachée au circuit qui sert d'alimentation et la deuxième nommée réceptrice est liée au système de stockage du récepteur. Cette méthode peut être utilisée pour charger les appareils commodément à courte distance, toutefois, ce principe de transmission par induction reste imparfait vu le faible rendement du transfert influencé par plusieurs facteurs comme le positionnement spatial des deux bobines.

Au cours du temps, le défi majeur pour les scientifiques résidait dans l'optimisation de l'efficacité de cette transmission, et en 2006, après de nombreuses études, des chercheurs du (Massachusetts Institute of Technology : MIT) dirigés par Marin Soljačić ont réussi à transmettre sans fil une puissance de 60 W permettant d'allumer une ampoule, avec une distance de 2 mètres séparant les deux bobinages et un rendement d'environ 40%**[1]**.

## **Problématique retenue**

Quelle différence entre le couplage résonant et celui non résonant en ce qui concerne l'efficacité de la transmission?

Et dans le cas d'un fonctionnement à récepteur mobile, comment influence la position des deux bobines sur le rendement?

## **Objectifs du TIPE**

-Comprendre le fonctionnement des circuits électriques dans le cas d'un couplage non résonant et celui résonant afin de comparer leurs rendements.

-Étudier l'effet de la variation de la distance, le désalignement axial et le désalignement angulaire entre les deux bobines sur le rendement, dans le cas d'un fonctionnement à récepteur mobile.

## **Références bibliographiques (ETAPE 1)**

1 ARISTEIDIS KARALIS ,J.D.JOANNOPOULOS b ,Marin SOLJAC : Efficient wireless non-radiative mid-range energy transfer : [http://www.mit.edu/~soljacic/wireless-power\\_AoP.pdf](http://www.mit.edu/~soljacic/wireless-power_AoP.pdf)

2 ALEXANDRE ROBICHAUD : ÉTUDE ET DÉVELOPPEMENT D'UN SYSTÈME DE TRANSMISSION DE PUISSANCE SANS FIL : <https://archipel.uqam.ca/8342/1/M14068.pdf>

3 WEI WANG : ÉTUDE DE LA TRANSMISSION D'ÉNERGIE SANS FIL (WPT) BASÉE SUR LA RÉSONANCE COUPLÉE MAGNÉTIQUE :

[https://publications.polymtl.ca/1496/1/2014\\_WeiWang.pdf](https://publications.polymtl.ca/1496/1/2014_WeiWang.pdf)

4ANTOINE CaILLIEREZ : « Etude et mise en oeuvre du transfert de l'énergie électrique par induction : application à la route électrique pour véhicules en mouvement » : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01385053/document>

5Hakim TakhEDMIT : Modélisation et conception de circuits de reception complexes pour la transmission d'énergie sans fil à 2.45 GHz. : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00564596/document>

6ÉRIC LABOURÉ : Recharge sans contact des véhicules électriques : <https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/pedagogiques/12100/12100-recharge-sans-contact-des-vehicules-electriques-ensps.pdf>

## **DOT**

*1Après choix entre le transfert d'énergie par rayonnement et par induction, décision d'aborder le transfert par induction grâce a ses avantages (facile pour l'utilisation humaine et puissance transmissible moyenne, plus sécuritaire...) plus compatibles avec les objectives (transfert de : quelques kilowatts pour les véhicules électriques, quelques watts pour les implants).*

*2Recherches effectuées pour enrichir les connaissances obtenues dans le cours de l'induction fait en classe, ainsi que commencer mon étude théorique.*

*3Echec, dans les premières tentatives sur le circuit résonant, de la mise en évidence expérimentale de la résonance du rendement à fréquence raisonnable, à cause de l'utilisation des grandeurs incohérentes, cela m'a obligé à revoir les conditions de l'expérience.*

*4Choix d'introduire expérimentalement l'idée d'une thèse faite en 2016 à CentraleSupélec qui traite la possibilité d'une recharge dynamique des véhicules électriques, mais à cause de la non-disponibilité des outils nécessaires : grandes bobines pour modéliser le trajet, capteurs pour alimenter ces bobines... décision de ne pas aborder cette application.*

*5Rassemblement des différentes études théoriques et expérimentales faites, comparaison entre eux, et ajout de quelques remarques et commentaires à la fin de chaque partie.*