

Analyse économétrique des facteurs influençant les ventes de véhicules électriques : Approche en panel sur quatre grandes régions mondiales

Econometric Analysis of the Factors Influencing Electric Vehicle Sales: A Panel Data Approach Across Four Major World Regions

HASSAINE Yasser^{1,*}

¹ Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et Sciences de Gestion, Université Tahar Moulay de Saida, Algérie

Date de réception : 2025/04/27 ; Date d'acceptation : 2025/06/29

Résumé : Cet article examine les facteurs influençant l'adoption des véhicules électriques à partir de données de panel régionales couvrant l'Europe, la Chine, les États-Unis et le Royaume-Uni. À l'aide d'un modèle à effets fixes, il évalue l'impact des subventions, du revenu, du prix et des infrastructures de recharge. Les résultats indiquent que les subventions, le revenu et les bornes ont un effet significatif et positif, contrairement au prix. Le modèle explique 97,74 % de la variance des ventes. L'étude met en évidence le rôle clé des politiques publiques dans la promotion d'une mobilité durable.

Mots-clés : Véhicules électriques; Subventions publiques; Modèle à effets fixes; Mobilité durable; Données de panel.

ملخص: تُحلل هذه الدراسة العوامل الرئيسية التي تؤثر في تبني المركبات الكهربائية باستخدام بيانات بانل إقليمية من أوروبا، الصين، الولايات المتحدة، والمملكة المتحدة. يستخدم النموذج ذو التأثيرات الثابتة لتقييم تأثير الدعم الحكومي، والدخل، والأسعار، والبنية التحتية لمحطات الشحن. تُظهر النتائج أن الدعم، والدخل، ومحطات الشحن تعزز بشكل كبير تبني المركبات الكهربائية، في حين لا يُعتبر تأثير السعر ذا دلالة إحصائية. يفسر النموذج 97.74٪ من التباين في المبيعات. تؤكد هذه النتائج على أهمية السياسات العامة والظروف الاقتصادية في تعزيز التنقل المستدام، وتقديم توصيات لدعم اعتماد تقنيات المركبات الكهربائية.

الكلمات المفتاحية: المركبات الكهربائية؛ الدعم الحكومي؛ نموذج التأثيرات الثابتة؛ التنقل المستدام؛ بيانات بانل.

Abstract: This study analyzes the main drivers of electric vehicle adoption using regional panel data from Europe, China, the U.S., and the U.K. A fixed effects model assesses the influence of subsidies, income, prices, and charging infrastructure. Results show that subsidies, income, and charging stations significantly boost EV adoption, while vehicle prices have no significant effect. The model explains 97.74% of the variance in sales. These findings underscore the importance of public policy and economic conditions in promoting sustainable mobility, and offer recommendations to enhance the uptake of clean vehicle technologies.

Keywords: Electric vehicles; Public subsidies; fixed effects model; Sustainable mobility; Panel data.

* HASSAINE Yasser

1. Introduction :

Face aux défis environnementaux croissants et à l'urgence de réduire les émissions de gaz à effet de serre, le secteur des transports apparaît comme un levier stratégique de la transition énergétique. Les véhicules électriques (VE) sont de plus en plus considérés comme une solution crédible pour décarboner la mobilité, réduire la dépendance aux énergies fossiles et améliorer la qualité de l'air. De nombreux pays, à l'image de la Chine, des États-Unis, du Royaume-Uni ou encore des États membres de l'Union européenne, ont mis en place des politiques publiques incitatives (subventions, crédits d'impôt, infrastructures de recharge) pour accélérer l'adoption de ces technologies.

Malgré ces efforts, la diffusion des véhicules électriques reste inégale selon les régions et les pays. Certaines zones enregistrent une forte dynamique de croissance, tandis que d'autres peinent à amorcer une transition significative. Cette hétérogénéité soulève une question centrale : **quels sont les facteurs qui influencent réellement l'adoption des véhicules électriques à l'échelle régionale ? Et dans quelle mesure les politiques publiques parviennent-elles à stimuler cette adoption de manière efficace ?**

Bien que la littérature ait exploré plusieurs déterminants potentiels (prix, revenus, infrastructure, incitations), les résultats empiriques restent parfois contradictoires ou limités à des contextes nationaux spécifiques. Il demeure ainsi nécessaire de conduire une analyse comparative, fondée sur des données régionales et un cadre méthodologique robuste, afin de mieux cerner l'impact réel de ces facteurs sur les ventes de VE.

Notre étude s'aligne avec cette orientation. Elle vise à analyser empiriquement l'effet de quatre variables clés sur les ventes de véhicules électriques dans différentes régions du monde : les subventions publiques, le revenu par habitant, le prix des véhicules électriques et la disponibilité des bornes de recharge. Le travail s'appuie sur un modèle économétrique en données de panel couvrant un échantillon composé de régions issues de l'Europe, la Chine, les États-Unis et le Royaume-Uni.

En mobilisant un modèle à effets fixes, nous cherchons à quantifier l'impact de ces variables sur l'adoption des VE, à vérifier leur significativité statistique, et à fournir des recommandations pertinentes aux décideurs. Cette recherche contribue à la littérature en apportant une analyse empirique comparative à l'échelle régionale, dans un contexte international.

2. Revue de littérature :

De nombreuses recherches ont exploré la relation entre l'adoption et les ventes de véhicules électriques, les subventions publiques, l'amélioration des infrastructures de recharge, ainsi que le revenu et le prix de ces véhicules, tant dans les pays développés à économie de marché que dans les pays en développement. Cependant, à ce jour, le nombre d'études testant empiriquement ces liens dans les pays en transition reste marginal, en raison de la faible présence de ce type de véhicules.

(Bakker, Sierzchula, Maat, & Van Wee, 2014) cherchent à déterminer la relation entre les incitations financières aux consommateurs et l'adoption des véhicules électriques. L'étude a identifié plusieurs facteurs socio-économiques supplémentaires susceptibles d'influencer les taux d'adoption des véhicules électriques. À l'aide d'une analyse de régression linéaire multiple, les chercheurs ont examiné la relation entre ces variables et 30 parts de marché nationales des véhicules électriques pour l'année 2012. Le modèle a révélé que les incitations financières, les infrastructures de recharge et la présence locale d'installations de production étaient significatives et positivement corrélées à la part de marché des véhicules électriques. Les résultats suggèrent que parmi ces

facteurs, les infrastructures de recharge étaient les plus fortement liées à l'adoption des véhicules électriques. (Mersky, Sprei, Samaras, & Qian, 2016) analysent l'évolution des ventes de véhicules électriques aux niveaux régional et municipal en Norvège, et ils les ont associés avec les données démographiques locales et les mesures incitatives du gouvernement norvégien afin de déterminer les facteurs favorisant une adoption accrue des VE. Il a été conclu que l'accès aux infrastructures de recharge pour VE, la proximité des grandes villes et les revenus régionaux présentaient le meilleur pouvoir prédictif de la croissance des ventes de VE. Les exemptions de péage et le droit d'utiliser les voies réservées aux bus ne semblent pas avoir de pouvoir prédictif statistiquement significatif pour les ventes de véhicules électriques dans les modèles linéaires au niveau municipal, mais cela pourrait être dû au fait que les grandes villes voisines contiennent ces caractéristiques incitatives.

(Langbroek, Franklin, & Susilo, 2016) étudient l'effet des mesures incitatives potentielles sur l'adoption des VE, ainsi que l'influence des déterminants socio-psychologiques, et ils ont conclu que la probabilité d'adoption des VE augmente si des mesures incitatives sont proposées, ce qui est attendu en raison de la baisse du coût généralisé de l'utilisation des VE. La forte valorisation déclarée du stationnement gratuit ou de l'accès aux voies de bus fait de ces mesures une alternative efficace aux subventions coûteuses. La probabilité d'adoption des VE augmente pour les personnes dont le changement de comportement est plus avancé. En revanche, Les personnes qui croient que les véhicules électriques sont efficaces pour réduire les émissions du système de transport actuel et les personnes dont les habitudes de déplacement peuvent supporter l'utilisation des véhicules électriques ont également une probabilité plus élevée de choisir le véhicule électrique.

(Ayadi, 2020) explore les facteurs influençant l'intention d'achat de véhicules électriques au Québec, en mettant l'accent sur les subventions publiques, les infrastructures de recharge et les caractéristiques sociodémographiques des consommateurs, l'étude a révélé l'influence positive de ces déterminants sur le choix des consommateurs envers l'électromobilité. (Frotey, 2021) examine le rôle des différents acteurs dans le développement des infrastructures de recharge en France et leur impact sur l'adoption des véhicules électriques, cette étude trouve que la disponibilité d'une infrastructure de recharge ouverte au public pourrait se considérer comme un projet d'aménagement du territoire tout en facilitant la transition énergétique. (Luo, 2022) évalue l'efficacité des subventions gouvernementales dans le développement des stations de recharge pour véhicules électriques et leur impact sur le marché.

(Hasudungan, Tandean, Aurelius, Widarsyah, & Artha, 2024) examine l'effet des subventions gouvernementales pour les véhicules électriques dans la région métropolitaine de Jakarta (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi). Une enquête a été réalisée auprès de 121 utilisateurs potentiels et actuels de VE à Jakarta et ses environs. Une régression a été utilisée pour analyser les données recueillies. Les résultats indiquent que les subventions pour les VE, les infrastructures de charge, les réductions fiscales et l'âge ont des effets significatifs sur l'adoption des VE. En particulier, des subventions plus élevées favorisent une adoption accrue des VE. De plus, les répondants considèrent de manière significative la disponibilité des infrastructures de recharge pour adopter un VE. L'étude révèle également que plus l'âge n'est jeune, plus la préférence pour l'adoption des VE est élevée. En outre, Une diminution des impôts est corrélée à une hausse de l'adoption des véhicules électriques. De leur côté, (Ma, Kaljevic, & Ma, 2024) proposent un modèle bidirectionnel pour analyser les dynamiques du marché des véhicules électriques et les implications des politiques publiques, notamment les subventions et le développement des bornes de recharge, et trouvent que ce développement facilite l'adoption des véhicules électriques.

(Zhao, Li, Jiao, Mao, Sun, & Liu, 2024) se sont basés sur des données annuelles provenant de 275 villes chinoises entre 2016 et 2022, Cette étude évalue les effets moyens, complémentaires et combinés des politiques d'incitation aux véhicules électriques (VE). Les estimations révèlent que les subventions à l'achat ont un effet incitatif limité, suggérant la nécessité d'un retrait progressif de

ces aides tout en explorant des alternatives plus rentables. De plus, l'étude souligne la complexité de la relation entre la diversité des politiques et leur efficacité globale, mettant en évidence des effets d'éviction potentiels lorsque plusieurs mesures sont mises en œuvre simultanément dans les villes. L'impact des combinaisons de politiques varie en fonction du volume des ventes, du niveau de revenu et de la densité de population des villes. Ces combinaisons sont particulièrement efficaces dans les villes où les ventes de VE sont élevées, le revenu moyen supérieur et la densité de population modérée. Ces résultats offrent une compréhension nuancée de l'évolution des incitations aux véhicules électriques, fournissant des orientations précieuses aux décideurs politiques confrontés aux défis des stratégies d'incitation sur un marché des VE en pleine maturation.

(Hu, Zhang, & Jiang, 2025) analysent l'impact des modes de mise en œuvre des subventions locales sur l'adoption des VE et proposent un modèle analytique vérifié empiriquement à l'aide de données de panel mensuelles sur l'adoption des VE dans 132 villes chinoises. Nous constatons que les subventions municipales sont plus efficaces que les subventions provinciales et financées conjointement pour promouvoir l'adoption des VE. Chaque augmentation de 10 % des subventions municipales (en pourcentage des subventions nationales) peut promouvoir environ 1 000 VE de plus que les subventions provinciales correspondantes et environ 965 VE de plus que les subventions financées conjointement. Les subventions rétroactives n'entravent pas significativement l'adoption locale des VE. Cette recherche fournit des données empiriques précieuses aux décideurs politiques pour orienter vers des politiques d'adoption des VE plus synergiques.

(Halse, Hauge, Isaksen, Johansen, & Raaum, 2025) étudient comment l'adoption de véhicules électriques répond à deux incitations locales : l'exonération du péage routier et l'accès aux voies de bus. En combinant des micro données norvégiennes avec un modèle de recherche quasi expérimental exploitant les variations des incitations à l'échelle des ménages pour les trajets domicile-travail, les chercheurs constatent des effets positifs considérables sur l'acquisition de véhicules électriques et que la hausse du nombre de véhicules électriques due à l'installation de péages routiers et de voies de bus sur les trajets domicile-travail est, en moyenne, compensée par une baisse similaire de la possession de véhicules à combustion. Néanmoins, l'exposition aux péages routiers augmente le taux de motorisation totale parmi les ménages les plus aisés et que la diminution des émissions de CO₂ s'explique en grande partie par la réduction du nombre de véhicules conventionnels.

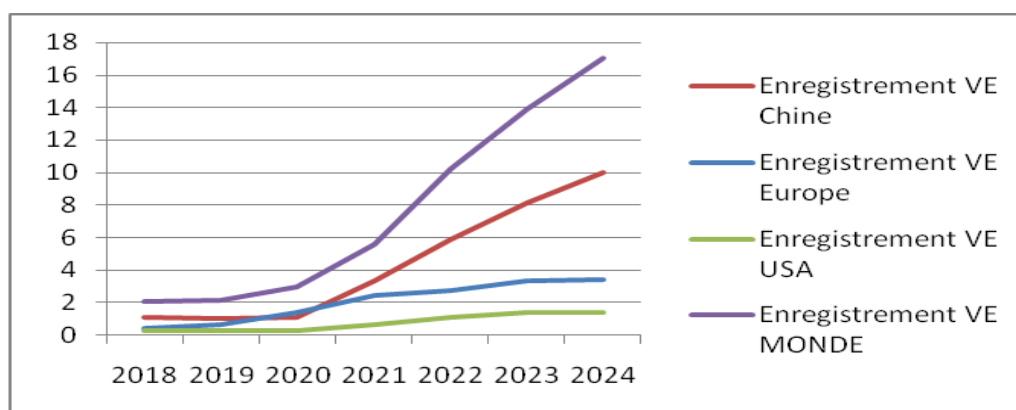
(Nigam, Samanta, & Senapati, 2025) essaient d'identifier les facteurs qui influencent les VE dans une économie en développement, choisissant l'Inde comme exemple. Les chercheurs identifient des déterminants importants de l'adoption des véhicules électriques à partir de la littérature mondiale et ont opté pour un modèle de régression linéaire multiple utilisant la technique des moindres carrés ordinaires. Des données secondaires ont été utilisées pour identifier les déterminants dans le contexte indien, provenant des sources officielles indiennes. L'étude a révélé que le nombre de bornes de recharge et les niveaux de pollution locaux influencent significativement l'adoption des véhicules électriques en Inde. L'insignifiance des autres variables pourrait s'expliquer par l'émergence du marché indien des véhicules électriques. L'étude offre une perspective unique sur une économie en développement et préconise une politique globale d'adoption des véhicules électriques, soucieuse de la durabilité à long terme.

3. Aperçu sur les Véhicules Electrique dans les régions étudiées

3.1. Tendances des voitures électriques

À l'échelle mondiale, le marché des véhicules électriques (VE) connaît une expansion importante. Avec des dynamiques variées selon les régions.

Figure (1) : Immatriculations de voitures électriques en Chine, aux États-Unis et en Europe, 2018-2024(en million)



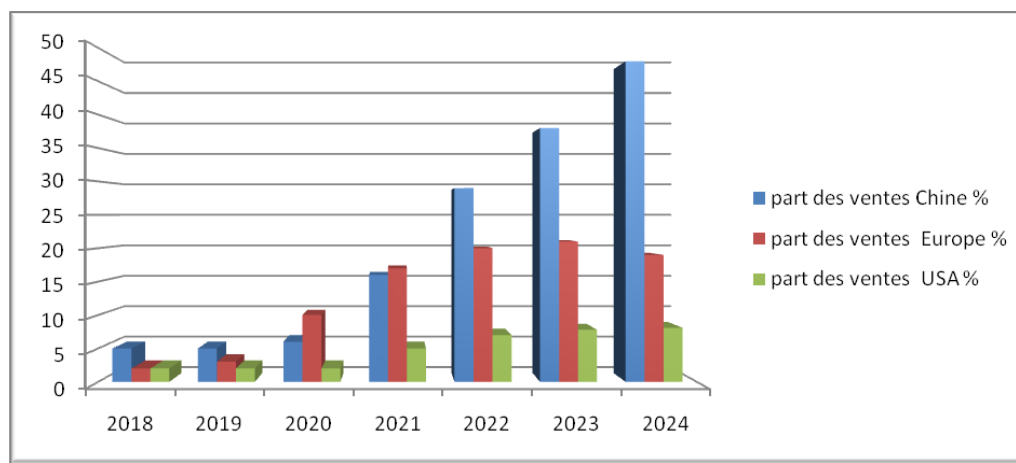
Source :((IEA), The International Energy Agency, 2024)

Les ventes mondiales de voitures électriques connaissent une croissance significative, bien qu'elles soient concentrées sur quelques marchés principaux. En 2024, la Chine a enregistré environ 60 % des nouvelles immatriculations de véhicules électriques soit un nombre de plus 10 millions de nouvelles VE, suivie par l'Europe avec près de 4 millions VE représentant 25 %, et les États-Unis représentant environ 2 millions VE soit 10 % des ventes mondiales. Ainsi, ces trois régions combinées totalisent près de 95 % des ventes globales de voitures électriques.

Dans ces marchés, la part des véhicules électriques dans les nouvelles immatriculations est notable : en 2024, plus d'une voiture neuve sur trois en Chine était électrique, plus d'une sur cinq en Europe, et environ une sur dix aux États-Unis. Cependant, dans d'autres pays, y compris ceux avec des marchés automobiles développés comme le Japon et l'Inde, les ventes de véhicules électriques restent limitées.

Cette concentration des ventes se reflète également dans le parc mondial de voitures électriques, majoritairement composé de véhicules circulant en Chine, en Europe et aux États-Unis. Ainsi, la transition vers les véhicules électriques dans ces régions a un impact significatif sur les tendances mondiales du marché automobile.

Figure(2) : part des ventes en Chine, aux États-Unis et en Europe, 2018-2024 (en %)



Source: ((IEA), The International Energy Agency, 2024)

La Chine demeure le leader incontesté du marché des VE. En juillet 2024, les véhicules électriques et hybrides rechargeables représentaient plus de 50 % des ventes de voitures neuves, illustrant une adoption massive soutenue par des politiques gouvernementales favorables et une industrie locale robuste.

Aux États-Unis, le marché des VE est en pleine expansion. En janvier 2025, les ventes de véhicules électriques et hybrides rechargeables ont augmenté de 18 % par rapport à l'année précédente, atteignant environ 1,3 million d'unités vendues. Cette croissance est stimulée par des initiatives fédérales et étatiques visant à promouvoir l'électromobilité.

En 2024, la part des ventes de voitures électriques en Europe a connu une légère diminution par rapport à l'année précédente. Les véhicules électriques ont représenté 19 % des immatriculations totales de voitures neuves dans l'Union européenne, contre 21 % en 2023, cela correspond à une forte baisse par rapport à l'année précédente. Cette diminution s'explique en partie par la fin des subventions gouvernementales dans certains pays, notamment en Allemagne, où les ventes de véhicules électriques ont chuté suite à l'arrêt des subventions à la fin de 2023. Malgré cette baisse, les voitures électriques ont surpassé les ventes de véhicules diesel pour la première fois, ce dernier représentant 11,9 % du marché en 2024. Il est également notable que certains pays ont enregistré des performances positives. Par exemple, au Royaume-Uni, les ventes de véhicules électriques ont augmenté de 21,4 %, renforçant sa position sur le marché européen.

Ces chiffres reflètent les défis et les opportunités auxquels le marché européen des véhicules électriques est confronté, notamment en termes de politiques d'incitation et d'adoption par les consommateurs.

Bien que la Chine domine le marché mondial des VE, les États-Unis et l'Europe affichent des croissances notables, avec des variations significatives entre les pays européens en fonction des politiques nationales et des incitations à l'achat.

3.2. Effet subventions, prix, revenu et infrastructures de charge sur l'adoption des VE

Cette recherche s'est basée sur les données des études antérieures pour choisir les facteurs influençant l'adoption des véhicules électriques dans les zones étudiées. Le présent article propose les quatre variables suivantes: subventions publiques, prix de VE, bornes de recharge électrique et le revenu moyen.

L'étude de (Sierzychula, Bakker, Maat, & Van Wee, 2014) vise à explorer le lien entre les incitations financières offertes aux consommateurs et l'adoption des véhicules électriques (VE). Elle

identifie également plusieurs facteurs socio-économiques susceptibles d'influencer les taux d'adoption des VE. En appliquant une analyse de régression linéaire multiple, la recherche examine la relation entre ces variables et les parts de marché des VE dans 30 pays pour l'année 2012. Les résultats indiquent que les incitations financières, la disponibilité des infrastructures de recharge et la présence locale d'installations de production sont significativement et positivement corrélées avec la part de marché des VE dans un pays. Parmi ces facteurs, les infrastructures de recharge présentent la corrélation la plus forte avec l'adoption des véhicules électriques.

3.2.1. Relation (Subventions, Prix et Revenu) –ventes VE

Les incitations financières, telles que les primes à l'achat, jouent un rôle déterminant dans la décision des consommateurs d'opter pour un VE. En France, Le bonus écologique a joué un rôle déterminant dans l'augmentation de la part de marché des véhicules électriques entre 2019 et 2024, représentant 40 % de cette progression et un tiers de la baisse des émissions des véhicules neufs. (Montout & Robinet, 2024).

(Chassin & Tremblay, 2014) ajoute que Les subventions offertes par différents gouvernements sont en grande partie motivées par les cibles de réduction de gaz à effet de serre.

L'analyse de (Martins, Lépine, & Corbett, 2024) a démontré que les subventions publiques à l'achat de véhicules électriques sont liées à une augmentation des immatriculations de véhicules électriques à batterie et de véhicules hybrides rechargeables.

Le tableau suivant illustre des mesures adoptées par différents pays européens en faveur des véhicules électriques ;

Tableau (1) : Comparatif des subventions à l'achat de véhicules électriques en Europe en 2025

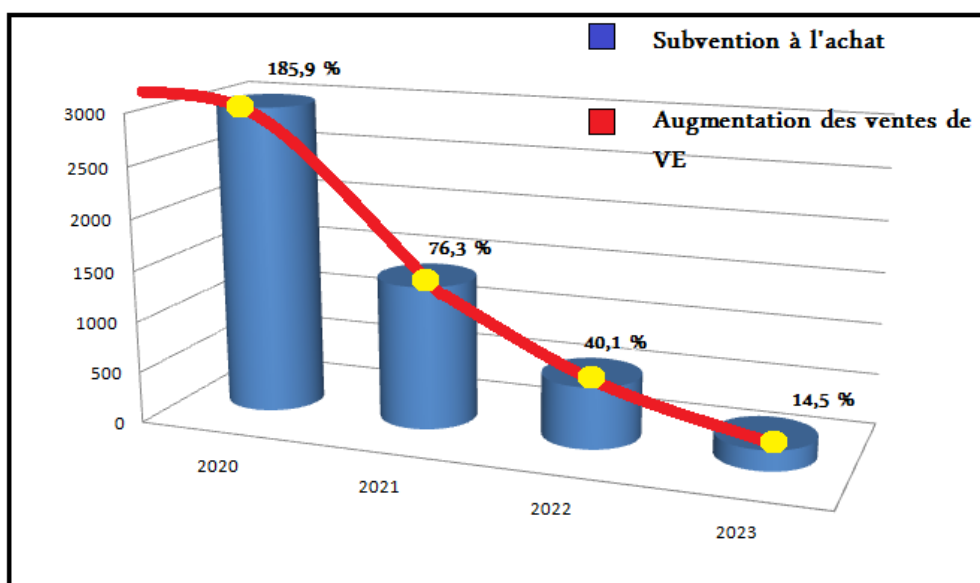
Pays	bonus d'acquisition	Avantage fiscal(individu)	Avantage fiscal(société)	Subventions infrastructures
France	jusqu'à 4 000 €	Exonération des taxes carte grise	Exonération fiscale (TVS)	jusqu'à 5 000 € par point
Allemagne	10 ans d'exemption fiscale	Exonération de taxe pour VE émettant ≤ 95 g CO ₂ /km	Réduction d'impôt pour les VE (0,25 %)	Non spécifié
Italie	Exemption de 5 ans	Réduction de 75 % sur la taxe après 5 ans	Non spécifié	Non spécifié
Luxembourg	jusqu'à 6 000 €	30 €/an pour les VE.	0,5 % au lieu de 2 %	1 500 € pour une borne domestique
Norvège	Exonération TVA	Réduction de 70 % des péages routiers	Réduction de 20 % sur la taxe	Subventions locales à l'installation
Royaume-Uni	jusqu'à 2 500 £	Moin d'impôt pour VE émettant moins de 75 g CO ₂ /km	jusqu'à 75 % des coûts, max. 350 £ par prise	jusqu'à 75 % des coûts, max. 350 £ par prise
Islande	jusqu'à 6 000 €	5 % de la valeur	Non spécifié	Non spécifié

		douanière		
Portugal	jusqu'à 3 000 €	Exonération de la taxe de circulation	Non spécifié	Déduction de la TVA à 100 % pour les bornes et VE professionnels.

Source : (European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), 2024)

En 2025, l'Europe demeure à l'avant-garde de la transition vers une mobilité durable. Chaque pays adapte ses politiques d'incitation, telles que les subventions à l'achat, les exonérations fiscales et le soutien aux infrastructures de recharge, pour répondre aux besoins spécifiques de sa population. Ces mesures diversifiées encouragent tant les particuliers que les entreprises à adopter les véhicules électriques, contribuant ainsi à la réduction des émissions de CO₂ et à l'atteinte des objectifs climatiques européens.

Figure (3) : impact des subventions sur les ventes de VE au Royaume-Uni 2020-2023 (en %)



Source : Elaborée par l'auteur à l'aide des données de (European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), 2024)

En 2020 et 2021, le gouvernement britannique a mis en place un dispositif de soutien à l'achat de véhicules électriques, proposant une aide de 3 000 £ (environ 3 437 €) pour l'acquisition d'un véhicule zéro émission ne dépassant pas 50 000 £. Cette mesure a entraîné une forte hausse des immatriculations, avec une progression de 185,9 % en 2020, suivie d'une augmentation de 76,3 % en 2021. Cependant, en 2022, le montant de la subvention a été réduit de moitié, passant à 1 500 £ (environ 1 718 €). Bien que les ventes aient continué à croître, la progression a nettement ralenti,

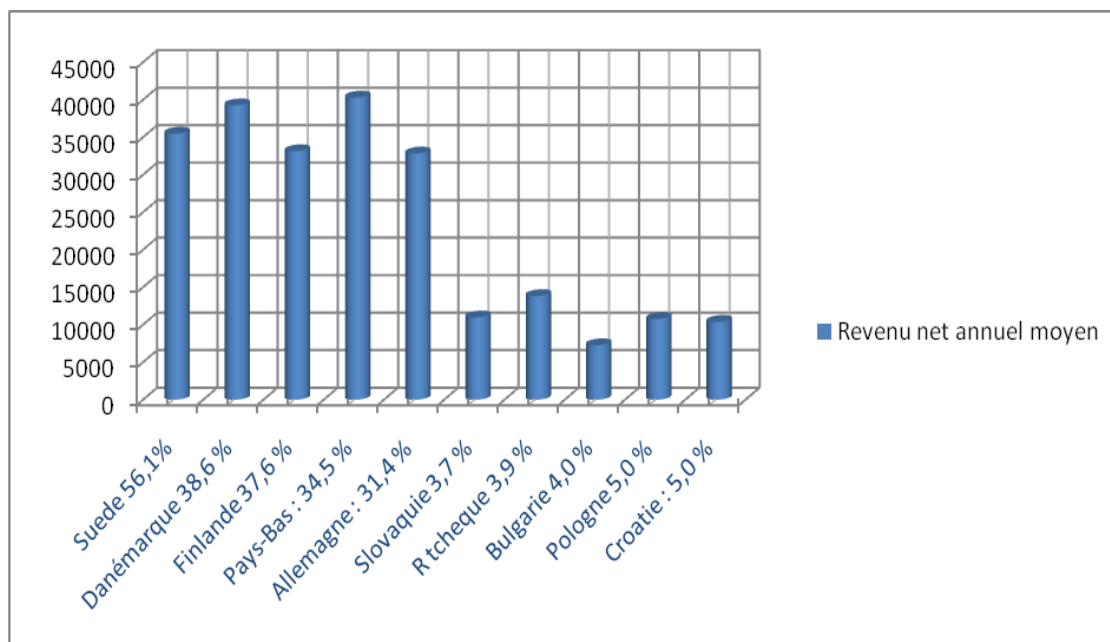
atteignant seulement 40,1 %. En 2023, l'aide à l'achat a été complètement supprimée, entraînant une baisse significative de vente, avec un taux de croissance estimé à seulement 14,5 % d'après les chiffres projetés à partir des ventes semestrielles, le plus faible enregistré depuis quatre ans.

(Gomez Vilchez, Smyth, Kelleher, Rohr, Harrison, & Thiel, 2019) examinent comment le prix d'achat des voitures électriques influence les décisions des consommateurs. Les résultats indiquent que le coût élevé demeure un obstacle majeur à l'adoption des véhicules électriques, malgré les incitations gouvernementales.

L'étude de (Muehlegger & Rapson, 2022) analyse l'élasticité de la demande pour les véhicules électriques parmi les ménages à revenu faible et moyen. Elle révèle qu'une réduction de 10 % du prix des véhicules électriques entraîne une augmentation de 21 % des ventes dans ces segments de population, soulignant l'importance des subventions pour stimuler l'adoption.

L'article de (Sheldon & Dua, 2019) évalue l'élasticité-prix de la demande pour les véhicules électriques. Il estime qu'une baisse de prix de 1 % conduit à une augmentation des ventes de 0,364 % pour les véhicules entièrement électriques et de 0,409 % pour les hybrides rechargeables, mettant en évidence la sensibilité des consommateurs aux variations de prix.

Figure (4) : Relation Part de vente des VE - Revenu net annuel moyen (pays européens)



Source : (European Automobile Manufacturers' Association (ACEA), 2024)

Dans les pays où les véhicules électriques détiennent une part de marché inférieure à 9 %, comme plusieurs pays d'Europe centrale, comme la Grèce, l'Italie, la Pologne et la Croatie, le revenu annuel net moyen est d'environ 13 000 € par travailleur.

Les parts les plus élevées (plus de 30 %) sont concentrées dans seulement cinq pays d'Europe du Nord et de l'Ouest, où le revenu annuel net dépasse 32 000 €.

En Suède, où le revenu annuel net est supérieur à 35 000 €, plus de la moitié des voitures nouvellement immatriculées sont des véhicules électriques.

En revanche, les véhicules électriques ne détiennent qu'une part de marché de 4 % en Bulgarie, où le revenu annuel net est d'environ 7 000 €.

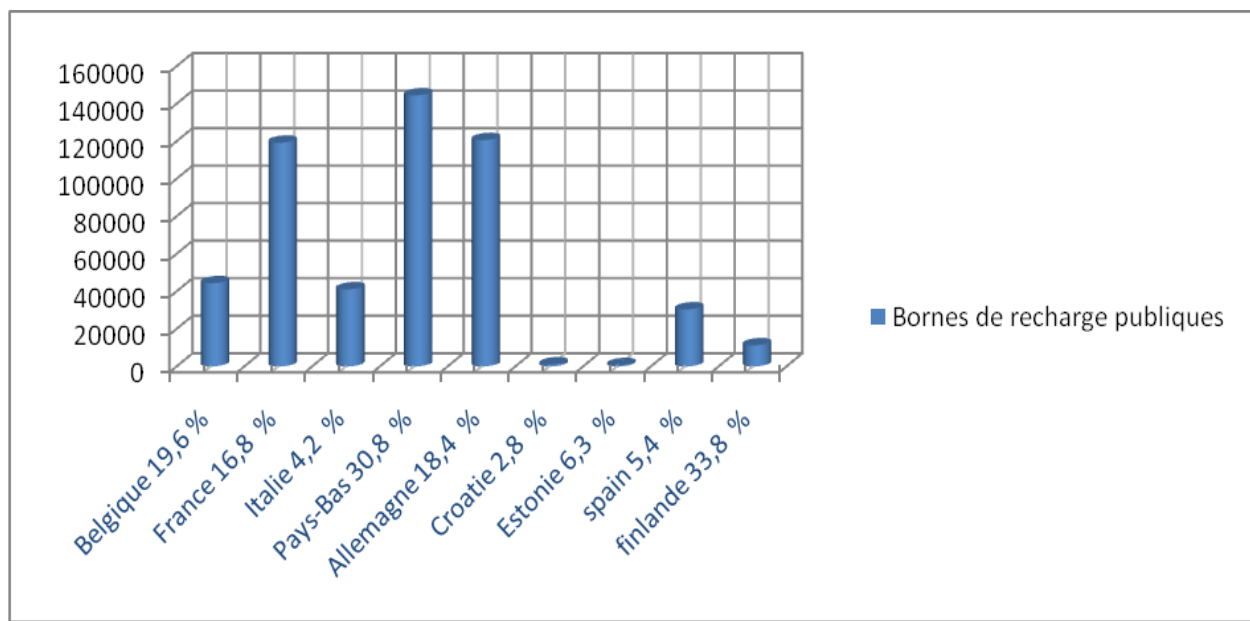
Ces chiffres confirment d'importantes disparités en matière d'accessibilité financière des véhicules électriques entre les différentes régions d'Europe : l'Europe du Nord et de l'Ouest est en tête avec les parts les plus élevées, tandis que l'Europe centrale, orientale et méridionale présente les parts les plus faibles.

3.2.2. Relation infrastructures de charge- vente VE

Une infrastructure de recharge adéquate est essentielle pour encourager l'adoption des véhicules électriques. Cependant, l'Union européenne fait face à un défi majeur : la croissance rapide du marché des voitures électriques dépasse le rythme d'installation des bornes de recharge. Selon l'Association des Constructeurs Européens d'Automobiles (ACEA), les ventes de véhicules électriques ont augmenté de 110 % entre 2017 et 2019, tandis que le nombre de bornes de recharge publiques n'a progressé que de 58 % sur la même période, atteignant moins de 200 000 unités.

Cette disparité entre la croissance des ventes de véhicules électriques et le déploiement des infrastructures de recharge peut freiner l'adoption de ces véhicules. Un rapport de la Cour des comptes européenne souligne que, malgré une augmentation du nombre de bornes de recharge, leur répartition inégale complique les déplacements à travers l'UE.

Figure(5) : Relation Part de la vente des VE – infrastructures de charge (pays européens)



Source : (the European Commission, 2024)

Trois États membres de l'Union européenne – les Pays-Bas, la France et l'Allemagne concentrent à eux seuls près de 61 % de l'ensemble des points de recharge de l'UE, bien qu'ils ne représentent qu'un peu plus de 20 % de sa superficie. En revanche, les 24 autres États membres, couvrant environ 80 % du territoire de l'Union, ne disposent que du tiers restant (39 %) des bornes de recharge. Les disparités sont particulièrement marquées : les Pays-Bas, qui disposent du réseau de recharge le plus dense, comptent plus de 52 fois plus de bornes que la Roumanie (2 754 bornes), un pays pourtant environ sept fois plus vaste. Par ailleurs, une corrélation significative peut être observée entre la densité des infrastructures de recharge publique et la part de marché des véhicules électriques. Des pays tels que l'Allemagne, les Pays-Bas, la France et la Belgique, qui figurent parmi les cinq premiers en termes de nombre de bornes de recharge, affichent également les plus forts taux de ventes des VE.

(Burra, Al-Khasawneh, & Cirillo, 2024) analyse la relation entre le développement des infrastructures de recharge publique et l'adoption des VE. En utilisant une approche de population synthétique, les auteurs constatent qu'une augmentation du nombre de stations de recharge publiques est associée à une hausse significative de la possession de VE au niveau des zones de recensement. Quand (Ou, Lin, He, Przesmitzki, & Bouchard, 2020) explore comment les infrastructures de recharge influencent le marché des VE en Chine. En intégrant l'impact des stations de recharge dans un modèle d'optimisation, les résultats indiquent que l'expansion des infrastructures de recharge peut considérablement stimuler les ventes de VE.

4. Méthodologie

La méthodologie retenue dans cette étude consiste à modéliser l'effet des subventions publiques, du niveau de revenu, du prix des véhicules électriques (VE) ainsi que du déploiement des infrastructures de recharge sur leur adoption. Afin de garantir une analyse représentative, l'objectif initial était d'inclure un large éventail de pays. Toutefois, la disponibilité limitée des données officielles a restreint la portée de l'échantillon. En conséquence, l'analyse porte sur six régions ou pays majeurs : l'Europe, la Chine, les États-Unis, le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne. Dans le cadre de cette étude, nous adoptons une approche économétrique fondée sur l'analyse de données de panel afin d'évaluer l'effet des variables déjà citées sur les ventes des VE. L'utilisation des données de panel, combinant des dimensions temporelles et transversales (pays/années), permet de mieux capturer l'hétérogénéité inobservée entre les pays tout en augmentant la précision des estimations.

4.1. Spécification du modèle

Lorsqu'on dispose d'un échantillon statistique de taille N , comprenant N pays ou unités statistiques observés sur T périodes, Afin de tenir compte des variations et de l'hétérogénéité au fil du temps et entre les individus de l'échantillon, le modèle en données de panel est formulé comme suit :

$$\text{Ventes}_{it} = \alpha + \beta_1 \times \text{Subventions}_{it} + \beta_2 \times \text{Prix}_{it} + \beta_3 \times \text{Bornes}_{it} + \beta_4 \times \text{Revenu}_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it}$$

Où : i représente le pays, t l'année, μ_i les effets spécifiques au pays, λ_t les effets temporels, ϵ_{it} l'erreur.

Ventes_{it}: représente la variable endogène.

α : l'ordonnée à l'origine .

β : Les coefficients des variables indépendantes ou les paramètres de régression.

Cette notation à double indice permet de modéliser simultanément les dimensions individuelle et temporelle des données, capturant ainsi l'hétérogénéité spécifique à chaque individu et à chaque période (Bouhena & El-Arbi, 2020).

Ce modèle correspond à la forme générale du modèle linéaire simple pour les données de panel. À partir de cette structure, nous pouvons identifier deux types principaux de modèles adaptés à l'analyse des données de panel :

4.1.1. Modèle à effets fixes (Fixed Effects Model) : Ce modèle suppose que les différences entre les individus ou les unités statistiques sont capturées par des effets spécifiques constants dans le temps. Il permet de contrôler l'hétérogénéité inobservée en se concentrant sur la variation intra-individuelle. Le modèle à effets fixes se présente alors sous la forme suivante :

$$\text{Ventes}_{it} = \alpha_i + \beta_1 \times \text{Subventions}_{it} + \beta_2 \times \text{Prix}_{it} + \beta_3 \times \text{Bornes}_{it} + \beta_4 \times \text{Revenu}_{it} + \epsilon_{it}$$

Où :

- Ventes_{it} représente le nombre de véhicules électriques vendus dans le pays i à l'année t ;
- α_i est l'effet fixe spécifique au pays i , capturant les caractéristiques inobservées qui sont constantes dans le temps ;
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_4$ sont les coefficients à estimer pour chaque variable explicative ;
- ϵ_{it} est le terme d'erreur.

4.1.2. Modèle à effets aléatoires (Random Effects Model) : Dans ce modèle, les différences individuelles sont considérées comme des réalisations aléatoires provenant d'une distribution spécifique. Il prend en compte à la fois la variation intra-individuelle et inter-individuelle, sous l'hypothèse que les effets spécifiques ne sont pas corrélés avec les variables explicatives. Le modèle à effets aléatoires peut être formulé comme suit :

$$\text{Ventes}_{it} = \alpha + \beta_1 \times \text{Subventions}_{it} + \beta_2 \times \text{Prix}_{it} + \beta_3 \times \text{Bornes}_{it} + \beta_4 \times \text{Revenu}_{it} + u_i + \epsilon_{it}$$

où :

- Ventes_{it} représente le nombre de véhicules électriques vendus dans le pays iii à l'année ttt ;
- α est l'ordonnée à l'origine commune à tous les pays ;
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_4$ sont les coefficients à estimer pour chaque variable explicative ;
- u_i est l'effet aléatoire spécifique au pays i , supposé non corrélé avec les variables explicatives ;
- ϵ_{it} est le terme d'erreur.

4.2. Données et échantillon

Les données utilisées dans cette analyse couvrent une période de 15 ans, et incluent six régions : l'Union européenne, la Chine, les États-Unis, le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne. Le choix de ces entités repose à la fois sur leur rôle majeur dans le marché mondial des VE et sur la disponibilité de données fiables.

Les principales sources utilisées sont :

- Agence Internationale de l'Énergie (AIE) pour les données sur les ventes de VE ;
- OCDE et Banque mondiale pour les indicateurs macroéconomiques ;
- EV Data base, ACEA, et bases de données nationales pour les prix des VE et les infrastructures de recharge ;
- Rapports gouvernementaux pour les politiques de subventions.

4.3. Estimation du modèle

Dans l'analyse économétrique des données de panel, il est essentiel d'effectuer des tests de spécification pour déterminer la structure appropriée du modèle. Ces tests permettent de choisir entre différentes spécifications, notamment entre les modèles à effets fixes et à effets aléatoires, en fonction de la nature des données et des hypothèses sous-jacentes.

- **Choix entre effets fixes et effets aléatoires :** Le test de Hausman est couramment utilisé pour comparer ces deux modèles. Il évalue si les effets spécifiques non observés sont corrélés avec les variables explicatives. Si une telle corrélation existe, le modèle à effets fixes est préféré ; sinon, le modèle à effets aléatoires est plus approprié.
- **Validation des hypothèses du modèle :** Les tests de spécification aident à vérifier si les hypothèses fondamentales du modèle sont respectées, garantissant ainsi la validité des estimations obtenues.
- **Amélioration de la précision des estimations :** En sélectionnant le modèle le plus adapté aux données, les tests de spécification contribuent à obtenir des estimations plus précises et fiables des paramètres.

L'homogénéité dans le processus générateur de données se réfère à une uniformité de comportement parmi les individus étudiés. Autrement dit, les individus de l'échantillon manifestent des comportements similaires et cohérents, suggérant que théoriquement le modèle appliqué est identique. Sur le plan économétrique, cette homogénéité implique que les paramètres du modèle théorique sont constants à travers les différentes unités individuelles. Cette notion est essentielle lors de l'analyse de données de panel, qui combine des dimensions temporelles et individuelles, permettant ainsi de mieux comprendre les dynamiques économiques (Talem & Boulabbas, 2023).

Les effets fixes permettent de contrôler les caractéristiques spécifiques non observées de chaque région qui pourraient influencer les ventes de véhicules électriques.

Le modèle à effets aléatoires suppose que les effets individuels non observés sont non corrélés avec les variables explicatives. Cette hypothèse permet de tirer parti de la double variation dans les données de panel — à la fois intra (dans le temps) et inter-individuelle (entre les pays) — ce qui rend l'estimation plus efficiente, sous réserve que l'hypothèse d'exogénéité des effets soit vérifiée.

4.3.1. Les tests de spécification

Pour faire le choix entre le modèle à effets fixes et le modèle à effets aléatoires, nous utilisons Le test de Hausman.

-Le test de Hausman : Le test de Hausman est couramment utilisé pour décider entre un modèle à effets fixes et un modèle à effets aléatoires dans les données de panel. Il évalue si les effets spécifiques non observés sont corrélés avec les variables explicatives.

Le test de Hausman s'appuie sur les hypothèses suivantes :

H0 : Le modèle à effets individuels aléatoires constitue la spécification adéquate.

H1 : Le modèle à effets individuels fixes est la spécification appropriée.

Tableau (2) : Hausman Test

Test summary	Chi-sq. statistic	Chi-sq. d. f.	Prob
Cross-section-random	20.054	4	0.0005

Source ; élaboré à partir du logiciel EViews 12

L'estimation du modèle à effets aléatoires a révélé que la probabilité associée est inférieure à 0,05, ce qui suggère que le modèle à effets fixes est plus approprié. Les résultats du test de Hausman indiquent que la statistique de test H atteint la valeur de 20,054. Étant donné que le modèle comprend quatre variables explicatives ($K = 4$), cette statistique suit une distribution du chi-deux avec un degré de liberté à un niveau de confiance de 95 %. De plus, la p-value associée à cette statistique étant nulle, nous rejetons l'hypothèse nulle et acceptons l'hypothèse alternative, selon laquelle les effets individuels sont de types fixes.

Suite aux résultats du test H, il est recommandé d'adopter un modèle à effets fixes. Nous procéderons donc à l'estimation de l'impact des subventions publiques (sbv), du revenu par habitant (revenu), du prix des véhicules électriques (prix_ve) et du nombre de bornes de recharge (borne) sur le total des ventes de véhicules électriques (VE) dans un panel de six régions du monde, constaté sur la période de 2010 à 2024. Le modèle théorique à effets individuels fixes à estimer se présente sous la forme suivante :

$$\text{Ventes}_{it} = \alpha_i + \beta_1 \times \text{Subventions}_{it} + \beta_2 \times \text{Prix}_{it} + \beta_3 \times \text{Bornes}_{it} + \beta_4 \times \text{Revenu}_{it} + \epsilon_{it}$$

Tableau (3) : Estimation du modèle à effets fixes

Variable	coefficient	t-statistic	Prob
Subventions	108.157	3.614	0.0005
Revenu	23.553	4.682	0.0000
Prix	8.147	1.848	0.0683
Bornes	3.303	41.498	0.0000
c	-1738041	-7.208	0.0000

Source ; élaboré à partir du logiciel EViews 12

Les résultats d'estimation sont présentés dans le tableau précédent, et le modèle estimé s'avère comme suit :

$$\text{Ventes}_{it} = 108\text{SBV} + 23.55\text{REVENU} + 8.14\text{Prix_VE} + 3.30\text{BORNE} - 1738041$$

Nous utilisons donc un modèle à effets fixes permettant de contrôler l'hétérogénéité inobservable propre à chaque pays. Ce choix a été validé par le test de Hausman, comparant le modèle à effets fixes au modèle à effets aléatoires. L'analyse a également porté une attention particulière à la stationnarité des séries et à la détection de problèmes d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation. L'ensemble des estimations a été réalisé à l'aide du logiciel **EViews v12**.

4.3.2. Tests de robustesse des estimations : hétéroscédasticité et autocorrélation

Avant de procéder à l'interprétation des résultats économétriques, il est essentiel de s'assurer de la validité des hypothèses classiques liées aux résidus, notamment l'homoscédasticité et l'absence d'autocorrélation. À cette fin, nous avons effectué deux tests complémentaires à partir des résidus du modèle à effets fixes.

Le test d'hétéroscédasticité a été réalisé à l'aide de la méthode du rapport de vraisemblance (Likelihood Ratio test), appliquée aux résidus du modèle estimé. Les résultats obtenus indiquent une p-value inférieure à 5 %, ce qui conduit au rejet de l'hypothèse nulle d'homoscédasticité.

Autrement dit, les erreurs présentent une variance non constante entre les unités du panel, suggérant la présence d'une hétéroscédasticité groupée.

Afin de corriger ce problème et garantir la validité des inférences statistiques, le modèle a été réestimé avec des erreurs standards robustes selon la méthode de White (cross-section), permettant de neutraliser l'effet de cette hétérogénéité.

La détection d'une autocorrélation des erreurs a été effectuée à travers l'analyse du correlogramme des résidus. Les résultats montrent que l'ensemble des p-values associées aux statistiques de Ljung-Box sont supérieures à 5 %, ce qui indique l'absence d'autocorrélation significative sur les différents retards considérés. Ainsi, l'hypothèse d'indépendance des erreurs dans le temps est respectée dans notre modèle, et aucune correction spécifique n'a été jugée nécessaire à ce niveau.

En résumé, bien que la présence d'hétéroscédasticité ait été détectée, aucune autocorrélation des erreurs n'a été constatée. Le recours à des erreurs standards robustes permet donc d'assurer la robustesse des résultats obtenus et la fiabilité des conclusions qui en découlent.

L'analyse des résidus a permis de mettre en évidence une hétéroscédasticité entre les unités du panel, mais aucune autocorrélation significative. En conséquence, des ajustements méthodologiques appropriés ont été apportés en réestimant le modèle avec des erreurs standards robustes à l'hétéroscédasticité. Cette démarche renforce la solidité des résultats économétriques et assure la fiabilité des inférences statistiques. L'ensemble des conditions nécessaires à une estimation cohérente et efficace du modèle est ainsi respecté.

5. Résultats et discussion :

L'estimation du modèle révèle que :

Le R^2 ajusté = 0.9774, cela signifie que 97.74 % des variations et des changements dans les ventes des véhicules électriques dans les régions d'étude sont expliquées par les variables explicatives, et que 2.26 % de ces changements sont influencés par d'autres facteurs non considérés dans le modèle, mais qui sont pris en compte dans le terme ϵ_{it} du modèle. Donc, ce modèle présente une capacité prédictive globalement satisfaisante.

- En raison de sa p-valeur nulle, La constante du modèle estimé est statistiquement significatif.
- Le coefficient relatif à la variable explicative (subvention) est statistiquement significatif, avec une p-valeur de 0,0005, inférieure au seuil de 0,05.
- Le coefficient relatif à la variable explicative (revenu per capita) est statistiquement significatif, avec une p-valeur de 0, inférieure au seuil de 0,05.
- Le coefficient relatif à la variable explicative (prix du véhicule électrique) est statistiquement non significatif au seuil de 0.05, car sa p-valeur est de 0,068.
- Le coefficient relatif à la variable explicative (borne de recharge électrique) est statistiquement significatif, avec une p-valeur de 0, inférieure au seuil de 0,05

Suivant la valeur positive du coefficient des variables explicatives, ces dernières sont positivement liées à la variable expliquée, c'est-à-dire les subventions publiques, le revenu (PIB par habitant), le prix du véhicule électrique et le nombre des infrastructures de charge affectent positivement le total des ventes de véhicules électriques. Ces résultats corroborent le cadre théorique de la relation entre ces variables. Donc Les variables explicatives ont un impact significatif sur la variable endogène qui est le total des ventes des VE.

-Une augmentation d'un dollars dans les subventions publiques engendre une augmentation des ventes d'environ 108 unités.

-Une augmentation d'un dollars dans le PIB par habitant entraîne une augmentation des ventes d'environ 23 unités.

-Une augmentation d'une unité dans les bornes de recharge électrique entraîne une augmentation des ventes d'environ 3 unités.

Les résultats économétriques obtenus à partir de l'estimation du modèle en données de panel confirment empiriquement l'influence significative de plusieurs déterminants économiques et institutionnels sur les ventes de véhicules électriques dans les régions étudiées. Le modèle présente un excellent pouvoir explicatif, avec un coefficient de détermination ajusté (R^2 ajusté) de 0,9774, indiquant que près de 98 % de la variation des ventes est expliquée par les variables retenues.

L'analyse des coefficients révèle que les subventions publiques, le revenu par habitant (PIB per capita) et le nombre d'infrastructures de recharge ont un effet statistiquement significatif et positivement associé aux ventes de véhicules électriques. Ces résultats confirment le rôle déterminant des incitations financières, de la capacité d'achat des ménages et de l'accessibilité à l'infrastructure de recharge dans la dynamique d'adoption des véhicules électriques.

Plus précisément, une augmentation d'un dollar dans les subventions publiques conduit à une hausse estimée d'environ 108 unités de véhicules électriques vendus, soulignant ainsi l'importance des politiques de soutien dans la transition vers une mobilité durable. De même, une hausse d'un dollar du revenu par habitant est associée à une augmentation de 23 unités vendues, ce qui confirme que le niveau de vie des ménages conditionne leur capacité à adopter ce type de véhicule. Enfin, chaque borne de recharge supplémentaire est corrélée à une hausse moyenne de 3 ventes, ce qui souligne la nécessité d'un développement cohérent et suffisant de l'infrastructure pour accompagner la croissance du marché.

En revanche, le prix du véhicule électrique, bien que présentant un signe conforme aux attentes théoriques (positif), n'est pas statistiquement significatif au seuil de 5 %, suggérant que son influence directe sur les ventes est moins marquée dans l'échantillon étudié, possiblement en raison d'effets compensateurs liés aux subventions ou à la structure des revenus.

L'insignifiance de la variable du prix_ve pourrait s'expliquer par :

- **les subventions et les incitations fiscales** qui peuvent compenser le coût élevé des véhicules électriques, rendant le prix moins déterminant dans la décision d'achat. Dans les régions étudiées, les acheteurs de véhicules électriques bénéficient de réductions de taxes et de subventions à l'achat, influençant leur choix indépendamment du prix initial du véhicule.

- **segmentation du marché** : (Ferdinand & Helena, 2023) montrent que les remises sur les voitures électriques sont moins importantes que sur les voitures thermiques car les constructeurs automobiles adoptent différentes stratégies de tarification. Par exemple, BMW a réduit l'écart de prix entre ses modèles électriques et thermiques, tandis qu'Opel et Peugeot maintiennent des différences de prix significatives. Ainsi, dans le segment premium, les clients sont moins sensibles au prix, ce qui peut expliquer l'insignifiance statistique du prix dans votre modèle.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus sont cohérents avec la littérature existante et confirment la pertinence des leviers d'action publique dans le soutien à la diffusion des véhicules électriques. Ces conclusions offrent ainsi des pistes concrètes pour les décideurs publics, notamment en matière de politiques d'incitation financière et de planification des infrastructures de recharge.

6. conclusion

L'objectif principal de cette étude était d'analyser empiriquement les facteurs déterminants de l'adoption des véhicules électriques à travers une approche en données de panel, en prenant en compte l'effet des subventions publiques, du niveau de revenu, du prix des véhicules et des infrastructures de recharge. À partir d'un modèle économétrique estimé sur un échantillon régional, les résultats mettent en évidence la forte influence de certains leviers économiques et politiques sur les ventes de véhicules électriques.

Il ressort notamment que les subventions gouvernementales, le revenu par habitant et le nombre de bornes de recharge jouent un rôle significatif et positif dans la dynamique d'adoption. Le prix du véhicule électrique, quant à lui, bien que conforme aux attentes théoriques, n'a pas montré un effet significatif dans le modèle estimé. Ces résultats confirment l'importance d'un environnement institutionnel et économique favorable pour stimuler la demande en véhicules à faibles émissions.

L'étude présente plusieurs apports, notamment en combinant une approche économétrique rigoureuse à des variables économiques concrètes, permettant ainsi de fournir des indications précieuses pour les décideurs publics dans la conception de politiques de soutien à la transition énergétique du secteur des transports.

Toutefois, certains facteurs exogènes n'ont pas pu être intégrés dans le modèle, tels que les préférences individuelles, les campagnes de sensibilisation, ou encore la disponibilité des modèles de véhicules. Par ailleurs, la qualité des données peut varier d'une région à l'autre, ce qui pourrait affecter l'interprétation des résultats.

Pour les recherches futures, il serait pertinent d'élargir l'échantillon à d'autres pays ou périodes, d'intégrer des variables institutionnelles ou socioculturelles, et de recourir à des approches dynamiques afin de mieux appréhender les effets à long terme des politiques publiques. Une analyse comparative entre différentes stratégies nationales pourrait également enrichir la compréhension des mécanismes d'adoption des technologies propres dans le secteur automobile.

7. Bibliographie :

(IEA), The International Energy Agency. (2024). Trends in electric cars. Consulté le 01 15, 2025, sur [www.iea.org: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars](https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars).

Ayadi, R. (2020). Les déterminants de l'intention d'achat de véhicules électriques des Québécois (Doctoral dissertation, Université de Sherbrooke).

Bakker, S., Sierzechula, W., Maat, K., & Van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy policy*, 68, 183-194.

Bouhena, K., & El-Arbi, M. (2020). Institutional Quality and Economic Growth in North African Countries: An Empirical Study Using Panel-ARDL Model During The Period (1990- 2019). *Journal of North African*, 16 (02), 8.

Burra, L. T., Al-Khasawneh, M. B., & Cirillo, C. (2024). Impact of charging infrastructure on electric vehicle adoption: A synthetic population approach. *Travel Behaviour and Society* (37), 100834.

Chassin, Y., & Tremblay, G. (2014, Novembre). Doit-on subventionner l'achat de voitures électriques? (I. E. Montériol, Éd.) *Les Notes Economiques*.

European Automobile Manufacturers' Association (ACEA). (2024). Electric cars: Tax benefits and incentives. Consulté le 01 2025, 02, sur [www.acea.auto: https://www.acea.auto/fact/electric-cars-tax-benefits-and-incentives-2025/](https://www.acea.auto/fact/electric-cars-tax-benefits-and-incentives-2025/)

Ferdinand, D., & Helena, W. (2023). A dry spell for the electric car is imminent. *Wirtschaftsdienst*, 103(1), 68-70. , 103 (01), 68-70.

Frotey, J. (2021, juin). In 2ème Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM). Quels moyens et choix d'organisation pour faire advenir l'électromobilité en France? Une analyse du déploiement des IRVE en France 2013 - 2019 .

Gomez Vilchez, J. J., Smyth, A., Kelleher, L. L., Rohr, C., Harrison, G., & Thiel, C. (2019). Electric car purchase price as a factor determinant. *Sustainability* , 11 (22), 6357.

Halse, A. H., Hauge, K. E., Isaksen, E. T., Johansen, B. G., & Raaum, O. (2025). Local incentives and electric vehicle adoption. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists* , 12 (01), 145-180.

Hasudungan, A., Tandean, B., Aurelius, E., Widarsyah, R., & Artha, I. K. (2024). The impact of government incentives on electric vehicle adoption in the metropolitan Jakarta Area. *Jurnal Ekonomi Pembangunan* , 21 (02), 191-199.

Hu, X., Zhang, X., & Jiang, M. (2025). Subsidy implementation patterns and electric vehicle adoption. *Journal of Environmental Management*, 373, 123885 .

Langbroek, J. H., Franklin, J. P., & Susilo, Y. O. (2016). The effect of policy incentives on electric vehicle adoption. *Energy Policy*, 94 , 94-103.

Luo, Z. (2022). Powering up a slow charging market: how do government subsidies affect charging station supply? *arXiv preprint arXiv:2210.14908*.

Ma, H. H., Kaljevic, T., & Ma, J. (2024). A two-sided model for EV market dynamics and policy implication. *arXiv preprint arXiv:2405.17702* .

Martins, E. C., Lépine, J., & Corbett, J. (2024). Assessing the effectiveness of financial incentives on electric vehicle adoption in Europe: Multi-period difference-in-difference approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 189, 104217 .

Mersky, A., Sprei, F., Samaras, C., & Qian, Z. S. (2016). Effectiveness of incentives on electric vehicle adoption in Norway. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 46 , 56-68.

Montout, S., & Robinet, A. (2024). Le soutien au développement des véhicules électriques est-il adapté? La note d'analyse de France Stratégie , 139 (09), 1-16.

Muehlegger, E., & Rapson, D. S. (2022). Subsidizing low-and middle-income adoption of electric vehicles: Quasi-experimental evidence from California. *Journal of Public Economics* (216), 104752.

Nigam, N., Samanta, D., & Senapati, S. (2025). Determinants of electric vehicle adoption: insights from Indian states. *International Journal of Social Economics* , 52 (01), 91-107.

Ou, S., Lin, Z., He, X., Przesmitzki, S., & Bouchard, J. (2020). Modeling charging infrastructure impact on the electric vehicle market in China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* (81), 102248.

Sheldon, T. L., & Dua, R. (2019). Measuring the cost-effectiveness of electric vehicle subsidies. *Energy Economics* (84), 104545.

Sierzechula, W., Bakker, S., Maat, K., & Van Wee, B. (2014). The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy* , 68, 183-194.

Talem, A., & Boulabbas, M. (2023). Les techniques de modélisation des données de panel Application à l'impact de la dette publique sur les recettes fiscales: cas des pays du Maghreb Arabe. *Journal Of North African Economies* , 19 (02), 807-821.

the European Commission. (2024). Récupéré sur European Alternative Fuels Observatory: <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/>

Zhao, X., Li, X., Jiao, D., Mao, Y., Sun, J., & Liu, G. (2024). Policy incentives and electric vehicle adoption in China: From a perspective of policy mixes. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 190, 104235.

