

# OrbiMob' Académie : Digitalisation et décarbonation des mobilités

## Sujet de thèse

### Thématiques

- Mobilités & Infrastructures
- Energies pour la mobilité

**Titre :** Transfert de puissance dynamique par résonance magnétique à fort couplage pour véhicules électriques en mouvement.

### Développement du sujet

L'autonomie des véhicules électriques progresse d'année en année, mais la recharge des batteries demeure un sujet sensible. Les tendances actuelles sont essentiellement tournées vers l'augmentation des capacités de charge des batteries des véhicules électriques afin de gagner en autonomie et concurrencer les véhicules thermiques. Cette course à notre avis est illusoire tant la demande se renforce et la matière première se raréfie.

A l'instar de l'alimentation des êtres humains dont l'estomac occupe généralement 2% du volume total du corps, nous pensons que le poids de la batterie ne doit pas dépasser 10% du poids du véhicule pour n'embarquer que le juste nécessaire de puissance et se recharger régulièrement soit en statique aux points d'arrêt (péage, feu tricolore, parking, garage, ...) soit en dynamique (tronçons de route ou tronçons d'autoroute).

Les solutions alternatives envisagées depuis une décennie se résument en deux mots "route électrique". Le principe de fonctionnement est basé sur le principe physique de la résonance magnétique. La route de demain sera capable d'alimenter en électricité les véhicules électriques et sans contact mais pourra aussi être un support de communication incontournable.

Une thèse de doctorat a démarré sur le sujet le 1<sup>er</sup> septembre 2021 (fin en 2024) avec pour ambition de monter en compétence sur ce sujet risqué mais à fort potentiel. Au-delà des aspects fondamentaux sur la transmission de la puissance entre source distribuée et récepteur mobile, les premiers résultats montrent des performances très prometteuses sur une maquette laboratoire réalisée (puissance de 4,6 kVA et une fréquence allant de 79 kHz à 90 kHz : gamme dédiée aux véhicules électriques).

La thèse proposée aura donc pour objectifs principaux de :

- consolider les études fondamentales menées avec, en particulier l'optimisation des géométries des inducteurs et le pilotage des variables d'état des résonateurs pour un transfert optimum et stable. Ces performances doivent s'accommoder des différents éléments de sensibilité (positionnement latéral, longitudinal et vertical des inducteurs dans le véhicule et dans la chaussée).
- analyser l'efficacité du transfert en fonction du milieu d'enfouissement des inducteurs (Positionnement dans la chaussée, influence des matériaux utilisés, ...)
- optimiser la continuité d'alimentation en mode dynamique : des segments de route d'une longueur de plusieurs mètres accueilleront les inducteurs et ils devront être activés au passage du véhicule.
- valider autant que possible les principes sur des démonstrateurs à échelle 1.

### Eléments de contexte

- outre le fait que ce sujet est naturellement très en phase avec les objectifs du projet « OrbiMob' Académie Digitalisation et décarbonation des mobilités », ce sujet s'inscrit parfaitement dans les thématiques du CIR-ITPS axé sur la mobilité (le CIR-ITPS a par ailleurs cofinancé la première maquette prototype).

- un projet I-DEMO régionalisé appelé « la route inductive » est en gestation pour un dépôt prévu le 29 octobre 2024. Ce projet qui prévoit une boucle de 2.2 km autour du campus des Cézeaux a pour objectif de faire évoluer des navettes autonomes de faible puissance (6 kVA) alimentées en dynamique par l'infrastructure selon le principe envisagé ici.

**Laboratoire d'accueil**

Ce sujet de thèse sera développé au sein de l'axe PHOTON (PHOTonique, Ondes, Nanomatériaux) de l'institut Pascal (UMR 6602 du CNRS), il rassemble des théoriciens et expérimentateurs de la physique des matériaux, de l'électromagnétisme et de l'électronique. La thématique concernée est l'électronique de puissance et la compatibilité électromagnétique.

**Profil du candidat ou de la candidate**

Le candidat ou la candidate devra avoir des compétences solides en électronique de puissance, des connaissances en compatibilité électromagnétique notamment le couplage onde-conducteur et une appétence pour l'expérimentation.

**Contacts**

- Khalil EL KHAMLICHI DRISSI, Professeur des universités, [khalil.drissi@uca.fr](mailto:khalil.drissi@uca.fr)
- Christophe PASQUIER, Maître de conférences, [christophe.pasquier@uca.fr](mailto:christophe.pasquier@uca.fr)

**Salaire**

Le doctorant ou la doctorante percevra un salaire mensuel brut de 2100 €.

**Candidature**

Merci d'adresser votre candidature à [recrutements@clermont-auvergne-inp.fr](mailto:recrutements@clermont-auvergne-inp.fr)

# OrbiMob' Academy: Digitalization and decarbonization of mobility

## Thesis topic

### Themes

- Mobility & Infrastructure
- Energy for mobility

**Title:** Dynamic power transfer by strong resonant magnetic coupling for dynamic electric vehicles.

### Development of the subject

The range of electric vehicles is increasing year after year, but battery charging remains a sensitive subject. Current trends focused mainly on increasing the charging capacities of electric vehicle batteries in order to gain autonomy and compete with thermal vehicles. In our opinion, this race is illusory as demand is increasing and raw materials are becoming scarce.

Like the diet of human beings whose stomach generally occupies 2% of the total volume of the body, we believe that the weight of the battery should not exceed 10% of the weight of the vehicle to carry the just amount of necessary power. Then recharge regularly either statically at stopping points (tollbooths, traffic lights, parking lots, garages, etc.) or dynamically (sections of road or sections of highway).

The alternative solution is “electric road” based on the magnetic resonance. The road of tomorrow will be capable of supplying electric vehicles wirelessly but could also be a strategic communication medium.

A doctoral thesis began on the subject on September 1, 2021 (end in 2024) with the aim of increasing skills on this risky but high-potential subject. Beyond the fundamental aspects of power transmission between distributed source and mobile receiver, the first results show very promising performances on a laboratory model produced (power of 4.6 kVA and a frequency ranging from 79 kHz to 90 kHz: range dedicated to electric vehicles).

The proposed thesis will therefore have the main objectives:

- consolidate the fundamental studies carried out with, in particular the optimization of the geometries of the inductors and the control of the state variables of the resonators for optimum and stable transfer. These performances must accommodate the different sensitivity elements (lateral, longitudinal and vertical positioning of the inductors in the vehicle and in the roadway).
- analyze the efficiency of the transfer depending on the inductors environment (roadway position, influence of the ground materials, etc.)
- optimize power continuity in dynamic mode: road segments of several meters long will carry out the inductors; they become active when the vehicle is present.
- validate the principles as much as possible on scale 1 setup.

### Context elements

- Apart from the fact that this subject is naturally in line with the objectives of the “OrbiMob' Academy Digitalization and decarbonization of mobility” project, this subject fits perfectly into the themes of the CIR-ITPS focused on mobility (the CIR-ITPS also co-financed the first prototype).

- A regionalized I-DEMO project called “the inductive road” is in preparation for an application scheduled for October 29, 2024. This project, which plans a 2.2 km loop around the Cezeaux campus, aims to develop low-cost autonomous shuttles. Power of 6 kVA is transferred wirelessly and dynamically from the infrastructure to the electric vehicle.

**Host laboratory**

This thesis project will be developed within the PHOTON group (PHOTonics, Waves, and Nanomaterials) of the Pascal Institute (UMR 6602 of the CNRS), it brings together theorists and developers in the physics of materials, electromagnetism and electronics. The concerned topic is power electronics and electromagnetic compatibility.

**Candidate profile**

The candidate must have solid skills in power electronics, knowledge of electromagnetic compatibility, particularly wave-conductor coupling, and an appetite for experimentation.

**Salary**

The doctoral student will receive a gross monthly salary of €2,100.

**Contacts**

- Khalil EL KHAMLI CHI DRISSI, Full Professor, [khalil.drissi@uca.fr](mailto:khalil.drissi@uca.fr)
- Christophe PASQUIER, Associate Professor, [christophe.pasquier@uca.fr](mailto:christophe.pasquier@uca.fr)

**Application**

Please send your application to [recruitments@clermont-auvergne-inp.fr](mailto:recruitments@clermont-auvergne-inp.fr)