



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



BETA
Bureau
d'économie
théorique
et appliquée

Geo
Ressources

CRAN

CEVA
LOGISTICS

CONTRAT DOCTORAL AVEC DISPOSITIF CIFRE

Évaluation des flux logistiques dans un contexte d'économie circulaire : le cas des batteries lithium-ion pour la voiture électrique

Pour la rentrée 2021, les laboratoires BETA, CRAN et GeoRessources de l'Université de Lorraine proposent un financement de thèse en contrat CIFRE avec la société Ceva Logistics (durée 3 ans). Le ou la bénéficiaire partagera son temps de recherche entre ses laboratoires d'accueil et, lorsque nécessaire, effectuera des séjours sur site au sein de l'entreprise (Marseille), sous la direction de deux co-directeurs de thèse de l'Université de Lorraine, Sébastien Liarte, Professeur des Universités et Pascale Marangé, Maître de Conférences. Un tuteur en entreprise et un spécialiste des batteries lithium-ion et du recyclage du Laboratoire GeoRessources, Alexandre Chagnes, Professeur des Universités, seront en appui à l'équipe d'encadrement.

Présentation du sujet

En quelques années, le marché du véhicule électrique est en train de connaître un développement considérable. Ce succès s'accompagne de réflexions de plus en plus poussées en termes technologiques, industriels et économiques, notamment au niveau des batteries des véhicules, élément apparaissant comme central de cette industrie. En particulier, compte tenu de potentielles difficultés d'approvisionnement, de génération importante de déchets, du coût et du caractère polluant de certains composants, les acteurs de la filière sont de plus en plus invités à mettre en place une économie circulaire et de penser au *remanufacturing* des batteries en vue d'une revalorisation du produit. Il s'agit, en effet, de « fermer et d'allonger » la boucle en réduisant au maximum la production de déchets, d'optimiser la chaîne de valeur des matériaux utilisés et de prolonger le cycle de vie en termes d'utilisation des batteries lithium-ion. Tant les industriels que les pouvoirs publics ou que les universitaires ont initié une véritable réflexion dans ce domaine à l'échelle nationale et européenne. Toutefois, dans cette prise en compte de la batterie électrique dans un contexte d'économie circulaire, une dimension pourtant fondamentale semble oubliée ou du moins sous-étudiée : le transport. Compte tenu de leurs poids et de leur dangerosité, les batteries de véhicules électriques sont des éléments complexes et coûteux à transporter. Or, l'économie circulaire suppose des interactions nombreuses entre plusieurs entités au sein d'un même écosystème (constructeurs, assembleurs, collecteurs, recycleurs, réparateurs, ré-utilisateurs, logisticien, etc.). Se pose alors les questions d'acheminement des batteries entre chaque acteur pouvant se trouver à des milliers de kilomètres des uns des autres. De manière sous-jacente, apparaît également la problématique du dimensionnement du stockage en fonction des options d'organisation du flux logistique choisi. Bien sûr, les réflexions dépassent la question du cadre du coût ou de la sécurité en intégrant des questions légales et environnementales. Autrement

dit, il est nécessaire d'évaluer les différentes alternatives de transports tenant compte de ces différents critères.

L'ambition de la thèse est **de proposer une description du réseau complet pouvant être emprunté par les batteries électriques dans un contexte d'économie circulaire. Il s'agit ensuite d'être en mesure de quantifier l'impact de différentes alternatives sur plusieurs critères (coût, rentabilité, impact écologique, sécurité, etc.) afin de construire un outil d'aide à la décision permettant aux décideurs d'évaluer l'impact du transport et du stockage dans le domaine.**

Deux axes de recherche principaux sont identifiés. Le premier axe vise à établir une cartographie du circuit des flux existants, d'en quantifier les alternatives et l'importance actuelle et à venir de chacun de ces flux. Il s'agira plus précisément de décrire l'organisation des différentes unités ayant à traiter des batteries électriques, de préciser les chemins parcourus et l'état des produits lors du transport. Une importante phase de recherche de données doit également conduire à une évaluation des coûts des différentes options existantes à l'heure actuelle en termes de transport et de stockage des batteries électriques. Le second axe de recherche s'intéressera à la modélisation de ce cadre existant puis visera à proposer un outil permettant de faire varier différents paramètres, circulation des flux, type d'acteurs, quantité de batteries, etc. afin d'observer l'impact potentiel de ces variations sur des indicateurs cibles identifiés comme déterminant dans le futur.

Bien sûr, ces deux axes de recherche constituent un cadre général d'analyse. Il conviendra, en fonction des compétences et des centres d'intérêt du doctorant de les faire évoluer à la marge.

Les structures d'accueil

Afin de mener à bien cette recherche à la frontière entre des problématiques d'ingénierie et de gestion, ce travail doctoral sera co-encadré par une spécialiste des systèmes eco-techniques et un spécialiste en sciences de gestion. Un spécialiste des batteries lithium-ion et du recyclage du Laboratoire GeoRessources sera en appui à l'équipe d'encadrement. Le/la doctorant/e évoluera donc au sein des deux laboratoires de recherche CRAN et le BETA de l'Université de Lorraine reflétant ces deux spécialités complémentaires avec l'appui d'un spécialiste des batteries lithium-ion et des procédés de recyclage du laboratoire Georessources.

Créé en 1980, le Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN) est une unité mixte de recherche (UMR 7039) commune à l'Université de Lorraine (UL) et au CNRS. Le laboratoire développe des activités transverses à ces disciplines dans les domaines de l'ingénierie pour la santé et de la sûreté de fonctionnement des systèmes. Ces domaines de recherche, fondés sur les concepts de signaux (classiques et biomédicaux), systèmes dynamiques (physiques ou biologiques), biologie intégrative, réseaux (informatiques ou de signalisation en biologie), information et décision, concernent à la fois les systèmes techniques (processus industriels, systèmes de transport, production d'énergie, réseaux de communication, ...), les systèmes environnementaux (qualité de l'air, l'eau, ...) et la santé (diagnostic et soins en cancérologie et neurologie). Les retombées de ces recherches ont un impact tant « sociétal » (amélioration de la sûreté des installations, des diagnostics et des soins en médecine ou de l'environnement), qu'économique (amélioration du rendement des installations, des actes médicaux, des produits ou des services).

Le BETA (Bureau d'Economie Théorique et Appliquée) est depuis la création du laboratoire orienté par la volonté d'articuler les aspects théoriques et les applications de la recherche en économie et en gestion. Plusieurs thématiques marquent son identité : l'économie de l'innovation, la gestion des technologies et des organisations, l'évaluation des actifs environnementaux, l'étude de la relation formation-emploi ou encore l'économie historique. Accompagnant le développement du laboratoire et les évolutions sociales, les thématiques se sont enrichies : l'économie du droit s'est affirmée, l'économie de l'énergie, de la forêt (avec, en particulier, un observatoire pour l'économie de la forêt), et plus largement l'analyse économique des transitions énergétiques, environnementales et démographiques se sont renforcées.

GeoRessources a une vision intégrée de la chaîne de valeur des matières premières minérales non énergétique de la mine jusqu'au produit en passant par le recyclage. Une grande partie de son activité concerne notamment le développement de procédés de recyclage des batteries lithium-ion par des voies hydrométallurgiques. Le Laboratoire GeoRessources a également une très bonne connaissance de l'électrochimie des batteries lithium-ion et des matériaux utilisés pour les fabriquer.

Profil recherché / Compétences requises

Le/la candidat/e devra être titulaire, au moment de son inscription en thèse, d'un master recherche (ou équivalent). Les candidats peuvent provenir des domaines tels que l'ingénierie système, la modélisation de systèmes de production avec une ouverture sur les questions de gestion et/ou économique. Les candidats peuvent également provenir des sciences de gestion et/ou économique avec une formation importante en modélisation et/ou ingénierie. La capacité à programmer et utiliser des logiciels de simulation et/ou de langages de programmation est un véritable plus dans la candidature.

Le candidat devra avoir une bonne capacité à analyser / synthétiser des documents en français mais également en anglais.

Documents à transmettre

Les candidats sont invités à envoyer **avant le 26 Août 2021** un CV, une lettre de motivation, et une description du travail de recherche effectué durant son stage de Master aux personnes contacts ci-dessous.

Contacts

Pascale Marangé, Maître de conférences, CRAN, Université de Lorraine,
pascale.marange@univ-lorraine.fr

Sébastien Liarte, Professeur des Universités en Sciences de Gestion, BETA, Université de Lorraine : sebastien.liarte@univ-lorraine.fr