



# Véhicules hybrides rechargeables et objectif 2035 : analyse des effets socio-économiques et climatiques d'une autorisation prolongée de ventes au nom du concept de « neutralité technologique »

Jean-Philippe Hermine, Simon Louedin, Antoine Trouche (IMT)

## RÉSUMÉ EXÉCUTIF

**Autoriser la vente d'hybrides rechargeables ou de véhicules électriques avec prolongateurs d'autonomie au-delà de 2035 ? L'IMT montre que ce choix (1) coûterait plus cher aux usagers, notamment pour les plus modestes roulant en véhicules d'occasion anciens, (2) conduirait à émettre bien davantage de gaz à effet de serre et (3) à peser défavorablement sur notre balance commerciale et notre souveraineté**

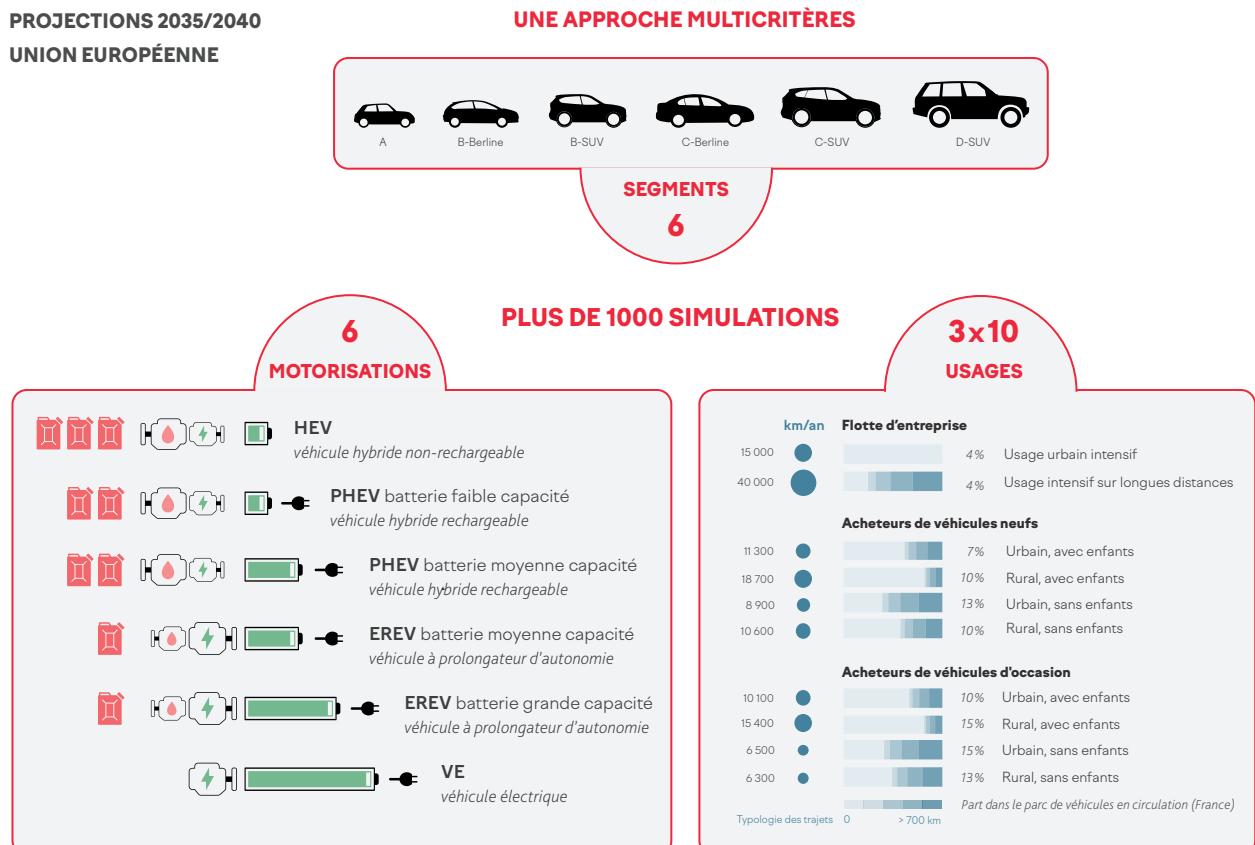
À l'heure où l'Union européenne débat de la révision de ses normes CO<sub>2</sub> pour les voitures neuves, l'Institut Mobilités en Transition (IMT-IDDRI) publie une étude inédite, « Véhicules hybrides rechargeables et objectif 2035 : analyse des effets socio-économiques et climatiques d'une autorisation prolongée de ventes au nom du concept de « neutralité technologique ».

Elle examine ce qu'impliquerait, pour les ménages, le climat et l'industrie, **une modification de la trajectoire actuelle, en autorisant la vente de véhicules hybrides rechargeables après 2035**, au lieu de maintenir la fin programmée des motorisations thermiques à cet horizon.

Le débat lancé à l'initiative des constructeurs sur la pertinence de l'interdiction de vente des véhicules thermiques en 2035 a fait émerger le concept de «neutralité technologique». Plus précisément, il a nourri l'idée qu'il existerait d'autres voies – plus performantes, plus économiques ou politiquement plus acceptables – pour progresser dans la décarbonation et atteindre les objectifs climatiques de l'Union européenne, notamment la neutralité carbone en 2050.

En particulier, l'idée s'est récemment imposée dans le débat, selon laquelle de nouvelles motorisations pourraient rendre la transition plus acceptable pour les automobilistes. Deux technologies sont principalement mises en avant: les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) dotés de batteries de plus grande capacité que

**FIGURE A. Méthodologie**



les modèles actuels, et les véhicules électriques à prolongateur d'autonomie (EREV) – des véhicules électriques équipés d'un petit moteur thermique utilisé uniquement comme générateur alimentant la batterie. Ces motorisations sont présentées par certains constructeurs comme offrant davantage de flexibilité sur les longs trajets, en limitant le recours aux recharges autoroutières coûteuses, et comme pouvant afficher une empreinte carbone comparable à celle des véhicules 100 % électriques, grâce à une batterie plus petite et à une meilleure efficacité énergétique (du fait de leur poids total potentiellement réduit). **Mais leur capacité réelle à répondre à ces promesses reste très incertaine** : ces véhicules n'existent pas encore sur le marché européen et leur performance n'a pas été quantifiée de manière robuste.

Pour objectiver ces enjeux, l'analyse produite par l'IMT-IDDR, en collaboration avec C-Ways et ICCT, s'appuie sur **plus de 1000 simulations** combinant profils d'usage réels, segments de véhicules, types de motorisation et catégories d'acheteurs. En complément des hypothèses généralement retenues par les constructeurs – centrées sur les acheteurs de véhicules neufs (principalement des entreprises pour environ 50 % des ventes et, pour l'essentiel du reste, des ménages appartenant aux 20 % les plus aisés) –, **l'étude intègre également les coûts supportés par les acheteurs de véhicules d'occasion, en deuxième et troisième main**. Cette approche permet de mieux refléter la réalité économique de la majorité des ménages, dont les profils de roulage (du quotidien versus longues distances), les capacités d'investissement et les besoins en maintenance diffèrent sensiblement de ceux des acheteurs de véhicules neufs.

## 1. Pour les ménages, des véhicules plus coûteux, surtout à la revente

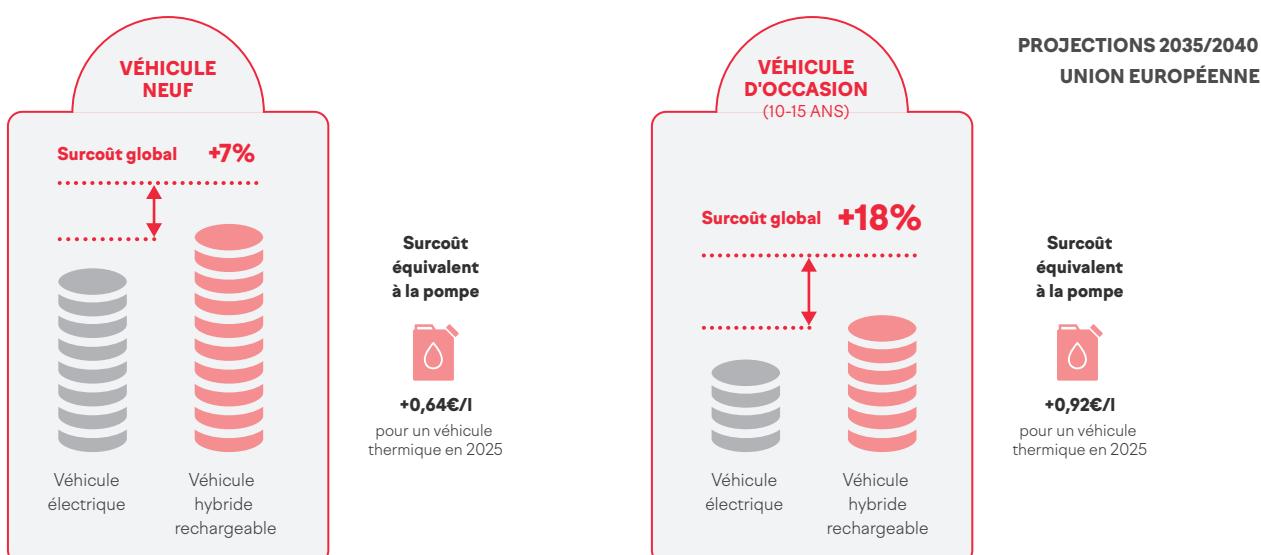
L'étude montre que pour tous les profils d'usage, **le coût total de possession (TCO) des PHEV et EREV serait supérieur à celui des véhicules électriques à batterie (VE)** :

- pour un **véhicule acheté neuf** (en considérant le profil de roulage moyen de ces acquéreurs), les PHEV à batterie de capacité moyenne présentent un **TCO moyen + 7 %** plus élevé que si ces utilisateurs roulaient avec un VE (véhicule 100 % électrique) ;
- pour les acheteurs de **véhicules d'occasion**, cet écart grimpe à **+ 18 % en moyenne** (de + 14 % à + 29 % selon les cas) ;
- soit si on traduit ces écarts moyens de TCO sous la forme d'une **augmentation des prix du carburant en 2025 pour un véhicule thermique environ + 0,64 €/l pour un véhicule neuf et + 0,92 €/l pour un véhicule d'occasion**.

Ces valeurs moyennes consolidées couvrent l'ensemble des segments de véhicules pour lesquels des PHEV ou EREV sont susceptibles d'être disponibles – notamment les segments B-SUV, C-Berline, C-SUV et D-SUV – ainsi que tous les profils d'utilisateurs étudiés, pondérés en fonction de leur représentativité dans le parc roulant. Il convient de souligner que l'avantage en coût total de possession (TCO) du véhicule électrique se vérifie de manière systématique, quelle que soit la configuration segment/motorisation/type d'usager considérée. Les résultats détaillés pour les cas particuliers sont présentés dans le corps du rapport.

**FIGURE B. Surcoût du coût total d'usage au kilomètre pour un véhicule hybride nouvelle génération par rapport à un véhicule électrique**

Coût total moyen des véhicules : achat, carburant/électricité, infrastructure de recharge, maintenance, assurance et parking.



Ces écarts de TCO entre motorisations s'expliquent principalement par deux composantes majeures : le **coût du carburant** et le **coût de la maintenance**. Ce sont également ces facteurs qui expliquent que l'avantage économique des VE s'accroît à mesure qu'ils changent de propriétaire sur le marché de l'occasion. En effet, ces coûts sont plus faibles en valeur absolue et restent stables (prix de l'énergie) ou augmentent (prix de la maintenance) tout au long de la durée de vie du véhicule ; leur poids relatif dans le TCO devient donc dominant en troisième main, renforçant l'avantage comparatif du VE. Dans une moindre mesure, les PHEV et EREV sont également pénalisés par des prix de production proches de celui des VE de par leur double motorisation (électrique et thermique).

Les calculs tiennent compte de la situation projetée à l'horizon 2035-2040 dans l'Union européenne, en intégrant pour les PHEV une augmentation significative de l'autonomie en mode électrique par rapport aux modèles actuellement commercialisés. Les EREV équipés de batteries de grande capacité, similaires à ceux déjà disponibles sur le marché chinois (avec une autonomie réelle en mode électrique supérieure à 150 km et une puissance électrique environ trois fois supérieure à celle du moteur thermique), présenteraient un écart de coût total de possession (TCO) avec les VE comparable ou légèrement supérieur à celui des PHEV considérés.

Afin d'illustrer concrètement ces écarts de coûts pour les ménages, en particulier ceux qui achèteront à terme sur le marché de l'occasion (PHEV ou EREV achetés neufs et revendus par les entreprises ou les ménages aisés), les écarts de TCO ont été exprimés en inflation équivalente du prix des carburants (en €/l) qu'un conducteur de véhicule thermique (ICE) aurait dû subir en 2025 pour atteindre un coût d'usage comparable. Cette approche permet de mettre en perspective les écarts constatés avec la période d'inflation exceptionnelle de 2022, où

la hausse des prix à la pompe avait atteint au maximum + 0,4 €/l en moyenne dans l'Union européenne. Les résultats montrent que, selon les cas d'usage, les écarts de TCO correspondent à des hausses équivalentes allant du simple au quadruple de celles enregistrées en 2022.

**Ces résultats reposent sur des hypothèses prudentes et现实的** : suppression des dispositifs d'aide publique à l'achat de véhicules électriques, maintien d'un coût relativement élevé des batteries considérant l'hypothèse d'une production localisée dans l'UE, alignement des marges constructeur entre les différentes motorisations. Ainsi, même dans ce scénario conservateur, les véhicules électriques conserveraient un avantage compétitif significatif par rapport aux hybrides à l'horizon 2035.

## 2. Un pari perdant pour le climat

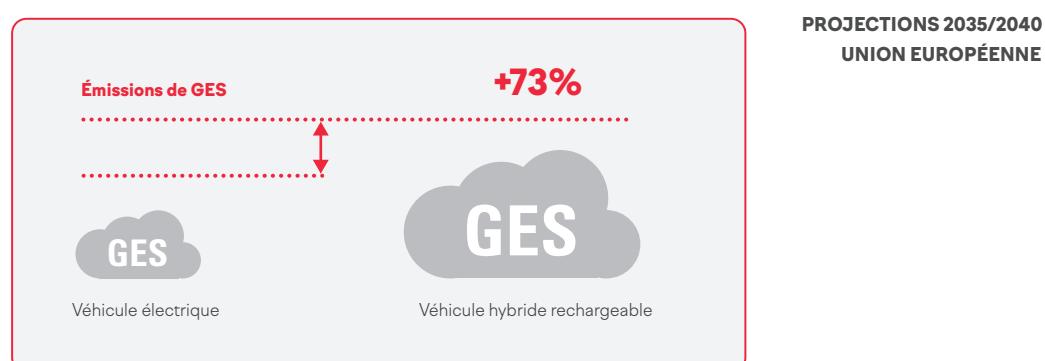
Les résultats sont tout aussi clairs sur le plan climatique : dans tous les profils d'usage étudiés, **les émissions de gaz à effet de serre sur le cycle de vie complet des PHEV et EREV resteraient nettement supérieures** à celles des VE :

- les **PHEV à batterie de moyenne capacité** émettraient en moyenne **+ 73 % de GES** qu'un VE comparable (écart observé : + 36 % à + 111 % selon le segment et l'usage) ;
- les **EREV à batterie de forte capacité** émettraient en moyenne un peu moins (+ 61 % de GES qu'un VE comparable), mais demeurent au-dessus des VE pour tous les profils d'usage.

L'avantage du VE provient de ses émissions de GES plus faibles à l'usage, qui compensent largement les émissions légèrement supérieures liées à la production

**FIGURE C. Émissions supplémentaires en cycle de vie au kilomètre pour un véhicule hybride nouvelle génération par rapport à un véhicule électrique**

Émissions de gaz à effet de serre en cycle de vie : fabrication des véhicules, production et usage des carburants et de l'électricité.



de la batterie. Malgré des batteries plus compactes nécessitant moins de matériaux critiques et présentant une empreinte carbone de production plus faible et malgré une efficience énergétique parfois supérieure en mode électrique, liée à la masse réduite de la batterie, les PHEV et EREV ne permettent pas une décarbonation du cycle de vie comparable à celle des véhicules électriques équivalents.

Leur **surcoût en TCO** – et parfois à l'achat – par rapport aux véhicules thermiques et électriques ne présage pas qu'ils joueront un **rôle significatif dans le renouvellement accéléré ou le rajeunissement du parc roulant**.

Dans ce contexte, favoriser ce type de véhicules – par exemple en retardant le renforcement de l'utility factor (UF) pour l'homologation des PHEV (leur permettant d'afficher des données homologuées d'émissions ou de consommation très éloignées des réalités d'usage (voir [Commission européenne](#)) ou en autorisant leur vente au-delà de 2035, même limitée aux EREV – ne constitue pas un levier efficace pour accélérer ou sécuriser la trajectoire de décarbonation du secteur. Au contraire, cela pourrait significativement ralentir les progrès attendus.

L'étude montre également que, malgré leur autonomie réelle supérieure (2 à 3 fois celle d'un VE actuel), les PHEV/EREV ne répondent pas à un besoin majeur : **les VE de segment B-SUV et supérieurs couvriraient déjà les trois quarts des trajets longue distance avec au plus une recharge rapide**, et cette performance continuera de progresser avec l'amélioration continue de l'autonomie des batteries.

L'étude inclut également plusieurs analyses de sensibilité, évaluant la variation des coûts totaux de possession et des émissions de gaz à effet de serre en fonction de différents paramètres : prix et intensité carbone de l'électricité, prix de l'essence, coûts des matériaux pour batteries, etc. Elle examine notamment l'impact d'une restriction de l'usage des moteurs thermiques des PHEV en zone urbaine afin de favoriser ou imposer l'usage du moteur électrique. Dans ce scénario, les écarts d'émissions de GES entre PHEV et VE ne varient pas de manière significative.

## **ENCADRÉ 1. LES BIOCARBURANTS : UNE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS PARTIELLE, MAIS AU PRIX D'UNE AUGMENTATION SIGNIFICATIVE DES COÛTS D'USAGE POUR LES USAGERS OU POUR LE BUDGET DES ÉTATS MEMBRES**

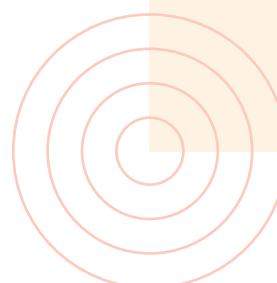
L'étude a également modélisé un scénario dans lequel les PHEV seraient alimentés **à 100 % en biocarburants** dont le prix de vente serait représentatif de leur prix de revient (et non subventionné ou détaxé comme c'est le cas actuellement, faisant l'hypothèse raisonnable qu'à l'horizon 2035-2040 les agrocarburants disponibles seront fléchés principalement vers le maritime ou l'aviation – qui en ont besoin et ont les moyens de les payer plus chers que les usagers de la route. Dans ce contexte, il est peu imaginable qu'à travers l'Europe, les États membres aient l'intention et la capacité de subventionner ces carburants pour les véhicules particuliers.

Résultat : l'écart d'émissions de gaz à effet de serre entre PHEV à batterie de moyenne capacité avec les VE serait réduit, mais **pas annulé** (toujours + 23 % d'émissions en moyenne).

En revanche, **le coût total de possession augmenterait fortement**, en raison du prix de production plus élevé :

- **+ 14 %** pour l'écart moyen de TCO entre les véhicules thermiques rechargeables et les véhicules purement électriques, s'il s'agit d'un usager de véhicule neuf (soit un écart équivalent d'environ **+ 1,22 €/l si on le traduit sous la forme d'une augmentation des prix du carburant en 2025 pour un véhicule thermique**) ;
- **+ 29 %** pour un véhicule d'occasion (soit l'équivalent d'une augmentation d'environ **+ 1,49 €/l en 2025 pour un usager de véhicule thermique**).

Autrement dit, même dans la version la plus optimiste, **les biocarburants ne suffiraient pas à rendre les hybrides compétitifs, ni écologiquement, ni économiquement**.



## ENCADRÉ 2. POUR LA BALANCE COMMERCIALE ET L'ÉCONOMIE EUROPÉENNE, UN RISQUE ACCRU DE DÉPENDANCE VIS-À-VIS DES IMPORTATIONS

Les PHEV et EREV, en combinant batteries et moteurs thermiques, continueraient à **entretenir une dépendance aux importations d'énergie fossile et de composants extra-européens**.

En considérant uniquement les flux liés aux métaux des batteries et au pétrole, l'usage d'un **PHEV à batterie de moyenne capacité génère un déficit commercial environ deux fois supérieur** à celui d'un VE.

Par ailleurs, le maintien d'une part importante de véhicules thermiques risquerait de retarder le développement d'une **filière industrielle européenne de batteries** et affaiblirait la montée en compétences des constructeurs sur les motorisations 100 % électriques. Enfin, les véhicules à prolongation d'autonomie pris en compte dans l'étude correspondent aujourd'hui à des modèles produits quasi exclusivement par des constructeurs chinois pour leur marché domestique, sur lesquels ils disposent déjà d'une avance technologique significative.

## 3. Recommandations de l'IMT

**Maintenir l'autorisation de vente des hybrides après 2035** reviendrait à freiner la montée en autonomie technologique, énergétique et stratégique de l'Europe, sans bénéfice tangible, ni pour les utilisateurs, ni pour le climat.

Au regard de ces résultats, l'IMT recommande de :

- 1. **maintenir l'interdiction de vente de véhicules partiellement thermiques après 2035**, tout en complétant les normes d'émission à l'usage, par des règlements, labels ou éco-score qui visent à privilégier les véhicules plus sobres, plus efficents, plus réparables, plus circulaires dans l'utilisation de matériaux, donc conçus et produits de manière plus respectueuse des ressources et du climat ;
- 2. **accélérer le soutien à la production et à la demande de petits véhicules électriques « Made in Europe »**, à travers des dispositifs tels le leasing social, des mesures de fiscalité s'appliquant aux flottes d'entreprise et dans le cadre des marchés publics ;
- 3. **consolider la politique industrielle européenne** en garantissant la stabilité du cadre réglementaire et encourager les investissements dans la filière batterie, les infrastructures de recharge et les compétences associées.



# Véhicules hybrides rechargeables et objectif 2035 : analyse des effets socio-économiques et climatiques d'une autorisation prolongée de ventes au nom du concept de « neutralité technologique »

---

Jean-Philippe Hermine, Simon Louedin, Antoine Trouche

<b>RÉSUMÉ EXÉCUTIF</b>	2
1. Pour les ménages, des véhicules plus coûteux, surtout à la revente	3
2. Un pari perdant pour le climat	4
3. Recommandations de l'IMT	6
<b>CONTEXTE</b>	9
<b>MÉTHODOLOGIE RETENUE</b>	11
Hypothèses concernant les profils d'usage	11
Hypothèses concernant les performances techniques	12
Hypothèses concernant les émissions de gaz à effet de serre	16
Hypothèses concernant les TCO	17
<b>1. AUTRISER LA VENTE DE PHEV/EREV APRÈS 2035 SERAIT, EN PRATIQUE, NOCIF EN MATIÈRE DE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE</b>	21
1.1. Comparaison des émissions de gaz à effet de serre	21
1.2. Origine de ces écarts	22
1.3. Impact de l'usage de biocarburants	23
1.4. Impact d'une restriction du mode thermique des véhicules hybrides en zones urbaines	25
1.5. Impact d'une variation des émissions du mix électrique	27
<b>2. AUTRISER LA VENTE DES PHEV/EREV APRÈS 2035 SERAIT ÉGALEMENT NÉFASTE EN MATIÈRE DE POUVOIR D'ACHAT</b>	29
2.1. Comparaison des TCO	30
2.2. Origine de ces écarts	31
2.3. Impact de l'usage de biocarburants	33
2.4. Impact d'une variation du prix de l'électricité	35
2.5. Impact d'une variation du prix du pétrole et des matériaux pour batteries	37
2.6. Accroissement de la contrainte budgétaire et inégalités : le risque d'une transition à deux vitesses	38
<b>3. AUTRES ÉLÉMENTS DE COMPARAISONS</b>	43
3.1. Autonomie	43
3.2. Vieillissement des batteries	44
3.3. Déficit commercial	44

# Table des figures

<b>Figure A.</b> Méthodologie	2	<b>Figure 15.</b> Émissions de GES - Restrictions de l'usage de la motorisation thermique, moyenne B-SUV	27
<b>Figure B.</b> Surcoût du coût total d'usage au kilomètre pour un véhicule hybride nouvelle génération par rapport à un véhicule électrique	3	<b>Figure 16.</b> Émissions de GES - Sensibilité au mix électrique, moyenne tout B-SUV	28
<b>Figure C.</b> Émissions supplémentaires en cycle de vie au kilomètre pour un véhicule hybride nouvelle génération par rapport à un véhicule électrique	4	<b>Figure 17.</b> Avantages de posséder un VE par rapport à un véhicule hybrid	29
<b>Figure 1.</b> Un modèle multicritères	11	<b>Figure 18.a</b> TCO véhicule neuf, moyenne tout D-SUV	30
<b>Figure 2.</b> Répartition des profils d'usage par typologies de distances annuelles	12	<b>Figure 18.b</b> TCO 3e main, moyenne tout B-SUV	30
<b>Figure 3.</b> Hypothèses concernant l'autonomie en modes thermique et électrique	13	<b>Figure 19.</b> TCO, C-Berline, changements au cours de la durée de vie du véhicule	32
<b>Figure 4.a</b> Capacité nette de la batterie	14	<b>Figure 20.</b> TCO (€/km) selon les profiles	33
<b>Figure 4.b</b> Consommation électrique réelle	14	<b>Figure 21.a</b> TCO, tout B-SUV, avec ou sans biocarburants, véhicules neufs	34
<b>Figure 4.c</b> Puissance du moteur électrique	14	<b>Figure 21.b</b> TCO, tout B-SUV, avec ou sans biocarburants, véhicules de 3e main	35
<b>Figure 5.a</b> Capacité du réservoir	15	<b>Figure 22.a</b> TCO, tout B-SUV, sensibilité au coût de l'électricité, véhicules de 3e main	36
<b>Figure 5.b</b> Consommation réelle thermique	15	<b>Figure 22.b</b> TCO, tout B-SUV, sensibilité au coût du carburant et des batteries, véhicules de 3e main	38
<b>Figure 5.c</b> Puissance du moteur thermique	15	<b>Figure 23.</b> TCO - C-Berline, évolution lors des changements de mains au cours de la durée de vie du véhicule	39
<b>Figure 6.</b> Ratio puissance électrique / thermique	15	<b>Figure 24.</b> Part des achats de véhicules selon le niveau de revenu	40
<b>Figure 7.</b> Part des trajets parcourus en mode électrique en fonction de l'autonomie de la batterie, de la motorisation et des cas d'usage - B-SUV	16	<b>Figure 25.</b> Part des dépenses liées à la voiture dans le budget des ménages	40
<b>Figure 8.a</b> Émissions de GES induites par la consommation d'électricité (ACV)	17	<b>Figure 26.</b> Surcoût annuel de possession d'un PHEV à moyenne batterie par rapport à un VE (BEV)	41
<b>Figure 8.b</b> Émissions de GES induites par la consommation d'essence (ACV)	17	<b>Figure 27.</b> Autonomie	43
<b>Figure 8.c</b> Émissions de GES induites par la fabrication des véhicules et des batteries (ACV)	17	<b>Figure 28.</b> B-SUV, nombre de charges sur la durée de vie du véhicule	44
<b>Figure 9.</b> Comparaison des prix des véhicules	18	<b>Figure 29.</b> B-SUV, coût moyen des importations européennes : pétrole brut et batterie	45
<b>Figure 10.</b> Propriétaires successifs et hypothèses sur la durée de vie des véhicules	19		
<b>Figure 11.a</b> Émissions de GES - Moyenne B-SUV	22		
<b>Figure 11.b</b> Émissions de GES - Moyenne D-SUV	22		
<b>Figure 12.</b> GHG Émissions, B-SUV Flottes d'entreprise à usage longues-distances intensif	23		
<b>Figure 13.</b> Émissions de GES	23		
<b>Figure 14.</b> Émissions de GES - Usage de biocarburants, moyenne B-SUV	24		

## CONTEXTE

Le Dialogue stratégique européen sur l'automobile, lancé en février 2025 par la Commission européenne, a débuté en amont du lancement du processus de Clause de révision du règlement (UE) 2019/631 portant sur les normes de performance en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> des voitures particulières et des véhicules utilitaires légers neufs. Le Dialogue stratégique et la Clause de révision visent à revoir si besoin les moyens d'orienter le secteur vers la neutralité carbone tout en tenant compte des contraintes industrielles et économiques<sup>1</sup>.

Depuis l'adoption progressive des normes européennes sur les émissions de CO<sub>2</sub>, l'Union européenne a fixé une trajectoire par paliers : - 15 % en 2025, - 55 % en 2030 et - 100 % en 2035 par rapport à 2021 pour les voitures particulières neuves. Cette trajectoire traduit une orientation politique désormais structurante : la sortie progressive des motorisations thermiques et l'électrification massive du parc. Comme l'a rappelé la présidente de la Commission Ursula von der Leyen, l'objectif n'est plus de savoir si cette électrification aura lieu, mais comment l'Europe s'y adaptera. Ce mouvement est déjà à l'œuvre dans d'autres grandes zones du monde : la Chine et l'Asie en général (y compris dans des pays tels le Vietnam, l'Indonésie) ont bâti des stratégies industrielles ambitieuses et cohérentes centrées sur le véhicule électrique, qu'il s'agisse de la production de batteries, de la montée en puissance de champions nationaux ou de l'organisation de filières complètes. Sur le plan technique comme économique, le véhicule électrique s'impose comme la solution la plus mature, la plus efficace énergétiquement et la plus compétitive à moyen terme.

En 2025, les constructeurs européens progressent globalement dans le respect de leurs objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. La part de véhicules électriques parmi les véhicules neufs augmente rapidement (+ 17 % sur le premier semestre 2025 contre + 13 % en 2024<sup>2</sup>), portée par la baisse continue des coûts de batteries et des prix de vente, ainsi que par l'essor des modèles abordables. La trajectoire actuelle montre que, sur le plan technique et économique, les constructeurs sont désormais capables de respecter les cibles 2025 et 2030, ce qui traduit une dynamique positive et encourageante pour l'industrie européenne. Toutefois, des disparités importantes entre les pays subsistent. Alors que des marchés comme l'Allemagne, la France ou les pays nordiques connaissent des ventes de VE solides et croissantes, d'autres pays d'Europe de l'Est et du

Sud restent en retard, freinés par des infrastructures de recharge limitées et des politiques publiques moins incitatives.

Parallèlement, un front d'opposition aux politiques climatiques s'est consolidé depuis 2024, avançant des arguments liés à leur inefficacité présumée, à leur coût économique ou industriel et à leur impact sur les modes de vie<sup>3</sup>. L'obligation d'électrification et les amendes qui y sont associées sont souvent présentées comme la principale source des difficultés économiques rencontrées par la filière, alors que ces difficultés ont des causes multiples : les trois quarts de l'augmentation récente du coût d'achat des véhicules neufs résultant de facteurs autres que l'électrification<sup>4</sup>.

Dans ce contexte, certains constructeurs européens réclament la possibilité de développer et commercialiser des véhicules hybrides électriques-thermiques après 2035<sup>5</sup>. Ces réflexions alimentent les demandes adressées à l'Union européenne en faveur de mesures soutenant ces motorisations, telles que des ajustements du facteur d'utilité pour les PHEV ou des bonus réglementaires divers et variés. L'argument central mis en avant est celui de la « neutralité technologique » : plutôt que d'imposer la fin de la vente de véhicules thermiques ou des véhicules non zéro émission à l'usage, l'Union européenne pourrait autoriser la commercialisation d'autres véhicules supposés bas-carbone, incluant notamment les hybrides rechargeables et ceux utilisant des biocarburants ou électrocarburants, jugés plus acceptables socialement et susceptibles de maintenir la compétitivité industrielle tout en contribuant à la décarbonation. Toutefois, la faisabilité réelle de ces options, tant sur le plan technique que sur leur impact environnemental effectif, ainsi que leur réelle attractivité client ou leurs impacts industriels, restent à démontrer et font l'objet d'analyses beaucoup trop limitées.

Derrière ce bon sens apparent du concept de neutralité technologique se cachent trois enjeux majeurs.

Premièrement, il n'est pas certain que des véhicules thermiques alimentés aux biocarburants ou électrocarburants permettent des réductions de gaz à effet de serre comparables à celles des véhicules électriques. Certains procédés de production de ces carburants peuvent générer des émissions en cycle de vie proches, voire supérieures, à celles des combustibles fossiles. Par ailleurs, leur disponibilité limitée s'agissant du potentiel

<sup>3</sup> Institut mobilités en transition (IMT) & Iddri. Une approche « contrat social » pour penser les enjeux politiques d'une transition de la mobilité, juin 2025 [[accessible en ligne](#)]

<sup>4</sup> Construire l'écologie. Greenblaming, la construction de l'épouvantail écologique, 2024. [[accessible en ligne](#)]

<sup>5</sup> Institut mobilités en transition (IMT) & C-Ways. Le vrai du faux sur les causes de l'augmentation des prix des véhicules entre 2020 et 2024, mai 2025. [[accessible en ligne](#)]

<sup>6</sup> Verband der Automobilindustrie (VDA). -10 point plan for climate-neutral mobility, juin 2025. [[accessible en ligne](#)].

<sup>1</sup> Parlement européen. Émissions de CO<sub>2</sub> : des mesures de flexibilité pour les constructeurs automobiles, mai 2025. [[accessible en ligne](#)]

<sup>2</sup> International Council on Clean Transportation (ICCT). European Market Monitor: Cars and vans (June 2025), juillet 2025. [[accessible en ligne](#)]

de production européenne) pourrait contraindre les utilisateurs de véhicules thermiques à compléter leur consommation par des carburants fossiles, réduisant ainsi les gains en termes démissions<sup>7</sup>.

Deuxièmement, le signal envoyé serait celui de la diversité et de la mise en concurrence des technologies, sans cap clair et priorités industrielles assumées. Ce qui s'apparenterait à une forme de relâchement réglementaire conduirait à une dispersion des capacités d'investissements en Europe entre différentes options technologiques, avec une prise de risque accrue pour les constructeurs et équipementiers ou à un attentisme du point de vue de la transformation industrielle. Le retard déjà patent de l'industrie européenne vis-à-vis de la Chine (marché mondial leader en ventes et production) sur la chaîne de valeur des véhicules électriques, en termes d'innovation ou de compétitivité s'en trouverait renforcé. Sans compter que la Chine produit également des hybrides rechargeables et range extender beaucoup plus compétitifs en termes de prix que ce qui est produit en Europe aujourd'hui et, de plus, non protégés par des droits de douane comme ceux qui s'appliquent aux véhicules électriques chinois.

Troisièmement, certains constructeurs mettent en avant le développement possible de nouvelles motorisations, notamment des véhicules hybrides rechargeables (PHEV) équipés de batteries de plus grande capacité que celles des modèles actuels, ainsi que des véhicules électriques à prolongateur d'autonomie (EREV – des véhicules électriques dotés d'un petit moteur thermique utilisé uniquement comme générateur pour prolonger l'autonomie, technologie uniquement commercialisée par certains constructeurs chinois). Selon eux, ces véhicules pourraient séduire davantage les automobilistes, grâce à une plus grande flexibilité sur les longs trajets (en réduisant le recours aux recharges autoroutières coûteuses), et pourraient présenter une empreinte carbone comparable à celle des véhicules électriques à batterie, en raison d'une batterie plus petite et d'une meilleure efficacité énergétique. Toutefois, leur capacité réelle – s'agissant de véhicules qui à ce stade n'existent pas sur le marché européen – à répondre à ces attentes n'a pas encore été quantifiée précisément.

Ainsi, si la « neutralité technologique », souvent promue sous couvert de « bon sens » et qui dans la pratique est souvent accompagnée d'un discours visant à assouplir les contraintes réglementaires liées à l'électrification, peut sembler avantageuse sur le papier, elle soulève des questions cruciales sur son efficacité réelle pour atteindre les objectifs de décarbonation et sur ses impacts sur la dynamique industrielle européenne. Son évaluation ne peut être crédible qu'au regard d'analyses

économiques et environnementales rigoureuses, analyses qui, à ce jour, n'ont pas été sollicitées par ceux qui la défendent.

Dans ce contexte, la présente étude a pour objectif d'objectiver de façon dépassionnée le débat sur la place des motorisations hybrides et électriques après 2035, en évaluant leur contribution potentielle :

- à la décarbonation, en considérant les émissions de gaz à effet de serre tout au long du cycle de vie de chaque véhicule ;
- au budget des ménages et usagers, en estimant leur coût total de possession ;
- aux potentiels autres bénéfices pour les usagers, pour la compétitivité industrielle ou pour la balance commerciale européenne.

Pour ce faire, toutes les motorisations thermiques, hybrides et électriques susceptibles d'être disponibles après 2035 ont été prises en compte, y compris des configurations techniques avancées promues par certains constructeurs mais encore théoriques.

Aborder cette question nécessite également de dépasser le seul point de vue des constructeurs, centré sur l'offre, pour intégrer la satisfaction des acheteurs et utilisateurs. Il ne s'agit pas seulement des acheteurs de véhicules neufs – principalement des entreprises et des ménages aisés<sup>8</sup>, représentant une minorité de la population – mais aussi de ceux du marché de l'occasion, dont les besoins diffèrent en matière de profil de roulage, d'achat et de maintenance. Certaines mesures favorables aux véhicules neufs pourraient ne pas avoir d'impact ou même pénaliser les acheteurs de véhicules d'occasion, entraînant une décarbonation à deux vitesses. L'évaluation de l'intérêt économique et climatique des véhicules doit donc se faire sur l'ensemble de leur durée de vie, en tenant compte de leur passage sur le marché de l'occasion et des propriétaires successifs, une dimension souvent négligée dans les débats et études d'impact.

<sup>7</sup> Secrétariat général à la planification écologique (SGPE). Bouclage biomasse : enjeux et orientations, novembre 2024. [[accessible en ligne](#)]

<sup>8</sup> Par exemple, pour la France : Observatoire des inégalités. Automobile et niveau de vie : qui achète quoi ?, mai 2024. [[accessible en ligne](#)]. En France, 87 % des transactions de véhicules particuliers en 2022 étaient réalisées sur le marché de l'occasion. Statistiques publiques de l'énergie, des transports, du logement et de l'environnement (SDES). Achats automobiles en 2022 : moins de motorisations thermiques et des véhicules plus récents pour les ménages les plus aisés, mars 2024. [[accessible en ligne](#)].

# MÉTHODOLOGIE RETENUE

L'étude a pour objectif d'estimer et de simuler (1) les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie des véhicules (2) le coût total de possession (TCO) ainsi que (3) plusieurs autres indicateurs de performance ou de résilience, de différentes motorisations disponibles pour les véhicules particuliers au sein de l'Union européenne à l'horizon 2035-2040.

La **figure 1** détaille les différents paramètres considérés dans la simulation.

## Hypothèses concernant les profils d'usage

Partant du principe que ces indicateurs varient fortement selon les cas d'usage, dix profils d'usage représentatifs ont été définis, couvrant l'ensemble des situations rencontrées parmi les propriétaires d'au moins une voiture particulière. Ces profils d'usage sont différenciés selon :

- le niveau de revenu (hauts revenus : 30 % des ménages les plus aisés / bas revenus : 70 % restants),
- le lieu de résidence (urbain/rural),
- le nombre de personnes à transporter (avec ou sans enfants).

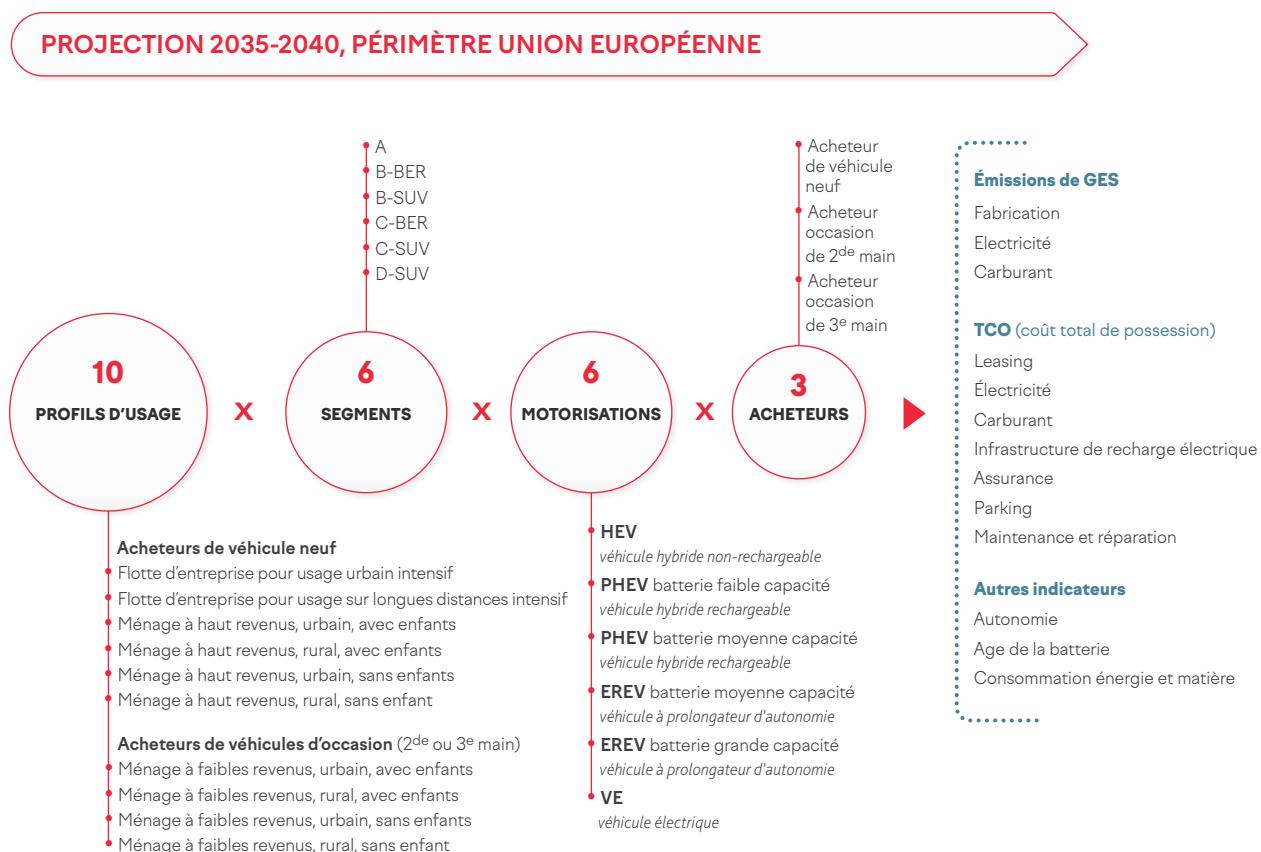
- Les dix cas d'usage retenus sont les suivants :
- 1. Flotte d'entreprise pour usage urbain intensif ;
  - 2. Flotte d'entreprise pour usage sur longues distances intensif ;
  - 3. Ménage à hauts revenus, urbain, avec enfants ;
  - 4. Ménage à hauts revenus, rural, avec enfants ;
  - 5. Ménage à hauts revenus, urbain, sans enfants ;
  - 6. Ménage à hauts revenus, rural, sans enfants ;
  - 7. Ménage à faibles revenus, urbain, avec enfants ;
  - 8. Ménage à faibles revenus, rural, avec enfants ;
  - 9. Ménage à faibles revenus, urbain, sans enfants ;
  - 10. Ménage à faibles revenus, rural, sans enfants.

Les flottes d'entreprise pour usage urbain intensif et les flottes d'entreprise pour usage sur longues distances intensif incarnent deux cas contrastés d'usage de véhicules professionnels, considérant que des flottes de véhicules d'entreprises sont souvent composées d'une part de véhicules particuliers légers, pour de courtes distances, et d'autre part de véhicules particuliers plus lourds, pour de plus longues distances.

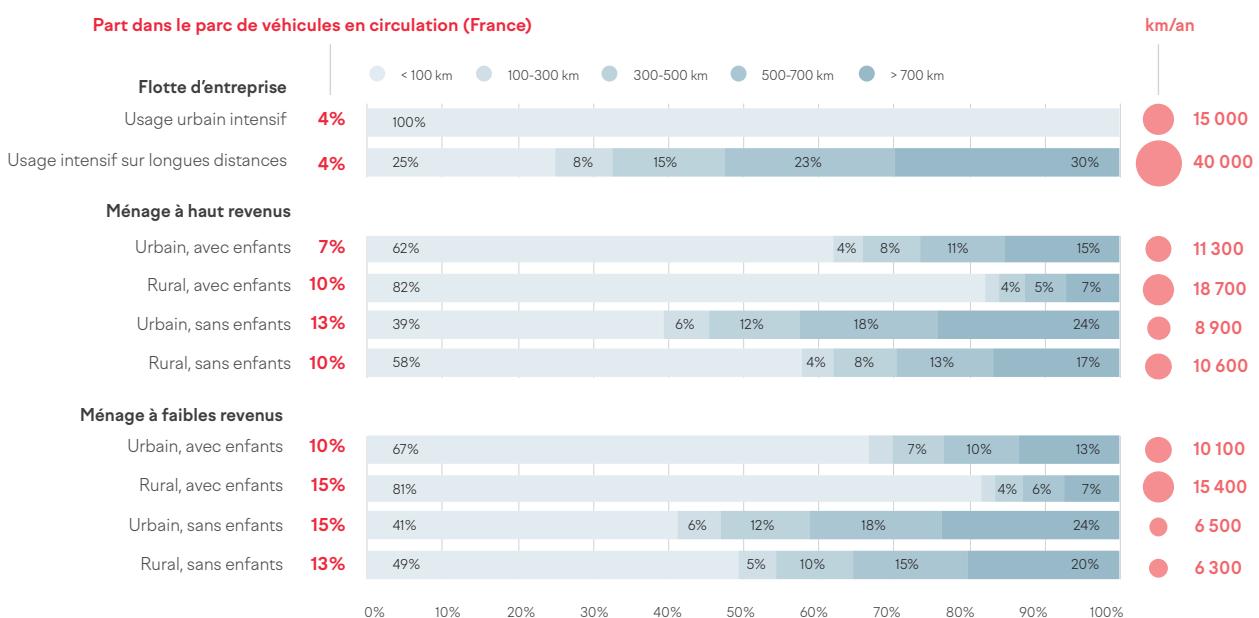
Pour chacun de ces profils d'usage, trois paramètres principaux ont été définis :

- type d'achat : neuf ou d'occasion. Les ménages à hauts revenus et les flottes d'entreprises ont été considérés comme achetant principalement des véhicules neufs,

**FIGURE 1. Un modèle multicritères**



**FIGURE 2. Répartition des profils d'usage par typologies de distances annuelles**



Profils d'usage déterminés à partir des enquêtes de déplacement en France, considérés représentatifs à l'échelle européenne.

tandis que les ménages à bas revenus privilégiennent l'achat d'occasion (seconde ou troisième main) ;

- distances annuelles parcourues : en fonction du lieu de résidence et du niveau de revenu ;
- répartition des distances annuelles : proportion de trajets courts et longs, y compris la répartition des trajets en différentes classes de longueur afin de tenir compte du besoin de recharge et de la part de roulage en mode électrique versus thermique pour les véhicules dotés de deux modes d'énergie.

En l'absence de données disponibles à l'échelle européenne, ces profils de mobilité sont issus d'une analyse statistique d'enquêtes françaises<sup>9</sup>. Ils sont supposés suffisamment représentatifs pour définir des groupes d'utilisateurs au niveau européen. Ces profils d'usage visent à représenter la grande majorité des cas d'usage au sein de l'UE, tout en restant suffisamment distincts les uns des autres pour illustrer des situations contrastées.

Considérant qu'après 2035, seuls des véhicules électriques seront disponibles sur les segments A et B-Berline (voir section suivante), l'analyse suivante se concentre exclusivement sur les caractéristiques des véhicules de segment B-SUV et supérieurs. Il a donc été nécessaire d'identifier les déplacements spécifiques associés à ces véhicules. Ces segments constituent en effet la majorité des véhicules principaux des foyers et concentrent, à ce titre, l'essentiel des déplacements longue distance effectués en voiture. En pondérant les résultats par la représentativité de chaque cas d'usage dans le parc, on obtient que les ménages à hauts revenus utilisant ces véhicules réalisent en moyenne 63 % de leurs déplacements en courte distance, contre 67 % pour les ménages à faibles revenus. À titre de comparaison, cette part s'élèverait à 79 % en moyenne si l'on considérait l'ensemble des déplacements, sans distinction de segment.

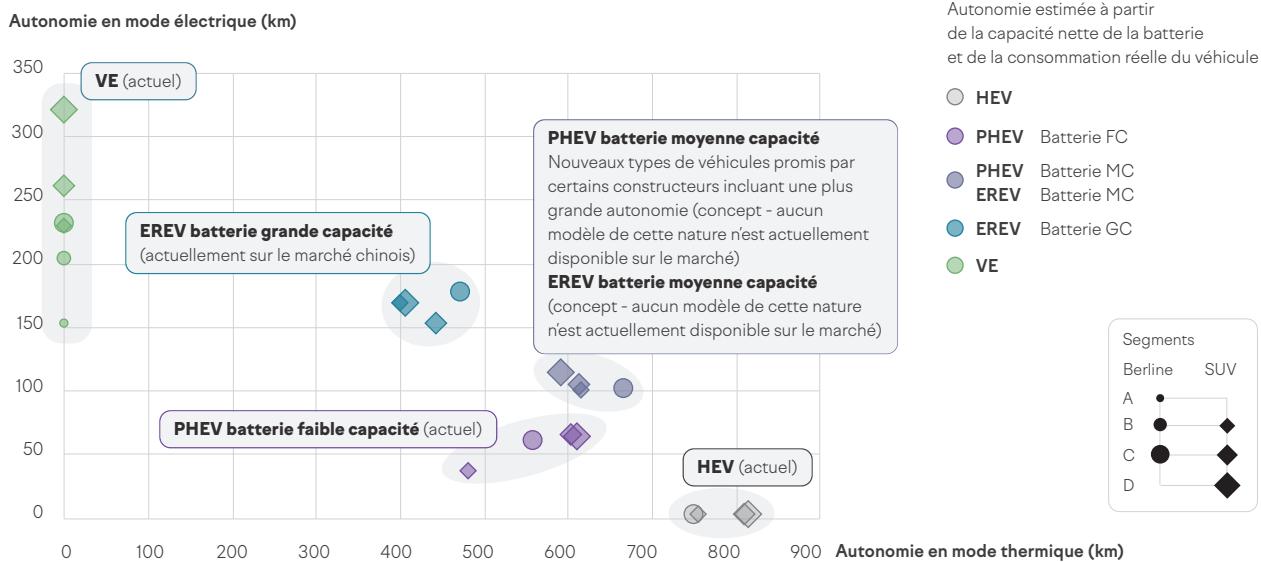
La **figure 2** détaille les distances parcourues, le type de distances, et la représentativité de chacun des profils d'usage considérés. Lecture : les ménages hauts revenus, urbains, avec enfants roulent en moyenne 11 300 km par an, dont 62 % de cette distance sur des trajets de moins de 100 km. Ils représentent 7 % du parc de véhicules particuliers en circulation.

## Hypothèses concernant les performances techniques

Pour couvrir l'ensemble des motorisations disponibles à l'achat en 2035-2040, six segments de véhicules ont été

<sup>9</sup> Notamment, l'Enquête Mobilité des Personnes (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, Résultats détaillés de l'enquête mobilité des personnes de 2019, décembre 2021, [accessible en ligne]). L'enquête ne documentant pas le segment des véhicules, il a été nécessaire de la compléter afin d'identifier les déplacements spécifiques aux véhicules de segment B-SUV et supérieurs. Pour ce faire, une seconde base de données produite par C-Ways, renseignant les pratiques de mobilité routière ainsi que le segment des véhicules, a été mobilisée. Le raccordement entre les deux sources a été réalisé sur la base d'un ensemble de variables communes et pertinentes (mobilité courte distance du véhicule principal, mobilité longue distance du véhicule principal, niveau de revenus, type d'agglomération, taille et composition du foyer).

**FIGURE 3. Hypothèses concernant l'autonomie en modes thermique et électrique**



Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

considérés : A ; B-Berline ; B-SUV ; C-Berline ; C-SUV ; D-SUV.

Ces segments ont été croisés avec six motorisations différentes :

- véhicules hybrides non rechargeables (HEV) ;
- véhicules hybrides rechargeables (PHEV) à batterie de faible capacité, ce qui correspond aux véhicules actuellement mis sur le marché en Europe ;
- véhicules hybrides rechargeables (PHEV) à batterie de capacité moyenne, nouveau type d'hybride rechargeable promu par certains constructeurs haut de gamme, offrant une autonomie électrique accrue (concept) ;
- véhicules électriques avec prolongateur d'autonomie (EREV) et batterie de capacité moyenne, nouveau type d'hybride rechargeable promu par certains constructeurs haut de gamme, offrant une autonomie électrique accrue (concept) ;
- véhicules électriques avec prolongateur d'autonomie (EREV) et batterie de grande capacité (EREV), disponible pour le moment uniquement sur le marché chinois ;
- véhicules électriques à batterie (VE)

Les PHEV à batterie de moyenne capacité et les EREV sont des véhicules encore largement théoriques, promus par les constructeurs. Des caractéristiques techniques ont été établies pour ces véhicules, en se basant sur la connaissance des constructeurs automobiles et des véhicules déjà existants sur le marché chinois.

Pour les segments A et B-Berline, seules les caractéristiques des VE ont été définies, considérant que ces segments ne devraient pas proposer de motorisations PHEV ou EREV à l'horizon 2035, l'encombrement limité de ces véhicules rendant complexe de combiner efficacement motorisation thermique et électrique.

Les véhicules 100 % thermiques (ICE) n'ont pas été considérés, vu leur remplacement progressif par des véhicules HEV, devenant le nouveau standard automobile pour les véhicules majoritairement thermiques<sup>10</sup>.

Tous les véhicules dotés d'un moteur thermique ont été supposés équipés d'une motorisation essence.

La **figure 3** présente l'autonomie en mode électrique et/ou thermique comparée, résultant des hypothèses considérées dans l'étude pour chacun des véhicules définis. *Lecture : les véhicules B-SUV PHEV équipés d'une batterie de faible capacité ont une autonomie réelle de 36 km en mode électrique et 481 km en mode thermique.*

Pour chaque combinaison segment × motorisation, ont été définis :

- la capacité réelle de la batterie électrique et du réservoir de carburant ;
- la consommation d'énergie réelle par kilomètre (pour les motorisations thermiques comme électriques) ;

<sup>10</sup> Geffray, L.-P., Benoit, M., « La motorisation hybride est le nouveau standard automobile : un redéploiement des politiques publiques vers le véhicule électrique s'impose », *Institut Mobilités en Transition*, décembre 2024. [accessible en ligne]

- la puissance des moteurs électriques et/ou thermiques ;
- la part de l'usage de la motorisation thermique et électrique, en distinguant courtes et longues distances.

Ces paramètres techniques reposent :

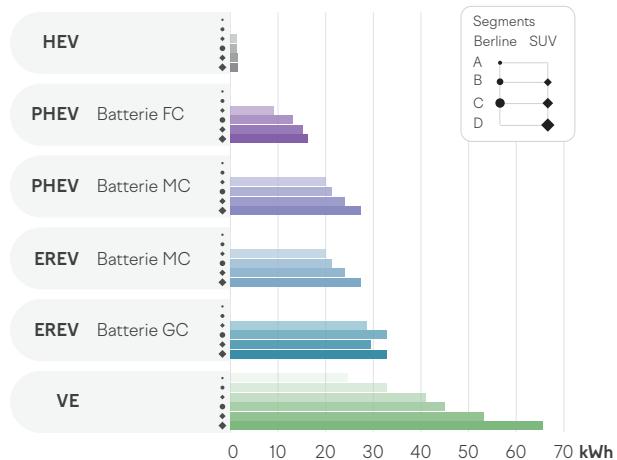
- pour les HEV, PHEV et EREV sur les performances des véhicules vendus entre 2023 et 2025 au sein de l'Union européenne<sup>11</sup>. Les EREV à batterie de capacité moyenne, qui n'existent encore qu'à l'état de concept, ont été supposées identiques à celles des PHEV à batterie de capacité moyenne. Les performances des PHEV/EREV considérés couvrent l'ensemble de l'éventail des possibilités entre les PHEV actuellement vendus dans l'UE et les EREV vendus en Chine (les performances des EREV circulant au sein de l'UE étant à l'heure actuelle essentiellement produite par des constructeurs chinois). Les EREV à batterie de forte capacité présentent notamment une efficacité énergétique meilleure en mode électrique que les véhicules électriques, du fait d'un poids moindre.
- pour les VE, sur les performances des véhicules vendus et annoncés en 2025.
- concernant la capacité des batteries, il a été considéré que la capacité réellement utilisable correspondait à 82 % de la capacité homologuée, les conducteurs limitant les décharges/recharges complètes pour préserver les performances de leur batterie.
- concernant l'efficacité énergétique des véhicules, il a été considéré un écart de + 15 % entre l'efficacité homologuée et l'efficacité réelle.

Les **figures 4.a, 4.b, 4.c, 5.a, 5.b, 5.c, et 6** détaillent les hypothèses techniques considérées pour chaque véhicule, puis leur comparaison avec la moyenne des ventes 2024 sur le marché UE et la Chine. *Lecture : les véhicules électriques (VE) de segment A disposent d'une batterie de 25 kWh de capacité nette, correspondant à 82 % de leur capacité homologuée pour refléter les conditions réelles d'utilisation.*

La projection sur la période 2035-2040 des performances des véhicules repose donc de façon conservatrice sur les performances techniques réelles à date des véhicules. Ces hypothèses sont globalement plus défavorables aux motorisations électriques qu'aux motorisations thermiques, dans la mesure où d'importants progrès technologiques sont attendus d'ici 2035-2040 sur les batteries (densité énergétique, masse, technologie), et sur l'efficacité des véhicules, tandis que les marges d'amélioration des motorisations thermiques restent

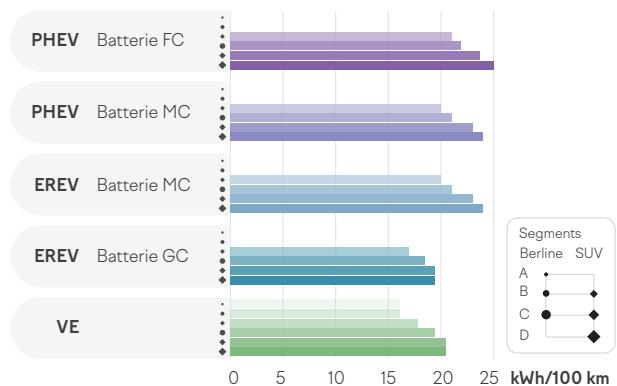
<sup>11</sup> Site internet des constructeurs, consultation d'experts, modélisations C-Ways, ICCT à partir des données de ventes européennes de ADAC sur la période 2025-2023. En raison du faible nombre de modèles disponibles, l'efficacité énergétique moyenne des PHEV à batterie de faible capacité B-SUV étaient incohérentes. Elle a donc été réévaluée afin d'assurer la cohérence des performances entre les segments.

**FIGURE 4.a Capacité nette de la batterie**



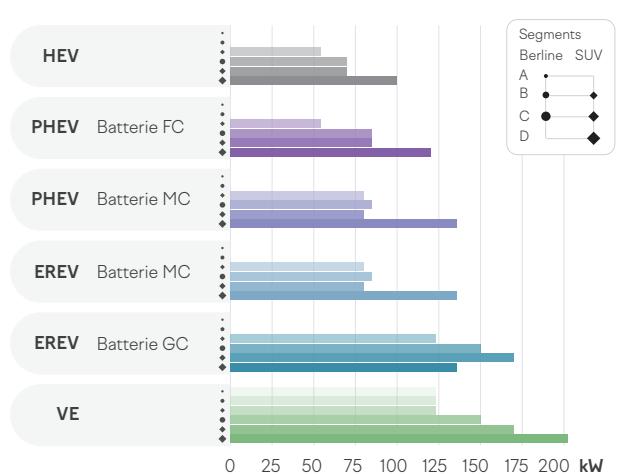
Capacité nette utilisée dans les simulations = 82 % de la capacité brute.  
La différence prend en compte la volonté de limiter les surcharges/décharges profondes pour préserver la durée de vie de la batterie et sa performance.

**FIGURE 4.b Consommation électrique réelle**



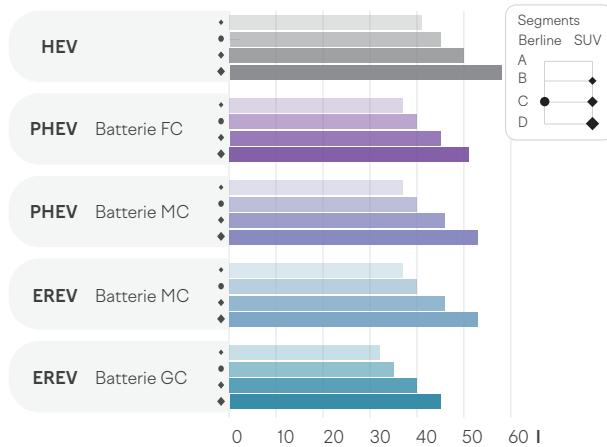
La consommation réelle a été considérée à 115 % des valeurs homologuées en cycle standard.

**FIGURE 4.c Puissance du moteur électrique**

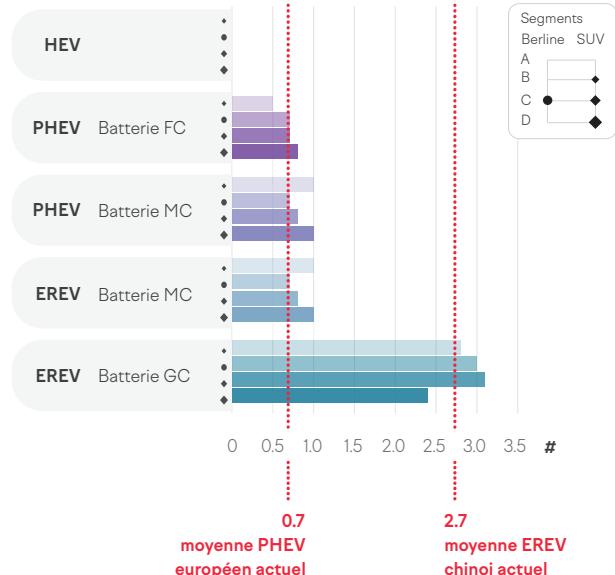


Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

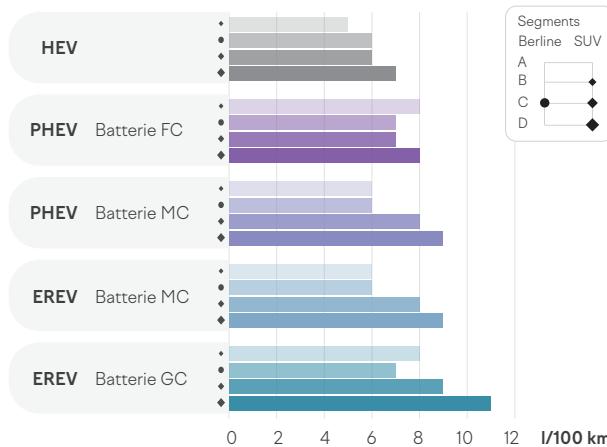
**FIGURE 5.a Capacité du réservoir**



**FIGURE 6. Ratio puissance électrique / thermique**

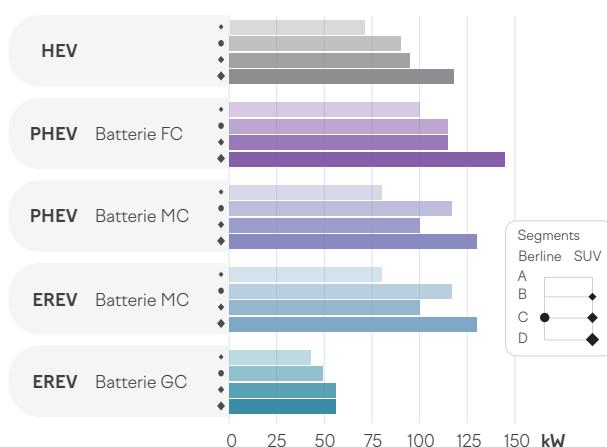


**FIGURE 5.b Consommation réelle thermique**



Real-world consumption considered equal to 115% of homologation values.

**FIGURE 5.c Puissance du moteur thermique**



Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

limitées en raison de leur maturité technologique déjà atteinte. Les résultats de l'étude ne dépendent donc pas de paris techniques sur un accroissement fort des performances des véhicules électriques, qui amélioreraient encore leurs performances.

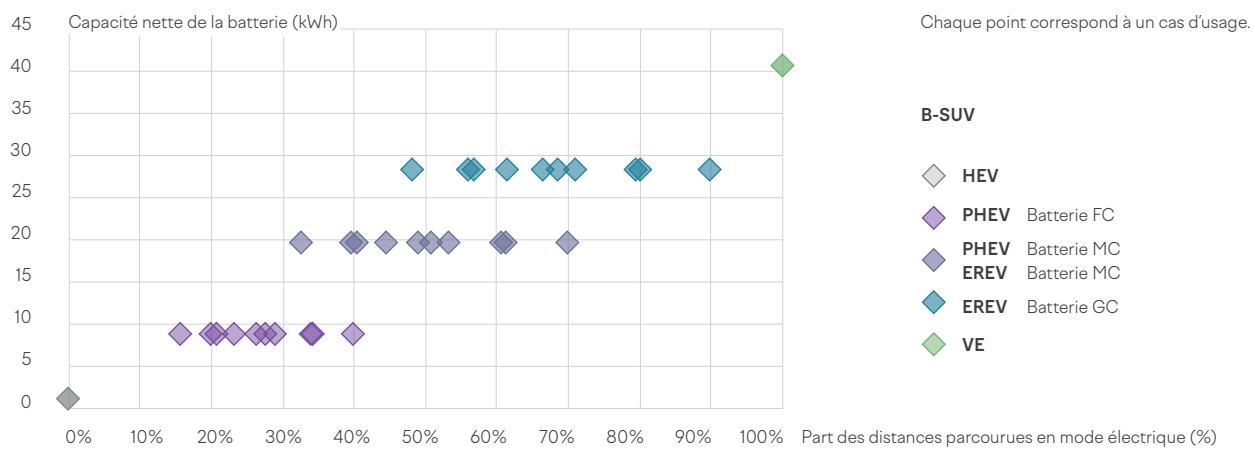
Enfin, pour tenir compte du fait que les PHEV et EREV ne sont pas rechargeés avant chaque trajet, différents comportements de recharge sont pris en considération selon le type de trajet. Pour les trajets courts, dans des conditions réalistes :

- les PHEV à batterie de faible capacité sont considérés rechargeés avant 40 % des trajets,
- les PHEV à batterie de moyenne capacité ainsi que les EREV à batterie de moyenne capacité sont rechargeés avant 70 % des trajets,
- les EREV à batterie de forte capacité sont rechargeés avant 90 % des trajets.

Pour tous les trajets longs, la batterie est supposée être pleinement rechargeée avant chaque départ.

La **figure 7** illustre la part des déplacements effectués par un véhicule de segment B-SUV en fonction de sa motorisation et de son profil d'usage (tous les profils d'usage sont représentés par un point pour chaque motorisation) et la part de l'usage en mode électrique. *Lecture : pour un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de faible capacité, 15 à 40 % des kilomètres sont parcourus en mode électrique en fonction du cas d'usage.*

**FIGURE 7. Part des trajets parcourus en mode électrique en fonction de l'autonomie de la batterie, de la motorisation et des cas d'usage – B-SUV**



Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

## Hypothèses concernant les émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de GES en cycle de vie des véhicules estimées dans la présente étude incluent :

- la phase de fabrication ;
- la phase d'usage (carburant et électricité).

Les émissions liées au recyclage et à la maintenance des véhicules ne sont pas prises en compte par manque de données projetées sur la période 2035-2040 et du fait de la faible importance de ces postes d'activité dans les émissions d'un véhicule en cycle de vie.

Pour estimer les émissions de chaque combinaison cas d'usage × segment × motorisation en cycle de vie, des hypothèses ont été établies concernant :

- les émissions liées à la consommation de carburant (incluant les émissions amont), avec ou sans intégration de biocarburants ;
- les émissions liées à la production d'électricité (incluant les émissions amont) ;
- les émissions liées à la fabrication du véhicule ;
- les émissions liées à la fabrication de la batterie.

**Fabrication des véhicules hors batteries.** Les émissions de GES liées à la fabrication des véhicules (hors batterie) ont été estimées de 4 tCO<sub>2</sub>e pour un véhicule du segment A à 8 tCO<sub>2</sub>e pour un véhicule du segment D. Cela correspond à une baisse de - 15 % des émissions de GES liées à la fabrication des véhicules hors batteries par rapport aux émissions à la production des véhicules équivalents actuels<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Negri, M., & Bieker, G. (2025). *Life-cycle greenhouse gas emissions from passenger cars in the European Union: A 2025 update*

**Fabrication des batteries.** Les émissions de GES liées à la fabrication des batteries ont été prises en compte à hauteur de 48 kgCO<sub>2</sub>/kWh de capacité homologuée, soit les émissions moyennes d'une batterie NMC fabriquée au sein de l'UE estimée à l'échéance 2035. Ces émissions correspondent à une baisse de - 20 % par rapport aux émissions actuelles des batteries NMC fabriquées au sein de l'UE, baisse notamment liée à la baisse de l'intensité carbone du mix électrique UE projeté dans les 10 prochaines années<sup>13</sup>.

**Carburant fossile.** Les émissions de GES liées à la consommation de carburant ont été estimées pour chaque combinaison segment × motorisation sur la base des émissions homologuées des véhicules actuellement vendus au sein de l'UE, en intégrant une estimation des émissions amont (notamment raffinage)<sup>14</sup>.

**Biocarburant.** Les émissions de GES liées à la consommation de biocarburants ont été estimées à - 51 % par rapport à l'essence, en considérant uniquement le cycle de vie du carburant (hors fabrication du véhicule et fin

and key factors to consider (ID392-). International Council on Clean Transportation. [[available online](#)] ; BIEKER, G. (2021). *A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars (rev. 2)*. International Council on Clean Transportation. [[available online](#)]

<sup>13</sup> Negri, M., & Bieker, G. (2025). *Life-cycle greenhouse gas emissions from passenger cars in the European Union: A 2025 update and key factors to consider (ID-392)*. International Council on Clean Transportation. [[available online](#)] ; BIEKER, G. (2021). *A global comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars (rev. 2)*. International Council on Clean Transportation. [[available online](#)]

<sup>14</sup> Sites internet des constructeurs, appels avec des experts, expertise C-Ways et ICCT, données de ventes européennes de ADAC sur la période 2025-2023.

de vie). Cette estimation repose sur les travaux effectués par l'Ademe sur les émissions de bio-essence, intégrant un changement d'usage des sols modéré<sup>15</sup>. Cette hypothèse prend en compte le fait qu'une part importante des bio-essences consommées en France est importée, ce qui engendre, hors du territoire national, des émissions liées au changement d'usage des sols<sup>16</sup>. Cette part importée serait susceptible d'augmenter sensiblement si la circulation d'un volume important de véhicules fonctionnant à 100 % aux biocarburants était autorisée.

**Électricité.** Les émissions de GES liées à la consommation d'électricité ont été établies à 100 gCO<sub>2</sub>eq/kWh, valeur correspondant à la moyenne projetée du mix électrique de l'Union européenne sur la période 2025-2035<sup>17</sup>.

Les **figures 8.a, 8.b, et 8.c** présentent les hypothèses concernant les émissions de GES des véhicules considérés dans l'étude. Lecture : les véhicules B-SUV HEV entraînent des émissions de GES liées à la combustion de l'essence et du raffinage de 103 gCO<sub>2</sub>eq/km.

## Hypothèses concernant les TCO

Pour estimer le coût total de possession (TCO) de chaque combinaison cas d'usage × segment × motorisation, les hypothèses retenues sur les aspects suivants sont listées ci-dessous.

**Coût de fabrication des véhicules hors batteries.** Le coût lié à la fabrication de chaque véhicule hors batterie est défini pour chaque segment. Il correspond au coût moyen pour les véhicules vendus au sein de l'UE abaissé de - 3000 €, correspondant aux gains d'efficacité dans la production projetés d'ici 2030-2040<sup>18</sup>.

**Coût de fabrication des batteries.** Le coût des batteries varie entre 300 €/kWh (HEV) et 80 €/kWh (VE) pour refléter la part fixe du coût lié aux batteries, un prix correspondant au coût projeté pour une batterie NMC fabriquée au sein de l'UE à échéance 2030-2040.

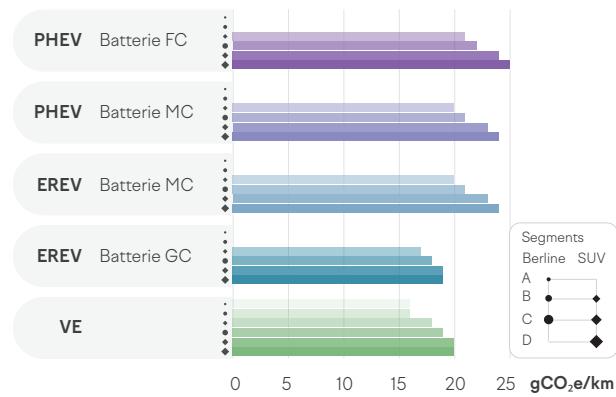
<sup>15</sup> Ademe. Analyses de cycle de vie appliquées aux biocarburants de première génération consommés en France, avril 2018. [[accessible en ligne](#)]

<sup>16</sup> Geffray, L.-P., Aubert, P.-M., Frouin, Y., *Biocarburants de 1<sup>re</sup> génération dans le transport routier : mieux comprendre les dynamiques à l'œuvre et les enjeux à venir*, Institut Mobilités en Transition (IMT), novembre 2023. [[accessible en ligne](#)]

<sup>17</sup> C-Ways via IEA. A titre de comparaison, ces émissions sont très largement supérieures à celles du mix électrique français actuel, estimées à 30,2 gCO<sub>2</sub>eq/kWh en 2024 par RTE. Les estimations d'émissions de GES considérées ici sont donc une moyenne européenne, supérieures à celles d'un véhicule utilisé en France. Réseau de Transport d'Électricité (RTE). Bilan électrique 2024 – Synthèse, avril 2025. [[accessible en ligne](#)]

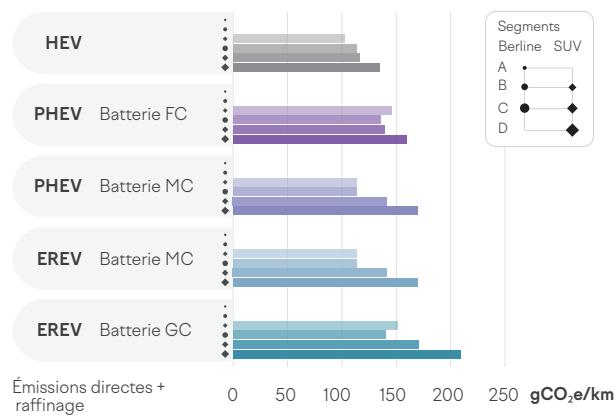
<sup>18</sup> Site internet des constructeurs, consultation d'experts, modélisations C-Ways

**FIGURE 8.a Émissions de GES induites par la consommation d'électricité (ACV)**



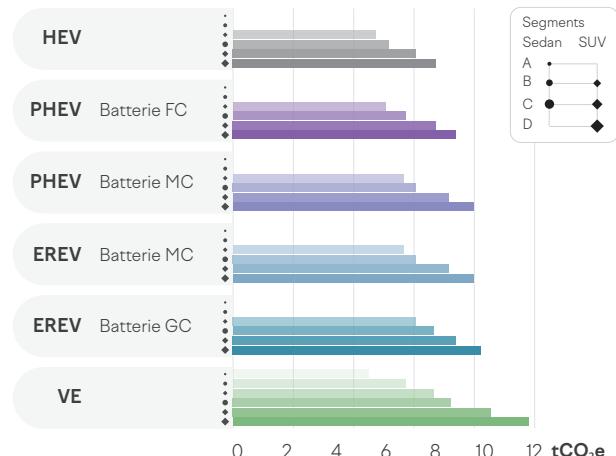
Mix électrique européen 2035-2040 (ACV) : 100 gCO<sub>2</sub>eq/kWh.

**FIGURE 8.b Émissions de GES induites par la consommation d'essence (ACV)**



Émissions directes + raffinage

**FIGURE 8.c Émissions de GES générées à la fabrication des véhicules et des batteries (ACV)**



Considérant des émissions induites de la fabrication de batterie de -20% vs. les batteries de chimie NMC actuellement produites en Europe. Les émissions induites par la fabrication des véhicules en dehors des batteries, en 2035, sont estimées à 15% sous les valeurs moyennes actuelles.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

Pour les VE, il s'agit d'une baisse de 27 % du prix lié aux batteries par rapport aux batteries actuelles, reflétant le gain d'efficacité projeté des gigafactory européennes à cette échéance<sup>19</sup>. Ce prix reste supérieur à celui projeté des batteries LFP produites en Chine à cette échéance, estimée à environ 60 €/kWh. Cette hypothèse doit être considérée comme conservatrice dans le cadre de cette étude et étant donné les objectifs d'objectivation fixés (le caractère conservateur est lié à la volonté de ne privilier en aucun cas par défaut le TCO des véhicules purs électriques par rapport aux autres motorisations).

**Coût de fabrication des moteurs électriques et thermiques.** Le coût des moteurs électriques a été fixé à 18 €/kW contre 20 €/kW pour les moteurs thermiques, sur la base du coût actuel de ces motorisations<sup>20</sup>.

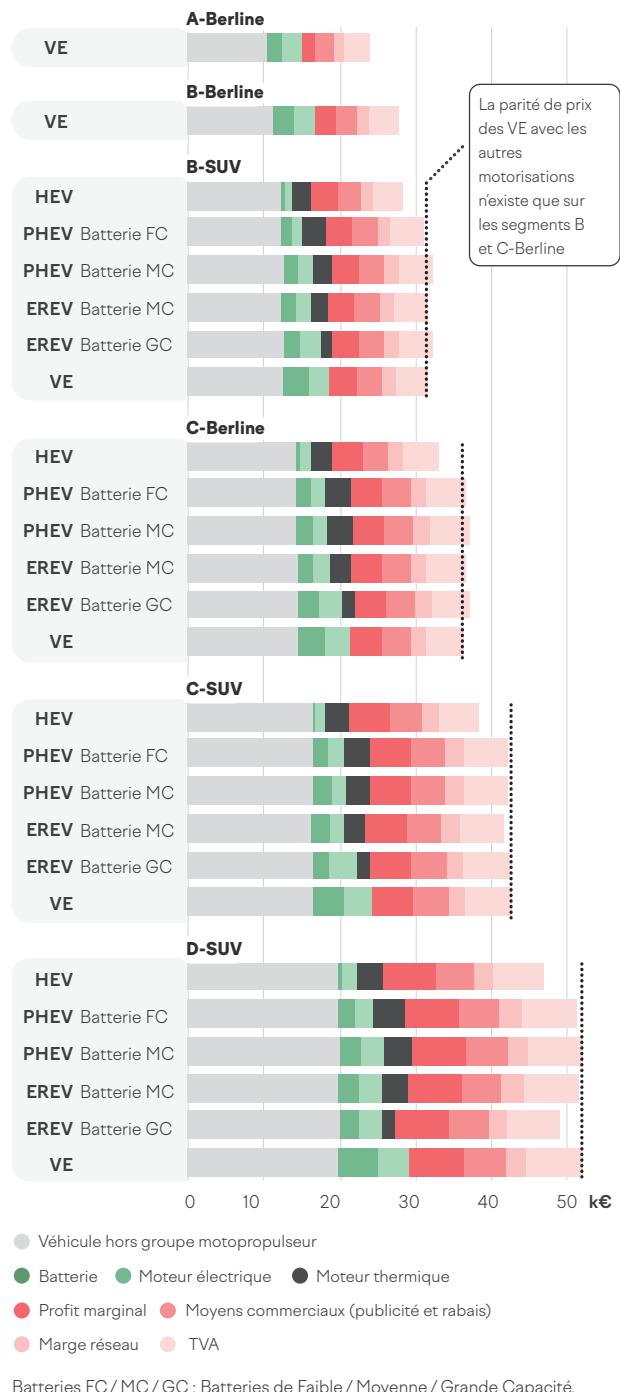
**Marges constructeurs.** Les marges unitaires des constructeurs par segment sont supposées similaires à celles observées actuellement mais identiques quel que soit la motorisation des véhicules (ce qui diffère de la politique actuelle des constructeurs, qui pratiquent des marges supérieures pour les véhicules thermiques que pour les véhicules électriques), variant de 1500 € par véhicule de segment A à 7000 € pour un véhicule de segment D-SUV<sup>21</sup>.

**Subventions publiques.** Aucune subvention publique n'est prise en compte, supposant que les subventions publiques en faveur de l'achat des véhicules électriques disparaîtront avec leur part croissante dans les ventes.

**Marges réseau, anticipation du rabais et rabais.** A ces coûts de production a été ajouté une marge du réseau de distribution de 8 %, une anticipation de rabais de 15 %, une TVA de 20 %, et un rabais de - 5 % pour les acheteurs particuliers et - 15 % pour les acheteurs de flottes professionnelles, à l'image des marges et rabais actuellement en vigueur<sup>22</sup>.

La **figure 9** détaille le prix de vente des véhicules, hors rabais, pour l'ensemble des véhicules considérés dans l'étude. *Lecture : le coût de production des VE de segment A hors batteries est estimé à 10500 € par véhicule.*

**FIGURE 9. Comparaison des prix des véhicules**



<sup>19</sup> Site internet des constructeurs, consultation d'experts, modélisations C-Ways

<sup>20</sup> Site internet des constructeurs, consultation d'experts, modélisations C-Ways

<sup>21</sup> Site internet des constructeurs, consultation d'experts, modélisations C-Ways

<sup>22</sup> Site internet des constructeurs, consultation d'experts, modélisations C-Ways

**Mode de calcul du prix d'achat.** Ces prix d'achat sont intégrés dans le calcul du TCO en considérant un achat en leasing ou via un crédit<sup>23</sup> dont le remboursement est lissé sur cinq ans pour chaque acheteur. Le montant à rembourser dépend :

- de la valeur du véhicule selon son âge et de sa motorisation. Pour cela, une fonction de valeur résiduelle qui suit une forme exponentielle décroissante en plusieurs phases a été définie à partir de la littérature<sup>24</sup> et de rapport récent<sup>25</sup> pour refléter l'évolution actuelle de la valeur résiduelle des véhicules en fonction de leur motorisation – en distinguant thermique et électrique.
- du taux du prêt, variant entre 6 % (acheteur de véhicule neuf), 7 % (acheteur de véhicule en seconde main) et 9 % (acheteur de véhicule en 3<sup>e</sup> main)<sup>26</sup>. L'augmentation du taux d'intérêt représente le fait que les acheteurs de véhicules d'occasion sont plus pauvres que les acheteurs de véhicules neufs, et donc considérés comme moins solvables.

Les acheteurs de véhicules neufs sont par la suite reliés à des profils d'usage de flottes d'entreprise ou de ménages à hauts revenus, alors que les acheteurs de véhicules d'occasion sont reliés aux ménages à bas revenus<sup>27</sup>.

<sup>23</sup> Les offres de leasing progressent et représentent la moitié des ventes de PHEV achetés par des particuliers en 2024 et %81 concernant les véhicules électriques à batterie (contre %60 en 2023). Pour les achats des professionnels, ces dynamiques sont encore plus marquées puisque le leasing constitue %83 des achats de PHEV en 2024 (contre %79 en 2023) et %74 pour les VE (contre %64 en 2023). AVERE-France. Les indicateurs d'attractivité du véhicule électrique en 2024, juin 2025. [La note de synthèse est accessible en ligne].

<sup>24</sup> Guo, Z. et Zhou, Y. Residual value analysis of plug-in vehicles in the United States. Energy Policy, 2019. [accessible en ligne]. Sharma, J. et Kumar Mitra, S. Developping a used car pricing model applying Multivariate Adaptive regression Splines approach. Expert Systems with Applications, 2024. [accessible en ligne]. Ghibellini, A. et al. A comprehensive approach to residual value analysis in the luxury automotive market. IEEE access, 2025. [accessible en ligne].

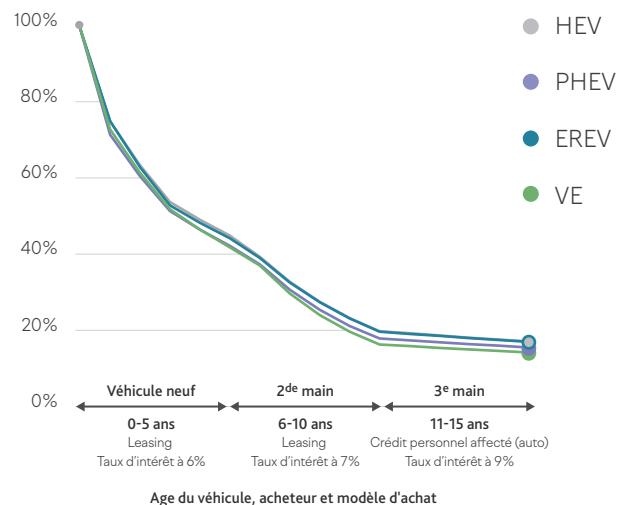
<sup>25</sup> BCG, rapport pour Charge France. Why BEVs outperform PHEVs and Range-Extended EVs for light transport decarbonization by 2035 in Europe, 2025. [accessible en ligne]. T&E. Used electric cars are hot, leasing deals are not (Brief). 2023. [accessible en ligne]. AVERE. Étude de marché du véhicule électrique d'occasion, 2025. [accessible en ligne]

<sup>26</sup> Outre les observations sur des sites comparateurs comme CheckmonCredit et MeilleursTaux, ces taux ont été fixés croissants en considérant deux facteurs cumulatifs : l'âge du véhicule, la baisse des revenus des acquéreurs à mesure que le véhicule est âgé.

<sup>27</sup> Ce choix est réalisé à partir des dynamiques d'achat observées. De manière stylisée, environ un quart des achats sur le marché neuf sont réalisés par les ménages ayant un niveau de vie inférieur ou égal à la médiane, alors que cette part double pour les achats des véhicules ayant entre 5 et 10 ans et est de 60 % pour les achats de véhicules de 10 à 15 ans. Statistiques publiques de l'énergie, des transports, du logement et de l'environnement (SDES). Achats automobiles en 2022 : moins de motorisations thermiques et des véhicules plus récents pour les ménages les plus aisés, mars 2024. [accessible en ligne]. Depuis 2019, cette tendance se renforce. Institut Mobilités en Transition (IMT) & C-Ways. Le vrai du faux sur les causes de l'augmentation des prix des véhicules entre 2020 et 2024, mai 2025. [accessible en ligne].

**FIGURE 10. Propriétaires successifs et hypothèses sur la durée de vie des véhicules**

Valeur résiduelle au cours de la durée de vie du véhicule en fonction de la motorisation (en % du prix d'achat neuf).



La figure 10 présente l'évolution de la valeur résiduelle des véhicules en fonction du taux d'intérêt lié à l'achat de chaque typologie de véhicules. Lecture : au bout de 5 ans, la valeur résiduelle des véhicules électriques correspond à 42 % de sa valeur d'achat.

Type acheteur	Age du véhicule à l'achat	Durée	Valeur à l'achat en part du prix du véhicule neuf	Taux d'emprunt leasing/ crédit
Véhicule neuf	0 ans	5 ans	Toutes motorisations : 100 %	6 %
Seconde main	5 ans	5 ans	HEV : 45 % PHEV : 42 % EREV : 44 % VE : 42 %	7 %
Troisième main	10 ans	5 ans	HEV : 20 % PHEV : 18 % EREV : 20 % VE : 16 %	9 %

**Prix de l'essence.** Le prix de l'essence a été fixé à 1,79 €/l dans les simulations de référence, sur la base d'un prix de 80 \$ par baril, ce qui correspond au prix moyen observé entre septembre 2021 et septembre 2025<sup>28</sup>, en supposant un prix de distribution et une taxation identique à

<sup>28</sup> INSEE. Cours des matières premières importées – Pétrole brut Brent (Londres) – Prix au comptant en dollars US par baril. Série statistique n° 010002077. [accessible en ligne]

la moyenne actuelle de l'Union européenne<sup>29</sup>. De façon conservatrice, ce prix de l'essence n'intègre donc pas de surcoût lié à la mise en place de l'ETS<sup>30</sup>.

**Prix du bio-essence.** Le prix du bio-essence a été fixé à 2,8 €/l, en tenant compte des surcoûts actuels par rapport à l'essence en France<sup>31</sup>, et en supposant des recettes fiscales par litre de carburant identiques à celles de l'essence. Dans l'hypothèse d'une part conséquente de véhicules fonctionnant à 100 % aux biocarburants, il est considéré qu'il ne serait pas envisageable de maintenir les subventions actuelles et que l'État chercherait à obtenir des revenus comparables à ceux tirés des carburants fossiles liquides.

**Prix de l'électricité.** Le prix de l'électricité consommée pour les courtes distances a été fixé à 0,20 €/kWh (charges essentiellement à domicile ou sur le lieu de travail). Un surcoût de 0,40 €/kWh est appliqué pour les recharges rapides, uniquement prises en compte pour les VE lorsque les trajets longues distance dépassent leur autonomie<sup>32</sup>. (Pour la France, cela correspondrait à un coût de fourniture de l'électricité en légère hausse, à 70 €/MWh, à fiscalité identique).

	Valeur de référence dans les simulations	Exercice de sensibilité produit dans le rapport
Prix de l'électricité	0,20 €/kWh (0,60 €/kWh pour les recharges rapides)	coût min UE 2024 : 0,10 €/kWh (0,30 €/kWh pour les recharges rapides) coût max UE 2024 : 0,40 €/kWh (1,20 €/kWh pour les recharges rapides)
Prix de l'essence	1,79 €/l	augmentation + 20 % : 2,15 €/l
Prix du bio-essence	2,8 €/l	

**Bornes de recharges.** Le prix d'installation d'une borne de recharge a été estimé à 1 000 €, soit 200 € par an sur 5 ans, pour toutes les motorisations hors HEV. Ce prix correspond au prix moyen actuel au sein de l'UE.

**Maintenance.** Le coût de maintenance a été évalué sur la base des coûts actuels de la maintenance en fonction de la motorisation des véhicules et de leur âge<sup>33</sup>.

**Assurance.** Le coût de l'assurance a été considéré proportionnel au coût d'achat du véhicule et identique quel que soit la motorisation, sur la base des coûts actuels au sein de l'UE<sup>34</sup>.

**Stationnement.** Un prix de stationnement annuel a été intégré dans les calculs, sans différencier de montant en fonction des motorisations, ni des segments.

Valeur de référence dans les simulations	
Coût de l'installation d'une borne de recharge	200 €/an (1000 €/5 ans) pour tous véhicules hors HEV
Coûts de maintenance	frais fixes d'inspection : 68 €/an frais supplémentaires véhicule neuf : 447 €/an frais supplémentaires véhicule en seconde main : 564 €/an frais supplémentaires véhicule en troisième main : 680 €/an variation des frais supplémentaires en fonction de la motorisation : - 10 % pour les VE ; + 10 % pour les HEV, PHEV et EREV
Assurance	408 + 0,014538*prix d'achat €/an

De manière générale, la projection du TCO pour la période 2030-2040 présentée dans cette étude repose sur le raisonnement suivant :

- les performances techniques des véhicules, le prix de l'essence, de la maintenance, des assurances, de la valeur résiduelle, des infrastructures de recharge et des coûts marketing sont supposées rester équivalents aux niveaux actuels ;
- sont projetés dans le temps le coût moyen de l'électricité, de production des véhicules et des batteries qui sont supposés en légère baisse, une fin des dispositifs de soutien à l'achat de véhicules électriques et aux biocarburants, et une convergence des marges des constructeurs entre véhicules hybrides et électriques.

<sup>29</sup> Toute l'Europe. *Le prix des carburants en Europe*. [accessible en ligne]

<sup>30</sup> Commission européenne. *Bulletin pétrolier hebdomadaire EUR 27 n° 2276, prix au 2025/10/06*. Bruxelles : Commission européenne, 2025. [accessible en ligne] et modélisations C-Ways.

<sup>31</sup> Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. *Bilan énergétique de la France pour 7.16 – 2023 : Nette baisse du prix du biodiesel en 2023, avril 2025*. [accessible en ligne]

<sup>32</sup> Modélisations C-Ways.

<sup>33</sup> Rendu continu selon l'âge du véhicule. Un coefficient est associé à l'âge du véhicule et déterminé à partir d'une régression linéaire sur des données brutes du parc issus de l'INSEE, *Enquête Budget de famille 2017*, septembre 2020 [accessible en ligne]

<sup>34</sup> Estimé à partir du site Les Furêts [accessible en ligne]

# 1. AUTORISER LA VENTE DE PHEV/EREV APRÈS 2035 SERAIT, EN PRATIQUE, NOCIF EN MATIÈRE DE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Dans le cadre de cette étude, les émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie (hors fin de vie et maintenance) de différents types de véhicules ont été estimées pour la période 2035-2040, à savoir la période à partir de laquelle une relaxe réglementaire est proposée pour poursuivre l'autorisation de vente de véhicules thermiques hybrides.

L'analyse a été conduite à partir de dix cas d'usage représentatifs des situations rencontrées en France, différenciés selon le kilométrage annuel et le ratio courtes/longues distances, six segments de véhicules et six motorisations différentes.

Chaque source d'émissions a été estimée pour l'Union européenne sur la période 2035-2040 à partir d'hypothèses conservatrices, incluant : la capacité réelle de la batterie et du réservoir de carburant ; la consommation d'énergie réelle par kilomètre ; la puissance du ou des moteurs, électriques et thermiques ; les émissions liées à la production d'électricité ou de carburant (incluant les émissions amont) ; les émissions liées à la fabrication du véhicule et de la batterie et la répartition de l'usage des motorisations thermiques et électriques pour les PHEV et EREV.

## 1.1. Comparaison des émissions de gaz à effet de serre

L'analyse prospective réalisée dans cette étude met en évidence qu'à l'horizon 2035-2040 les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et des véhicules électriques à prolongateur d'autonomie (EREV) présenteront des émissions de gaz à effet de serre (GES) systématiquement plus élevées que celui des véhicules électriques à batterie (VE<sup>35</sup>), pour tous les profils d'usage considérés.

En moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présentent **un surcroît de + 73 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus. Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varie de **+ 36 %** (C-berline utilisée en flotte d'entreprise avec usage urbain intensif), à **+ 111 %** (D-SUV utilisé en flotte d'entreprise sur longues distances).

<sup>35</sup> Est qualifié dans la suite du document de véhicule électrique uniquement les véhicules 100 % électriques, et non les véhicules dit "électrifiés" comme les véhicules hybrides rechargeables ou les véhicules électriques équipés d'une extension d'autonomie au travers d'un moteur thermique d'appoint.

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité** présentent **un surcroît de + 61 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus. Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varie de **+ 10 %** (C-SUV ou D-SUV dans une flotte d'entreprise pour un usage intensif urbain), à **+ 114 %** (B-SUV dans une flotte d'entreprise pour un usage intensif sur longues distances).

Concernant les autres motorisations, les HEV et PHEV à batterie de faible capacité (similaires à la plupart des modèles commercialisés en 2025) présentent des émissions encore plus élevées que les autres types de PHEV ou EREV toutes choses égales par ailleurs, en moyenne supérieures au double des émissions des VE.

Les EREV à batterie de capacité moyenne présentent des émissions identiques à celles des PHEV à batterie de capacité moyenne.

Les écarts d'émissions de gaz à effet de serre entre PHEV/EREV et VE varient fortement selon les profils d'usage.

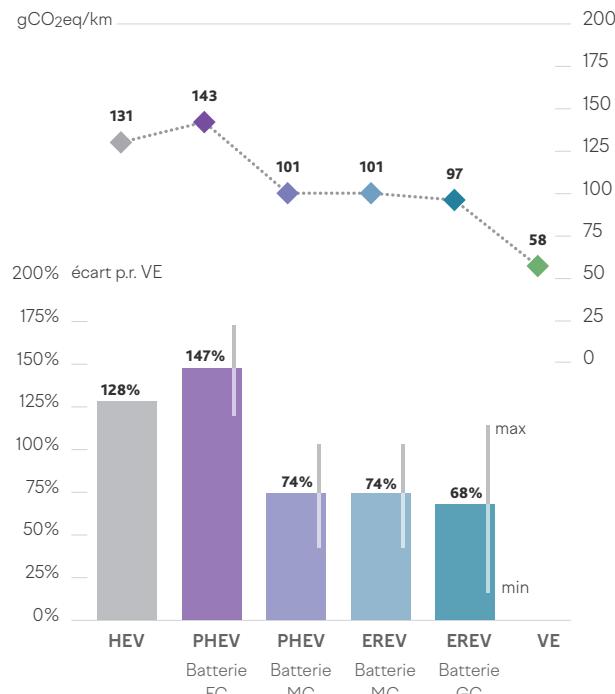
Les écarts les plus faibles sont observés dans les cas où les trajets sont majoritairement courts. Dans ces situations, les moteurs thermiques des PHEV et EREV sont peu sollicités, la propulsion reposant principalement sur l'énergie électrique. La quasi absence de longs trajets – durant lesquels le moteur thermique prend normalement le relais – permet de limiter les émissions. Toutefois, comme la recharge des batteries n'est pas systématique avant chaque déplacement, une partie des trajets continue de mobiliser le moteur thermique, entraînant des émissions qui demeurent supérieures à celles des VE.

À l'inverse, les écarts les plus élevés apparaissent dans les profils d'usage comportant une proportion importante de trajets longue distance. Dans ce cas, une fois les batteries déchargées, les moteurs thermiques assurent l'essentiel de la propulsion sur une part significative des kilomètres parcourus, ce qui se traduit par des émissions de gaz à effet de serre encore plus élevées.

Les **figures 11.a et 11.b** représentent la moyenne des émissions de GES en cycle de vie des différentes motorisations pour les segments B-SUV et D-SUV, et l'écart entre les émissions de GES de chacune de ces motorisations avec celles d'un VE, en considérant l'ensemble des cas d'usage selon leur représentativité dans le parc en circulation. *Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne émettrait en moyenne 101 gCO<sub>2</sub>eq/km en considérant l'ensemble de son cycle de vie, soit des émissions supérieures de + 74 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent. Cet écart d'émissions varierait de + 42 % à + 103 % en fonction des profils d'usage.*

**FIGURE 11.a Émissions de GES – Moyenne B-SUV**

Projection 2035-2040. ACV (200 000 km). Moyenne des émissions de GES pondérées par la représentativité de chaque profil d'usage.

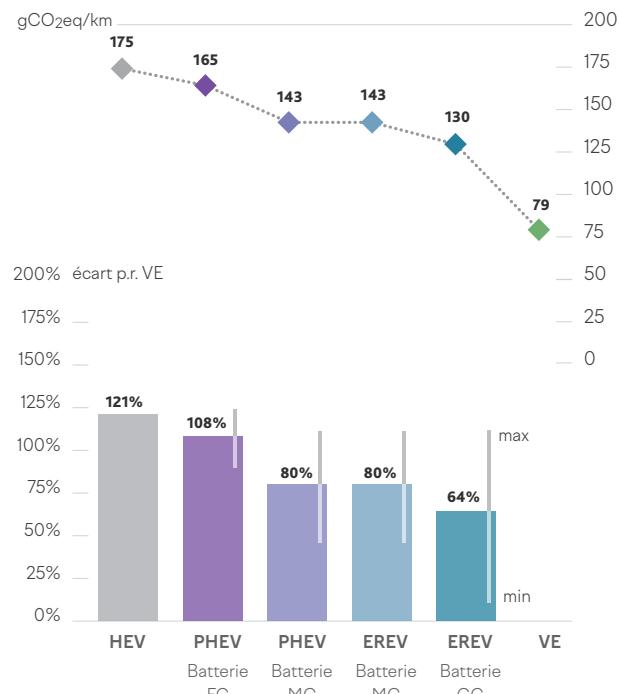


Min-max des écarts d'émissions de GES par rapport à un VE parmi l'ensemble des cas d'usage.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

**FIGURE 11.b Émissions de GES – Moyenne D-SUV**

Projection 2035-2040. ACV (200 000 km). Moyenne des émissions de GES pondérées par la représentativité de chaque profil d'usage.



Min-max des écarts d'émissions de GES par rapport à un VE parmi l'ensemble des cas d'usage.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

## 1.2. Origine de ces écarts

Les émissions supérieures des PHEV et EREV par rapport aux VE s'expliquent principalement par deux facteurs.

D'abord, une consommation importante de carburants liquides en conditions réelles d'utilisation. En usage réel, notamment sur les trajets longue distance, les PHEV et EREV consomment une part significative de carburants liquides. Or, les émissions de gaz à effet de serre associées à la combustion de ces carburants sont nettement plus élevées que celles liées à la consommation d'électricité dans l'Union européenne sur la période 2035-2045. Cette différence est encore plus marquée dans les cas d'usage où la batterie est rapidement déchargée et où le moteur thermique est sollicité sur de longues portions du trajet. Globalement, plus un véhicule dispose d'une batterie de forte capacité, moins ses émissions de gaz à effet de serre en cycle de vie sont élevées.

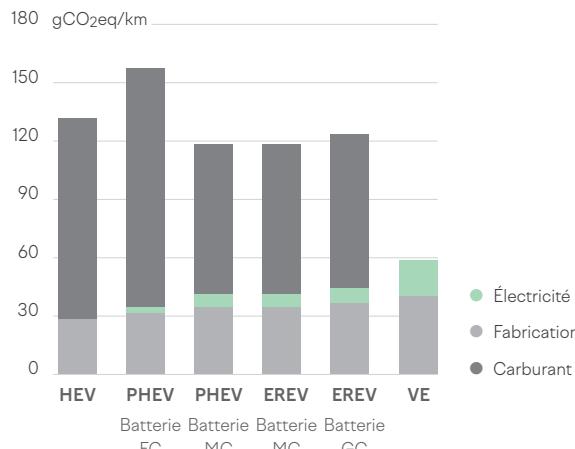
Les émissions liées à de fabrication, légèrement supérieures pour les véhicules électriques que pour les véhicules thermiques ou hybrides, sont plus que compensées par des émissions moindres à l'usage. Les VE intègrent des batteries de plus grande capacité que les PHEV

ou EREV, ce qui engendre des émissions supplémentaires liées à leur fabrication. Cependant, ces émissions restent modérées en comparaison de celles des véhicules thermiques actuels et sont rapidement compensées à l'usage, en raison des faibles émissions liées à la consommation d'électricité. Les PHEV et EREV étant eux-mêmes dotés de batteries de taille significative, dont la production induit des émissions de gaz à effet de serre non négligeables, auxquelles s'ajoutent celles liées à leur moteur thermique et à l'architecture plus complexe de ces véhicules, le différentiel d'émissions lié à la fabrication est plus faible que celles existant entre un HEV et un VE.

La **figure 12** représente la décomposition des émissions de GES dans un cas-d'usage-type pris en exemple. Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne et utilisé par une flotte d'entreprise pour usage sur longue distance intensif émettrait en moyenne 35 gCO<sub>2</sub>eq/km du fait des émissions liées à la fabrication du véhicule, 6 gCO<sub>2</sub>eq/km du fait de la production d'électricité consommée et 73 gCO<sub>2</sub>eq/km du fait de la combustion et du raffinage du carburant utilisé.

**FIGURE 12. GHG Émissions, B-SUV**  
Flottes d'entreprise à usage longues-distances intensif

Projection 2035-2040. ACV (200 000 km).



Flotte d'entreprise pour usage sur longues distances intensif : 62% des déplacements sur longues distances.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

Les émissions de GES des PHEV et EREV peuvent varier du simple au double en fonction des cas d'usage. Pour les EREV, elles dépendent à la fois de la taille de la batterie et de son usage : dans la plupart des situations, une batterie de grande capacité génère plus d'émissions qu'une batterie moyenne, mais l'inverse se vérifie dans d'autres contextes. Il n'existe donc pas de ratio universel entre motorisation thermique et électrique permettant de garantir systématiquement les plus faibles émissions, ce qui complique la définition d'un cadre réglementaire ou fiscal fondé sur ces ratios.

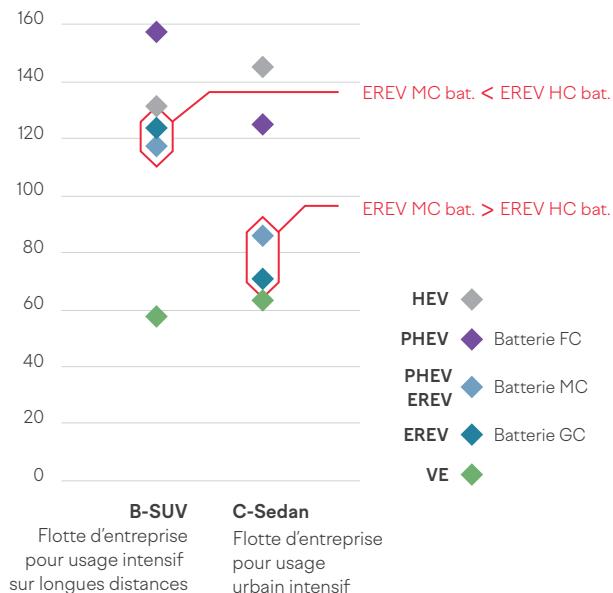
La **figure 13** illustre deux cas d'usage où la hiérarchie d'émissions entre types d'EREV s'inverse. Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un B-SUV EREV équipé d'une batterie de forte capacité et utilisé par une flotte d'entreprise pour usage sur longue distance émettrait légèrement plus de gaz à effet de serre sur l'ensemble de son cycle de vie qu'un EREV équipé d'une batterie de moyenne capacité utilisé par un même profil d'usage.

### 1.3. Impact de l'usage de biocarburants

Les émissions de gaz à effet de serre en cycle de vie des différents véhicules considérés ont été évaluées en faisant l'hypothèse théorique (voir encadré ci-dessous) que l'ensemble des véhicules équipés de moteurs thermiques utiliseraient exclusivement du bio-essence. Bien que ces carburants ne soient pas neutres en émissions, on estime que leurs émissions moyennes en cycle de

**FIGURE 13. Émissions de GES**

Projection 2035-2040. ACV (200 000 km).



Flotte d'entreprise pour usage intensif sur longues distances : 62% des déplacements sur longues distances.

Flotte d'entreprise pour usage urbain intensif : 100% des déplacements distances courtes.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

vie permettraient de diviser par deux les émissions par rapport à un carburant fossile équivalent, soit - 51 % d'émissions de CO<sub>2</sub>e/km par rapport à l'essence, en se basant sur une analyse du cycle de vie du carburant uniquement, dans un scénario avec changement d'usage des sols modéré<sup>36</sup>.

L'analyse prospective réalisée dans cette étude met en évidence qu'à l'horizon 2035-2040, même en faisant l'hypothèse d'un usage théorique de biocarburants, les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et des véhicules électriques à prolongateur d'autonomie (EREV) présenteraient toujours des émissions de gaz à effet de serre (GES) plus élevées que celles des véhicules électriques à batterie (VE), dans la quasi totalité des profils d'usage considérés.

En moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présenteraient toujours **un surcroît de + 23 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (+ 73 % sans usage de biocarburants). Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varierait de **+ 8 % à + 39 %**.

<sup>36</sup> Plus de détails dans la section Méthodologie.

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité** présenteraient toujours **un surcroît de + 21 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (+ 61 % sans usage de biocarburants). Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varierait de **- 3 %** à **+ 44 %**.

Le seul cas d'usage où un EREV émettrait moins qu'un VE est celui de véhicules C-SUV ou D-SUV utilisés par des flottes professionnelles de véhicules légers. Cet écart en faveur des EREV s'explique par les hypothèses de roulage très particulières de ce cas d'usage, pour lesquels 100 % des déplacements sont fait sur de courtes distances. Dans ce cas, utiliser un EREV avec batterie de forte capacité, supposant que la batterie soit rechargée avant la quasi totalité des départs, reviendrait quasiment à utiliser un véhicule électrique équipé de batterie de plus faible capacité puisque l'EREV fonctionnerait alors presque exclusivement à l'électricité. Cette situation a peu de chance se présenter, puisque dans ce cas, un EREV n'apporte aucun avantage en termes d'autonomie ou de coût par rapport à un VE de segment inférieur.

Les émissions d'un HEV ou un PHEV à batterie de faible capacité – de type équivalent aux modèles vendus

en 2025 – resteraient quant à elles systématiquement plus élevées qu'un véhicule électrique de respectivement + 35 % et + 40 % en moyenne.

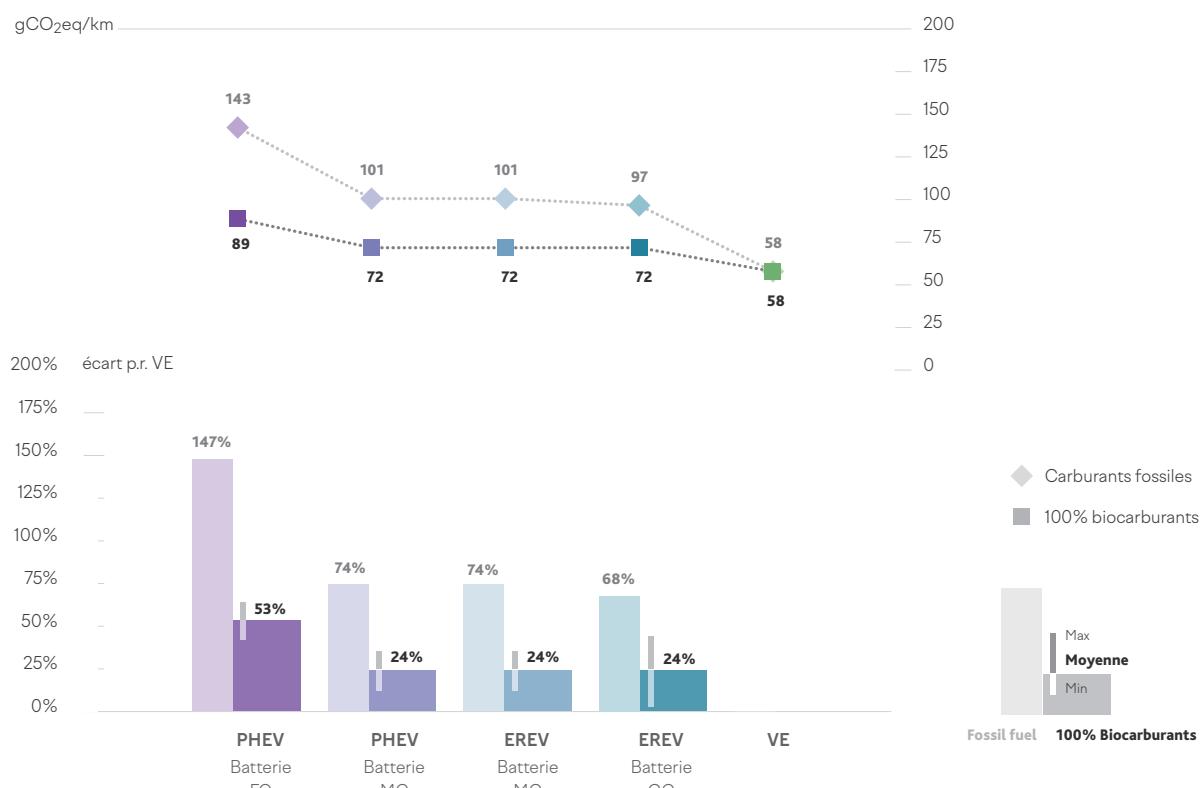
Les émissions des EREV à batterie de capacité moyenne demeurent identiques à celles des PHEV à batterie de taille similaire.

Au global, dans un scénario théorique d'usage à 100 % de biocarburants pour les véhicules thermiques, l'écart d'émissions avec les VE serait divisé par trois en moyenne, mais les PHEV/EREV resteraient plus émetteurs que les VE dans la quasi totalité des cas.

La **figure 14** représente la moyenne des émissions de GES en cycle de vie des différentes motorisations pour le segment B-SUV et l'écart entre les émissions de GES de chacune de ces motorisations avec celles d'un VE, avec et sans incorporation de biocarburants. *Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne qui serait alimenté à 100 % par des biocarburants émettrait en moyenne 72 gCO<sub>2</sub>eq/km en considérant l'ensemble de son cycle de vie, soit des émissions supérieures de + 24 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, contre + 74 % en l'absence de biocarburants.*

**FIGURE 14. Émissions de GES - Usage de biocarburants, moyenne B-SUV**

Projection 2035-2040. ACV (200 000 km). Émissions moyennes de GES pondérées par le profil de déplacement réel des catégories d'usagers.



Biocarburants : équivalent au biocarburant E85 (estimant des émissions équivalentes de CO<sub>2</sub> réduites d'environ 51 % par rapport à de l'essence traditionnelle). Min-max des écarts d'émissions de GES par rapport à un VE parmi l'ensemble des cas d'usage

Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

### **ENCADRÉ 3. POURQUOI TABLER SUR UNE AUGMENTATION MASSIVE DE L'USAGE DES BIOCARBURANTS DANS LE SECTEUR ROUTIER SERAIT IRRÉALISTE ?**

Si certains biocarburants peuvent en effet être considérés comme bas-carbone, une part importante d'entre eux présente des impacts carbone réels similaires, voire supérieurs, à ceux des carburants fossiles. Leur empreinte carbone varie fortement selon le type de carburant, les méthodes de production, les effets du changement d'affectation des sols et le pays d'origine. Leur impact climatique net peut aller d'une réduction de 80 % à une augmentation de 145 % par rapport aux carburants fossiles<sup>1</sup>. Par ailleurs, la production de biocarburants peut entraîner d'importants impacts environnementaux non climatiques (notamment en matière de consommation d'eau, d'utilisation d'engrais et de pesticides, de changement d'usage des sols, etc.).

Chaque génération de biocarburants présente également des limites structurelles en matière de gisements disponibles. Les biocarburants de première génération, produits à la place de cultures alimentaires, en plus de leurs performances climatiques souvent médiocres, entrent en concurrence avec la production alimentaire pour l'usage des terres agricoles. Les biocarburants de deuxième génération ont un impact climatique plus faible, mais ne sont disponibles qu'en quantités limitées, insuffisantes

pour alimenter une part significative du parc automobile européen<sup>2</sup>.

Par ailleurs, les biocarburants constituent une solution de décarbonation indispensable pour d'autres modes de transport, en particulier le transport aérien et maritime, qui ne peuvent, pour des raisons techniques, recourir à l'électrification que de manière marginale. Les utiliser dans le transport routier, alors que ce dernier dispose déjà de technologies matures et efficaces pour se décarboner grâce aux véhicules électriques, reviendrait à gaspiller ces ressources limitées et à freiner la décarbonation des autres secteurs par un effet de vase communicant.

Les biocarburants déjà utilisés dans l'UE sont en grande partie importés, soulevant des enjeux de souveraineté énergétique similaires à ceux des carburants fossiles. Une augmentation significative de la demande impliquerait soit davantage d'importations, soit serait contrainte par la disponibilité limitée de matières premières, prolongeant ainsi la dépendance aux carburants liquides.

Enfin, les biocarburants sont également plus coûteux à produire que les carburants fossiles. À fiscalité identique (hors taxes environnementales), leur usage entraînerait une hausse très importante du coût à la pompe pour les usagers. En tant qu'énergies biosourcées, leur production est contrainte par la disponibilité des terres, les rendements biologiques et des chaînes d'approvisionnement complexes.

<sup>1</sup> Direction générale des Entreprises (DGE). op. cit.

<sup>2</sup> Rien qu'en France, pourtant parmi les pays de l'UE disposant des plus importants gisements de production de biocarburants du fait de sa forte production agricole, le Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) estime que le gisement disponible de biocarburants liquides restera très inférieur à la hausse des besoins entre 2030 et 2050, et ce dans un scénario où la grande majorité des véhicules routiers seraient électrifiés. Secrétariat général à la planification écologique (SGPE). Bouclage biomasse : enjeux et orientations, novembre 2024. [[accessible en ligne](#)]

Il est également possible d'envisager que les PHEV/EREV futurs puissent utiliser du biodiesel (à la place du bio-essence considéré ci-dessus). Les résultats de cette simulation seraient comparables : les émissions de gaz à effet de serre du biodiesel varient fortement entre des émissions en cycle de vie comparables à celles du bio-essence et des émissions supérieures à celles des carburants fossiles, en raison du changement d'usage des sols<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> Direction générale des Entreprises (DGE). Panorama des technologies alternatives aux poids lourds diesel pour le transport routier de marchandises, juillet 2025. [[accessible en ligne](#)]

### **1.4. Impact d'une restriction du mode thermique des véhicules hybrides en zones urbaines**

Les émissions de gaz à effet de serre en cycle de vie des différents véhicules considérés a également été évaluée en faisant l'hypothèse théorique (voir encadré ci-dessous) que l'ensemble des véhicules PHEV et EREV voient leur possibilité d'usage de moteurs thermiques restreints en zone urbaine, grâce à un traçage de l'usage de leurs modes thermiques et électriques en fonction de leur géolocalisation, associé ou non à un système de sanction. Ce scénario revient à considérer que les PHEV à batterie de faible capacité utilisent leur moteur élec-

trique pendant 50 % des trajets courte distance, et que les PHEV à batterie de capacité moyenne, les EREV à batterie de capacité moyenne et les EREV à batterie de forte capacité utilisent leur moteur électrique pendant 100 % des trajets courtes distances. Sur les longues distances, on considère toujours que la batterie des véhicules hybrides est chargée avant chaque trajet et qu'elle n'est pas rechargée en cours de trajet.

L'analyse prospective réalisée dans cette situation met en évidence qu'à l'horizon 2035-2040, même en faisant l'hypothèse d'une restriction de l'usage de leur mode thermique en zones urbaines, les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et des véhicules électriques à prolongateur d'autonomie (EREV) présenteraient toujours des émissions de gaz à effet de serre (GES) plus élevées que celles des véhicules électriques à batterie (VE), dans la quasi totalité des profils d'usage considérés.

En moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présenteraient toujours **un surcroît de + 43 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (+ 73 % sans restriction de l'usage des moteurs thermiques). Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varierait de **- 10 %** (pour le cas très particulier d'une flotte d'entreprise à usage quasi exclusivement sur courte distance – une situation qui a peu de chance se présenter, puisque dans ce cas, un PHEV n'apporte aucun avantage en termes d'autonomie ou de coût par rapport à un VE de segment inférieur) à **+ 97 %**.

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité** présenteraient toujours **un surcroît de + 48 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (+ 61 % sans restriction de l'usage des moteurs thermiques). Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varierait de **- 13 % à + 108 %**.

Les émissions d'un PHEV à batterie de faible capacité – de type équivalent aux modèles vendus en 2025 – resteraient quant à elles systématiquement plus élevées qu'un véhicule électrique de respectivement + 108 % en moyenne. Les émissions des EREV à batterie de capacité moyenne demeurerait identiques à celles des PHEV à batterie de taille similaire.

La **figure 15** représente la moyenne des émissions de GES en cycle de vie des différentes motorisations pour le segments B-SUV et l'écart entre les émissions de GES de chacune de ces motorisations avec celles d'un VE, avec et sans restriction de l'usage des moteurs thermiques en zone urbaine pour les véhicules hybrides. *Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne dont l'usage du moteur thermique serait restreint en zone urbaine émettrait en moyenne 84 gCO<sub>2</sub>eq/km en*

*considérant l'ensemble de son cycle de vie, soit des émissions supérieures de + 45 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, contre + 74 % en l'absence d'usage contraint.*

#### **ENCADRÉ 4. PEUT-ON CONTRAINDRE L'USAGE DES MOTEURS THERMIQUES DES PHEV/EREV ?**

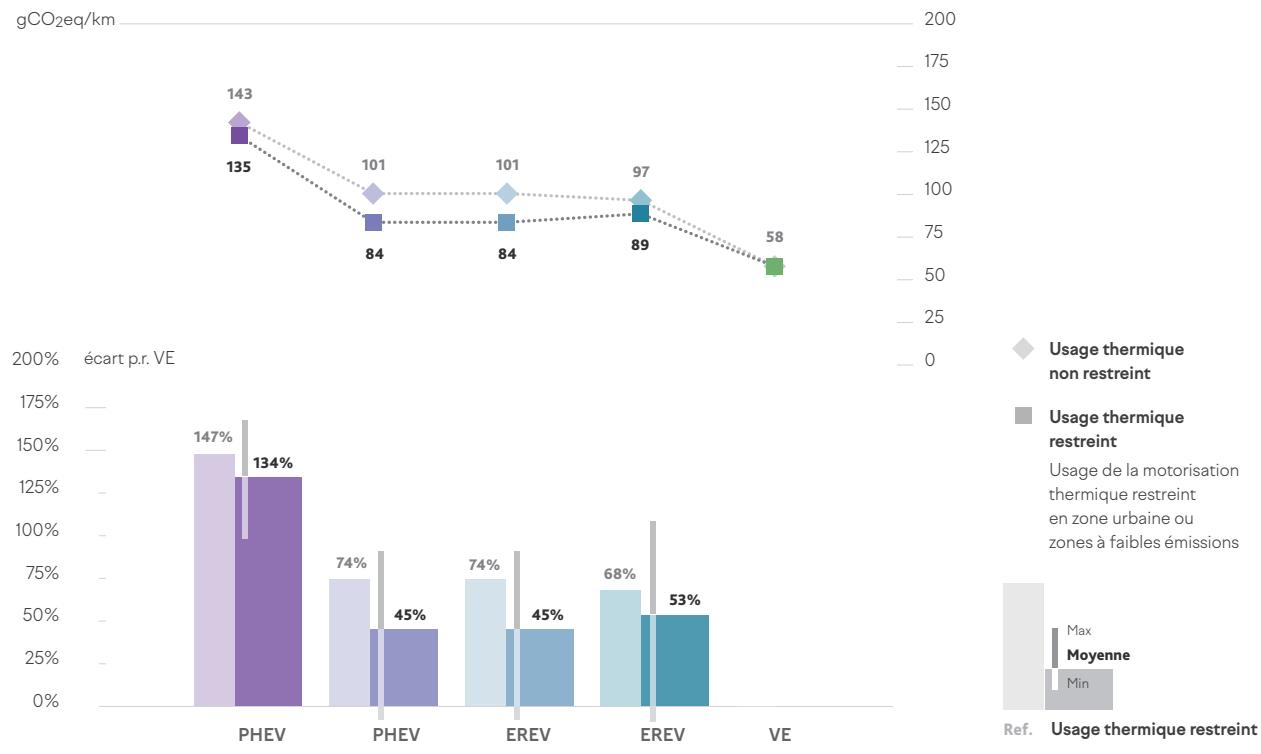
L'écart entre les émissions des PHEV et EREV et celles des VE pourrait être en partie réduit par la mise en place de contraintes sur l'usage réel de la motorisation thermique de ces véhicules. Ce type de régulation est proposé par certains constructeurs, mais nécessiterait dans la pratique des mesures contraignantes, telles que la géolocalisation et le suivi précis de l'usage respectif du moteur électrique et du moteur thermique pour chaque véhicule PHEV ou EREV, et par exemple la mise en place d'amendes proportionnelles aux distances parcourues en motorisation thermique excédant un certain seuil à la fin de chaque année.

Dans cette situation théorique, le surplus d'émissions de GES des PHEV et EREV par rapport aux VE diminuerait d'environ la moitié, mais les PHEV/EREV restent moins performants dans presque tous les cas (à l'exception des flottes d'entreprise pour un usage intensif urbain, pour des raisons similaires à celles présentées dans la section relative aux biocarburants).

Si une telle régulation est techniquement réalisable, elle semble socialement difficile à mettre en œuvre dans le contexte actuel. Elle impliquerait pour être effective un niveau de surveillance qui serait perçu comme intrusif, en contradiction avec l'argument de liberté et de flexibilité souvent associé à ces véhicules par leurs utilisateurs. En outre, une telle solution comporterait des coûts cachés (intégration ou installation des dispositifs de suivi, traitement et sécurisation des données, gestion administrative, etc.) qui seraient supportés par les finances publiques ou par des acteurs privés tiers (loueurs). En l'état, le contrôle de l'usage réel de la motorisation thermique constituerait une condition nécessaire mais politiquement et socialement peu réaliste, ce qui limite fortement la portée des promesses d'amélioration climatique avancées par les défenseurs d'un maintien des ventes de PHEV et EREV après 2035 au motif que les utilisateurs seront plus disciplinés pour une optimisation d'usage des modes et la systématisation des recharges.

**FIGURE 15. Émissions de GES - Restrictions de l'usage de la motorisation thermique, moyenne B-SUV**

Projection 2035-2040. ACV (200 000 km). Émissions moyennes de GES pondérées par le profil de déplacement réel des catégories d'usagers.



Usage restreint pour des PHEV à batterie de moyenne capacité et des EREV à batterie de forte capacité sur 100% des déplacements (contre 70% & 90% sans geofencing ou mode électrique obligatoire en milieu urbain).

Min-max des écarts d'émissions de GES par rapport à un VE parmi l'ensemble des cas d'usage.

Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

## 1.5. Impact d'une variation des émissions du mix électrique

Les émissions de GES des différents véhicules projetées en 2035-2040 reposent sur l'hypothèse d'un mix électrique européen poursuivant sa décarbonation, atteignant des émissions moyennes de 100 g CO<sub>2</sub>eq/kWh en cycle de vie.

Cette moyenne cache des situations contrastées en fonction des pays. Ainsi, en supposant un approvisionnement en électricité plus faiblement carboné, équivalent au mix électrique actuel de la France (30 g CO<sub>2</sub>eq/kWh en 2024<sup>38</sup>), l'écart d'émissions de GES entre PHEV/EREV et VE serait encore accru :

En moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présenteraient **un surcroît de + 103 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages

confondus, soit + 30 points d'écart par rapport à un mix électrique émettant 100 g CO<sub>2</sub>eq/kWh.

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité** présenteraient **un surcroît de + 86 % d'émissions de GES sur l'ensemble de leur cycle de vie** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus, soit + 24 points d'écart.

Les **VE** présenteraient en moyenne **- 21 % d'émissions de GES en cycle de vie**, en considérant l'ensemble des cas d'usage et des segments.

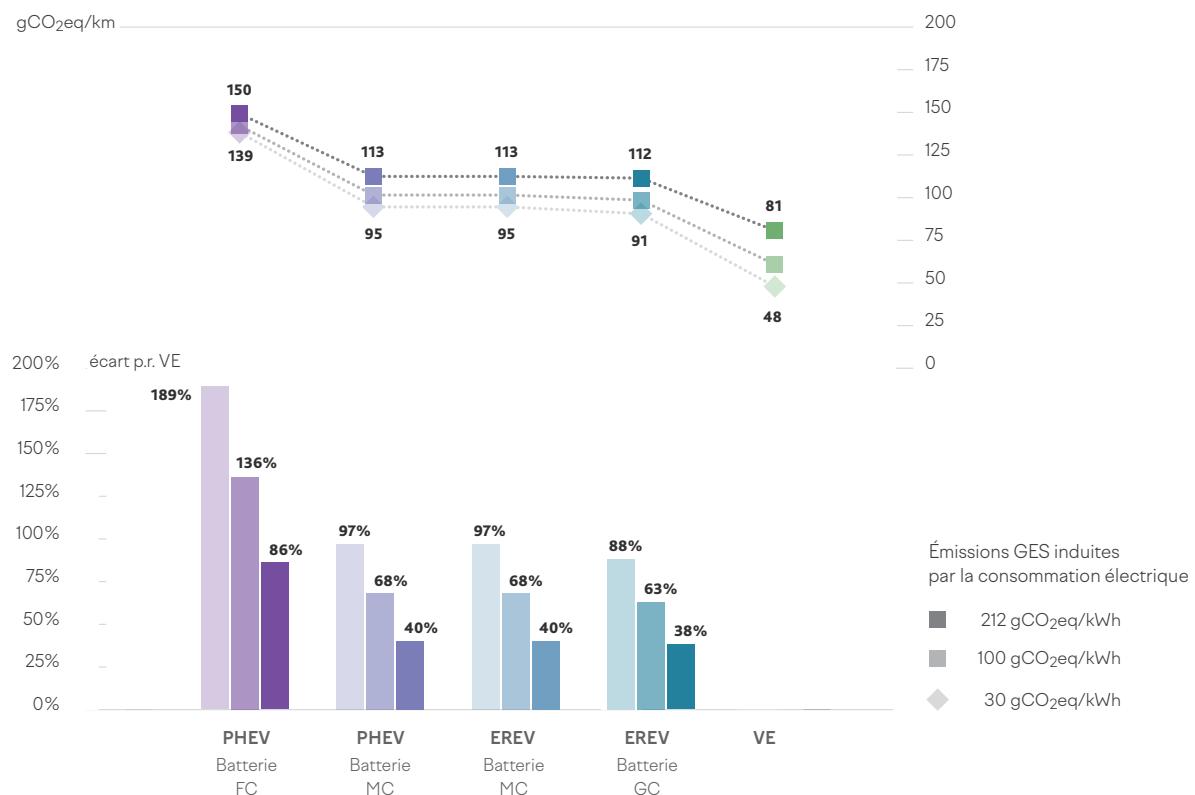
A l'inverse, en faisant l'hypothèse d'une absence de progrès en matière de décarbonation du mix électrique européen après 2024 (217 g CO<sub>2</sub>eq/kWh en moyenne en ACV 2024<sup>39</sup>), les émissions des PHEV et EREV resteraient systématiquement supérieures à celles des VE, dans tous les cas d'usage étudiés. Cet écart, bien qu'en baisse, atteindrait encore + 44 % pour les PHEV à batterie de capacité moyenne et + 37 % pour les EREV à batterie de forte capacité.

<sup>38</sup> Réseau de Transport d'Électricité (RTE). *Electricity Balance 2024 – Summary*, Avril 2025. [available online]

<sup>39</sup> EMBER. *Global Electricity Review 2025.2025*. [available online]

## FIGURE 16. Émissions de GES - Sensibilité au mix électrique, moyenne tout B-SUV

Projection 2035-2040. ACV (200 000 km). Émissions moyennes de GES pondérées par le profil de déplacement réel des catégories d'usagers.



Analyse de sensibilité en fonction de l'intensité carbone des mix électriques : mix européen 2035-2040 (ACV) : 100 gCO<sub>2</sub>e/kWh, mix français 2024 (ACV) : 30 gCO<sub>2</sub>e/kWh, mix européen 2024 (ACV) : 212 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

La **figure 16** illustre les émissions de GES moyennes de différentes motorisations pour un B-SUV, en faisant varier les émissions liées à la production d'électricité. *Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne qui serait alimenté par un mix électrique émettant 212 gCO<sub>2</sub>eq/kWh (mix électrique allemand de 2024) émettrait en moyenne 113 gCO<sub>2</sub>eq/km en considérant l'ensemble de son cycle de vie, soit des émissions supérieures de + 40 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, contre + 74 % avec le mix électrique UE moyen.*

Cette comparaison des émissions en cycle de vie des PHEV, EREV et véhicules électriques montre que permettre la vente de véhicules PHEV ou EREV après 2035 – a fortiori avec des émissions normalisées faibles, voire nulles – reviendrait à induire en erreur sur leur réel impact climatique, beaucoup plus important que celui de véhicules électriques. Ce constat reste valable même en supposant une alimentation en biocarburants.

### MESSAGES CLÉS

- Pour l'ensemble des profils d'usage étudiés, les **émissions de GES** sur le cycle de vie complet des PHEV et EREV resteraient **nettement supérieures à celles des VE**.
- En moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de moyenne capacité** présentent un surcroît d'émissions de + 73 % par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (minimum + 36 % ; maximum + 111 %).
- Les **EREV dotés de batteries de forte capacité** émettraient légèrement moins de GES que les PHEV à batterie moyenne, mais restent toujours plus émetteurs que les VE.
- Cet écart persistant s'explique par le fait que, bien que les **émissions de fabrication des VE** soient légèrement supérieures à celles des véhicules thermiques ou hybrides, elles sont **largement compensées par la réduction des émissions à l'usage**, ce qui confère aux VE un avantage en matière de décarbonation sur l'ensemble de leur cycle de vie.

## 2. AUTRISER LA VENTE DES PHEV/EREV APRÈS 2035 SERAIT ÉGALEMENT NÉFASTE EN MATIÈRE DE POUVOIR D'ACHAT

Si les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et les véhicules électriques avec prolongateur d'autonomie thermique (EREV) génèrent, sur leur cycle de vie, des émissions de gaz à effet de serre plus importantes que les véhicules électriques, la demande de relâchement réglementaire post-2035 formulée par certains constructeurs repose aussi sur un autre argument : ces véhicules permettraient, selon eux, d'offrir des options moins coûteuses pour les usagers, tout en préservant des marges suffisantes pour assurer la compétitivité des constructeurs.

Pour évaluer cette affirmation, le coût total de possession (total cost of ownership – TCO) des différents types de motorisation a été estimé sur la période 2030-2040. L'analyse s'appuie sur la même segmentation que celle utilisée pour les émissions de gaz à effet de serre : dix profils d'usage représentatifs associés à des modalités

et âges d'acquisition (véhicules neufs versus occasion), appliqués à six segments de véhicules et six motorisations différentes.

Le TCO considéré ici recouvre : le coût d'achat des véhicules en différenciant achat de véhicule neuf, et achat en occasion de seconde et de troisième main (selon les tranches d'âge du véhicule, les conditions de financement, le coût de maintenance et la valeur résiduelle du véhicule varient), les coûts de recharge en électricité (incluant un surcoût en cas de recours aux bornes rapides pour les véhicules électriques lorsque les trajets longue distance excèdent la capacité de la batterie) et du carburant, le coût d'installation de l'infrastructure de recharge pour les véhicules électriques rechargeables, le coût de l'assurance, du stationnement et de la maintenance. Chaque poste a été estimé à partir d'hypothèses conservatrices, pour la moyenne de l'Union européenne sur la période 2030-2040<sup>40</sup>.

La **figure 17** illustre une partie des résultats des plus de 1000 simulations effectuées dans le cadre de cette étude, en comparant le TCO annuel de plusieurs types

**40** Plus de détails dans la section Méthodologie.

**FIGURE 17. Avantages de posséder un VE par rapport à un véhicule hybride**

Projection 2035-2040.



de véhicules achetés neufs et en 3<sup>e</sup> main. Lecture : dans l'UE, en 2030-2040, un HEV B-SUV acheté neuf utilisé par une flotte d'entreprise avec un usage urbain intensif aurait un coût total annuel de 5689 €/an, contre 4985 €/an pour un VE toutes choses égales par ailleurs.

## 2.1. Comparaison des TCO

L'analyse prospective réalisée dans cette étude met en évidence qu'à l'horizon 2030-2040 les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et des véhicules électriques à prolongateur d'autonomie (EREV) présenteront un TCO systématiquement plus élevé que celui des véhicules électriques à batterie (VE), pour tous les profils d'usage considérés. Le surcoût estimé est similaire pour les PHEV à batterie de moyenne capacité et les EREV. L'écart observé ne se limite pas à l'achat neuf : il s' amplifie pour les acheteurs de seconde et de troisième main, au bénéfice des VE.

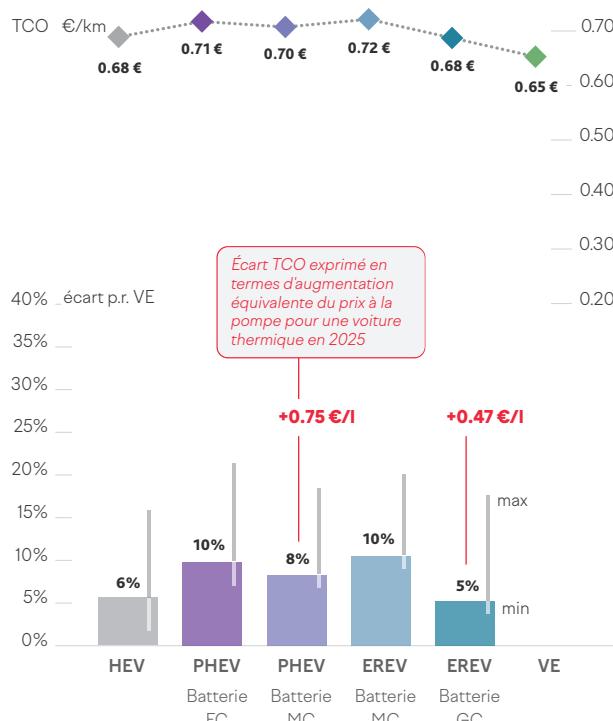
Afin d'illustrer les écarts de TCO mesurés dans nos simulations pour les différents types de motorisation (exprimés dans les simulations en €/km pour chacun

des détenteurs successifs), nous avons choisi de les exprimer également en augmentation du coût du litre d'essence (€/l) pour un véhicule thermique circulant en 2025. L'idée de cet indicateur est de montrer les écarts induits dans les budgets des ménages (surtout pour les ménages les moins aisés roulant en occasion) de rouler en véhicules hybrides rechargeables au-delà de 2035, en comparaison de ce que fut la grosse crise inflationniste de 2022 (pour rappel entre 0,2 et 0,4 ct €/l). Les valeurs d'écart TCO calculées dans cette étude sont nettement supérieures à ces valeurs.

**Pour les véhicules achetés neufs**, en moyenne, les **PHEV neufs équipés d'une batterie de capacité moyenne** présentent un **TCO (ramené en €/km sur la période de détention) supérieur de + 7 %** par rapport à un VE, tous segments et usages confondus. Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varie de **+ 4 %** (C-SUV utilisé par un ménage à hauts revenus, urbain, sans enfant), à **+ 18 %** (D-SUV utilisé en flotte d'entreprise sur longues distances). À titre de comparaison, ce surcoût de TCO moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,64 €/l** pour un véhicule thermique de 2025.

**FIGURE 18.a TCO véhicule neuf, moyenne tout D-SUV**

Projection 2035-2040. Moyenne des TCO, pondérée par la représentativité des profils d'usage considérés.



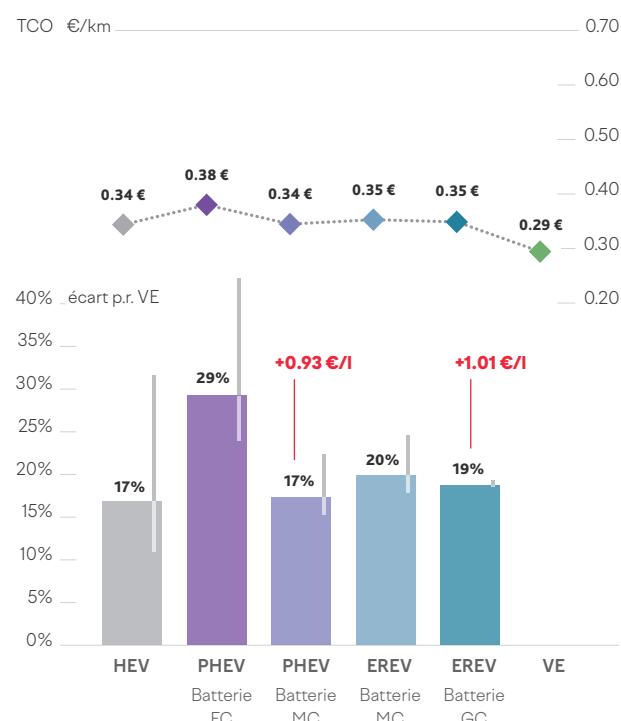
€/l : moyenne des écarts de TCO exprimé en équivalent hausse de prix du carburant pour un véhicule thermique en 2025.

Écart min-max par rapport à un VE parmi les cas d'usage.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

**FIGURE 18.b TCO 3<sup>e</sup> main, moyenne tout B-SUV**

Projection 2035-2040. Moyenne des TCO, pondérée par la représentativité des profils d'usage considérés.



€/l : moyenne des écarts de TCO exprimé en équivalent hausse de prix du carburant pour un véhicule thermique en 2025.

Écart min-max par rapport à un VE parmi les cas d'usage.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité** présentent un **TCO (ramené en €/km sur la période de détention) supérieur de + 8 %** par rapport à un VE, tous segments et usages confondus. Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varie de **+ 4 %** (D-SUV utilisé par une flotte d'entreprise pour usage urbain intensif), à **+ 18 %** (D-SUV utilisé par une flotte d'entreprise pour usage sur longues distances intensif). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,67 €/l** pour un véhicule thermique de 2025.

Les HEV présentent un écart moyen de TCO avec les VE légèrement inférieur (+ 5 %). Cet écart moyen est supérieur pour les EREV à batterie de moyenne capacité (+ 9 %) et les PHEV à batterie de faible capacité (+ 11 %), qui présentent en moyenne les TCO les plus élevés.

La **figure 18.a** illustre le TCO, l'écart de TCO avec les VE et le TCO exprimé en équivalent hausse du prix du litre d'essence en moyenne, pour les véhicules de segment D-SUV achetés neufs et utilisés par les profils d'usage aux revenus les plus élevés et les entreprises. Lecture : *dans l'UE, en 2030-2040, un D-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne acheté neuf aurait un coût total moyen de 0,70 €/km, soit un coût total supérieur de + 8 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, l'équivalent d'un surcoût à la pompe de + 0,75 €/l pour un utilisateur de véhicule thermique en 2025. Cet écart de coût total variait de + 7 % à + 18 % en fonction des cas d'usage.*

**Pour les véhicules achetés en 3<sup>e</sup> main**, pour tous les profils d'usage considérés, cet écart de TCO s'accroît dans des proportions importantes : **l'écart de TCO entre les PHEV à batterie de moyenne capacité et les VE est multiplié par 2,5, en moyenne entre un véhicule acheté neuf et un véhicule acheté en 3<sup>e</sup> main**, en moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présentent un **TCO (ramené en €/km sur la période de détention) supérieur de + 18 %** par rapport à un VE, tous segments et usages confondus. Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varie de **+ 14 %** (C-Berline utilisé par un ménage à faibles revenus, urbain, sans enfants), à **+ 29 %** (D-SUV utilisé par un ménage à faibles revenus, rural, avec enfants). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,92 €/l** pour un véhicule thermique de 2025.

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité** présentent un **TCO (ramené en €/km sur la période de détention) supérieur de + 18 %** par rapport à un VE, tous segments et usages confondus. Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varie de **+ 16 %** (B-SUV utilisé par un ménage à faibles revenus, rural, sans enfants), à **+ 21 %** (D-SUV utilisé par un ménage à faibles revenus, rural, avec enfants). A titre

de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,94 €/l** pour un véhicule thermique de 2025.

À titre d'exemple, la **figure 18.b** illustre le TCO, l'écart de TCO avec les VE et le TCO exprimé en équivalent hausse du prix du litre d'essence en moyenne pour les véhicules de segment B-SUV achetés en 3<sup>e</sup> main et utilisés par les profils d'usage aux revenus les plus faibles. Lecture : *dans l'UE, en 2030-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne acheté en 3<sup>e</sup> main aurait un coût total moyen de 0,34 €/km, soit un coût total supérieur de + 17 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, l'équivalent d'un surcoût à la pompe de + 0,93 €/l pour un utilisateur de véhicule thermique en 2025. Cet écart de coût total variait de + 15 % à + 22 % en fonction des cas d'usage.*

Ces niveaux de surcoût sont d'une ampleur comparable, voire supérieure, à la flambée des prix observée lors de la crise énergétique de 2022-2023, au cours de laquelle le prix de l'essence à la pompe (SP95-E10) avait augmenté d'environ + 0,40 €/l au sein de l'UE en moyenne<sup>41,42</sup>. Les résultats montrent que, selon les cas d'usage, toutes motorisations hybrides confondues, les écarts de TCO correspondent à des hausses équivalentes allant du simple au quadruple de celles enregistrées en 2022.

## 2.2. Origine de ces écarts

Ces écarts de TCO entre motorisations s'expliquent principalement par deux composantes majeures : le coût du carburant et le coût de la maintenance. Ce sont également ces facteurs qui expliquent que l'avantage économique des VE s'accroît à mesure qu'ils changent de propriétaire sur le marché de l'occasion. En effet, ces coûts sont plus faibles en valeur absolue et restent stables (prix de l'énergie) ou augmentent (prix de la

<sup>41</sup> Cette hausse est intervenue entre octobre et février 2023. Sur la période mars 2024-2022, plusieurs hausses successives des prix à la consommation sont survenues. Le second plus gros pic s'était établi à une augmentation de 0,26 €/l pour le SP-95 E10 et de 0,18 €/l pour le gazole (entre avril et juin 2022). Roole. Évolution des prix des carburants en France (2025-2007), octobre 2025. [[accessible en ligne](#)].

<sup>42</sup> Mobilisant plus de 10 milliards d'euros de mesures publiques d'atténuation en France. Les mesures d'atténuation ont été successivement : une remise du prix à la pompe de 0,15 €/l hors taxes (27 mars 31-2022 août 2022) de 0,25 €/l hors taxes (1<sup>er</sup> septembre 15-2022 novembre 2022), de 0,8 €/l hors taxes (16 novembre 31-2022 décembre 2023). A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2023, une indemnité de 100 € pour les ménages ayant un revenu fiscal inférieur à 14 700 € et utilisant leur véhicule pour aller travailler. Pour 2022, le coût public est estimé à partir des données du Comité des Professionnels du Pétrole. Comité des professionnels du pétrole. L'intégral pétrole 2023, juillet 2024. [[accessible en ligne](#)]. Pour 2023 et 2024, le coût public a été repris d'un bulletin de la Banque de France. Banque de France. Bouclier tarifaire sur les prix de l'énergie en France : quel bilan ?, juillet 2024 [[accessible en ligne](#)].

maintenance) tout au long de la durée de vie du véhicule ; leur poids relatif dans le TCO devient donc dominant en troisième main, renforçant l'avantage comparatif du VE.

La projection d'un TCO supérieur pour les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) à batterie de capacité moyenne et pour les véhicules à prolongateur d'autonomie (EREV) à batterie de forte capacité, par rapport aux VE, s'explique en considérant un achat d'un véhicule neuf par deux mécanismes principaux :

- en 2030-2040, le prix d'achat projeté des PHEV et EREV est proche de celui des VE de même segment. Le surcoût lié aux batteries plus capacitives des VE, moins important du fait de la baisse projetée du prix des batteries à cette échéance, est compensé, chez les PHEV et EREV, par la combinaison d'une batterie plus petite et d'une double motorisation thermique et électrique. Par exemple, pour un ménage à hauts revenus, rural, avec enfants, achetant une berline de segment C-Berline neuve, la part du leasing dans le TCO serait légèrement plus élevée pour un VE (58 %) que pour un PHEV à batterie de moyenne capacité (54 %) ou un EREV à batterie de forte capacité (57 %), sans écart significatif en valeur absolue (0,19 €/km contre 0,20 €/km et 0,21 €/km respectivement) ;
- un VE est systématiquement avantage grâce à un coût au kilomètre plus faible pour l'électricité que pour les carburants fossiles, ainsi qu'à des coûts de maintenance réduits. Ces deux postes représentent les principaux avantages compétitifs du VE dès la première main. Ils comptent pour un peu moins d'un quart du TCO, quelle que soit la motorisation, mais varient en valeur absolue selon les profils de roulage.

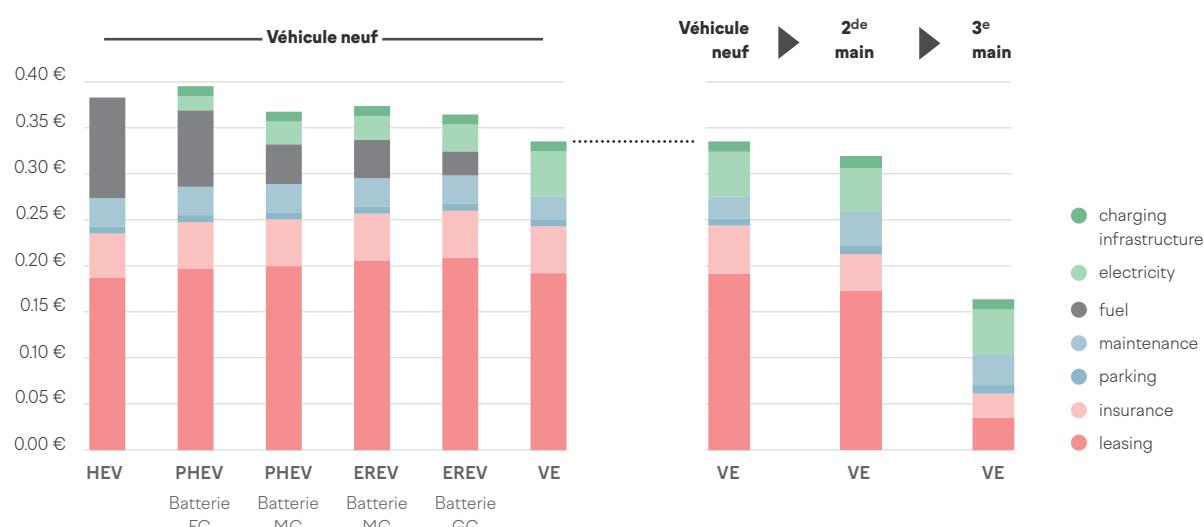
La **figure 19** présente la décomposition du TCO des différentes motorisations disponibles pour un véhicule C-Berline acheté neuf par un ménage à hauts revenus, rural, avec enfants, et l'évolution de cette décomposition en fonction du type d'acheteur. *Lecture : dans l'UE, en 2030-2040, le coût d'un C-Berline VE acheté neuf utilisé par un ménage à hauts revenus, rural, avec enfants, serait de 0,34 €/km concernant le seul remboursement du leasing.*

À mesure que les véhicules entrent sur le marché de l'occasion – notamment en troisième main – l'avantage économique des véhicules électriques (VE) se renforce nettement par rapport aux autres motorisations. Ce phénomène s'explique par la dynamique des différentes composantes du TCO : le poids relatif des coûts liés au leasing diminue alors que ceux liés au carburant et à la maintenance augmentent au fil des années, alors que leur valeur absolue reste nettement plus faible pour les VE que pour les PHEV ou EREV.

Chez les détenteurs de véhicules de troisième main, la structure des coûts se renverse : le coût d'acquisition ne représente plus qu'environ un quart du TCO, tandis que les postes carburant et maintenance en constituent plus de la moitié. À titre d'exemple, dans le cas d'un ménage à hauts revenus, rural, avec enfants, possédant une berline de segment C-Berline, le crédit automobile représenterait 22 % du TCO pour un VE, 20 % pour un PHEV à batterie moyenne et 23 % pour un EREV à batterie de forte capacité. Cela correspond à une part divisée par plus de deux par rapport à une acquisition en première main, et à un coût au kilomètre en valeur absolue divisé par plus de quatre – identique pour les trois motorisations.

**FIGURE 19. TCO, C-Berline, changements au cours de la durée de vie du véhicule**

Projection 2035-2040. Acheteur de voiture neuve : familles rurales à revenu élevé. Acheteur de 2<sup>de</sup> ou 3<sup>e</sup> main : familles rurales à faible revenu.



Familles rurales à revenus élevés : kilométrage annuel : 18 700 km/an.

Familles rurales à revenus élevés : kilométrage annuel : 15 400 km/an, 81 % de trajets courts.

Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

À l'inverse, les coûts de carburant restent stables en valeur absolue (0,05 €/km pour les VE, 0,07 €/km pour les PHEV et 0,06 €/km pour les EREV), mais leur poids dans le TCO devient prédominant : respectivement 30 %, 34 % et 30 %, soit environ deux fois plus qu'en première main. Le même phénomène s'observe pour les coûts de maintenance, qui augmentent mécaniquement en part absolue et relative, contribuant ainsi à accroître l'avantage comparatif des VE sur le marché de l'occasion.

Enfin, les profils de roulage jouent un rôle déterminant dans le niveau du TCO rapporté au kilomètre. Le cas le plus favorable pour un PHEV à batterie de capacité moyenne correspond à un ménage à hauts revenus, urbain, sans enfants, possédant en première main un SUV de segment C-SUV : dans cette configuration, l'écart de TCO avec un VE ne serait que de + 4 %. À l'inverse, le scénario le plus défavorable concerne un ménage à faibles revenus, rural, avec enfants, possédant un SUV de segment D-SUV : le PHEV y serait plus coûteux de + 32 % par rapport à un VE.

Cette amplitude importante souligne à quel point l'optimisation du TCO dépend non seulement de la motorisation mais également de la cohérence entre le profil de roulage et le dimensionnement du véhicule. Elle met également en évidence le rôle structurant de la composition du parc en première main – c'est-à-dire les combinaisons segment-motorisation mises sur le marché – qui détermine ensuite les performances économiques des véhicules disponibles sur le marché de l'occasion.

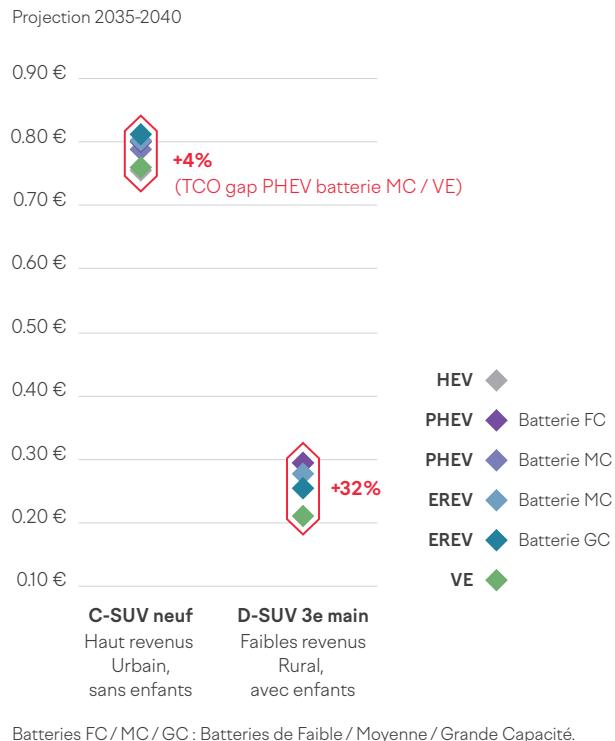
La **figure 20** présente les TCO en valeur absolue pour les profils d'usage présentant les cas d'écart minimal et maximal d'écart de TCO entre PHEV à batterie de capacité moyenne et VE. *Lecture : dans l'UE, en 2030-2040, un D-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne acheté en 3<sup>e</sup> main par un ménage à bas revenu, rural, avec enfants, présenterait un coût total supérieur de + 35 % à celui d'un VE, toutes choses égales par ailleurs.*

### 2.3. Impact de l'usage de biocarburants

Un scénario théorique a également été testé en supposant que les véhicules équipés de moteurs thermiques utiliseraient exclusivement des biocarburants de type E85 en remplacement de l'essence. Le prix de ces biocarburants a été estimé à environ 1 €/l de plus que celui de l'essence, en tenant compte de leur coût de production plus élevé, de la fin des dispositifs de soutien public et de taxes équivalentes à celles appliquées à l'essence par litre de carburant<sup>43</sup>.

<sup>43</sup> Plus de détails dans la section Méthodologie.

**FIGURE 20. TCO (€/km) selon les profils**



L'analyse prospective réalisée dans cette étude met en évidence qu'à l'horizon 2030-2040, le remplacement des combustibles fossiles par des biocarburants impliquerait une forte hausse du TCO des véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et les véhicules électriques à prolongateur d'autonomie (EREV), accroissant encore l'écart avec celui des véhicules électriques à batterie (VE), pour tous les profils d'usage considérés.

Pour les véhicules achetés neufs, en moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés neufs** présenteraient **un surcoût de + 14 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 7 % sans usage de biocarburants). Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varierait de **+ 10 %** (C-Berline utilisée en flotte d'entreprise avec usage urbain intensif), à **+ 43 %** (D-SUV utilisé par une flotte d'entreprise pour usage sur longues distances intensif). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 1,22 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,64 €/l sans usage de biocarburants).

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité achetés neufs** présenteraient **un surcoût de + 13 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 8 % sans usage de biocarburants). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de

l'essence d'environ **+ 1,15 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,67 €/l sans usage de biocarburants).

Pour les véhicules achetés en 3<sup>e</sup> main en moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés en 3<sup>e</sup> main** présenteraient **un surcoût de + 29 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 18 % sans usage de biocarburants). Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varierait de **+ 22 %** (D-SUV utilisés par un ménage à faibles revenus, rural, sans enfant), à **+ 45 %** (D-SUV utilisé par un ménage à faibles revenus, rural, avec enfants). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 1,49 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,92 €/l sans usage de biocarburants).

En moyenne, les **EREV équipés d'une batterie de forte capacité achetés en 3<sup>e</sup> main** présenteraient

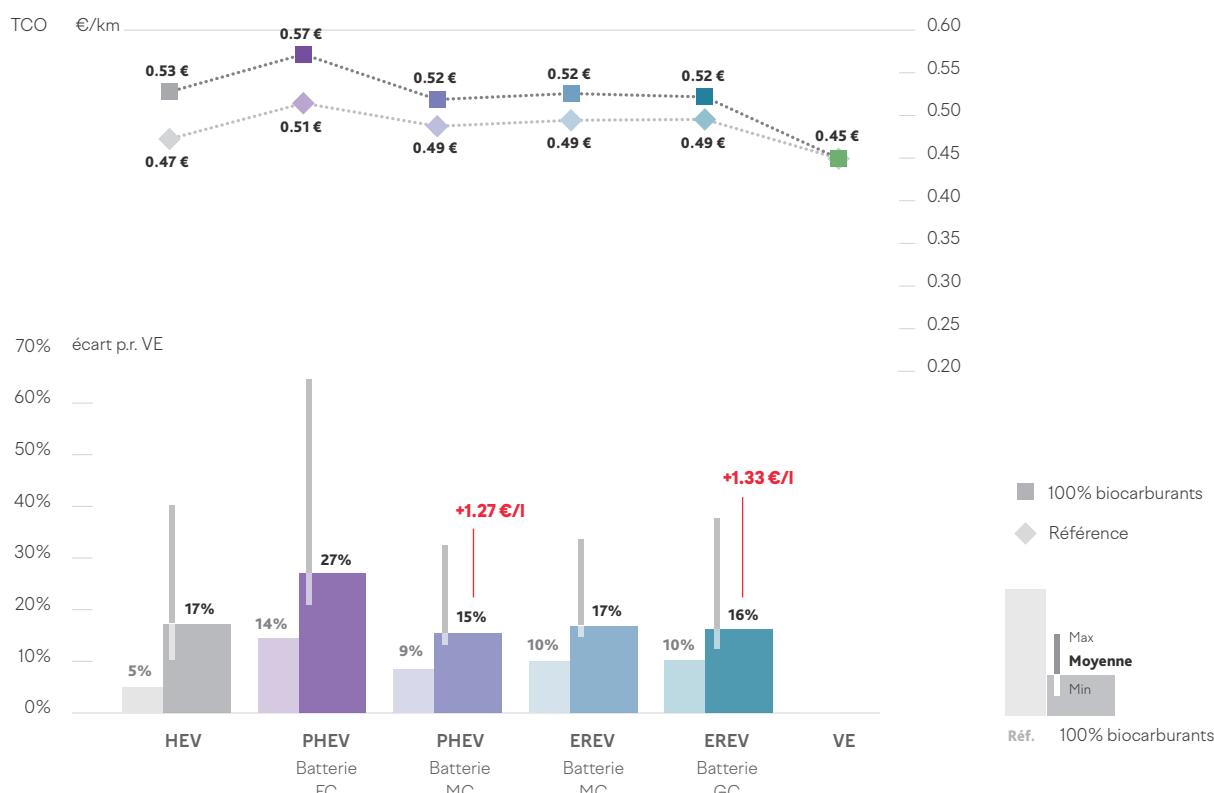
**un surcoût de + 27 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 18 % sans usage de biocarburants). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 1,40 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,94 €/l sans usage de biocarburants).

Concernant les autres motorisations étudiées, dans ce scénario avec usage exclusif de biocarburants, les HEV et les EREV équipés d'une batterie de capacité moyenne présenteraient un TCO légèrement supérieur à celui des PHEV à batterie de capacité moyenne, aussi bien pour les véhicules neufs (+ 16 % en moyenne pour les deux motorisations) que pour ceux achetés en 3<sup>e</sup> main (respectivement + 38 % et + 32 %).

En revanche, les PHEV dotés d'une batterie de faible capacité afficheraient le TCO le plus élevé parmi l'ensemble des motorisations étudiées (+ 22 % pour un achat neuf, + 43 % pour un achat d'occasion).

**FIGURE 21.a TCO, tout B-SUV, avec ou sans biocarburants, véhicules neufs**

Projection 2035-2040. Moyenne des TCO, pondérée par la représentativité de chaque profil d'usage considérés.



Le biocarburant est considéré à 2,8 €/l (sans aide fiscale gouvernementale et en supposant une fiscalité sur le carburant en €/l équivalente à celle actuelle de l'essence). Écart min-max p.r. à un VE parmi les cas d'usage. €/l : écart TCO exprimé en termes d'augmentation équivalente du prix à la pompe pour les véhicules thermiques en 2025.

Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

**FIGURE 21.b TCO, tout B-SUV, avec ou sans biocarburants, véhicules de 3<sup>e</sup> main**

Projection 2035-2040. Moyenne des TCO, pondérée par la représentativité de chaque profil d'usage considérés.



Le biocarburant est considéré à 2,8 €/l (sans aide fiscale gouvernementale et en supposant une fiscalité sur le carburant en €/l équivalente à celle actuelle de l'essence). Écart TCO min-max p.r. à un VE parmi les cas d'usage. €/l : écart TCO exprimé en termes d'augmentation équivalente du prix à la pompe pour les véhicules thermiques en 2025. Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

Les **figures 21.a** et **21.b** illustrent le TCO, l'écart de TCO avec les VE et le TCO exprimé en équivalent hausse du prix du litre d'essence en moyenne pour les véhicules de segment B-SUV achetés neufs et en 3<sup>e</sup> main. Lecture : dans l'UE, en 2030-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne acheté neuf alimenté à 100 % aux biocarburants aurait un coût total moyen de 0,52 €/km, soit un coût total supérieur de + 15 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, l'équivalent d'un surcoût à la pompe de + 1,27 €/l pour un utilisateur de véhicule thermique en 2025. Cet écart de coût total variait de + 13 % à + 32 % en fonction des cas d'usage.

## 2.4. Impact d'une variation du prix de l'électricité

Le prix de l'électricité varie fortement d'un pays de l'Union européenne à l'autre, entre 0,10 €/kWh (Hongrie) et 0,39 €/kWh (Allemagne) au second semestre 2024<sup>44</sup>. Pour illustrer cette variabilité, deux scénarios supplémentaires ont été étudiés : l'un avec un prix moyen de l'électricité divisé par deux par rapport à la moyenne européenne (0,10 €/kWh), et l'autre avec un prix deux fois supérieur à la moyenne européenne (0,40 €/kWh). Le surcoût lié à la recharge rapide suit la même tendance. Ces scénarios sont volontairement conservateurs, car ils ne prennent pas en compte la baisse attendue du prix de l'électricité liée à l'intégration croissante de moyens de production éolien et solaire dans le mix électrique des pays comme l'Allemagne, où la production dépend encore largement du charbon et du gaz fossile, plus onéreux.

<sup>44</sup> Eurostat. (2025). COMEXT. Electricity price by partner country. [available online]

Néanmoins, même en considérant **un prix de l'électricité deux fois supérieur à la moyenne européenne**, les projections sur la période 2030-2040 montrent que, le TCO des PHEV et EREV reste au mieux équivalent à celui des VE pour les acheteurs de véhicules neufs, et supérieur pour les véhicules d'occasion.

En moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés neufs** présenteraient **un TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** équivalent à celui des VE, tous segments et usages confondus (contre + 7% avec le prix moyen de l'électricité UE projeté dans le scénario de référence). Selon le segment et le profil d'usage, cet écart varierait fortement, en fonction de la part de distances longues distances dans les trajets de chaque profil d'usage: les profils d'usage parcourant le plus de trajets longues distances présenteraient pour les PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés neufs un TCO inférieur à celui des VE. Cela s'expliquerait par le coût très important des recharges rapides dans cette configuration, à +1,2 €/kWh, rendant les trajets longue distance plus onéreux en mode électrique qu'en mode thermique.

En moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés en 3<sup>e</sup> main** présenteraient **un surcoût de + 5 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 18% avec le prix moyen de l'électricité UE projeté dans le scénario de référence). Pour les acheteurs de véhicules d'occasion, le nombre de profils d'usage pour lesquels certains

segments présentent un TCO inférieur en utilisant un PHEV à batterie de capacité moyenne par rapport à un VE est moindre. A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,30 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,92 €/l avec le prix moyen de l'électricité UE).

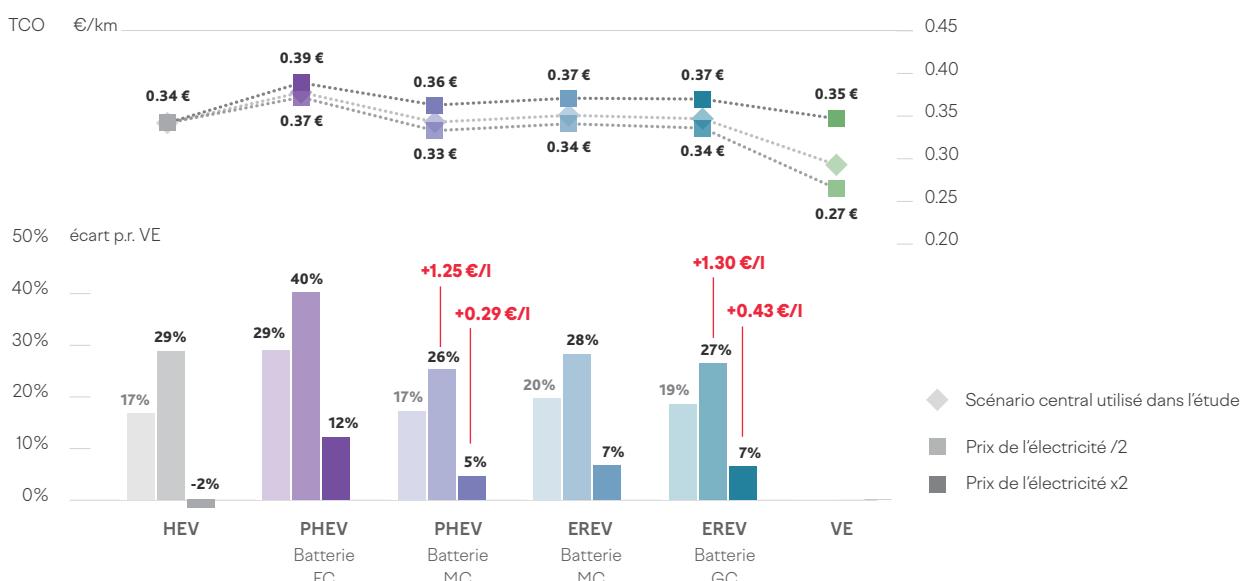
Dans cette configuration, les PHEV à batterie de faible autonomie et les EREV présenteraient un écart de TCO avec les VE similaire à celui des PHEV à batterie d'autonomie moyenne. Les HEV présenteraient eux un TCO inférieur à celui des VE pour les acheteurs de véhicules neufs (- 6%) et identique pour les acheteurs en 3<sup>e</sup> main.

A l'inverse, en considérant **un prix de l'électricité deux fois inférieur à celui de la moyenne européenne**, les projections sur la période 2030-2040 montrent que l'écart de TCO entre PHEV, EREV et VE augmenterait fortement, dans tous les cas d'usage, en moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés neufs** présenteraient **un surcoût de + 13 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 7% avec le prix moyen de l'électricité UE).

Pour les acheteurs de véhicules d'occasion, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présenteraient **un surcoût de + 26 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 17% avec le prix moyen de l'électricité UE).

**FIGURE 22.a TCO, tout B-SUV, sensibilité au coût de l'électricité, véhicules de 3<sup>e</sup> main**

Projection 2035-2040. Moyenne des TCO, pondérée par la représentativité de chaque profil d'usage considérés.



Écart TCO min-max pour tous les cas d'usage. €/l : écart TCO exprimé en termes d'augmentation équivalente du prix à la pompe pour les véhicules thermiques en 2025. Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

La **figure 22.a** représente le TCO et l'écart de TCO entre chaque motorisation et un VE pour ces différents scénarios de prix de l'électricité pour un véhicule B-SUV. Lecture : dans l'UE, en 2030-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne acheté en 3<sup>e</sup> main alimenté avec une électricité coûtant 0,4 €/kWh pour une recharge à domicile aurait un coût total moyen de 0,36 €/km, soit un coût total supérieur de + 5 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, contre + 17 % avec une électricité au prix considéré dans le scénario de référence, deux fois moins cher, l'équivalent d'un surcoût à la pompe de + 0,29 €/l pour un utilisateur de véhicule thermique en 2025.

## 2.5. Impact d'une variation du prix du pétrole et des matériaux pour batteries

L'estimation future du prix du pétrole reste fortement incertaine, en raison à la fois des évolutions réglementaires, notamment la mise en œuvre de l'ETS2 qui tendrait à renchérir le coût des carburants, et de la rareté croissante des ressources pétrolières, dont l'exploitation devient de plus en plus coûteuse et pourrait, par ricochet, contribuer à hausser le prix de l'électricité.

En **considérant une augmentation du prix du pétrole de + 20 %**, similaire à celle observée sur la période 2019-2024, les projections sur la période 2030-2040 montrent que l'écart de TCO entre PHEV, EREV et VE irait croissant, de + 3 point de pourcentage en moyenne, en moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés neufs** présenteraient **un surcoût de + 10 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 7 % avec le prix du carburant projeté dans le scénario central). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,84 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,64 €/l avec le prix du carburant projeté dans le scénario central).

Pour les acheteurs de véhicules d'occasion, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présenteraient **un surcoût de + 22 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 17 % avec le prix du carburant projeté dans le scénario central). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 1,12 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,92 €/l avec le prix du carburant projeté dans le scénario central).

De la même façon, l'estimation future du prix des batteries dépend notamment de l'évolution du prix des matières premières.

En considérant que le prix des matières premières représente 63 % du prix total des batteries NMC produites au sein de l'UE<sup>45</sup>, et en supposant une hausse de + 30 % du prix des matières premières utilisées dans les batteries, les projections sur la période 2030-2040 montrent que l'écart de TCO entre PHEV, EREV et VE diminuerait faiblement, de - 1 point de pourcentage en moyenne, le TCO des VE restant inférieur à celui des PHEV et EREV dans l'ensemble des cas d'usage, en moyenne, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne achetés neufs** présenteraient **un surcoût de + 6 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 7 % avec le prix des batteries projeté dans le scénario central). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,57 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,64 €/l avec le prix du carburant projeté dans le scénario central).

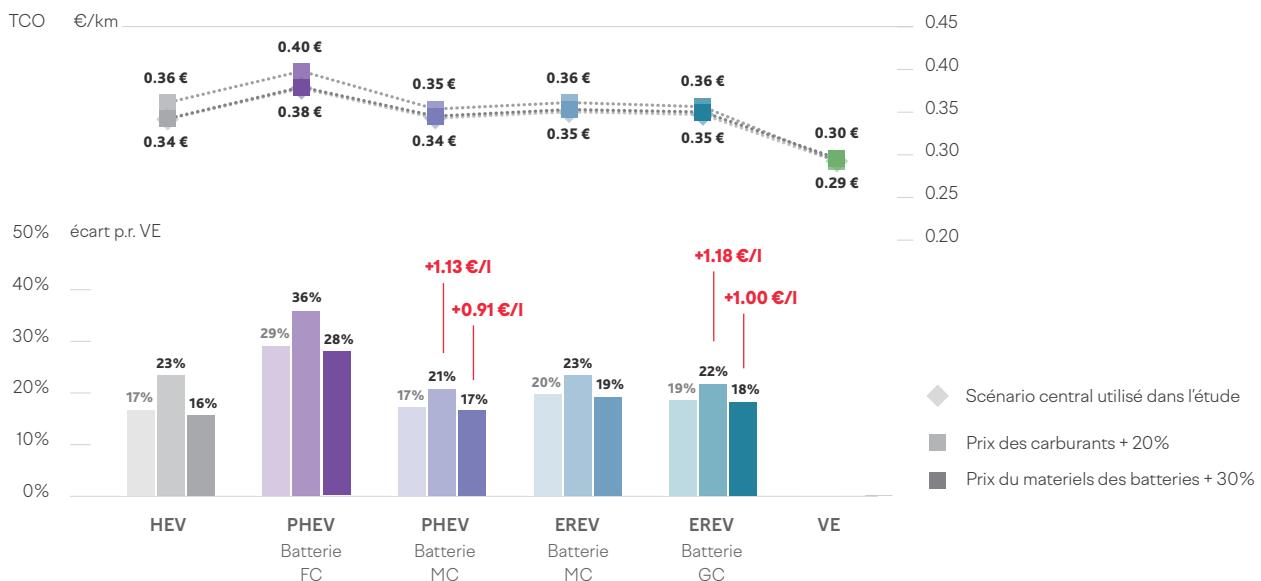
Pour les acheteurs de véhicules d'occasion, les **PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne** présenteraient **un surcoût de + 17 % en TCO (ramené en €/km sur la période de détention)** par rapport aux VE, tous segments et usages confondus (contre + 17 % avec le prix du carburant projeté dans le scénario central). A titre de comparaison, ce surcoût moyen équivaudrait à une hausse du prix de l'essence d'environ **+ 0,90 €/l** pour un usage de véhicule thermique en 2025 (contre + 0,92 €/l avec le prix du carburant projeté dans le scénario central).

La **figure 22.b** représente le TCO et l'écart de TCO entre chaque motorisation et un VE pour ces différents scénarios d'évolution du prix du pétrole et des matières premières pour batteries pour un véhicule B-SUV. Lecture : dans l'UE, en 2030-2040, un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de capacité moyenne acheté en 3<sup>e</sup> main alimenté avec une essence dont le prix serait supérieur de + 2 % à celui considéré dans le scénario de référence aurait un coût total moyen de 0,35 €/km, soit un coût total supérieur de + 21 % par rapport à un véhicule électrique de segment équivalent, contre + 17 % avec le prix de l'essence considéré dans le scénario de référence, deux fois moins cher, l'équivalent d'un surcoût à la pompe de + 1,13 €/l pour un utilisateur de véhicule thermique en 2025.

<sup>45</sup> Knehr, K, Kubal, J, & Anl. (2024). *EV Costs 2024 for GPRA reporting*. Argonne National Laboratory. [\[available online\]](#)

**FIGURE 22.b TCO, tout B-SUV, sensibilité au coût du carburant et des batteries, véhicules de 3<sup>e</sup> main**

Projection 2035-2040. Moyenne des TCO, pondérée par la représentativité de chaque profil d'usage considérés.



Prix du carburant : de 1,79 €/l → 2,16 €/l. Prix des matériaux pour batteries : +30 %, en supposant que les matériaux représentent 63 % du prix des batteries.  
Écart TCO min-max pour tous les cas d'usage. €/l : écart TCO exprimé en termes d'augmentation équivalente du prix à la pompe pour les véhicules thermiques en 2025.  
Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

## 2.6. Accroissement de la contrainte budgétaire et inégalités : le risque d'une transition à deux vitesses

L'introduction de flexibilités dans la réglementation post-2035, permettant la poursuite des ventes de PHEV ou d'EREV post-2035 aurait pour effet d'accentuer les inégalités socio-économiques d'accès à la mobilité, et à terme, peser sur la demande globale de véhicules – déjà en repli depuis 2019 – et aggraver les difficultés de débouchés évoquées par les constructeurs.

La présente étude a montré que l'écart de coût total de possession (TCO) entre un VE et un PHEV/EREV s'élargit nettement au fil des reventes : pour un PHEV à batterie de moyenne capacité, il est en moyenne multiplié par 2,5 entre la première et la troisième main. Or, plus un véhicule est ancien, plus ses acheteurs appartiennent à des catégories de revenus modestes<sup>46</sup>. Ainsi, la prolongation de la vente de PHEV/EREV aurait un effet distributif défavorable : leurs coûts totaux de possession, plus élevés et dont l'écart par rapport au VE sont croissants au fil des reventes, pèseraient principalement sur les ménages

modestes, majoritaires sur le marché de l'occasion qui constituent l'essentiel des transactions automobiles annuelles. Un effet sur les dynamiques de renouvellement n'est pas à exclure avec pour effet une tendance accrue au vieillissement du parc et à la chute des ventes de véhicules neufs.

La **figure 23** présente l'évolution moyenne de l'écart de TCO entre les motorisations hybrides et les VE pour un véhicule C-Berline. Lecture : dans l'UE, en 2030-2040, l'écart de coût entre un C-Berline PHEV équipé d'une batterie d'autonomie moyenne passerait de + 7 % pour un véhicule acheté neuf par un ménage haut revenu, urbain, avec enfants, à + 14 % pour un véhicule acheté d'occasion par un ménage à bas revenus, rural, sans enfants.

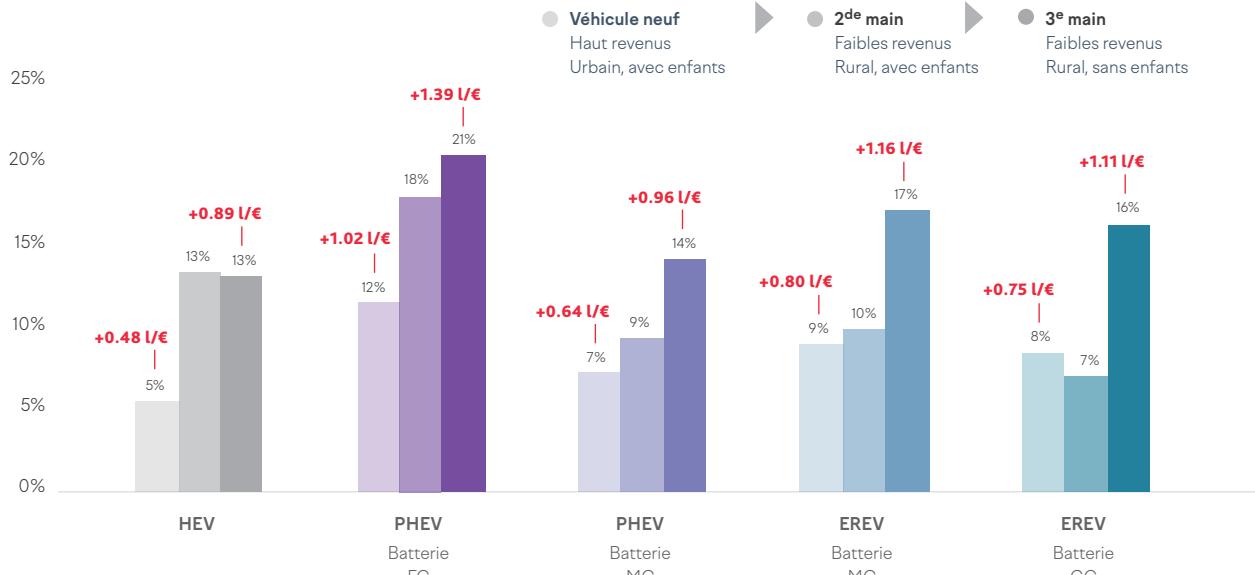
Au-delà de l'effet direct sur le coût total de possession, la prolongation des ventes de PHEV et d'EREV après 2035 accentuerait les inégalités sociales par un effet monétaire indirect. L'écart croissant de coût entre les véhicules électriques à batterie et les motorisations hybrides découle d'une évolution de la structure de dépenses : une part plus importante du coût de détention est liée à l'usage, notamment au carburant et à la maintenance.

Or, ces postes de dépenses présentent une double caractéristique : ils sont incompressibles (liés aux kilomètres parcourus) et proportionnellement plus lourds

<sup>46</sup> A titre d'exemple, en France, seuls 25 % des acheteurs de véhicules neufs ont un niveau de vie inférieur ou égal à la médiane, contre 48 % pour les véhicules d'occasion de 5 à 10 ans et 60 % pour ceux de 10 à 15 ans. SDES-INSEE, Achats automobiles en 2022 : moins de motorisations thermiques et des véhicules plus récents pour les ménages les plus aisés, mars 2024. [accessible en ligne]

**FIGURE 23. TCO - C-Berline, évolution lors des changements de mains au cours de la durée de vie du véhicule**

Projection 2035-2040



€/l : Écart TCO exprimé en termes d'augmentation équivalente du prix à la pompe pour les voitures à moteur thermique en 2025.

Batterie FC : Batterie de Faible Capacité – Batterie MC : Batterie de Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie de Grande Capacité.

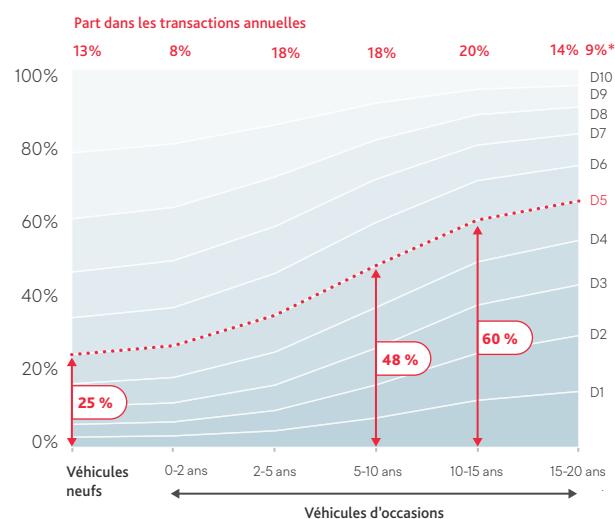
pour les ménages modestes, dont le revenu disponible est plus faible et la dépendance à la voiture souvent plus forte. Ainsi, une augmentation du coût d'usage se traduit mécaniquement par un effet régressif : la charge financière supplémentaire représente une part plus importante du revenu pour les ménages à bas revenus que pour les ménages aisés.

Cette dynamique touche particulièrement les ménages situés dans les zones périurbaines et rurales, où l'absence d'alternatives de transport amplifie la contrainte automobile. Dès lors, toute hausse marginale des coûts d'usage renforce les écarts de niveau de vie selon les positions socio-économiques et géographiques.

Enfin, la complexité technologique associée à la double motorisation des PHEV en particulier, expose ce type de véhicule à un risque accru de panne et de maintenance. Ceci est particulièrement vrai pour les usagers des véhicules de seconde et plus encore de troisième main (alors que les acheteurs de véhicules neufs sont généralement couverts par la période de garantie). Les coûts d'entretien réparation pèsent principalement sur les usagers les plus modestes.

## FIGURE 24. Part des achats de véhicules selon le niveau de revenu

Part des achats de véhicules par décile de revenu disponible et par âge des véhicules en France – 2022.



\* Part des véhicules de plus de 20 ans dans l'ensemble des transactions.

SDES-INSEE, Rsvero, Fidéli, 2022. Traitement : IMT.

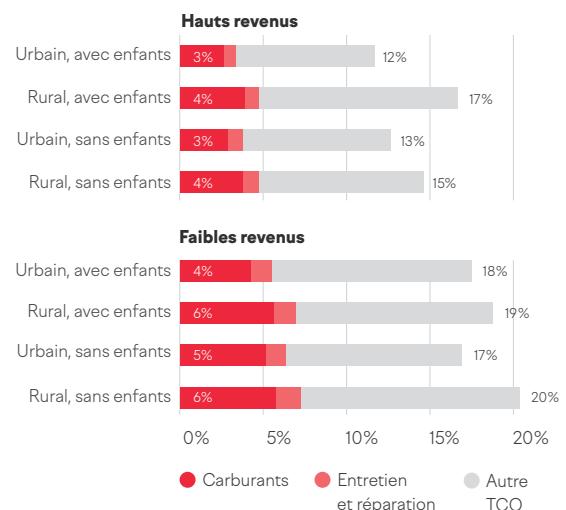
## ENCADRÉ 5. FOCUS SUR LE CAS DE LA FRANCE

Le cas de la France illustre clairement ces dynamiques. La répartition des ventes selon le niveau de revenu montre que la moitié la plus modeste de la population est largement absente du marché du neuf : elle ne représente qu'environ 25 % des acheteurs de véhicules neufs, contre 48 % parmi les acheteurs de véhicules d'occasion âgés de 5 à 10 ans, et 60 % pour ceux de 10 à 15 ans. Cette progression traduit la montée en puissance des ménages modestes sur le marché de l'occasion à mesure que les véhicules vieillissent, confirmant que les effets de surcoût liés aux motorisations les moins efficientes se concentrent principalement sur les catégories de revenus les plus faibles.

La **figure 24** représente pour la France la part des achats de véhicules en fonction du décile de revenus et de l'âge du véhicule. *Lecture : la moitié des Français les plus pauvres (déciles D1 à D5) achètent 25 % des véhicules neufs, contre 48 % des véhicules d'occasion âgés de 5 à 10 ans.*

## FIGURE 25. Part des dépenses liées à la voiture dans le budget des ménages

Part du revenu disponible selon le cas d'usage.



Regroupement fondé sur l'Enquête Budget de Famille en France (INSEE, 2017) pour les ménages possédant au moins un véhicule de moins de 28 ans et l'utilisant activement. Tous types de motorisation inclus. Véhicules de flotte d'entreprise exclus.

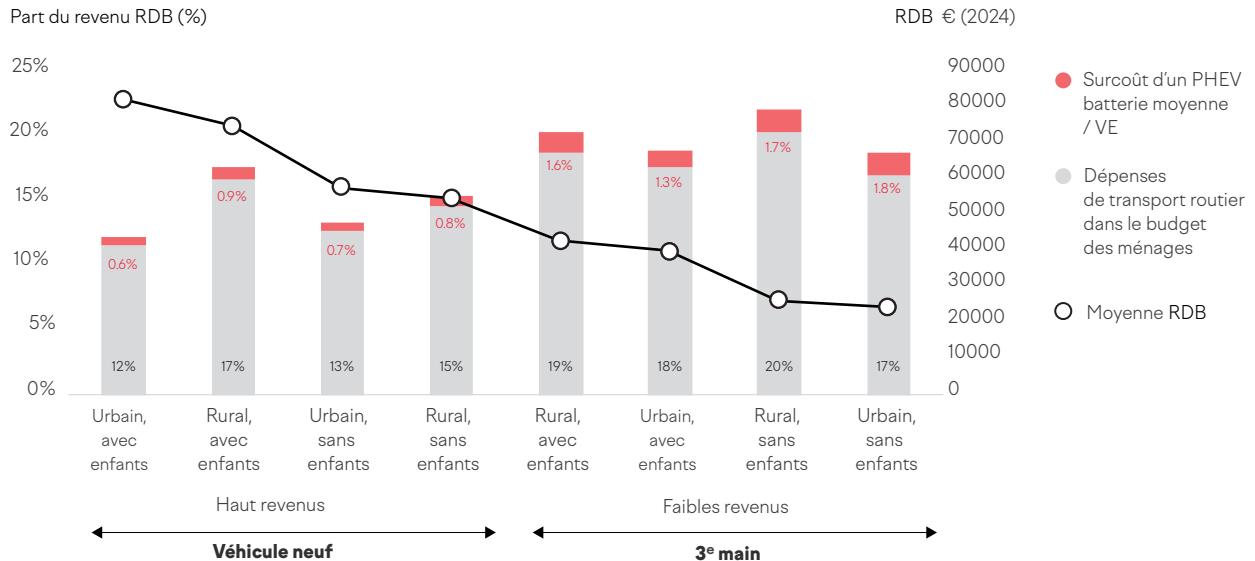
L'analyse de la répartition des budgets automobiles selon les profils d'usage définis dans cette étude met en évidence un double constat. D'une part, la part du budget consacrée à l'automobile est inversement proportionnelle au niveau de revenu : plus le budget total d'un ménage est faible, plus la voiture pèse dans ses dépenses. D'autre part, cette relation se retrouve de manière identique lorsqu'on considère les dépenses spécifiques de carburant et de maintenance, qui constituent déjà les postes les plus contraignants pour les ménages modestes.

La **figure 25** illustre la part du budget de chaque ménage consacrée aux dépenses liées aux transports routiers, ainsi que leur décomposition. *Lecture : les ménages à hauts revenus, urbains, avec enfants, consacrent en moyenne 3 % de leur budget aux dépenses de carburants alimentant leurs voitures.*

Enfin, la comparaison du surcoût associé à la détentrice d'un PHEV à batterie moyenne de segment B-SUV par rapport à un VE confirme que ce différentiel pèserait proportionnellement davantage sur les ménages à faibles revenus. Rapporté au revenu

**FIGURE 26. Surcoût annuel de possession d'un PHEV à moyenne batterie par rapport à un VE (VE)**

Projection 2035-2040. Part du revenu disponible brut moyen annuel (RDB) selon le profil de conduite, SUV du segment B.



Le surcoût des véhicules hybrides rechargeables (PHEV) est une projection pour la période 2030-2040.

Le revenu disponible par groupe est estimé à partir de l'Enquête Budget de famille (INSEE, 2017) pour la France, corrigé de l'inflation, et regroupé selon les ménages possédant et utilisant activement au moins un véhicule de moins de 28 ans (tous types de motorisation), à l'exclusion des flottes d'entreprise.

La courbe reflète les tendances relatives entre groupes.

disponible moyen des différents types de ménages en France, ce surcoût représenterait environ 1% du revenu pour les plus aisés, contre 2% pour les ménages modestes. Or, ces derniers consacrent déjà une part plus importante de leurs ressources à la possession et à l'usage de leur véhicule. Ce surcoût relatif viendrait donc accentuer la pression budgétaire pesant sur les ménages les plus contraints et creuser les écarts de pouvoir d'achat automobile entre catégories sociales.

La **figure 26** représente la part du budget de chaque ménage qui serait perdu en utilisant un B-SUV PHEV à batterie de capacité moyenne à la place d'un VE, moins onéreux, comparé au budget total du ménage et à la part de ce budget attribué à la mobilité routière actuellement. *Lecture : les ménages hauts revenus urbains avec enfants consacrent actuellement en moyenne 12 % de leur budget à la mobilité routière. Utiliser en 2030-2040 un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de moyenne autonomie acheté neuf au lieu d'un VE entraînerait un surcoût correspondant à une augmentation de budget de + 0,6 points.*



## MESSAGES CLÉS

- L'analyse prospective réalisée dans cette étude met en évidence qu'à l'horizon 2030-2040, dans l'Union européenne :
  - Le TCO des **PHEV** et **EREV** reste **supérieur à celui des VE** dans tous les profils d'usage étudiés. L'écart est particulièrement marqué pour les véhicules d'occasion en **troisième main**, avec un TCO en moyenne **2,5 fois plus élevé** que pour un véhicule acheté neuf.
  - En moyenne, un **PHEV à batterie de capacité moyenne** engendre un TCO **+ 8 % supérieur** à celui d'un VE pour un véhicule neuf, et **+ 18 % pour un acheteur en troisième main** (minimum + 14 %, maximum + 29 %), tous segments et usages confondus.
  - Ce surcoût correspond, en termes comparables, à une hausse du prix de l'essence pour un véhicule thermique en 2025 d'environ **+ 0,64 €/l pour un neuf** et **+ 0,92 €/l pour un véhicule acheté en 3<sup>e</sup> main** (soit un impact moyen deux à trois fois supérieur que l'effet de l'inflation carburant de la crise de 2022)
  - Les **EREV à batterie de forte capacité** présentent un TCO comparable à celui des PHEV à batterie moyenne.
- Cette projection repose essentiellement sur **une baisse raisonnable du prix des batteries**, sur un **coût au kilomètre de l'électricité inférieur à celui des carburants fossiles**, ainsi que sur des **coûts de maintenance réduits**, qui constituent les principaux avantages compétitifs des VE dès la première main, et encore plus pour les acheteurs en troisième main. Ces résultats sont obtenus malgré des **hypothèses conservatrices favorables aux véhicules thermiques**, notamment des marges constructeurs supposées identiques entre motorisations et la fin des aides publiques aux véhicules électriques.
- Dans l'hypothèse théorique d'un approvisionnement à 100 % en biocarburants, l'écart d'émissions entre PHEV équipés d'une batterie de capacité moyenne et VE serait réduit mais resterait significatif (**+ 23 %**). En revanche, l'écart de TCO entre PHEV/EREV et VE augmenterait fortement : **+ 14 % en moyenne (équivalent à + 1,22 €/l) pour les acheteurs de véhicules neufs, + 29 % en moyenne (équivalent à + 1,49 €/l) pour les acheteurs de véhicules en 3<sup>e</sup> main** du fait de coût de production plus important pour les biocarburants que pour les carburants fossiles.

### 3. AUTRES ÉLÉMENTS DE COMPARAISONS

L'étude d'impact ci-dessus montre qu'autoriser la vente de véhicules hybrides rechargeables (PHEV) et de véhicules électriques équipés d'une extension d'autonomie via un moteur thermique d'appoint (EREV) après 2035, avec ou sans obligation d'incorporation, n'apporterait pas de bénéfices, tant sur le plan économique que climatique, par rapport aux véhicules électriques (VE) disponibles à cette échéance.

Néanmoins, d'autres facteurs pourraient entrer en jeu, notamment le confort, réel ou perçu, offert par ces différentes motorisations. Un meilleur confort, réel ou perçu, pourrait constituer – notamment pour les flottes d'entreprises (soucieuses de rassurer des employés méfiants vis-à-vis des VE) ou pour les ménages à hauts revenus ayant usage intensif du véhicule – une motivation à acheter des PHEV ou des EREV, y compris si cela entraîne un surcoût et un impact environnemental supplémentaire par rapport à un VE équivalent.

Pour évaluer cette hypothèse, différents indicateurs de confort ont été comparés pour des véhicules vendus sur la période 2035-2040. L'analyse s'appuie sur la même segmentation que précédemment et sur les mêmes hypothèses conservatrices en matière de performances. Ont notamment été considérées les performances et la capacité réelle des batteries, à savoir : la consommation d'électricité par kilomètre réellement constatée sur route, plutôt que les valeurs réglementaires communiquées par les constructeurs ; et une capacité effective correspondant à 80 % de la capacité totale, afin de tenir compte du fait qu'une batterie n'est ni chargée ni déchargée complètement pour éviter son usure prématuée<sup>47</sup>.

#### 3.1. Autonomie

La projection effectuée pour la période 2035-2040 montre qu'à segment identique, l'autonomie réelle des PHEV et des EREV restera supérieure à celle des VE, d'un facteur 2 à 3.

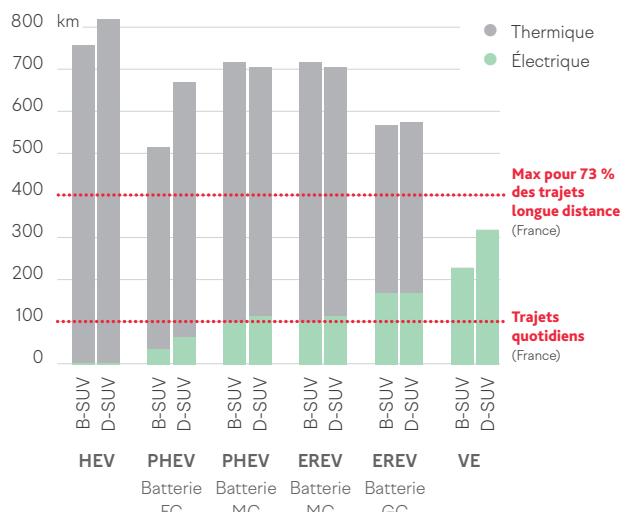
Néanmoins, tous les véhicules concernés, y compris les véhicules électriques de segment A, disposeront d'une autonomie réelle largement suffisante pour couvrir l'ensemble des trajets du quotidien (< 100 km) sans recharge. Cela représente la grande majorité de l'ensemble de distances réalisées : 70 % des kilomètres-voyageurs parcourus en voiture en France sont des déplacements inférieurs à 80 km<sup>48</sup> ;

<sup>47</sup> Plus de détails dans la section Méthodologie.

<sup>48</sup> Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. La mobilité locale et longue distance des Français – Enquête nationale sur la mobilité des personnes en 2019, avril 2023. [accessible en ligne]

FIGURE 27. Autonomie

Projection 2035-2040



Autonomie réelle, en considérant la consommation en conditions réelles et la capacité nette de la batterie.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

Tous les véhicules électriques de segment B-Sedan et supérieur disposeront d'une autonomie suffisante pour réaliser, avec une recharge au maximum, au moins 400 km de distances, ce qui couvre, en nombre, 73 % des déplacements des trajets longue distance (et l'entièreté des déplacements courtes distance dit « du quotidien ») ;

Tous les véhicules électriques de segment B-Sedan et supérieur disposeront d'une autonomie suffisante pour réaliser avec une recharge maximum réaliser au moins 400 km de distances, ce qui couvre 73 % des trajets longue distance ;

Il est important de garder en tête que le temps supplémentaire requis pour recharger un VE sur un trajet longue distance (au maximum 30 minutes) correspond au temps de pause recommandé en matière de sécurité routière. Par ailleurs, sur une année, ce temps « perdu » lors des trajets longue-distance est compensé par les économies de temps liées à la recharge à domicile, alors que les PHEV et EREV nécessitent de remplir leur réservoir en station-service, éloignées du domicile.

A contrario, la plus faible autonomie d'un PHEV ou EREV conduit son utilisateur à recharger sa batterie plus souvent (2 à 3 fois plus souvent que pour un VE) si il souhaite réaliser ses déplacements du quotidien en mode électrique (ce qui constitue la solution la plus économique). Le « gain » supposé en terme de contrainte de recharge pour les voyages longues distances est de fait à relativiser par la contrainte de recharge accrue au quotidien. Là encore, cet équilibre des avantages/inconvénients procurés par un véhicule hybride rechargeable

est plus favorable à un rouleur effectuant fréquemment des longues distances, ce qui correspond dans les clusters considérés aux foyers les plus aisés (déplacement en vacances, maison secondaires, etc.).

La **figure 27** compare l'autonomie projetée en 2035-2040 des différentes motorisations pour les segments B-SUV et D-SUV. Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un véhicule B-SUV HEV aurait une autonomie réelle de 756 km en mode thermique, contre 3 km en mode électrique.

### 3.2. Vieillissement des batteries

La projection réalisée pour la période 2035-2040, sur une durée de vie de 200 000 kilomètres, montre que le nombre de cycles de charge/décharge de la batterie peut être jusqu'à 4 fois supérieur pour un PHEV/EREV que pour un VE sur l'ensemble de la durée de vie du véhicule.

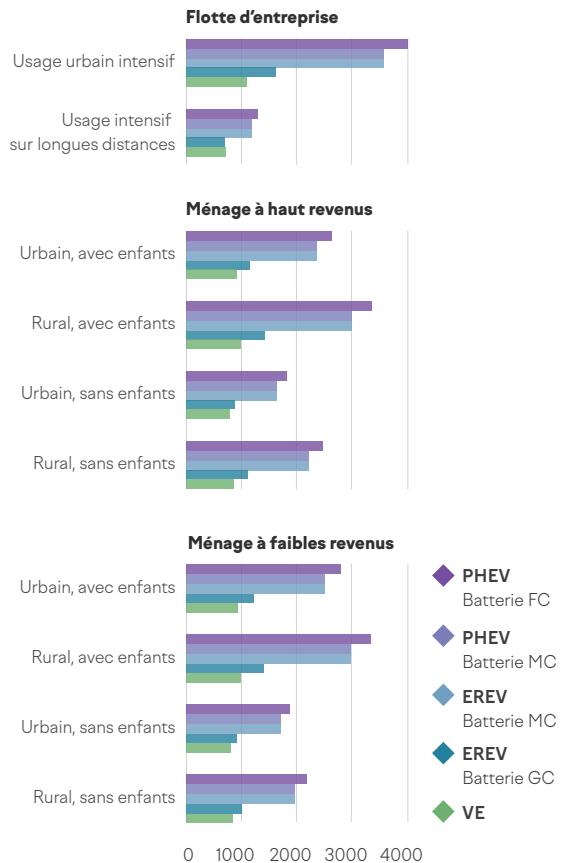
Pour les véhicules B-SUV, le nombre de cycles de charge/décharge des batteries des PHEV équipés d'une batterie de moyenne capacité serait en moyenne supérieur de + 159 % à celui des VE, et de + 28 % pour les EREV équipés d'une batterie de forte capacité. Ce rapport varierait selon les cas d'usage, mais au maximum, les batteries des véhicules électriques auraient subi environ 900 cycles de charge/décharge sur la durée de vie, contre en moyenne 2 300 pour les PHEV équipés d'une batterie de moyenne capacité et 1 100 pour les EREV équipés d'une batterie de forte capacité.

Toutes choses égales par ailleurs, les batteries des PHEV/EREV seraient donc plus sollicitées que celles des VE par les nouveaux acheteurs, accélérant d'autant le vieillissement potentiel de la batterie pour la part due aux cycles de charge/décharge. Si les batteries actuelles et futures sont suffisamment robustes pour ne subir que de faibles pertes de performances sur ce nombre de cycles, cela implique néanmoins un état de santé plus dégradé pour les batteries des PHEV et EREV par rapport à celles des VE, pouvant conduire à une perte d'autonomie progressive (non prise en compte dans l'étude) augmentant progressivement la consommation énergétique et donc les émissions de GES et le TCO des utilisateurs de PHEV/EREV. Les ménages à faible revenu (acheteurs de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> main) supporteraient en pratique la majorité des risques de vieillissement des batteries.

La **figure 28** compare sur la durée de vie du véhicule, le nombre de cycles de charge/décharge pour chaque motorisation et cas d'usage pour un véhicule de segment B-SUV. Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, un PHEV équipé d'une batterie de faible capacité utilisé par une flotte d'entreprise à usage urbain intensif aurait

**FIGURE 28. B-SUV, nombre de charges sur la durée de vie du véhicule**

Projection 2035-2040



Autonomie réelle, en tenant compte de la consommation en conditions réelles et de la capacité nette de la batterie.

Batteries FC / MC / GC : Batteries de Faible / Moyenne / Grande Capacité.

besoin de recharger 4000 fois sa batterie sur l'ensemble de sa durée de vie.

Autoriser la vente de PHEV et EREV après 2035 conduirait à une sollicitation plus importante des batteries chez les acheteurs de véhicules neufs, par rapport aux batteries des VE, ce qui accroîtrait les risques financiers, notamment pour les utilisateurs de véhicules d'occasion.

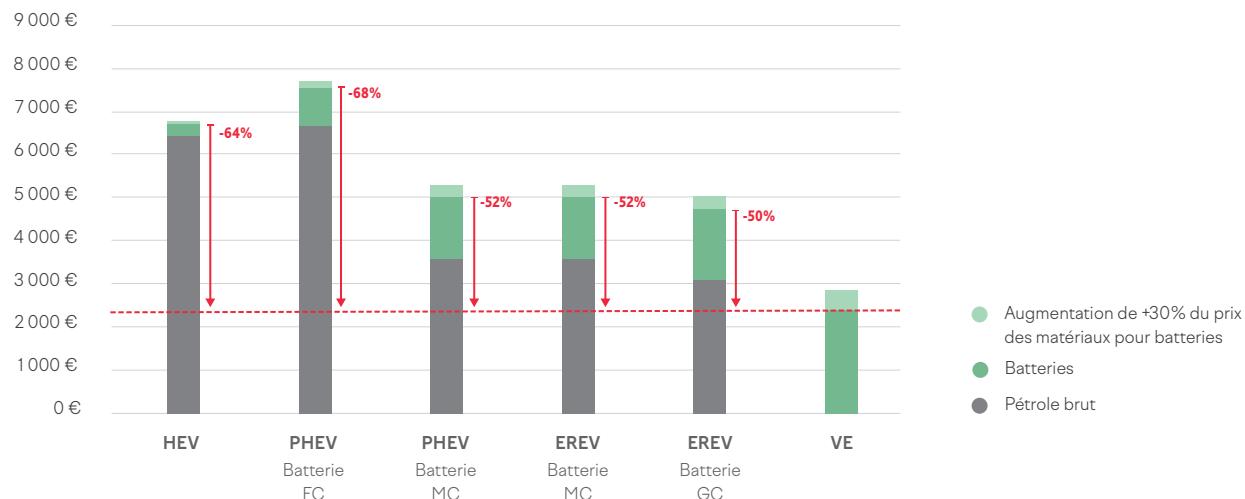
### 3.3. Déficit commercial

L'importation de pétrole et de batteries pour véhicules entraîne un déficit commercial extra-UE. Le montant de ces importations de pétrole et de batteries nécessaires pour chaque véhicule ont été estimées en supposant :

- qu'à l'horizon 2035-2040, 50 % des batteries seraient produites en Europe, dont 50 % de la valeur ajoutée seulement serait européenne ;

**FIGURE 29. B-SUV, coût moyen des importations européennes : pétrole brut et batterie**

Projection 2035-2040



Hypothèse: utilisation de carburant fossile. Durée de vie du véhicule : 200 000 km. 50% des batteries sont produites en Europe et 50% de leur valeur ajoutée y est réalisée. Réduction (en %) des importations si l'usager de la motorisation alternative adoptait un véhicule tout électrique

Batterie FC : Batterie Faible Capacité – Batterie MC : Batterie Moyenne Capacité – Batterie GC : Batterie Grande Capacité.

- que les batteries importées auraient un prix inférieur de 20 % à celui des batteries produites au sein de l'UE ;
- que 63 % du coût des batteries seraient liés à des matériaux importés<sup>49</sup> ;
- que 85 % du pétrole utilisé au sein de l'UE resterait importé depuis des pays extérieurs à l'Union ;
- que le raffinage entraîne une perte de 30 % du pétrole importé ;
- que l'intégralité du pétrole brut importé serait raffinée en Europe.

Dans ce cadre en moyenne, l'utilisation d'un véhicule électrique (VE) entraînerait un déficit commercial extra-européen deux fois moins élevé (- 51%) que celle d'un PHEV ou EREV.

Cet écart de déficit commercial serait encore accru en comparant celui généré par un VE par rapport à celui généré par un hybride rechargeable (HEV), qui serait trois fois supérieur ;

Cette différence s'explique par le fait que l'usage de batteries – même en supposant que la majorité de la valeur ajoutée reste hors UE – et d'électricité européenne entraîne des besoins d'importation extra-européenne bien moins importants en valeur que le pétrole ;

Même en supposant une hausse de 30 % du prix des matières premières, l'utilisation d'un VE reste bénéfique

pour le déficit commercial : - 44 % en moyenne par rapport à un PHEV ou EREV.

Si l'on considère l'ensemble des véhicules circulant dans l'Union européenne (259 millions de véhicules), l'utilisation exclusive de PHEV équipés de batteries de capacité moyenne entraînerait un déficit commercial supérieur de 41 milliards d'euros par an par rapport à un parc composé uniquement de véhicules électriques.

Au global, l'utilisation de véhicules électriques contribuerait donc de manière significative à réduire le déficit commercial de l'Union européenne par rapport à l'usage d'HEV, de PHEV ou d'EREV à l'horizon 2035-2040.

La **figure 29** illustre le déficit commercial lié aux importations de batteries et de pétrole brut sur l'ensemble du cycle de vie pour chaque motorisation d'un véhicule de segment B-SUV. Lecture : dans l'UE, en 2035-2040, utiliser un B-SUV PHEV équipé d'une batterie de moyenne capacité entraînerait un déficit commercial moyen de - 3 566 € dû au besoin d'import de pétrole brut, et - 1 463 dû au besoin d'import de batteries sur l'ensemble de sa durée de vie. Le déficit commercial lié à l'import de batterie augmentait de - 277 € supplémentaires si le prix des matériaux pour batteries augmentait de + 30 %.

<sup>49</sup> Knehr, K., Kubal, J., & Anl. EV Costs 2024 for GPR reporting. Argonne National Laboratory. 2024. [available online]

## MESSAGES CLÉS

- L'analyse prospective réalisée dans cette étude met en évidence qu'à l'horizon 2035-2040, dans l'Union européenne :
  - L'autonomie réelle projetée des PHEV/EREV resterait **2 à 3 fois supérieure** à celle des VE. Toutefois, même les B-Berline VE couvriraient **les trois quarts des trajets longue distance** avec au maximum une seule recharge (considérant leurs performances réelles). Les cycles de charge cumulés seraient beaucoup plus nombreux pour les batteries des PHEV/EREV, entraînant une **usure plus rapide** et des **coûts de maintenance/remplacement plus élevés**.
  - En moyenne, en considérant uniquement batteries et pétrole, l'usage d'un PHEV à batterie de moyenne capacité générerait un **déficit commercial aux frontières de l'UE deux fois supérieur** à celui d'un VE, même en considérant que la majeure partie de la valeur ajoutée des batteries resterait extra-européenne.
- Maintenir la trajectoire programmée du facteur d'utilité des PHEV, l'interdiction de la vente de véhicules 100 % ou partiellement thermiques après 2035, tout en appliquant des normes d'émissions strictes à l'échappement et en complétant par des mesures industrielles (régulation des batteries, infrastructures de recharge, instruments sectoriels), apparaît nécessaire pour réduire efficacement les **émissions de GES ; ne pas augmenter le coût total des véhicules, neufs comme d'occasion ; et envoyer un signal de stabilité aux investisseurs**.
- En parallèle, un **soutien européen à la demande** de petits véhicules électriques « Made in Europe » (leasing social, obligations spécifiques pour les flottes d'entreprise et les marché publics) serait légitime sur le plan fiscal et prépareraît l'essor d'un marché de l'occasion plus large, rapide et accessible, notamment pour les ménages modestes et les classes moyennes.



# Véhicules hybrides rechargeables et objectif 2035 : analyse des effets socio-économiques et climatiques d'une autorisation prolongée de ventes au nom du concept de « neutralité technologique »

---

**Jean-Philippe Hermine, Simon Louedin, Antoine Trouche (IMT)**

---

## Remerciements

---

Cette étude s'est appuyé sur l'expertise de C-Ways, cabinet de conseil en stratégie spécialisé en data sciences et partenaire de longue date de l'IMT, ainsi que de l'ICCT, organisation internationale à but non lucratif spécialisée dans l'analyse technique et scientifique des performances environnementales et de l'efficacité énergétique des transports.

---

C-Ways - notamment Philippe Jullien, Clément Dupont-Roc et Théo Castel - partenaire technique du projet, a contribué à la conception du modèle de simulation des coûts totaux de possession et des émissions de gaz à effet de serre.

---

L'ICCT - notamment Jan Dornoff - a apporté son expertise sur l'évolution de l'offre de véhicules et de leurs performances.

---

## Addendum, 25 novembre 2025

---

Cette version du rapport intègre un complément méthodologique concernant l'identification des déplacements propres aux segments B-SUV et supérieurs (p. 9).

---

Louédin, S., Hermine, J.-P., Trouche A. (2025). Véhicules hybrides rechargeables et objectif 2035 : analyse des effets socio-économiques et climatiques d'une autorisation prolongée de ventes au nom du concept de « neutralité technologique », Etude 0425, IMT.

---

[jeanphilippe.hermine@sciencespo.fr](mailto:jeanphilippe.hermine@sciencespo.fr)

---

[simon.louedin@sciencespo.fr](mailto:simon.louedin@sciencespo.fr)

---

[antoine.trouche@sciencespo.fr](mailto:antoine.trouche@sciencespo.fr)

---

Institut des mobilités en transition  
41, rue du Four – 75006 Paris – France

---

[institut-mobilites-en-transition.org](http://institut-mobilites-en-transition.org)