



© ianifest_StockAdobe.com



LE DEVELOPPEMENT DE LA VOITURE ELECTRIQUE, UN CHEMIN A BORNER

Administrateurs référents :

Pierre Guillaume
pguillaume@federation.ufcquechoisir.fr

Phillipe Balbastre
pbalbastre@federation.ufcquechoisir.fr

Analyse et positions

Dossier réalisé par le département des études et lobby



avril 2023

UFC-QUE CHOISIR • Service des études • <http://www.quechoisir.org>

Résumé.....	4
I. Des véhicules électriques moins émetteurs de gaz à effet de serre... sous certaines conditions	5
A. Une habilité avérée à réduire les émissions de gaz à effet de serre par rapport aux véhicules thermiques.....	5
a) Emissions de GES : différentes méthodes de comptabilité	5
b) Des émissions issues de l'usage des voitures particulières qui ne reculent pas ..	6
B. L'analyse en cycle de vie pour une comparaison significative des émissions de GES des véhicules.....	7
a) La voiture électrique est avantageuse selon une comptabilisation des émissions en ACV.....	7
b) Améliorer le bilan des émissions CO _{2eq} en ACV des véhicules électriques.....	8
c) Une « étiquette énergie » à réformer d'urgence pour permettre aux consommateurs de réaliser un choix éclairé	12
C. Des avantages en matière de qualité de l'air	14
a) La pollution de l'air issue du trafic routier : un problème de santé publique.....	14
b) L'absence de polluants d'échappement.....	15
Synthèse : les caractéristiques d'un véhicule électrique moins émetteur qu'un véhicule thermique	15
II. Les conditions d'un véhicule électrique accessible financièrement	17
A. Des véhicules électriques amenés à devenir la norme.....	17
a) De futures contraintes législatives	17
b) Un marché du neuf dynamique, un marché de l'occasion encore marginal	17
c) Un marché de l'occasion embryonnaire.....	19
B. Un prix d'achat élevé, un coût de possession total inférieur au véhicule thermique	19
a) Des véhicules électriques onéreux.....	19
b) Un coût total de possession avantageux	21
c) Transformer son véhicule thermique en véhicule électrique : le retrofit électrique	22
C. Aides à l'achat et malus, des modifications à entreprendre pour rendre le véhicule électrique accessible	23
a) Les aides à l'achat d'une voiture électrique : améliorer leur efficacité environnementale et leur cohérence interne et externe	23
b) Un malus écologique à durcir pour un signal prix juste	28
III. Les conditions d'un véhicule électrique pratique	33
A. Autonomie et pratiques de recharge actuelles	33
a) Autonomie et usage.....	33
b) Batterie : garantie et longévité.....	33
c) Une prééminence de la recharge à domicile.....	36

B. Le déploiement des bornes de recharge accessibles publiquement : état des lieux	37
a) Objectifs quantitatifs en France	37
b) Les autorités publiques locales au cœur du déploiement des bornes de recharge accessibles publiquement	38
c) Bilan du déploiement des bornes de recharge accessibles publiquement	40
d) Les nombreuses carences des bornes accessibles publiquement	44
i. Une tarification alambiquée et des prix erratiques	44
ii. Un manque de concurrence exacerbé par l'absence d'affichage des prix et la rareté des terminaux bancaires	48
iii. Une disponibilité des bornes qui s'améliore mais qui reste problématique pour la recharge rapide	49
Mise en perspective	50
Propositions de positions de l'UFC-Que Choisir	51

Résumé

La fin du véhicule thermique neuf est annoncée. L'Union européenne prévoit en effet son interdiction à l'horizon 2035. En France, la loi d'orientation des mobilités (LOM) de 2019 l'avait d'ores-et-déjà entérinée pour 2040. Ces décisions entrent dans une stratégie de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) du secteur des transports, premier émetteur en France. Les voitures particulières sont responsables de 16 % des émissions totales.

La capacité des voitures électriques à réduire les émissions de GES par rapport aux voitures thermiques est reconnue, sous réserve d'un mix énergétique peu carboné. Toutefois, les analyses en cycle de vie montrent les limites de celles-ci sur le plan environnemental. En effet, la production d'un véhicule électrique (VE) est plus émettrice que celle d'un véhicule thermique, essentiellement du fait de la fabrication de la batterie. **Ainsi, pour ne pas excéder les émissions d'un véhicule thermique sur l'ensemble de son cycle de vie, le véhicule électrique doit présenter une batterie de taille raisonnable, généralement associée à une masse limitée.**

En France, les consommateurs s'équipent. Le marché des voitures électriques neuves explose : + 87 % entre 2019 et 2022, alors que les ventes de véhicules, toutes motorisations confondues, reculent. La part des véhicules électriques dans le parc reste tout de même très faible : 1 % en 2022. Les dernières études sur le coût total de possession du VE, dont l'une réalisée par l'UFC-Que Choisir¹ en 2021, montrent que celui-ci est inférieur au véhicule thermique. Cependant, le coût d'acquisition d'un VE est en moyenne supérieur de 25 % à son équivalent thermique. Ainsi, pour rendre ces voitures accessibles, **le bonus écologique doit être renforcé pour les véhicules d'occasion. En outre, pour générer une réelle transition du parc, la prime à la conversion, en particulier à destination des ménages modestes, principaux possesseurs de véhicules polluants, et des gros rouleurs doit être accrue.** En parallèle, le malus au poids doit être appliqué aux véhicules électriques ainsi qu'aux hybrides rechargeables, aujourd'hui exemptés.

De plus, le véhicule électrique doit se montrer pratique. L'autonomie est une des principales craintes à l'acquisition d'un VE. Si, dans les faits, plus de 80 % des recharges sont réalisées à domicile, des bornes publiques restent nécessaires pour les consommateurs ne disposant pas de place de stationnement privée et pour la réalisation de trajets longs. Le plan de déploiement français, initié en 2015, se poursuit actuellement. **Si le réseau de recharge accessibles publiquement se développe selon un crescendo notable : + 119 % entre 2021 et 2022, l'objectif de 100 000 points de recharge publics ne sera probablement atteint qu'en 2023, alors qu'il devait l'être en 2020. Des efforts soutenus doivent donc être consentis pour un déploiement sur le réseau routier et autoroutier, ainsi qu'au niveau local grâce à la généralisation des schémas directeurs de développement des infrastructures de recharge de véhicules électriques ouvertes au public (SDRIVE).**

Enfin, **la qualité de service aux bornes publiques doit être améliorée.** En effet, seuls 76 % des points de recharge accessibles publiquement fonctionnent en permanence au premier semestre 2022. **Le paiement et l'affichage des prix sont également à revoir.** D'une part, un badge propre à un réseau de bornes est quasiment systématiquement nécessaire. D'autre part, la tarification dans le cadre de l'itinérance, dépendante d'accords conclus entre opérateurs difficilement accessibles aux consommateurs, est opaque. Elle doit devenir plus transparente, par l'affichage des prix au kWh hors abonnement au niveau des bornes en premier lieu. Ce dernier pourrait en effet probablement limiter les aberrations tarifaires constatées actuellement.

¹ Coût d'usage des véhicules, La fin des idées reçues sur la voiture électrique, UFC-Que Choisir, 2021

I. Des véhicules électriques moins émetteurs de gaz à effet de serre... sous certaines conditions

A. Une habilité avérée à réduire les émissions de gaz à effet de serre par rapport aux véhicules thermiques

a) Emissions de GES : différentes méthodes de comptabilité

Les émissions de gaz à effet de serre des activités humaines, comme le transport automobile par exemple, peuvent être comptabilisées selon deux principales logiques. D'une part, les inventaires² qui s'intéressent aux émissions issues de l'utilisation de l'énergie par les consommateurs. D'autre part, les approches comme le bilan carbone, l'empreinte carbone ou encore l'analyse en cycle de vie qui prennent en compte, en plus des émissions liées à l'utilisation de l'énergie, certaines émissions indirectes dues aux transformations énergétiques en amont (production, transport, distribution) et/ou en aval (recyclage)³.

Dans le détail, les méthodes d'inventaire comptabilisent les émissions de la même manière mais varient dans l'affectation de celles-ci par secteur et sous-secteur. Le format SECTEN est le plus couramment utilisé pour la présentation des émissions du secteur des transports et est dédié à l'évaluation des politiques climatiques nationales. Il est centré sur la cohérence sectorielle⁴. Ainsi, selon ce format, les émissions de la climatisation des véhicules sont attachées aux émissions des transports, alors que selon le format CCNUCC elles sont attachées à celles des procédés industriels.

Par comparaison avec la logique d'inventaire, sous-jacente à « l'étiquette énergie », les approches qui prennent en compte les émissions indirectes offrent un état des lieux plus exhaustif des émissions liées aux voitures neuves. Dans le cas du véhicule électrique, l'analyse en cycle de vie (ACV) prend ainsi en compte les émissions issues des étapes suivantes⁵:

- l'extraction et le traitement des matières premières, en l'occurrence de métaux et de terres rares (lithium, cobalt, nickel, manganèse) ;
- la production du véhicule et de la batterie ;
- l'utilisation, considérant le nombre de kilomètres parcourus et l'impact de l'énergie utilisée ;
- la fin de vie, dont le recyclage.

Les méthodes d'ACV varient selon le nombre d'étapes prises en compte. Il existe deux principales approches⁶. D'une part, l'approche « du berceau à la tombe », qui étudie l'ensemble des étapes listées précédemment, et d'autre part, celle « du puits à la roue », qui s'intéresse uniquement à la phase d'usage tout en prenant en compte l'impact de la production d'énergie utilisée.

² Par exemple, les formats CCNUCC, SECTEN ou NAMEA.

³ Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives, EEA, 2018

⁴ Les différents formats des données d'émissions de gaz à effet de serre, Commissariat général au développement durable

⁵ Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives, EEA, 2018

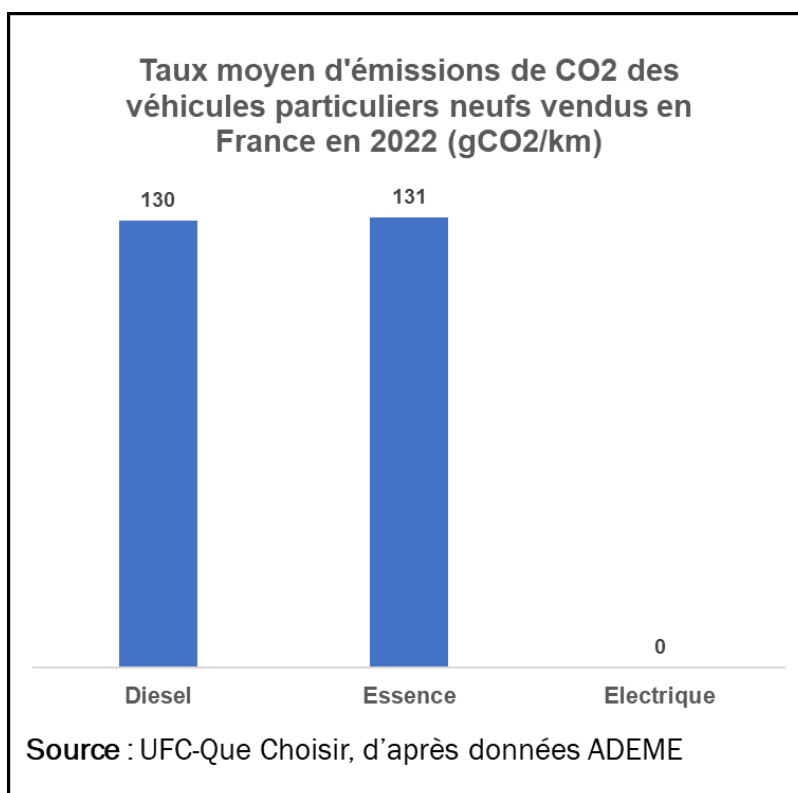
⁶ Life cycle assessment of electric vehicles in comparison to combustion engine vehicles : A review, Material Today : Proceedings, S.Verma, G.Dwivedi, P.Verma, 2022

b) Des émissions issues de l'usage des voitures particulières qui ne reculent pas

Selon la méthode SECTEN, les émissions de GES issues de l'usage des voitures particulières représentent près de 16 % des GES en France en 2021⁷, dont 66 % pour les motorisations diesel et 34 % pour les motorisations essence.

Les émissions de GES des voitures particulières sont quasiment stables depuis trois décennies, en baisse de 2 % depuis 1990, avec un pic en 2002. Malgré l'amélioration significative des performances des voitures particulières⁸, ces gains ont été neutralisés par la hausse de la population (+ 17 % de 1990 à 2021), de l'équipement des ménages (77 % en 1990 contre 83 % en 2020⁹) et des kilomètres parcourus, notamment de la distance moyenne par personne (respectivement + 28 % et + 12 % entre 1990 et 2019)¹⁰. Le graphique ci-dessous représente le taux d'émissions de CO₂ moyen des véhicules particuliers neufs vendus en France en 2022 selon la méthode SECTEN.

Figure 1 : Taux moyen d'émissions de CO₂ des véhicules particuliers neufs vendus en France en 2022



⁷ Sont uniquement comptabilisés les GES issus de la combustion d'énergie des véhicules

⁸ Average CO₂ emissions from new passenger cars, European Environment Agency (EEA)

⁹ Tableau de l'économie française - Équipement des ménages, INSEE, 2021

¹⁰ Les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports

Ainsi, en France, considérant les émissions lors de l'utilisation, le taux moyen d'émissions de CO₂ d'un véhicule particulier neuf est de 130gCO₂/km pour un véhicule diesel, 131 pour un véhicule essence et 0 pour un véhicule électrique. Dans le cadre de « l'étiquette énergie », ces niveaux d'émissions conduiraient ces véhicules « moyens » à obtenir les étiquettes suivantes :

- C pour les deux véhicules thermiques,
- A pour le véhicule électrique.

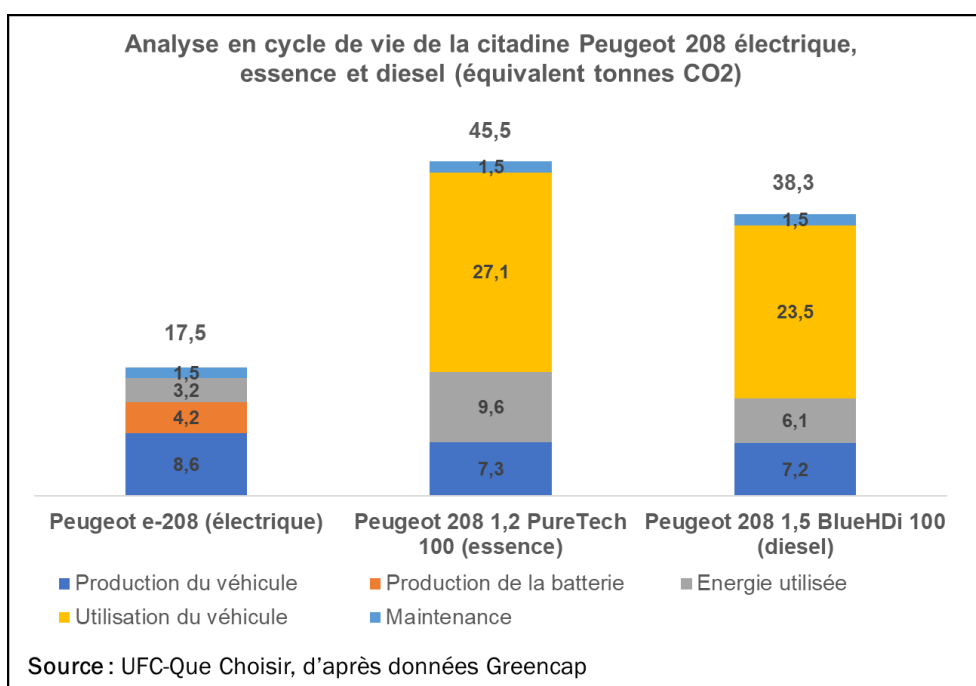
Toutefois, l'absence d'émissions directes lors de l'utilisation des véhicules électriques cache des émissions indirectes liées à d'autres étapes du cycle de vie du véhicule. Les émissions des différents véhicules sont donc plus justement comparées selon une approche en analyse en cycle de vie.

B. L'analyse en cycle de vie pour une comparaison significative des émissions de GES des véhicules

- a) La voiture électrique est avantageuse selon une comptabilisation des émissions en ACV

A titre illustratif, le graphique ci-dessous représente l'analyse en cycle de vie en équivalent tonnes CO₂ de la voiture citadine Peugeot 208 (segment B) dans ses versions électrique, essence et diesel, considérant le mix énergétique français en 2022 et pour une distance parcourue de 240 000 kilomètres¹¹.

Figure 2 : Analyse en cycle de vie de la citadine Peugeot 208 électrique, essence et diesel



La citadine électrique apparaît beaucoup moins émettrice de CO₂ sur l'ensemble de son cycle de vie que ses équivalents essence et diesel. Si à la phase de production (véhicule et batterie) le véhicule électrique se montre plus émetteur : 12,8 tonnes contre 7,3 et 7,2 pour ses équivalents essence et diesel respectivement, cela est au global largement compensé

¹¹ <https://www.greencap.com/>

par l'absence d'émissions directes liées à l'utilisation du véhicule. Au total, la Peugeot 208 électrique émet 2,6 fois moins de GES que son homologue diesel et 2,2 fois moins que son homologue essence.

Cet exemple est cohérent avec les estimations moyennes disponibles dans d'autres études^{12,13} : un facteur de réduction de 2,6 à 3,1 sur l'ensemble du cycle de vie selon le segment de véhicules et une phase de fabrication de 1,3 à 3 fois plus émettrice.

b) Améliorer le bilan des émissions CO_{2eq} en ACV des véhicules électriques

Par ailleurs, les études réalisées désignent les principaux facteurs influençant les émissions de GES aux différentes étapes du cycle de vie du véhicule électrique.

A l'étape de fabrication :

- l'aérodynamisme et la masse du véhicule
- la capacité de la batterie
- les conditions de production de la batterie, et notamment le taux d'émission du mix énergétique de la zone de production

Les émissions dues à la fabrication de la batterie sont de l'ordre de 60 à 200 kgCO₂/kWh selon la technologie et la zone de production¹³. On peut considérer qu'elles représentent entre 45 et 70 % de l'ensemble des émissions liées à la fabrication du véhicule¹⁴. Une relocalisation de la production de batterie en Europe, et *a fortiori* en France, permettrait de limiter le transport lié à l'acheminement des batteries depuis l'Asie (principalement la Chine et dans une moindre mesure la Corée du Sud et le Japon). Surtout, cela améliorerait le bilan des émissions de GES de la production de batteries puisque la France dispose d'une électricité très peu carbonée : 49 gCO₂/kWh émis, contre 538 gCO₂/kWh en Chine, 416 gCO₂/kWh en Corée du Sud, 466 gCO₂/kWh au Japon ou encore 343 gCO₂/kWh aux Etats-Unis¹⁵.

A l'étape d'utilisation :

- l'aérodynamisme et la masse du véhicule
- le taux d'émission de l'électricité utilisée
- le nombre de kilomètres parcourus pendant la durée de vie du véhicule

A titre d'illustration, le graphique ci-dessous montre les émissions cumulées en équivalent tonnes CO₂ de différents types de véhicules électriques et d'une voiture compacte diesel pour une distance parcourue de 200 000 km, équivalente au kilométrage moyen sur l'ensemble de la durée de vie d'un véhicule en France.

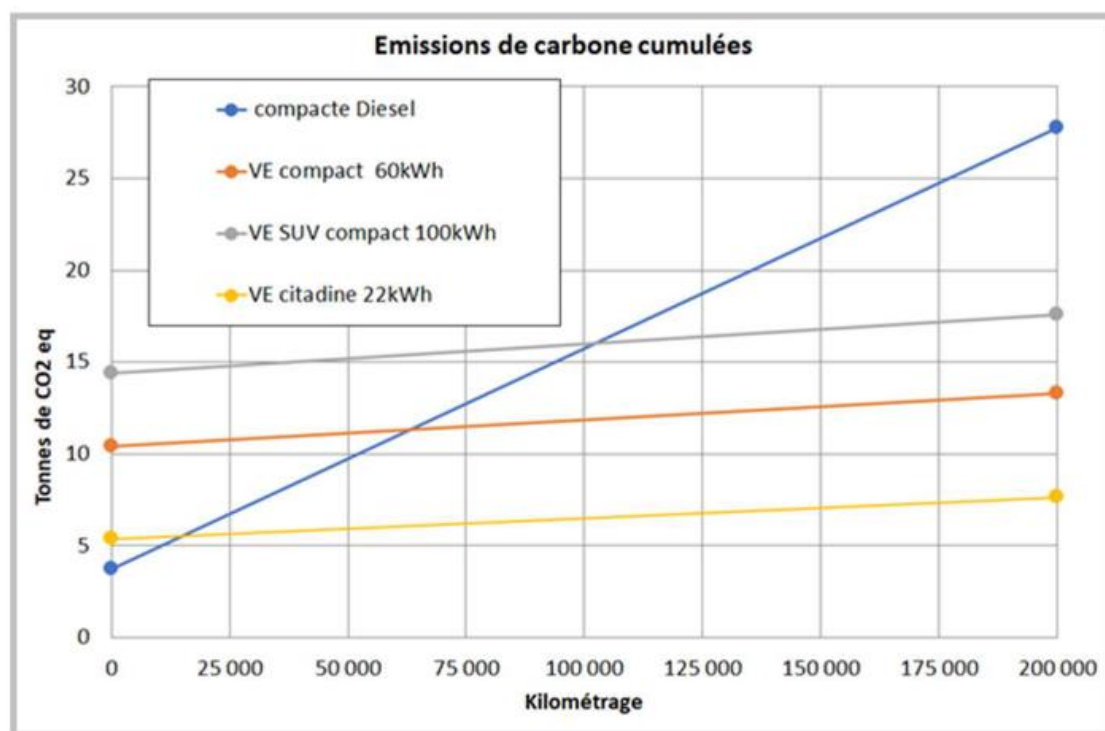
¹² Les avis de l'ADEME, Voitures électriques et bornes de recharge, octobre 2022

¹³ La France amorce le virage vers le véhicule électrique et si nous étions sur la bonne voie ?, carbone 4, septembre 2018

¹⁴ <https://www.greenncap.com/lca-tool/>

¹⁵ [The Climate Transparency Report 2021](#)

Figure 3 : Emissions de CO₂ cumulées pour différents véhicules électriques et diesel pour une distance parcourue de 200 000 km



Source : ADEME, 2022¹²

A 0 kilomètre, conformément à nos recherches, les véhicules électriques sont plus émetteurs que le véhicule diesel. Cependant, plus le nombre de kilomètres parcourus augmente, plus le bilan des véhicules électriques est intéressant par rapport à celui du véhicule thermique.

Le point de bascule dépend de la capacité de la batterie, généralement proportionnelle au poids du véhicule. Ainsi, plus la capacité de la batterie est faible, plus le point de bascule est rapide. Comme le montre le graphique, il est de 17 000 km pour une voiture électrique citadine embarquant une batterie de 22 kWh, de 63 000 km pour une voiture électrique compacte d'une batterie de 60 kWh et d'un peu plus de 100 000 km pour un SUV électrique d'une batterie de 100 kWh.

Ces éléments sont à mettre en regard avec la longévité des batteries dédiées aux véhicules électriques, en quasi-totalité des batteries lithium-ion. La batterie lithium-ion d'une voiture électrique sert à la traction du véhicule. **Le principe de ces batteries consiste à faire circuler des ions entre deux électrodes, une négative et l'autre positive.** Quand la batterie alimente la voiture, les ions accumulés dans l'électrode négative sont libérés. À l'inverse, quand la batterie est en charge, l'énergie transmise par le chargeur fait circuler les ions de l'électrode positive vers la négative¹⁶. Les batteries dédiées aux véhicules se composent en réalité de plusieurs batteries individuelles (cellules) assemblées. Cet assemblage permet de délivrer un courant électrique de 300 à 500 V selon les modèles¹⁷. **Les mécanismes de vieillissement de ces batteries correspondent principalement à deux phénomènes physiques : des**

¹⁶ Introduction au vieillissement des batteries Lithium-ion et aux protocoles expérimentaux de test de durée de vie, S. Pelissier, Revue 3EI, 2012

¹⁷ Comment choisir une voiture électrique, UFC-Que Choisir, novembre 2020

réactions parasites lors des transferts d'ions entre électrodes et une altération des matériaux d'électrode. Si le vieillissement de l'électrolyte n'intervient qu'indirectement, le vieillissement de la batterie est le résultat d'interactions complexes qui dépendent de la température, de l'état de charge ou encore du courant traversant. Le vieillissement affecte à la fois la quantité d'énergie stockable et la puissance disponible¹⁸.

Les phénomènes de vieillissement peuvent également être classés selon l'usage de la batterie : le **vieillissement calendaire**, qui se produit lorsque la batterie n'est pas utilisée, qu'elle soit chargée ou non, le **vieillissement en cyclage**, correspondant au nombre de cycles de charge/décharge atteignable par la batterie, et le **vieillissement combiné**, due à la succession de phases de repos et de cyclage.

Les recherches existantes, ainsi que les descriptions des constructeurs, s'accordent sur le fait que lorsque **la capacité de la batterie d'un véhicule électrique baisse à 70 ou 80 %^{19,20} de sa valeur nominale, elle n'est plus utilisable pour une application automobile.** En effet, l'autonomie, la vitesse atteignable et le temps de chargement sont négativement affectés. Ces batteries usagées peuvent toutefois être utilisées dans le cadre résidentiel pour le stockage de l'électricité photovoltaïque.

La dégradation de la capacité de la batterie varie donc selon le modèle et la technologie lithium-ion installée, mais aussi selon son utilisation particulièrement du recours à la recharge rapide et de la confrontation à des températures élevées. Considérant l'importance du vieillissement en cyclage, il est communément admis **qu'une batterie permet 1 000 à 1 500 cycles de recharge²¹.** A ce titre, à distance parcourue équivalente, une petite batterie effectuera un plus grand nombre de cycles et sera donc usée plus rapidement²².

Considérons les trois segments illustrés par l'ADEME à travers trois modèles disponibles sur le marché :

- la Fiat 500e (2020)
- la Volkswagen ID.3 Pro (2020)
- la BMW iX xDrive50 (2021)

¹⁸ Etude du vieillissement des batteries lithium-ion dans les applications « véhicule électrique » : Combinaison des effets de vieillissement calendaire et de cyclage, Eduardo Redondo-Iglesias, Thèse de doctorat de l'Université Claude Bernard Lyon 1, 2017

¹⁹ Electric vehicle battery secondary use under government subsidy : A closed-loop supply chain perspective, Gu et al., International Journal of Production Economics, 2021

²⁰ Cette capacité résiduelle de la batterie est également désignée sous le terme d'état de santé de la batterie, ou State of Health (SoH).

²¹ Comment choisir une voiture électrique, UFC-Que Choisir, novembre 2020

²² Prolongez la durée de vie de votre batterie de voiture électrique, Engie, mai 2022

Tableau 1 : Description de trois modèles de véhicules électriques selon les émissions de leur batterie

Modèle	Capacité nominale de la batterie (kWh)	Capacité utile de la batterie (kWh) ²³	Consommation (kWh/100 km) ²⁴	Kilomètres réalisables en 1000 cycles	Kilomètres réalisables en 1500 cycles	Emissions liées à la fabrication de la batterie (tonnes équivalent CO ₂)	Emissions liées à la fabrication de la batterie considérant 1000 cycles (gCO ₂ eq/km)	Emissions liées à la fabrication de la batterie considérant 1500 cycles (gCO ₂ eq/km)
Fiat 500e	23,8	21,3	13	163 846	245 769	2	12,2	8,1
VW ID.3 Pro	62	58	15,4	376 623	564 935	5,2	13,8	9,2
BMW iX xDrive50	111,5	105,2	20	526 000	789 000	9,4	17,9	11,9

Source : [GreenNcap](#)

Les estimations ci-dessus présentent une marge d'incertitude liée à la durée de vie de la batterie et à la consommation estimée, mais permettent de fixer un ordre de grandeur. Ainsi, si l'on considère les longévités et capacités des batteries, les émissions de CO₂/km se trouvent respectivement entre 8,1 g et 12,2 gCO₂/km ; 9,2 et 13,8 gCO₂/km et 11,9 et 17,9 gCO₂/km pour la Fiat 500e, la Volkswagen ID.3 Pro et la BMW iX xDrive50. Ainsi, les véhicules de petite taille sont avantageux du point de vue des émissions de gaz à effet de serre à hypothèses égales, même si un ou plusieurs changements de batteries doivent être opérés. Pour parcourir 200 000 kilomètres, kilométrage moyen d'une voiture particulière sur sa durée de vie, il est donc nécessaire d'effectuer un changement de batterie pour les petits modèles. Cela renchérit par exemple le bilan CO₂ de la Fiat 500 e de 2 tonnes.

Ainsi, pour garantir l'intérêt écologique des véhicules électriques en matière d'émissions de GES, plusieurs études s'accordent sur la nécessité de limiter la capacité de la batterie à 60 kWh^{12,13}, considérant les technologies et les zones de production actuelles.

L'ensemble des études pointe également les émissions de GES de la production d'électricité comme un facteur déterminant du bilan des ACV des véhicules électriques. Une étude de l'ONG T&E²⁵ juge les véhicules électriques pertinents quel que soit le mix énergétique, même dans le cas de la Pologne, mix le plus polluant d'Europe : 700 gCO₂/kWh¹³. Quant aux travaux de carbone 4¹³, ils désignent 500 gCO₂/kWh comme le plafond de pertinence des véhicules électriques, excluant ainsi les mix allemand et polonais. A noter, ces études insistent sur les effets positifs de la tendance mondiale à la décarbonation du mix énergétique, qui conduit à amplifier l'intérêt des véhicules électriques par rapport aux véhicules thermiques.

A l'étape de fin de vie :

- le recyclage des batteries

La révision du règlement européen « Piles et déchets de piles » prévoit une élévation du taux de collecte des batteries : de 50 % en 2019 et 70 % en 2030 ainsi que des objectifs de

²³ La capacité utile désigne la quantité d'énergie contenue dans la batterie pouvant être utilisée par le véhicule.

²⁴ Selon la norme WLTP.

²⁵ How clean are electric cars ? T&E's analysis of electric car lifecycle CO2 emissions, Transport & Environment, avril 2020

récupération pour quatre métaux : 90 % pour le nickel, le cobalt et le cuivre et 35 % pour le lithium²⁶. **Le recyclage des batteries peut permettre de compenser 40 % des émissions issues de leur fabrication, alors que celles-ci représentent environ 6 % des émissions de GES du véhicule électrique sur son cycle de vie.**

En tout état de cause, ce constat démontre l'intérêt pour les consommateurs de pouvoir identifier aisément, notamment parmi les véhicules électriques, ceux qui émettent, directement et indirectement le moins. Or, cette comparaison n'est actuellement pas possible compte-tenu du mode de calcul de « l'étiquette énergie ».

Si les analyses en cycle de vie en matière de gaz à effet de serre montrent l'intérêt des véhicules électriques, les ACV portant sur l'écotoxicité humaine révèlent en revanche un meilleur bilan des véhicules thermiques²⁷. Dans ce cadre, la toxicité humaine est mesurée selon l'unité « kilogramme d'équivalent dichlorobenzène [kg de 1,4 DCB éq.] ». Elle correspond au potentiel de nuisance à la santé humaine liée à l'exposition et aux effets de substances toxiques pour un horizon de 100 ans. Les substances prises en compte sont notamment les particules solides, nitrates, sulfates, SO₃, O₃, CO, NO_x, NH₃, COV, SO_x, substances cancérigènes et métaux lourds. Cela est principalement dû au plus grand recours aux métaux, produits chimiques et à une plus grande quantité d'énergie pour la fabrication du groupe motopropulseur et de la batterie. Ce bilan devrait toutefois s'améliorer dans les années à venir.

c) **Une « étiquette énergie » à réformer d'urgence pour permettre aux consommateurs de réaliser un choix éclairé**

L'analyse en cycle de vie montre qu'aucun véhicule n'est neutre en matière d'émissions de GES, même si, comme dans le cas du véhicule électrique, celles-ci peuvent être nulles à l'usage. L'étiquette énergie dédiée aux voitures neuves, dont l'affichage est obligatoire, repose sur le niveau d'émissions de CO₂ défini par la norme WLTP²⁸. Or, cette dernière s'appuie sur des tests sur bancs à rouleaux reproduisant différentes situations de conduite. **Ce sont donc les émissions à l'usage qui sont mesurées.**

L'étiquette énergie comprend sept classes spécifiant les niveaux d'émissions de CO₂. A chaque classe correspond une lettre (de A à G) et une couleur (vert/jaune/orange/rouge)²⁹ :

- Classe A : émissions de CO₂ inférieures ou égales à 100 g/km
- Classe B : de 101 à 120 g/km
- Classe C : de 121 à 140 g/km
- Classe D : de 141 à 160 g/km
- Classe E : de 161 à 200 g/km
- Classe F : de 201 à 250 g/km
- Classe G : supérieures à 250 g/km

²⁶ [Règlement 2020/0353](#)

²⁷ Life cycle assessment of electric vehicles in comparison to combustion engine vehicles : A review, Verma et al., Materials Today : Proceedings, 2021

²⁸ Depuis le 1^{er} janvier 2019, le *Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures* (WLTP) remplace le *New European Driving Cycle* (NEDC) en tant que procédure d'homologation de la mesure de la consommation et des émissions polluantes des véhicules thermiques et de l'autonomie des véhicules électriques. L'obligation d'utilisation de cette procédure est retranscrite dans le [décret n° 2020-169](#).

²⁹ [Car Labelling](#), véhicule particuliers neufs, ADEME

Ainsi, l'étiquette énergie ne permet pas aux consommateurs de différencier l'impact en termes d'émissions de GES de différents modèles de voitures électriques. Pourtant, comme nous l'avons montré, il demeure très variable selon la capacité de la batterie.

Conséquemment, pour une meilleure information du consommateur, il est nécessaire que l'étiquette énergie se base sur une méthode d'analyse en cycle de vie qui prenne en compte les émissions de la phase de fabrication du véhicule, comme nous le notions déjà dans notre précédente étude sur le véhicule électrique¹.

Les limites des véhicules hybrides rechargeables

*Si théoriquement les véhicules hybrides montrent un intérêt en matière d'émissions de GES puisqu'ils permettent d'électrifier une partie des kilomètres parcourus, leur bilan est ambivalent considérant les pratiques réelles d'utilisation. En effet, l'International Council on Clean Transportation (ICCT), à partir de données d'utilisation en circulation de 100 000 véhicules hybrides à travers le monde, a montré que **les émissions réelles de ces voitures étaient 2 à 4 fois supérieures à celles estimées lors des tests d'homologation**. Si des améliorations sont atteignables en augmentant l'autonomie minimale permise par la batterie électrique à 90 kilomètres ou en limitant la puissance des moteurs thermiques installés, ces véhicules ne permettent pas les économies suffisantes par rapport aux objectifs de décarbonation actuels³⁰ et seront interdits à la vente en 2035. De plus, le marché des hybrides rechargeables s'est orienté vers des modèles plus lourds et encombrants que la moyenne des véhicules neufs, les rendant d'autant plus émetteurs lorsque leur batterie est déchargée.*

³⁰ A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger car, ICCT, 2021

Gaz naturel pour véhicules (GNV), bioGNV, hydrogène, quels bilans en ACV ?

Deux études^{31,32} permettent de comparer les bilans en tonnes équivalent CO₂ en ACV des véhicules du segment D (berline) GNV, bioGNV et hydrogène en France.

Comme nous l'avons vu, pour les véhicules thermiques, ce sont surtout les émissions liées à la combustion du carburant qui constitue la majeure partie des impacts. **Si le GNV émet moins de CO₂ que l'essence ou le diesel, les véhicules roulant au GNV rejettent seulement 20 % d'émissions de moins que les véhicules thermiques classiques, et 84 % de plus que les véhicules électriques, alors même que les batteries sont de taille importante sur ce segment.**

Selon cette même étude, le véhicule roulant au bioGNV montre le bilan le plus favorable (-60 % par rapport au véhicule électrique). En effet, par convention, il est considéré que le CO₂ émis lors de la combustion du biométhane est intégralement compensé en amont par le CO₂ capté par la biomasse végétale utilisée. Cette hypothèse n'est toutefois pas représentative de la production de biogaz en France, sans que des données existent sur l'impact carbone moyen de celle-ci.

Concernant les véhicules hydrogène de la même catégorie, l'ADEME met en avant une baisse de 5 % des émissions lorsque l'hydrogène est issu du vaporeformage du gaz naturel et de 74 % lorsqu'il est produit par électrolyse sans transport, par rapport à un véhicule thermique équivalent. Ses émissions restent, dans le meilleur des cas, supérieures de 5 % à un véhicule électrique similaire.

C. Des avantages en matière de qualité de l'air

a) La pollution de l'air issue du trafic routier : un problème de santé publique

Un grand nombre de polluants provient du trafic routier, des émissions à l'échappement des véhicules, mais aussi de l'usure des pneus et des freins. Les principaux polluants primaires issus de l'échappement des véhicules sont les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils (COV) et les particules fines (principalement par les moteurs diesel) (PM₁₀ et PM_{2,5}). Des particules fines peuvent également se former à partir de réactions chimiques entre polluants primaires.

Ces polluants accroissent les risques d'irritations et de difficultés respiratoires à court terme et de développement de maladies respiratoires et cardiovasculaires, de cancers (essentiellement du poumon et de la vessie) ainsi que de diabète à long terme³³.

En France, les véhicules particuliers sont à l'origine de 23 % des NO_x, 6,9 % des PM₁₀, 8,4% des PM_{2,5} et 2,5 % des COV en 2020³⁴. Si les émissions françaises de la plupart des polluants

³¹ Etude ACV de véhicule roulant au GNV et bioGNV, IFP Energies nouvelles, septembre 2019

³² Analyse du cycle de vie relative à l'hydrogène, ADEME, septembre 2020

³³ Qualité de l'air : Sources de pollution et effets sur la santé, Ministère de la Santé et de la Prévention, novembre 2022

³⁴

réglementés³⁵ ont diminué entre 2000 et 2020, cinq agglomérations sont concernées par des dépassements des normes de NO₂ et quatre par des dépassements des normes de PM₁₀³⁶. Cette situation a donné lieu à la condamnation de la France par le Conseil d'Etat et au paiement d'une amende de 20 millions d'euros en 2022³⁷.

b) L'absence de polluants d'échappement

Contrairement aux véhicules thermiques, les véhicules électriques n'émettent pas de polluants à l'échappement. Cela étant, avec le développement et l'amélioration des filtres à particules, plus de la moitié des particules générées par le trafic routier en Europe provient désormais de sources hors échappement. Ainsi, les particules fines PM₁₀ sont issues, selon les conditions de circulation, de 16 à 55 % du freinage, de 5 à 30 % du contact pneu-chaussée et de 28 et 59 % de la remise en suspension des particules³⁸.

Les voitures électriques, grâce au freinage régénératif, émettent moins de particules de freins que leur équivalent thermique (de 3 à 25 %)³⁸. Toutefois, les véhicules électriques présentent souvent une masse supérieure à celle de leurs homologues thermiques du fait du poids de la batterie et nécessitent donc des pneus plus larges. **Ainsi, une récente étude de l'ADEME³⁸ montre que l'écart d'émissions de particules entre un véhicule électrique à forte autonomie et un véhicule thermique neuf n'est pas significatif.**

Les études toxicologiques disponibles suggèrent que ces particules constitueraient un danger pour la santé du fait de leur teneur en éléments métalliques et de leur potentiel oxydant, sans qu'il soit certain que leur nuisance soit similaire aux substances issues de l'échappement³⁸.

En résumé, la voiture électrique montre un avantage par rapport à la voiture thermique s'agissant des particules issues de l'échappement et du freinage. Cependant, pour ne pas entamer celui-ci, il est nécessaire de privilégier des véhicules légers, aux pneumatiques moins larges et donc moins émettrices.

La future norme EURO7 introduira probablement une limite de 7mg/km concernant les particules fines de freinage, limite toutefois élevée, et développera normalement une méthodologie propre à estimer les émissions de microplastiques issues des pneus. D'ici-là, **il est donc nécessaire de maîtriser le poids des véhicules électriques.**

Synthèse : les caractéristiques d'un véhicule électrique moins émetteur qu'un véhicule thermique

Considérant les différents travaux mobilisés dans cette partie sur les impacts environnementaux des véhicules électriques, nous pouvons dégager les caractéristiques qui garantissent son intérêt en matière d'émissions de GES par rapport aux véhicules thermiques, en dehors des mesures de décarbonation du secteur énergétique :

- **Limitation de la masse et du gabarit des véhicules**, pour restreindre les besoins énergétiques à l'usage (poids et aérodynamisme) et les émissions de particules fines issues des pneumatiques ;

³⁵ NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, HAP, CO, SO₂, Métaux (Source : [Airparif](#))

³⁶ [La réglementation en France](#), Airparif

³⁷ [Pollution de l'air : l'Etat de nouveau condamné par le Conseil d'Etat, qui lui inflige une amende record de 20 millions d'Euros](#), Le Monde, 17 octobre 2022

³⁸ Emissions des véhicules routiers, les particules hors échappement, ADEME, avril 2022

- **Limitation de la capacité de la batterie**, avec l'utilisation d'une batterie de l'ordre de 60 kWh maximum, pour limiter la pollution à l'étape de fabrication, la masse de la batterie s'ajoutant par ailleurs à la masse du véhicule ;
- **Utilisation de matériaux recyclés pour la production des batteries** en vue de réduire les émissions de GES liées à la fabrication.

D'après nos recherches, le véhicule électrique peut donc être considéré comme moins émetteur de gaz à effet de serre que le véhicule thermique sous certaines conditions de poids et de capacité de la batterie. **La transition du parc doit se faire en permettant aux consommateurs d'identifier les modèles réellement moins émetteurs de GES via une réforme de l'étiquette énergie.**

II. Les conditions d'un véhicule électrique accessible financièrement

A. Des véhicules électriques amenés à devenir la norme

a) De futures contraintes législatives

Les normes d'émissions de CO₂ pour les voitures neuves immatriculées dans l'Union européenne ont été redéfinies par le règlement européen 2021/0197, adopté le 28 mars 2023³⁹. Il prévoit l'encadrement des ventes de véhicules neufs des constructeurs automobiles en fixant un niveau moyen maximal d'émissions. Ceux-ci s'exposent à des sanctions financières⁴⁰ s'ils ne respectent pas cette réglementation. Le règlement inclut toutefois, sur une demande tardive de l'Allemagne, une possibilité de vente de véhicules thermiques fonctionnant à partir de carburants de synthèse « neutres en CO₂ » après 2035. La Commission européenne s'est ainsi engagée à publier un acte délégué à l'automne 2023 précisant comment les véhicules fonctionnant au carburant de synthèse « peuvent contribuer aux objectifs de réduction d'émissions de CO₂ ». L'avancement du dispositif sera évalué par la Commission en 2026.

Tableau 2 : Normes d'émissions de CO₂ des voitures neuves adoptées par le règlement 2021/0197

Date	Niveau moyen maximal des émissions des voitures particulières neuves (gCO ₂ /km) ⁴¹
2030	43
2035	0

Selon ce règlement, le niveau moyen maximal des émissions des voitures particulières neuves vendues par chaque constructeur devra être inférieur ou égal à 43 gCO₂/km en 2030, puis de 0 gCO₂/km en 2035. **Par voie de conséquence, la vente de véhicules thermiques sera interdite en 2035.**

b) Un marché du neuf dynamique, un marché de l'occasion encore marginal

Un marché de la voiture électrique particulière neuve dynamique, dans un marché automobile en berne

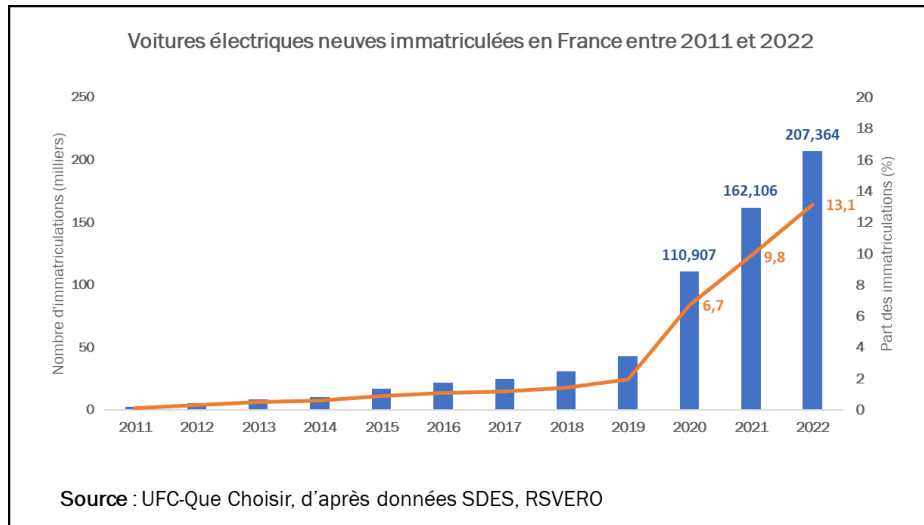
Les ventes de voitures électriques progressent fortement depuis 2019, comme le montre le graphique ci-dessous représentant l'évolution du nombre d'immatriculations de voitures électriques en France entre 2011 et 2022 :

³⁹ Accord sur la première proposition "Ajustement à l'objectif 55": l'UE renforce les objectifs pour les émissions de CO₂ des voitures et camionnettes neuves, Conseil de l'EU, 27 octobre 2022

⁴⁰ 95 € par gramme au-dessus de la cible fixée par véhicule vendu

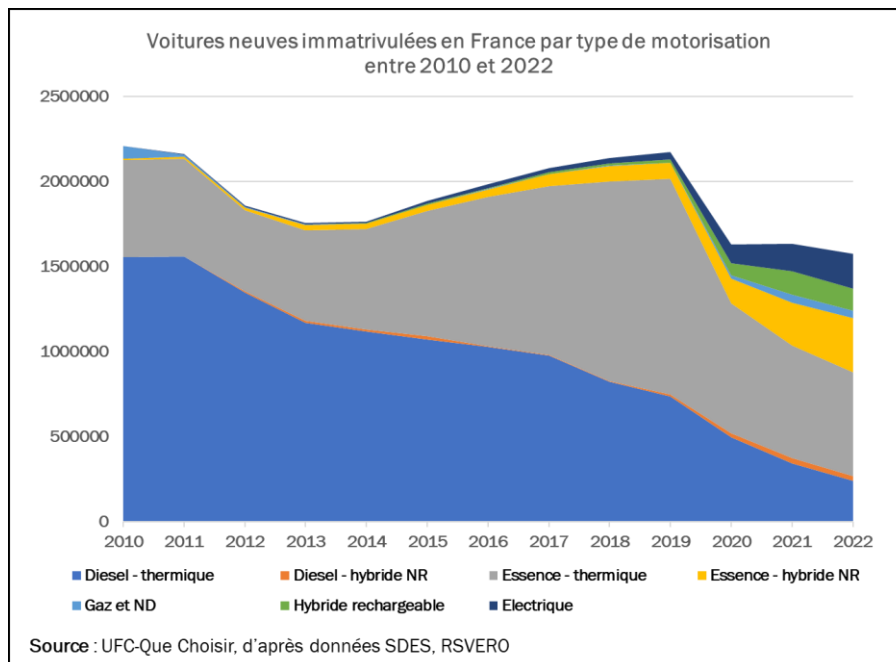
⁴¹ Depuis le 1^{er} janvier 2019, le Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures (WLTP) remplace le New European Driving Cycle (NEDC) en tant que procédure d'homologation de la mesure de la consommation et des émissions polluantes des véhicules thermiques et de l'autonomie des véhicules électriques. L'obligation d'utilisation de cette procédure est retranscrite dans le décret n° 2020-169.

Figure 4 : Nombre de voitures particulières neuves électriques immatriculées chaque année en France entre 2011 et 2022



207 364 voitures particulières électriques neuves ont été immatriculées en France en 2022. Les ventes sont ainsi en hausse de 86,9 % par rapport à 2019. Ces dernières représentent 13,1 % des immatriculations neuves en 2022. Toutefois, la part des véhicules électriques dans le parc global reste très faible : 0,3 % en 2019 ; 0,4 % en 2020 ; 0,7 % en 2021 et 1 % en 2022⁴². Ce dynamisme contraste avec la tendance du marché,

Figure 5 : Nombre de voitures neuves immatriculées en France chaque année par type de motorisation entre 2010 et 2022



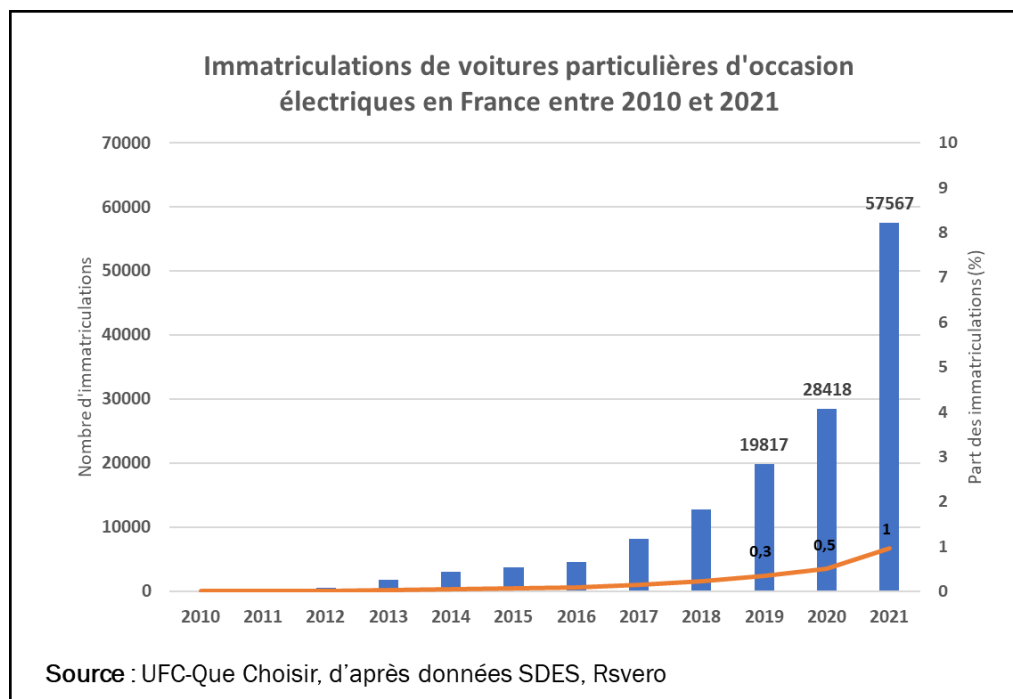
Comme visible sur le graphique, le marché est en recul de 27 % entre 2019 et 2022.

⁴² SDES

c) Un marché de l'occasion embryonnaire

Le marché de l'occasion des voitures particulières électriques est marginal, mais affiche une forte croissance, comme en témoigne le graphique ci-dessous représentant le nombre d'immatriculations de voitures électriques d'occasion entre 2010 et 2021.

Figure 6 : Immatriculations de voitures électriques particulières d'occasion en France entre 2010 et 2021



Les immatriculations de voitures électriques d'occasion ont augmenté de 190 % entre 2019 et 2021, elles représentent 1 % du marché en 2021. L'année 2023 devrait confirmer l'afflux de nouveaux véhicules et leur diversification⁴³.

B. Un prix d'achat élevé, un coût de possession total inférieur au véhicule thermique

a) Des véhicules électriques onéreux

Les prix des véhicules électriques sont élevés⁴⁴. En France, le surcoût par rapport à un véhicule thermique s'élève à 25 % du prix d'achat en moyenne^{45,46}.

Cet ordre de grandeur, qui varie selon les modèles, est confirmé par une étude⁴⁷ du cabinet *Jato Dynamics* réalisée en 2021 à l'échelle européenne, comme le montre le graphique suivant :

⁴³ L'argus, 19 mars 2021, Occasions électriques : un marché automobile qui se cherche encore

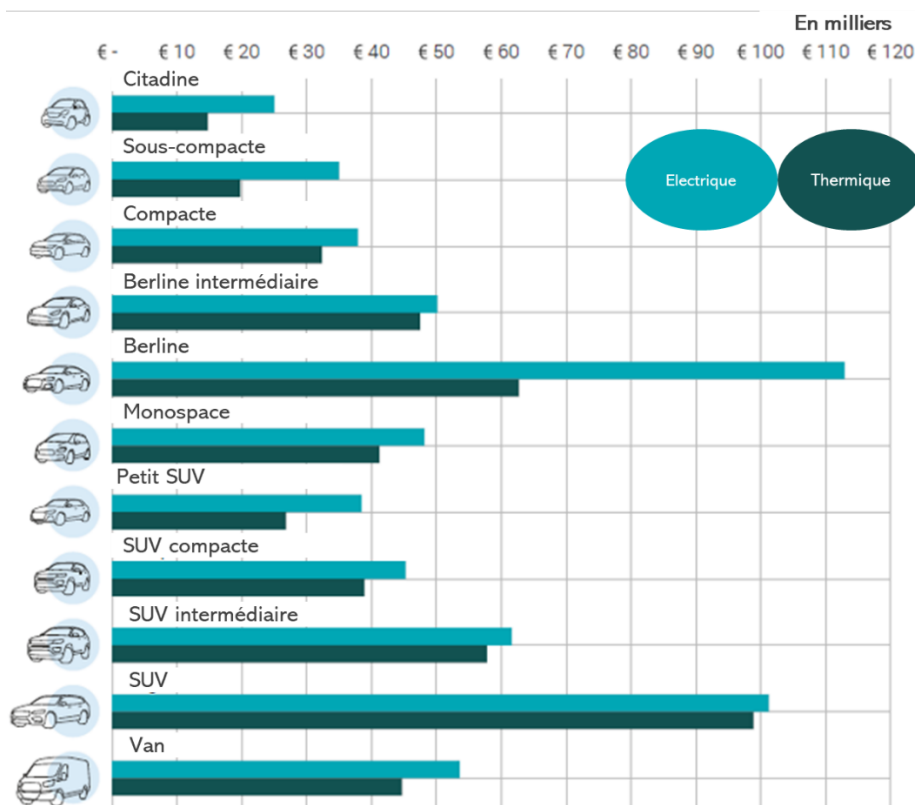
⁴⁴ Que Choisir, 20 janvier 2022, Rétrofit électrique – L'avenir de nos voitures ?

⁴⁵ Analyse coûts bénéfiques des véhicules électriques, Les voitures, CGDD, juillet 2017

⁴⁶ Voiture électrique : à quel coût ? France Stratégie, novembre 2022

⁴⁷ EVs : A pricing challenge, Jato Dynamics, 2021

Figure 7 : Prix pondérés moyens des véhicules thermiques et électriques par segment de véhicules en Europe en 2021



Source : JATO Dynamics, 2021

En Europe, le prix d'une voiture électrique est systématiquement plus élevé que celui de son équivalent thermique. Dans le détail, si la différence de prix est fortement en défaveur des véhicules électriques urbains : citadine, sous-compacte et petit SUV, respectivement + 66, 75 et 79 % en moyenne ; elle est moins importante pour les grands modèles : monospace et SUV, respectivement + 3 et + 17 %. En effet, l'écart de prix entre la motorisation thermique et la motorisation électrique est essentiellement dû à la batterie. La pénalité de prix pour l'acheteur est alors d'autant plus grande que le véhicule est de plus petite taille ou moins luxueux. Une situation qui pourrait toutefois évoluer selon une étude⁴⁸ de BloombergNEF, prévoyant un coût de production inférieur pour les berlines électriques à l'horizon 2026 et pour les citadines à l'horizon 2027.

⁴⁸ Transport & Environment, mai 2021, Des véhicules électriques moins chers que les voitures à essence, toutes catégories confondues

En 2022, les cinq voitures électriques les plus vendues en France sont, par ordre décroissant, les suivantes⁴⁹ :

Tableau 3 : Modèles de voitures électriques les plus vendus en France en 2022

Modèle	Nombre d'unités vendues	Prix TTC (entrée de gamme hors bonus, janvier 2023)
Peugeot e -208	19 219	35 000
Dacia Spring	18 326	20 800
Tesla Model 3	17 007	44 990
Renault Mégane E-Tech 100 % électrique	15 580	37 000
Fiat 500e	15 163	30 400

Source : Données AVERE

Seule la *Dacia Spring* affiche un prix inférieur à 30 000 €.

Le coût des batteries

Le coût des batteries lithium-ion pour véhicules électriques, les plus répandues, a été divisé par 9 entre 2010 et 2021, pour s'élever à 118 €/kWh HT. Toutefois, en 2022, pour la première fois depuis dix ans, leur prix a augmenté de 17 %, atteignant 138 €/kWh HT. Cette augmentation est liée à celle du prix des cellules lithium-ion, correspondant à celui des matières premières utilisées⁵⁰. **Malgré cela, le prix des batteries devrait diminuer à 100 €/kWh à l'horizon 2030⁴⁵.**

b) Un coût total de possession avantageux

En 2021, l'UFC-Que Choisir mettait en avant l'intérêt économique de la voiture électrique⁵¹. En effet, d'après nos estimations, en intégrant le bonus écologique, son coût total de possession, c'est-à-dire l'ensemble des coûts supportés par le consommateur pour son utilisation (différence entre prix d'achat et prix de revente, énergie, assurance, entretien, etc.) était inférieur à celui d'une voiture thermique.

Plus précisément, cette étude montrait que **les voitures électriques de taille moyenne étaient systématiquement les plus avantageuses**, en première, deuxième ou troisième main. Les économies estimées s'élevaient respectivement, par rapport à une voiture à essence, à : 1 750 € sur 4 ans (1375 € si diesel), 960 € sur 5 ans (380 € si diesel) et 1 190 € sur 7 ans (629 € si diesel).

Nous démontrions également que les « gros rouleurs » avaient davantage intérêt à passer à l'électrique. Un « gros rouleur » (20 000 km par an) économiserait 1 275 € par rapport à une

⁴⁹ AVERE, Baromètre : 20,4 % de part de marché en décembre 2021 pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables... et 15 % sur l'ensemble de 2021 !

⁵⁰ Lithium-ion Battery Pack Prices Rise for First Time to an Average of \$151/kWh, BloombergNEF

⁵¹ Coût d'usage des véhicules, La fin des idées reçues sur la voiture électrique, UFC-Que Choisir, novembre 2021

voiture à essence de première main (725 € si diesel), quand un « petit rouleur » (10 000 km) économiserait 625 € (425 € si diesel).

Si l'ADEME^{52,53} et l'AVERE⁵⁴ rejoignent ces constats, cet avantage dépend du coût de la recharge électrique. D'après les estimations de France Stratégie⁵⁵, l'avantage financier du véhicule électrique peut être menacé par une augmentation du prix de l'électricité. Pour le segment SUV C, même une augmentation de 120 % du prix de l'électricité par rapport à 2022 ne remettrait pas en cause l'intérêt du VE en termes de coût d'usage annuel ou de coût total de possession sur six ans. En revanche, pour le segment B, le coût total de possession sur six ans devient supérieur de 500 € dans le cas d'une augmentation de 60 % et de 1 000 € dans le cas d'une augmentation de 120 %.

En France, à domicile, le bouclier tarifaire sur l'électricité assure un plafonnement de la hausse pour les contrats liés au tarif réglementé de vente à 15 %. L'extension de ce bouclier tarifaire aux bornes de recharge, annoncé le 17 octobre 2022, garantit une hausse mesurée des tarifs. Ce dispositif est justifié considérant les remises sur le carburant accordées par le Gouvernement français en 2022. Cette mesure est également bienvenue face à l'augmentation constatée du prix de la recharge sur certaines bornes rapides⁵⁶.

c) Transformer son véhicule thermique en véhicule électrique : le rétrofit électrique

Le rétrofit électrique consiste à transformer une voiture essence ou diesel en électrique. Il est autorisé et encadré en France depuis 2020⁵⁷. Un kit de rétrofit est composé d'un moteur électrique, d'une batterie et d'un système de gestion de la batterie (Battery Management System [BMS])⁵⁸. Il est réservé aux véhicules de plus de cinq ans.

Le véhicule transformé doit respecter certaines règles en matière de puissance installée et de poids à vide. L'homologation des véhicules, délivrée par le Centre national de réception des véhicules, peut prendre jusqu'à dix-huit mois et coûte entre 35 000 et 100 000 € au rétrofiteur. Un montant important qui s'ajoute aux investissements pour le développement d'un kit de conversion : entre 250 000 et 1 000 000 €⁵⁹. **Pour les consommateurs, le prix du rétrofit est donc élevé, entre 12 350 € (20 kWh) et 15 000 € HT (30 kWh) pour une citadine⁵⁹.**

L'ADEME estime que le rétrofit d'une voiture diesel réduit de 66 % les émissions de CO₂ sur dix ans par rapport à l'achat d'une voiture diesel et de 47 % par rapport à l'achat d'une voiture électrique⁶⁰.

A juste titre, au vu de l'intérêt écologique de cette solution, **les aides existantes ont été relevées de 2500 € à 6000 € dans le cadre de la prime à la conversion pour une voiture particulière en 2023. Cependant, il convient de souligner que la TVA s'appliquant aux**

⁵² Le prix de la recharge est en effet très variable selon le lieu de la recharge et la puissance, nous y reviendrons dans la partie suivante.

⁵³ Les avis de l'ADEME, Voitures électriques et bornes de recharge, ADEME, octobre 2022

⁵⁴ AVERE, octobre 2022, Hausse des prix de l'électricité : les véhicules électriques restent plus compétitifs à l'usage que leurs homologues thermiques

⁵⁵ Voiture électrique : à quel coût ? France Stratégie, novembre 2022

⁵⁶ Le Monde, 24 octobre 2022, Automobile : l'économie des bornes de recharge se cherche encore

⁵⁷ Arrêté relatif aux conditions de transformation des véhicules à motorisation thermique en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible, paru au *Journal officiel* du 3 avril 2020

⁵⁸ Que Choisir, 20 janvier 2022, Rétrofit électrique, L'avenir de nos voitures ?

⁵⁹ Etude « rétrofit », Conditions nécessaires à un rétrofit économe, sûr et bénéfique pour l'environnement, ADEME, mars 2021

⁶⁰ Avec une hypothèse de 10 000 km parcourus/an

opérations de rétrofit s'élève à 20 %, alors qu'elle est par exemple de 5,5 % pour les travaux de rénovation énergétique. Il serait donc utile qu'elle soit réduite à ce niveau, comme le préconise d'ADEME.

C. Aides à l'achat et malus, des modifications à entreprendre pour rendre le véhicule électrique accessible

- a) Les aides à l'achat d'une voiture électrique : améliorer leur efficacité environnementale et leur cohérence interne et externe

Le bonus écologique : les véhicules d'occasion défavorisés

Le bonus écologique est une aide à l'achat destinée aux véhicules électriques. Son montant dépend du prix d'achat du véhicule, du marché (neuf ou occasion) et des revenus du ménage.

Tableau 4 : Barème du bonus écologique en 2023

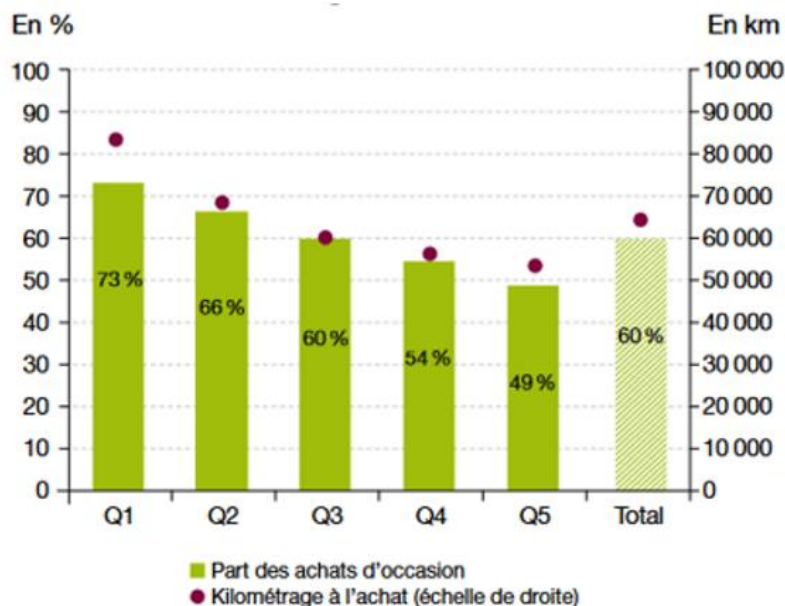
Ménages concernés	A partir du 1 ^{er} janvier 2023	
	Ménages les plus modestes ⁶¹	Autres ménages
Voiture électrique neuve de moins de 47 000 €	27 % du prix plafonné à 7 000 €	27 % du prix plafonné à 5 000 €
Voiture électrique d'occasion immatriculé depuis au moins deux ans	1000 €	

En 2022, pour les véhicules de moins de 47 000 €, le bonus écologique était de 6 000 € pour tous les ménages. En 2023, ce montant sera diminué de 1 000 € pour les ménages aux revenus les plus élevés et augmenté de 1 000 € pour les moins bien pourvus. Le bonus écologique dédié à l'occasion, institué en 2020, s'élèvera à 1 000 € et s'applique aux véhicules immatriculés depuis au moins deux ans. **Il convient également de noter que le bonus écologique dédié aux véhicules hybrides rechargeables a été supprimé en 2023. Une décision justifiée au vu de l'intérêt écologique limité de ces véhicules, exposé dans la partie précédente.**

En général, les ménages s'orientent vers des véhicules d'occasion lors de l'achat d'une voiture. Le graphique ci-dessous présente la part d'achat de voitures particulières d'occasion selon le revenu en 2018.

⁶¹ Dont le revenu fiscal de référence par part est inférieur à 14 089 €.

Figure 8 : Part d'achat de voitures particulières d'occasion selon le revenu en 2018



Note : Qi = quintiles de revenus par unité de consommation croissants de 1 à 5 (voir méthodologie).

Source : CGDD, d'après enquête Parc Auto 2018 de Kantar TNS

En moyenne, 60 % des ménages s'équipent d'une voiture d'occasion lors de l'achat d'un véhicule. Cette proportion monte à 73 % pour les ménages du premier quintile de revenu et à 66 % pour les ménages du deuxième quintile.

Alors que les prix des véhicules neufs électriques sont plus élevés que ceux des véhicules thermiques, le marché de l'occasion de ces véhicules doit être attractif pour permettre au plus grand nombre de s'équiper. Or, le manque de soutien des pouvoirs publics à l'acquisition sur le marché de l'occasion (de 5 000 à 7 000 € de bonus pour le neuf contre seulement 1 000 € pour l'occasion) est susceptible de ne pas être suffisant pour permettre aux consommateurs disposant des revenus les plus faibles de s'équiper.

A titre illustratif, le tableau ci-dessous référence les prix constatés sur les sites officiels du constructeur Peugeot de différents modèles de Peugeot e-208 136CH Allure Pack (batterie de 50 kWh), le modèle neuf le plus vendu en France en 2022, neufs et d'occasion :

Tableau 5 : Prix de vente de la Peugeot e-208 neuve et d'occasion sur les sites officiels du constructeur Peugeot

Prix de vente (€) (décembre 2022)	Prix avec bonus (€)	Kilométrage (km)	Date de mise en vente	Variation de prix par rapport au neuf (%)	Variation de prix par rapport au neuf (bonus compris) (%)
36 480 ⁶²	31 480/ 29 480	0	12/2022	0	0
24 590 ⁶³	23 590	17 625	02/2020	-33	-25/-20
23 490 ⁶³	22 490	39 663	06/2020	-36	-29/-24
21 990 ⁶³	20 990	62 800	01/2020	-40	-33/-29

Le tableau ci-dessus montre que l'attractivité de l'occasion par rapport au neuf baisse si l'on intègre les bonus écologiques respectifs. Cette différence est de l'ordre de 10 % quel que soit le kilométrage considéré dans le cas de la Peugeot e-208.

Ainsi, il est **nécessaire de tendre vers une meilleure proportionnalité des aides entre neuf et occasion**. Le bonus écologique dédié à l'occasion, lancé en décembre 2020, doit donc être réhaussé, d'autant que cette aide peut permettre l'accès à des véhicules plus abordables.

La prime à la conversion : un dispositif à renforcer pour permettre la transition du parc

En sus du bonus écologique, il existe une prime à la conversion. Ces deux aides peuvent être cumulées.

La prime à la conversion est une aide à l'achat conditionnée à la mise au rebut d'un véhicule polluant. Cette aide est dépendante du niveau de revenu. Elle est également valable pour la réalisation d'une opération de retrofit électrique.

Tableau 6 : Barème de la prime à la conversion en 2023

Voiture achetée ou louée neuve ou d'occasion	Voiture utilisant l'électricité, l'hydrogène ou une combinaison des deux comme source exclusive d'énergie	
Voiture à mettre au rebut	Diesel immatriculé avant 01/01/2011 (Crit'Air 3) Essence immatriculée avant 01/01/2006 (Crit'Air 3)	
Revenu	Ménages très modestes ⁶⁴ ou gros rouleurs ⁶⁵	Autres ménages ⁶⁶
Montant de la prime	6 000 €	2 500 €
En cas d'attribution d'une aide locale d'au moins 2 000 €	3 000 € maximum	

⁶² Peugeot Store

⁶³ Stellantis&you, Sales & Services

⁶⁴ Revenu fiscal de référence par part ≤ 6 358 €

⁶⁵ Trajet domicile-travail > 30 km ou kilométrage annuel > 12 000 km et revenu fiscal de référence par part ≤ 14 089 €

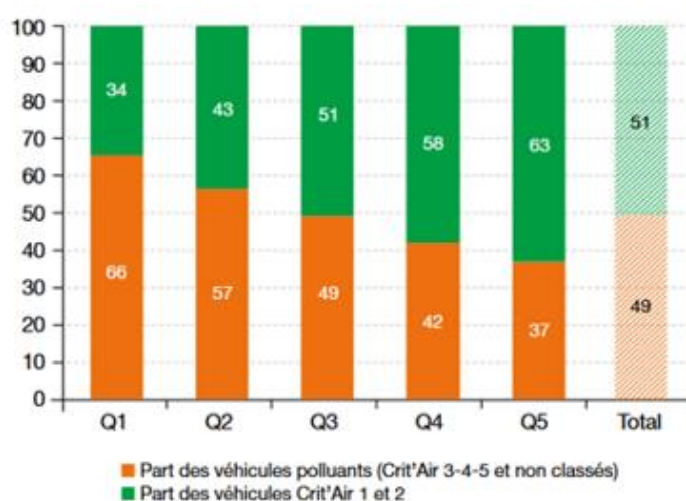
⁶⁶ Revenu fiscal de référence par part ≤ 22 983 €

Le barème 2023 marque la fin des aides à la conversion accordée aux voitures thermiques. Une décision cohérente, alors qu'en 2022, les voitures neuves qui émettaient jusqu'à 127 gCO₂/km, un niveau à la limite du malus, étaient encore éligibles à la prime à la conversion.

La prime à la conversion peut encore être améliorée, alors que les crédits prévus pour cette aide n'ont pas été entièrement consommés en 2021 : inférieurs de 27 % à l'attendu, en baisse de 54 % par rapport à 2020⁶⁷. **En ligne de mire, un renforcement des aides pour les ménages modestes, appartenant aux deux premiers quintiles, et pour les gros rouleurs⁶⁸.**

Le graphique ci-dessous présente la répartition de la flotte de voitures particulières par vignette Crit'Air selon le quintile de revenu.

Figure 9 : Répartition de la flotte de voitures particulières par vignette Crit'Air selon le revenu en quintile en 2018 (%)



Note : Qi = quintiles de revenus par unité de consommation croissants de 1 à 5 (voir méthodologie).

Source : MTE, 2020⁶⁹

Les ménages des deux premiers quintiles possèdent davantage de véhicules polluants (Crit'Air 3,4,5 et non classés) que la moyenne des ménages : 66 % pour le premier quintile et 57 % pour le deuxième. De plus, les ménages modestes, comme les gros rouleurs, conservent en moyenne leur véhicule plus longtemps⁷⁰. Alors que la prime à la conversion incite à changer de véhicule plus rapidement, **il est intéressant de la renforcer pour ces ménages, notamment afin d'amplifier les résultats environnementaux de ce dispositif.** Bien que le barème 2023 aille dans ce sens, les revenus maximaux d'octroi de la prime la plus élevée se montrent particulièrement bas, n'encourageant pas une transition massive du parc.

De plus, dans l'objectif d'un tournant mobilitaire, il serait utile que le montant de la prime à la conversion puisse être destiné au financement d'autres moyens de transport :

⁶⁷ Cour des comptes, Note d'analyse de l'exécution budgétaire, Mission Ecologie, développement et mobilité durables, 2021

⁶⁸ Le calcul du gain socio-économique est ici basé sur la monétarisation des bénéfices environnementaux.

⁶⁹ Les voitures des ménages modestes : moins nombreuses mais plus anciennes, Ministère de la Transition Ecologique, Thema, décembre 2020

⁷⁰ Le calcul du gain socio-économique est ici basé sur la monétarisation des bénéfices environnementaux.

abonnement de transports publics, billets de train, ou encore plateformes d'autopartage ou de covoiturage⁷¹, sur le modèle du chèque covoiturage proposé par le Gouvernement dans le plan de sobriété d'octobre 2022.

Les aides locales : des conditions d'octroi inintelligibles

Des aides à l'acquisition de véhicules électriques existent également au niveau local. Régions, départements, collectivités, ou communes peuvent octroyer ces aides, cumulables avec les aides étatiques, dans la limite légale de 80 % du prix TTC du véhicule. Quelques exemples d'aides régionales sont référencés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : Exemples d'aides régionales à l'achat de véhicules électriques en 2022

Région	Véhicule	Montant de l'aide	Conditions
Grand-Est	Véhicule à faible émissions neuf	De 2000 € ou 4 000 € ⁷²	Prix d'achat < 40 000 € Pas de revenu maximum
	Véhicule à faible émissions d'occasion		
	Rétrofit		
Ile-de-France	Mise au rebut véhicule < Crit'Air 3 pour VE ou VH	De 1 500 et 6 000 € ⁷³	Prix d'achat < 40 000 € RFR maximum : 35 052 €
	Rétrofit	2 500 €	
Occitanie	Véhicule électrique d'occasion	De 1 000 à 2 000 €	Prix d'achat ≤ 30 000 € RFR maximum : 50 000 €

Ces exemples d'aides régionales à l'achat d'un véhicule électrique ou au rétrofit montrent la variabilité des règles d'octroi. Les prix d'achat maximaux varient : 40 000 € en Ile-de-France et dans le Grand Est contre 30 000 € en Occitanie, ainsi que le type de véhicule éligible : la région Occitanie ne subventionne par exemple que les véhicules d'occasion, ou encore les conditions de revenu : le revenu fiscal de référence maximum pour obtenir une aide est de 35 052 € en Ile-de-France, alors qu'il est de 50 000 € en Occitanie.

Cette variabilité se retrouve au niveau communal et intercommunal, alors que la plupart des métropoles ayant mis en place ou étant en passe de mettre en place une zone à faibles émissions⁷⁴ (ZFE) proposent des aides à l'acquisition de véhicules électriques. Le tableau ci-dessous répertorie ces aides.

⁷¹ Comment transformer la mobilité du quotidien ? 19 mesures pour une mobilité plus juste et plus durable, RAC, octobre 2022

⁷² <https://www.grandest.fr/vos-aides-regionales/aide-particuliers-achat-vehicules-electriques-hybrides/>

⁷³ <https://www.iledefrance.fr/remplacement-des-voitures-des-particuliers-par-des-vehicules-propres>

⁷⁴ Une ZFE est un espace où la circulation de certains véhicules est différenciée selon leur niveau de pollution.

Tableau 8 : Exemples d'aides locales à l'achat dans les ZFE existantes en 2022

Ville	Véhicule	Montant de l'aide	Conditions
Grenoble	Mise au rebut d'un véhicule ≤ Crit'Air 3 pour VE	Jusqu'à 6 800 €	RFR maximum : 13 489 €
Lyon	Mise au rebut d'un véhicule ≤ Crit'Air 5 pour VE, VH, ou Crit'Air 1 neuf	Jusqu'à 2 000 €	RFR maximum : 19 600 €
Nice	Achat véhicule électrique neuf	5 000 €	RFR maximum : 80 000 €
	Mise au rebut d'un véhicule ≤ Crit'Air 4 pour VE ou VH neuf	1 000 €	
Paris	Mise au rebut d'un véhicule ≤ Crit'Air 3 pour un VE, VH, GNV	Jusqu'à 6 000 €	Prix d'achat < 50 000 € RFR maximum : 13 489 €
Reims	Mise au rebut d'un véhicule ≤ Crit'Air 3 pour VE, VH, hydrogène, Crit'Air 1 ou 2	Jusqu'à 3 000 €	RFR maximum : 13 489 €
	Rétrofit	Jusqu'à 2 000 €	
	Rétrofit	Jusqu'à 2 000 €	
Strasbourg	Mise au rebut d'un véhicule ≤ Crit'Air 2 pour un véhicule Crit'Air 0 ou 1	Jusqu'à 3 500 €	RFR maximum : 20 966 €
Toulouse	Mise au rebut d'un véhicule ≤ Crit'Air 4 pour un véhicule Crit'Air 1 ou 0	Jusqu'à 5 000 €	RFR maximum : 32 052 €
	Rétrofit	Jusqu'à 3 000 €	

Plus de détails sont disponibles sur le site : <https://jechangemavoiture.gouv.fr>

Un montant variable des aides peut se justifier par la proportionnalité des bénéfices sanitaires associés à la réduction de la pollution de l'air, en fonction de la densité de population^{75,76}. **Toutefois, pour une véritable électrification des déplacements automobiles des consommateurs, les critères d'émission de GES des véhicules doivent être uniformisés.**

Par ailleurs, pour faciliter la compréhension des consommateurs, et notamment la possibilité de cumuler des aides, il pourrait être envisagé d'uniformiser les critères secondaires d'éligibilité (prix d'achat, conditions de revenu).

b) Un malus écologique à durcir pour un signal prix juste

Renforcer le malus pour assurer la transition énergétique du parc automobile

Le système de malus à l'achat de véhicules neufs, en complément de celui de bonus, crée un signal prix pour les consommateurs. Il constitue par ailleurs une incitation⁷⁷.

En France, il existe deux types de malus : le malus écologique et le malus au poids.

Le malus écologique se base sur les émissions de CO₂ des voitures, selon la norme *WLTP*. Il est mis à jour tous les ans, selon un durcissement qui repose sur un abaissement du niveau

⁷⁵ IDDRI, octobre 2022, Les aides à la mobilité à faible émission pour les particuliers en France

⁷⁶ MTE, septembre 2022, THEMA, Prime à la conversion des véhicules : bilan économique et environnementale pour 2021

⁷⁷ I4CE, septembre 2021, Bonus-malus automobile : la nécessaire évaluation

de déclenchement, un rehaussement du plafonnement du malus et une augmentation du nombre de tranches, pour éviter les effets de seuils.

Les barèmes du malus écologique en 2021, 2022 et 2023 sont les suivants :

Tableau 9 : Barèmes du malus écologique en 2021, 2022 et 2023

Niveau des émissions du véhicule (gCO ₂ /km) WLTP	Malus 2021 (€)	Malus 2022 (€)	Malus 2023 (€)
123	0	0	50
146	330	950	1 074
168	2 726	3 784	5 015
181	6 039	7 851	1 011
>225	30 000	40 000	50 000

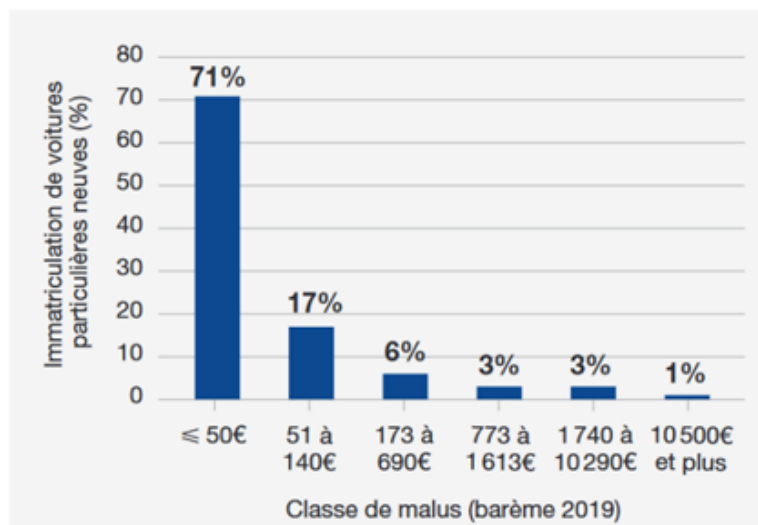
En 2023, ce malus va de 50 € pour une voiture émettant 123 gCO₂/km à 50 000 € lorsqu'elle émet plus de 225 gCO₂/km, dans la limite de 50 % du prix TTC du véhicule. En 2023, le premier malus s'appliquera dès 123g CO₂/km et le malus maximum s'élèvera à 50 000 € pour les voitures émettant plus de 225 gCO₂/km. Le barème du malus est donc plafonné à 225 gCO₂/km.

Au total, en dessous de 123 gCO₂/km, un acquéreur de véhicule neuf ne subira pas de malus en 2023. Cette situation démontre le manque d'ambition environnemental de ce dispositif dans la mesure où un véhicule neuf avec ce niveau d'émission obtient une étiquette énergie de classe C. Si cela n'était pas suffisant, le niveau de malus est très faible (50 € dans ce cas), ce qui ne constitue une réelle désincitation pour les consommateurs.

En 2019, 41 % des voitures particulières neuves étaient concernées par un malus⁷⁸. Toutefois, dans la pratique, son montant est très faible, comme le montre le graphique ci-dessous représentant la part des voitures particulières neuves malussées selon le niveau de malus en 2019 :

⁷⁸ Répartition des ventes par classe de bonus/malus, ADEME

Figure 10 : Part des voitures particulières neuves malussées par classe de malus en 2019



Source : I4CE

En effet, en 2019, la plupart des malus se trouve en dessous de 140 € : 88 %, voire en dessous de 50 € : 71%. Ainsi, si le bonus s'applique à une part élevée de véhicules, son montant n'est pas dissuasif en comparaison du prix d'achat. Le malus présente donc deux limites : son seuil de déclenchement est trop haut en comparaison de la norme européenne encadrant les émissions des constructeurs et son montant est trop faible (moins de 1 000 € pour les véhicules émettant moins de 150 gCO₂/km en 2022).

En ce sens, une récente étude du I4CE⁷⁹ met en avant que le barème actuel, fixé jusqu'à 2023, n'est pas compatible avec la stratégie française énergie-climat.

L'étude propose donc, à partir d'une modélisation économétrique, une révision de ce barème.

⁷⁹ Bonus-malus automobile : la nécessaire évaluation, I4CE, 2021.

Tableau 10 : Barème actuel et projeté du malus écologique et barème proposé par I4CE

	Année	Barème I4CE
Seuil de déclenchement du malus (gCO ₂ /km)	2022	95
	2023	90
	2024	85
	2025	80
Plafond du malus (€)	2022	40 000
	2023	50 000
	2024	60 000
	2025	70 000
Part des véhicules neufs soumis à un malus (%)	2022	78
	2023	77
	2024	79
	2025	72
Montant moyen du malus (€)	2022	1 787
	2023	2 646
	2024	3 546
	2025	4 940

Le barème proposé abaisse le seuil de déclenchement du malus à 95 gCO₂/km en 2022, sans changer le niveau maximum de celui-ci.

A noter, cette proposition a pour principale limite de ne considérer que l'impact du malus dans le renouvellement du parc. Toutefois, cela ne remet pas en cause le nécessaire durcissement du barème. **En cohérence avec les normes européennes fixées pour les constructeurs, il serait nécessaire de tendre vers un niveau de déclenchement de 95 gCO₂/km en 2022, puis 81 gCO₂/km en 2025.** A noter, ces éléments chiffrés devraient être revus dans le cas d'une réforme de l'étiquette énergie.

Conseillé par une étude de France Stratégie en 2018⁸⁰ et proposé par la Convention citoyenne pour le Climat⁸¹, le malus au poids s'applique en France depuis le 1^{er} janvier 2022⁸². Il concerne les véhicules de plus de 1 800 kg, à hauteur de 10 € par kilo supplémentaire. Les véhicules électriques et hybrides rechargeables en sont exclus et il existe des réductions pour les familles nombreuses (200 kg par enfant à charge). Ce malus concerne seulement 2 % des ventes en France considérant les données de 2019 (38 386 unités)⁸³.

⁸⁰ Les politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions, France Stratégie, mai 2018

⁸¹ Le barème proposé commençait à 1 400 kg.

⁸² Loi n° 2020-1721 du 29 décembre 2020 de finances pour 2021

⁸³ Malus écologique – Les véhicules bientôt taxés au poids ?

Tableau 11 : Barème du malus au poids en 2023

Masse en ordre de marche (kg)	Montant au 1 ^{er} janvier 2022 (€)
1 800	0
1 801	10
1 802	20
1 900	1 000
2 000	2 000

En 2023, les deux malus se cumulent dans la limite de 50 000 €.

Les voitures électriques et hybrides rechargeables sont actuellement exclues du malus au poids. Or, l'ADEME montre⁸⁴ que l'impact carbone d'un véhicule électrique est proportionnel à son poids, en grande partie du fait de la capacité de batterie nécessaire.

Le malus au poids devrait s'appliquer aux véhicules électriques, mais également aux véhicules hybrides rechargeables. En cohérence, les aides à l'acquisition de véhicules électriques ne devraient plus porter sur ces véhicules (dont le poids est supérieur à 1,8 tonne).

⁸⁴ Les avis de l'ADEME : Voitures électriques et bornes de recharge, ADEME, octobre 2022

III. Les conditions d'un véhicule électrique pratique

A. Autonomie et pratiques de recharge actuelles

a) Autonomie et usage

L'autonomie des véhicules électriques est un frein à leur acquisition. Selon les modèles, l'autonomie théorique annoncée se situe entre 135 et 730 km⁸⁵. Toutefois, dans la pratique, l'écart peut atteindre de 15 à 60 % de moins⁸⁶. Cela s'explique par divers facteurs tels que la vitesse du véhicule, les habitudes de conduite, la topographie, la température extérieure qui sont imparfaitement pris en compte par l'homologation du véhicule. A titre illustratif, en général, l'autonomie d'un véhicule à pleine vitesse sur autoroute est inférieure de 60 % à ce qui est annoncé⁸⁷.

Malgré cela, considérant les pratiques de mobilité actuelles, la voiture électrique convient d'ores et déjà à un grand nombre d'utilisateurs⁸⁸. En France, les dernières données nationales : « Enquête Mobilité des Personnes 2018-2019 » montrent que seulement 3 % des déplacements en voiture sont supérieurs à 50 km⁸⁹. Pour les usages des consommateurs, une batterie de grande taille (supérieure à 60 kWh) ne sert donc que dans de rares circonstances.

b) Batterie : garantie et longévité

Garanties de la batterie neuve existantes

Comme toutes pièces mécaniques, en plus des garanties légales, les batteries disposent de garanties commerciales. La plupart des constructeurs garantissent le remplacement de la batterie du véhicule si sa capacité résiduelle est inférieure à 70 % avant 8 ans ou 160 000 kilomètres, comme en attestent notamment les relevés réalisés par le magazine Que-Choisir⁹⁰ :

⁸⁵ En ordre de grandeur, considérant les voitures électriques sur le marché de moins de 60 000 €, les batteries suivantes : 30 kWh, 40 kWh, 50 kWh et 60 kWh permettent respectivement d'atteindre une autonomie annoncée de 250, 300, 350 et 400 kilomètres. Source : [Mega comparatif de toutes les voitures électriques du marché, Fiches-Auto, juillet 2022](#)

⁸⁶ [Comment choisir une voiture électrique](#), UFC-Que Choisir, novembre 2020

⁸⁷ [Cycle WLTP : Différence entre autonomie annoncée et autonomie réelle](#), Automobile Propre, avril 2021

⁸⁸ [Coût d'usage des véhicules, la fin des idées reçues sur la voiture électrique](#), UFC-Que Choisir, novembre 2021

⁸⁹ [Résultats détaillés de l'enquête mobilité des personnes de 2019](#), MTE, décembre 2021

⁹⁰ Comment choisir une voiture électrique, UFC-Que Choisir

Tableau 12 : Garanties de la batterie neuve des quinze modèles de véhicules électriques les plus vendus en 2022

Modèle	Durée de garantie	Capacité résiduelle minimum
Peugeot e-208	8 ans - 160 000 km	70 %
Renault Dacia Spring	8 ans - 120 000 km	70 %
Tesla Model 3 – Autonomie standard	8 ans - 160 000 km	70 %
Renault Megane E-Tech	8 ans - 160 000 km	70 %
Fiat 500e	8 ans - 160 000 km	70 %
Renault Twingo Electric	8 ans - 160 000 km	70 %
Renault Zoe	8 ans - 160 000 km	66 %
Tesla Model Y – Autonomie standard	8 ans - 160 000 km	70 %
Peugeot e-2008	8 ans - 160 000 km	70 %
Hyundai Kona	8 ans - 160 000 km	70 %
Mini Cooper SE	8 ans - 160 000 km	70 %
Volkswagen ID3	8 ans - 160 000 km	70 %
Kia e-Niro	7 ans - 150 000 km	65 %
Citroën ë-C4, ë-Space Tourer et ë-Jumpy	8 ans - 160 000 km	70 %
Kia EV6	7 ans - 150 000 km	65 %

Toutefois, certains constructeurs proposent des garanties inférieures à 70 % s'agissant de la capacité résiduelle de la batterie. Or, comme nous le notions précédemment, la capacité minimale pour l'utilisation optimale d'une voiture électrique est de 70 %.

Concernant la garantie kilométrique, elle est proche du kilométrage moyen réalisé par une voiture particulière sur l'ensemble de sa durée de vie, soit 200 000 kilomètres. Toutefois, la voiture peut être revendue d'occasion. Dès lors, il est essentiel de connaître son état de santé, afin de prévoir un éventuel changement de la batterie et donc un prix intégrant cette variable.

Connaître la capacité résiduelle d'une batterie : les tests d'état de santé de la batterie

Le vieillissement de la batterie ne dépend pas uniquement de son âge et du nombre de kilomètres parcourus mais également en grande partie de l'usage qui en a été fait. En effet, **les pratiques de recharge et les conditions de roulage influencent largement l'état de santé de la batterie.**

Par exemple, afin d'optimiser la durée de vie d'une batterie, il est recommandé de maintenir systématiquement la charge entre 20 et 80 %, les composés chimiques étant plus stables dans cette plage de fonctionnement⁹¹. En effet, une batterie qui se charge ou se décharge

⁹¹ Comment choisir une voiture électrique, UFC-Que Choisir, novembre 2020

complètement régulièrement s'use plus vite⁹². De plus, il est déconseillé de laisser son véhicule à l'arrêt plusieurs semaines, du fait du phénomène de vieillissement combiné évoqué précédemment.

Par ailleurs, une étude menée par la compagnie de gestion de flotte Geotab portant sur 6000 véhicules électriques en 2020 montre qu'une utilisation supérieure à 3 fois par mois de la recharge rapide (borne à la puissance supérieure à 43 kW) entraîne une réduction de la capacité de la batterie deux fois plus élevée que si la recharge rapide n'est pas utilisée, amenant à une différence de capacité d'environ 10 % après 4 ans d'utilisation. En effet, la recharge rapide entraîne un échauffement de la batterie. De la même manière, la batterie s'abîme au contact de températures extérieures élevées.

Conséquemment, il est nécessaire de développer un système garantissant la bonne information du consommateur lorsqu'il souhaite acquérir un véhicule électrique d'occasion, surtout si la batterie n'est plus sous garantie. Actuellement, la plupart des constructeurs proposent des prestations de vérification de la batterie et remettent un certificat attestant de son état (en % de capacité résiduelle). La société Moba propose également ce service de manière indépendante⁹³.

A noter, de nombreux témoignages ont fait état du bridage des batteries par la plupart des constructeurs. Cette pratique consiste à rendre inaccessible l'utilisation d'une partie de la batterie lors de l'achat du véhicule dans l'objectif de la garantir plus aisément. La partie bridée de la batterie peut être activée grâce à une reprogrammation du système de gestion électronique de la batterie (BMS). Dès lors, la certification de l'état de santé de la batterie, pour être tout à fait transparente, doit intégrer le nombre et la date de ces reprogrammations si elles ont déjà été effectuées⁹⁴.

Le règlement européen 2020/0353, adopté en décembre 2022, suggère la mise à disposition en temps réel de données embarquées (issues du BMS) sur l'état de santé de la batterie, permettant par exemple de générer un certificat depuis une application. Cette disposition non contraignante entrera en vigueur en décembre 2024. D'ici-là, **la fourniture d'une certification de l'état de santé de la batterie, intégrant les détails sur d'éventuelles reprogrammations, devrait être obligatoirement fournie à l'acheteur d'un véhicule électrique d'occasion.**

Si sa capacité est trop basse, la batterie d'une voiture électrique doit être remplacée. Ces remplacements sont cependant à l'heure actuelle rarissimes, la réparation des cellules endommagées étant plus courante. Ils doivent être effectués par un professionnel en atelier. Les prix d'une nouvelle batterie sont très variables : de 8 476 € pour une Renault Zoé, soit 26 % du prix initial du véhicule (batterie de 52 kWh, 163 €/kWh) à 27 705 €, soit 69% du prix initial du véhicule (batterie de 37,9 kWh, 731 €/kWh pour une BMW i3, selon les relevés réalisés par l'Argus en 2021⁹⁵. **Le coût du remplacement d'une batterie peut donc être très élevé, en particulier dans le cas de gros véhicules et selon la marque, le rendant peu attractif par rapport à la valeur résiduelle du véhicule. Toutefois, d'après le Bureau européen des consommateurs, cette démarche reste toujours plus avantageuse financièrement**

⁹² [Quelle est la durée de vie d'une batterie de voiture électrique ?](#), EDF, 15 juin 2020

⁹³ <https://get-moba.com/>

⁹⁴ La vérité sur ... le « Batterygate » automobile, Challenges, novembre 2021

⁹⁵ [Voitures électriques. Quel est le prix de leur batterie ?](#), L'argus, mai 2021

considérant le coût total de possession que l'utilisation d'un véhicule thermique équivalent⁹⁶.

c) Une prééminence de la recharge à domicile

D'après les dernières études réalisées auprès des possesseurs de véhicules électriques, plus de 80 % des recharges sont effectuées à domicile^{97,98}.

Les conducteurs de véhicules électriques n'ont pas l'obligation d'acquérir un équipement spécifique à leur domicile pour recharger leur automobile. Toutefois, 60 % des consommateurs procèdent soit à la pose d'une prise électrique renforcée (pour un coût d'environ 100 €), soit à la pose d'une borne de recharge (pour un coût d'environ 1 000 €^{97,98}, bénéficiant d'un crédit d'impôt de 75 %, plafonné à 300 €)⁹⁹.

La situation est plus complexe pour les consommateurs qui n'ont pas accès à un garage à proximité de leur logement, notamment les 44 % de Français qui résident dans un immeuble. Pour ces conducteurs, la part de la recharge réalisée à domicile tombe à 50 %⁹⁷. Alors que l'accès à des points de recharge privés est une des conditions de l'avantage économique du véhicule électrique⁸⁴, ces bornes doivent donc se développer dans l'habitat collectif, alors que seuls 2 % des copropriétés sont équipées¹⁰⁰.

Pour pallier cette zone blanche du réseau de recharge, des dispositifs dédiés ont été mis en place. Si le « droit à la prise », permettant à tout occupant d'une copropriété¹⁰¹ de faire installer à ses frais une solution de recharge, existe depuis 2011, il est désormais étendu à tous les parkings couverts, extérieurs, clos ou non¹⁰². De plus, le pré-équipement pour l'installation de bornes de recharge dans les immeubles résidentiels neufs, ainsi que son inscription à l'ordre du jour des assemblées générales annuelles pour les bâtiments existants sont dorénavant obligatoires.

Ces dispositions législatives sont accompagnées par des dispositifs financiers, à travers le programme ADVENIR (2016-2025)¹⁰³ : un crédit d'impôt identique à celui dédié aux maisons individuelles et un taux de TVA réduit à 5,5 % pour les travaux d'installation.

La copropriété a trois principales options à sa disposition pour l'installation d'une infrastructure collective :

- faire financer par un opérateur tiers, qui devient propriétaire de l'infrastructure et propose aux résidents un abonnement et des tarifs dont il décide,
- financer elle-même l'infrastructure et sa maintenance, un contrat de fourniture global est souscrit et la refacturation aux résidents est faite sur la base de sous-compteurs,

⁹⁶ Electric cars : cheaper, more sustainable, and long-lasting, BEUC, juin 2022

⁹⁷ Utilisation et recharge : Enquête comportementale auprès des possesseurs de véhicules électrique, ENEDIS, février 2021

⁹⁸ Enquête sur les possesseurs de véhicules électriques, Laboratoire de Génie Industriel, octobre 2022

⁹⁹ Prix TTC

¹⁰⁰ Recharge de véhicules électriques en immeuble : les copropriétés pourront solliciter Enedis pour avancer le financement du raccordement électrique dans leurs parkings, ENEDIS, octobre 2022

¹⁰¹ Copropriétaire, locataire ou occupant de bonne foi

¹⁰² Décret n° 2011-873 du 25 juillet 2011 relatif aux installations dédiées à la recharge des véhicules électriques ou hybrides rechargeables dans les bâtiments et aux infrastructures pour le stationnement sécurisé des vélos

¹⁰³ Programme piloté par l'Avere-France et le MTE et financé par le dispositif des certificats d'économie d'énergie (CEE), il est doté de 320 millions d'euros, destiné aux entreprises, collectivités, mais aussi à l'habitat collectif, il a pour objectif le déploiement de 31 000 points de recharge dans le résidentiel collectif, ainsi que 6 000 infrastructures collectives.

- réaliser une extension du réseau public de distribution d'électricité¹⁰⁴. Chaque utilisateur dispose alors d'un compteur individuel et est libre du choix de son fournisseur d'énergie. A noter, une solution intermédiaire est désormais disponible par le biais de *Logivolt*¹⁰⁵, créé en 2022 par la Banque des Territoires. La société propose le financement intégral des coûts d'installation de l'infrastructure collective et répercute uniquement un droit de connexion aux copropriétaires utilisateurs des points de recharge. La copropriété peut devenir propriétaire de l'installation au bout de trois ans.

Les objectifs cumulés des programmes *Logivolt* et ADVENIR porteraient le nombre de points de recharge en habitat collectif à 150 000, ainsi que 6 000 infrastructures collectives, dont le nombre de points de recharge raccordés varie. **La part des copropriétés équipées serait donc portée à 30 %, sans que cet objectif n'ait été clairement affiché.**

Si le déploiement de la recharge en habitat collectif, jusque-là parent pauvre de la recharge à domicile s'est enclenché, il est également nécessaire qu'un réseau de bornes de recharge public cohérent soit à disposition des consommateurs désirant effectuer des trajets supérieurs à l'autonomie de leur véhicule. Voyons de plus près la stratégie de déploiement française, puis l'utilisation de ces bornes dans les faits.

B. Le déploiement des bornes de recharge accessibles publiquement : état des lieux

a) Objectifs quantitatifs en France

Au-delà des bornes privées des particuliers, la démocratisation du véhicule électrique passe par le développement d'un réseau de bornes accessibles publiquement, tant pour répondre aux besoins des utilisateurs n'ayant pas accès à un stationnement privé, soit 37 % des résidences principales en 2018¹⁰⁶, que dans le cadre de trajets longue distance¹⁰⁷. **En effet, de nombreuses études récentes désignent la disponibilité d'une infrastructure publique de recharge comme un facteur positif et important dans la décision d'achat d'un véhicule électrique**¹⁰⁶.

La stratégie de déploiement de ces bornes de recharge est donc à minima duale : un réseau de bornes de recharge lentes pour pallier l'absence de bornes privées et un réseau de bornes de recharge rapide destinées aux véhicules en transit. La coordination du déploiement des bornes doit donc permettre d'assurer la limitation des zones blanches, l'absence de suraccumulation et un maillage adapté aux pratiques de mobilités¹⁰⁸. Il s'agit notamment de s'assurer de l'équité de ce déploiement, alors que les territoires ruraux montrent un potentiel pour la mobilité électrique considérant les distances parcourues et l'absence d'alternative à la mobilité individuelle¹⁰⁶.

¹⁰⁴ Décret n° 2022-959 du 29 juin 2022 relatif aux conventions sans frais entre les opérateurs d'infrastructures de recharge pour véhicules électriques et les propriétaires, ou syndicats des copropriétaires, pour l'installation d'une infrastructure collective dans l'immeuble

¹⁰⁵ Logivolt a pour objectif de déployer 125 000 points de recharge dans 16 000 copropriétés privées d'ici 2024.

¹⁰⁶ Acteurs et projets de déploiement d'infrastructure de recharge pour voitures électriques : la construction de territoires de l'automobile dans la région Hauts-de-France, J. Frotey, 2021

¹⁰⁷ Panorama des politiques publiques en faveur des véhicules à très faibles émissions, France Stratégie, 2018

¹⁰⁸ Infrastructure de recharge pour véhicules électriques : quels défis pour les territoires ?, Metais M-O, Perrez Y, 2021

Depuis une dizaine d'années, le déploiement des bornes de recharge accessibles publiquement a fait l'objet de plusieurs lois¹⁰⁹. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (TEVC) (2015) a défini la première « Stratégie de Développement de la Mobilité Propre » dans le cadre de la transposition de la directive européenne 2014/94 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs (AFIR). **Des objectifs quantitatifs ont alors été fixés : 100 000 points de recharge accessibles publiquement à l'horizon 2020 et 400 000 à l'horizon 2030**¹¹⁰.

b) **Les autorités publiques locales au cœur du déploiement des bornes de recharge accessibles publiquement**

Les bornes accessibles publiquement sont de trois types : des bornes privées, des bornes installées et gérées par une collectivité locale et des bornes financées par une collectivité locale exploitées par un acteur privé.

Dans le premier cas, plusieurs modèles sont possibles. L'opérateur peut être le propriétaire foncier, il finance donc une infrastructure sur un espace qui lui appartient. Si ce n'est pas le cas, le foncier peut lui être mis à disposition à travers une permission de voirie ou une autorisation d'occupation domaniale s'il est public, ou à travers le versement d'un loyer s'il est privé. Depuis 2014, un opérateur privé peut déployer un réseau de bornes sur le domaine public sans versement de redevance si celui-ci est reconnu de dimension nationale. Pour cela, son projet de déploiement doit concerner deux régions au minimum et assurer un aménagement équilibré de ces deux territoires¹¹¹. Par exemple, en 2015 les projets du groupe Bolloré et de la Compagnie Nationale du Rhône ont été reconnus comme des projets à dimension nationale.

Dans les second et troisième cas, la collectivité finance l'installation des bornes et assure leur exploitation ou la délègue à un opérateur privé. L'entreprise délégataire peut intervenir pour la fourniture des bornes, leur installation, leur maintenance et leur supervision, en un seul ou plusieurs lots. Le contrat qui lie les deux entités peut prendre la forme d'une concession, d'une durée de 10 à 15 ans dans la plupart des cas, ou d'une délégation de service public¹¹². Ainsi, en 2020, *TotalEnergies* a remporté le marché de modernisation et d'installation des bornes de recharge à Paris. A Lyon, c'est Izyvia (EDF) qui a remporté le marché pour le déploiement de 640 points de recharge.

En 2021, 60 % des bornes accessibles publiquement ont été financées par des collectivités territoriales ou établissements publics¹¹³.

En effet, les communes sont responsables de l'encadrement du déploiement des infrastructures de recharge des véhicules électriques localement. Ces compétences sont transférables à l'autorité organisatrice du réseau public de distribution d'électricité¹¹⁴. Ainsi, dans les faits, une grande majorité des communes s'est appuyée sur les syndicats départementaux d'énergie. Dans ce cadre, des schémas directeurs de développement des

¹⁰⁹ Loi Grenelle II (2010), loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (2015), LOM (2019) ou encore la loi Climat et Résilience (2021)

¹¹⁰ [Hausse du bonus écologique, bornes de recharge... Macron veut « rendre la voiture électrique accessible à tous »](#), La Parisien, 17 octobre 2022

¹¹¹ Décret n° 2014-1313 du 31 octobre 2014

¹¹² [Bornes de recharge pour véhicules électriques. Réglementation et préconisation de mise en œuvre sur la voie publique](#), MTE, 2021

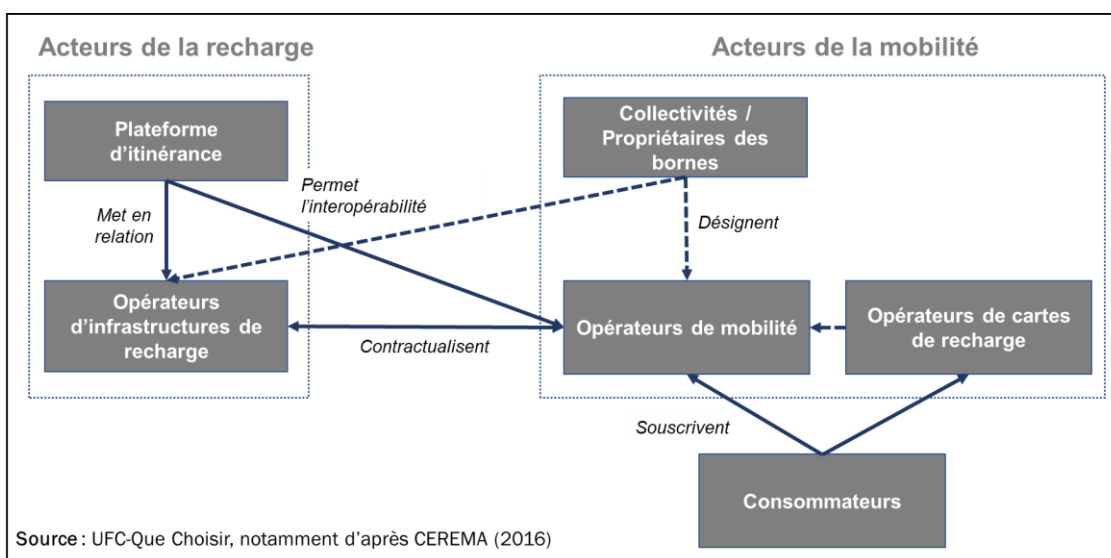
¹¹³ [Schémas directeurs pour les infrastructures de recharge pour véhicule électriques](#), MTE, 2021

¹¹⁴ Bornes de recharge pour véhicules électriques. Réglementation et préconisation de mise en œuvre sur la voie publique, Cerema, 2016

infrastructures de recharge de véhicules électriques ouvertes au public (SDRIVE) peuvent être définis. Ils encadrent le développement de l'offre de recharge sur le territoire, pour une meilleure coordination des acteurs publics et privés et une localisation adaptée aux besoins de mobilité. En 2021, un guide pour la constitution des SDRIVE a été proposé par l'administration¹¹⁵. Il vise à pallier les manques constatés, en particulier l'hétérogénéité, voire l'absence de critères de dimensionnement et d'implantation géographique dans la définition du déploiement des bornes de recharge¹¹⁶. **Ainsi, considérant l'encadrement gouvernemental proposé, et afin de garantir le déploiement de bornes de recharge accessibles publiquement destinées à la mobilité du quotidien, les SDRIVE doivent être rendus obligatoires, comme c'est déjà le cas dans les zones à faibles émissions (ZFE).**

En synthèse, le schéma ci-dessous représente le fonctionnement et les principaux acteurs du déploiement des bornes de recharge électriques accessibles publiquement :

Figure 11 : Acteurs et activités propres à l'installation et l'exploitation des bornes de recharge électriques accessibles publiquement



Généralement, les collectivités ou plus globalement les propriétaires des bornes désignent des opérateurs pour l'exploitation de celles-ci. Les opérateurs d'infrastructure de recharge assurent l'exploitation technique des bornes (maintenance, assistance technique) et leur supervision. **Les opérateurs de mobilité** proposent des moyens d'accès à la recharge et de paiement aux utilisateurs de véhicules électriques. **La plateforme d'itinérance** permet à un utilisateur, titulaire d'un contrat avec un opérateur de mobilité, d'utiliser d'autres réseaux de recharge¹¹⁷. **Les opérateurs de cartes de recharge** mettent à disposition des badges permettant d'accéder à différents opérateurs de services de mobilité. Les opérateurs de recharge et de mobilité sont essentiellement des constructeurs automobiles¹¹⁸, des

¹¹⁵ [Guide à l'attention des collectivités et des établissements publics](#), Schémas directeurs pour les infrastructures de recharge pour véhicules électriques

¹¹⁶ [Infrastructure de recharge pour véhicule électriques](#), Etudes économiques, MTE, 2019

¹¹⁷ [Selon les définitions établies par l'AFIREV](#).

¹¹⁸ Tesla, Ionity (Audi, BMW, Mercedes-Benz, Ford, Porsche, Hyundai), Volkswagen

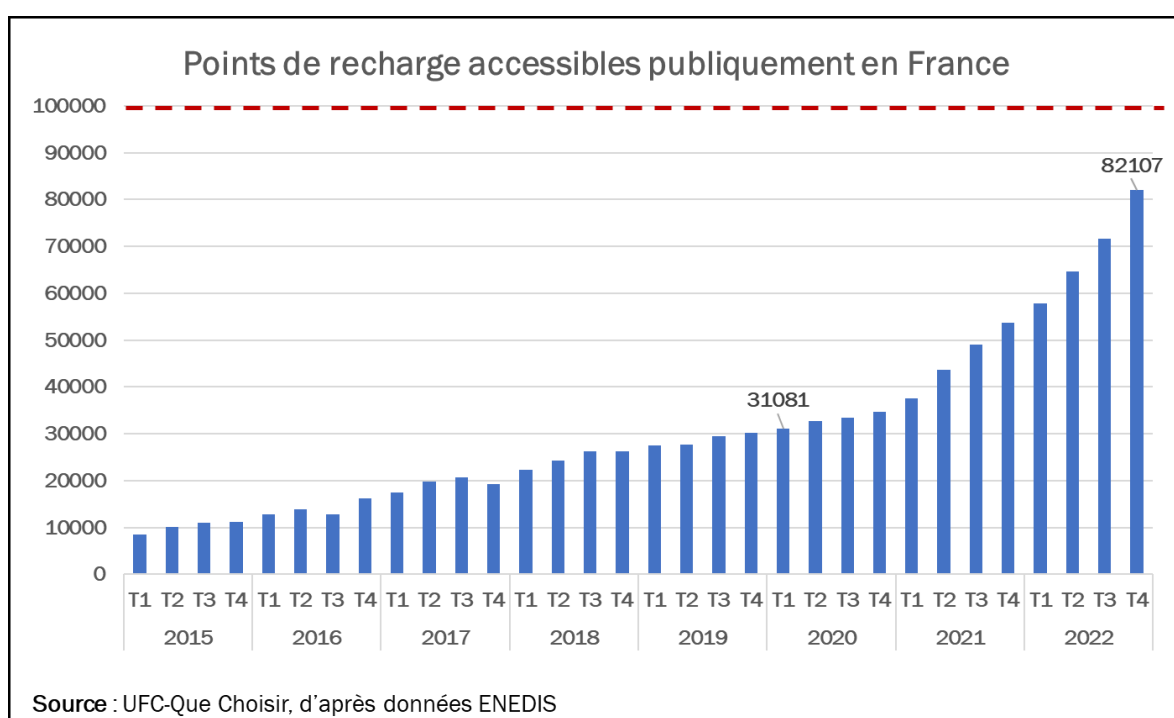
compagnies d'énergie¹¹⁹ et des compagnies pétrolières¹²⁰¹²¹, même si des start-up¹²² sont également actives sur le marché. Les principaux opérateurs de cartes de recharge sont ChargeMap, FreshMile, NewMotion, KiWhiPass et DKV¹²³.

c) Bilan du déploiement des bornes de recharge accessibles publiquement

Un nombre de bornes en forte progression, mais qui n'atteint pas l'objectif fixé

Le graphique ci-dessous représente le nombre de points de recharge accessibles publiquement en France depuis 2015.

Figure 12 : Nombre de points de recharge accessibles publiquement en France entre 2015 et 2022



Seuls 82 107 points de recharge accessibles publiquement sont ouverts au 31 décembre 2022, contre 100 000 initialement prévus pour 2020. Ce dernier objectif a ainsi été progressivement repoussé à 2021¹²⁴, puis à 2022¹²⁵, et finalement au premier semestre

¹¹⁹ Izivia (EDF)

¹²⁰ TotalEnergies, Shell

¹²¹ Les bornes de recharge : la maillon faible de la révolution électrique de l'automobile, La Tribune, novembre 2021

¹²² Selon différents modèles d'affaire, comme Volta Charging, financé par la publicité ou Stations-e, proposant des points multiservices (Source : Voiture électrique : le difficile essor du réseau de recharge, Le Monde, janvier 2022)

¹²³ Voiture électrique : le grand bazar des cartes d'abonnement aux bornes de recharge, La Tribune, novembre 2021

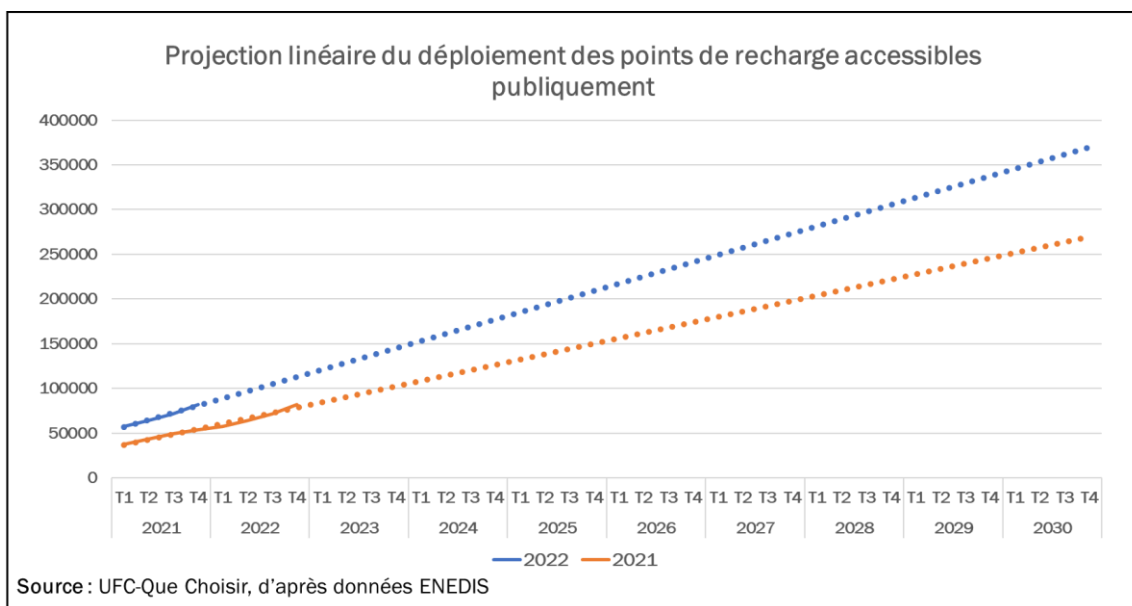
¹²⁴ Plus verte et plus compétitive : notre plan de soutien à la filière automobile, Elysée, 26 mai 2020

¹²⁵ Objectif 100 000 bornes : tous mobilisés pour accélérer le virage du véhicule électrique

2023. A noter, **le nombre de points de recharge accessibles publiquement a été multiplié par 9,7 entre 2015 et 2022 et a augmenté de 119 % entre 2021 et 2022.**

Le graphique ci-dessous présente une projection linéaire du déploiement des points de recharge accessibles publiquement en France à 2030 en considérant l'évolution constatée entre 2021 et 2022 et en 2022.

Figure 13 : Projection du déploiement des points de recharge accessibles publiquement en 2030 en France



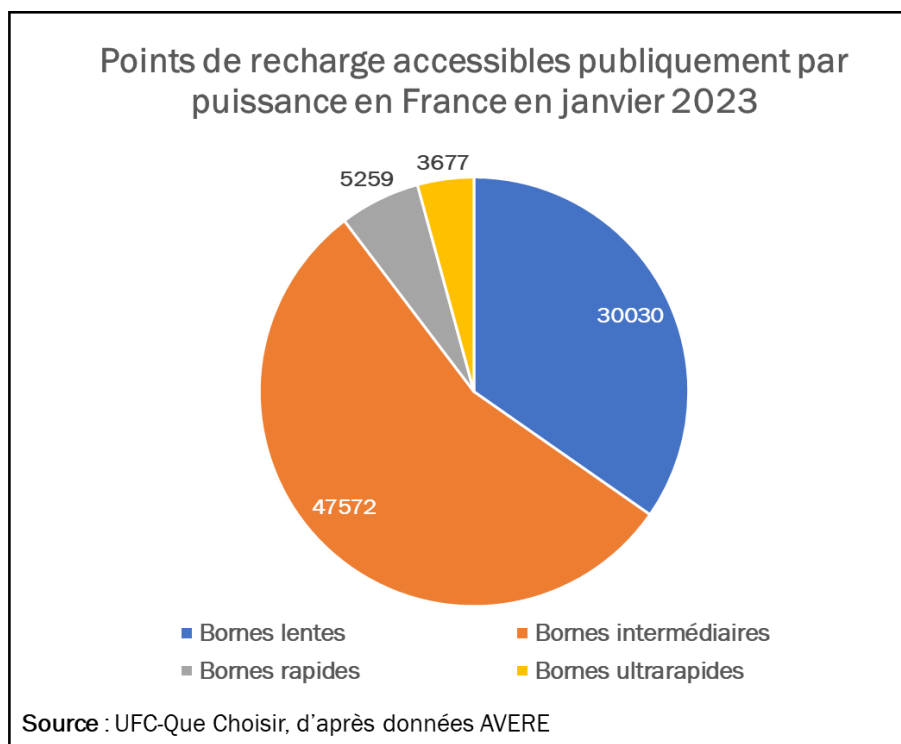
Pour 2030, l'objectif officiel de déploiement de points de recharge accessibles publiquement est fixé à 400 000. Toutefois, même en prolongeant linéairement la tendance de déploiement observée en 2022, seuls 370 000 points de recharge seraient déployés en 2030. Si la tendance observée entre 2021 et 2022 était prolongée, le déploiement atteindrait 270 000 points de recharge. **Les efforts de déploiement doivent donc être intensifiés par rapport à 2022 pour que l'objectif de déploiement de points de recharge accessibles publiquement soit atteint.**

Les bornes de recharges peuvent être classées en quatre catégories selon leur puissance :

- Les bornes lentes (moins 7 kW)
- Les bornes intermédiaires (de 7 à 43 kW)
- Les bornes rapides (de 43 à 150 kW)
- Les bornes ultrarapides (> 150 kW)

Le graphique ci-dessous présente le nombre de points de recharge accessibles publiquement par puissance (kW) en France en janvier 2023 :

Figure 14 : Nombre de points de recharge accessibles publiquement par puissance en France en janvier 2023



Si les points lents et intermédiaires sont largement majoritaires (89,7%), le nombre de points de recharge ultrarapides a été multiplié par 5,6 entre janvier 2022 et janvier 2023, passant de 652 à 3 677. Au 30 juin 2022, 60 % des aires du réseau d'autoroutes concédé sont équipées, soit près de 800 points de recharge, dont 70 % sont des bornes ultrarapides¹²⁶.

En synthèse, si le déploiement des points de recharge accessibles publiquement apparaît dynamique ces dernières années, la vigilance est de mise s'agissant de l'atteinte des objectifs fixés en 2015, que ce soit pour éviter tout goulot d'étranglement dans le cadre des trajets longue distance ou pour la recharge du quotidien.

A cet égard, le règlement 2021/0223¹²⁷, en cours d'adoption, propose les dispositions suivantes :

- l'installation d'une station de recharge ultrarapide (> 300 kW) tous les 60 kilomètres sur autoroutes, avec un minimum de puissance par station de 300 kW d'ici 2025 et 600 kW d'ici 2035, et sur routes nationales, avec un minimum de puissance de 300 kW d'ici 2030 et 600 kW d'ici 2035 (réseau RTE-T),
- l'installation d'une capacité de recharge publique d'au moins 1 kW pour chaque véhicule électrique immatriculé,
- la présentation d'un plan de maillage national à la Commission en 2025¹²⁸

¹²⁶ Equipement en bornes de recharge rapide des aires de service du réseau autoroutier concédé au 30 juin 2022, ASFA

¹²⁷ [2021/023 Déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs](#)

¹²⁸ [Déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs, 2021/0223\(COD\)-19/12/2022](#), Parlement européen

Carte 1 : Réseau routier RTE-T français selon la proposition de réforme de la Commission de décembre 2021¹²⁹



Source : UFC-Que Choisir, d'après TENtec Interactive Map Viewer

Voitures électriques et système électrique

D'après les simulations de RTE¹³⁰, en 2035, la production électrique sera suffisante face à la généralisation des véhicules électriques. En effet, considérant un parc de 16 millions de véhicules électriques, la demande serait de 48 TWh, soit 10 % de la consommation électrique française. **Des tensions pourraient toutefois intervenir s'agissant de l'appel de puissance.** Pour le parc en question, ce dernier s'élèverait à 7 GW dans le cas d'une recharge de l'ensemble des véhicules simultanément, soit 6 % de la capacité électrique française, et nécessiterait dès lors un pilotage. Plus généralement, les pratiques de recharge du véhicule thermique ne peuvent pas être transférées à l'électrique, car recharger une batterie de 60 kWh en deux minutes revient à la puissance électrique appelée par 1500 foyers simultanément.

¹²⁹ Considérant l'avancée des discussions en cours au sujet du règlement sur le réseau transeuropéen de transport (RTE-T)

¹³⁰ Développement du véhicule électrique et système électrique : une faisabilité sereine et une contribution économique et écologique vertueuse à l'horizon 2035, RTE, 2019

d) Les nombreuses carences des bornes accessibles publiquement

Après le déploiement des bornes de recharge, voyons à présent les modalités de leur utilisation.

i. Une tarification alambiquée et des prix erratiques

La recharge accessible au public des véhicules électriques relève du secteur concurrentiel. Les tarifs sont librement définis par les opérateurs, hormis dans le cas où ceux-ci opèrent dans le cadre d'une concession ou d'une délégation de service public.

Actuellement, les tarifs sont extrêmement variables. Ils dépendent de la puissance de la borne, de sa localisation, de l'opérateur de mobilité, du temps de stationnement ou encore de l'abonnement souscrit auprès d'un l'opérateur de mobilité ou d'un opérateur de cartes multi-opérateurs.

Il est donc difficile d'analyser les prix moyens proposés par les bornes accessibles publiquement tant il existe de grandes disparités entre opérateurs.

A titre d'exemple, nous avons relevé le prix d'une recharge d'une Dacia Spring pour 100 kilomètres dans plusieurs configurations :

Contexte	Tarifs grand public 100 km (€)		Tarifs avec abonnement mensuel 100 km (€)
	Tarif moyen le plus bas	Tarif moyen le plus élevé	Tarif moyen le plus bas
Ville (7,4 kW) Paris- Belib- Rue Fabre d'Egantine	6,9	37,4	7,7
Route (22kW) Marboué - N10	2,7	15,8	7
Autoroute (350kW) Parcé-sur-Sarthe- A11	7,1	47,4	4,2

Source : chargeprice.app (Données relevées le 2 mars 2023)

Nous constatons ainsi de grands écarts de tarifs. Ainsi, un abonnement mensuel ne permet pas forcément d'obtenir les tarifs les plus attractifs et les tarifs hors abonnement montrent une variabilité extrêmement importante, **multipliés respectivement dans notre exemple jusqu'à 5,4 ; 5,9 et 6,7 en ville, sur route et sur autoroute.**

Il est également aisé de repérer de nombreuses aberrations tarifaires.

Par exemple, sur autoroutes, les tarifs sont différents selon le sens de circulation sur des bornes de même puissance :

Tableau 13 : Tarifs de recharge sur plusieurs aires autoroutes dans les deux sens de circulation

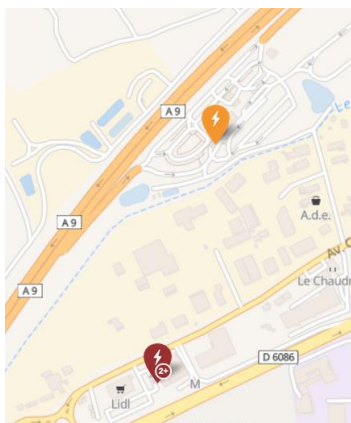
Zone	Meilleur prix moyen hors abonnement (Sens 1) (/kWh)	Meilleur prix moyen hors abonnement (Sens 2) (/kWh)
Aire de l'Estalot (A10) (50 kW)	0,40 € (Bonnet PAYG)	0,23€ (EwZen Itinérance)
Aire de Langres-Perrogney (A31) (150 kW)	0,60 € (Freshmile)	0,28 € (Elli Drive Free)
Aire de Bourg Teyssonge (A40) (150 kW)	0,60 € (Freshmile)	0,20 € (Elli Drive Free)
Aire de Valmy (A4) (50 kW)	0,49 € (Avia e mobilité)	0,45 € (Izivia)
	0,53 € (Chargemap)	0,49 € (Chargemap)

Source : chargeprice.app (Données relevées le 16 février 2023)

Les meilleurs tarifs hors abonnement peuvent donc être très différents au niveau d'une même aire d'autoroute selon le sens de circulation : **une différence du simple au triple sur l'aire de Langres-Perrogney, avec un meilleur tarif moyen de 0,20€/kWh d'un côté contre 0,60€/kWh de l'autre**. Des différences de tarif interviennent même en utilisant le même badge, comme avec Chargemap sur l'Aire de Valmy, montrant une différence de 7,5 % selon le sens de circulation.

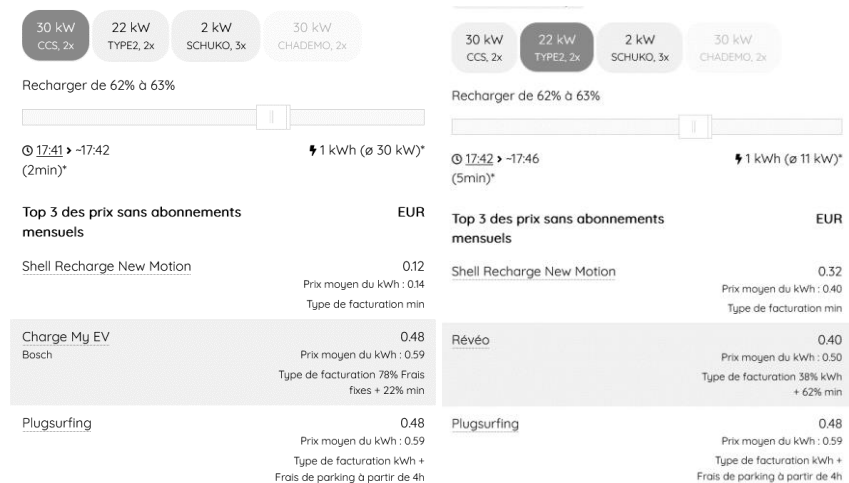
Dans un registre similaire, nous constatons, aux abords de Nîmes, un tarif de 0,45 €/kWh au meilleur prix hors abonnement sur l'aire Nîmes-Marguerittes de l'A9 (borne de 50 kW). Or, une borne Lidl située à proximité de la sortie propose, avec la même carte de recharge, en l'occurrence Chargemap, un tarif presque 60 % moins élevé : 0,28 €, sur une borne plus rapide (150 kW).

Image 1 : Localisation géographique des bornes de 50 kW (aire de Nîmes-Marguerittes) et de 150 kW (Lidl - Marguerittes)



La variabilité tarifaire est également présente entre points de recharge au sein d'une même borne. A titre d'exemple, la borne de recharge la plus proche des bureaux de l'UFC-Que Choisir à Paris peut être citée :

Image 2 : Prix de la recharge à la borne la plus proche du siège de l'UFC-Que Choisir (23 rue Léon Frot, 75011 Paris)

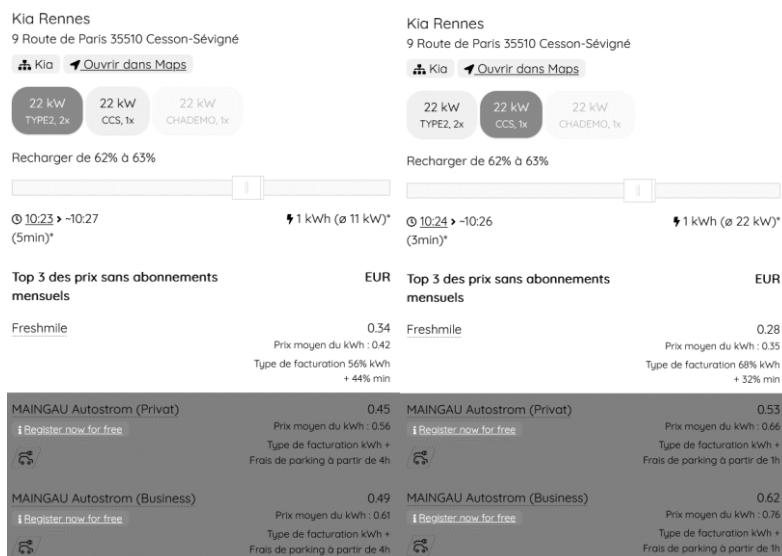


Source : chargeprice.app (Données relevées le 1^{er} mars 2023)

Ainsi, hors abonnement à *TotalEnergies*, opérateur des bornes, le prix de la recharge est très variable selon le badge utilisé. Il varie en moyenne de 0,14 à 0,59 € du kWh pour le point de recharge de 30 kW et de 0,40 à 0,59 € pour le point de recharge de 22 kW. A cette borne, le prix d'une recharge complète d'une Peugeot e-208 (batterie de 50 kWh dont 46 kWh utile) est donc au minimum de 6,4 € sur le premier point de recharge et de 18,4 € sur le second point de recharge considérant le meilleur prix hors abonnement. **Un écart de presque 300 % qui montre une concurrence encore embryonnaire.**

Concernant la variabilité des prix intraborne, un autre exemple surprenant peut être mis en avant, celui de la borne située sur le parking de la concession Kia de Cesson-Sévigné :

Image 3 : Tarifs sur la borne de recharge accessible publiquement de la concession Kia de Cesson-Sévigné selon le type de prise utilisé



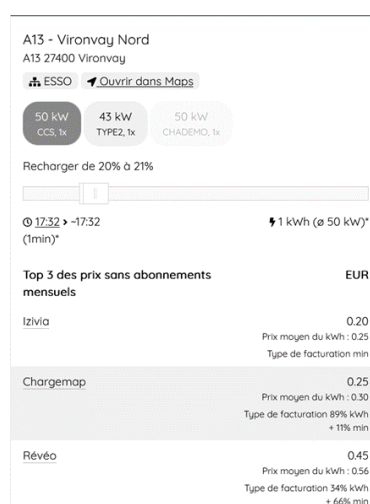
Source : chargeprice.app (Données relevées le 16 février 2023)

A cette borne, les opérateurs Freshmile et Maingau Autostrom proposent des prix différents, variant respectivement de 20 et 18 % sur des points de recharge de même puissance selon le type de prise utilisé.

Cette variabilité et cette opacité s'expliquent également par une tarification fluctuante. Elle peut s'effectuer au kWh, à la minute, ou, plus rarement à la session de recharge.

Ci-dessous un exemple des systèmes de tarifications extrêmement complexes et variables selon l'opérateur, y compris sur une même borne, sur l'A13, à Vironvay, au sud de Rouen :

Image 4 : Tarifs sur l'aire de Vironvay Nord sur l'A13

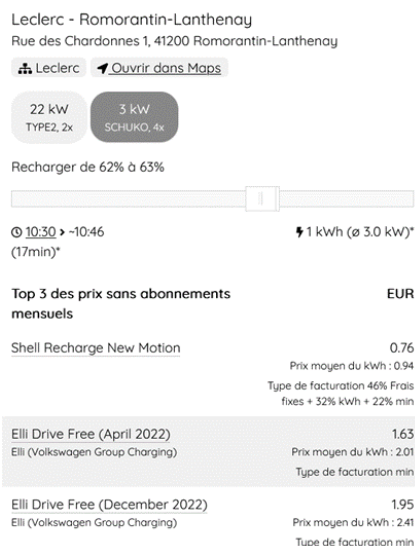


Source : chargeprice.app (Données relevées le 1^{er} mars 2023)

Dans ce cas de figure, selon l'opérateur, la facturation est appliquée à la minute ou de manière mixte (kWh et minute), selon des proportions différentes : 89% au kWh et 11 % à la minute d'un côté et 34 % au kWh et 66 % à la minute de l'autre.

La tarification à la minute peut d'ailleurs aboutir à un prix au kWh prohibitif, en particulier lorsque la borne est de faible puissance. C'est par exemple le cas au Carrefour de Romorantin-Lanthenay, dans le Loir-et-Cher :

Image 5 : Tarifs au Leclerc- Romorantin- Lanthenay



Source : chargeprice.app (Données relevées le 1^{er} mars 2023)

Les tarifs y atteignent sans abonnement jusqu'à 2,41 €/kWh en moyenne du fait de la tarification à la minute qui rend le prix au kWh d'un point de recharge de faible puissance extrêmement élevés.

Les exemples répertoriés ci-dessus montrent la grande variabilité des prix, notamment due au modèle de tarification qui lie souvent facturation du stationnement et de la quantité d'énergie rechargée. Ainsi, les opérateurs semblent profiter de l'absence d'affichage des prix et de la nécessité de recourir au badge d'un opérateur pour appliquer des marges injustifiées.

- ii. Un manque de concurrence exacerbé par l'absence d'affichage des prix et la rareté des terminaux bancaires

En effet, sur la majorité des bornes de recharge accessibles publiquement, le paiement est uniquement accessible grâce à une carte d'accès propre à un réseau. Dans de rares cas, l'utilisation d'un QR-code¹³¹ ou d'un terminal de paiement bancaire sont disponibles. En France, depuis 2017, l'itinérance, c'est-à-dire la possibilité de recharger son véhicule avec la même carte d'accès sur toute borne, est obligatoire, sauf pour les bornes installées avant cette date. Ainsi, le badge d'un opérateur peut être utilisé sur n'importe quelle borne, mais à des conditions tarifaires difficilement accessibles pour le consommateur. Elles dépendent en effet du contrat conclu entre son opérateur et les autres opérateurs de bornes. Le consommateur peut également utiliser un badge multi-opérateurs¹³². Les tarifs offerts par ces derniers varient essentiellement selon les accords entre l'opérateur du badge et les

¹³¹ Scanné grâce à un smartphone, il dirige le consommateur vers un site Internet qui lui permet d'activer et de payer une recharge.

¹³² Principalement : ChargeMap, FreshMile, NewMotion et KiWhi Pass

opérateurs des réseaux de bornes. **Ce système est toutefois plus transparent puisque ces tarifs sont accessibles sur les sites des différents opérateurs de badges.**

Comme nous l'avons vu à travers la variabilité des tarifs, le système de tarification actuel dans le cadre de l'itinérance demeure opaque pour les consommateurs. De plus, les prix de la recharge ne sont pas affichés au niveau des bornes ni lors de la recharge. **Ainsi, sauf à utiliser l'application de l'opérateur, le consommateur ne peut connaître le prix final qui lui sera facturé... et ainsi faire jouer aisément la concurrence. Or, sur le modèle des carburants, le prix devrait à minima être affiché en temps réel lors de la charge et être indiqué avant la recharge.**

Le règlement européen AFIR en cours d'adoption traite de cet enjeu en proposant l'affichage obligatoire au niveau de la borne du prix dit *ad hoc*, soit hors abonnement, et un accès au borne grâce à une carte bancaire. **En effet, face à cette opacité constatée, pour faciliter l'accès des consommateurs au réseau de bornes et la concurrence, il est indispensable que le paiement soit accessible sans disposer d'un badge et à un prix connu à l'avance.**

iii. **Une disponibilité des bornes qui s'améliore mais qui reste problématique pour la recharge rapide**

La disponibilité des bornes de recharge publiques est naturellement un élément central de la qualité du service de recharge. **Selon la dernière enquête¹³³ de l'AFIREV, de novembre 2021 à mai 2022, 75,7 % des points de recharge fonctionnaient 99 % du temps**, contre 73,4 % dans l'enquête précédente au second semestre 2021¹³⁴. De plus, 4,4 % des points de recharge étaient indisponibles au moins sept jours consécutifs, contre 6,3 % précédemment. Des différences existent toutefois entre charge normale et charge rapide. **En effet, pour la charge rapide, les taux de fonctionnement sont de 63,1 % et d'indisponibilité de 5,3 %.**

Ainsi, si les niveaux de fonctionnement et de disponibilité s'améliorent, une part significative du parc de points de recharge, de l'ordre de 25 %, ne fonctionne pas en permanence, cette part monte à 35 % dans le cas de la charge rapide. Or, cette dernière est destinée aux trajets longs, lors desquels les alternatives de recharge sont limitées et peut donc créer des problèmes de déplacement pour les consommateurs. Selon une enquête AVERE-Ipsos de 2020¹³⁵, la panne des bornes est la principale raison d'insatisfaction des utilisateurs pour 57 % d'entre eux, après l'occupation de la place de stationnement dédiée à la recharge pour 38 % des répondants.

¹³³ Réalisée sur 18 300 points de recharges, 1 700 000 sessions de recharge

¹³⁴ Edition S2 2021

¹³⁵ Consultation auprès de conducteurs de véhicules électrique et hybrides rechargeable, AVERE-Ipsos, septembre 2020

Mise en perspective

Selon la dernière enquête française sur la mobilité des personnes de 2019¹³⁶, la voiture particulière représente 62,8 % des déplacements en part modale dans la mobilité quotidienne (en recul de 2 points par rapport à la précédente enquête de 2008). Ce chiffre dépend toutefois de la zone géographique d'habitation. Ainsi, cette part s'établit à 79,5 % en zone rurale, alors qu'elle est de 33,3 % dans l'agglomération parisienne. En ce qui concerne la mobilité longue distance, la voiture est également le mode de transport privilégié avec 72,4 % de part modale en 2019. Elle est toutefois minoritaire pour les voyages de 500 à 900 kilomètres du domicile : 25,6 % et de plus de 900 kilomètres : 4,5 %. Globalement, le nombre de kilomètres moyens parcourus en voiture en France en 2019 est de 11 960, en baisse constante entre 2007 et 2019 (-6,4 %).

La voiture particulière reste donc, malgré une légère perte de vitesse ces dix dernières années, le mode de transport principal en France. Si les véhicules électriques peuvent permettre la réduction des émissions de gaz à effet de serre sous certaines conditions exposées dans la première partie de cette étude, ils peuvent également engendrer des effets rebond du fait de la baisse des coûts d'utilisation.

Ainsi, en Norvège, où l'électromobilité s'est généralisée depuis plusieurs années, des changements de comportements de mobilité après l'acquisition d'un véhicule électrique ont été constatés¹³⁷. De la même manière que pour un véhicule thermique, les acquéreurs diminuent leur utilisation des transports en commun et des modes actifs (vélo et marche à pied). **S'ils étaient déjà automobilistes, ils parcourent plus de kilomètres annuellement**¹³⁷.

Cela montre que l'électromobilité individuelle demeure une solution de second ordre pour l'atteinte d'une mobilité durable, le développement des transports en commun et des modes actifs restant les objectifs phares. **Ce constat renforce par ailleurs l'intérêt du développement de bornes de recharge publiques en zones rurales, alors que les alternatives à la mobilité individuelle y sont rares.**

L'UFC-Que Choisir travaillera dans les prochains mois à définir sa position générale sur la mobilité, afin de déterminer la place qu'elle souhaiterait voir accordée aux véhicules individuels parmi les modes de transports des consommateurs.

¹³⁶ Enquête sur la mobilité des personnes 2018-2019, Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires

¹³⁷ Learning from Norwegian Battery Electric and Plug-in Hybrid Vehicle users. Results from a survey of vehicle owners, 2016, Figenbaum, E. et Kolbenstvedt, M.

Propositions de positions de l'UFC-Que Choisir

Au vu de ces constats, et afin de garantir la promotion d'un véhicule électrique peu émetteur de gaz à effet de serre, accessible financièrement et facile d'utilisation, l'UFC-Que Choisir formule les propositions de positions suivantes :

Proposition 1 : L'UFC-Que Choisir demande que la prime à la conversion puisse être utilisée pour l'achat de billets et d'abonnement de transports collectifs, ainsi que sur les plateformes proposant des services d'autopartage et de covoiturage.

Dans l'objectif d'un tournant mobilitaire, il est nécessaire que le montant de la prime à la conversion puisse être destiné au financement d'autres moyens de transport : billets et abonnements de transports collectifs (trains, transports urbains) ou encore à des services proposés sur les plateformes d'autopartage et de covoiturage. Le modèle du chèque covoiturage proposé par le gouvernement dans le plan de sobriété d'octobre 2022 est un exemple des possibilités de mise en place de ce dispositif.

Proposition 2 : L'UFC-Que Choisir demande une réforme de « l'étiquette énergie » dédiée aux voitures neuves afin qu'elle permette aux consommateurs d'identifier les plus performantes en termes d'émissions de gaz à effet de serre en tenant compte des émissions à l'étape de fabrication des véhicules.

« L'étiquette énergie » telle qu'elle existe actuellement tient uniquement compte des émissions de gaz à effet de serre à l'usage, elle ne permet donc pas de différencier l'impact de différents modèles de véhicules électriques (poids, capacité de la batterie, etc.). Cette étiquette doit donc évoluer pour permettre aux consommateurs de faire un choix éclairé dans l'achat d'un véhicule électrique.

Proposition 3 : L'UFC-Que Choisir demande une refonte du système d'aide et de malus, de telle sorte qu'il oriente efficacement les consommateurs vers les véhicules les moins émetteurs de gaz à effet de serre, aussi bien pour les véhicules neufs que d'occasion.

Les voitures électriques sont plus émettrices à l'étape de fabrication que les voitures thermiques. Le nombre de kilomètres à parcourir pour compenser cet impact par rapport au véhicule thermique peut être important. Dès lors, il est nécessaire que les aides publiques destinées à l'acquisition de véhicules électriques s'orientent vers des véhicules montrant un net avantage en matière d'émission de gaz à effet de serre par rapport aux véhicules thermiques. Ainsi, afin d'inciter les consommateurs à s'orienter vers les véhicules les moins émetteurs, le malus écologique doit être renforcé et le malus au poids s'appliquer aux véhicules électriques et hybrides rechargeables, en cohérence avec les normes européennes.

Parallèlement, la prime à la conversion, actuellement sous-mobilisée, doit être rendue plus attractive, considérant qu'elle constitue une incitation à mettre au rebut des véhicules polluants. Son renforcement en direction des ménages modestes et des gros rouleurs est notamment nécessaire.

Compte tenu du coût plus élevé du véhicule électrique en comparaison du véhicule thermique, le marché de l'occasion est un biais indispensable pour électrifier les déplacements automobiles. Les aides à l'acquisition sur ce marché doivent donc être augmentées.

Proposition 4 : L'UFC-Que Choisir demande que la fourniture d'un certificat de l'état de santé de la batterie soit rendue obligatoire dans le cadre de la vente d'occasion d'un véhicule électrique.

Compte tenu de l'influence des conditions d'utilisation de la batterie d'un véhicule électrique sur sa longévité et afin de fiabiliser le marché de l'occasion du véhicule électrique, il est nécessaire que l'acheteur puisse bénéficier d'une information fiable sur l'état de santé de la batterie du véhicule qu'il acquiert.

Proposition 5 : L'UFC-Que Choisir demande que les pouvoirs publics soutiennent un déploiement suffisant sur tout le territoire des bornes de recharges accessibles publiquement pour les véhicules électriques.

Considérant le retard pris ces dernières années et la projection linéaire réalisée, qui montre que les efforts de déploiement de bornes publiques de 2022 réitérés dans le temps ne suffiront pas à atteindre les objectifs à 2030, il convient que les pouvoirs publics s'engagent réellement à l'atteinte du déploiement de 100 000 points de recharge accessibles publiquement à l'horizon 2030 en intensifiant leurs efforts. Par ailleurs, pour garantir la cohérence de ce déploiement au niveau locale, les SDRIVES devraient être rendus obligatoires.

Proposition 6 : L'UFC-Que Choisir demande un affichage obligatoire et harmonisé des tarifs de la recharge électrique aux bornes de recharge accessibles publiquement permettant aux consommateurs de faire véritablement jouer la concurrence.

Actuellement, les tarifs de la recharge aux bornes de recharge publiques ne sont pas affichés avant la recharge. Cela entraîne des abus tarifaires de la part des opérateurs et impossible une saine concurrence sur ce marché.

Proposition 7 : l'UFC-Que Choisir demande que les consommateurs puissent recharger leur véhicule aux bornes accessibles publiquement sans disposer d'un badge d'abonnement à un réseau de bornes.

Afin de permettre au plus grand nombre de les utiliser, il est nécessaire que les bornes soient accessibles à l'aide d'une carte bancaire, qui est un moyen de paiement largement diffusé auprès des consommateurs.

Proposition 8 : l'UFC-Que Choisir demande un soutien public à l'accroissement des connaissances pour réduire les lacunes du véhicule électrique, d'une part le poids des batteries et l'utilisation d'une grande quantité de matériaux importés et dont la ressource

Les analyses en cycle de vie du véhicule électrique montrent que les gains en matière d'émissions de gaz à effet de serre par rapport au véhicule thermique pourraient être amplifiés à partir d'une meilleure connaissance des impacts de fabrication des batteries et d'investissement dans l'amélioration des modes de production de celles-ci, en particulier dans le contexte de relocalisation de leur production en Europe. De plus, sous réserve d'investissements en recherche et développement et d'améliorations technologiques, d'autres types de motorisation alternatives pourraient se révéler intéressantes du point de vue des émissions de GES et d'une moindre dépendance au mix énergétique.