

# Commande robuste et gestion énergétique optimisée d'une station de charge pour véhicules électriques : validation expérimentale.

Omaïma SMOUNI<sup>1,2</sup>, Meriem LABOUREL NACHIDI<sup>1,2</sup>, Abdelhamid RABHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Modélisation, Information et Systèmes, Amiens, France

<sup>2</sup> ICAM Site Grand Paris Sud, Lieusaint, France

## 1 Introduction

Actuellement, le monde subit un changement révolutionnaire vers les Véhicules Électriques (VEs), stimulé par les préoccupations croissantes concernant l'épuisement des réserves de combustibles fossiles et les impacts environnementaux des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) [1]. Des données récentes de l'organisation mondiale de la santé révèlent que 8,43 millions de décès prématurés par an sont attribués à la pollution de l'air [2]. Selon [3], le secteur des transports est le deuxième plus grand contributeur aux émissions de GES au niveau international. La même tendance est observée en France, où en 2021, les émissions du secteur des transports représentaient 126,0 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub>, soit 30 % du total national [4]. La décarbonisation du secteur des transports reste une voie clé pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 [5]. Cette approche est en phase avec les estimations de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), qui prévoit que les VEs représenteront plus de 60 % des véhicules vendus dans le monde d'ici 2030 [6]. De plus, les auteurs de [7] démontrent que dans le cadre du scénario NZE<sup>1</sup>, avec environ 2 milliards de véhicules électriques en circulation, les ventes mondiales annuelles de VEs devraient atteindre 160 millions d'unités d'ici 2050. L'essor significatif du marché des VEs entraîne une augmentation de la demande énergétique, ce qui affecte directement la consommation d'électricité. En conséquence, les pays engagés dans le déploiement des VEs sont amenés à soutenir et/ou à moderniser leurs infrastructures électriques existantes, en intégrant des solutions innovantes qui intègrent des Sources d'Énergie Renouvelables (SERs), afin de renforcer la durabilité et l'efficacité de leur système énergétique. En fait, la relation entre les points de charge pour VEs, le réseau électrique et l'atteinte des objectifs de la politique NZE indique que l'écosystème des Stations de Charge (SC) ne devrait pas se limiter uniquement aux SC connectées au réseau électrique [8]. Il devrait également inclure les stations autonomes et écologiques afin d'élargir la portée et l'impact de l'infrastructure de charge durable. L'un des principaux défis liés à ces systèmes réside dans la garantie de leur stabilité et de leur fiabilité, en assurant une gestion efficace des fluctuations de tension et de courant. Ainsi, dans ce travail de recherche, une SC dédiée aux VEs est conçue et régulée à l'aide de stratégies robustes de contrôle et de gestion de l'énergie, dans le but d'assurer la stabilité du système ainsi qu'un partage optimal de la puissance entre les différentes sources d'énergie intégrées à la SC.

## Références

- [1] Casals, L. C., Martinez-Laserna, E., García, B. A., & Nieto, N. (2016). Sustainability analysis of the electric vehicle use in Europe for CO<sub>2</sub> emissions reduction. *Journal of cleaner production*, 127, 425-437.

---

1. Net Zero Emissions

- [2] Lelieveld, J., Haines, A., Burnett, R., Tonne, C., Klingmüller, K., Münzel, T., & Pozzer, A. (2023). Air pollution deaths attributable to fossil fuels : observational and modelling study. *bmj*, 383.
- [3] Our World in Data. CO2 and greenhouse gas emissions. URL : <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>.
- [4] Chiffres clés des transports. URL : <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-transports-2023/20-emissions-de-gaz-a-effet>.
- [5] International Energy Agency. Net zero by 2050. 2021a. URL <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- [6] International Energy Agency. URL :<https://www.iea.org/reports/by-2030-evs-represent-more-than-60-of-vehicles-sold-globally-and-require-an-adequate-surge-in-chargers-installed-in-buildings>.
- [7] Liang, Y., Kleijn, R., & Van der Voet, E. (2023). Increase in demand for critical materials under IEA Net-Zero emission by 2050 scenario. *Applied Energy*, 346, 121400.
- [8] Khan, F. A., Mekhilef, S., Ramachandaramurthy, V. K., Ab Aziz, N. F., Pal, N., Yaseen, A., ... & Alshammari, O. (2024). Design and development of grid independent integrated energy system for electric vehicle charging stations at different locations in Malaysia. *Energy*, 302, 131686.
- [9] Nachidi, M. L., Smouni, O., Ky, T., Rabhi, A., & Macabebe, E. Q. B. (2025). Advancing sustainable transportation : A feasibility study on EV green charging station with fuzzy control systems in France and the Philippines. *Energy for Sustainable Development*, 85, 101636.