



Titre Thèse (subject)	Stratégie de recharge d'un véhicule électrique pour minimiser son empreinte écologique	
Directeur (supervisor)	Pr. Alain BOUSCAYROL	E-mail : alain.bouscayrol@univ-lille.fr
Co-Encadrant 1 (co-supervisor)	Dr. Ronan GERMAN	E-mail : ronan.german@univ-lille.fr
Laboratoire (research unit)	L2EP (Univ. Lille)	Web : http://l2ep.univ-lille1.fr/
Equipe (research team)	Commande	Web : http://l2ep.univ-lille.fr/?page_id=568
Co-Encadrants 2 (co-supervisor)	Pr. Pascal VENET,	E-mail : pascal.venet@univ-lyon1.fr
Laboratoire (research unit)	Laboratoire Ampère (Univ. Lyon 1)	Web : http://www.ampere-lab.fr/
Equipe (research team)	Systèmes et énergies sûrs	Web : http://www.ampere-lab.fr/spip.php?rubrique175
Co-Encadrant 3 (co-supervisor)	Dr. Hdr. Elodie CASTEX	E-mail : elodie.castex@univ-lille.fr
Laboratoire (research unit)	TVES (Univ. Lille)	Web : http://tves.univ-lille.fr/Contacts/
Equipe (research team)	Transports, mobilité déplacements.	Web : https://pro.univ-lille.fr/elodie-castex/
Financement prévu <input type="checkbox"/>	Contrat Doctoral Etablissement <input checked="" type="checkbox"/> Région <input type="checkbox"/> – Autre <input type="checkbox"/> Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser :	ULille <input checked="" type="checkbox"/> UPHF <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> ULCO <input type="checkbox"/> ARTOIS <input type="checkbox"/> IMT <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>
Financement acquis ? <input type="checkbox"/>	Contrat Doctoral Etablissement <input type="checkbox"/> Région <input type="checkbox"/> – Autre <input type="checkbox"/> Contrat de recherche <input type="checkbox"/> Préciser :	ULille <input type="checkbox"/> UPHF <input type="checkbox"/> Centrale Lille <input type="checkbox"/> ULCO <input type="checkbox"/> ARTOIS <input type="checkbox"/> IMT <input type="checkbox"/> Autre <input type="checkbox"/>

Résumé du sujet (abstract):

Le campus « cité scientifique » de l'Université de Lille a la taille d'une ville moyenne (20 000 usagers). Le programme CUMIN (Campus Universitaire à Mobilité Innovante et Neutre en carbone) a pour objectif de mettre en place un démonstrateur technologique de mobilité électrique à l'échelle de ce campus. Dans ce cadre, seuls les véhicules électriques seraient autorisés avec des charges potentiellement via des panneaux photovoltaïques. Le laboratoire L2EP est impliqué de manière continue dans le projet CUMIN depuis 2015.

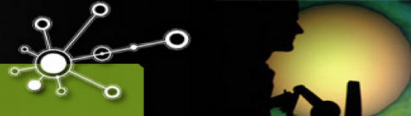
Dans le futur campus, les nouveaux véhicules des usagers (100% électriques) effectueraient leurs trajets journaliers domicile-université sans émissions locales. Cependant, l'impact environnemental d'un véhicule doit être vu de manière globale et doit prendre en compte l'ACV (Analyse de Cycle de Vie). Dans ce cadre, la batterie a un impact important sur la phase de « manufacture » et celle de « fin de vie ». Afin de minimiser l'impact environnemental du véhicule, la durée de vie de la batterie doit être étendue au maximum.

L'objectif de la thèse sera de déterminer (pour une mission journalière réelle) quelle est la **stratégie de recharge optimale d'un véhicule électrique en termes de durée de vie des batteries** et donc de réduction globale de l'empreinte environnemental du VE.

Le véhicule de référence sera la Nissan Leaf dont l'acquisition par le laboratoire L2EP est prévue en 2020. Elle sera instrumentée dans le cadre de la plateforme eV (electricité & Vehicle) du laboratoire L2EP. Elle permettra de réaliser une campagne de tests de conduite « domicile-université » afin de déterminer un profil de mission le plus réel possible.

Compétences des partenaires

Le laboratoire L2EP est spécialisé dans la modélisation et la simulation des véhicules électrifiés. Il a développé de formalismes d'organisation systémique de modèles de systèmes énergétiques complexes et multi-physiques. Il sera en charge de la supervision de la modélisation du véhicule complet ainsi que celle de la batterie. Etant donné le temps nécessaire au vieillissement des batteries la simulation servira de base pour l'optimisation de la stratégie de recharge. Il mettra à disposition sa plateforme expérimentale eV et le véhicule Nissan Leaf.



Le laboratoire TVES est spécialisé dans le domaine de l'urbanisme (sciences humaines et sociales). Son expertise est nécessaire à la définition d'un cycle (ou d'un trajet) d'utilisation le plus réaliste possible pour le véhicule de service concerné, et aussi des conditions climatiques annuelles, car la température de charge est un élément impactant. TVES est un des partenaires piliers de CUMIN.

Le laboratoire Ampère (Université Lyon 1) est un partenaire du L2EP à travers le réseau MEGEVH (réseau scientifique français sur les véhicules électriques et hybrides). Son expertise sera nécessaire pour établir un modèle de vieillissement calendaire (véhicule garé sur un parking) et l'associer à un modèle de vieillissement en cyclage (conduite) à travers des tests de vieillissements accélérés sur des cellules similaires à celles de la Nissan Leaf. Les cellules choisies seront également caractérisées de manière électrothermique et le modèle sera validé au L2EP sur le véhicule de référence ou en enceinte thermique. Un test de vieillissement sera également à prévoir pour valider la stratégie de recharge déduite du modèle de vieillissement et des études de simulation.

Verrous scientifiques

Les verrous scientifiques sont les suivants :

- Association de compétences transverses (urbanisme, électrochimie, génie électrique et systémique).
- Modélisation en temps long d'un véhicule en associant phases de conduite et de parking.
- Définition d'une méthode pour extraire un modèle de vieillissement batterie simple en associant un vieillissement accéléré de type calendaire et de type cyclage (ces modèles étant en général découplés). L'application système en sera le fil conducteur.
- Prise en compte de la variation saisonnière de la température ambiante dans le cadre de la charge.
- Association multi-échelle d'un modèle de batterie en temps court (électrothermique) et de son modèle de vieillissement (temps long).
- Validation expérimentale de l'impact de la stratégie de recharge sur le vieillissement de cellules.

Travaux préliminaires

Collaboration entre le laboratoire L2EP et le laboratoire Ampère concernant la modélisation électrothermique des batteries dans le cadre d'une utilisation véhicule électrique. Un article de revue a été publié en 2019 [1].

Modélisation d'un véhicule à partir de données enregistrées à bord au L2EP [2].

Test de vieillissement accélérés (de batteries) en calendaire et en cyclage au laboratoire Ampère. Extractions de modèles de vieillissement Error: Reference source not found.

Collaboration entre le L2EP, le TVES pour définir un générateur de cycles réels à partir de données statistiques dans le cadre d'une thèse co-encadrée du programme CUMIN [4].

Références

- [1] R. German, S. Shili, A. Desreaveux, A. Sari, P. Venet and A. Bouscayrol, "Dynamical Coupling of a Battery Electro-Thermal Model and the Traction Model of an EV for Driving Range Simulation," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, in press, doi: 10.1109/TVT.2019.2955856.
- [2] C. Dépature, W. Lhomme, A. Bouscayrol, P. Sicard, L. Boulon, "Efficiency map of the traction system of an electric vehicle from an on-road test drive", *IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference*, Coimbra (Portugal), Oct. 2014.
- [3] E. Redondo-Iglesias, P. Venet and S. Pelissier, "Global Model for Self-Discharge and Capacity Fade in Lithium-Ion Batteries Based on the Generalized Eyring Relationship," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 67, no. 1, pp. 104-113, Jan. 2018.
- [4] A. Desreaveux, A. Bouscayrol, R. Trigui, E. Castex and J. Klein, "Impact of the Velocity Profile on Energy Consumption of Electric Vehicles," in *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 68, no. 12, pp. 11420-11426, Dec. 2019.