

Monsieur Haider ALI

Spécialité "Génie Electrique"

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Techniques optimales pour Smart Grid Charge des véhicules électriques autonomes avec des sources d'énergie renouvelables

dirigés par Monsieur Bruno FRANCOIS et Madame Luce BROTCORNE

Soutenance prévue le **mardi 17 décembre 2024** à 10h00

Lieu : Cité scientifique, 59655 Villeneuve d'Ascq

Salle : BODA amphitheater, Centrale Lille

Composition du jury proposé

M. Bruno FRANCOIS	Centrale Lille Institut	Directeur de thèse
Mme Luce BROTCORNE	INRIA Lille	Co-directrice de thèse
M. Jakob PUCHINGER	Ecole de Management de Normandie	Rapporteur
M. Raphael CAIRE	Grenoble INP	Rapporteur
M. Philippe DESSANTE	GeePs Centralesupelec	Examineur
Mme Anne BLAVETTE	laboratoire SATIE, Ecole Normale Supérieure de Rennes	Examinatrice

Mots-clés : Véhicules électriques autonomes, Borne de recharge, énergies renouvelables, Villes intelligentes, systèmes électriques,

Résumé :

Le déploiement croissant des Véhicules Autonomes Partagés Électriques (SAEV) et l'intégration des sources d'énergie renouvelable dans les réseaux électriques urbains présentent à la fois des opportunités et des défis pour les systèmes de transport durable. Cette thèse explore l'optimisation des réseaux couplés de transport et d'énergie, en se concentrant sur l'équilibre entre la demande de déplacement des passagers et les contraintes du réseau électrique. Une approche multifacette aborde les interactions complexes entre les SAEV, les stations de recharge, les passagers et le réseau électrique. La première contribution est de modéliser le système de transport et d'énergie en tant que couches interconnectées, en optimisant le placement des nœuds de transport statiques, tels que les arrêts de véhicules autonomes électriques (AEV), à l'aide d'une approche P-Median pour minimiser la distance totale entre les points de demande des passagers et ces nœuds, tout en respectant les limites du réseau. La deuxième contribution consiste à développer des stratégies d'optimisation déterministes via le problème de routage des véhicules avec fenêtres temporelles (VRPTW), en intégrant les signaux de demande des passagers et de tarification du réseau. Ce modèle détermine la taille optimale de la flotte et la configuration du réseau de transport, tout en tenant compte des différentes stratégies de tarification de la recharge, avec une analyse comparative des techniques d'optimisation avancées telles que les heuristiques de construction d'itinéraires et les méthodes exactes. La troisième contribution inclut les incertitudes liées à la demande de charge du réseau électrique et à la production d'énergie renouvelable à travers des techniques d'optimisation stochastique. En appliquant l'optimisation de la

Valeur Conditionnelle au Risque (CVaR), la recherche tient compte des fluctuations de l'offre et de la demande d'énergie, notamment aux nœuds localisés avec stations de recharge, et évalue la Valeur de la Solution Stochastique (VSS) pour comparer les approches déterministes et stochastiques dans la gestion du risque et de l'incertitude. La quatrième contribution se concentre sur la gestion en temps réel du réseau grâce à l'optimisation dynamique, permettant des ajustements continus des horaires de recharge des SAEV en fonction des conditions en temps réel du réseau, essentiel pour s'adapter aux changements imprévisibles de la demande du réseau et de la disponibilité des énergies renouvelables. L'évaluation de ces modèles d'optimisation repose sur des indicateurs clés de performance tels que les coûts de déplacement, le rejet de passagers, la recharge aux heures de pointe et la capacité finale des batteries des véhicules électriques. Les résultats montrent que les mécanismes de tarification fixe sont les moins efficaces, car ils entraînent une surcharge du réseau, tandis que les tarifs différenciés selon les heures (TOU) encouragent la recharge en dehors des heures de pointe, mais sont surpassés par les stratégies de tarification dynamique, qui réduisent le stress sur le réseau et les coûts, aidées par l'intégration des énergies renouvelables aux heures de pointe. Bien que les algorithmes exacts fonctionnent bien pour de petites instances, les méthodes heuristiques et métaheuristiques offrent des solutions évolutives pour les problèmes plus vastes sans sacrifier l'efficacité. Cette étude met en avant l'importance des stratégies adaptables en temps réel pour équilibrer la demande des passagers, la stabilité du réseau et l'intégration des énergies renouvelables, faisant progresser la mobilité urbaine durable. Enfin, la mise en œuvre pratique de ces modèles est démontrée à travers des outils logiciels et des simulations, offrant aux villes une voie pour améliorer la mobilité urbaine tout en intégrant les sources d'énergie renouvelable dans le réseau.