L'AUTOMOBILE ET LES MOBILITÉS ROUTIÈRES : S'ENGAGER PLEINEMENT DANS LA DÉCARBONATION

Rapport intermédiaire - Juin 2026

DANS LE CADRE DU
PLAN ROBUSTE POUR L'ÉCONOMIE FRANÇAISE



LE THINK TANK DE LA
TRANSITION BAS CARBONE

THE SHIFT PROJECT

Votre participation aux travaux : relectures et contributions

Chère relectrice, cher relecteur,

Ce rapport est un point d'étape intermédiaire : il vise à définir le cadre physique du problème afin de poser les bonnes questions. Bien qu'il soit déjà le fruit d'un travail collectif, il est encore un document de travail imparfait, incomplet et évolutif. Il sera suivi d'un **rapport final début 2027**.

Vous pouvez lire ce rapport intermédiaire sous pdf et nous faire vos retours par mail à automobile-mobilites@theshiftproject.org, ou ici sous ce document Word partagé, à travers des **commentaires et des "suggestions"** directement dans le texte.

Notez qu'en faisant des commentaires et suggestions dans ce document, **vos propositions seront visibles** par tout le monde. Si vous souhaitez faire des modifications directement dans le texte, ce que nous espérons, mais pas sur ce document public, vous pouvez télécharger directement ce document.

Oui, il se peut que certaines suggestions et certains commentaires puissent susciter du débat : c'est le jeu de la contradiction et de l'ouverture. Nous comptons sur votre bienveillance, et nous nous efforcerons de veiller à ce que le document reste tout de même agréable à lire.

Les *passages surlignés en jaune* restent incomplets. Si vous pouvez nous aider à actualiser, rendre plus robustes ces éléments, nous sommes preneurs !

Toutes les sources de **données** que vous pourrez nous transmettre seront très utiles pour finaliser ce guide. Nous vous invitons à nous contacter pour **toute collaboration ou partage de données envisageable** via l'adresse automobile-mobilites@theshiftproject.org.

Au plaisir de débattre et d'avancer ensemble,

L'équipe Automobile et Mobilités Routières du Shift Project

À propos du think tank *The Shift Project*

The Shift Project est un groupe de réflexion qui vise à **éclairer et influencer le débat sur le double défi climat-énergie**. Association d'intérêt général, nous sommes guidés par l'exigence de rigueur scientifique et technique, et notre regard sur l'économie est avant tout physique et systémique.

Nous réalisons des études sur les enjeux clés de la décarbonation. Nous constituons des groupes de travail qui produisent des analyses robustes, quantitatives et qualitatives, ainsi que des propositions pragmatiques. Notre démarche de recherche est ouverte, itérative et collaborative. Nos publications sont librement accessibles à toute personne intéressée. Nous les diffusons auprès des professionnels, dirigeants et corps intermédiaires des secteurs et enjeux concernés. Ce réseau d'experts est mobilisé constamment, pour consolider nos travaux, et nous aider à les faire connaître. Nous favorisons les discussions entre parties prenantes, de manière apartisane.

Le Shift Project a été fondé en 2010 par plusieurs personnalités du monde de l'entreprise ayant une expérience de l'associatif et du public, dont Jean-Marc Jancovici. Il est soutenu par plusieurs grandes entreprises françaises et européennes ainsi que par des organismes publics, des associations d'entreprises et, depuis 2020, par des dizaines de PME, d'ETI et de fondations. Plus rarement il fait appel, comme en 2025 avec la campagne de financement « Décarbonons la France ! » dans lequel ce travail s'inscrit, à des particuliers.

Le Shift Project est épaulé par un réseau de plusieurs dizaines de milliers de bénévoles regroupés depuis 2014 au sein d'une association sœur : **les Shifters**. Ils ont pour mission de promouvoir auprès d'un large public les travaux du Shift, mais aussi favoriser l'échange d'informations, d'idées, de connaissances, d'expériences et de bonnes pratiques.

Le Plan robuste pour l'économie française : *comment réussir la transition dans l'incertitude ?*

Dans ce contexte énergétique et climatique contraint, la réussite de tout projet économique pour la France est conditionnée au succès de la décarbonation : celle-ci redonne de la liberté d'action et devient une condition de notre souveraineté.

Après le Plan de transformation de l'économie française publié en 2022, **le Shift Project franchit aujourd'hui une nouvelle étape avec le Plan robuste pour l'économie française.** Porté par des dizaines de milliers de donateurs, de membres des Shifters et de professionnels engagés, ce travail collectif et inédit par son ampleur vise à structurer des réponses concrètes aux multiples crises contemporaines. Un livre de synthèse, *Le Plan robuste pour l'économie française*, sortira le 14 octobre prochain en librairie.

À un an de l'élection présidentielle de 2027, le Shift Project poursuit un objectif clair : donner à la France les moyens de faire face aux crises et reprendre son avenir en main. Réussir cette transition, ce n'est pas seulement réduire nos émissions : c'est sécuriser notre économie, renforcer notre souveraineté et retrouver des marges de manœuvre dans un monde instable. **La décarbonation n'est pas seulement un défi, c'est une opportunité pour la France.**

Du Plan de transformation de l'économie française (PTEF) au Plan robuste pour l'économie française (PREF)

En 2022, le Shift Project présentait son Plan de transformation de l'économie française (PTEF), un ensemble de 15 rapports thématiques et une synthèse proposant des mesures concrètes pour réduire de 5 % par an les émissions de gaz à effet de serre de la France. Cette feuille de route réaliste et chiffrée de notre décarbonation veillait à la cohérence entre l'énergie bas-carbone disponible, les emplois nécessaires et la réduction de nos émissions nationales au bon rythme.

Cependant, notre plan supposait en filigrane un contexte stable et prévisible, sans explorer les risques liés à l'échec partiel ou total de certaines mesures. L'étude « Réussir la transition dans l'incertitude » réinterroge les analyses et recommandations du PTEF à l'aune des probables chocs, perturbations et aléas des 25 prochaînes années. Notre objectif est de sécuriser la transition en tenant compte du fait que le monde sera incertain, et que les acteurs français ne pourront pas tout maîtriser dans les décennies à venir.

> ***Pourquoi un plan robuste ?***
> La robustesse désigne la capacité d'un système à remplir ses fonctions malgré un certain nombre d'aléas extérieurs. Pour le Shift Project, rendre la décarbonation robuste signifie augmenter les chances qu'elle se réalise malgré les aléas des 25 prochaînes années.

Notre Plan robuste pour l'économie française est un appel à l'action : subir les crises ou construire son avenir.

« Réussir la transition dans l'incertitude » : La méthode Shift en 20 chantiers

Le rapport **« Réussir la transition dans l'incertitude »** constitue la première brique technique du Plan robuste pour l'économie française (PREF) du Shift Project. Cette analyse plonge au cœur de 20 grands chantiers, ceux sans lesquels la transition bas-carbone ne réussira pas : dans les **transports** (déploiement du vélo, extension des transports en commun, généralisation de la voiture électrique sobre, massification du train, décarbonation de l'aérien via les SAF et réduction du trafic, relance du fret ferroviaire et électrification des camions), le **logement** (rénovation massive et déploiement des pompes à chaleur), le **numérique** (maîtrise des centres de données), l'**industrie** (acier et hydrogène bas-carbone, captage et séquestration de CO_2), l'**agriculture** (réduction sélective des cheptels bovins, gestion durable de l'azote, préservation des puits de carbone naturels) et l'**énergie** (prolongation du nucléaire historique, lancement des EPR2, déploiement accéléré des renouvelables et des bioénergies durables).

Sans être exhaustifs, les chantiers retenus couvrent une large partie des enjeux de décarbonation et illustrent l'ensemble des familles d'actions que la France doit mener et accélérer.

Quels choix face aux incertitudes ? Une analyse de robustesse pour sécuriser la transition

Nous avons mené une analyse de robustesse imaginant des trajectoires dégradées de décarbonation, pour mieux les éviter. Ces trajectoires chiffrées ont été construites à partir de variantes – en termes d'émissions de GES, de consommation d'énergie, de cuivre et d'emploi - supposant des issues plus ou moins optimistes pour chaque chantier.

La cartographie des possibles obtenue montre que l**a France peut encore réussir sa décarbonation à condition d'en faire une priorité absolue dès le prochain quinquennat, et de mener de front tous les chantiers majeurs.** L'électrification massive des équipements est incontournable et demandera une hausse de la production bas-carbone (nucléaire et renouvelables), mais aussi une maîtrise de la consommation énergétique (carburants liquides, gaz, électricité) pour éviter les conflits d'usages, et une transformation profonde des compétences et de l'emploi.

Une démarche collective ancrée dans le réel

Le Shift Project conduit en parallèle une **série de consultations auprès des acteurs directement concernés** — agriculteurs, élus, soignants, professionnels du sport et de la distribution et de la réparation automobile. **Cette approche vise à confronter les analyses aux réalités du terrain et à coconstruire des trajectoires avec celles et ceux qui auront à les mettre en œuvre.**

- La Grande Consultation des Agriculteurs, qui a recueilli près de 7 800 contributions, permettant de faire émerger et porter la voix des agriculteurs dans le débat public.
- La Grande Consultation des Maires et des élus municipaux, qui a recueilli les contributions de plus de 3 000 élus sur le bilan tiré en fin de mandat et les priorités et besoins pour le prochain mandat municipal.
- La Grande Consultation Santé (en cours), qui s'adresse aux médecins, aux infirmiers et aux pharmaciens en les interrogeant sur le lien entre leur pratique, l'énergie et le climat.
- La Grande consultation des acteurs de la filière aval de l'automobile qui se lancera prochaînement.

Par ailleurs, le Shift Project poursuit la publication de travaux sectoriels (alimentation, défense, textile, santé, transports…) jusqu'à 2027. Ces productions s'inscrivent dans une démarche collaborative et ouverte, menée en étroite coopération avec les professionnels concernés, fidèle à la méthode de travail du Shift.

Avant-propos

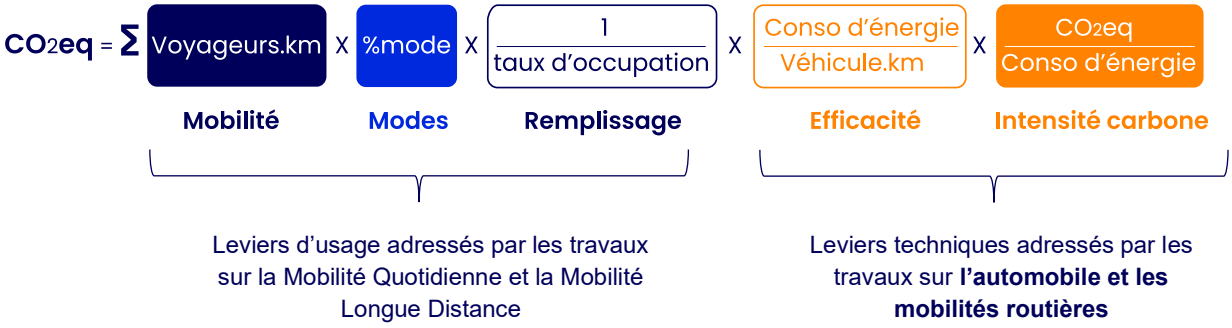
Les travaux du Shift Project sur les transports et la mobilité

The Shift Project travaille depuis 2017 sur la mobilité des personnes, et a produit en 2021, dans le cadre de son Plan de Transformation de l'Economie Française une étude sur l'automobile :

- Rapport sur la Mobilité Quotidienne et sur les trajets longs du quotidien
- Rapport sur la Mobilité Longue Distance et sa synthèse
- Rapport sur l'Industrie automobile et sa synthèse

Vous pouvez retrouver l'ensemble de nos travaux sur le transport et la mobilité sur ce lien.

Nous traitons la mobilité des personnes selon la décomposition des émissions de GES suivante :



Contexte général

L'industrie automobile fait face aujourd'hui, comme souvent dans son histoire, à des défis importants. Ceux de ce début de XXIème siècle sont pour autant sans précédent : il s'agit d'opérer en quelques années une mutation profonde sur tous les plans : process, produits, offres globales, usages, formation et compétences et vraisemblablement modèle d'affaire, pour être au rendez-vous incontournable de la décarbonation complète des transports d'ici 2050 et de la sortie des énergies fossiles.

Cette transformation profonde est d'autant plus urgente que le secteur automobile, comme les autres industrie, est frappé de crises globales violentes qui deviennent maintenant récurrentes depuis quelques années : crise financière mondiale en 2007-2008 sur fond de pic de production du pétrole conventionnel, succession de crises économiques nationales entre 2010 et 2018 (Grèce, Espagne, Brésil, Turquie, Argentine), pandémie du Covid en 2020 déstructurant les chaînes logistiques mondiales et entraînant la crise des semi-conducteurs, invasion de l'Ukraine par la Russie créant une crise énergétique en Europe et maintenant guerre en Iran avec le blocage du détroit d'Ormuz, sur des tensions mondiales majeures sur les approvisionnements fossiles.

Cette succession de crises met en lumière les fragilités de l'Europe et de la France, tant sur ses approvisionnements énergétiques que sur sa dépendance aux chaînes industrielles mondiales, notamment sur les approvisionnements en matériaux critiques. Mais c'est également l'occasion de la prise de conscience de l'impérieuse nécessité de repenser les outils d'autonomie stratégique et de souveraineté européenne et française, dont la décarbonation de notre économie doit être l'instrument. Par ailleurs, les technologies liées à la décarbonation, notamment dans l'automobile, constituent un

vivier d'innovations, de gains de productivité, et de montée en qualité. S'y engager pleinement positionnerait la France et l'Europe pour en bénéficier au mieux et au plus tôt.

Dès lors, la décarbonation de nos activités, en particulier de la mobilité et de l'automobile s'impose comme l'horizon incontournable. La question est donc moins de savoir s'il faut électrifier les véhicules, car cette transition est désormais inéluctable, que de s'engager pleinement dans cette transition et d'en anticiper les conséquences avec l'ensemble des acteurs de la filière, en même temps que de saisir les opportunités qu'elle ouvre.

L'industrie automobile en France

Depuis 70 ans, l'automobile a structuré nos sociétés et nos modes de vie à travers deux impulsions majeures : le maillage progressif du territoire par les infrastructures routières, notamment associé à l'évolution de l'habitat et des zones de consommation en dehors des villes et les révolutions successives dans l'organisation de la production industrielle. Son industrie française est aussi un vecteur de rayonnement à l'international, l'innovation et le design constituant ses principaux éléments de différenciation.

Le poids de cette filière, de l'amont industriel à la distribution, de la réparation au recyclage, justifie à lui seul qu'elle fasse l'objet d'une réflexion approfondie sur les orientations que la Nation entend lui donner. C'est une industrie du temps long, à investissements lourds, qui a besoin de planification stratégique et de visibilité sur l'évolution de son environnement réglementaire, technologique et de marché. La complexité de ses chaînes de valeur et la diversité de ses acteurs, des constructeurs aux équipementiers, des réseaux de distribution aux acteurs de l'après-vente, renforcent ce besoin de cohérence.

La filière amont (constructeurs, équipementiers et fournisseurs) représente 1,1% du PIB français. Sur l'emploi industriel, la tendance est à la contraction sensible. De 425 500 ((dont 131 400 chez les seuls constructeurs et 294 100 chez les fournisseurs) dans la filière manufacturière en 2010, l'emploi a chuté à 375 000 en 2019 et a 286 700 en 2023. La perte est de 139 000 emplois en 13 ans (-33 %) [1].

En revanche, pour la filière aval des services de l'automobile, les effectifs sont globalement à la hausse depuis 2015, passant de 416 000 à environ 488 000 en 2024, mais réparties sur 144 000 entreprises de toutes tailles [2].

Le passage de la voiture thermique à la voiture électrique dans un monde qui se décarbone n'est pas un simple changement de motorisation. C'est une transformation profonde de la filière industrielle et aval, et de notre mobilité.

Pour l'industrie automobile, l'enjeu est d'investir massivement dans la R&D sur de nouvelles technologies avec de nouvelles compétences, d'engager des investissements industriels importants dans les usines et dans la fabrication de batteries. La chaîne de valeur change pour les constructeurs : la maîtrise historique des constructeurs européens du contenu technologique qui représentait la valeur du produit se trouve remise en cause par un nouvel équilibre de valeurs (connectivité, systèmes de navigation, d'aides à la conduite, chaîne de traction électrique) dont la maîtrise est désormais également entre les mains des fournisseurs et constructeurs asiatiques et en particulier chinois et dont les stratégies commerciales et industrielles sur leur territoire mais également à l'export menace l'existence même des constructeurs occidentaux.

La filière des services de l'automobile (distributeurs, réparateurs, loueurs, distributeurs d'énergie, contrôleurs techniques, experts auto, recycleurs…) doit anticiper les évolutions des parcs, en nombre et en composition, se former aux nouvelles technologies et accompagner les Français vers les nouveaux usages de mobilité. Autant de transformations lourdes à mener dans un contexte sévère pour la filière :

- Marché des véhicules neufs à un niveau très bas depuis 2020

- Manque d’attractivité des métiers de la filière aval entraînant une pénurie de main d’œuvre
- Contraintes budgétaires fortes pour les pouvoirs publics et les ménages
- Concurrence chinoise forte dans un contexte de déficit de compétitivité

Pour les automobilistes, une adaptation plus ou moins forte sera nécessaire, dans les choix de mobilité comme dans l’utilisation des véhicules électriques. Pour l'engager, la montée en compétences des professionnels pour conseiller les clients efficacement, et la disponibilité d'informations fiables sont indispensables.

Enfin, l’électrification et la nécessité d’une plus grande sobriété de nos usages font émerger un nouvel écosystème d’acteurs sur lequel repose la robustesse de notre mobilité future. On peut en citer au moins trois. Les énergéticiens et opérateurs de la recharge électrique, les acteurs de la filière des batteries (fabricants, recycleurs, réparateurs) et les entreprises des nouvelles mobilités (Vélos, Vélis, quadricycles…). Ces acteurs constituent dorénavant un pôle émergent porteur d’opportunités, d’emplois et d’intérêts qui doit prendre sa place au même titre que ceux de la filière automobile traditionnelle, notamment dans le dialogue avec les interlocuteurs institutionnels, français et européens.

C'est bien l'ensemble de ces dimensions, économiques, sociales, territoriales, symboliques, qu'il faut articuler pour construire un nouvel imaginaire de la mobilité dans une économie décarbonée. Non pas contre l'automobile, mais avec une automobile profondément renouvelée dans ses usages, ses technologies et sa place dans nos vies.

Objet de l’étude

Ce rapport vise, à son échelle, à éclairer ce que pourrait être le chemin de la filière **française** de l’automobile et des mobilités routières vers une économie décarbonée et résiliente, qui aurait saisi l’opportunité de la **transition énergétique pour allier décarbonation, souveraineté et emplois**. Nous nous attacherons à évaluer ses impacts physiques actuels et futurs, à proposer des trajectoires possibles d’évolution du parc de véhicules en circulation, en évaluant leurs impacts pour le secteur.

Nous étudierons en particulier **la filière aval des services de l’automobile et des mobilités**. En effet, elle représente désormais plus d’emplois que la filière amont, va devoir mobiliser compétences et investissements sur la voiture électrique tout en continuant à entretenir et réparer le parc roulant thermique pendant encore longtemps, le tout dans un contexte économique contraint. Par ailleurs, si le soutien public à la filière automobile reste fort [3], il adresse historiquement davantage la construction automobile et les marchés des véhicules neufs que la filière aval et le traitement du parc roulant. Pour illustrer ce décalage, on peut noter que les constructeurs ont signé en mai 2024 le Contrat Stratégique de Filière mais que les travaux sur la feuille de route de décarbonation (Art. 301 de la loi Climat et Résilience) lancés en 2023 n’ont pas complètement abouti.

La présente étude vise également à créer des espaces de dialogue de manière à engager pleinement l’ensemble des parties prenantes dans la transformation de nos mobilités.

Le périmètre technique de ce travail recouvre les véhicules de déplacement individuels de personnes en France : il s’agit donc des voitures particulières VP, des véhicules utilitaires légers VUL ainsi que des motocycles et des quadricycles. Nous traiterons également plus localement des vélos et assimilés (VAE, vélos étendus) et des bus et cars notamment via le potentiel du rétrofit.

L’équipe Projet du Shift

Marjorie Lhuillier-Guinot, Cheffe de projet, The Shift Project

De formation commerciale (ESCP), Marjorie a travaillé plus de 30 ans chez PSA devenu Stellantis dans des fonctions clés de la filière (commerce, marketing, ingénierie produit, stratégie), toujours très proches du produit automobile qui est au cœur de ses centres d’intérêts.

Elle a rejoint le Shift en tant que cheffe de projet Automobile et Mobilités routières en janvier 2026 dans le cadre du plan d’action du Shift à horizon 2027.

Guillaume Allart, Ingénieur de projet, The Shift Project

Guillaume est ingénieur du projet, et intervient également sur la coordination Industrie du Shift. Titulaire d’un doctorat d’économie de l’université Paris Dauphine PSL portant sur l’investissement de l’industrie dans la transition énergétique, et d’un Master d’économie de l’énergie et de l’environnement de l’IFPEN et de l’INSTN, Guillaume avait au cours d’une première carrière travaillé au sein de KPMG auprès de groupes industriels, avant de rejoindre l’industrie pharmaceutique. Il est également diplômé d’HEC Paris et est actif au sein de The Shifters depuis 2017, dont il a été le secrétaire de 2020 à 2022.

Emeline Aubel, Chargée de projet, The Shift Project

Emeline est ingénieure en énergie, diplômée de l’ENSTA Paris et d’un master en environnement de l’Institut Polytechnique de Paris. Avant de rejoindre le Shift, elle a effectué plusieurs stages en éco-conception, chez Safran Aircraft Engines et Alstom. Chez Safran, elle a contribué au développement d’un modèle permettant d’évaluer de l’impact climatique des traînées de condensation. Lors de son stage de fin d’études chez Alstom, elle a étudié le potentiel de l’IA pour améliorer la mise en application des pratiques d’éco-conception au sein de l’entreprise. Elle a rejoint le Shift Project en février 2026 pour travailler sur le projet Automobile et Mobilité Routière.

Damien Amichaud, Chef de Projet Emploi Formation, The Shift Project

Damien a piloté le projet « Former les actifs pour la transition écologique » et le projet « ClimatSup INSA » visant à intégrer les enjeux énergétiques et climatiques les plus pertinents dans les formations d’ingénieur au travers d’un partenariat avec les écoles du Groupe INSA. Ingénieur diplômé de l’Ecole des Mines de Douai en Génie Energétique et titulaire d’un Master à l’Université Lyon 3 en Éthique, Écologie et Développement Durable, il accompagne les organisations en tant qu’expert de la formation à la transition écologique. Il a auparavant exercé en tant qu’ingénieur chef de projet en Recherche & Développement dans l’industrie pendant 13 ans.

Laurent Perron, Coordinateur, The Shift Project

Ingénieur en Mécanique et Énergétique, Laurent a fait sa carrière dans l’industrie et le commerce automobile. Pendant 5 ans au sein du Groupe Volkswagen en France puis pendant 17 ans chez PSA, il a occupé des fonctions en qualité de service, en conception et industrialisation de véhicules, et évaluations économiques. Il a rejoint pendant 6 ans l’institut de recherche sur la mobilité durable Vedecom en 2017 où il a la charge de la qualité et de la RSE. Engagé chez les Shifters depuis 2018, il a été chef de projet de la Fresque de la Mobilité et co-chef de projet Industrie Automobile du PTEF. Il rejoint l’équipe salariée du Shift Project en 2025 pour coordonner les travaux sur les transports et sur l’industrie.

Pauline Brouillard, Pilote Communication, The Shift Project

Diplômée en Coopération internationale de l'Université de Salamanque et en « Développement Soutenable » de Sciences Po Lille, Pauline a rejoint l'équipe du *Shift* à la communication et événementiel. Elle a auparavant travaillé en ambassade et pour des organisations françaises ou internationales à but non lucratif (Amnesty International Espagne et Convergences-ACTED). Elle a notamment été en charge de valoriser les travaux de recherche du Shift (Prospective, Sport, Industrie, Emploi, Formation…) et de l'organisation de grands événements (Ateliers du Shift, le Shift Forum Rencontres Académiques…).

Simon Levan, Co-Pilote Communication, The Shift Project

Diplômé de Sciences Po Strasbourg (Master 2 en communication publique et institutionnelle) et de l'University of Leicester en Politics & International Relations, Simon a développé un intérêt pour les enjeux publics et leur mise en récit. Il s'est notamment engagé dans des actions de communication et de plaidoyer, en particulier sur les thématiques étudiantes, sociales et environnementales.
Simon a rejoint le Shift Project en février 2026 en tant que stagiaire en communication et événementiel, dans le cadre de la fin de ses études. Il appuie la mise en œuvre de la communication à 360° du projet Cuir et Textile ainsi que l'organisation de grands événements, et contribue plus largement aux différentes missions de l'équipe communication.

Remerciements

Attention : les remerciements ci-dessous sont encore très largement incomplets. Nous sommes en cours de confirmation de certaines personnes que nous souhaitons remercier, et attendons leur retour avant de les faire apparaître : ces parties sont signalées par les caractères suivants « […] » que nous mettrons à jour prochaînement.

Les interprétations, positions et recommandations figurant dans cette note ne peuvent être attribuées ni aux contributeurs, ni aux relecteurs, cités ci-dessus. Le contenu de ce rapport n'engage que The Shift Project.

Ce projet a aussi reçu le soutien de nombreux professionnels du secteur et plus largement de l'automobile, des mobilités et des services qui ont contribué bénévolement. En acceptant de relire ce rapport, ils ont pris le temps de partager leur connaissance.

L'équipe remercie pareillement l'ensemble des membres du Cercle Thématique Transports des **Shifters** pour leur aide, leur expertise et leurs conseils dans l'élaboration de cette publication.

Nous remercions chaleureusement nos partenaires mécènes du projet **AYVENS**, **MOVOM** (fonds de dotation de **MOBILIANS**), **ROOLE**, **BNP Paribas**, l'**ADEME,** le **Groupe CITADELLE**, le fonds de dotation **PICOTY, C-WAYS** et **GAC Software**, pour leur soutien financier ou en nature, ayant permis à ce projet de voir le jour.

Nous remercions également les experts et organisations ayant bien voulu partager certaines données et expertises. Les données de terrain sont essentielles à la compréhension des dynamiques, et à l'élaboration de nos hypothèses et modélisations :

Niluphar Ahmadi – ANFA, T**hibault Allouard** – Univers VO**, Victor Andraud** -Directeur impact AP Karos, **Murielle Bassen** – CFDT FGMM, **Rémi Bastien** – Président honoraire du pôle NEXTMOVE, **Antonin Bibal –** Investment Director Via iD**, Aurélien Bigo** – Chercheur indépendant, **Mathis Boutrouelle** – CEA, **Marine Bruno** - AP ECOV, **Félix Bonte** – Responsable Décarbonation Mobivia, **Christian Boulic** – CNZ Mobility Consulting – Ancien-SVP R&D Stellantis, **Antoine Boutin** – Consultant EKODEV, **Olivier Bouttaz** – Membre de Stellantis Employees for the Planet, **Bruno Bourdon** – Directeur Contenu & Impact MOVIN'ON, **Mickael Cavarec** – Ingénieur motoriste, **Marlène Brauda** - Membre de Stellantis Employees for the Planet**, Marc Charlet** – Ancien DG NEXTMOVE, **Caroline Cohen** – PFA, **Adrien Cosson** – Stellantis Motorsport, **Julien Da' Rolt** – CFDT FGMM, **Alain Dauron** – Co-chair du "Sustainability WG" à l'INCOSE, **Dorothée Dayrault-Jullian** – Directrice Affaires Publiques Mobilians, **Léa Dégardin** – Responsable Affaires Européennes Mobivia, **Antoine Dupont** – ADEME (Agence de la Transition Écologique), **Antoine Durand** – Réseau Action Climat, **Thibault Fabre-Aubrespy** – BMW Finance / Ventes et financement réseau, **Angélique Fernier** – ANFA, **Isabelle Fouzanet** – Relations Société civile BNPParibas, **Vincent Gressier** – Ingénieur Valeo, **Nicolas Godlewski** – ECOMOB, **Jocelyn Gombault** – Observatoire des métiers des services de l'automobile, **Martin Habig** – Ecosystem manager Actua Formation, **Véronique Henry**, Responsable RSE Mobilians, **Jean-Philippe Hermine** – DG Institut Mobilités en Transition, **Olivier Huglin** – Ingénieur Renault, **Philippe Jullien** – Manager C-Ways, **Abdessalam Kourtaa** – Axa France, **Darius Krzysztof Gasiorek** – Membre de Stellantis Stellantis Employees for the Planet, **Luc Laulan** – Académie Aix-Marseille, **Gilles Le Borgne** – Ancien Directeur de l'Ingénierie PSA & Renault, **Quentin Leclercq-Ribault** – Responsable Projets et Partenariats ROOLE, **Sébastien Lecourt** – Membre de Stellantis Stellantis Employees for the Planet, **Benjamin Lesage** – e-powertrain expert chez 3M, **Christophe Luccheiti** – Directeur CLConsulting et manager transition automobile, **Didier Malga** – Président eRallye FIA Aura, **Luc Marbach** – Ancien DG VEDECOM et Ancien Président SIA, **Alexis Marcadet** – REVOLTE,

Thomas Matagne – Président ECOV, **Laurine Max** - BNP Paribas Personal Finance / Head of Sustainable Mobility, **Laurent Meillaud** – Mobility TV / Green Racing Info, **Marie Melin** - DREETS Occitanie, **Etienne Mercier** – Groupe SANEF, Directeur du développement des concessions, **Richard Meyer** – Stratégie QINOMIC, **Héliot Moranda** – Solucar, **Hervé Morin** – Shell Recharge NL, **Gilles Moreau** – Consultant énergie chez RVRBR, **Hadi Moussavi** – CEO CHARGEPOLY, **Jennifer Parageault-Lechat -** Consultante Euromaster - Groupe Michelin**, Arnaud Pigounides** – Président REV MOBILITIES, **Marion Pirazzi**, Responsable RSE GAC Software, **Rémi Pisano** – Directeur des ventes France & Europe du Sud BEDEO, **Julie Pizzolato** – Responsable Transition durable Groupe Citadelle, **Nicolas Planchenault** – Consultant Mobilité Carbone, **Julien Pointillart** – Groupe SANEF, Directeur délégué Environnement et RSE, **Carles Ponsa Sala** - Consultant Carbone 4, **Fabrice Pourbaix** - Membre de Stellantis Employees for the Planet, **Lionel Porcheron** – Directeur de l'ingénierie RETROFLEET, **Marc Prieto** – Professeur ESSCA / Institut Transports et Mobilités Durables, V**alérie Rapiau** – Membre de Stellantis Employees for the Planet, **Aimé Frédéric Rosenzweig** – Renault Supply Chain Group, **Alix de Saint Exupéry** – Stellantis Motorsport, **Jean-Jacques Serraf** – QINOMIC, **Chantal Soubigou** - EnHyWhere, **Bastien Soyez** – Directeur RSE TRANSDEV, **Virginie Stauder de Pierrepont** – Mobipolis, **Robert Tiam** – AFPA, **Pauline Toussaint** – Académie Revolte, **Emilie Tribillon** – Membre de Stellantis Employees for the Planet, **Antoine Trouche** – Responsable du pôle Expertise IMT, **Jean-Louis Turpin** – CFDT FGMM, **Nicolas Vallin** – Dassault Systèmes, **William Vidal** – Groupe VIDAL, **Catherine Wagner** – Présidente du Métier Recycleurs de Mobilians.

Merci aux Shifters et contributeurs qui ont participé aux travaux sur les 2-roues motorisés : **Erwan Verger**, **Elise Nenonéné**, **Jean-Louis Kempf**, **Laurent Habsiger**, **Alexis Debailly**, **Laurent Benchana**, **Damien Verot**, **Erwan Caro**, **Bertrand-Olivier Ducreux** - Ingénieur Transport & Mobilités à l'ADEME, **Laurent Gagnepain** - Coordinateur évaluation environnementale transport à l'ADEME,

Nous remercions également les Shifters et bénévoles du groupe de travail sur les VELIs : **Philippe Lemarquand, Pierre Gazanion, Grégory Filou, Jean-Louis Kempf, Lauryn Charles-Plus, Denis Chabanas, Nicolas Pugnier, Clémence Langloys, Maël Jouet, Christophe Charles, Chris Demeuse, Cyril Geyer, Laurent Siffre, Joël Maynadier.**

Et du groupe de travail sur la Mobilité Autonome sous l'égide de **Bruno Piranda** - Docteur en sciences de l'ingénieur, expert en systèmes complexes et transformation industrielle, **Thomas Matagne** - Président ECOV, **Marine Bruno** - Responsable Affaires Publiques ECOV, **Christian Boulic** - Consultant CNZ Mobility, **Guillaume Bresson** – Docteur en Sciences Lo-Sci, **Félix Carreyre** - Chercheur en économie des transports VEDECOM, **Mohamed Cherif-Rahal**, docteur en sciences directeur Véhicule connecté et autonome VEDECOM, **Patrick Proust** - Expert automobile & Manager de transition, **Tanguy Deren**, Directeur de l'innovation - AKKODIS

Nous nous excusons par avance auprès des personnes que nous aurions oublié de mentionner. Nous nous rattraperons pour le rapport final.

Merci également à nos collègues **Clément Caudron, Eliott Chodur, Cécile de Calan, Reuben Fisher, Laura Foglia, Béatrice Jarrige, Bruno Foucras, Thomas Robert** et toute l'équipe du Shift Project qui ont contribué à ce travail par leur éclairage expert, leurs conseils ou leur relecture avisée

Un grand merci aussi à Yann Arthus Bertrand et ses équipes pour nous avoir permis d'utiliser ses photographies, prises dans le cadre de son exposition « France un album de famille », pour les couvertures de nos notes d'analyses.

Nos partenaires





















Organisation du rapport et conseils de lecture

Cette publication se compose de la manière suivante :

- Un **rapport principal** (celui-ci) où sont rassemblés les données et messages clés, les résultats et les recommandations.
- Des **notes thématiques** portant sur :
    - Les 2 roues motorisés : une solution à explorer
    - Les VELIs – Véhicules Légers Intermédiaires – Potentiel des quadricycles
    - La mobilité autonome et la décarbonation : risque d'intensification carbonée ou levier d'un système sobre ?
    - L'impact du coût total de détention dans l'accélération de la transition
    - Le sport automobile et la transition énergétique
    - La maintenance des véhicules particuliers : est-elle à l'heure de la transition vers l'électrique ?

Liste des abréviations

2/3 RM	2/3 roues motorisés
2REL	2-roues électrique Léger
ACEA	Association des Constructeurs Européens d'Automobiles
ACV	Analyse de Cycle de Vie
BC	Bas Carbone
BEV / **VEB**	*Battery Electric Vehicle* / Véhicule Électrique à Batterie
CAFE	*Corporate Average Fuel Economy*
CCC	Convention Citoyenne pour le Climat
CCFA	Comité des Constructeurs Français d'Automobiles
CIR	Crédit Impôt Recherche
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique
CO_2e	CO_2 équivalent
e-EDP	EDP électrique
EDP	Engin de Déplacement Personnel
EMP (2019)	Enquête Mobilité des Personnes (2019)
FHEV	*Full Hybrid Electric Vehicle* / Véhicule hybride standard
GES	Gaz à Effet de Serre
GNC	Gaz Naturel Comprimé
GNL	Gaz Naturel Liquéfié
GNV	Gaz Naturel Véhicule
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
HCC	Haut Conseil pour le Climat
HEV	*Hybrid Electric Vehicle* / Véhicule hybride (non rechargeable)
ICEV / **VT**	*Internal Combustion Engine Vehicle* / Véhicule à moteur Thermique
kWh	kilo Watt-heure
LOM	Loi d'orientation des mobilités
MHEV	*Mild Hybrid Electric Vehicle* / Véhicule hybride léger
NEDC	*New European Driving Cycle* / Cycle d'homologation des véhicules
p.km	Passager.kilomètre
PAC	Pile à Combustible
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
PFA	Plateforme Française Automobile et des Mobilités
PHEV	*Plug-In Hybrid Electric Vehicle* / Véhicule hybride rechargeable
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Énergie
QEL	Quadricycle Léger
R&D	Recherche et Développement

REEV	*Range Extender Electric Vehicle* / Véhicule Électrique à Prolongateur d'Autonomie
REP	Responsabilité Élargie des Producteurs
SCx	Traduit la résistance aérodynamique à l'avancement : Produit de la surface frontale S d'un véhicule par son coefficient de Trainée Cx
SGPE	Secrétariat Général à la Planification Écologique
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
Tep	Tonne équivalent pétrole
TER	Transports Express Régionaux
TICPE	Taxe Intérieure de Consommation sur les Produits Énergétiques
TTW	*Tank to Wheel* / Du réservoir à la roue (usage)
VAE	Vélo à Assistance Électrique
VEB	Véhicule Électrique à Batterie
(G)Veh.km	Véhicule.kilomètre (milliards de)
VELI	Véhicule Léger Intermédiaire
VN	Véhicule neuf
VO	Véhicule d'occasion
VP	Véhicule Particulier
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
WLTP	*Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure*
WtT	*Well to Tank* / Du puits au réservoir
WTW	*Well to Wheel* / Du puits à la roue

Plan du rapport

Votre participation aux travaux : relectures et contributions 1

À propos du think tank *The Shift Project* 2

Avant-propos 6

L'équipe Projet du Shift 9

Remerciements 11

Nos partenaires 13

Organisation du rapport et conseils de lecture 14

Liste des abréviations 15

Plan du rapport 17

PARTIE 1 ÉTAT DES LIEUX DE LA FILIERE 21

I. Introduction : la filière et la double contrainte carbone 22

A. Le transport, 1er poste d'émissions de GES en France 22
B. Le transport, toujours très dépendant des énergies fossiles 24

II. Le secteur automobile, les acteurs en présence en France 26

A. La filière automobile 26
B. La base industrielle en France 29
C. L'écosystème de l'électrification, nouvelle réalité industrielle 35
D. Le nouvel écosystème des infrastructures de recharge 38

III. Constitution du parc roulant et usages 42

A. Les véhicules individuels dans la mobilité en France 42
B. Équipements des ménages en véhicule individuel 44
C. Parc et usages des voitures particulières 45
D. Parc et usages des véhicules utilitaires légers 47
E. Parc et usages des motocycles (2 et 3 roues) 50
F. Parc et usages des Bus & Cars 50

IV. Des marchés de véhicules aux dynamiques constrastées 51

A. Marchés des voitures particulières VP 51
B. Marchés des véhicules utilitaires légers VUL 57
C. Marché des motocycles 60

D. Marché des micro-véhicules 60
E. Marché des Bus & Cars 61

V. Électrification des marchés 62

A. Une tendance historique mondiale et incontournable 62
B. Le déploiement des voitures électriques 63
C. Le VEB en Europe 64
D. Le VEB en France 66

PARTIE 2 VULNERABILITES ET ENJEUX DE LA FILIERE 70

I. Les contraintes physiques de la filière 71

A. Un bilan énergétique qui repose sur le fossile 71
B. L'empreinte matière de la filière, source de vulnérabilité 73
C. Les multiples composantes de l'empreinte carbone de la filière 77

II. Le cadre institutionnel : entre normes et soutiens 88

A. Les normes environnementales 88
B. Les dispositifs de soutien au secteur 93

III. Les enjeux économiques de la filière 95

A. Une filière industrielle majeure en contraction tendancielle 95
B. Une part significative du budget des ménages 96
C. La concurrence des nouveaux constructeurs Chinois 98

IV. Passer à la voiture électrique : du changement de technologie au changement d'usage 99

A. Une croissance attendue au rythme incertain 99
B. Le prix d'achat comme facteur limitant 100
C. La question de l'autonomie : perception et réalités 101
D. Les valeurs personnelles, un moteur individuel qui dépasse les préoccupations écologiques 101
E. Une diffusion relevant d'une logique systémique 102
F. Les batteries : perspectives d'évolution technologiques et industrielles 103
G. Nouvelles batteries ou nouveaux usages ? 104

PARTIE 3 LES LEVIERS DE TRANSFORMATIONS DE LA FILIERE 106

I. Les leviers de décarbonation du transport 107

II. Agir sur les leviers d'usage de mobilité 108

A. Report Modal 108
B. Le covoiturage : un levier de décarbonation rapide et à fort potentiel 109

III. Agir sur le parc et son renouvellement 110

A. Un marché du neuf atone qui freine la décarbonation 110
B. Pertinence d'une offre de petit véhicule électrique sobre et abordable 111

IV. Les véhicules hybrides : un potentiel de décarbonation mais des limites 121

A. Un ensemble de motorisations hétérogènes dans leur fonctionnement et consommation énergétique 121
B. La contribution de l'hybridation à la décarbonation : potentiel et réalités 122
C. Les hybrides rechargeables et prolongateurs d'autonomie : des synergies et des contradictions avec le déploiement de l'électrique à batterie 124

V. Le rôle des carburants alternatifs 125

A. Les gisements de biomasse à destination des biocarburants 126
B. Une filière e-carburants peu propice à la mobilité routière 128
C. Une filière industrielle à développer 129
D. Des besoins de biocarburants nombreux, requérant un arbitrage des allocations 130
E. Une évaluation du potentiel pour la mobilité routière à l'horizon 2050 131

VI. Agir sur la consommation des véhicules du parc roulant 131

A. Constat 131
B. Démarche engagée 132
C. Liste unique des leviers identifiés 132

VII. La contribution de l'économie circulaire 137

A. État des lieux de l'Économie Circulaire dans la filière 137
B. Le cadre réglementaire de l'économie circulaire 141
C. Opportunités, points durs et 1ères recommandations 143

VIII. La réparabilité des VEB, une condition de la décarbonation 148

A. Sinistralité des VEB : fiabilité et comportement 149
B. Freins techniques à la réparabilité des VEB 150
C. Freins organisationnels à la réparabilité des VEB 152
D. Freins économiques à la réparabilité des VEB 153
E. Freins réglementaires à la réparabilité des VEB 154
F. Besoins et recommandations de la filière 154

IX. Le rétrofit peut-il contribuer à décarboner à l'échelle ? 156

A. Définition, contexte et impact environnemental 156

B. État des lieux du marché 157
C. Perspectives d'évolution 160
D. Enjeux : opportunités, freins et recommandations 162

X. Emplois et formation dans la maintenance et la réparation 164

XI. Mieux impliquer les prescripteurs 165

PARTIE 4 LES SCENARIOS DE TRANSFORMATION 167

I. Des scénarios possibles.....168

A. Préambule et méthodologie 168
B. Narratifs des quatre scénarios 168
C. Méthodologie de modélisation 173
D. Quantification des scénarios dans la modélisation 175
E. Résultats 179

PARTIE 5 PLAN DE TRAVAIL DU 2ND SEMESTRE..... 184

A. Approfondissement des travaux engagés 185
B. Nouveaux travaux à engager 185

BIBLIOGRAPHIE..... 186

LISTE DES FIGURES..... 191

LISTE DES TABLEAUX 195

Autopartage

Rapport intermédiaire
Automobile et mobilités routières

Partie 1 : État des lieux de la filière

Cette partie propose un état des lieux global de la filière automobile et de la mobilité, tant sur la partie amont de la construction de véhicules que sur les services de l'automobile et des mobilités. Nous centrons notre étude sur la France (Métropole et DROM), avec un élargissement, sur quelques données, à l'Europe. Nous nous attachons ici à décrire, de manière forcément non exhaustive, l'état des lieux actuel de la filière au regard des enjeux physiques (Energie, Climat, Métaux, Emplois) et des risques et contraintes auxquels elle est soumise.

On s'intéressera également dans cette partie aux usages de mobilité et de l'automobile en France, ainsi qu'aux tendances d'évolution des parcs en circulation et des marchés de ventes des véhicules neufs VN et d'occasion VO.

I. Introduction : la filière et la double contrainte carbone

A. Le transport, 1er poste d'émissions de GES en France

Le transport reste le 1er émetteur de GES directes en France avec **124,9 $MtCO_2e$ en 2024**. Ces émissions sont en légère baisse depuis le milieu des années 2000, mais à un rythme insuffisant au regard de notre trajectoire climatique. C'est également le secteur dont les émissions ont le moins baissé depuis 1990, par rapport à l'agriculture ou l'industrie.

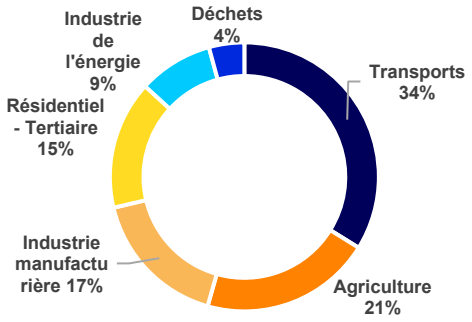


Figure 1 : Répartition sectorielle des émissions de GES en France en 2024. Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4]

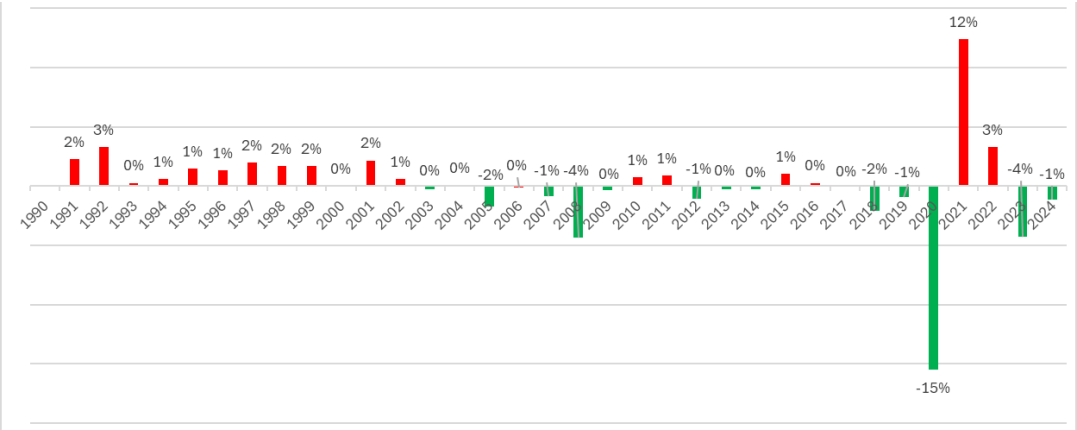


Figure 2 : Évolution des émissions annuelles du transport d'une année sur l'autre, depuis 1990, en %.
Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4]

Par mode de transport, la voiture individuelle (ou particulière VP) représente plus de la moitié des émissions domestiques du transport avec 66,5 $MtCO_2e$, le véhicule utilitaire léger 15% avec 19,3 $MtCO_2e$, les bus et cars 2% avec 3,1 $MtCO_2e$ et le 2 roues motorisés 1% avec 1,3 $MtCO_2e$.

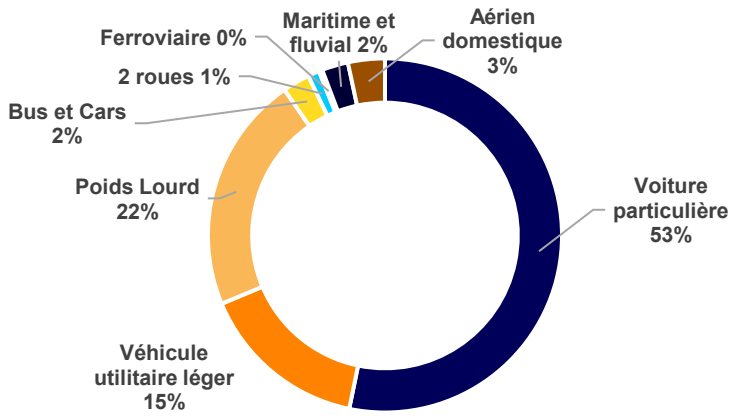


Figure 3 : Répartition des émissions de GES des transports en France en 2024.
Champ : France métropolitaine et DROM.
Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4]

L'analyse de l'évolution depuis 2010 montre que les émissions du parc VP ont baissé de 12% sous l'effet des améliorations techniques tirées par la réglementation européenne CO_2, de l'introduction des biocarburants et de l'évolution des kilomètres parcourus - moins de kilomètre parcourus par voiture mais un parc qui augmente. Les émissions des VUL ne baissent quasiment pas entre 2010 et 2024, comme celles des 2 roues quand celles des bus et cars augmentent d'environ 20%, sous l'effet d'une offre plus large.

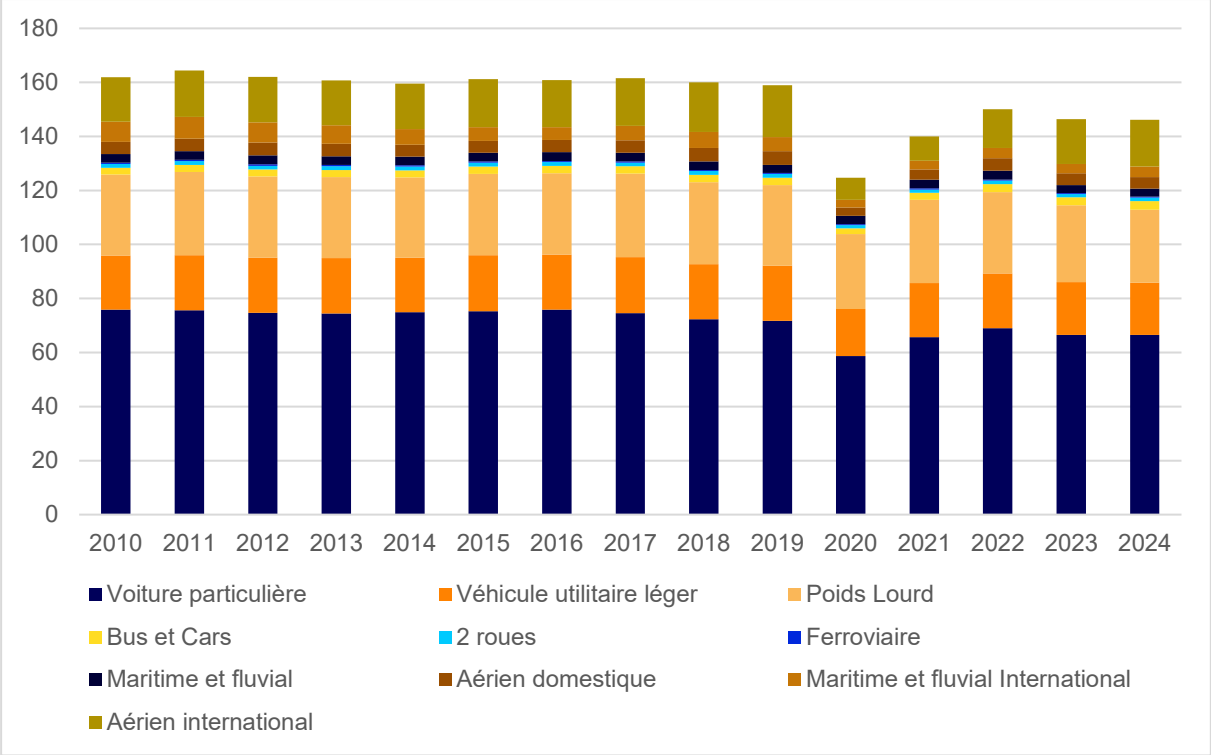


Figure 4 : Evolution des émissions du transport, par mode depuis 2010, en $MtCO_2e$.
Champ : France métropolitaine, DROM et soutes internationales.
Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4]

Cette contribution importante de la mobilité aux émissions de GES se retrouve aussi quand on raisonne en empreinte carbone. Le poste « Déplacements » pèse pour 24% de l'empreinte individuelle. En 2023, chaque **Français a émis 2 tCO_2e** pour se déplacer [5].

B. Le transport, toujours très dépendant des énergies fossiles

Quel que soit le mode de transport, les énergies d'origine fossile restent très majoritaires. Au global, ils représentent **90% de l'énergie** utilisée dans les transports (89% de pétrole) alors que les biocarburants les alimentent pour 7% et l'électricité 3%, en 2024.

La consommation totale d'énergie en 2024 pour les transports ressort à **513 TWh**, à peu près au même niveau qu'en 2010.

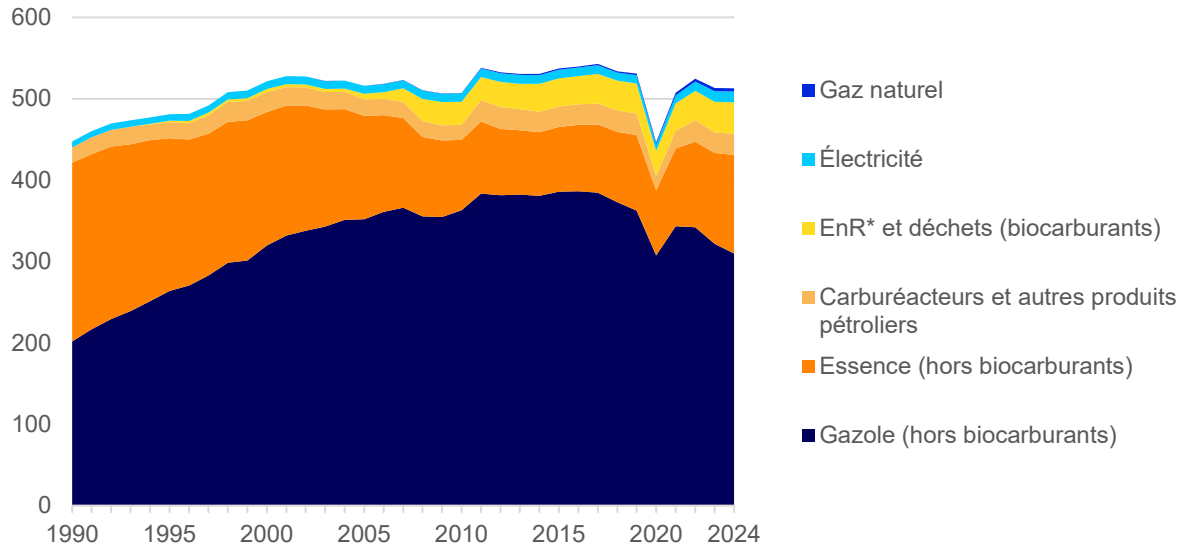


Figure 5 : Evolution de la consommation d'énergie finale des transports, en TWh
Champ : France métropolitaine et DROM depuis 2011.
Source : SDES, Bilan énergétique de la France 2025 [6]

On peut rappeler que la France importe 99% du pétrole et 100% du gaz qu'elle consomme et que les approvisionnements en énergie fossile de l'Europe et de la France risquent de subir des tensions fortes dans la décennie qui vient, en termes de déplétion géologique comme l'a montré le rapport du Shift Project en 2021 [7], et de risque géopolitique comme l'illustre la crise d'Ormuz d'avril 2026 et le choc gazier de 2022 consécutif à l'invasion russe de l'Ukraine.

II. Le secteur automobile, les acteurs en présence en France

Le secteur automobile regroupe des entreprises de fabrication, de commerce ou de services liés à l'automobile. On distingue la **filière automobile** qui, selon l'INSEE, est constitué de l'ensemble des entreprises qui participent à la conception, à la fabrication, à la transformation et au recyclage de véhicules circulant sur la voie publique, et la **filière des services de l'automobile et des mobilités**, dont les activités interviennent après la production des véhicules.

Nous faisons ici un rapide tour d'horizon de ces différentes activités en France.

A. La filière automobile

Elle englobe les constructeurs automobiles mais aussi l'ensemble des sous-traitants, fournisseurs et prestataires de services qui participent à la chaîne de valeur aboutissant à la production d'un véhicule automobile, quelle que soit la part de cette activité dans leur chiffre d'affaires.

Celle-ci est confrontée à plusieurs enjeux [3] :

- La baisse tendancielle de la vente de véhicules neufs en France, comme nous l'avons vu plus haut,
- La baisse structurelle de la **production** de voitures particulières en France, qui concerne les trois constructeurs (Renault, Stellantis et Toyota) depuis les années 2000. L'ensemble de la production a chuté de 59% entre 2000 et 2024, passant de 3,3 millions à 1,3 million de véhicules. La baisse de la production française est particulièrement marquée comparée à celle de l'Allemagne (-13%),
- Une concurrence toujours plus exacerbée. Sur le seul marché des voitures particulières, la Chine affirme sa position de premier producteur, avec une production en croissance, assurant 40,7% de la production mondiale,
- Un solde du commerce extérieur de produits automobiles dans son ensemble qui ne cesse de se dégrader en France depuis 2004, et qui est désormais négatif (-22,5 Md€ en 2024).

1. Le lent déclin de la production de véhicules en France

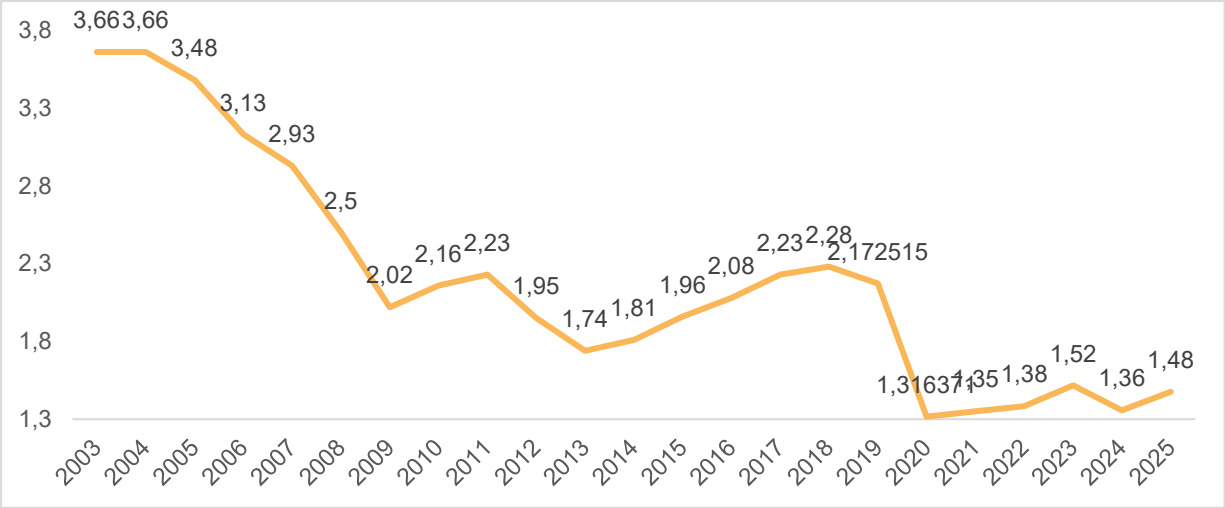


Figure 6 : Évolution de la production automobile en France, VP et VUL, en millions.
Source : CCFA[1]

La production de véhicules en France a connu un déclin fort dans les années 2000, se contractant de près de 40 % entre 2004 et 2011 (soit avant la crise de 2008), pour se stabiliser ensuite autour de 2,2 millions de véhicules par an jusqu'à la crise du Covid.

La décennie 2000 a été marquée par un certain nombre de délocalisations, notamment sur les petits véhicules (segments A et B) sur lesquels les constructeurs français sont très présents, sous l'effet de la recherche de compétitivité et de rentabilité unitaire. Une exception notable est à remarquer avec la Toyota Yaris qui fait l'objet d'investissements récurrents sur le territoire, bien qu'étant un véhicule du segment B.

Après le pic historique de 2019, la crise sanitaire de 2020, la pénurie de semi-conducteurs de 2021-2022, la poursuite des délocalisations et la baisse devenue structurelle des marchés européens ont conduit à un effacement durable des volumes.

En 2024, la production française n'atteignait que 1,34 million d'unités VP + VUL, un niveau inédit depuis les années 1960 hors Covid, avant de se redresser à environ 1,5 million d'unités en 2025 (+8 % sur un an), portée principalement par le rebond de Renault et Stellantis.

Ce rebond reste fragile : les volumes 2025 demeurent inférieurs de plus de 30 % aux niveaux pré-crise. Et les annonces de fermeture ou de reconversion d'usines (Poissy chez Stellantis, Flins chez Renault) rappellent que la rationalisation du tissu industriel se poursuit.

Dans le même temps, la production en Europe centrale et orientale (dont Turquie) est passée de 2,6 millions en 2000 à 5,5 millions en 2023[2], confirmant cette vague de délocalisations.

Entre 2019 et 2023, c'est en France que la baisse de la production automobile est la plus sensible, comme au Royaume-Uni. L'Allemagne, l'Espagne et l'Italie résistent beaucoup mieux.

[1] Analyse et statistiques - CCFA | Comité des Constructeurs Français d'Automobiles
[2] CCFA- Analyse et statistiques

Production VP et VUL	2019	2023	Variation %
Allemagne	4 946 705	4 309 371	-13%
Espagne	2 822 632	2 451 221	-13%
France	2 172 515	1 505 076	-31%
Italie	915 291	880 053	-4%
Royaume-Uni	1 381 405	1 026 107	-26%
Europe centrale et orientale	6 491 260	5 487 984	-15%

Tableau 1 : Production de véhicules légers entre 2019 et 2023 par pays, en unité. Source : CCFA

En Chine, la production des voitures particulières est passée de 21,4 millions en 2019 à plus de 30 millions en 2025, soit plus de 40% de la production mondiale [8].

2. L'emploi suit la même tendance

Sur l'emploi industriel, la tendance de fond est à la contraction sensible. De 425 500 (dont 131 400 chez les seuls constructeurs et 294 100 chez les fournisseurs) dans la filière manufacturière en 2010, l'emploi a chuté à 375 000 en 2019 et a 286 700 en 2023. La perte est de 139 000 emplois en 13 ans (-33 %) [1].

Une étude de la PFA[3] en juin 2025 anticipe une perte supplémentaire de 75 000 emplois industriels d'ici 2035, partiellement compensée par 19 000 emplois dans les batteries et l'hydrogène.

Le rapport d'information du Sénat de Mme Christine Lavarde[4] souligne pour sa part que les transformations de la filière se traduisent par une profonde reconfiguration des processus industriels et de leur composition en termes d'activités et de domaines de compétences. Au sein de la chaîne de valeur, certains secteurs d'activité prennent une place beaucoup plus significative : c'est le cas par exemple de la chimie, quand dans le même temps, d'autres champs industriels se trouvent nettement moins mobilisés voire disparaissent purement et simplement de la chaîne de valeur des véhicules électriques.

Cette reconfiguration ne sera pas sans effet sur l'emploi. La DGE considère ainsi que 40 000 emplois pourraient être menacés en France. Inversement, de nouveaux emplois seront créés du fait de la transition vers l'électrique. À titre d'exemple, une note de l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) de février 2026, a constaté qu'en France, l'emploi chez les fournisseurs producteurs de batteries a fortement progressé entre 2020 et 2023, gagnant 1 000 équivalents temps plein (ETP). Cependant, toujours d'après la DGE, même en intégrant ces nouveaux emplois créés, la diminution nette attendue de la transition des motorisations thermiques vers l'électrique pourrait quand même atteindre 5 000 emplois.

[3] Industrie automobile : quels impacts sur l'emploi d'ici à 2035 ? - PFA
[4] r25-5041.pdf

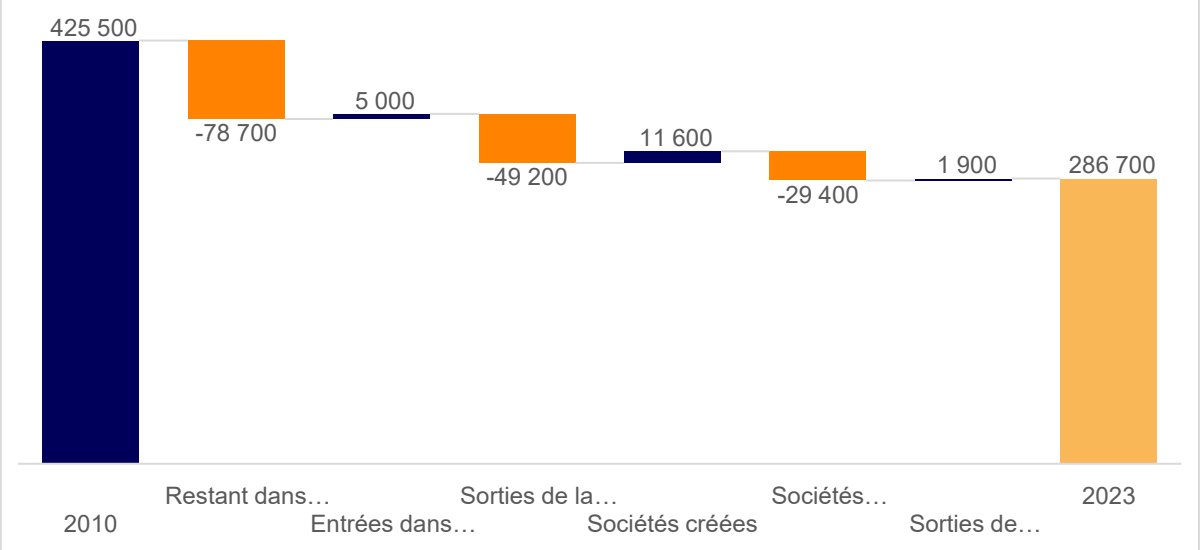


Figure 7 : Évolution de l'emploi dans la filière automobile manufacturière, constructeurs et fournisseurs. Source : INSEE

B. La base industrielle en France

1. Les constructeurs automobiles implantés en France

a. Stellantis

Né en 2021 de la fusion entre PSA et FCA (Fiat Chrysler Automobiles), **Stellantis** est aujourd'hui le 4ème constructeur automobile mondial par les volumes avec 14 marques : Abarth, Alfa Romeo, Chrysler, Citroën, Dodge, DS Automobiles, Fiat, Jeep, Lancia, Maserati, Opel/Vauxhall, Peugeot, Ram et Free2move. Leapmotor ?

Le groupe emploie 249 000 salariés dans le monde, dont 127 000 en Europe et 40 000 en France. La France représente environ 10 % du CA du groupe et demeure l'un des deux piliers industriels européens, avec cinq usines d'assemblage actives (Sochaux, Hordain, Rennes, Poissy, Mulhouse). Stellantis dispose également en France de 2 sites de composants (Tremery et Metz-Borny).

En France, **Stellantis** a produit en 2025 environ 660 000 véhicules dans ses usines d'assemblage pour plus de 5 M de véhicules produits au niveau mondial, soit environ 12%. Environ 80 % de la production française est exportée.

b. Renault Group

Le groupe, à capitaux majoritairement français, s'organise autour de 4 marques : Renault, Dacia, Alpine et Mobilize (services de mobilité). Il emploie environ 110 000 salariés dans le monde, dont 40 000 en France, et dispose de 25 sites industriels, dont 7 en France. La France représente 28,5 % du CA et reste le cœur industriel du groupe, avec cinq usines d'assemblage VP/VUL (Douai, Maubeuge, Sandouville, Batilly, Dieppe) et 2 sites de motorisation (Cléon, Ruitz).

Renault a repassé la barre des 500 000 unités produites en France en 2025, sur 2,3 millions dans le monde. Ces volumes sont largement tirés par les VUL (Kangoo, Master) et par la montée en cadence de la Renault 5 électrique à Douai.

c. Toyota Motor Corporation

1er constructeur automobile mondial par les volumes avec 11,3 millions de véhicules vendus en 2025, le groupe regroupe les marques Toyota, Lexus et Daihatsu. Il emploie environ 375 000 salariés dans le monde, dont 5 000 en France.

En France, **Toyota** est présent sur une usine à Onnaing (Nord, près de Valenciennes), qui produit exclusivement des véhicules hybrides non rechargeables (Yaris, Yaris Cross). C'est la première usine automobile française en volume avec 283 465 véhicules qui fait de la Yaris le véhicule le plus produit en France.

On peut souligner que les modèles les plus vendus en France (Clio, Twingo, 208, 2008...) sont quasi tous assemblés hors du territoire national, pendant que les usines françaises se spécialisent sur des segments plus premium ou les VUL.

Le tableau suivant montre l'évolution de la production en France des 3 constructeurs, et traduit la forte baisse de la production de Stellantis et de Renault, tandis que celle de Toyota est sur une tendance stable voire en hausse.

Il est intéressant de remarquer que Toyota prouve que l'on peut continuer à fabriquer des voitures du segment B en France, dans des conditions économiques que l'on n'imagine difficilement négatives.

Production de véhicules en milliers	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Renault	680	510	480	430	470	480
Stellantis	1200	590	630	670	730	560
Toyota	220	190	200	250	270	280

Tableau 2 : Nombre de véhicules légers (VP et VUL) produits en France par constructeurs, en milliers. Cour des comptes, d'après DGE et données constructeurs [3].

On peut citer également 2 acteurs centrés sur des véhicules niches, présents en France. Il s'agit de **Bugatti** basé à Molsheim (Bas-Rhin, 67), qui produit des volumes faibles (300-400 véhicules/an maximum), avec une production quasi-artisanale, et qui perpétue un savoir-faire Français dans le très haut de gamme de l'industrie automobile et de **Ineos Automotive** qui produit le Grenadier (4x4 haut de gamme) dans son usine de Hambach (Moselle), ancienne usine Smart rachetée à Daimler en 2022. La production est limitée (quelques milliers d'unités/an) mais le site génère des emplois qualifiés sur un bassin industriel fragilisé.

2. Les constructeurs de 2 et 3 roues motorisés

Deux constructeurs significatifs assemblent des 2 et 3 roues motorisés en France, Yamaha et Peugeot Motocycles.

Yamaha Motor est l'un des leaders mondiaux du de deux-roues motorisés et 2e en France derrière Honda pour les ventes de 125 cm³ et plus. Le groupe opère principalement dans 4 grands secteurs de la mobilité : deux-roues motorisés, moteurs hors-bord pour bateaux, véhicules récréatifs (quads, SSV, voiturettes) et motorisations électriques destinées à la mobilité douce. En France, l'usine de St-Quentin est un site majeur de production de deux-roues motorisés en France et la plus importante usine Yamaha en Europe. Elle emploie plus de 600 salariés. Sa production couvre une gamme de scooters et motos pour plus de 80 000 deux-roues assemblés. Depuis mars 2024, le site a entamé sa diversification vers la mobilité électrique avec une nouvelle ligne de production de moteurs VAE.

Implanté à Mandeure (Doubs) depuis les origines de la marque, **Peugeot Motocycles** est l'un des rares constructeurs de deux-roues à capitaux français. Le site emploie environ 300 salariés et réalise un CA de l'ordre de 140 M€. La gamme comprend scooters et motos sous 5 marques : Peugeot, Django, Kisbee, DAB Motors et BSA.

On peut également citer **Electric Motion**, créée en 2009 et constructeur exclusivement de motos électriques tout terrain, pour le loisir et la compétition. L'ingénierie, la conception et la production sont réalisées dans leur usine de Saint Brès.

Enfin, **Sherco**, implanté à Nîmes est un constructeur artisanal spécialisé dans les motos d'enduro, de trial et de cross, essentiellement destinées à la compétition. L'entreprise exporte plus de 90 % de sa production, principalement vers l'Espagne, l'Italie, le Royaume-Uni et les États-Unis. Les volumes restent très faibles (quelques milliers d'unités par an) mais la marque jouit d'une forte notoriété dans son segment. Sherco développe depuis 2021 une gamme électrique (trial électrique).

3. Les constructeurs de bus et de cars

La production française est centrée autour de 3 acteurs majeurs : Iveco, Heuliez et Daimler.

Le point marquant du secteur, en particulier pour la production française est l'accélération de l'électrification.

Iveco Group est un constructeur de véhicules industriels, de bus et de véhicules pour la défense et emploie environ 30 000 salariés dans le monde. **Iveco Bus** détient 50,5 % du marché européen des bus interurbains et la 2e place du marché des bus urbains, dont la 2e place en bus urbains électriques (14,2 %). Principal site de production du groupe en Europe, l'usine d'Annonay (Ardèche) emploie environ 2 000 salariés et produit quelque 2 100 véhicules/an (2025), dont 60% d'électrique. Son activité est appelée à croître avec l'accélération du programme électrique, notamment suite au rachat par Tata motors.

Heuliez Bus est une filiale à 100 % d'Iveco Bus. Le site de Rorthais (Deux-Sèvres) est spécialisé depuis 2021 dans la production de véhicules 100% électrique, et constitue le pôle d'excellence Electromobilité d'Iveco Bus en Europe. Les volumes restent limités (400 à 500 unités estimées/an) mais le carnet de commandes est en croissance continue notamment avec la montée en puissance des appels d'offres des autorités organisatrices de mobilité (AOM).

Daimler Buses GmbH est la filiale bus de Daimler Truck AG. La division Daimler Buses emploie 2 500 salariés dans l'ensemble de ses sites dont plus de 1 100 dans l'usine française qui produit la version électrique du Citaro, déjà produit à plus de 55 000 exemplaires sur ce site.

Enfin, pour terminer ce panorama, nous pouvons citer 2 acteurs complémentaires très spécifiques :

Bluebus (groupe Bolloré), dont le site d'Ergué-Gabéric (Finistère, 29) est spécialisé dans la production d'autobus électriques de 6 et 12 mètres. Son usine d'Ergué-Gabéric emploie environ 100 personnes et produit entre 100 et 150 véhicules/an.

Pionnier du bus à hydrogène en France, **SAFRA** est une PME albigeoise d'environ 120 salariés spécialisée dans la conversion (rétrofit) d'autocars thermiques en véhicules à hydrogène (gamme Hycity) et dans la fabrication de véhicules neufs à hydrogène. Ses volumes sont très faibles mais son positionnement est unique en France sur ce segment. Elle est passée sous contrôle chinois en 2025.

4. Les équipementiers

Cinq grands équipementiers français soutiennent la filière automobile : Michelin, Valeo, Forvia, OPmobility, Hutchinson. Ils représentent à eux seuls plusieurs centaines de milliers d'emplois en France et constituent le cœur technologique de la filière automobile nationale.

Leur situation en 2024-2025 reflète une même tension structurelle : tous sont engagés dans des transformations technologiques (électrification, hydrogène, ADAS, matériaux durables), dans un contexte de marché européen atone et de concurrence asiatique accrue. La chute d'emplois est structurellement plus rapide que chez les constructeurs (voir Figure 7). La tendance est à la concentration et à la spécialisation sur les segments liés à l'électrification.

Michelin est depuis 2019 le premier fabricant mondial de pneumatiques, devant Bridgestone (Japon) et Continental (Allemagne). Il emploie 132 000 collaborateurs répartis sur 121 sites de production dans 175 pays, et dispose de 9 pôles de R&D mondiaux. Historiquement ancré dans plusieurs bassins industriels français, ses principaux sites de production actifs en 2025 sont localisés à Clermont-Ferrand, Roanne (Loire), Bourges (Cher), Orléans (Loiret), Troyes (Aube) et Montluçon (Allier). Les salariés français représentent désormais 14 % du total mondial, soit une réduction de 30 % en 10 ans.

Valeo se positionne au 4e rang mondial des équipementiers automobiles. Il couvre quatre grands pôles technologiques, les systèmes d'éclairage (notamment full LED et matriciel), les systèmes de confort et d'aide à la conduite (ADAS, capteurs, radars, caméras), les systèmes de propulsion électrique et hybride (moteurs électriques, chargeurs embarqués, électronique de puissance), et les systèmes thermiques (gestion thermique des VEB). Le groupe emploie 106 000 salariés dans 28 pays, répartis sur 155 sites de production, 18 centres de recherche et 46 centres de développement. **Valeo** emploie environ 15 000 salariés en France, répartis sur plusieurs dizaines de sites.

Forvia est né en 2022 de l'acquisition par le français Faurecia de l'allemand Hella. Le groupe est désormais le 7e équipementier mondial, emploie 150 000 salariés répartis sur plus de 290 sites industriels dans plus de 40 pays, et dispose de 78 centres de R&D. Le groupe conserve une empreinte industrielle française significative, bien que réduite. Les effectifs France sont estimés à 14 000 salariés (hors Hella). Son périmètre d'activité est large, sièges automobiles (1er mondial), systèmes d'intérieur (planches de bord, panneaux de portes, acoustique), technologies de contrôle des émissions (échappements, réservoirs hydrogène, packs batteries), éclairage (Hella), électronique automobile (Hella), et a développé des matériaux biosourcés, recyclés avec l'entité Materi'Act.

OPmobility (anciennement Plastic Omnium) est un groupe industriel familial français indépendant. Il emploie environ 40 000 salariés dans 28 pays, répartis sur 152 usines et 40 centres de R&D. En France, l'activité se répartit sur plusieurs sites, dont Compiègne (Oise), Venette, et d'autres dans l'Ouest et le Centre. Les effectifs en France ont été fortement réduits (plus de 30%) depuis 2010. Son activité se structure autour des 5 groupes d'activités : systèmes extérieurs intelligents (pare-chocs, capots, modules avant - leader mondial), éclairage, modules complexes, systèmes de stockage d'énergie (réservoirs carburant thermique et réservoirs H_2 haute pression), et électrification batterie (packs batteries pour hybrides).

Enfin, **Hutchinson** est aujourd'hui filiale à 100 % de TotalEnergies. Le groupe se présente comme le 3e fabricant mondial de caoutchouc technique hors pneumatiques, avec une présence dans 26 pays et plus de 40 000 salariés dans le monde. En France, le groupe compte 25 usines (sur 32 établissements au total en France) et employait environ 9 600 salariés en France avant sa restructuration de 2020-2021 (suppression de 800 à 1 000 postes). Il produit des pièces et systèmes en caoutchouc, élastomères et matériaux composites à destination principalement de l'automobile (systèmes anti-vibratoires, étanchéité, durites, circuits de fluides), mais aussi de l'aéronautique, de la défense et du ferroviaire.

5. La filière des services de l'automobile et des mobilités

Les services de l'automobile constituent l'un des secteurs économiques les plus importants de France en termes d'emploi, de maillage territorial et de chiffre d'affaires. Ils représentent l'ensemble des activités engendrées pendant la durée de vie du véhicule, de sa sortie de l'usine de fabrication à sa déconstruction et son recyclage, en passant par son entretien, son contrôle technique et sa recharge. Ce sont aussi les activités liées au véhicule industriel, au cycle et à la moto, aux nouvelles énergies et aux nouvelles mobilités.

La branche rassemble plus de 140 000 entreprises et emploie 480 000 salariés[5]. C'est l'un des rares secteurs industriels français dont l'emploi continue de progresser depuis 2015 (environ 10%) tiré par le vieillissement du parc et la montée en puissance de l'entretien et de la réparation.

Deux dynamiques structurelles méritent d'être soulignées. D'une part, le vieillissement du parc automobile (âge moyen 11,9 ans au 1er janvier 2026, contre 9 ans en 2011, source SDES) est le principal moteur de croissance de la réparation-entretien. D'autre part, la transition électrique transforme profondément les métiers : habilitations électriques, nouveaux équipements et aménagement des méthodes de travail, évolution des compétences, avec en parallèle un déficit de recrutement persistant.

Cette nécessaire adaptation des activités concerne toutes les activités de cette filière des services, bien au-delà du commerce et de la réparation, et tous ces métiers, dans leur diversité, ont un rôle majeur dans la mise en œuvre de la transition vis à vis des utilisateurs finaux.

[5] Poster de branche 2026_0.pdf

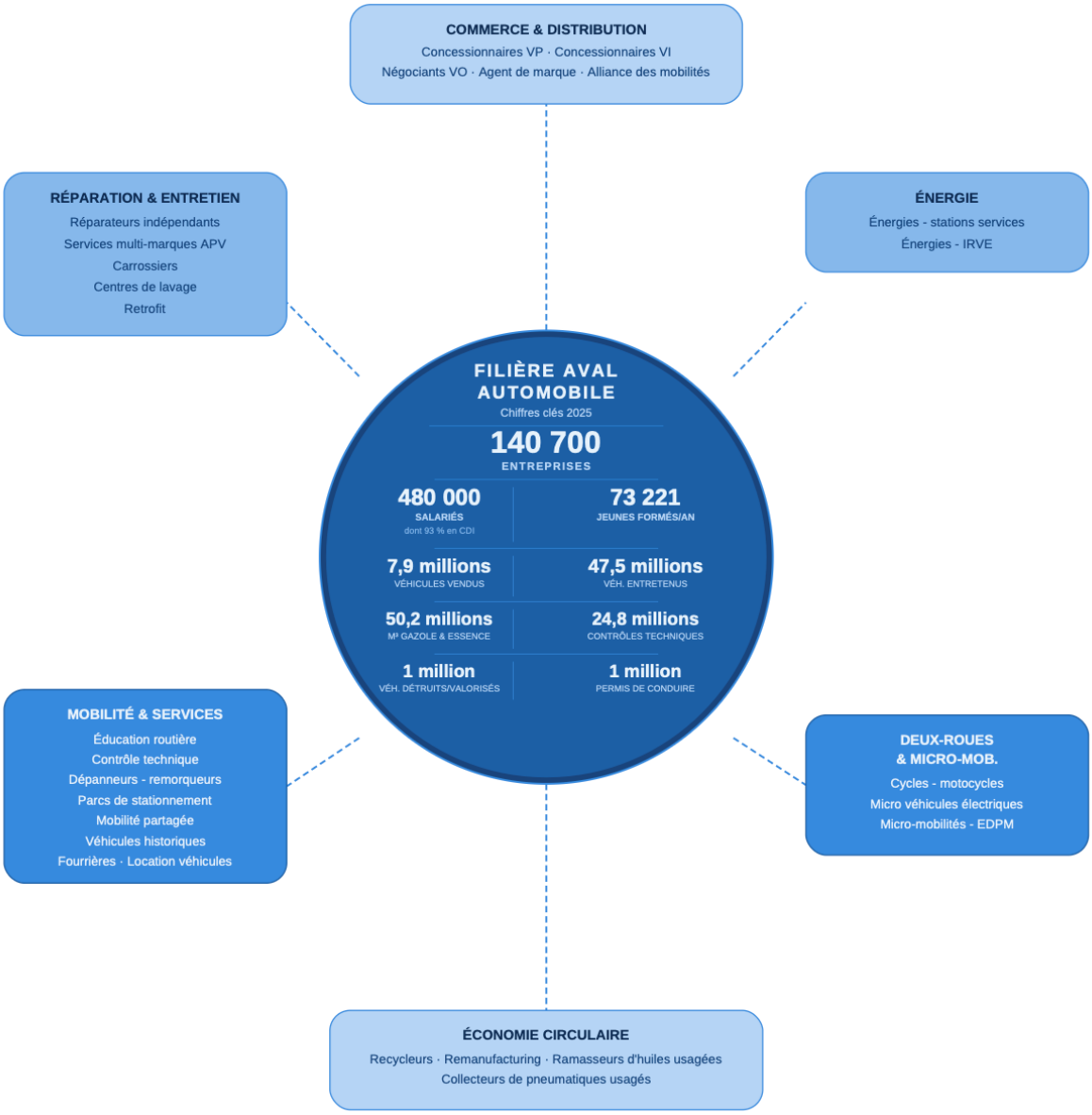


Figure 8 : Les chiffres clés de la filière en 2025 & les métiers de Mobilians

C. L’écosystème de l’électrification, nouvelle réalité industrielle

1. L’électrification de la mobilité monte en puissance

Que ce soit sur les filières de production de véhicules électriques, de production de batteries ou de métaux, la France est en train de se doter des capacités industrielles pour répondre aux besoins de la transition. Comme toute politique industrielle, cela prendra du temps pour disposer sur le territoire des briques essentielles de la chaîne de valeur, mais il semble que le mouvement soit engagé.

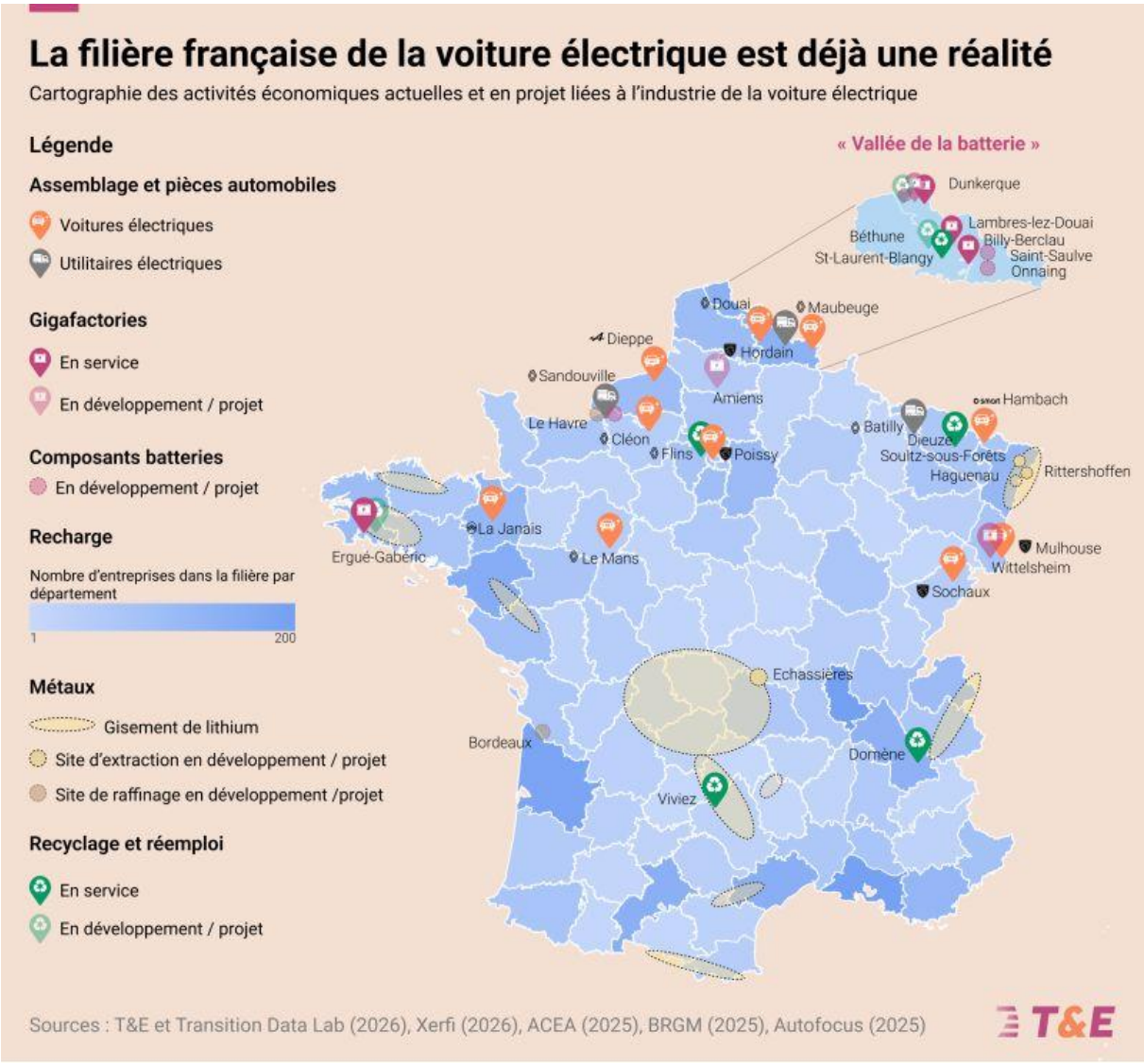


Figure 9 : filière du VEB en France – Source : T&E

2. Malgré les difficultés, la filière Batterie française se met en place

Les Hauts-de-France sont devenus le principal pôle européen de production de batteries pour véhicules électriques. Cette **“Vallée de la batterie”** compte **quatre gigafactories** à différents stades de

développement dans un périmètre de moins de 100 km. Ce choix de localisation résulte de la conjonction de plusieurs facteurs favorables : un bassin industriel automobile historique (Renault à Douai/Maubeuge, Stellantis à Douvrin), des infrastructures portuaires (Dunkerque), soutien massif des collectivités (Région Hauts-de-France, Communauté urbaine de Dunkerque) et de l'État (France 2030).

ACC (Automotive Cells Company) à Douvrin/Billy-Berclau (Pas-de-Calais) est la 1ère gigafactory de France, inaugurée en mai 2023. C'est une joint-venture entre Stellantis (45 %), Mercedes-Benz (45 %) et TotalEnergies (10 %). Sa capacité cible est de 40 GWh (permettant d'équiper environ 500 000 véhicules/an) avec 2 000 emplois directs. Le site bénéficie de la conversion partielle de l'usine de moteurs Stellantis de Douvrin. La montée en cadence est plus lente que prévue en raison des difficultés techniques générant un taux de rebut important (10 à 15%) et des coûts encore élevés.

AESC Envision à Douai (Nord) est une joint-venture sino-japonaise (AESC, filiale d'Envision Group) inaugurée en juin 2025. Elle a une capacité de 9 GWh en phase 1, avec environ 1 000 emplois à terme. Fournisseur principal de Renault/Ampere (batteries pour R5, R4, futures Renault). L'usine bénéficie de la proximité directe avec ElectriCity (Douai), le complexe de production de véhicules électriques de Renault.

Verkor, start-up grenobloise fondée en 2020, a inauguré sa gigafactory de Bourbourg (Dunkerquois) en décembre 2025 est la 3ème gigafactory française. L'usine produit des cellules lithium-ion bas-carbone (technologie NMC) et a une capacité de 16 GWh/an (300 000 VEB équipés), extensible à 50 GWh en 2030. Son 1er client est Renault/Alpine. Elle emploie 1 200 personnes pour la première tranche. La production en série est attendue pour 2026.

Enfin, avec sa 1ère pierre posée en février 2026 à Dunkerque (Nord), **ProLogium Technology** est la 4ème gigafactory en France, et la première implantation de ProLogium hors d'Asie. Elle est spécialisée dans les batteries lithium-céramique à l'état solide de 4ème génération, technologie jugée plus sûre et permettant une recharge ultra-rapide. Sa capacité cible est de 48 GWh (500 000 à 750 000 VEB équipés/an) avec 3 000 emplois d'ici 2030 et le démarrage de la production est prévu en 2028. ProLogium dispose depuis 2024 d'un centre de R&D à Paris-Saclay.

Site	Lieu	Actionnaires	Capacité cible	Emplois directs	Statut 2026
ACC	Douvrin / Billy-Berclau (62)	Stellantis, Mercedes, TotalEnergies	40 GWh/an (à terme)	2 000	En montée en cadence
AESC Envision	Douai (59)	Envision AESC (sino-japonais)	~9 GWh/an (phase 1)	1 000	Inaugurée en 06/2025 Production démarrée
Verkor	Bourbourg / Dunkerque (59)	Renault (principal), Schneider, Arkema...	16 GWh → 50 GWh (2030)	1 200	Inaugurée en 12/2025 ; production en série imminente (A actualiser sur date démarrage)
ProLogium	Dunkerque (59)	ProLogium Technology (Taiwan)	48 GWh/an	3 000	1ère pierre févr. 2026 Démarrage prévu en ??

Tableau 3 : capacités et emplois des gigafactories en France - Sources diverses

En complément de ces 4 gigafactories, nous pouvons également citer 2 acteurs Français développant des technologies de batteries à fort potentiel.

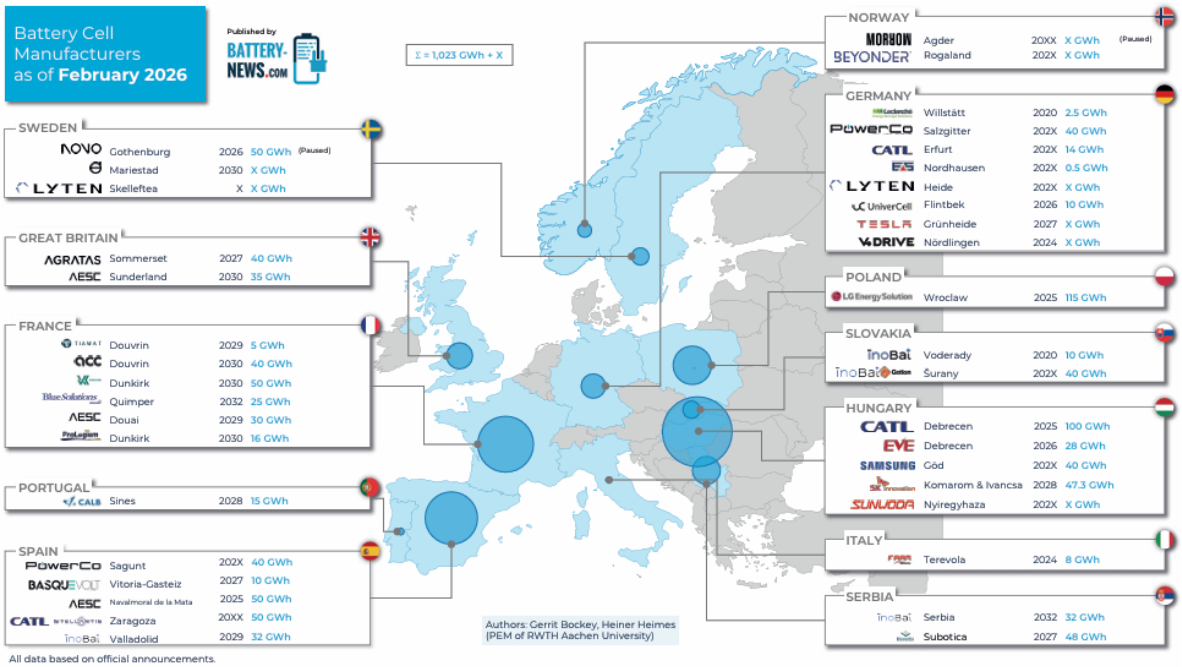
Tiamat, spécialisée dans les batteries sodium-ion, une technologie qui n'utilise ni lithium ni cobalt. Tiamat a signé son contrat d'implantation pour une gigafactory à Boves (Amiens Métropole). Le projet se déroule en plusieurs phases : les travaux de la première ligne de production pilote démarrent fin 2025, pour une mise en service début 2027 avec 400 emplois en phase 1, et 1 700 emplois à terme en 2030. La capacité cible est de 5 GWh, avec un investissement total de plus de 500 M€. Parmi les

actionnaires ayant participé aux levées de fonds de Tiamat figurent Stellantis Ventures, Arkema et MBDA, signe de l'intérêt des acteurs industriels pour cette technologie.

Blue Solutions, filiale à 100 % du groupe Bolloré est l'un des 2 seules entreprises à produire en série des batteries solide. Elle utilise la technologie Lithium Métal Polymère (LMP) et fournit notamment les Bluebus de la RATP (plus de 100 bus en circulation à Paris). L'objectif est la mise en place d'une ligne pilote à Quimper opérationnelle en 2026, puis d'une gigafactory à Mulhouse en 2030, avec une capacité de 25 GWh (250 000 véhicules/an équipés). La technologie Gen4 en développement fonctionne à température ambiante (contrairement à la génération actuelle qui nécessite 80°C), offre 40 % d'autonomie en plus par rapport aux batteries lithium-ion actuelles, et permet une recharge en moins de 20 minutes.

Il est également important de citer **Neomat** (**XTC / Orano),** implanté à Gravelines et Loon-Plage (Dunkerquois). Le projet comprend 3 unités complémentaires : une usine de P-CAM (précurseurs de matériaux actifs de cathode, portée par Orano), une usine de CAM (matériaux actifs de cathode, portée par XTC), et une usine de recyclage des rebuts de gigafactories et des batteries en fin de vie (portée par Orano). Un centre de R&D complète le dispositif. L'objectif est une entrée en exploitation en 2028, avec 1 300 emplois L'investissement pour cette première tranche est de 500 M€, sur un total de 1,5 Md€ à terme. La capacité : 40 000 tonnes de CAM par an, permettant d'équiper 500 000 véhicules électriques. Le projet Neomat CAM a été labellisé "projet stratégique" au titre du Net Zero Industry Act en 2025, et le projet de recyclage d'Orano est le seul projet français sélectionné dans la catégorie "recyclage des batteries" au titre du Critical Raw Material Act 2025.

Enfin, le gouvernement français a officialisé le 24/03/2026 le lancement de l'association France Batterie, sur le modèle de la PFA, qui réunit ACC, AESC, Verkor, Orano/XTC et le recycleur Battri, avec l'objectif d'atteindre 100 à 120 GWh de capacité de production d'ici 2030. ProLogium devrait rejoindre l'association à terme.



Source: www.battery-atlas.eu; abstract, no claim to completeness

Figure 10 : Fabricants de batteries en Europe.
Source : Battery Atlas[6]

[6] Battery Atlas 2026 PEM

D. Le nouvel écosystème des infrastructures de recharge

Dernière partie de ce panorama des acteurs de la filière automobile et dont l'enjeu dans le cadre de notre rapport mérite un point dédié, les Infrastructures de Recharge pour Véhicules Électriques (IRVE). Elles désignent l'ensemble des équipements permettant la recharge des véhicules électriques et hybrides rechargeables, des prises renforcées résidentielles aux bornes ultra-rapides sur autoroute. Elles constituent un maillon indispensable de la chaîne de valeur de la mobilité électrique, au même titre que le véhicule lui-même et la batterie.

Elles adressent plusieurs types d'acteurs qui ont des rôles distincts et complémentaires :

Les gestionnaires du réseau électrique (Enedis pour la basse et moyenne tension, RTE pour la haute tension) jouent un rôle structurant en amont : sans raccordement au réseau, aucune borne ne peut fonctionner. Ils ne sont pas opérateurs de recharge mais conditionnent l'ensemble du déploiement. Ils ne sont pas présentés dans ce panorama.

1. Les fournisseurs d'énergie

Les grands groupes énergétiques ont tous investi le marché de la recharge en y voyant un relais de croissance face au déclin annoncé des carburants fossiles et un levier de fidélisation de leur clientèle. Ils bénéficient d'un avantage structurel compte tenu de leur solidité financière, leur notoriété et leur maillage territorial existant. Ils interviennent à la fois comme opérateurs de recharge (CPO) et parfois comme fournisseurs de services de mobilité (eMSP), couvrant ainsi presque toute la chaîne de valeur IRVE à l'exception de la fabrication des bornes. Ils se distinguent par leur capacité à intégrer la recharge dans une offre multi-énergies plus large. On peut citer **TotalEnergies, Izivia** (filiale à 100% d'EDF) et **Vianeo** (filiale d'ENGIE).

2. Les CPO et les e-MSP

Un écosystème dense de pure players s'est constitué depuis 2018 avec deux rôles principaux dans cet écosystème : le CPO (Charge Point Operator) qui gère et exploite les bornes physiques, et l'eMSP (Electric Mobility Service Provider) qui fournit au conducteur les services d'accès (badge, application, facturation unifiée), lui permettant de recharger sur plusieurs réseaux sans multiplier les contrats. Certains acteurs cumulent les deux rôles. Entre eux, des plateformes d'interopérabilité (notamment GIREVE en France) gèrent techniquement et financièrement les échanges de données et la compensation entre acteurs.

En complément, l'association **Charge France** a été créée en février 2025 par 13 opérateurs de recharge opérant ensemble plus de 2 000 stations ultra-rapides et 10 000 bornes de plus de 100 kW. Son objectif est d'accélérer le déploiement d'un réseau de recharge électrique ultra-rapide, fiable et accessible en France et de devenir un interlocuteur incontournable de la filière, notamment autour du plan d'action suivant :

- Tripler le réseau ultra-rapide d'ici 2028
- Construire un cadre stable et incitatif via la fiscalité et le suivi des évolutions de la réglementation CO_2
- Mobiliser la filière et la représenter auprès des décideurs
- Promouvoir un marché ouvert et interopérable, notamment par une harmonisation avec les normes européennes, et garantissant sécurité et transparence des données utilisateurs
- Déconstruire les idées reçues sur la recharge auprès du grand public

3. Les fabricants de bornes

La fabrication de bornes de recharge est une industrie à part entière, distincte de l'exploitation des réseaux. Elle se structure autour de deux segments techniques aux logiques très différentes : la recharge AC (courant alternatif, jusqu'à 22 kW, pour le résidentiel, les parkings et les flottes) et la recharge DC rapide (courant continu, de 50 kW à 400 kW, pour les stations publiques et autoroutes). Les acteurs dominants ne sont pas les mêmes sur chaque segment, et les relations entre fabricants et opérateurs obéissent à une logique de forte concentration, avec 1 ou 2 fournisseurs majeurs par opérateur. C'est en effet un enjeu stratégique pour les opérateurs car c'est une décision structurante pour 10 à 15 ans.

4. État des lieux du déploiement des IRVE

A mars 2026, la France comptabilise 192 008 points de recharge ouverts au public, répartis sur 53 556 stations (à comparer à environ 10 500 stations-service), soit 30 807 nouveaux points de charge déployés en 2025 (+20 % sur 12 mois).

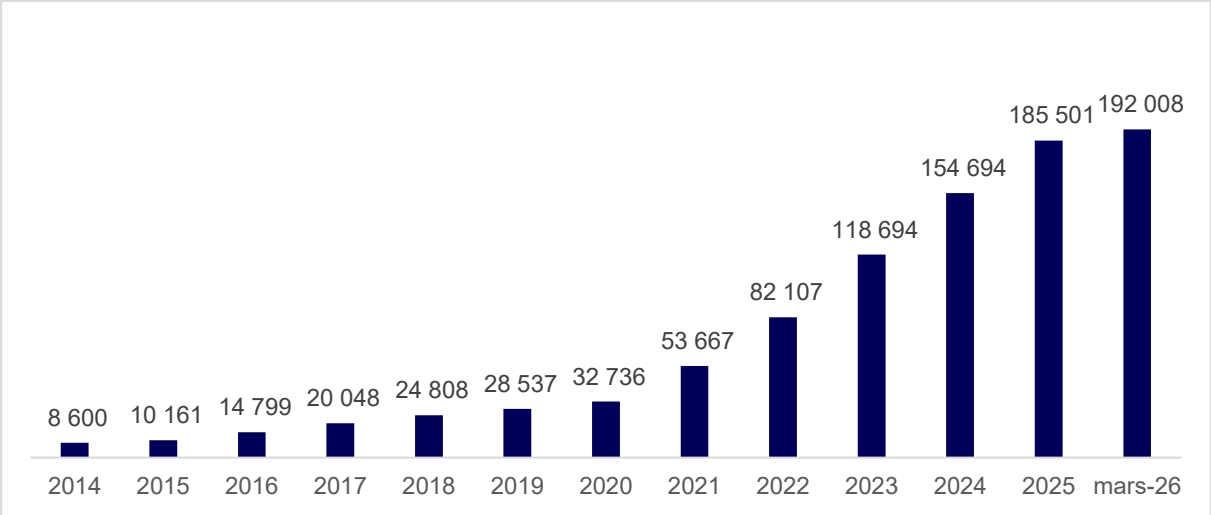


Figure 11 : Evolution du nombre de points de recharge ouverts au public.
Source : Avere-France

En comptant les bornes publiques et privées, plus de 2,9 millions de points de recharge sont disponibles au total sur le territoire.

Ajouter le nombre de points de recharge publiques et privés par rapport au nombre de véhicules électriques. Combien de bornes par véhicule ?

Pour les bornes publiques, idéalement, il faudrait distinguer Normale / Rapide / Ultra-rapide

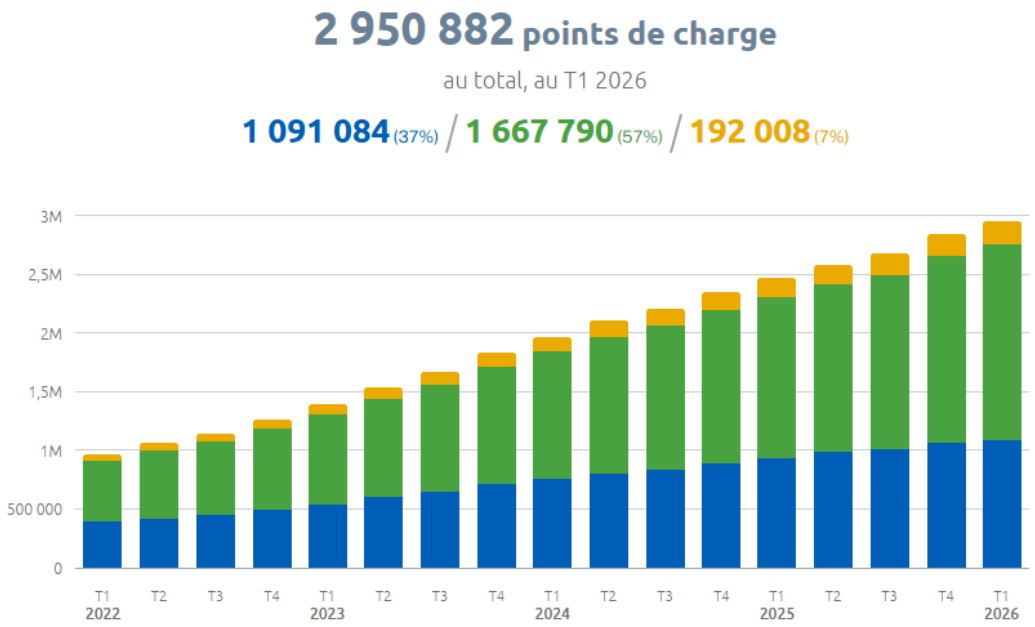


Figure 12 : Nombre de points de charge totaux
Source : Enedis
Lecture : en bleu, les points de recharge à domicile, en vert, sur les parcs privatifs des entreprises, en jaune, les points de charge publics.

Selon l'étude INSEE de mai 2025, la densité est de 210 points pour 100 000 habitants en zones urbaines contre 160 en zones rurales, pour une moyenne nationale de 275 points pour 100 000 habitants fin décembre 2025 (contre 230 fin 2024 - source Avere-France). Les trois régions les mieux équipées sont l'Île-de-France (32 484 PDC), Auvergne-Rhône-Alpes (22 054 PDC) et la Nouvelle-Aquitaine (18 606 PDC).

6 % des bornes publiques sont installées dans les commerces et centres commerciaux (+2 points vs 2024), 29 % dans les parkings, 16 % sur la voirie. La recharge rapide progresse : 12 % des points dépassent 150 kW (contre 10 % fin 2024), soit 22 858 bornes haute puissance (+38 % en un an). Sur le réseau autoroutier, 100 % des aires sont équipées, avec 3 673 points de recharge dont 71 % délivrent plus de 150 kW.

La fiabilité des bornes est un sujet d'attention même si elle s'améliore significativement : 70 % des bornes sont disponibles 99 % du temps (avec une valeur descendue à 62 % en juin 2025) et 6 % des bornes sont indisponibles plus de 7 jours consécutifs. La disponibilité technique globale a néanmoins progressé de 78 % en avril 2024 à 93 % en avril 2025. Pour améliorer cette fiabilité, le gouvernement a prévu une révision des données en open data (localisation, disponibilité, prix) avec des contrôles systématiques dès 2026, ainsi qu'une concertation pour harmoniser l'affichage des tarifs.

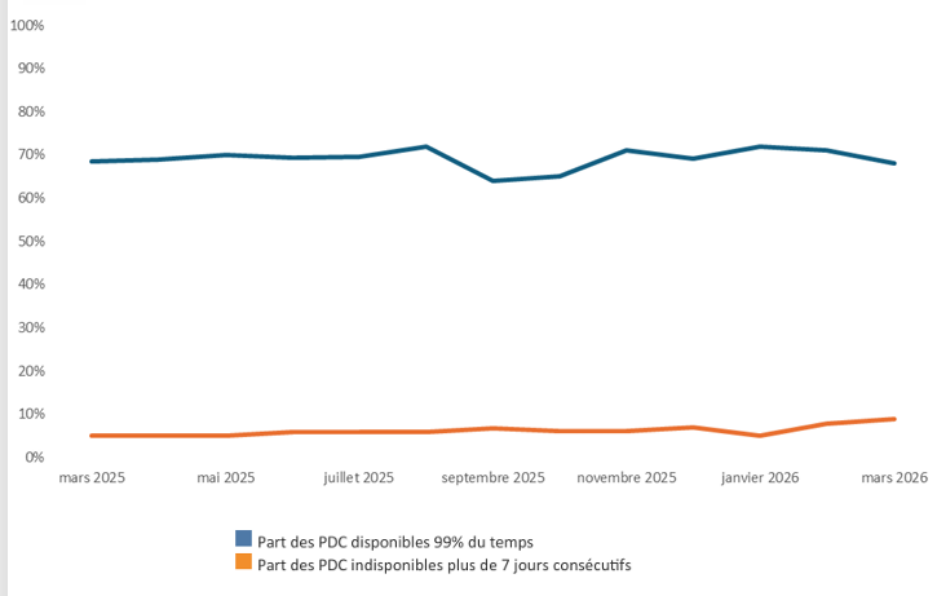


Figure 13 : disponibilité technique des points de charge – Baromètre Avere-France

Les objectifs nationaux de déploiement quantitatif et qualitatif sont ambitieux. La mise à jour de la PPE (PPE3 de février 2026) confirme l'objectif de 400 000 points de charge publics à l'horizon 2030, dont environ 170 000 sur les 20 000 km de réseau national (routes et autoroutes – objectif 200 000 PDC en 2035). Le plan d'électrification des usages présenté en avril 2026 renforce cet objectif et prévoit de multiplier par cinq le nombre de points de charge répartis sur environ 900 aires et de porter le nombre de points de recharge pour poids lourds à environ 8 000 sur environ 560 aires.

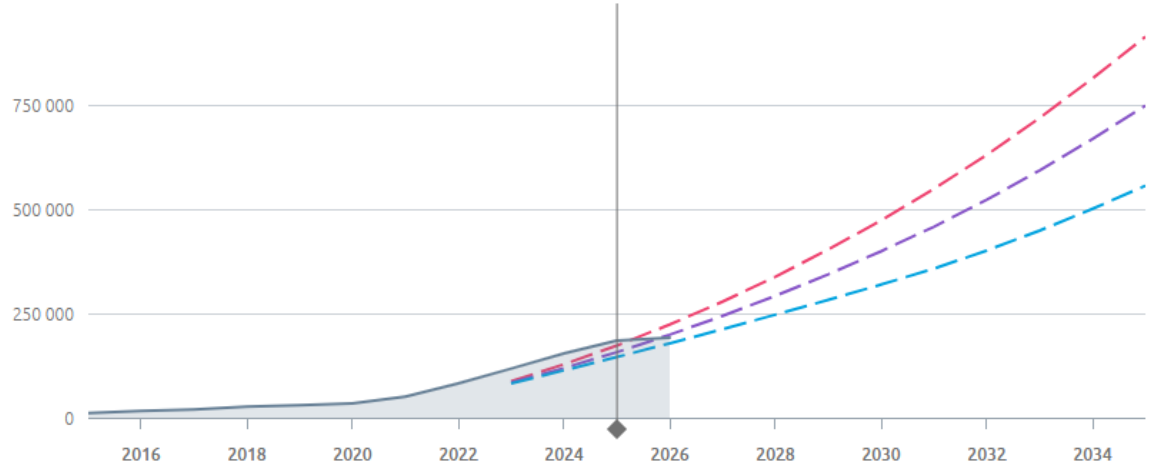


Figure 14 : Trajectoire du nombre de points de charge ouverts au public - Source : Enedis

La progression quantitative est donc réelle, et la France figure parmi les trois pays les mieux équipés d'Europe, même si la répartition géographique reste inégale.

Le déploiement des IRVE est directement conditionné par la montée en puissance du parc de VEB, et donc des constructeurs et des réseaux de distribution. En retour, la densité et la fiabilité du réseau de recharge conditionnent l'acceptabilité du VEB par les ménages et les entreprises. La question de l'équité territoriale (qui a accès à la recharge, où et à quel prix) est un point d'attention majeur, au moins aussi important que les chiffres bruts de déploiement.

III. Constitution du parc roulant et usages

A. Les véhicules individuels dans la mobilité en France

L'Enquête Mobilité des Personnes de 2019 [9] s'inscrit dans le cadre des enquêtes nationales de référence sur les déplacements des Français de 6 ans ou plus, réalisées sur tout le territoire métropolitain environ tous les dix ans. Elle apporte notamment des éclairages sur :

- Le parc de **véhicules à disposition des ménages** (et l'utilisation qui en est faite) ;
- La **mobilité** « **locale** » de tous les jours des Français (trajets de moins de 80 km) ;
- Leur **mobilité à longue distance** (qui les conduit à plus de 80 km de leur domicile).

Les résultats de cette enquête montrent la prédominance de la voiture individuelle dans nos déplacements, aussi bien pour la mobilité quotidienne et que pour les déplacements plus lointains, comme le montre le tableau suivant :

		Milliards de voy.km effectués	Part des p.km effectués en %
Mobilité quotidienne	Voitures/VUL	576	84%
	Motos	14	2%
	TER, RER, métro, tramway	45	7%
	Autocar, autobus	30	4%
	Marche	20	3%
	Vélo	6	1%
	Total mobilité quotidienne	689	
Mobilité longue distance	Voiture/VUL/Motos	283	46%
	Train	80	13%
	Autocar	20	3%
	Avion	237	38%
	Total mobilité LD hors international	620	

Tableau 4 : Parts modales de la mobilité des personnes en France, en passager.kilomètre, en 2023. Source : Analyse The Shift Project [10]

On peut noter qu'au-delà de 10 km, sans surprise, la marche et le vélo disparaissent et que la part des transports en commun devient inférieure à 10%, laissant la voiture individuelle comme mode de transport quasi exclusif sur la mobilité quotidienne.

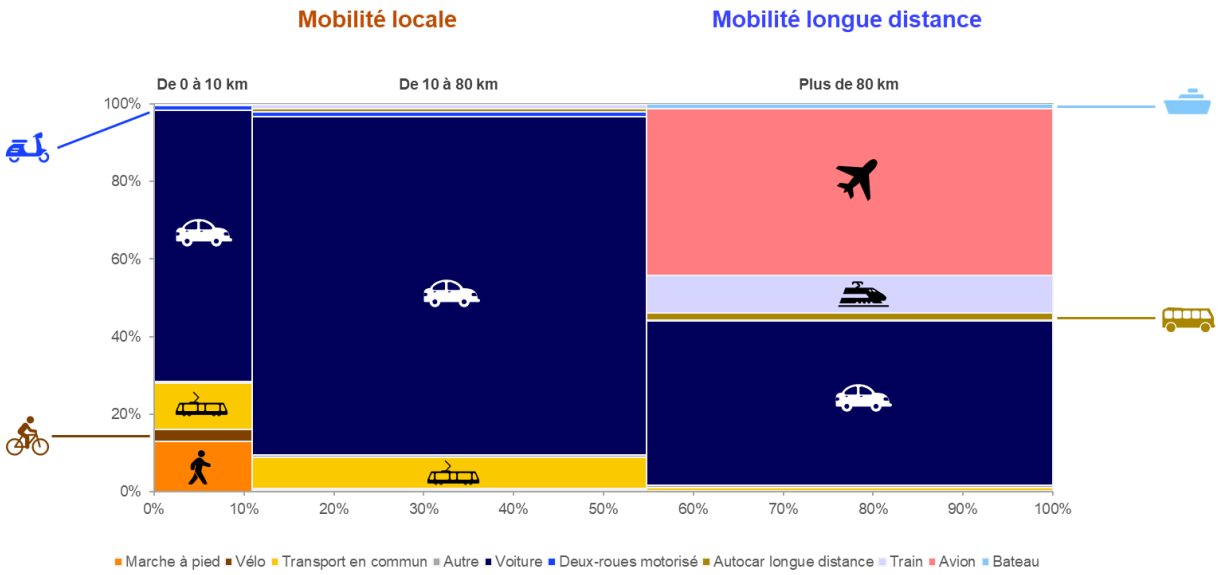


Figure 15 : Répartition des distances annuelles parcourues par les résidents de France métropolitaine, par mode et par classe de distance (y compris voyages à l'étranger). Source : EMP 2019 [9].

La voiture est la source de la quasi-totalité les émissions de GES de la mobilité locale, quelle que soit la classe de distance :

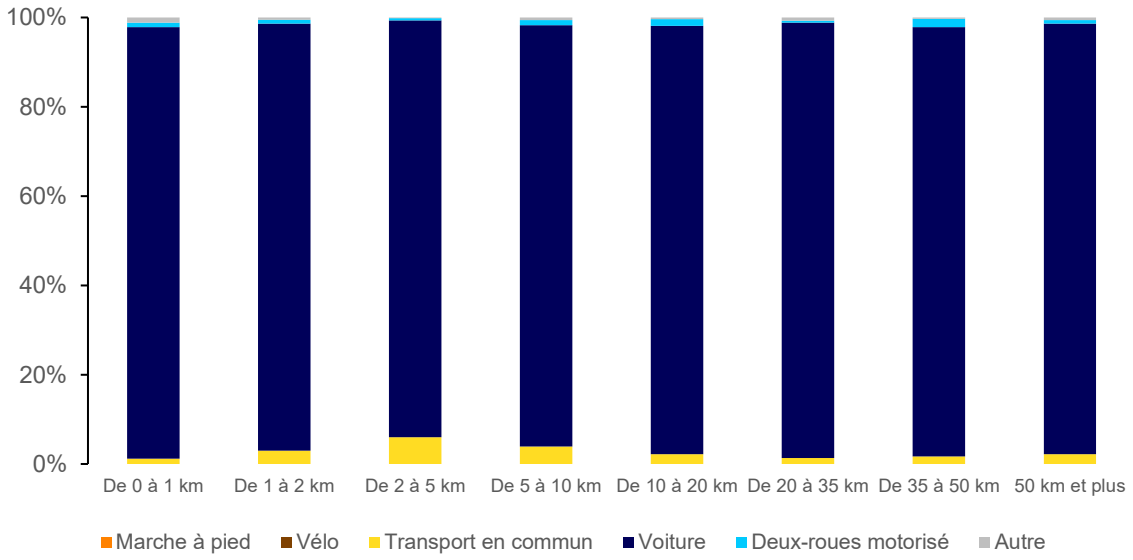


Figure 16 : Part modale en émissions par classe de distance des demi-sorties, sur une semaine complète. The Shift Project : Note d'analyse Trajets longs du quotidien [11] - Source EMP 2019 [9]

Même si la décarbonation de la voiture est un enjeu prioritaire dans le cadre de la réduction des émissions, il sera également nécessaire de réduire celles des autres modes de transport routier de personnes, bus, cars et 2 roues.

Nous regarderons dans la suite quels sont les leviers qui pourraient permettre de réduire les émissions des parcs roulants, en complément de l'électrification des véhicules neufs.

B. Équipements des ménages en véhicule individuel

Note : les données publiques de l'EMP ne donnent pas le détail Voiture/VUL/Camping-car mais un résultat agrégé. L'accès aux données non publiques pourrait permettre un niveau de détail plus intéressant.

L'Enquête Mobilité des Personnes [9] a permis de recenser le taux d'équipement des ménages en véhicules, comprenant les vélos (adulte, enfant), les 2RM (moto, cyclomoteurs) et les 4RM (voiture, VUL et camping-car). Les données publiques de cette étude montrent que :

- 85% des ménages possèdent au moins un équipement (vélo, 2RM, 4RM).
- La voiture occupe une place très importante dans la mobilité des personnes : 81,2% des ménages ont au moins un véhicule (VP ou VUL).
- Parmi les ménages français, 9,5% possèdent au moins un 2RM, dont 95% possèdent également une voiture ou plus.
- Près de la moitié de la population française possède au moins un vélo (44,6%)
- 47,6% de la population possède plusieurs types d'équipements

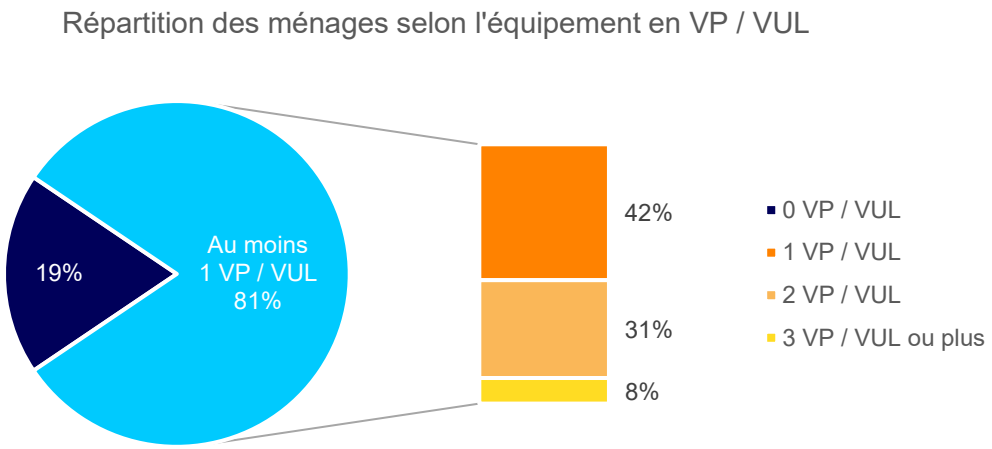


Figure 17 : Répartition des ménages selon l'équipement en VP/VUL.
Source : SDES, EMP 2019 [9]

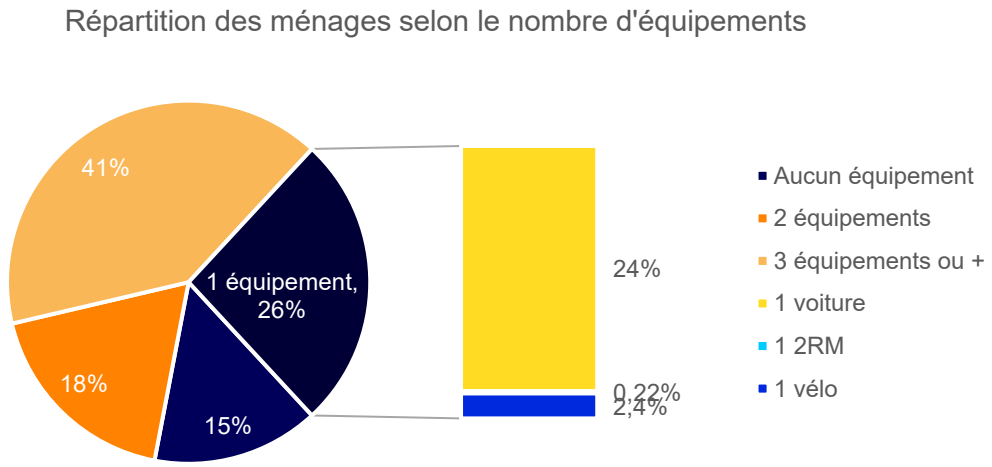


Figure 18 : Répartition des ménages selon le nombre d'équipements.
Source : SDES, EMP 2019 [9]

Les données mentionnées précédemment datent de 2018/2019 et plusieurs facteurs peuvent avoir modifié la composition en équipement des ménages depuis la dernière enquête (pandémie de Covid-19, développement du télétravail, préoccupations environnementales accrues [12]). Le SDES mène donc actuellement une nouvelle EMP qui vise à mettre à jour ces données.

C. Parc et usages des voitures particulières

Chaque année, le SDES fournit des données sur l'état du parc automobile français [13]. *Ce sont ces statistiques que nous exploiterons dans ce paragraphe.*

Depuis 2018, le parc automobile français continue de croître et s'établit à **39,7 millions de VP au 1er janvier 2025**. Ceux-ci sont très largement dépendants du pétrole, puisque **94,5% des véhicules ont une motorisation thermique (88,7%) ou leur évolution hybride non rechargeables (5,8%)**. La part des VEB s'élève à 2,9% et celle des hybrides rechargeables à 1,8%.

Le véhicule diesel thermique occupe la première place dans le parc automobile français, pesant pour 48,3% des véhicules en circulation en 2025, en diminution.

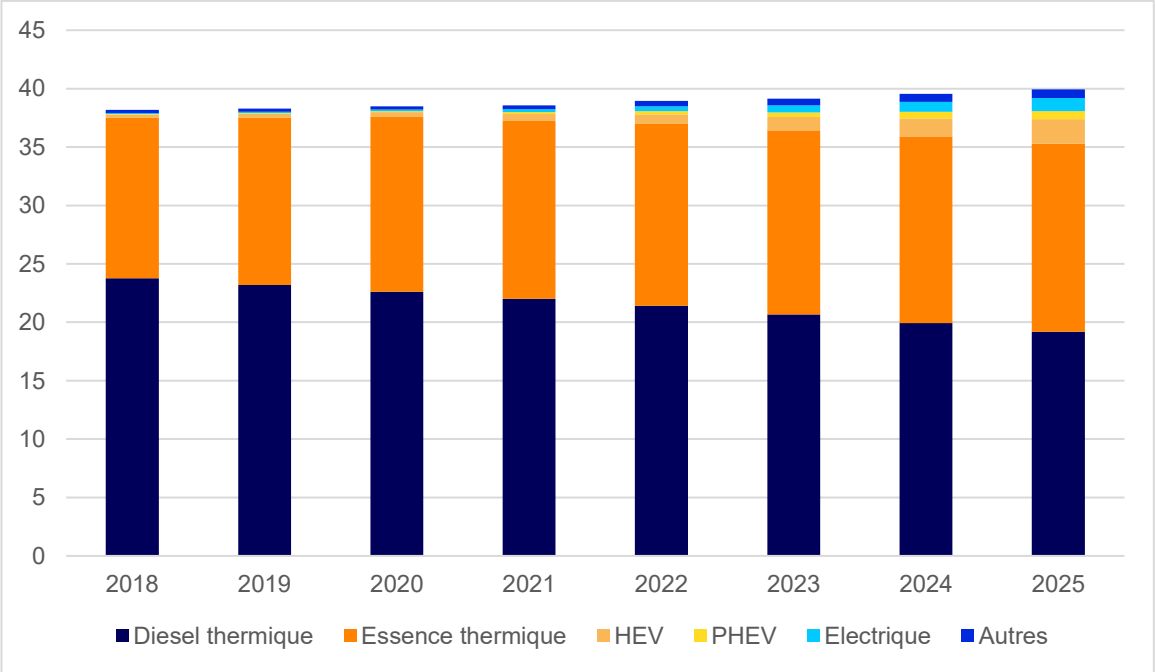


Figure 19 : Évolution du nombre de véhicules individuels (en millions) dans le parc automobile français, entre 2018 et 2025, répartis par type de motorisation.
Source : SDES [13]

Cette hausse tendancielle du nombre de véhicules dans le parc provient d'une diminution des sorties liée à un **allongement de la durée de vie des véhicules**. En effet, l'âge moyen des véhicules est en augmentation continue depuis 2019, passant de 10,2 ans en 2019 à 11,5 ans en 2025. L'**âge moyen de sortie du parc s'établit en 2025 à 19,9 ans** (19,1 pour les véhicules thermiques diesel et 21,7 pour les véhicules thermiques essence). A contrario, les entrées diminuent, les ventes de véhicules neufs baissant tendanciellement depuis 2019.

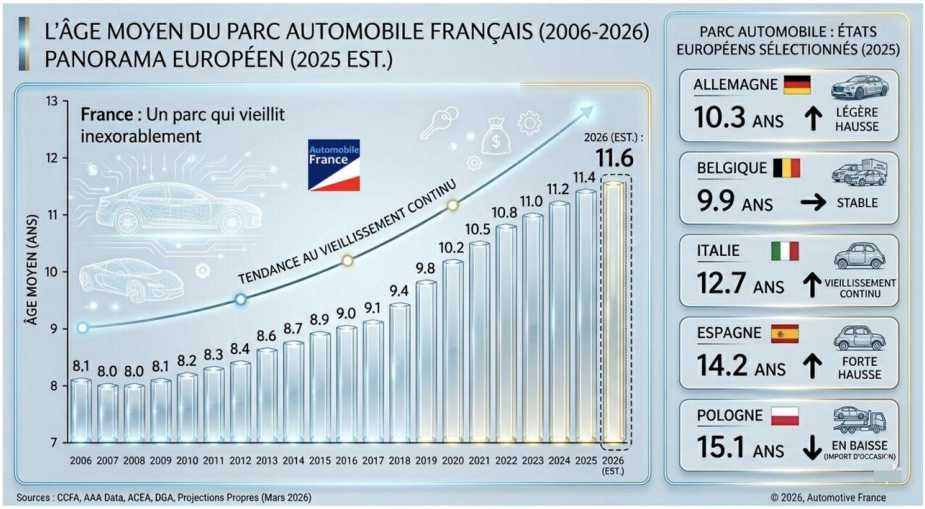


Figure 20 : Évolution de l'âge moyen des véhicules dans le parc automobile français, entre 2018 et 2025.
Sources : CCFA, AAA Data, ACEA, DGA
Illustration et projections : Automobile France

En moyenne, **les automobilistes ont parcouru 11 600 km en voiture en 2024**. Ce chiffre est en baisse depuis 2016. Il est cependant compensé par l'augmentation du nombre de véhicules dans le parc. Ainsi, la distance parcourue cumulée est globalement stable depuis 10 ans, autour de **458 milliards de km en 2024**.

La répartition des VP par segment est globalement constante depuis 2020 malgré une tendance marquée à l'augmentation de la taille des véhicules. On note une **présence croissante des SUV dans le parc**, passant de 25% du parc en 2020 à 37% en 2025 (Figure 22).

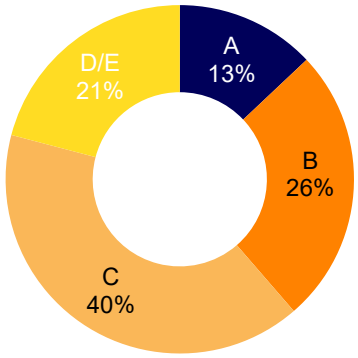


Figure 21 : Répartition des véhicules dans le parc par segment en 2025.

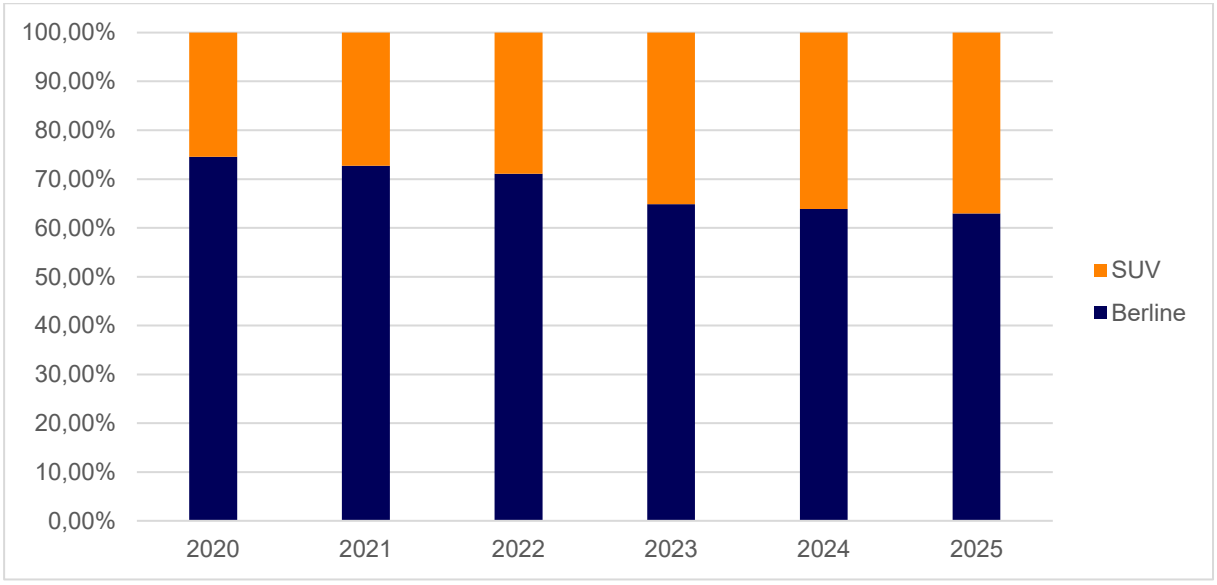


Figure 22 : Répartition des véhicules dans le parc par silhouette (SUV ou berline), entre 2020 et 2025.
Source : C-Ways

Encadré : Précisions sur la notion de SUV

Un SUV, au sens des constructeurs, est défini par un certain nombre d'attributs techniques et de caractéristiques :

- Des roues de grand diamètre, environ 10 % de plus que la berline de même catégorie
- Des roues plus larges pour "donner de l'assise" (notion de style)
- Une garde au sol de 50 à 80 mm plus importante que la berline
- Un capot et un avant de capot visibles du poste de conduite, rendant le capot plus horizontal
- Des porte-à-faux avant et arrière souvent courts
- Une hauteur de l'œil du conducteur importante, pour donner l'impression de dominer la route
- Un espace entre le pneu et la carrosserie plus grand

C'est de ce point de vue une silhouette de véhicule qui peut s'appliquer sur toutes les catégories de véhicules, des plus compactes (ex : fiat 600) aux plus grandes (ex : Audi Q8).

Le terme SUV (Sport Utility Vehicle), apparu au début des années 2010, est connoté souvent négativement dans le débat public pour désigner un véhicule massif, statutaire, puissant, lourd et polluant.

A dire d'experts, l'habitabilité est généralement assez décevante, les dimensions plus importantes étant mises au service du style et pas nécessairement au service de l'espace habitable.

L'aérodynamisme résulte de ces choix de style, notamment de la hauteur, de la largeur de la voiture et de ses pneus, et sa performance n'est pas recherchée en priorité sur ce type de véhicule.

Des aménagements peuvent être utilisés pour améliorer l'aérodynamisme (volets pilotés, écrans sous caisse, becquet…), mais il reste intrinsèquement limité comparé à d'autres silhouettes.

On voit que ces attributs peuvent s'appliquer sur toutes les catégories de véhicules, et que le SUV est plus un type de silhouette qu'une catégorie.

Pour autant, le SUV sera plus imposant, souvent plus large et plus haut que la berline de sa catégorie, donc moins aérodynamique et plus lourd[7] et donc plus émetteur de CO_{2e}, dans les mêmes proportions.

Note : nous souhaitons, pour le rapport final, ajouter des éléments relatifs à la géographie des usages.

D. Parc et usages des véhicules utilitaires légers

Chaque année, le SDES fournit des données sur l'état du parc automobile français. Ce sont ces statistiques que nous exploitons dans ce paragraphe [14].

[7] L'écart de masse entre un SUV et une berline d'équipement / motorisation comparable et construite sur la même plateforme technique est de l'ordre de 50 à 100 kg.

En 2025, **6,5 millions de VUL sont en circulation en France**, répartis selon 4 catégories : camionnettes (79,7%), dérivés VP (11,2%), camping-cars (8,0%) et VASP[8] (2,6%).

Le parc des VUL est très largement dépendant au pétrole, puisque seuls 1,9% des VUL sont électriques, le reste étant **majoritairement thermique et alimenté au diesel (92,4%)**. La motorisation hybride occupe une part minime du parc des VUL (0,5%).

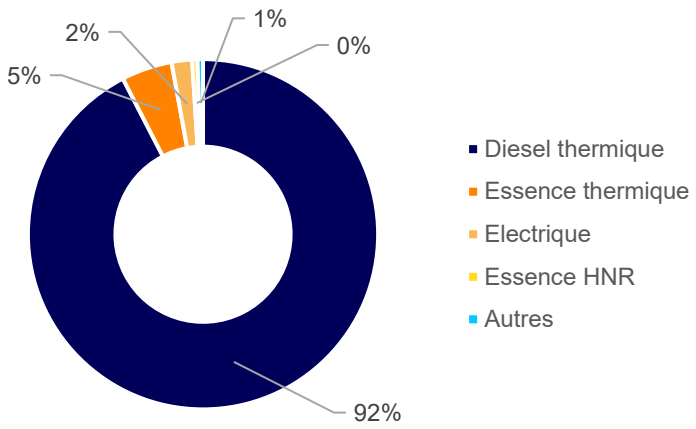


Figure 23 : Répartition des VUL en 2025 par type de motorisation. Source : SDES

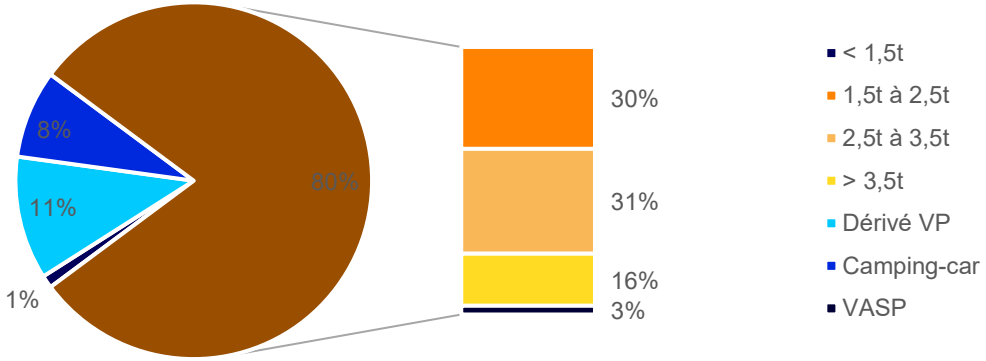


Figure 24 : Répartition des VUL selon la catégorie et le PTAC en 2025. Source : SDES

Encadré : le VUL, Véhicule Utilitaire Léger

Le terme officiel de VUL (pour Véhicule Utilitaire Léger) est utilisé pour désigner un véhicule de transport dont le PTAC (Poids Total Autorisé en Charge) est inférieur à 3,5 tonnes, destiné au transport de marchandises ou de personnes.

Le poids du véhicule à vide et de son chargement ne doit donc pas excéder cette charge. Au-delà d'un PTAC de 3,5 tonnes, le véhicule entre dans la catégorie des Véhicules Industriels.

Il doit également avoir les caractéristiques suivantes :

- Conçu pour le transport des marchandises
- Longueur inférieure à 12 m
- Largeur inférieure à 2,55 m (2,60 m pour les versions frigorifiques)
- Le permis B, permettant de conduire une voiture particulière, est suffisant pour conduire un VUL.

[8] Voir encadré page suivante

Différents types de VUL

La dénomination VUL désigne plusieurs types de véhicules :

- Les camionnettes que l'on peut décliner en 3 tailles : fourgonnette (ex : Renault Kangoo, Peugeot Partner), fourgon (ex : Renault Trafic, Citroën Jumper), grand fourgon (VW Crafter, Peugeot Boxer)
- Les dérivés de VP : versions utilitaires des voitures particulières, ils ne disposent pas de banquette AR et ont généralement un espace de chargement aménagé
- Les Camping-cars
- Les VASP (Véhicules Automoteurs Spécialisés) : on trouve dans cette catégorie les véhicules aménagés (ambulances, transports PMR, caravanes), les véhicules dédiés (bennes à ordure, grues, dépanneuses), les véhicules agricoles et les remorques.

Le marché des VUL, un marché complexe

Les usages de ces véhicules sont très divers (livraison du dernier kilomètre, artisans, ambulances, *food truck*, coursier, transport de personnes, flottes d'entreprises ...) et la dynamique du marché est difficile à appréhender. Il présente toutefois des caractéristiques particulières.[9]

Les VUL sont presque exclusivement équipés de motorisations Diesel, à plus de 92 %.

Avec un parc de plus de 6 millions de véhicules, les VUL représentent 13 % du parc routier français. Les camionnettes sont les plus nombreuses avec 78 % du parc, suivies par les utilitaires dérivés de VP (15 % du parc).

Le nombre de VUL a augmenté de 46 % depuis 1990. À l'origine de 26 Mt CO_2e en 2019, ils contribuent à hauteur de 19 % des émissions de GES du secteur des transports, ce qui en fait la troisième source d'émissions de ce secteur juste derrière les poids lourds (21 %).

Les VUL effectuent des déplacements courts dans l'espace et dans la durée

Selon une étude de 2014 du CGDD[10], 90 % des déplacements en VUL sont réalisés sur des distances inférieures à 150 km et les trois-quarts sur des distances inférieures à 80 km, notamment du fait que 78% des VUL sont des camionnettes d'usage local.

Ces trajets durent en moyenne 2h, chargement et déchargement inclus.

Les VUL réalisent 95 % de leurs déplacements en semaine.

Les VUL sont majoritairement utilisés dans des zones urbaines (six déplacements sur dix sont intra-urbains ou interurbains).

Au total, le nombre de VUL **a augmenté d'environ 10% depuis 10 ans** pour atteindre de 6,5 millions de véhicules (5,8 en 2015) et la répartition par motorisation reste stable.

[9] Statistiques DD – SDES, RSevero au 1er janvier 2020
[10] CGDD [3]

Après une phase de décroissance entre 2018 et 2021, **l'âge moyen des VUL augmente chaque année, passant de 10,1 ans en 2021 à 11,2 en 2025**.

En 2025, un peu plus de la moitié (52%) des VUL ont moins de 10 ans et 16% ont plus de 20 ans.

En 2024, **les VUL ont parcouru en moyenne 13 143 km**. La distance cumulée de tous les VUL atteint **85,6 milliards de km**.

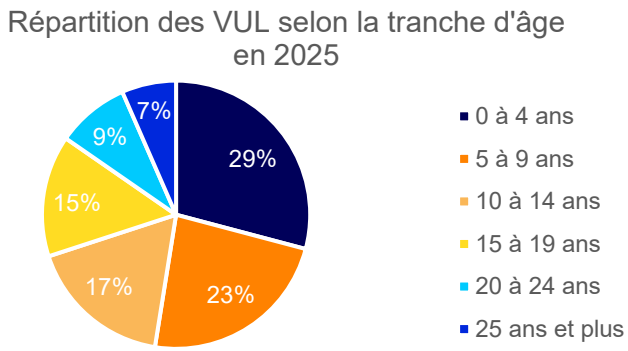


Figure 25 : Répartition des VUL selon la tranche d'âge, en 2025. Source : SDES

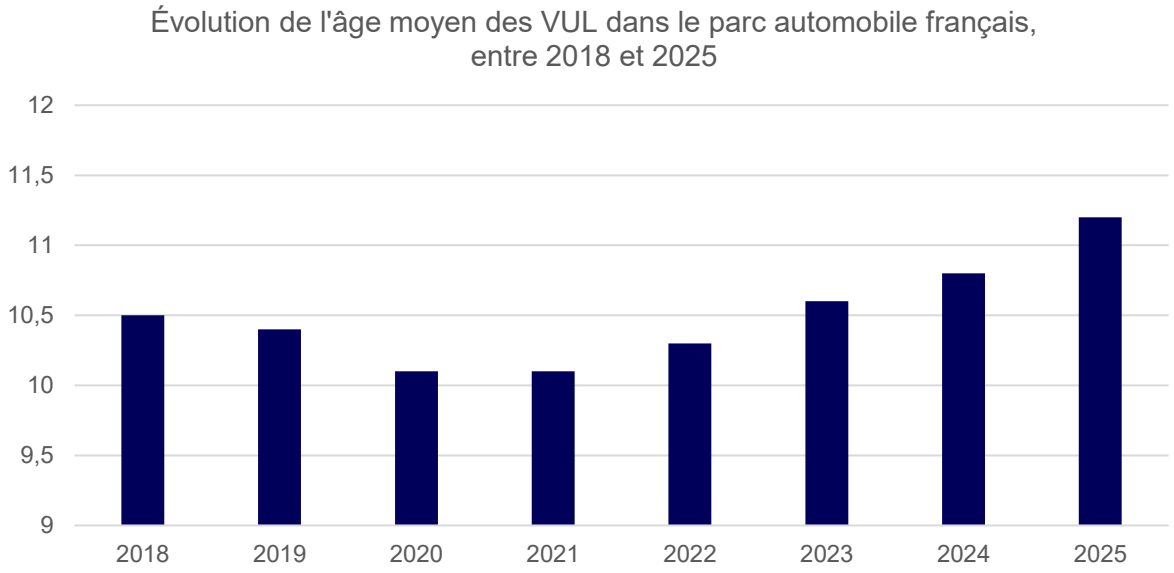


Figure 26 : Évolution de l'âge moyen des VUL dans le parc français, entre 2018 et 2025. Source : SDES

Note : l'accès aux données non publiques de l'EMP peut donner des informations sur la géographie des usages, notamment pour connaître la répartition selon la taille d'agglomération.

E. Parc et usages des motocycles (2 et 3 roues)

Nous vous renvoyons ici vers la note thématique dédiée, intitulée *2-roues motorisés : Une solution à explorer pour une transition des mobilités plus sobre et inclusive* qui détaille le parc et usages de motocycles.

F. Parc et usages des Bus & Cars

A fin 2025, le parc français de transport en commun de personnes comptait **93 400 autobus et autocars** en circulation, en légère baisse par rapport à 2024 (-0,5%).

La répartition est nettement asymétrique : 66 300 autocars contre 27 110 autobus. L'électrification reste faible sur l'ensemble du parc (3,2%), un taux assez similaire à celui du parc automobile. Ce chiffre reflète 2 réalités opposées : 0,1% des cars sont électriques contre plus de 10% des bus.

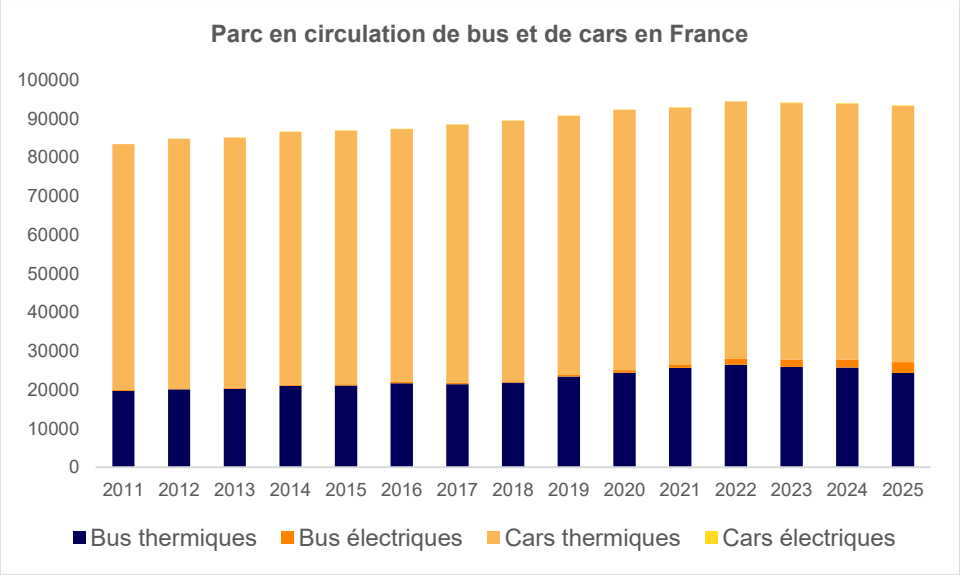


Figure 27 : parc de bus et de cars en circulation en France
Source : SDES

Ils répondent à des usages très distincts : l'autobus est dédié aux transports urbains et périurbains réguliers tandis que l'autocar couvre les liaisons interurbaines, le transport scolaire, le tourisme et les services librement organisés. S'y ajoutent les flottes captives des grandes agglomérations (RATP, Transdev, Keolis). Transdev indique exploiter 16 000 bus et cars en France, Keolis 16 300 véhicules dont 6 600 bus et 7 500 cars.

IV. Des marchés de véhicules aux dynamiques contrastées

A. Marchés des voitures particulières VP

1. Marché mondial des voitures neuves

Au niveau mondial, les ventes de voitures neuves ont largement retrouvé leur niveau d'avant Covid. Le marché ressort à 71 millions en 2025, pour 65 millions en 2019.

En Chine, le marché poursuit sa forte croissance à 30 millions de voitures en 2025, soit plus de 40% du marché mondial, et 2 fois plus que le marché de l'Europe élargie (EU 27, EFTA[11] et Russie).

La quasi-totalité de la croissance du marché mondial est aujourd'hui portée par la Chine.

Marché VN VP	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Monde	64 803 420	54 742 117	57 276 040	58 741 536	65 412 763	67 486 871	70 974 658
Chine	21 472 091	20 177 731	21 518 324	23 563 287	26 062 824	27 562 989	30 103 140
Europe élargie*	15 787 104	11 954 880	11 778 333	11 293 782	12 847 934	12 960 522	13 269 708

[11] Norvège, Suisse, Islande, Liechstenstein.

Tableau 5 : Evolution des marchés VP VN.[12]
Source : OICA – Europe élargie = EU27+EFTA+RU

2. Marché des voitures neuves en Europe

Globalement en Europe, les ventes de voitures particulières neuves n'ont pas retrouvé leurs niveaux d'avant Covid sur les principaux marchés européens, même si les situations sont différentes par pays. Au total EU27 + Royaume Uni, **la « perte » de VN cumulée est d'environ 15 millions** de véhicules entre 2020 et 2025 par rapport au niveau de ventes de 2019, soit 1,5 années de vente à date.

Marché VN VP	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Variation 2025/2019
ALLEMAGNE	3 441 262	3 435 778	3 607 258	2 917 678	2 622 132	2 651 357	2 844 609	2 817 331	2 857 591	*-17%*
BELGIQUE	546 558	549 632	550 003	431 491	383 123	366 303	476 675	448 277	414 771	*-24%*
ESPAGNE	1 234 932	1 321 438	1 258 251	851 211	859 477	813 396	949 362	1 016 963	1 148 650	*-7%*
FRANCE	2 110 748	2 173 481	2 214 279	1 650 118	1 659 003	1 529 035	1 774 722	1 718 416	1 632 152	*-23%*
ITALIE	1 971 345	1 910 025	1 916 949	1 381 496	1 458 032	1 316 702	1 567 151	1 558 071	1 524 843	*-23%*
PAYS-BAS	414 306	443 812	445 217	358 330	322 318	312 129	369 791	381 227	395 000	*-5%*
POLOGNE	486 352	531 889	555 598	428 347	446 647	419 749	475 032	551 567	597 435	*23%*
UNION EUROPEENNE (27)	**12 595 973**	**12 791 727**	**13 028 948**	**9 942 509**	**9 700 095**	**9 255 930**	**10 547 681**	**10 631 346**	**10 822 831**	***-14%***
ROYAUME-UNI	2 540 617	2 367 147	2 311 140	1 631 064	1 647 181	1 614 063	1 903 054	1 952 778	2 020 520	*-20%*
EU27+RU	**15 136 590**	**15 158 874**	**15 340 088**	**11 573 573**	**11 347 276**	**10 869 993**	**12 450 735**	**12 584 124**	**12 843 351**	***-15%***

Tableau 6 : Évolution des marchés VP VN en Europe par pays.
Source : ACEA.

Cette diminution ralentit le renouvellement du parc par des véhicules électriques ou moins émissifs, et en retarde donc d'autant la décarbonation Elle constitue également un risque économique pour la filière dans son ensemble, tant sur la production de véhicules sur le continent et en France, que pour la filière aval sur la vente de voitures neuves et leur entretien dans les réseaux de marque.

3. Marché des voitures en France

Le marché des voitures neuves en France ressort en 2025 à **-23% par rapport à 2019**, soit une baisse de 400 à 500 000 voitures par an. Il en résulte une « perte » cumulée des entrées dans le parc de l'ordre **de 3 millions de véhicules** entre 2020 et 2025.

Cette baisse devenue structurelle du marché VN peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- L'attrition des segments des petites voitures A et B, et en particulier du A, qui se sont réduits significativement depuis 10 ans. Leur part dans le marché des véhicules neufs en Europe est passé de 33% en 2012 à 21% en 202313. Une tendance comparable est observée en France (Chiffres à consolider).(voir plus bas).
- La hausse du prix des véhicules neufs de +24% entre 2020 et 2024, sensiblement au-dessus de l'inflation. Le prix moyen catalogue des VP neufs pondérés par les ventes est ainsi passé de 28 107€ en 2020 à 34 872 € en 2024. Une autre source évoque un prix moyen d'un véhicule neuf en 2024 à 36 736 €[14] Selon l'IMT[15], trois effets se conjuguent pour expliquer cette hausse :
    - Un effet montée en gamme et pricing power[16] pour la moitié de la hausse
    - Un effet Inflation pour le quart de la hausse
    - Un effet Electrification pour le quart restant.

[12] *Ces chiffres ne prennent pas complètement en compte les données du marché US, la majeure partie des véhicules étant considérés comme des VUL (LCV en anglais). Les ventes de VP aux USA ressortent suivant cette classification à 2,7 millions de voitures, mais les ventes en LCV sont à plus de 13 millions.*
[13] New cars in the EU by segment - ACEA - European Automobile Manufacturers' Association
[14] Prix voiture neuve ou occasion en 2024 en France
[15] Le vrai du faux sur les causes de l'augmentation des prix des véhicules entre 2020 et 2024
[16] Le Pricing Power consiste à augmenter ou préserver les marges à mix constant

- Un certain attentisme notamment lié aux incertitudes réglementaires sur la trajectoire CO_2 et l'interdiction de vente des VN thermiques neufs à partir de 2035. Les remises en cause de cet objectif peuvent créer un doute chez le consommateur sur la motorisation à acheter.
- D'autres raisons qui nécessitent d'être mieux documentées comme la plus grande fiabilité des voitures qui permettent de les conserver plus longtemps avant de les remplacer ou une allocation différente du budget des ménages au profit d'autres dépenses que la voiture.

Ce constat sur l'attrition du segment A et l'accessibilité du marché neuf pose dès lors la question de la nécessité de retrouver une offre de petits véhicules décarbonés abordables, par les constructeurs automobiles traditionnels ou par de nouveaux acteurs de la mobilité. Cela permettrait de renverser en partie la tendance baissière apparue depuis 2021, de retrouver des volumes de production dans les usines aujourd'hui en surcapacité, et d'accélérer la décarbonation du parc en renouvelant plus rapidement les voitures les plus anciennes. Nous y reviendrons en détail dans la partie III.

Encadré 1 : La segmentation des voitures particulières

En Europe, on analyse le marché par la classification par segment, basée sur la longueur des voitures. Nous citons ici les principaux segments utilisés :

- **Segment des microvoitures** ou quadricycles (avec ou sans permis), de longueur inférieure à 3,10 m.

Exemple : EON Weez, Microlino, Citröen AMI, Fiat Topolino

- **Segment A** : longueur généralement inférieure à 3,70 - 3,80 m.

Exemple : Renault Twingo, Toyota Aygo, Fiat 500, Peugeot 108…

- **Segment B** : longueur généralement inférieure à 4,10 m.

Exemple : Renault Clio, R5, Peugeot 208, Hyundai i20, Audi A1

- **Segment C** : longueur généralement inférieure à 4,50 m, voire 4,70 m pour les déclinaisons break ou tricorps

Exemple : Renault Megane, Toyota Corolla, Ford Focus, Opel Astra

- **Segment D** : longueur généralement inférieure à 4,90 m.

Exemple : Audi A5, BMW séries 3 et 4, Peugeot 408, VW Passat

- **Segment E** : longueur généralement inférieure à 5,10 m.

Exemple : Audi A6, BMW série 5, Tesla Model S, Volvo S90

- **Segments F et au-delà** : longueur généralement supérieure à 5,15 m.

Exemple : Audi A8, BMW série 7, Lexus LS et sportives

Ces segments peuvent se décliner en break, en tricorps et en SUV, appellation qui ne constitue pas un segment en tant que tel, mais une déclinaison de modèle. On trouve ainsi des SUV du segment B comme des SUV familiaux.

Aujourd'hui, même si les véhicules électriques gagnent de plus en plus de parts de marché (19,9% en 2025, 28% sur le 1er semestre 2026), **le marché neuf reste dominé par les véhicules thermiques et hybrides non rechargeables** (respectivement 26,7% et 43,5% en 2025).

Dans notre approche, et compte tenu de l'énergie qu'elles utilisent, nous distinguerons 3 types de motorisations :

- Les véhicules électriques 100% à batterie, VEB
- Les hybrides rechargeables, HR, et les prolongateurs d'autonomie, EREV ou REEV
- Les véhicules thermiques, comprenant les motorisations diesel, à essence, GPL et hybrides non rechargeables. Les potentiels de gain CO_2 de ces motorisations ne leur permettent pas d'envisager l'atteinte de nos objectifs de décarbonation.

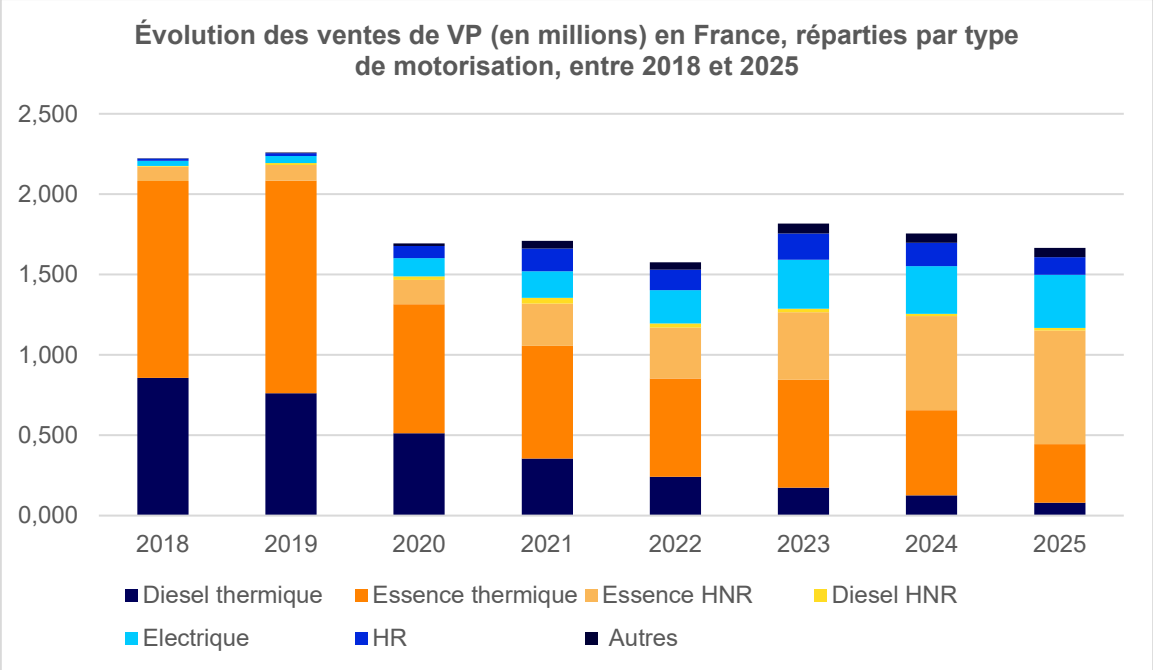


Figure 28 : Évolution des ventes de VP neufs (en millions) en France, réparties par type de motorisation, entre 2018 et 2025.
Source : SDES

Les ventes de véhicules neufs sont classées en différents canaux de distribution.

Les ventes à particuliers représentent la plus grande part avec 47% des véhicules neufs achetés par des personnes privées (chiffres 2023 à mettre à jour). Les 53% restants sont acquis par des personnes morales, parmi lesquelles les flottes et entreprises qui acquièrent 29% des voitures neuves en 2023, suivies des Véhicules de démonstrations et Garages (notamment véhicules de courtoisie) avec 12% des ventes. Les loueurs Courte Durée représentent en 2023 environ 9% des ventes de VN.

Les autres canaux de distribution sont les ventes aux collaborateurs des constructeurs (1%), les administrations (1%) et les véhicules de Transit Temporaire (1%).

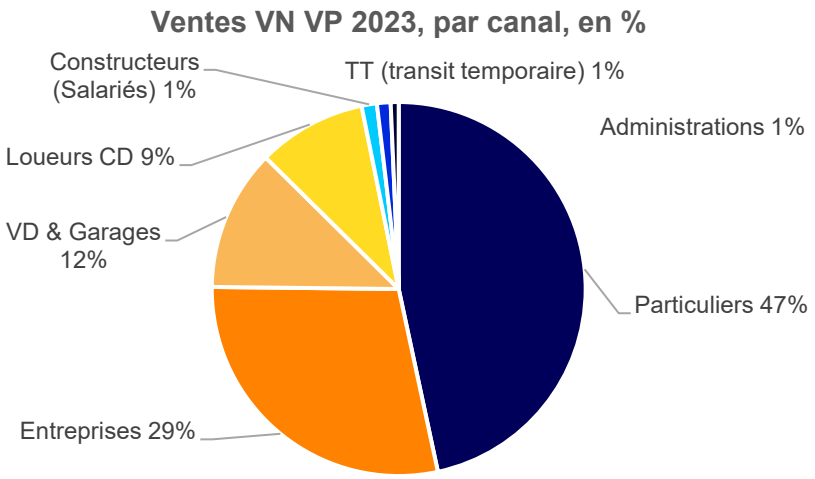


Figure 29 : Répartition des ventes de VP VN par canal, en % des ventes 2023. Traitement : The Shift Project d'après les chiffres PFA

Les ventes LCD (Location Courte Durée) et VD (Véhicules de Démonstration) & Garages sont dites « tactiques » car ces canaux constituent :

- Des **canaux d'ajustement** pour les constructeurs pour écouler des volumes en fin d'année en cas de faiblesse de la demande ou répartir les volumes les plus rémunérateurs sur d'autres canaux en cas de tension sur l'offre ;
- Un stock de véhicules qui sera **revendu en VO récents à très récents** dans les quelques mois suivant la 1ère immatriculation.

Ces différents canaux méritent d'être identifiés séparément car la durée de détention n'est pas du tout la même. Les ventes à Loueurs Courte Durée se retrouveront sur le marché de l'occasion 3 à 12 mois après leur achat, celles en VD Garages peuvent se retrouver au bout de quelques semaines et avec un très faible kilométrage sur le marché VO, alors que les véhicules des flottes et des entreprises (achetés en Location Longue Durée) ne seront disponibles en occasion que 3 à 4 ans après leur 1er achat et avec des kilométrages plus importants.

De même, le type de voitures diffère selon le canal de vente, comme le montre la figure suivante :

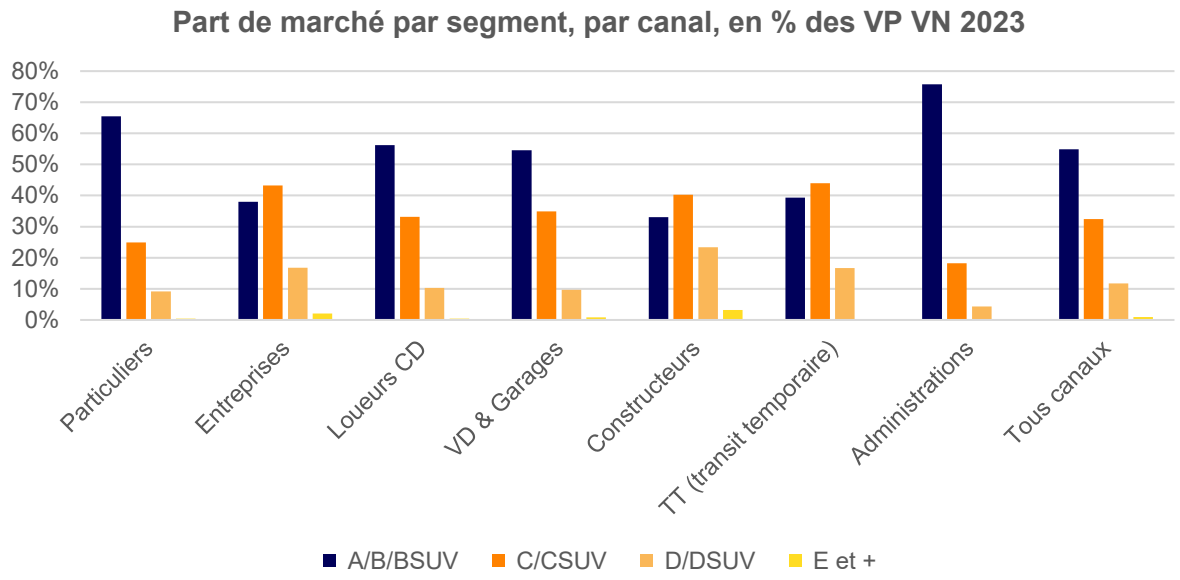


Figure 30 : Part de marché par segment et canal, en % des ventes 2023.
Traitement : The Shift Project, d'après les chiffres PFA.

Tous canaux confondus, les ventes de véhicules des segments A/B/BSUV représentent 55% des ventes. Cette part est encore plus forte pour les ventes à particuliers et pour les canaux tactiques qui mettront rapidement des VO récents sur le marché (VD et LCD).

Les segments fortement générateurs de marge, CSUV et au-delà, représentent 33% des ventes totales, dont 26% des ventes à particuliers et 44% des ventes à Flottes, traduisant :

- Le caractère difficilement accessible en prix de vente pour les particuliers des segments supérieurs, les acheteurs particuliers de véhicules neufs sont très majoritairement dans les déciles de revenus supérieurs,
- L'élément de statut social et de rémunération de ce type de véhicules dans les entreprises.

La forte part des segments inférieurs dans les ventes à particulier et dans l'alimentation à court terme des VO récents peut être interprétée comme une forte demande / appétence / attente pour ce type de véhicules qui répondraient donc aux besoins de mobilité et d'emport des Français.

Cela est cohérent des enseignements de l'enquête mobilité des personnes de 2019, sur le taux d'occupation des véhicules (1,6 personnes par voiture en moyenne), les distances parcourues au quotidien et la fréquence des trajets longues distances.

On peut également **remarquer l'effondrement sur les 30 dernières années des ventes de voitures neuves aux ménages** :

- La part des achats par les particuliers est passée de 60% à 46% dans le marché VN VP ;
- En volumes, les ménages achetaient environ 1,3 millions de voitures neuves en 2000 et seulement 750 000 en 2025 (soit une baisse 40%) (INSEE) ;
- Et le taux de ménages acheteurs de VN est passé de 7% dans les années 1990 à 2,4% en 2025 (Source : observatoire Cetelem).

Le marché des voitures d'occasion connait des variations de volumes beaucoup moins marquées, traduisant le besoin constant de solutions de mobilité automobile. Le marché VO annuel est de l'ordre de 5,4 millions par an, soit plus de 3 fois plus que le marché VN.

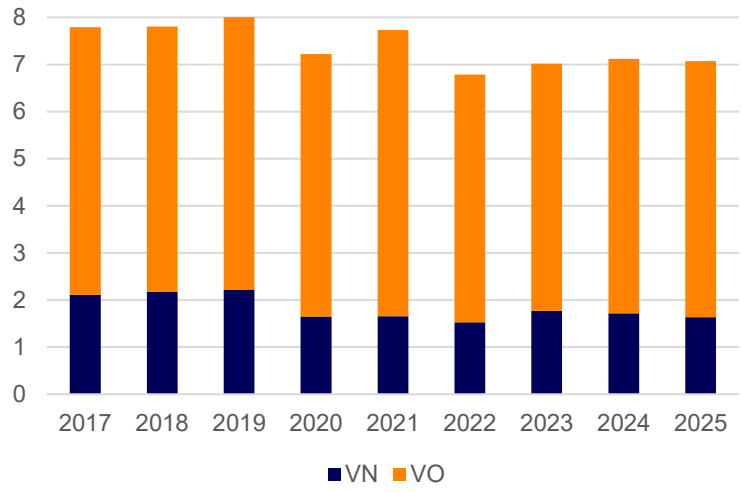


Figure 31 : Ventes de VP en neuf et en occasion, en France, en millions.
Source : SDES

Le prix moyen d'un véhicule d'occasion est de 20 552 € ; il varie de 18 388 € en essence à 41 028 € en hybride rechargeable.

50% des transactions se font sur des voitures de moins de 10 ans, mais la tendance observée montre que ce sont les véhicules de plus de 15 ans qui progressent, traduisant là aussi vraisemblablement un enjeu de pouvoir d'achat et d'arbitrage des ménages dans leurs dépenses.

Âge du véhicule d'occasion	Voitures d'occasion en 2024	Voitures d'occasion en 2025	Évolution 2025/2024 (en %)	Part des ventes en 2025 (en %)
Moins de 2 ans	579 987	558 861	- 3,6	10,1
De 2 à moins de 5 ans	1 116 548	1 029 628	- 7,8	18,6
De 5 à moins de 10 ans	1 208 063	1 216 636	0,7	22,0
De 10 à moins de 15 ans	1 052 712	1 043 365	- 0,9	18,9
De 15 à moins de 20 ans	901 473	980 956	8,8	17,7
De 20 à moins de 25 ans	414 439	454 463	9,7	8,2
25 ans ou plus	212 035	250 440	18,1	4,5
Ensemble	**5 485 257**	**5 534 349**	**0,9**	**100,0**
Âge moyen	10,6	11,1		

© SDES

Champ : *France, hors immatriculations provisoires et transit temporaire.*
Source : *SDES, RSVERO*

Figure 32 : Ventes VO des VP en fonction de l'âge

B. Marchés des véhicules utilitaires légers VUL

Au niveau mondial, le marché neuf est dominé par les USA avec plus de 4,3 millions de véhicules, lié au fait que les pick-up sont classés dans cette catégorie et qu'ils représentent 2,5 millions de véhicules. Ce type de véhicules est quasiment inexistant en Europe. La Chine suit avec plus de 3,2 millions de véhicules en 2025 tandis que le marché européen pèse 2,3 millions de véhicules.

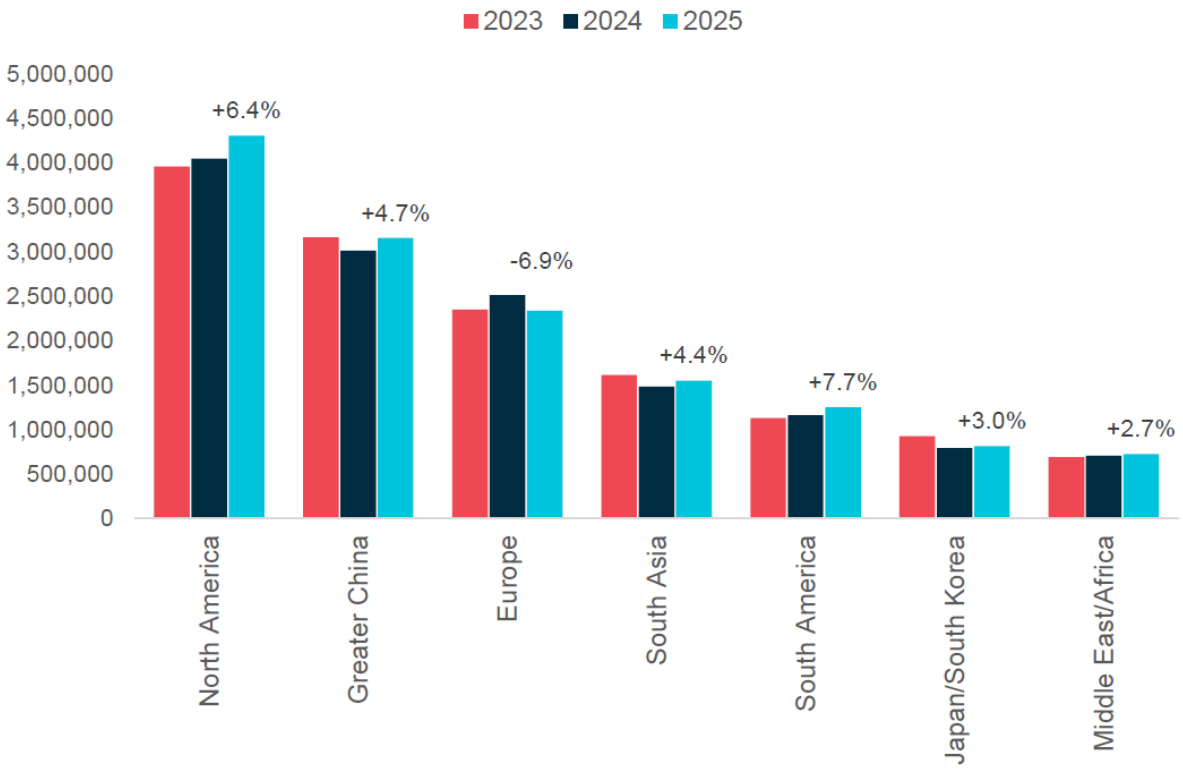


Figure 33 : Marché mondial des VUL neufs.
Source : S&P Global Mobility.

En Europe, la France est le principal marché, devant l'Allemagne, puis l'Italie et l'Espagne.

	2023	2024	2025	Evol. 2025/2024
VUL EU	**1 465 769**	**1 586 761**	**1 447 273**	**-8,8%**
France	375 510	379 740	358 299	-5,6%
Allemagne	259 376	281 078	265 801	-5,4%
Italie	196 732	198 219	188 373	-5,0%
Espagne	146 144	166 111	185 559	11,7%

Tableau 7 : Ventes des VUL neufs sur les principaux marchés européens.
Source : ACEA [15]

En France, le marché reste 25% en dessous des niveaux de 2018-2019, qui étaient toutefois historiquement hauts.

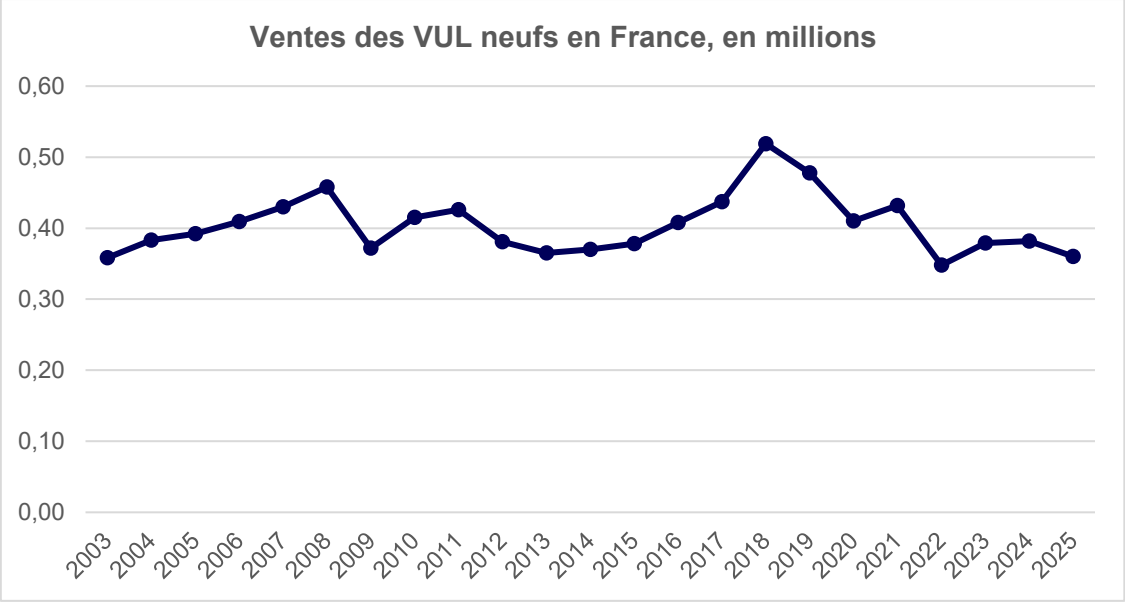


Figure 34 : Évolution des ventes de VUL neufs en France, en millions d'unités
Source : SDES[17]

Par type, les camionnettes représentent 76% des ventes en 2025. Avec les dérivés de VP, 90% du marché sont couverts, les camping-cars et les VASP ne représentant que 10% des ventes neuves.

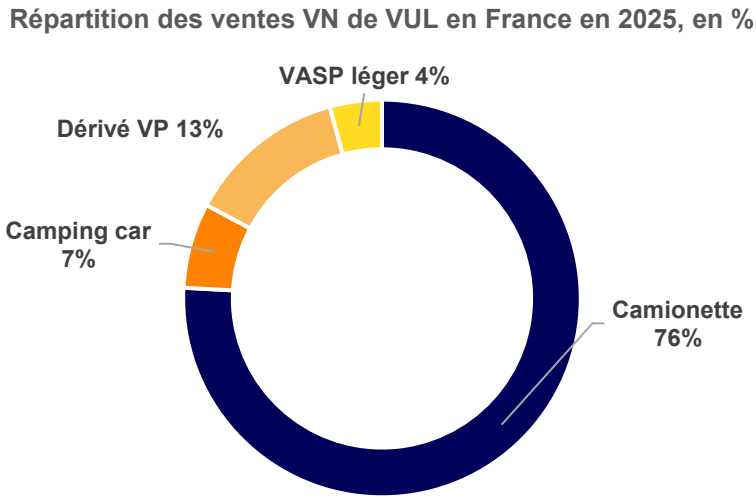


Figure 35 : Répartition des ventes de VUL en France en 2025.
Source : SDES

Le diesel domine encore le marché du neuf, avec 76,7% de part de marché, l'électrique à batterie atteint 9,3%, tandis que l'hybride non rechargeable pèse 4,7%, l'essence 7,1% et l'hybride rechargeable 1,1%.

Le marché des VO représente 914 000 VUL en 2025, soit 2,5 fois la taille du marché des véhicules neufs.

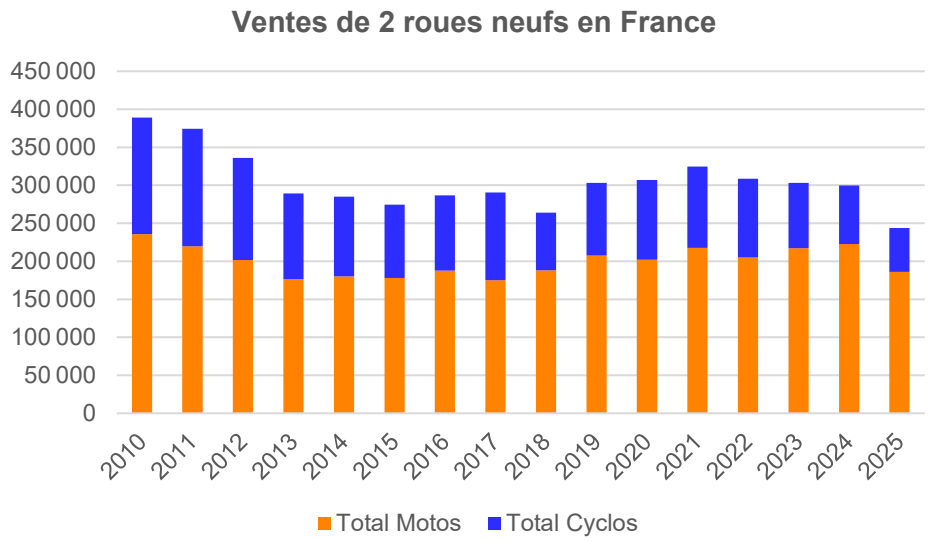
Le diesel représente près de 95 % du marché VO VUL. L'essence pèse 4%. L'électrique plafonne à 1%, même si la demande est en forte hausse (+32% par rapport à 2024).

[17] Données 2025 sur les immatriculations des véhicules | Données et études statistiques

Sur l'âge des véhicules d'occasion, les VUL de plus de 8 ans constituent l'immense majorité avec 479 576 unités (+6,2 %). Les tranches 4-5 ans (+11,7 %) et 6-8 ans (+14,7 %) sont les plus recherchées. À l'inverse, les VO récents sont en berne : –1,2 % pour les moins de 1 an, –4,5 % pour 1-2 ans, –9,9 % pour 2-4 ans.

C. Marché des motocycles

La note thématique dédiée, intitulée *2-roues motorisés : Une solution à explorer pour une transition des mobilités plus sobre et inclusive* détaille le parc et usages de motocycles.



D. Marché des microvéhicules

Cette dénomination de microvéhicules recouvre les catégories règlementaires européennes des quadricycles, L6e et L7e. Il s'agit de véhicules légers, sobres, de plus en plus électrifiés et qui constituent une opportunité réelle dans le cadre de la transition vers une mobilité décarbonée, pouvant être associée à une localisation des productions en France.

On distingue généralement :

- Les quadricycles légers (L6e) souvent appelées « voiture sans permis »
- Les quadricycles lourds (L7e), nécessitant un permis B1

Les principales caractéristiques de ces véhicules sont récapitulées ici :

Critère	L6e	L7e
Type	Quadricycle léger	Quadricycle lourd
Vitesse max	45 km/h	90 km/h
Puissance	~4–6 kW	jusqu'à 15 kW
Masse à vide maxi	425 kg	450 kg
Âge minimum France	14 ans	16 ans (B1)
Usage typique	ville, sans permis	route, utilitaire, loisirs
Ex. de modèle	Citroën AMI, Ligier, Aixam	EON Weez, Avatar Ulive,

Le marché du neuf pour ces véhicules est quasi intégralement constitué de quadricycles légers, dominé par la Citroën AMI et la Fiat Topolino. Les ventes de quadricycles lourds sont pour l'instant inférieures à 1 000 unités par an.

Ils sont à 75% en motorisation électrique pour les L6e et à 100% en L7e.

Nous explorons dans une note annexe le potentiel que pourraient représenter ces quadricycles dans les années qui viennent.

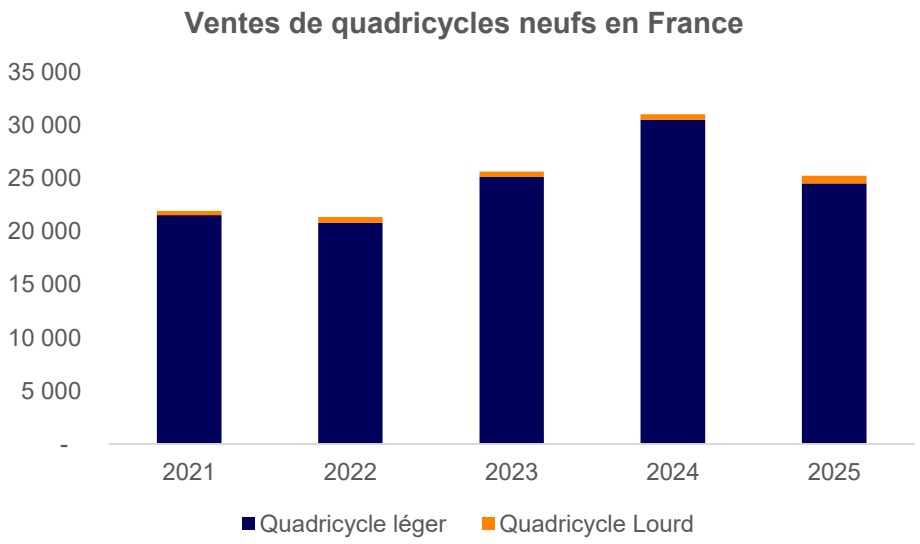


Figure 36 : Ventes de quadricycles en France.
Source : Mobilians

E. Marché des Bus & Cars

La France comprend un parc d'environ 93 500 bus et cars, dont 71% de cars (66 400 unités) et 29% de bus (27 100 unités).

En 2025, 6 672 bus et cars neufs ont été immatriculés en France, un marché globalement stable depuis 10 ans. La crise du Covid n'a pas eu d'impact significatif sur ce marché. Cette apparente stabilité cache en fait une forte différence avec un marché essentiellement porté par les cars avec 5 207 nouveaux véhicules, en hausse de + 8,8% par rapport à 2024, quand les bus reculent de 18% avec 1 465 unités immatriculées.

L'électrification est déjà très marquée pour les bus, les bus électriques représentant 48% des ventes de bus neufs en 2025 et plus de 11% du parc roulant. La situation est très différente pour les cars, avec seulement 1% de part de marché des cars électriques neufs en 2025.

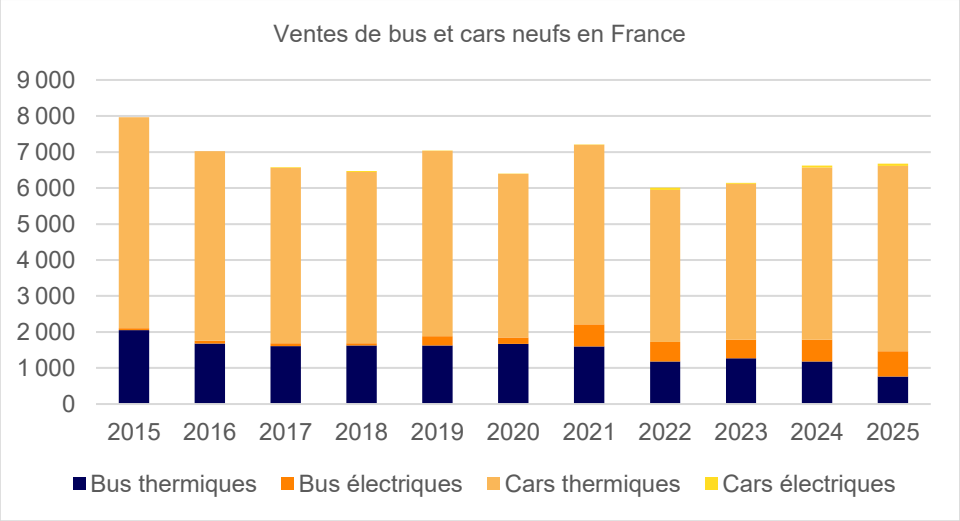


Figure 37 : Ventes de bus et de cars neufs, en France, en unité
Source : SDES

Environ 6 000 bus et cars sont achetés d'occasion chaque année en France, soit un volume comparable au marché du neuf. Ces transactions s'effectuent essentiellement entre opérateurs de transport, via les constructeurs (reprises lors d'achat d'un véhicule neuf) ou des négociants spécialisés. L'importation de véhicules d'occasion reste très marginale. La durée de vie d'un bus est typiquement de 15 à 20 ans, ce qui génère un flux de seconde main structurel.

Le secteur est tiré par les appels d'offres des autorités organisatrices de mobilité (AOM : régions, métropoles, intercommunalités) ce qui explique les fortes variations régionales d'une année à l'autre selon le calendrier des contrats. Les obligations de verdissement du parc (loi LOM, règlement européen) et la pression des ZFE sur les agglomérations ont créé une demande structurelle de renouvellement accéléré, mais le coût des bus électriques (2 à 3 fois celui d'un diesel) et les contraintes d'infrastructure (dépôts, recharge) freinent la transition sur les réseaux interurbains et ruraux.

V. Électrification des marchés

A. Une tendance historique mondiale et incontournable

La lutte contre le changement climatique au niveau mondial et la nécessité pour de nombreux pays non producteurs d'énergie fossile de sortir de leur dépendance énergétique ont conduit à la mise en place de politiques d'électrification des usages et de décarbonation de la production électrique sur de nombreuses zones géographiques, suivant en cela les recommandations de l'AIE et du GIEC.

L'électrification des transports constitue un passage obligé dans l'ensemble des scénarios net zéro, au regard du poids de la mobilité dans les émissions mondiales de GES et de sa consommation d'énergie fossile. Nécessaire mais non suffisante, elle doit s'accompagner d'une réduction rapide du contenu carbone de l'électricité et du développement parallèle d'alternatives à la voiture individuelle, en particulier dans les pays développés.

Quels que soient les réticences, les obstacles techniques ou les controverses qu'elle suscite, la décarbonation des transports individuels, majoritairement par l'électrification à batterie, s'impose comme la trajectoire de référence, au premier rang de laquelle figure l'automobile. La question n'est donc plus de savoir s'il faut s'y engager, mais à quel rythme.

Un certain nombre de pays ou Etats se sont déjà dotés de dispositifs réglementaires prévoyant l'interdiction de ventes de véhicules neufs thermiques. On voit sur cette carte que l'Europe n'est pas la seule zone à s'être fixé un tel objectif.

La Chine, même si elle n'apparaît pas sur cette carte, s'est placée sur une trajectoire net-zero pour 2060.

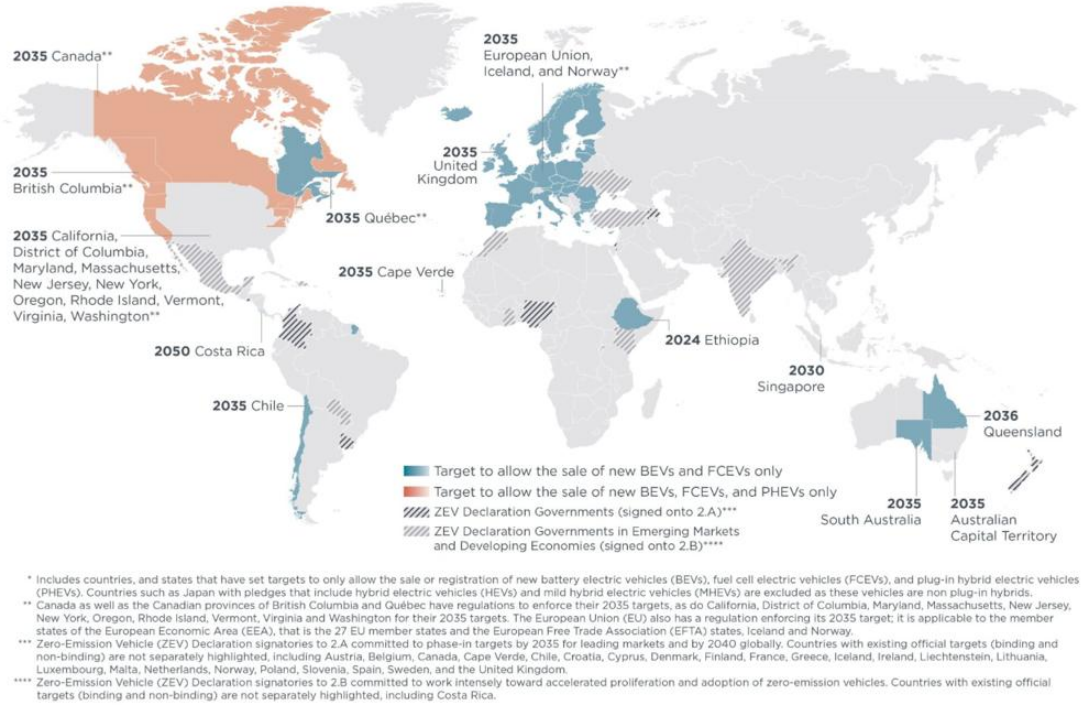


Figure 38 : Pays ayant officiellement un objectif Zero Émission CO_2 pour les véhicules neufs. Source : ICCT[18]

B. Le déploiement des voitures électriques

L'électrification est un levier très efficace pour baisser les émissions de CO_2 des véhicules. Aussi, dès le début des années 2010, les constructeurs ont commencé a misé sur cette technologie, en Europe et ailleurs.

Dès la fin des années 2000, la Chine s'est dotée d'une ambition politique et industrielle assortie de moyens financiers et humains sur les Véhicules Nouvelles Energies (NEV), affirmant au fil des années [16] vouloir dominer mondialement cette technologie, assurer la production de ces véhicules par des constructeurs chinois et devenir un exportateur significatif. En 2012, la Chine se fixe comme objectif de moins dépendre du pétrole et d'atteindre la neutralité carbone en 2060. Cette politique industrielle a fait de la Chine l'acteur majeur de la mobilité électrique, sur l'ensemble de la chaîne de valeur, disposant d'une avance technologique majeure dans le domaine de l'électronique et des batteries. Elle maîtrise également les approvisionnements en matières premières critiques, du contrôle des gisements miniers au raffinage et à la transformation chimique. Elle assure ainsi plus de 80 % du raffinage mondial du lithium, du cobalt et du manganèse, et près de 90 % de la production mondiale de graphite utilisé dans les anodes.

La réussite de ce plan se traduit dans les chiffres de ventes de voitures électriques en Chine : 6,4 millions de VEB ont été écoulés en 2024, 2,2 millions en Europe, 1,2 millions aux USA et 1 million dans le reste du monde.

[18] Zero-emission vehicle phase-ins - International Council on Clean Transportation

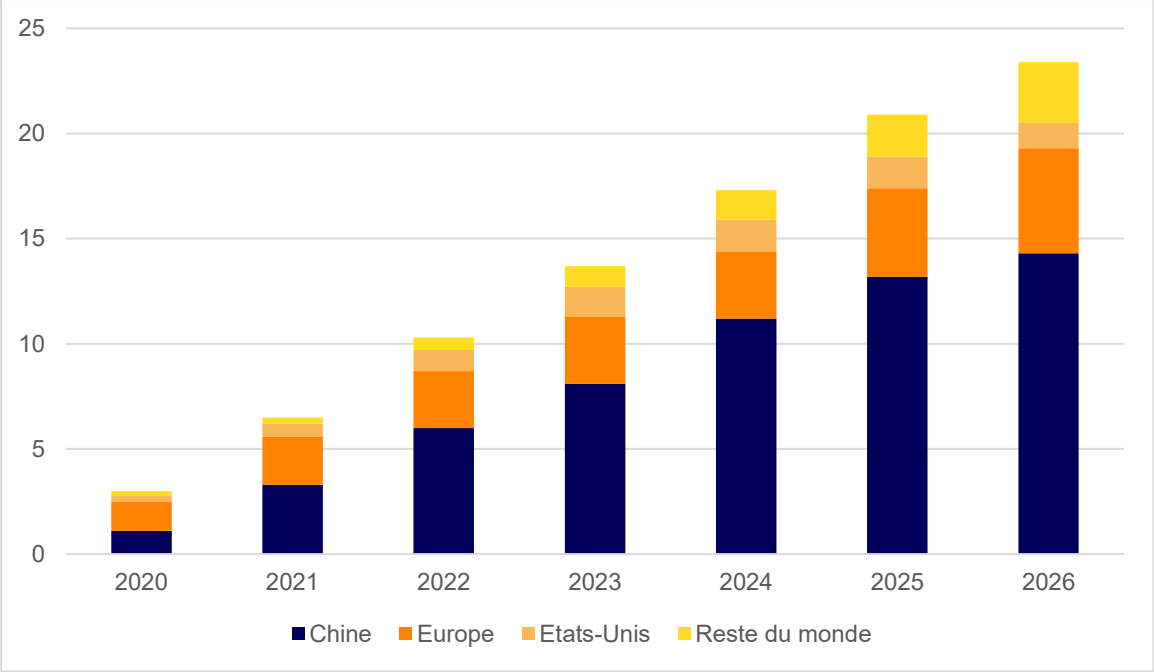
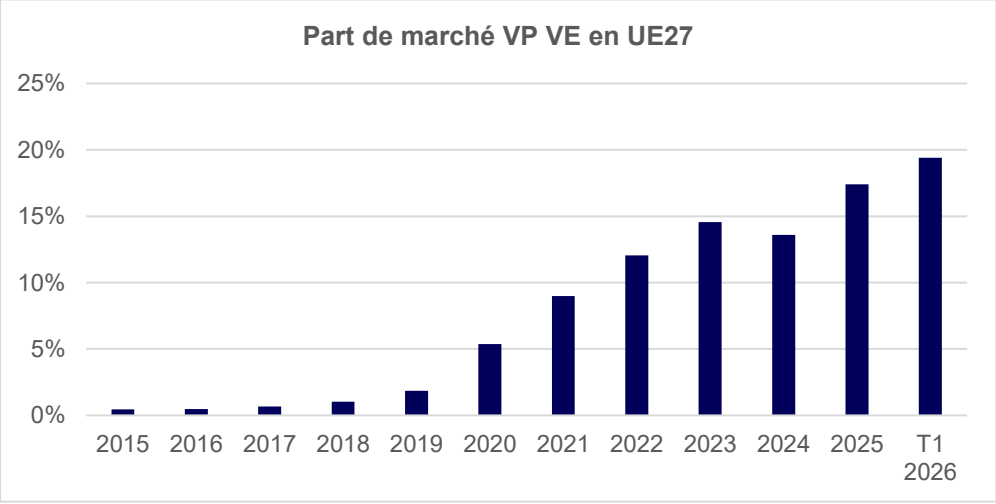


Figure 39 : Ventes mondiales de voitures électriques et hybrides rechargeables. Source : AIE [17]

Selon l'AIE [17], une voiture neuve sur quatre vendues dans le monde en 2025 est 100% électrique ou hybride rechargeable. Ces motorisations constituent déjà 5% du parc roulant Mondial, et ont permis d'éviter la combustion de 1,2 millions de barils de pétrole par jour[19], soit plus de 1% de la consommation totale.

C. Le VEB en Europe

La part de marché des voitures particulières électriques (VEB) est en croissance forte depuis 10 ans en Europe avec une forte accélération depuis 2020. Elle atteint aujourd'hui quasiment 20% au 1er trimestre 2026. Une voiture neuve sur 5 vendues au total des 27 pays de l'UE est électrique à batterie.



[19] Nous raisonnons ici au seul périmètre de la mobilité automobile. Nous ne nous prononçons pas sur la possibilité d'un report de l'offre de pétrole sur d'autres usages.

Figure 40 : Part de marché de la voiture électrique à batterie dans les ventes de voitures neuves en Europe 27, en %. Sources : Statista, ACEA[20]

Cependant, cette moyenne masque **de fortes disparités entre pays**. Certains pays, comme le Danemark, les Pays-Bas, la Suède ou la Belgique, ont déjà des taux d'électrification importants, avec des parts de marché allant jusqu'à 68,5 % au Danemark en 2025. A l'inverse, d'autres comme l'Espagne, l'Italie ou encore la Pologne et la Roumanie, sont encore loin des objectifs à atteindre, avec moins de 10% de part de marché.

Part des VP VE en %	2023	2024	2025	T1 2026
ALLEMAGNE	18,4%	13,5%	19,1%	22,8%
BELGIQUE	19,6%	28,5%	34,7%	34,7%
ESPAGNE	5,4%	5,6%	8,8%	9,1%
FRANCE	16,8%	16,9%	20,0%	27,9%
ITALIE	4,2%	4,2%	6,2%	7,9%
NORVEGE	82,4%	88,8%	95,9%	97,9%
PAYS-BAS	30,8%	34,6%	40,2%	30,5%
POLOGNE	3,6%	3,0%	7,2%	5,8%
PORTUGAL	18,2%	19,9%	23,2%	23,6%
UNION EUROPEENNE (27)	**14,6%**	**13,6%**	**17,4%**	**19,4%**
ROYAUME-UNI	16,5%	19,6%	23,4%	22,4%
EU27+RU+EFTA	**15,7%**	**15,4%**	**19,5%**	**20,6%**

Tableau 8 : Part des VEB dans le marché des VN des principaux pays européens. Source : reconstitution The Shift Project d'après ACEA

L'analyse des parts par pays montre que la performance du VEB ne peut que difficilement s'expliquer par la seule géographie des pays, leur niveau de vie ou la maturité technologique. Il est plus vraisemblable qu'elle s'explique **davantage par les politiques d'accompagnement** à l'acquisition et le réseau d'infrastructure de recharge[21].

Sur les VUL, la situation est sensiblement différente. Les contraintes d'usages et l'offre disponibles ne permettent encore rarement aux véhicules électriques rechargeables (VEB et HR) de dépasser les 10% de part de marché.

[20] The Automobile Industry Pocket Guide 2024/2025 - ACEA - European Automobile Manufacturers' Association
[21] Voir la note d'analyse de P. Canfin – Juillet 2025 – Où en est-on vraiment du déploiement de la mobilité électrique

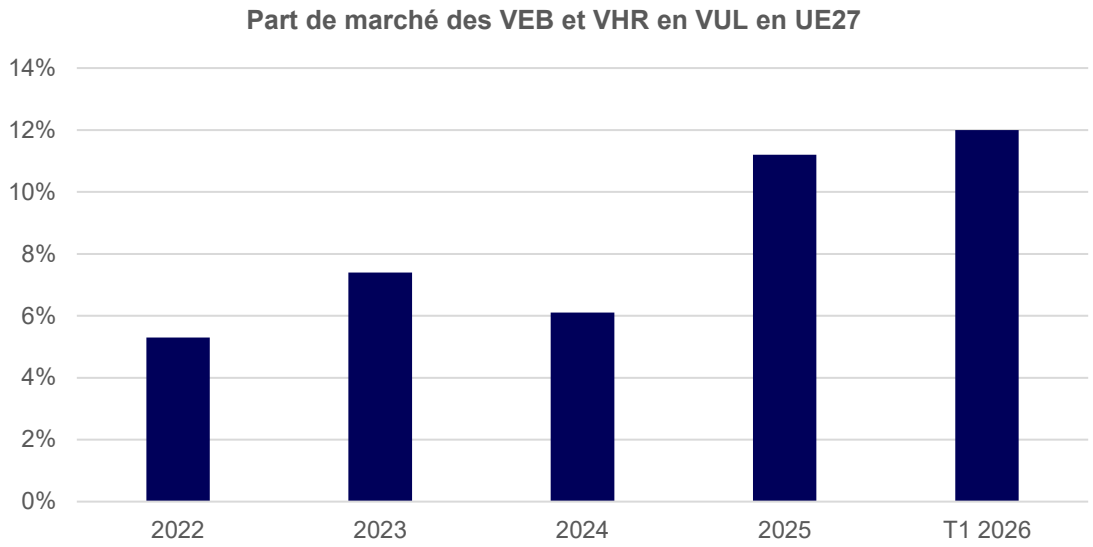


Figure 41 : Part de marché des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans les ventes de VUL neufs en Europe 27, en %.
Source : ACEA

Pour autant, la part de marché progresse et devrait continuer à le faire notamment sous l'effet d'un élargissement de l'offre des constructeurs et des incitations nationales qui se renforcent.

Nous étudierons dans la suite le potentiel du rétrofit (remplacement de la chaîne de traction thermique d'un véhicule par une chaîne électrique à batterie) pour les VUL.

D. Le VEB en France

1. Des objectifs nationaux ambitieux

Les objectifs fixés par le projet de Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC3) [18] se traduisent pour le secteur du transport par une réduction de 26% des émissions entre 1990 et 2030, pour atteindre la quasi-neutralité carbone en 2050.

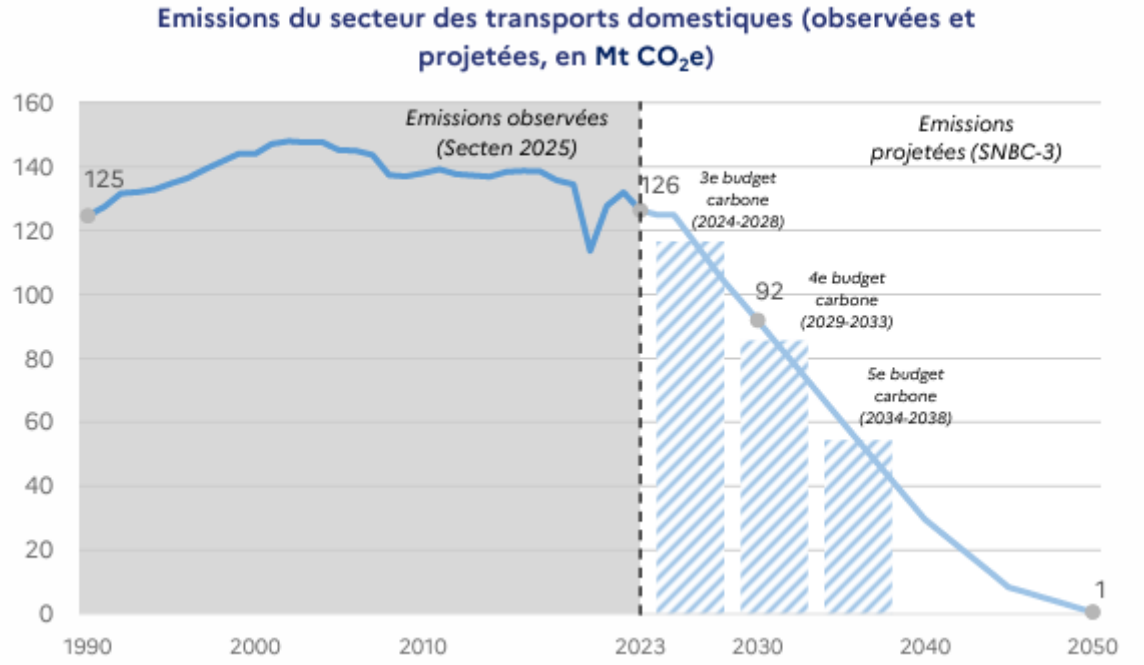


Figure 42 : Évolutions des émissions (historique et projections) du secteur des transports domestiques (hors soutes internationales) en $MtCO_2e$ entre 1990 et 2050.
Source : SNBC3 [18]

Pour l'automobile, cela se traduit par :

- Une **part de marché** des VEB neufs pour les voitures particulières de 66% en 2030,
- Une part de 15% dans le parc roulant en 2030, pour environ 4% à date.

A cela s'ajoute un objectif issu du Contrat Stratégique de la Filière automobile (CSF) [19], signé entre la filière et l'État en 2024, qui fixe, entre autres, l'objectif de produire **2 millions de véhicules électrifiés** en France avec un fort contenu local en 2030. En 2025, moins de 1,5 millions de véhicules (VP et VUL) ont été produits sur le territoire (dont 30 à 40% de véhicules électrifiés[22]).

2. Une progression en volumes et en part de marché

Le véhicule électrique poursuit, particulièrement depuis 2020-2021, sa forte progression en volumes et en part de marché, aussi bien sur les voitures particulières neuves qu'en occasion et, dans une moindre mesure, pour les raisons évoquées plus haut sur les véhicules utilitaires légers.

En VP, sur le marché du neuf, l'électrique à batterie représente presque 30% des ventes sur le 1er quadrimestre 2026, en progression de 8 points par rapport à 2025, et ce, avant même que l'impact de la crise au Moyen-Orient ne soit perceptible. En effet, il faudra attendre les chiffres de ventes de mai et de juin pour mesurer l'effet des commandes prises pendant les 1ères semaines de la crise, compte tenu des délais de livraison des VN.

[22] Estimation. [20]

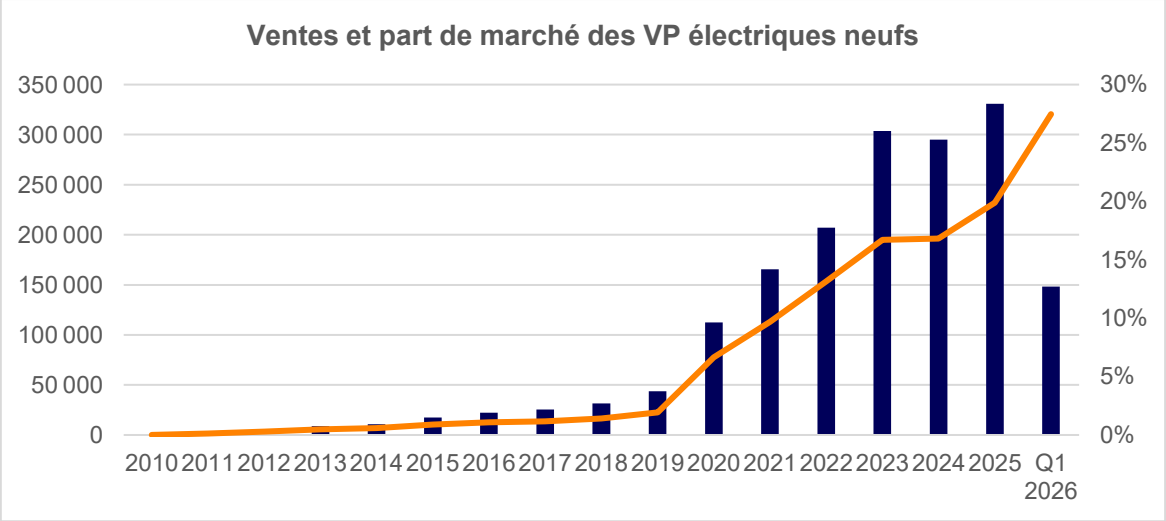


Figure 43 : Ventes et parts de marché des VP électriques neufs, en France. Sources : SDES, RSVERO, PFA[23]

En revanche, cet effet « Ormuz » est perceptible sur le **marché de l'occasion** (où il n'existe qu'un très faible décalage entre la commande et la livraison) en avril 2026, avec un bond de 62% des transactions sur la voiture électrique d'occasion. Sur le 1er quadrimestre, les VEB ont représenté 4,4% des ventes d'occasion.

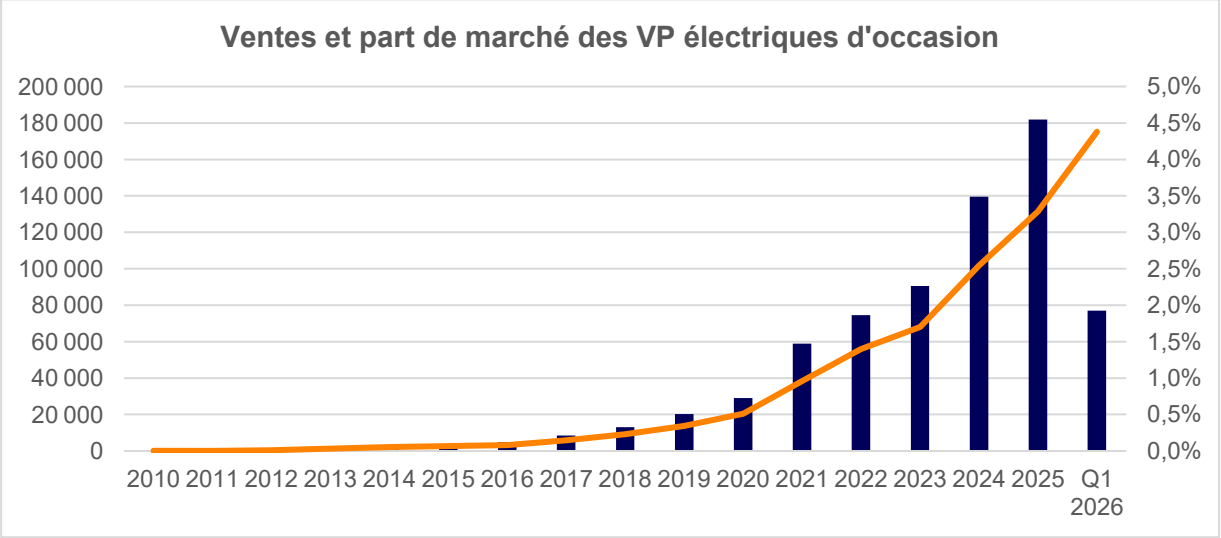


Figure 44 : Ventes et part de marché des VP électriques d'occasion, en France. Sources : SDES, RSVERO, Avere-France[24]

Parmi les voitures d'occasion de deux à cinq ans, les modèles 100 % électriques affichent une progression de 73,2 % et représentent désormais près de 19 % du segment. Cette tranche d'âge correspond souvent à des véhicules issus de retours de location, de flottes d'entreprise ou de premières mains récentes. Elle alimente progressivement le marché avec des modèles électriques plus accessibles que les voitures neuves.

Le top 5 ans des voitures d'occasion en 2026 est constitué de la Renault ZOE, de la Peugeot e-208, de la Tesla Model 3, de la Fiat 500e et de la Dacia Spring[25] [21].

[23] SDES déjà cité, Marché automobile - PFA
[24] Baromètres - Avere-France
[25] www.automobile-propre.com

Sur le marché des VUL, bien que plus modeste, la part de marché des VEB continue de progresser pour atteindre 14,4% sur le 1er quadrimestre 2026. Les volumes augmentent également, dans un marché global en baisse.

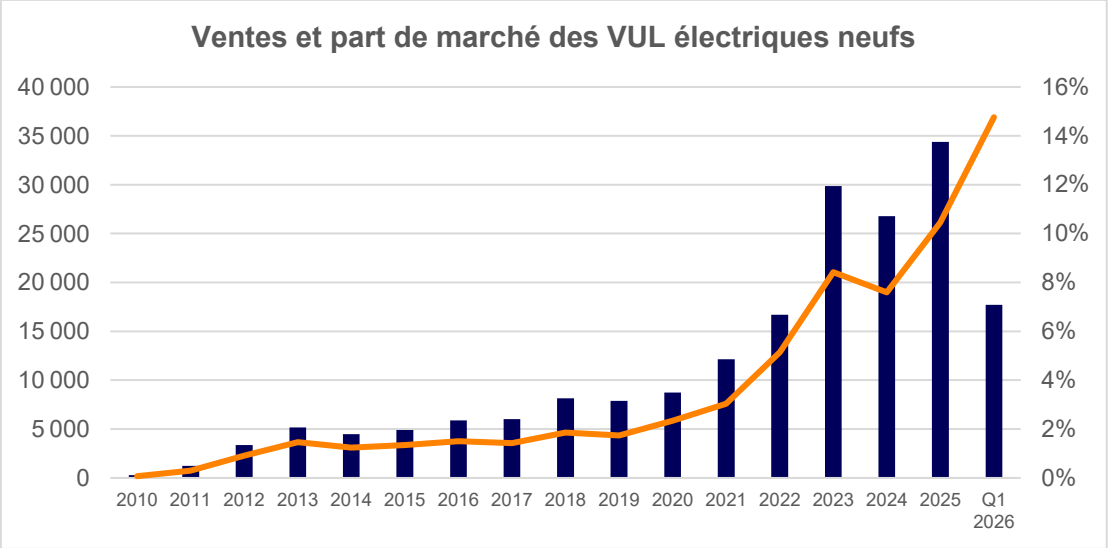


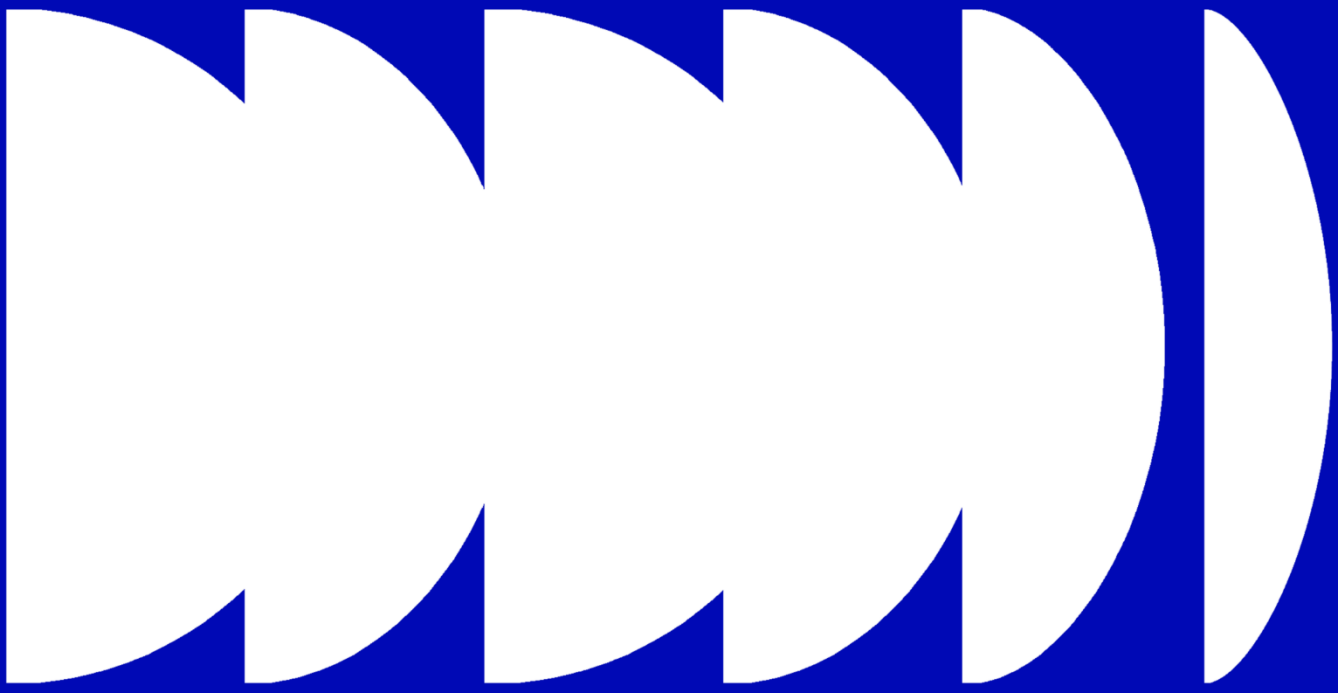
Figure 45 : Ventes et parts de marché des VUL électriques neufs, en France. Sources : SDES, RSVERO, Avere-France

Cette poursuite de la progression des VEB est la résultante de plusieurs facteurs complémentaires :

- Le soutien à la demande qui se poursuit, au travers du leasing social et des aides à l'achat
- Le développement d'une offre de VEB plus accessibles qu'auparavant de la part des constructeurs, rendue indispensable pour préserver les volumes de ventes, tenir leurs objectifs de trajectoire CO_2 et rester compétitifs vis-à-vis de la concurrence chinoise,
- La levée progressive des freins à l'adoption du véhicule électrique et une meilleure information sur son utilisation dans la durée
- Le développement important des solutions de recharge, la France disposant désormais d'une des meilleures infrastructures en Europe
- Un coût total de possession plus favorable par rapport au véhicule thermique sur presque tous les segments de marché et un coût à l'usage très inférieur.

Rapport intermédiaire
Automobile et mobilités routières

Partie 2 : Vulnérabilités et enjeux de la filière



I. Les contraintes physiques de la filière

A. Un bilan énergétique qui repose sur le fossile

1. Bilan énergétique

Figure D1-1 **Évolution des consommations d'énergie du transport par mode**
Niveau en TWh, évolutions en %

	Niveau	Évolutions annuelles		Évolution annuelle moyenne
	2024 (p)	2024/ 2023	2024/ 2019	2024/ 2019
Voyageurs	**298,3**	**- 0,5**	**- 8,2**	**- 1,6**
Transports individuels	**271,8**	**- 1,0**	**- 8,5**	**- 1,6**
Deux-roues	5,1	9,4	3,5	- 1,1
Voitures particulières (y c. taxis et VUL étrangers)	262,3	- 1,2	- 8,9	- 1,6
Plaisance	4,4	0,0	1,1	0,2
Transport collectif	**26,5**	**4,8**	**- 5,0**	**- 1,9**
Transport routier de voyageurs (gazole uniquement)	4,8	- 1,5	- 13,8	- 2,6
Transport urbain de voyageurs	6,1	19,6	25,7	1,0
Transport ferroviaire [1]	8,3	3,0	- 3,4	- 1,3
Transport aérien [2]	7,7	14,6	- 11,6	- 5,1
Marchandises	**187,7**	**- 1,8**	**- 9,0**	**- 1,5**
Transports routiers	174,0	- 1,2	- 6,0	- 1,0
dont VUL français	59,8	- 2,0	- 7,3	- 1,1
dont PL français et étrangers	111,9	- 1,2	- 6,3	- 1,1
Navigation intérieure (fioul)	1,2	0,0	26,4	4,8
Transport maritime [3]	11,9	- 10,3	- 39,4	- 7,5
Oléoducs (électricité)	0,7	0,0	- 10,2	- 2,1
Autres	**0,5**	**0,0**	**- 13,0**	**- 2,7**
Ensemble	**486,5**	**- 1,0**	**- 8,5**	**- 1,6**

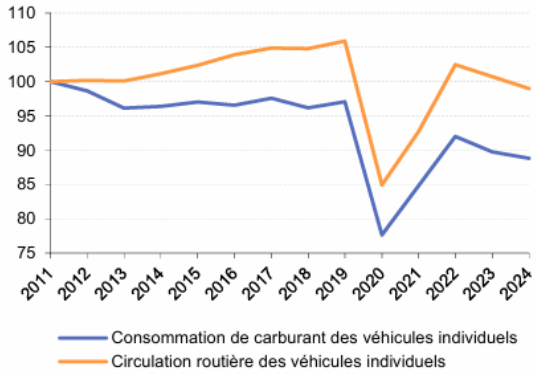
[1] Gazole et électricité uniquement de traction.
[2] Livraisons en France aux aéronefs français et étrangers (pour les vols domestiques uniquement).
[3] Livraisons en France aux soutes maritimes françaises et étrangères, hors lubrifiants (hors périmètre du bilan de l'énergie).
(p) : provisoire.
***Source** : SDES*

Figure D1-2 **Évolution des consommations d'énergie du transport par énergie**
Niveau en TWh, évolutions en %

	Niveau	Évolutions annuelles		Évolution annuelle moyenne
	2024 (p)	2024/ 2023	2024/ 2019	2024/ 2019
Carburants pétroliers	**470,2**	**- 1,3**	**- 9,6**	**- 2,0**
Routiers	443,7	- 1,3	- 8,5	- 1,8
dont essence	112,7	4,1	20,5	3,8
dont gazole	329,4	- 3,1	- 15,7	- 3,3
Non routiers	26,5	- 1,4	- 24,3	- 5,4
Produits non pétroliers [1]	**16,3**	**7,9**	**36,9**	**6,5**
GNV	4,1	0,0	122,5	17,3
Électricité	12,2	10,9	21,1	3,9
Ensemble	**486,5**	**- 1,0**	**- 8,5**	**- 1,8**

[1] hors consommation d'électricité des deux roues, des VUL et des poids lourds
(p) : provisoire
***Source** : SDES*

Figure D1-3 **Évolution de la circulation et de la consommation de carburant des voitures particulières**
En indice base 100 en 2011



***Source** : SDES, Bilan de la circulation ; CPDP*

Les carburants pétroliers (y compris biocarburants incorporés) constituent toujours l'essentiel de l'énergie consommée dans les transports (96,7 % en 2024) - (figure D1-2). Ils sont surtout destinés au transport routier, pour lequel la consommation de pétrole diminue de nouveau en 2024 (- 1,3 % par rapport à 2023) et s'éloigne du niveau d'avant-crise (- 8,5 % par rapport à 2019). La consommation d'électricité, qui représente 2,5 % des consommations d'énergie, continue d'augmenter (+ 10,9 % par rapport à 2023) et dépasse largement son niveau d'avant-crise (+ 21,1 % par rapport à 2019).

2. Des usages qui reposent sur une forte disponibilité énergétique d'origine fossile

Les déplacements en VP et VUL en France ont consommé 322,1 TWh[26] en 2024, auxquels s'ajoutent 5,1 TWh pour les deux-roues[27], soit 21% de la consommation d'énergie primaire en France. Cette énergie provient de carburants fossiles (essence, gazole, GPL) à près de 99%, la consommation électrique, estimée à 3,1 TWh, étant pour 84% des VEB (VP et VUL) et le reste pour les PHEV. Le taux d'incorporation de biocarburants étant de 8%, c'est plus de 90% de l'énergie utilisée par la mobilité automobile qui dépend de notre approvisionnement en pétrole.

Le passage à la mobilité électrique ne supprime cependant pas la question de l'approvisionnement extérieur pour la France : en attendant la montée en cadence des usines françaises et européennes, la plupart des batteries sont produites en Chine et nécessitent des métaux critiques, dont les chaînes de valeur sont également dominées par la Chine (notamment pour la partie raffinage des métaux), comme l'indique le graphique ci-dessous compilé par l'AIE. Enfin, la production d'électricité décarbonée devrait recourir massivement aux énergies renouvelables en parallèle de la filière nucléaire. Or, les filières des panneaux photovoltaïques, ainsi que de certains composants de la production de mats éoliens sont également dominées par l'industrie chinoise.

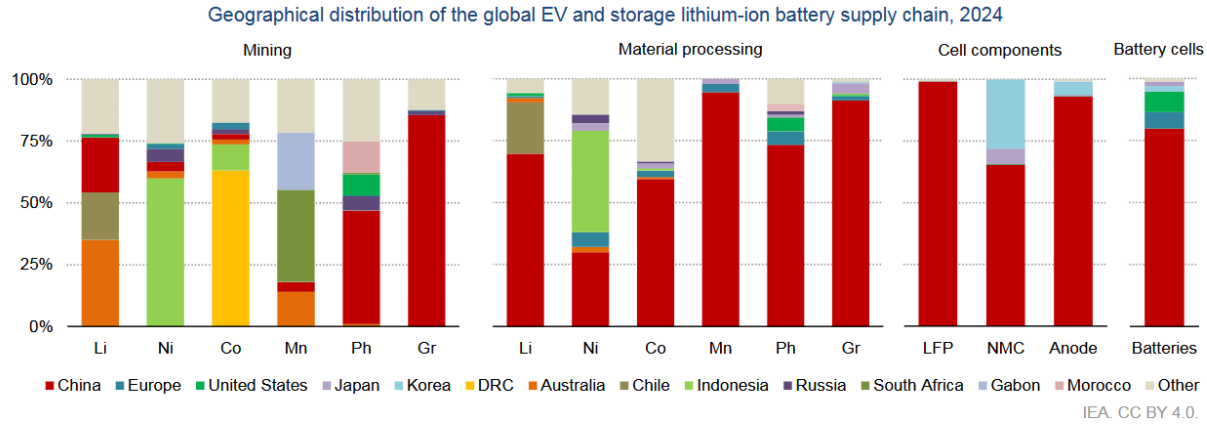


Figure 46 : Distribution géographique de la chaîne de production des batteries Lithium-ion en 2024. Source : Critical Metals Outlook, AIE (2024)

Cependant, cette dépendance potentielle n'est pas équivalente à celle, très actuelle, de l'économie française aux hydrocarbures fossiles. En effet, il est question dans le premier cas de produits manufacturés employés comme infrastructures, dans le second cas de ressources naturelles employées comme carburant. Les carburants ont un cycle de vie bien plus court que les infrastructures électriques (production et batteries) : ainsi la France ne détient que 90 jours de stocks de sécurité de produits pétroliers sur son territoire. Au contraire, les batteries et unité de production d'électricité ont une durée de vie de plusieurs décennies. Une rupture des approvisionnements, au niveau des métaux ou des produits industriels eux-mêmes, affecterait les déploiements futurs et certains secteurs industriels dépendants. Mais son effet systémique sur les mobilités et la production électrique apparaitrait sur plus de dix ans. Par ailleurs, il serait possible pour la France ou l'Europe de déployer entre temps une filière industrielle concurrente, ou de diversifier ses approvisionnements. Les métaux critiques peuvent également être plus facilement substitués et être recyclés. Ces éléments d'appréciation ne font pas disparaître le risque de dépendance. Mais celui-ci apparaît significativement moins important pour ses conséquences immédiates et notre capacité à y répondre à moyen ou long terme que le risque d'approvisionnement pétrolier et gazier.

[26] Nous agrégeons ici les transports de personnes par VP et VUL (262,3 TWh) et ceux de marchandises par VUL (59,8 TWh).
[27] Bilan annuel des transports 2024 (2025), *SDES*

A cette dépendance à l'usage s'ajoute le besoin énergétique à la production. Si celle-ci n'est pas nécessairement localisée en France, l'industrie automobile reposant sur des chaînes de valeur globales, son empreinte énergétique participe à l'exposition énergétique du pays[28]. Ce besoin énergétique est estimé à 146 GJ par véhicule pour un VT à essence, et à 173 GJ [22] pour un VEB, la différence de 20% tenant principalement à l'empreinte énergétique de la batterie. Celle-ci suit la différence de poids généralement observée entre VT et VEB d'une même catégorie : l'empreinte énergétique au poids se situe entre 40 et 50 MJ/kg [23].

B. L'empreinte matière de la filière, source de vulnérabilité

1. Une empreinte matière porteuse de risques de tension

L'empreinte énergétique d'un véhicule à la construction se reflète dans sa composition en métaux. L'acier reste le principal métal, suivi de l'aluminium, deux métaux dont la production est énergo-intensive. Le tableau ci-dessous détaille une évaluation des différents métaux contenus dans un VP, selon sa motorisation (électrique ou essence) [24], [25].

Le besoin en métaux est notoirement plus important pour les VEB : outre le cuivre, pour la transmission électrique, l'aluminium, substitué à l'acier pour alléger le poids du véhicule, le moteur même repose sur des électro-aimants. Ceux-ci sont notamment faits de néodyme et de dysprosium, deux métaux critiques selon l'UE. La batterie d'un VEB pèse environ 500 kg pour une capacité de 75 kWh et mobilise de nombreux métaux critiques : une batterie de chimie NMC mobilise 66 kg de graphite, 13 kg de cobalt, 24 kg de manganèse et 9k de lithium, tous identifiés comme critiques. Par ailleurs, un VEB contient quatre fois plus de néodyme, quinze fois plus de dysprosium, près de 50% d'argent en plus et douze fois moins de platine comparé à un VT, quoique les quantités en jeu soient inférieures à 1 kg [25].

Principaux métaux des VP en Europe

	VTH		VEB	
Métal	**Kg/véhicule**	**%**	**Kg/véhicule**	**%**
Fer	950	82,7%	800	63,4%
Aluminium	150	13,1%	280	22,2%
Cuivre	20	1,7%	53	4,2%
Manganese	10	0,9%	24,5	1,9%
Magnesium	6	0,5%	3	0,2%
Silicium	12	1,0%	13	1,0%
Lithium	0	0,0%	9	0,7%
Cobalt	0	0,0%	13,3	1,1%
Graphite	0	0,0%	66,3	5,3%
Autres	0,1	0,0%	0,3	0,0%

Tableau 9 : Évaluation de la quantité de métaux contenus dans un VP selon sa motorisation. Sources : AIE, JRC [24], [25]

Ainsi, la transition énergétique va faire croître les besoins en métaux du secteur des transports. Par ailleurs, d'autres usages sont appelés à accroitre la demande de métaux, tels que les infrastructures du secteur numérique, ou encore les batteries à vocation de stockage sur site. L'AIE, dans son scénario « Net Zero », anticipe une croissance de la demande de cuivre de 54% d'ici 2040, de 126% pour le nickel, et une multiplication par 8 de la demande de lithium.

[28] Selon la définition donnée de l'exposition énergétique par *The Shift Project*, c'est-à-dire la quantité d'énergie requise pour permettre la production et la consommation française.

Demandes mondiales de métaux, actuelle et selon scénario NZE de l'AIE

		2024	2050	Variation
Cuivre	**Total**	**26 717**	**41 277**	**+54%**
	Dont transition énergétique	7 737	19 679	+154%
	Dont VEB	497	5 676	+1042%
Lithium	**Total**	**205**	**1 834**	**+795%**
	Dont transition énergétique	128	1 683	+1215%
	Dont VEB	109	1 547	+1319%
Nickel	**Total**	**3 371**	**7 612**	**+126%**
	Dont transition énergétique	562	4 497	+700%
	Dont VEB	321	3 427	+968%
Cobalt	**Total**	**71**	**292**	**+311%**
	Dont transition énergétique	71	292	+311%
	Dont VEB	67	292	+336%
Graphite	**Total**	**4 766**	**13 078**	**+174%**
	Dont transition énergétique	1 505	6 164	+310%
	Dont VEB	1 260	4 688	+272%
Terres rares	**Total**	**91**	**200**	**+120%**
	Dont transition énergétique	19	80	+321%
	Dont VEB	8	54	6

Note : la demande liée aux VEB est inclue dans celle issue de la transition énergétique

Tableau 10 : Demandes mondiales de métaux actuelles, selon le scénario NZE de l'AIE. Source : Global Critical Materials Outlook 2025 (AIE) [26]

Pour le RF, nous souhaitons ajouter des éléments sur la disponibilité électrique comme source de contrainte énergétique.

2. Un focus sur l'empreinte cuivre des véhicules

L'empreinte cuivre d'un véhicule (VP ou VUL) est une donnée difficile à consolider, car les chiffres proposés sont très variables d'une source à l'autre. Nous souhaitons dans ce rapport proposer plusieurs valeurs issues d'une revue de littérature, ainsi que les valeurs que nous retenons pour notre modélisation. Toute contribution extérieure est la bienvenue pour nous aider à consolider ces chiffres.

Nous avons cherché, en plus des enjeux énergétiques et d'émissions de GES, à étudier les besoins en matières qu'allait exiger la transition énergétique. L'objectif est de quantifier l'évolution des besoins de différentes matériaux et métaux essentiels au secteur automobile et de commencer des travaux de bouclage pour vérifier que nous aurons bien la capacité (ou pas) à les approvisionner dans des conditions raisonnables pour notre économie. Il peut s'agir typiquement pour l'automobile de l'acier, de l'aluminium, de lithium, de graphite. Nous avons choisi, dans l'approche encore exploratoire du Shift Project, de nous intéresser spécifiquement au Cuivre. Exploité depuis l'Antiquité, le cuivre est utilisé dans la construction, de la plomberie aux toitures, mais aussi comme conducteur électrique : c'est le deuxième métal le plus conducteur, après l'argent qui est, lui, beaucoup plus coûteux. Cette propriété en fait un matériau central pour les réseaux électriques, les énergies renouvelables, les véhicules électriques, ou encore les batteries.

Comme nous l'avons détaillé dans notre rapport *Réussir dans l'incertitude : La méthode Shift en 20 chantiers* [10], l'électrification des usages va de pair avec d'une consommation accrue de cuivre, en particulier dans le secteur de la mobilité. Ceci, dans un contexte de risque croissant de tensions structurelles sur l'offre [26]. Ainsi, nous estimons qu'il est nécessaire de mieux connaître l'empreinte cuivre des véhicules (VP et VUL), afin d'évaluer leur impact sur la consommation totale, ainsi que les leviers envisageables pour réduire notre consommation.

a. Intensité cuivre d'un véhicule en fonction de sa motorisation

L'empreinte cuivre d'un véhicule est très variable selon le type de motorisation et est notamment plus élevée pour les VEB, en raison du fort taux d'utilisation de cuivre dans la batterie.

Si l'on regarde les valeurs d'intensité cuivre par véhicule, on constate que les valeurs diffèrent fortement d'une source à l'autre. Celles-ci sont rassemblées dans le tableau suivant :

Source	VEB (avec batterie)	Thermique	HEV	PHEV
S&P	139	24	31	36
Copper Alliance	83	23	40	60
AIE	53	22		

Tableau 11 : Contenu cuivre des VP en fonction de la motorisation.
Sources : S&P, International Copper Association, AIE [27], [28], [29]

Appel à contributions : *Outre la présence ou non d'une batterie, quels facteurs peuvent expliquer une telle variabilité entre motorisation et d'une source à l'autre ? Pistes envisagées : la taille, la technologie de moteur ou le nombre de moteurs, la chimie de la batterie.*

b. Intensité cuivre d'une batterie

Nous nous intéressons donc dans cette partie à l'empreinte cuivre de la batterie spécifiquement.

Dans une étude publiée par NegaWatt [30], l'intensité cuivre est présentée comme proportionnelle à la capacité de la batterie, et diffère d'une technologie de batterie à une autre.

- 0,375 kgCu/kWh pour les batteries NMC (Lithium/Nickel, Manganèse, Cobalt) ;
- 0,539 kgCu/kWh pour les batteries LFP (Lithium, Fer, Phosphate).

On peut alors représenter l'intensité cuivre de la batterie comme sur la Figure 47.

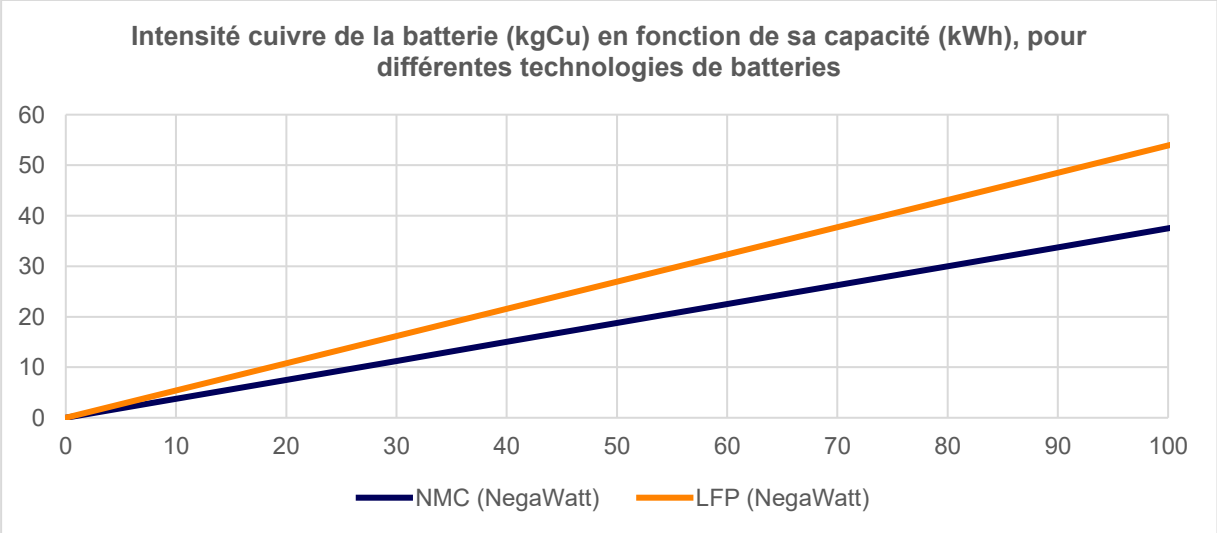


Figure 47 : Intensité cuivre de la batterie (kgCu) en fonction de sa capacité (kWh), pour différentes technologies de batteries (NMC en bleu et LFP en orange).
Source : NegaWatt [30]

Appel à contributions : *ces données sont-elles réalistes et peut-on les utiliser comme valeur de référence dans notre modélisation ?*

c. Intensité cuivre des véhicules hors-batterie

En dehors de la batterie, NegaWatt fait l'hypothèse que les VEB contiennent environ **30 kg de cuivre par véhicule**. On constate que cette valeur est plus élevée que celle des véhicules thermiques (estimée à 23kg).

NegaWatt souligne que l'intensité cuivre d'un véhicule (hors batterie) est également très variable d'un segment et silhouette à l'autre : « une voiture citadine thermique (segment A) contient en moyenne 5,9 kg de cuivre en 2019 alors qu'une voiture compacte (segment C) en contient deux fois plus et un SUV quatre fois plus ».

Appel à contributions :

- *Quels éléments peuvent expliquer l'écart du contenu cuivre hors-batterie entre les VEB et les VT ? Pistes envisagées : composants hors batterie propres aux VEB ? Différence de moyenne d'âge entre VEB et VT (les véhicules récents contenant davantage de capteurs et équipements électroniques que les anciens, quel que soit le type de motorisation) ?*
- *Quelle valeur retenir pour les VEB, PHEV et HEV sur le contenu cuivre hors-batterie ?*
- *Existe-t-il des estimations de l'empreinte cuivre par segment ?*

d. Exemples de calculs d'intensité cuivre pour quelques véhicules

Au vu de la proportionnalité du contenu cuivre de la batterie et de sa capacité, on propose de calculer l'empreinte cuivre d'un véhicule comme suit :

$$M_{Cu,tot} = m_{Cu,\ hors\ batterie} + c_{batterie} \times I$$

Où :

- $M_{Cu,tot}$ est la masse totale de cuivre contenue dans un véhicule (en kgCu)
- $m_{Cu,\ hors\ batterie}$ est la masse de cuivre hors batterie contenue dans un véhicule (en kgCu)
- $c_{batterie}$ est la capacité de la batterie du véhicule (en kWh)
- I est le facteur d'intensité cuivre pour la technologie de batterie utilisée (en kgCu/kWh)

Dans le Tableau 12, on propose le calcul de l'empreinte cuivre d'une Renault Zoé et d'une Tesla Model X en prenant les valeurs d'intensité cuivre retenues par NegaWatt (0,375 kgCu/kWh pour la batterie et 30 kgCu/véh hors-batterie).

	Renault Zoé	**Tesla Model X**
Capacité de la batterie (kWh)	52	100
Technologie de batterie	NMC	NCA (~NMC)
Cuivre hors batterie (kgCu)	30	30
Cuivre batterie (kgCu)	52 x 0,375 = 19,5	100 x 0,375 = 37,5
Total cuivre (kgCu)	49,5	67,5

Tableau 12 : Exemple de calcul d'empreinte cuivre pour la Renault Zoé et la Tesla Model X.

Ces valeurs sont bien moins importantes que celles recensées dans le Tableau 11.

Appel à contribution : *comment expliquer un tel écart entre nos calculs et les valeurs recensées dans le* Tableau 11 *? Piste envisagée : différence entre les valeurs pour l'Europe et les États-Unis.*

C. Les multiples composantes de l’empreinte carbone de la filière

1. Empreinte Carbone de l’automobile en France en 2024

Nous pouvons estimer l’empreinte carbone complète du parc automobile en calculant les émissions liées à la fabrication et à la fin de vie des véhicules sur une année donnée, et en ajoutant celles liées à la production de l’énergie nécessaire à leur utilisation (carburants liquides et électricité), ainsi que celles liées à la vente, la maintenance et la réparation.

Sur la base d’hypothèses disponibles, les résultats sont indiqués dans les figures suivantes.

Pour les voitures particulières, l’empreinte carbone pour l’année 2024 ressort à 102,2 $MtCO_2e$, avec une « consommation » de voitures neuves de 1,72 millions et un parc roulant de 39 millions de voitures. La phase d’utilisation est toujours la plus importante (70% de l’empreinte).

Cette approche en empreinte correspond davantage à la réalité du secteur, et elle donne un résultat environ **50% plus élevé** que les seules émissions à l’usage, classiquement scrutées.

On peut remarquer que les émissions de production de l’énergie pèsent 17% (à challenger) et sont en quasi-totalité liées à la production de carburants fossiles.

L’électrification permettra non seulement de réduire les émissions à l’usage mais également de réduire, par le moindre besoin, les émissions de production de l’énergie.

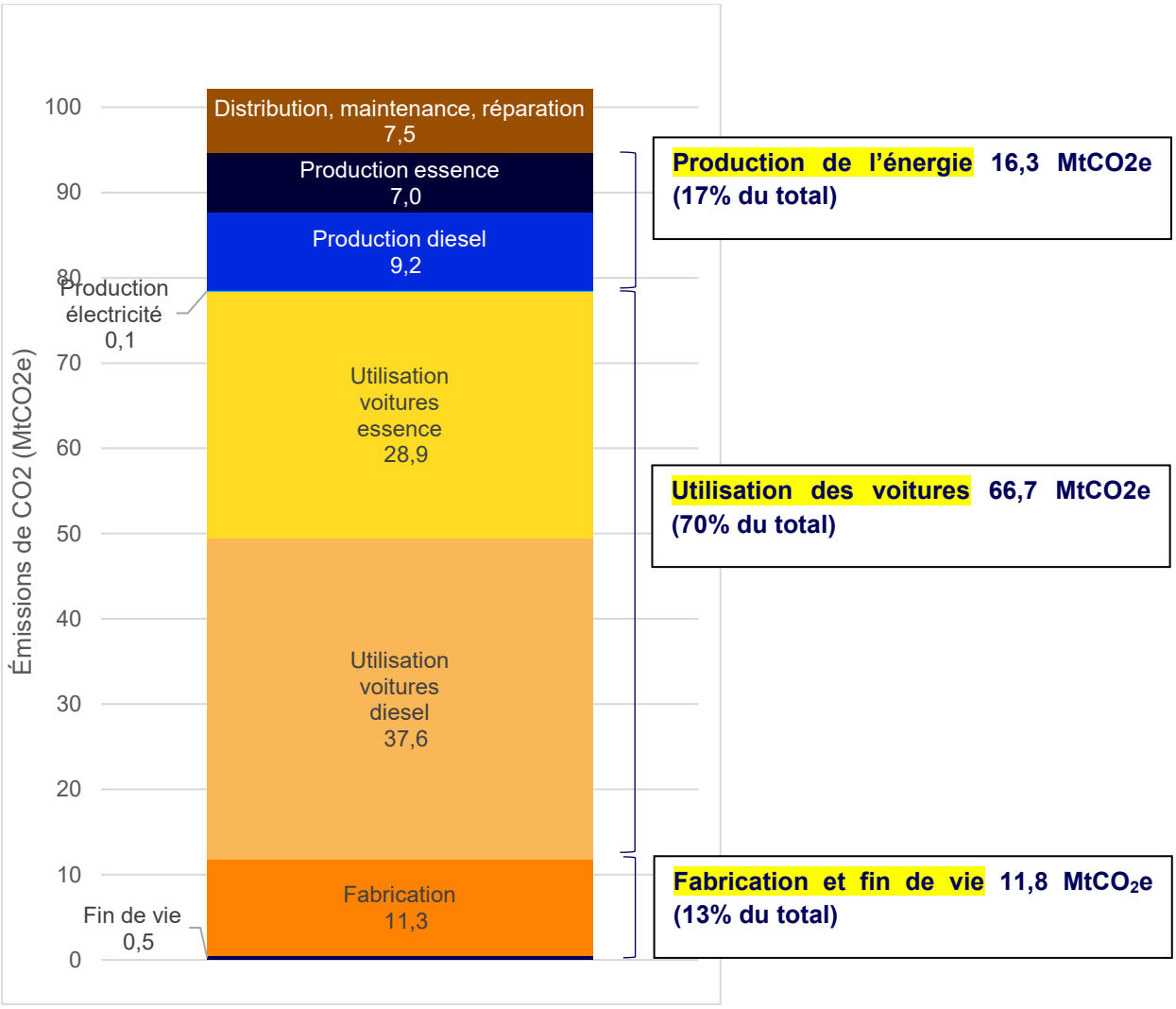


Figure 48 : Estimation de l'empreinte carbone du parc VP en France, en 2024, en $MtCO_2e$.
Calculs : The Shift Project sur base des données SDES, Stellantis, Carbone 4, ADEME, C-Ways, Mobilians.
La fabrication est calculée sur le volume du marché français de vente de véhicules neufs en 2024.

Pour les véhicules utilitaires légers, la même approche conduit à une **empreinte de 28,4 $MtCO_2e$** pour l'année 2024.

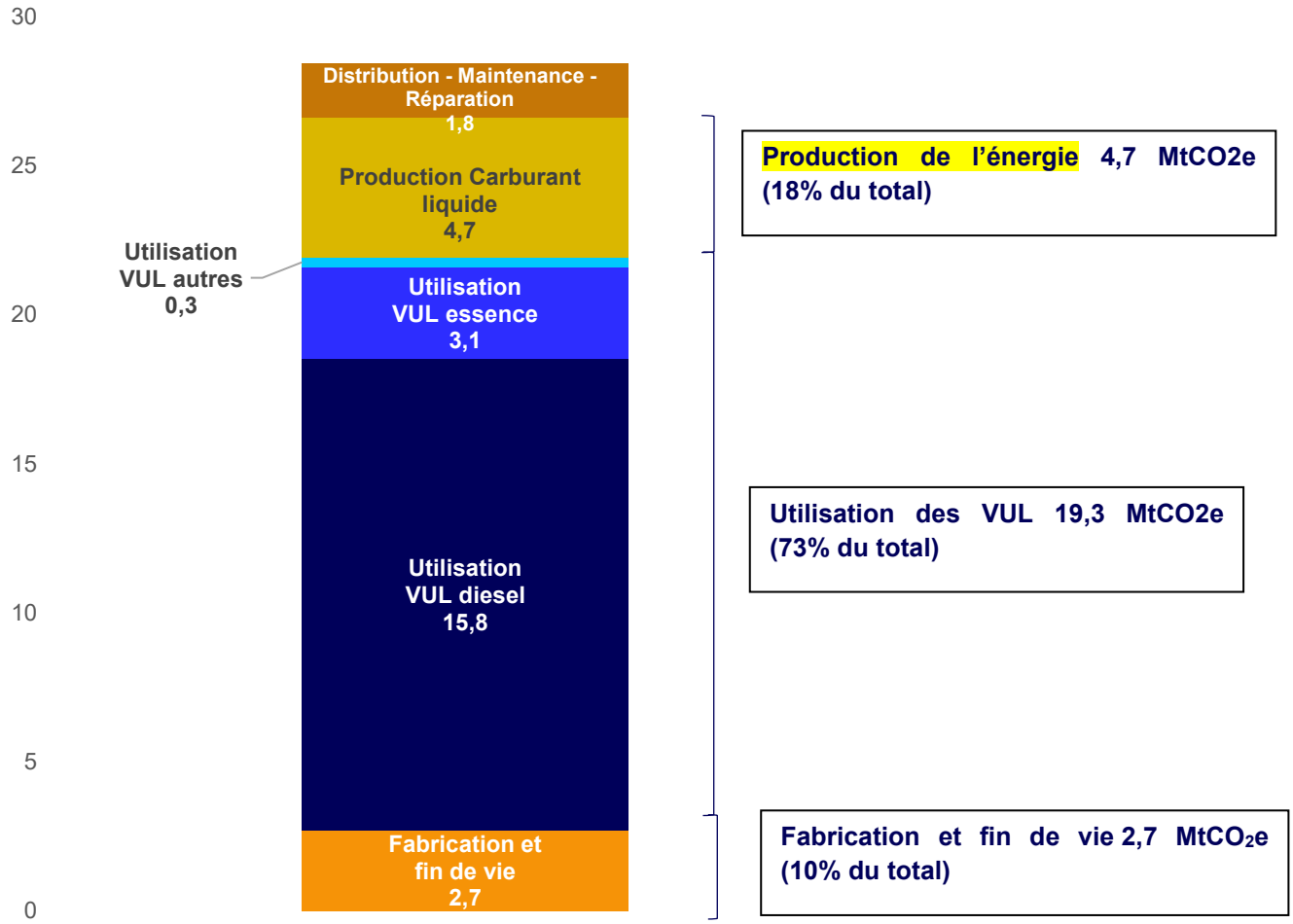


Figure 49 : Estimation de l'empreinte carbone du parc VUL en France, en 2024, en $MtCO_2e$.
Calculs : The Shift Project sur base des données SDES, Stellantis, Carbone 4, ADEME, C-ways, Mobilians.
La fabrication est calculée sur le volume du marché français de vente de véhicules neufs en 2024.

2. Bilan carbone unitaire d'un véhicule

Nous proposons ici des valeurs moyennes d'empreinte carbone des véhicules sur leur cycle de vie. Cette empreinte intègre l'extraction des matières premières, la fabrication du véhicule et de la batterie, l'utilisation et la fin de vie. Nous la présentons en valeur absolue en tCO_2e, sur la base d'une utilisation sur 240 000 km en France.

Ces valeurs sont globalement cohérentes des bases de données existantes, des rapports Climat des constructeurs et des publications de la PFA et de Carbone 4.

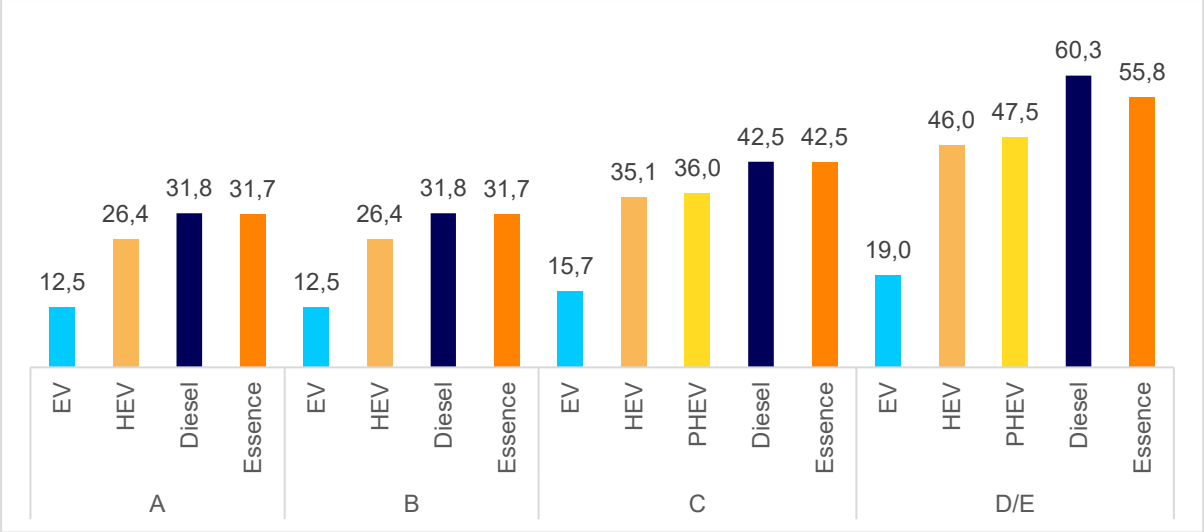


Figure 50 : Estimation de l'empreinte carbone unitaire des véhicules, en tCO_2e.
Sources des données : Carbone4, ADEME (Base empreinte), C-Ways.

On retrouve bien le fait que la voiture électrique émet, en France, sur le cycle de vie complet**, 3,5 fois moins de CO_2e que son équivalent thermique et 2,5 fois moins que son équivalent hybride rechargeable**.

Les véhicules hybrides non rechargeables présentent des émissions inférieures de 20% environ par rapport à leur équivalent thermique

On peut décomposer l'empreinte carbone par poste d'émission, en distinguant les émissions fixes[29] (fabrication et fin de vie) et les émissions kilométriques (liées à la fabrication de l'énergie et la combustion du carburant). La Figure 51 détaille ces postes d'émissions, par type de motorisations. On peut voir que **les émissions à la fabrication et à la fin de vie des VEB sont environ 2 fois supérieures à celles des autres motorisations, mais qu'à l'usage elles sont 20 à 30 fois moins importantes**.

On représente sur la Figure 52 l'évolution des émissions de GES des véhicules au cours du temps, par type de motorisations. On constate que **l'empreinte carbone des VEB devient moins importante que celle des véhicules thermiques (Essence, Diesel, HEV) à partir de 3,5 ans (soit environ 42 000km) et que celle des PHEV à partir de 4,5 ans (soit environ 54 000km)**.

[29] Les émissions fixes sont celles qui sont émises sans dépendre de l'utilisation de l'objet (ici sans dépendre de la distance parcourue par le véhicule).

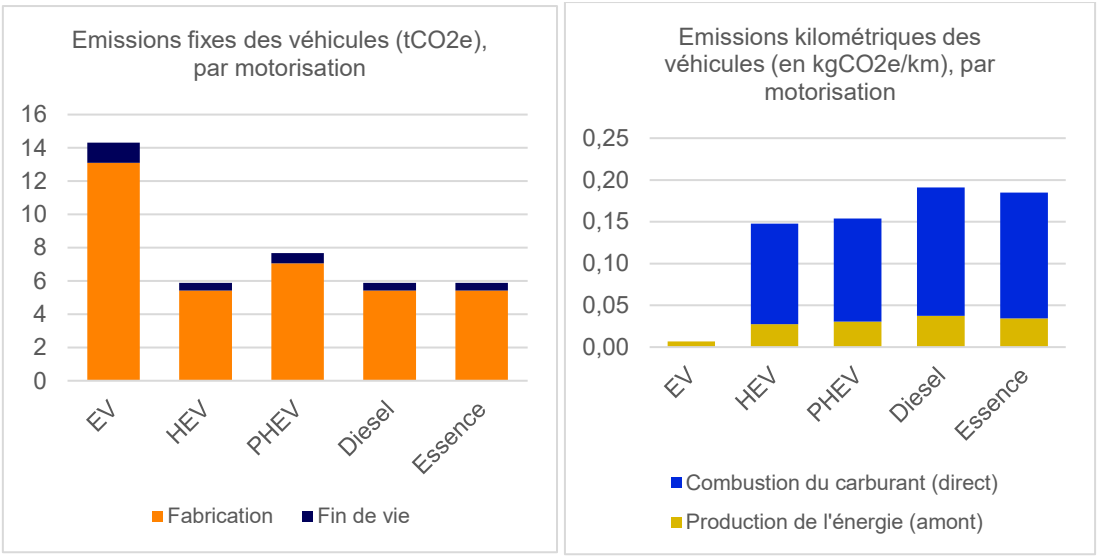


Figure 51 : Émissions de GES fixes (à gauche, en tCO_2e) et kilométriques (à droite, en $kgCO_2e$), par motorisation, pour un véhicule roulant en France.
Sources : Carbone4, ADEME (Base Empreinte)
Calculs : The Shift Project.

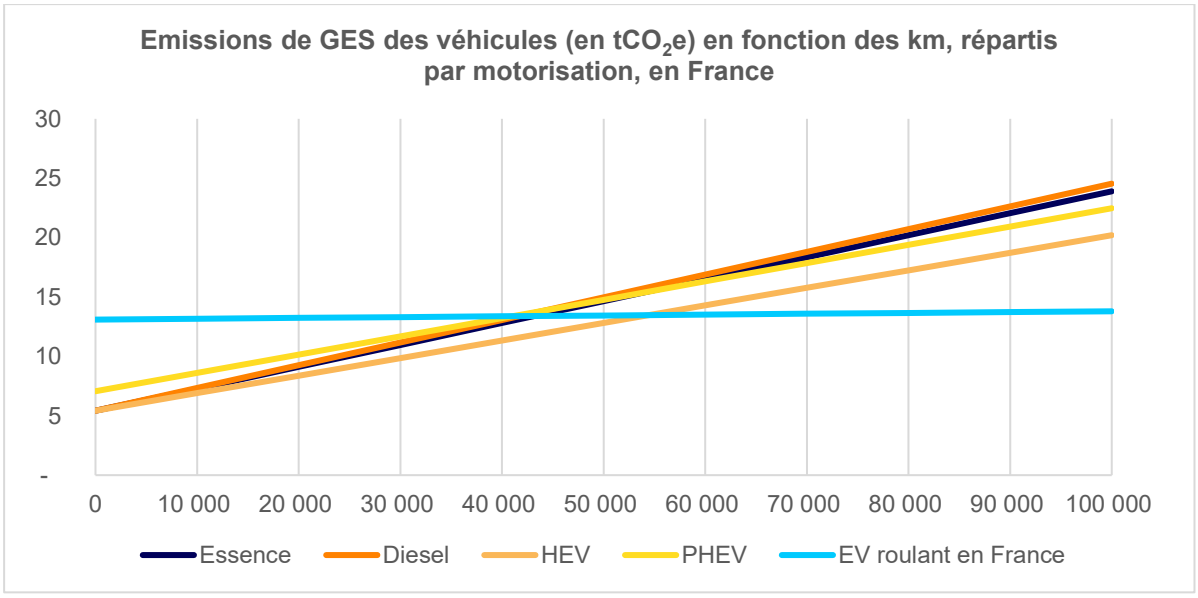


Figure 52 : Émissions de GES des véhicules (en tCO_2e) en fonction du kilométrage parcourus, répartis par motorisation.
Sources : Carbone4, ADEME (Base Empreinte)
Calculs : The Shift Project. Hypothèse : 12 000 km parcourus par an et par véhicule, roulant en France.

La Figure 53 donne l'empreinte carbone des VUL sur l'ensemble de leur cycle de vie.

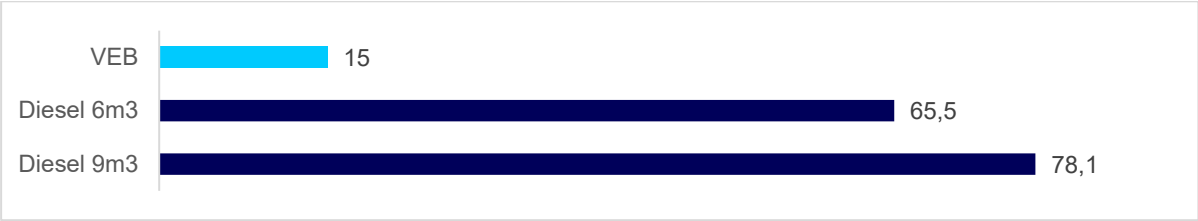


Figure 53 : Estimation de l'empreinte carbone unitaire des VUL, en tCO_2e.
Calculs : The Shift Project, sur base de données Stellantis, BMW Group, Carbone4, Base Empreinte (ADEME).
Hypothèse : durée de vie 240 000km, utilisation en France.

Notons que ces chiffres ne sont qu'une moyenne et que **l'écart type est assez important**. En fonction du segment, du constructeur, de la taille de la batterie et de son lieu de production, l'écart d'empreinte carbone entre VT et VEB peut être amorti en 20 à 25 000km, soit 2 ans d'utilisation, comme l'illustrent les 2 exemples suivants.

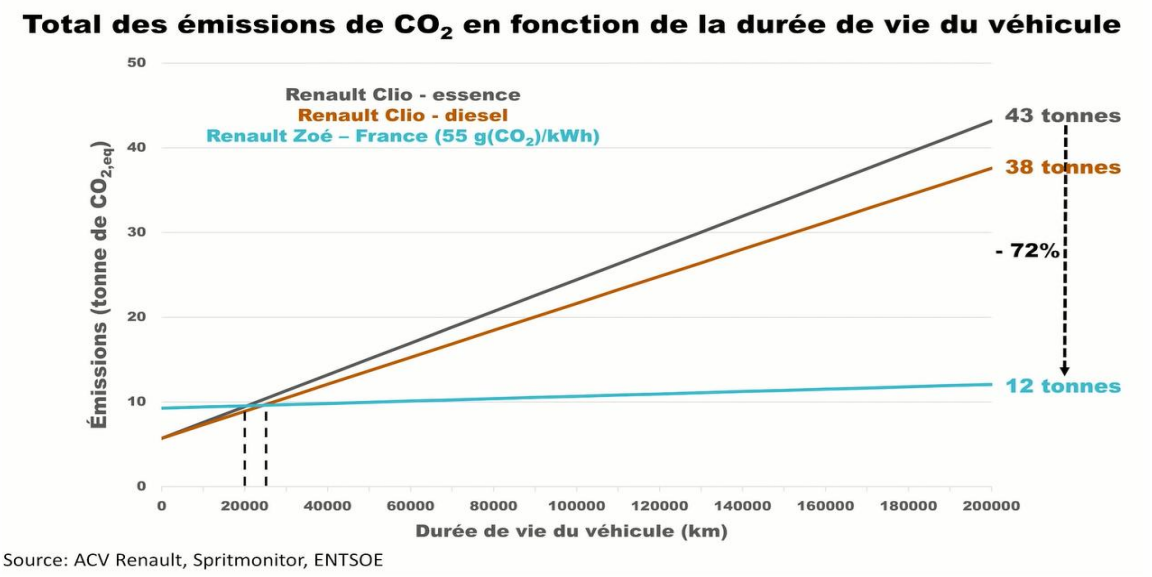


Figure 54 : Le surcoût CO_2e de fabrication de la ZOE et de sa batterie est amorti en 20 à 25 000 km par rapport à une Clio V, en France
Source : Renault ZOE Clio ACV, Février 2021

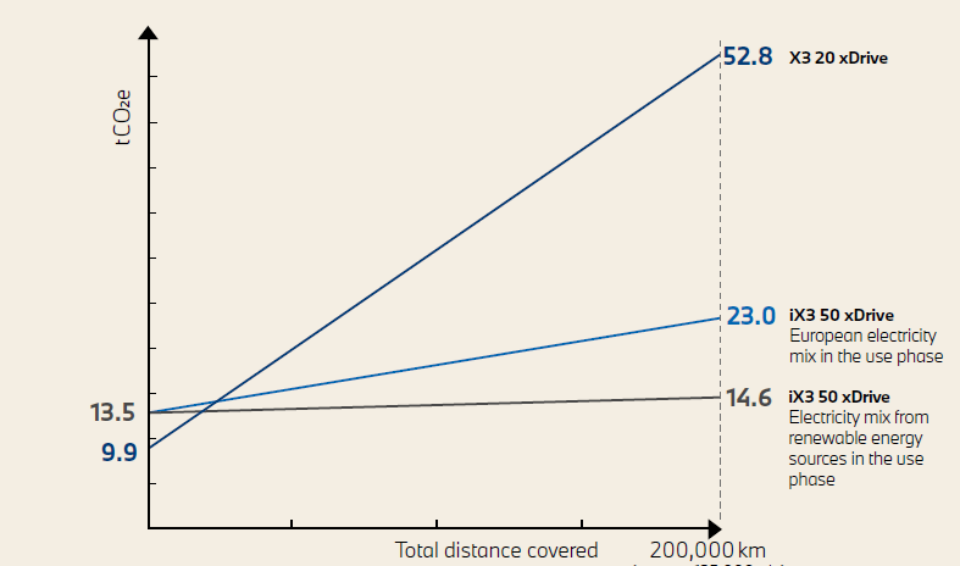


Figure 55 : pour une BMW iX3 50 xDrive par rapport à une X3 20 xDrive, là aussi, l'équilibre est atteint autour de 20 000 km, soit 2 ans d'utilisation moyenne.
Source : BMW Group – Vehicle Footprint

Enfin, on peut également noter que, même dans des pays à électricité beaucoup plus carbonée que la France, le point d'amortissement se situe en dessous de 90 000 km d'utilisation, ceci sans prendre en compte la dynamique de décarbonation de l'électricité dans tous les pays d'Europe.

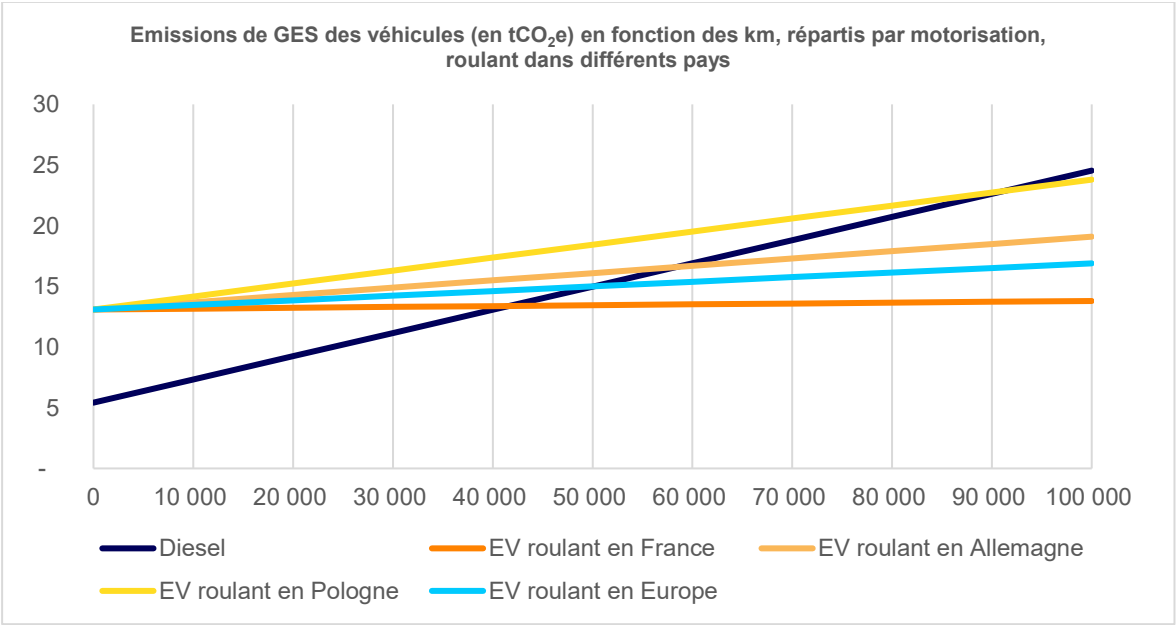


Figure 56 : Emissions de CO_2 des véhicules électriques en fonction des km et dans des pays à contenu carbone de l'électricité différent
Source : calculs The Shift Project – Valeurs de contenu carbone du mix électrique de OurWorldInData 2025 (All : 330 gCO_2/kWh, Pol 589 et EU 210)

3. Bilan Carbone d'un constructeur automobile

Le bilan carbone d'un constructeur automobile moyen est présenté sur la Figure 57.

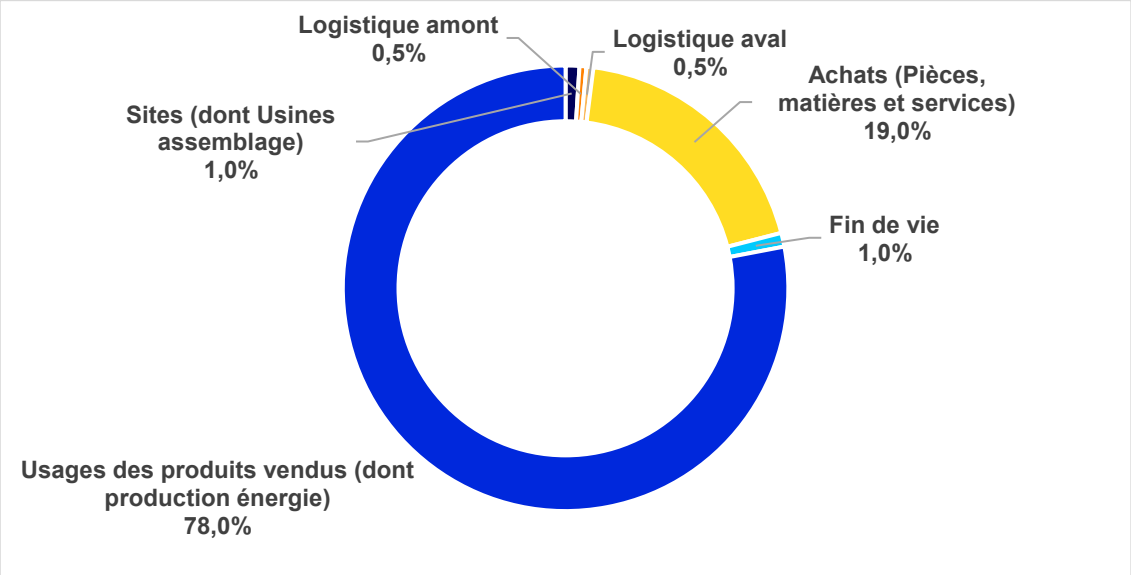


Figure 57 : Répartition par poste de l'empreinte carbone moyenne d'un constructeur automobile, en 2024, en %. Calculs : The Shift Project, sur base de données Stellantis, VW Group et BMW Group.

Les scopes 1 et 2 représentent moins de 1% du total, le scope 3 étant écrasant par les achats et surtout l'utilisation des produits vendus.

Pour autant, **en valeur absolue**, les scopes 1 et 2 ne sont évidemment pas à négliger. Pour Renault Group, ils représentent en 2024 0,7 $MtCO_2e$ [31], pour Stellantis 2,5 $MtCO_2e$[30]{Citation}, et pour VW Groupe (hors Man et Traton) 5 $MtCO_2e$[31].

En ramenant le total des émissions des constructeurs au nombre de véhicules vendus sur l'année, on pourra noter que :

- Les valeurs obtenues sont cohérentes des empreintes unitaires calculées par ailleurs (voir plus bas)
- Il peut y avoir (sous réserves d'erreur) des disparités importantes entre les constructeurs comme le montre le tableau ci-dessous.

	Renault Group	Stellantis	BMW Groupe	VW Group
	2024	2025	2023	2024
Total des émissions, en MtCO2e	108	392	135	411
Par voiture vendue, en tCO2	41,6	69	52,8	45,5

Tableau 13 : Bilan GHG de constructeurs, suivant leur rapport Climat

Ces écarts peuvent traduire des niveaux de gamme et des mix motorisations différents, des zones géographiques de leurs ventes différentes mais également des trajectoires de décarbonation plus ou moins ambitieuses.

Il *pourrait être intéressant d'aller plus loin en comparant les empreintes carbone de modèles équivalents chez différents constructeurs.*

[30] stellantis.com/content/dam/stellantis-corporate/sustainability/esg-disclosures/Stellantis-2025-Expanded-Sustainability-Statement.pdf
[31] Downloads - Volkswagen Group Annual Report 2024

4. Bilan Carbone de la filière aval

Nous nous appuyons ici sur une étude effectuée par EKODEV pour le compte de MOVOM, fonds de dotation de Mobilians.

La compatibilité carbone conduit à imputer dans le scope 3 de la filière aval les émissions liées à la fabrication des véhicules neufs en tant qu'achats et l'utilisation de ces véhicules, en tant qu'utilisation des produits vendus.

Cela a 2 conséquences importantes :

- On ne peut additionner ce bilan au précédent au risque de compter 2 fois la fabrication, la fin de vie et l'usage des véhicules
- Cela écrase, comme pour les constructeurs, les émissions directes de la filière aval.

Au global de la filière aval, le bilan Carbone sur l'ensemble des scopes ressort à 183 $MtCO_2e$, dont 152 $MtCO_2e$ (83%) sont liées à la consommation de carburant des véhicules du parc en circulation (80%, soit 122 $MtCO_2e$) et à la production de carburant (20%). Ces émissions sont comptabilisées dans le bilan du secteur en tant qu'émissions liées aux produits vendus par le secteur.

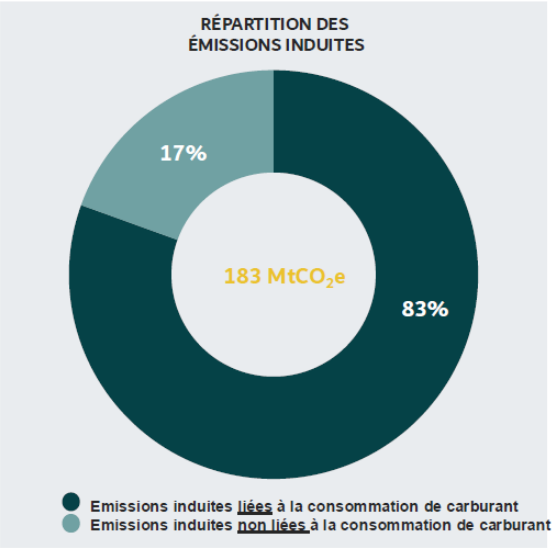


Figure 58 : Emissions totales de la filière aval, en $MtCO_2e$, Scopes 1 à 3

Source : Etude EKODEV et Carbone 4 pour Mobilians

17% des émissions totales de la filière sont liées aux activités hors usage des véhicules vendus, dont 10% sont liées à la fabrication des véhicules, de responsabilité des constructeurs, et 7% liées directement aux activités de la filière aval.

La décomposition de ces 17% se trouve sur la figure suivante, dont on peut déduire que les activités directes (hors achats de produits et service et hors utilisation des produits vendus (bouteilles de gaz en stations-services, gaz de clim…)) représentent moins de 10 $MtCO_2e$ d'émissions.

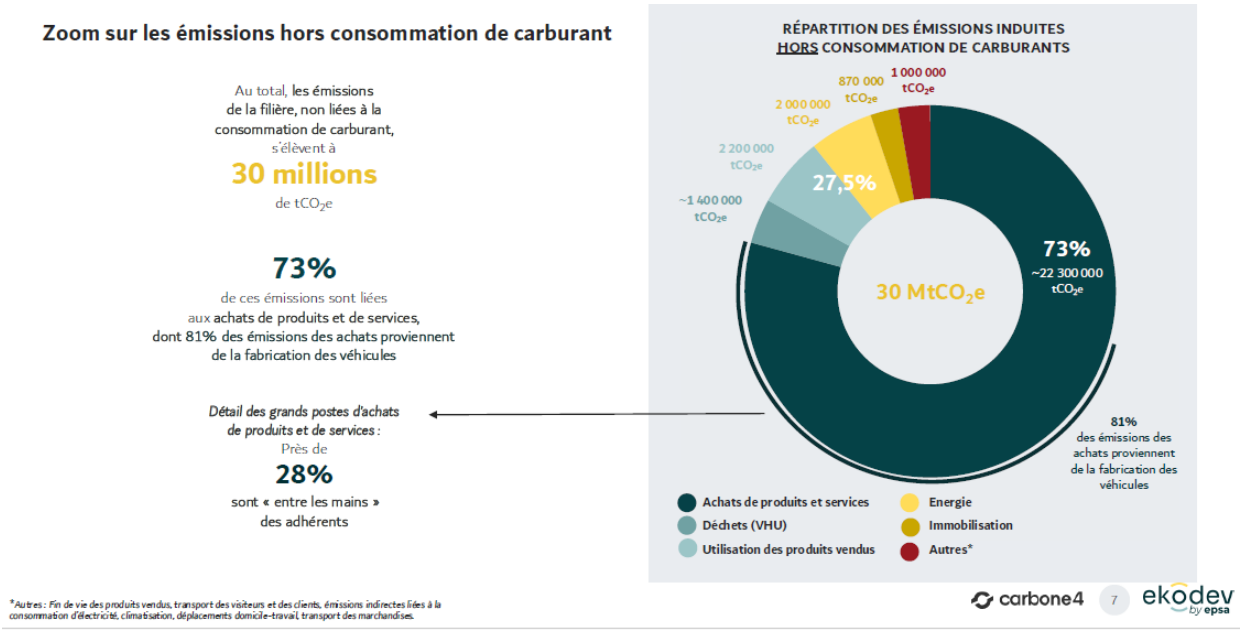


Figure 59 : Emissions de la filière aval, hors consommation de carburant, en $MtCO_2e$

Source : Etude EKODEV et Carbone 4 pour Mobilians

Plus spécifiquement, pour une concession automobile, la répartition des émissions et la décomposition par poste de son bilan carbone sont présentées ici. Les données sont issues des (rares) déclarations sur le site bilan-GES ADEME, où les entreprises et groupes assujetties doivent déclarer les émissions et leur plan de réduction d'émissions.

En moyenne, les émissions directes d'un distributeur – réparateur de véhicules (Scopes 1 et 2) représentent environ 2% du bilan carbone complet, les achats de produits et services 25% et l'utilisation des produits vendus (pièces, accessoires et véhicules) 73%.

Le détail des émissions directes est donné sur la figure suivante.

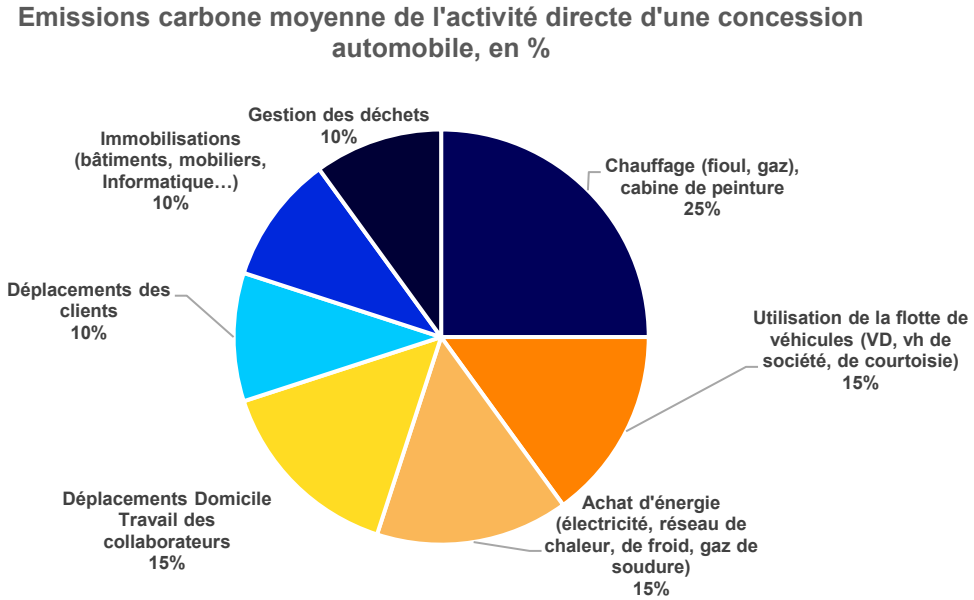


Figure 60 : décomposition des émissions directes scopes 1 et 2 d'une concession automobile

Calculs The Shift Project sur la base des données bilan-GES de l'ADEME

Même si l'écrasante majorité des émissions des acteurs de la filière se trouve sur le scope 3 (utilisation de carburant dans les véhicules), des actions sont possibles, la principale étant sur la prescription du changement de motorisation par l'électrification.

5. Budget carbone restant

Comme nous l'avons vu plus haut avec la trajectoire de décarbonation française (SNBC3), il s'agit de tendre vers la neutralité carbone à l'horizon 2050. Cette dernière est définie comme une situation où les émissions nettes sont nulles, c'est-à-dire où les émissions de CO_2 brutes de l'économie française sont suffisamment basses pour être entièrement compensées par les puits de carbone naturels et artificiels.

Au-delà du point d'arrivée à 2050, ce qui compte pour le climat futur est la quantité totale de CO_2 émise sur l'ensemble de la période 2025-2050. En effet, le CO_2 émis dans l'atmosphère y réside ensuite pour des durées très longues, de l'ordre de plusieurs siècles : il s'accumule donc au gré de nos émissions annuelles, et c'est la quantité totale accumulée qui détermine l'augmentation de température globale. Par conséquent, **il faut minimiser le cumul des émissions de CO_2 sur la période 2025-2050**, et donc réduire nos émissions significativement et dès à présent.

On peut en outre comparer ce cumul à un certain budget carbone, un total à ne pas dépasser. On peut par exemple partir du cumul mondial à ne pas dépasser à partir de 2025 pour rester sous les +2°C de réchauffement climatique à l'horizon 2100 par rapport à l'ère préindustrielle, conformément à l'Accord de Paris ; et allouer un pourcentage de ce budget mondial à la France, au prorata de ses émissions actuelles[32].

C'est ce que nous proposons de faire ici pour la filière automobile, en décrivant la méthode utilisée. Nous ne raisonnerons ici que sur les émissions à l'usage des véhicules et en CO_2 uniquement (ce qui est une approximation raisonnable compte tenu du fait que la quasi-totalité des émissions de GES du transport est du CO_2).

Au niveau mondial, pour limiter à 2 °C l'augmentation moyenne des températures par rapport à l'ère préindustrielle avec une probabilité de 67 %, le budget carbone restant à partir de 2024 est de **870 Gt CO_2**.

La France a émis 273 $MtCO_2$ en 2024 soit 0,7% des émissions mondiales.

Le budget carbone restant pour la France peut donc être estimé à 6 090 $MtCO_2$ (0,7% de 870 $GtCO_2$).

Suivant le même raisonnement sur la base des émissions des véhicules en France en 2024, on peut calculer un budget carbone restant par type, récapitulés dans le tableau suivant.

	Emissions 2024	Budget carbone restant
Emissions mondiales, en GtCO2	39	870
France, en Mt CO2	273	6 090
VP, en Mt CO2	67	1 483
VUL, en MtCO2	19	424
Bus et cars, en MtCO2	3	65
2 roues motorisés, en MtCO2	1	29

Tableau 14 : Estimation du budget carbone restant, sur base des émissions 2024

Calculs : The Shift Project – Sources : CITEPA et SDES

[32] D'autres clés de répartition seraient envisageables, par exemple au prorata du nombre d'habitants, ou en tenant compte de la responsabilité historique i.e. des émissions passées.

Nous utiliserons ces valeurs, en complément de l'atteinte des objectifs de neutralité en 2050, pour vérifier si les trajectoires que nous allons modéliser dans le cadre de cette étude respectent ou non ces budgets par mode de transport.

II. Le cadre institutionnel : entre normes et soutiens

L'automobile est un produit de grande consommation à part. Ses enjeux et ses impacts sont nombreux et multisectoriels, sécuritaires, environnementaux, économiques...

La filière est par conséquent depuis longtemps au cœur des préoccupations des politiques publiques, tant au niveau national qu'européen, afin de garantir la pérennité de cette activité source de centaines de milliers d'emplois tant dans l'industrie que dans la filière aval, mais également d'engager la réduction de son impact sur l'environnement, et enfin d'améliorer la sécurité des occupants et plus largement des usagers de la route.

Ce chapitre se concentre sur les principales règlementations et normes concernant ces trois thèmes, ainsi que les sujets aujourd'hui en débat pour préserver l'activité au niveau européen.

L'objectif pour ce rapport intermédiaire est d'illustrer la complexité à laquelle la filière est confrontée, tant au niveau des réglementations associées à la production des véhicules (toutes catégories), qu'au niveau de la commercialisation avec une multiplicité de règles, incitations, bonus, malus, tant au niveau européen que national, avec un rythme d'évolution élevé et une granulométrie souvent complexe à appréhender.

Ce chapitre n'est pas exhaustif et évoluera post rapport intermédiaire, notamment en fonction des décisions validées ou non au niveau européen.

A. Les normes environnementales

1. La réglementation européenne CO_2

L'Union Européenne s'est dotée depuis 2009 d'un règlement établissant des normes de performance en matière d'émissions de GES pour les voitures particulières (Règlement CE 443/2009 [32]).

Ce règlement poursuit les engagements des principales associations de constructeurs automobiles européens, japonais et coréens pris en 1998 et 1999 de réduire les émissions moyennes des voitures neuves vendues en Europe à 140 gCO_2/km en 2008 et en concertation avec elles.

Il fixe, dès 2009 donc, un objectif de 130 gCO_2/km en moyenne en 2015 et de 95 gCO_2/km en 2020.

Il sera complété en 2011 par un règlement [33] portant sur les VUL, fixant l'objectif d'émissions moyennes à 175 gCO_2/km en 2017 et à 147 gCO_2/km en 2020.

Cette trajectoire, non assortie de sanctions jusqu'en 2020, a permis aux constructeurs de réduire significativement les émissions unitaires de leurs véhicules.

En toute logique, ces règlements ont été complétés pour aboutir, avant les flexibilités accordées en décembre 2025, à une réduction de 100% des émissions à l'usage en 2035 [34], acté par les parties prenantes en 2023.

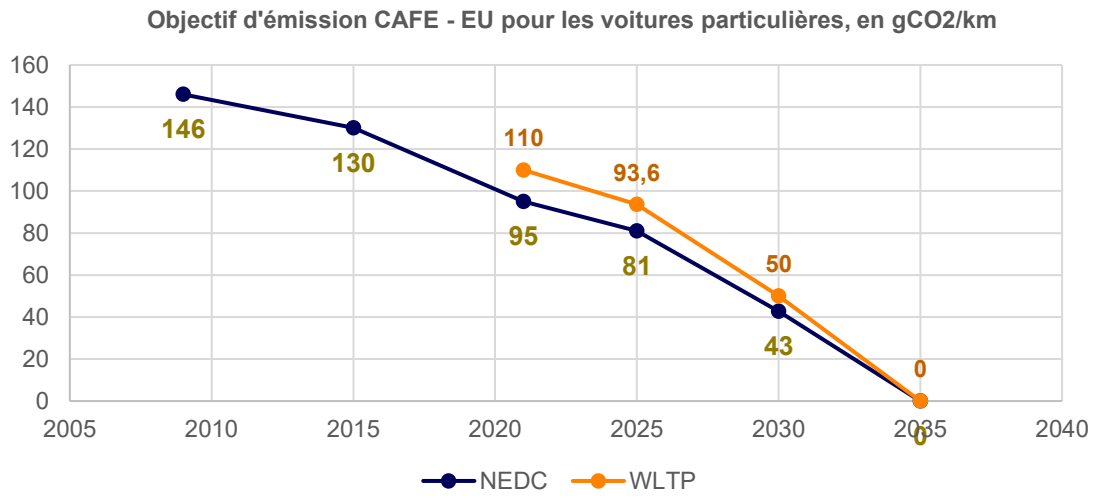


Figure 61 : trajectoire CO_2 de l'UE pour les VP.
Source : Commission EU[33]

NEDC et WLTP sont des cycles d'homologation permettant de normaliser les consommations et émissions des véhicules neufs. La norme aujourd'hui en vigueur est WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure). Elle est plus représentative des conditions de conduite réelles que la précédente, même si des écarts parfois importants sont constatés.

La date de 2035 permet au parc roulant, avec une durée théoriqu de renouvellement de 15 ans, d'être totalement décarboné à l'usage en 2050. Mais l'évolution du parc automobile ces dernières années et son vieillissement nous place aujourd'hui plutôt sur une durée de renouvellement de l'ordre de 20 ans.

Cela signifie que des assouplissements supplémentaires par rapport aux récentes propositions européennes [35] (abaissant à 90% l'objectif de réduction des émissions en 2035), ou qu'une absence de mesures visant à rajeunir le parc conduiraient à avoir encore des voitures thermiques roulantes en 2050.

Le règlement européen 2023/851, adopté en avril 2023, a fixé l'objectif de réduction de 100 % des émissions de CO_2 des voitures particulières et VUL neufs d'ici 2035, interdisant de facto la vente de véhicules thermiques à cet horizon en Europe. Cet objectif avait le mérite de décrire un cap clair, même si ambitieux pour l'ensemble de la filière.

Cependant, les tensions sur le marché et les pressions des associations professionnelles (constructeurs et réseaux) relayées par les gouvernements des différents pays membres ont conduit à la proposition en décembre 2025 d'un aménagement de cet objectif et d'un assouplissement global des obligations liées à la transition.

Cette proposition introduit des évolutions qui ont un impact direct sur la production et la commercialisation des VEB :

- Révision des normes CO_2 pour voitures particulières, introduisant la possibilité de continuer à vendre des véhicules non 100% électriques, sous conditions. Cet assouplissement consiste en la réduction des émissions de 90% et la compensation des 10% par l'utilisation d'acier vert européen pour 7% et l'utilisation de carburants décarbonés pour 3%.
- Révision des normes CO_2 pour utilitaires légers (abaissement du seuil de réduction des émissions 2030 à 40%) et facilitation de l'acquisition de crédits CO_2 pour les poids-lourds.
- Soutien aux "petits" véhicules électriques : création d'une catégorie d'homologation spécifique M1e pour les voitures de moins de 4,20m de longueur qui pourront bénéficier d'un coefficient de

[33] L_202501214FR.000101.fmx.xml

1,3 dans le calcul des émissions des constructeurs s'ils sont produits en Europe. Cette catégorie bénéficiera d'un gel des réglementations pendant 10 ans.

- Un renforcement des objectifs de verdissement des flottes d'entreprise (voir plus bas).

En complément, des propositions sont faites pour soutenir l'industrie européenne de la batterie (Battery booster), réduire la charge administrative notamment pour les procédures d'homologation et améliorer l'information des consommateurs sur les performances des VEB avec un étiquetage obligatoire plus détaillé.
Ces évolutions présentent des risques majeurs de ralentissement du rythme d'électrification du marché et du parc. D'une part, la remise en cause d'un objectif clair de 0 d'émission pourrait se traduire, suivant les mix de ventes associés, par un taux de véhicules non 100% électriques entre 20 et 25%. D'autre part, l'introduction d'une catégorie M1e, uniquement basé sur la longueur, même si c'est un premier pas, ne constitue pas une rupture suffisante pour inciter les constructeurs à proposer de nouveaux produits plus accessibles et plus vertueux en empreinte carbone.

Par ailleurs, au-delà de ces risques, ces propositions contribuent à alimenter l'incertitude tant pour la filière que pour les clients, les décisions étant attendues au mieux fin 2026, et ni les États membres, ni les constructeurs européens ne sont alignés pour l'instant.

2. Les normes sur les émissions de polluants

En complément de l'enjeu de trajectoire CO_2 décrit plus haut, les normes Euro X fixent les seuils maximaux d'émissions polluantes à l'échappement (NOx, CO, HC, particules) pour les véhicules neufs mis sur le marché européen. Chaque génération de normes se substitue à la précédente pour les nouvelles homologations. La norme actuelle est Euro VII suivant le règlement (UE) 2024/1257 et dont le périmètre concerne les VP, les VUL et les véhicules lourds, ainsi que les 2 roues motorisés. Les dates d'application s'étalent de novembre 2026 à juillet 2028 suivant les véhicules.

La figure suivante synthétise les principales dates d'entrée en vigueur des réglementations Euro X et les principales innovations qui en ont découlé.

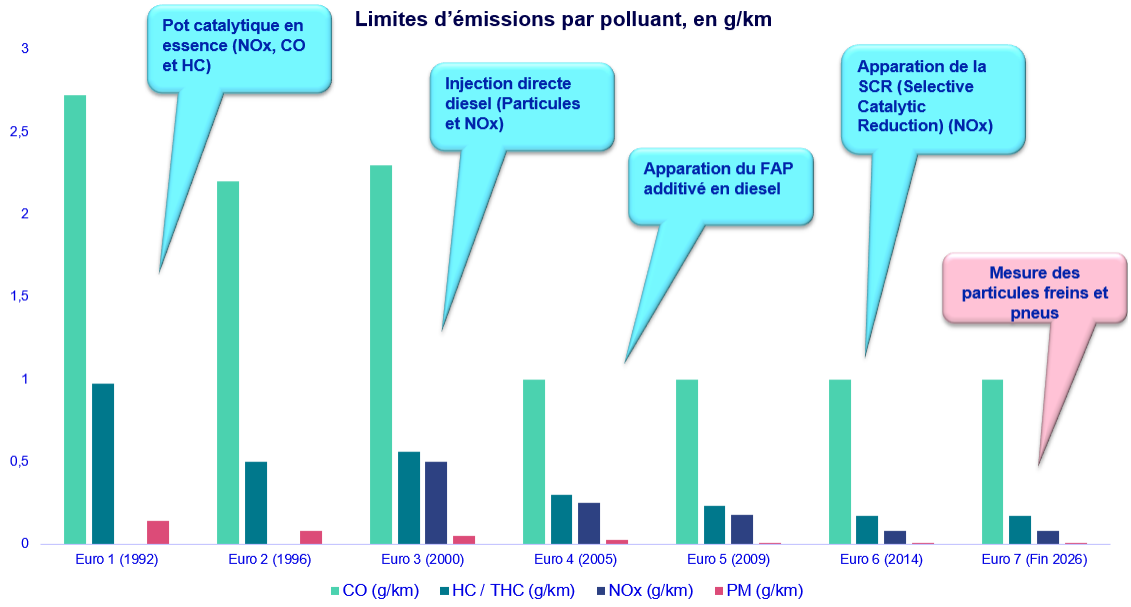


Figure 62 : Principales échéances réglementaires sur les polluants routiers

Comme sur la réglementation, c'est bien sous l'effet des normes que les innovations sont intervenues et que le niveau d'émissions de polluants a significativement baissé. On constate le même impact de la réglementation en Chine et aux USA par exemple.

3. Le cadre réglementaire du recyclage et de la circularité

La règlementation concernant le recyclage et l'économie circulaire se situe à la fois au niveau Européen auquel s'ajoute des spécificités françaises.

Au niveau **européen**, les directives de 2000 et 2005 [36], [37] s'appliquent dans tous les États membres et fixe trois obligations principales :

- Reprise gratuite : la remise du **Véhicule Hors d'Usage** (VHU) à une installation de traitement agréée s'effectue sans aucun frais pour le dernier détenteur ;
- Taux minimum de réutilisation et de recyclage : 85 % en masse du véhicule ;
- Taux minimum de réutilisation et de valorisation : 95 % en masse du véhicule (incluant la valorisation énergétique).

Une évolution est en cours de négociation pour apporter des compléments sur :

- La lutte contre les filières illégales et les exportations frauduleuses de "faux VO" (en France, environ un tiers des VHU échappe au circuit légal de traitement) ;
- L'introduction d'exigences d'écoconception dès la fabrication du véhicule, pour que les composants puissent être réutilisés, recyclés ou valorisés en fin de vie, avec notamment une obligation d'intégrer 25 % de plastique recyclé dans les véhicules neufs d'ici 2030, dont 25 % issus de VHU ;
- La mise en place d'un passeport numérique de circularité par véhicule facilitant la traçabilité des matériaux ;
- La soumission de la gestion des VHU au régime harmonisé de la Responsabilité Élargie du Producteur (REP) à l'échelle européenne ;
- La fourniture obligatoire d'instructions de démontage par les constructeurs aux centres VHU.

Enfin le règlement européen 2023/1542, entré en vigueur en août 2023 et applicable progressivement jusqu'en 2036, fixe des obligations spécifiques sur les batteries de VEB en fin de vie : objectifs de collecte et de récupération des matières premières critiques (lithium, cobalt, nickel, cuivre), taux minimaux de contenu recyclé incorporé dans les nouvelles batteries, passeport numérique de batterie obligatoire à partir de 2027. Cela se traduit au niveau français par la REP, la Responsabilité Élargie du Producteur (REP), qui transfère aux producteurs (constructeurs, importateurs) la responsabilité de la gestion de la fin de vie de leurs produits, entrée en vigueur en 2024 [38].

Chaque producteur doit donc assumer ou financer la gestion des VHU de ses propres marques avec les objectifs suivants :

Indicateur	2026	2028
Taux réutilisation et recyclage (en masse)	85 %	85 %
Taux réutilisation et valorisation (en masse)	95 %	95 %
Taux de collecte indicatif	—	70 %
Taux de réutilisation des pièces (PIEC)	**10 %**	**16 %**

Depuis août 2025, la REP a été étendue à tous types de batteries. C'est un enjeu croissant : d'ici 2030, environ 50 000 VEB devront être recyclés chaque année en France, et 73 % des batteries de VEB usagées proviendront des VHU.

4. Les spécificités françaises : bonus / malus CO_2, malus au poids, vignette Crit'Air & ZFE

La France a mis en place de multiples réglementations afin de favoriser le développement des véhicules moins impactants en termes d'émissions de CO_2. Les dispositifs d'aide à la demande pour les particuliers et les professionnels seront présentés dans la partie B.2.a.

Le dispositif du **bonus-malus écologique**, est entré en vigueur le 1er janvier 2008 et comporte deux volets distincts, l'un incitatif, l'autre pénalisant, appliqués tous deux lors de la première immatriculation d'un véhicule neuf en France :

Le malus CO_2 est une taxe perçue par l'État sur la carte grise des véhicules les plus émetteurs. Il est calculé selon un barème progressif révisé chaque année en loi de finances, en fonction des émissions de CO_2 homologuées (cycle WLTP depuis 2020). Plus les émissions sont élevées, plus la taxe est lourde. En 2026, le malus CO_2 s'applique dès 108 g/km en 2026 (contre 113 g/km en 2025), avec un plafond porté à 80 000 € (pour les véhicules émettant plus de 191 g/km)

Le bonus était jusqu'en juin 2025 une aide directe de l'État pour l'achat d'un véhicule électrique ou hydrogène neuf.

Il a été remplacé par le "Coup de pouce CEE" financé par les fournisseurs d'énergie et non plus l'Etat, il est réservé aux particuliers dont le revenu fiscal de référence ne dépasse pas en 2026 (26 200 € par part), pour l'achat d'un VP électrique neuf de moins de 47 000 € et moins de 2 400 kg. Son montant est de 3 000 à 5 000 € selon les revenus, avec une bonification de 1000 € si la batterie est produite dans l'Espace Économique Européen. Les CEE visent également d'autres acteurs et produits (entreprises, VUL, PL...) présentés plus loin.

En complément a été introduit 1er janvier 2022, **le malus au poids** (taxe sur la masse en ordre de marche).

Il concerne les véhicules dépassant un seuil de masse en ordre de marche, selon un barème progressif en euros par kg excédentaire. Elle s'applique lors de la première immatriculation en France d'un véhicule neuf. Son objectif est de réduire les ventes de véhicules lourds, indépendamment de leur niveau d'émissions à l'échappement, qui peut être masqué par l'hybridation. Le seuil de déclenchement a été abaissé d'année en année selon une feuille de route explicitement programmée dans les lois de finances successives. Des abattements et exemptions sont prévus notamment pour les familles nombreuses et les personnes en situation de handicap, ainsi que pour les VEB écoscorés[34].

Enfin, nous devons citer la **vignette Crit'air** (Certificat Qualité de l'Air) créée en 2016, classant les véhicules de 0 (électrique/hydrogène) à 5 (diesel Euro 2 et antérieur) selon leurs émissions de polluants atmosphériques. Les Zones à Faibles Émissions mobilité (ZFE-m), introduites par la loi d'orientation des mobilités (LOM) de 2019, qui imposait leur mise en place dans toutes les agglomérations de plus de 150 000 habitants, se fondent sur cette vignette pour interdire les véhicules Crit'Air 4 et 5 dans toutes les ZFE actives. Les Crit'Air 3 ne sont exclus que dans 5 métropoles, Paris/Métropole du Grand Paris, Lyon, Grenoble, Montpellier et Strasbourg. Alors que cette réglementation devait devenir effective en 2026, un amendement a suspendu leur mise en place en avril 2026 avant d'être invalidé par le Conseil Constitutionnel en mai 2026). Les ZFE sont au centre d'un débat complexe car elles touchent en priorité les ménages les plus modestes, qui roulent en véhicules anciens et n'ont pas les moyens de renouveler rapidement leur véhicule. Le fondement sur le seul Crit'air peut également faire débat.

[34] Taxe sur la masse en ordre de marche des véhicules de tourisme (malus masse) | Service Public

B. Les dispositifs de soutien au secteur

Le développement des volumes de vente de véhicules électriques est en partie lié aux réglementations et incitations mises en place aux niveaux européen et français. Tant au niveau de la production que de la commercialisation, les mesures mises en place orientent les stratégies des acteurs. L'enjeu industriel et commercial est majeur pour les groupes historiques de l'industrie automobile face à une concurrence essentiellement chinoise qui maîtrise la technologie de toute la chaîne de valeur du VEB, avec des positionnements prix particulièrement agressifs grâce notamment au soutien gouvernemental massif sur l'ensemble de la chaîne de valeur.

Ce chapitre présente la situation actuelle et les principales étapes pour accélérer la production et la vente de véhicules électriques, ainsi que les propositions destinées à protéger la filière industrielle européenne.

L'un des points critiques est le manque de visibilité donnée aux acteurs du secteur, dans une industrie qui s'inscrit malgré tout dans le temps long, en particulier pour la filière industrielle compte tenu des délais de R&D.

Ces réglementations concernent essentiellement les VP et les VUL (avec des seuils et étapes différentes), cependant les bus & cars ont également des objectifs de réduction des émissions de CO_2, avec pour les bus urbains une obligation de 0 émission en 2035. Les 2/3 roues motorisés n'ont quant à eux pas de trajectoire CO_2.

1. Les incitations pour le Made In Europe

En complément des propositions du Paquet Automobile de mi-décembre 2025, l'IAA (Industrial Acceleration Act) de mars 2026 propose une définition du contenu local, destiné à favoriser la production de véhicules électriques en Europe et de pousser au développement d'une filière batterie capable de concurrencer les acteurs Chinois. Il réserve l'accès aux marchés publics, aux aides publiques et au super crédit (pour le CAFE) aux véhicules Made In Europe, intégrant 70 % de contenu local hors batterie et pour les batteries l'obligation d'être fabriquées en Europe ou de comporter au moins 3 composants fabriqués en Europe dont les cellules dans un premier temps, puis 5 composants (cellules, matériaux actifs de cathode - CAM - et systèmes de gestion de batterie – BMS) dans un second temps.

Là encore, la mise en œuvre de ces propositions, ainsi que leur contenu définitif restent à confirmer.

2. Les aides et incitations d'État, et les politiques industrielles nationales

a. Le soutien à la demande

En complément des actions ciblant le véhicule, plusieurs dispositifs ont été mis en place afin de faciliter l'accès au véhicule électrique et d'inciter à la transition des particuliers et des professionnels, tout en favorisant les productions européennes.

Concernant les **particuliers**, les 2 dispositifs majeurs sont la prime à la conversion et le leasing social.

- La **prime à la conversion** conditionnait une aide financière à la mise à la casse d'un vieux véhicule thermique (diesel immatriculé avant 2011 ou essence avant 2006) lors de l'achat ou de la location d'un véhicule électrique ou hydrogène. Réservée aux ménages sous conditions de ressources, cette prime a été supprimée en décembre 2024, pour raisons budgétaires, après avoir permis la mise à la casse de plus d'1 million de voitures[35] ;

[35] Source : Bilan de la prime à la conversion

- Le **leasing social** est un dispositif ciblé sur les ménages modestes (déciles D1-D5), permettant de louer un VEB à loyer réduit. Les 2 éditions ont permis à 100 000 ménages d'accéder à un VEB neuf. Le plan d'électrification annoncé en avril 2026 a engagé une 3ème édition pour 50 000 véhicules supplémentaires. L'accès à ce leasing social est se fait sous conditions de ressources, et de kilométrage annuel important. Les loyers proposés ne doivent pas dépasser 200 €/mois.

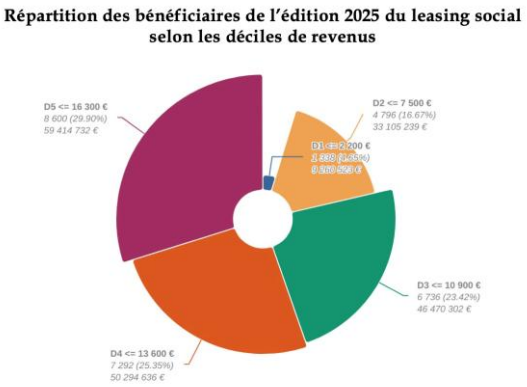


Figure 63 : Répartition des bénéficiaires du leasing social 2025.
Source : Rapport d'information du Sénat (2026) [39]

Concernant les **entreprises**, des objectifs de **verdissement des flottes professionnelles** fortement incitatifs ont été mis en place avec la **loi LOM** de 2019 pour toutes les entreprises ayant plus de 100 véhicules en parc (VP & VUL < 3,5t), afin d'imposer des quotas progressifs de véhicules « propres » (électriques, hydrogènes, hybrides rechargeables < 50g CO_2 et d'une autonomie > 50 km) dans le renouvellement de leur parc. Depuis mars 2025, la loi a été remplacée pour les entreprises privées par la **TAI** (Taxe Annuelle Incitative), et la modification importante des Avantages En Nature pour les véhicules électriques éco-scorés.

L'efficacité de ce levier fiscal a été immédiat. Les statistiques démontrent une accélération très nette du rythme de verdissement des flottes d'entreprises. La part des véhicules électriques dans le renouvellement des flottes est passé de 11 % à 17 % en 2025 et atteindrait même 21 % sur les deux premiers mois de l'année 2026 (source : rapport d'information du Sénat avril 2026).

Enfin, les **CEE** (Certificats d'Économies d'Énergie) constituent le principal levier d'aide pour les entreprises et collectivités locales. Avec des modalités d'application et des montants différents, les CEE couvrent toutes les catégories de véhicules : VP, VUL, poids lourds, bus et autocars, et quadricycles (VSP).

Dernier lot d'évolutions des incitations à la date de rédaction de ce rapport, le **Plan d'Électrification** présenté en avril 2026, en complément du 3ème leasing social :

- Augmentation de l'ambition de verdissement pour les administrations avec 100 % de véhicules électriques lors de tout renouvellement à compter du 1er janvier 2027 (plan d'électrification, avril 2026) ;
- Augmentation des CEE pour les VUL professionnels avec aide renforcée jusqu'à 9 500 € pour l'achat ou la location d'un VUL électrique. Les poids lourds sont également concernés avec une aide portée à plus de 100 000 € (contre 60 000 € en 2025).

b. L'Ecoscore : outil central de promotion de l'industrie automobile française et européenne

Afin de promouvoir les véhicules produits en Europe et particulièrement en France, il a été mis en place en 2024. Sous la responsabilité de l'ADEME, le calcul détermine un score prenant en compte les émissions de CO_2 liées à la production mais également au transport. Seuls les véhicules dont le score est inférieur à un certain seuil peuvent bénéficier des différents dispositifs d'aide à l'achat. Comme

l'indique le graphe ci-dessous, son impact sur les approvisionnements des véhicules vendus en France a été particulièrement efficace.

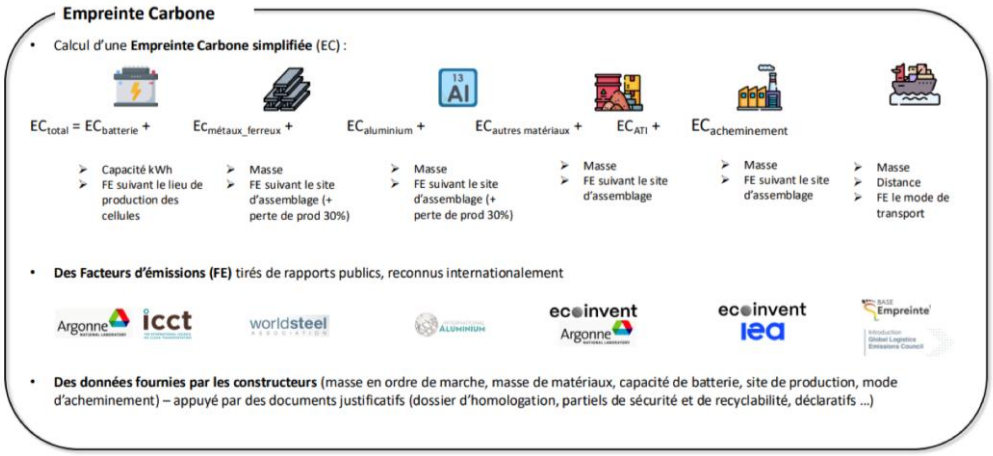


Figure 64 : Méthodologie de calcul de l'écoscore.
Source : ADEME

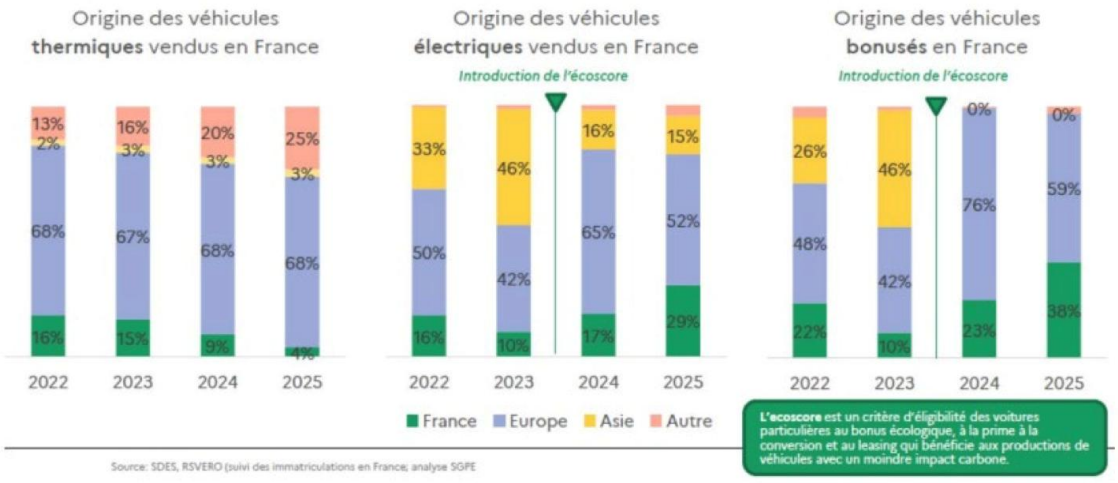


Figure 65 : Impact de l'écoscore sur l'origine géographique des véhicules neufs.
Source : SGPE

III. Les enjeux économiques de la filière

A. Une filière industrielle majeure en contraction tendancielle

La filière automobile en France, regroupant la fabrication, la transformation et le recyclage des véhicules représente 1,1% du PIB français en 2023 et 2% de la valeur ajoutée hors sociétés financières. Elle emploie 329 000 salariés, dont 77% sont considérés comme exerçant une activité industrielle, représentant ainsi 7% de l'emploi industriel total. Elle se décompose comme suit :

► 1. Effectif salarié et valeur ajoutée par segment de la filière automobile



1 : Services industriels, transformation et reconditionnement de véhicules, etc.
Lecture : En 2023, le segment relatif à la fabrication d'équipements automobiles regroupe 123 210 salariés dédiés à l'automobile et génère 10,9 milliards d'euros de valeur ajoutée (VA).
Champ : France hors Mayotte.
Source : Insee, enquête filière conception et fabrication de véhicules automobiles 2023.

En 2024, elle produit 11% de la valeur ajoutée manufacturière en France. Elle se caractérise par une forte concentration et une forte internationalisation : si plus de 4 000 entreprises françaises interviennent dans sa chaîne de valeur, 5% de ces entreprises représentent 57% de sa valeur ajoutée, tandis que 94% de celle-ci et 90% de l'emploi provient de sociétés faisant partie d'un groupe multinational.

Elle contribue à hauteur de 64,2 Mds€ aux exportations françaises en 2023 [40], soit 10% du total, mais présente un **solde net déficitaire de 16,6 Mds€,** soit plus que le déficit commercial du pays hors énergie [40]. Cette situation déficitaire émerge à partir de 2008, cependant une contraction des excédent commerciaux était à l'œuvre avant 2008 : si la crise a bien fragilisé le secteur automobile français, une dynamique défavorable de fond s'observait déjà [41]. Elle se retrouve dans la production physique des constructeurs, laquelle a atteint un pic en 2002 à 2,4 millions de véhicules contre 1,5 millions en 2023 [42].

B. Une part significative du budget des ménages

1. Un poste de dépense significatif affecté par la hausse des prix des véhicules

Le transport est le second poste de dépenses des ménages en 2024, représentant 13,5% de leur budget, après le logement (28%) [40]. La voiture en représente 80%, soit 10,9% du budget des ménages. Cette proportion est en diminution tendancielle depuis 1994, où elle représentait 11,6% des dépenses de consommation, du fait d'une réduction du prix des véhicules (2,7% contre 4,4% en 1994 et 2,9% en 2014). Cette réduction est le reflet du ralentissement des achats de véhicules neufs, le prix de ces derniers ayant tendanciellement augmenté au cours de la dernière décennie : +24% entre 2020 et 2024 [43] (voir plus haut).

Il en résulte que, selon l'Observatoire des Inégalités, les achats de VP des ménages du dernier décile de revenus sont à près de 30% neufs contre 4% pour les ménages du premier décile. L'âge moyen des acheteurs de VP neufs est également en augmentation, reflet de la distribution générationnelle des revenus en France : 54 ans en 2024 contre 51 ans en 2007 et 44 ans en 1991 selon les données du cabinet C-Ways.

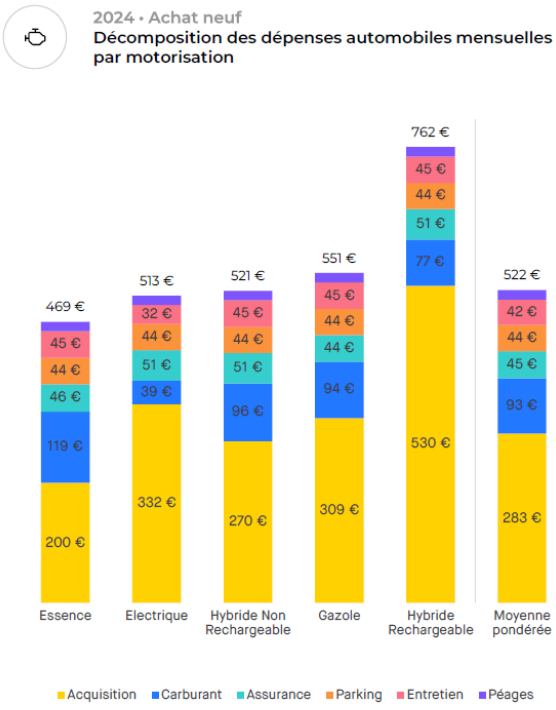
Il est à noter que cette hausse du prix des véhicules est liée en partie à l'électrification de l'offre. Cependant, le prix initial élevé des VEB, expliqué notamment par le coût des batteries (représentant autour de 35% du prix du VP), implique également des coûts d'usages plus faibles, notamment sur les coûts énergétiques et la maintenance.

2. Le coût total de détention, réelle mesure du poids d'une voiture sur le budget

Le coût réel d'un véhicule pour un ménage s'apprécie à l'aune de son usage au cours de sa durée de vie. Le coût total de détention intègre l'ensemble des coûts d'usage sur la durée de détention, c'est-à-dire l'amortissement du prix d'achat, les coûts énergétiques (carburants ou recharge électrique), les coûts d'entretien et d'assurance. A la différence d'une comparaison sur le fondement du prix, il induit une vision prospective du coût du véhicule.

Du point de vue d'un particulier, le coût de détention d'un VEB neuf est comparable à celui d'une voiture à essence, et significativement inférieur à celui d'un véhicule hybride (rechargeable ou non), selon une analyse de Roole [44]. Par ailleurs, une contraction de l'approvisionnement pétrolier est susceptible d'accroître les coûts énergétiques du VT : ainsi, à fiscalité et réglementation constante, un doublement des prix du pétrole engendrerait une hausse des coûts énergétiques d'une voiture à essence de plus d'un tiers.

Le coût de détention est généralement bien appréhendé par les gestionnaires de flottes, lesquels disposent du temps et des compétences requises pour conduire de telles analyses. Il est en revanche plus délicat à employer pour des ménages, pour lesquels le prix d'achat reste un facteur clef d'acquisition. Une pédagogie autour de ces coûts de détention est donc requise de la part des conseillers commerciaux, lesquels doivent être sensibilisés à cette approche. Notons cependant qu'une telle approche en cycle de vie a déjà été à l'œuvre par le passé en France : le coût inférieur du gazole par rapport à l'essence a pu expliquer l'essor de la motorisation diesel dans les ventes de VP depuis les années 1970. Si le VEB présente des changements plus marqués que la motorisation diesel par rapport à l'essence, la démarche reste cependant comparable, et peut être intégrée par des particuliers sous réserve d'un effort de sensibilisation.



Source : Roole : Budget Automobile des Français (2025) [44]

C. La concurrence des nouveaux constructeurs Chinois

1. Une montée en puissance sur les véhicules électriques et hybrides

Nous souhaitons développer cette partie pour le rapport final.

2. Les droits de douane de l'UE en réponse à cette concurrence

La progression de la part de marché des véhicules chinois en Europe, en particulier pour les véhicules électriques, a conduit la Commission européenne à engager depuis 2023 une politique de défense commerciale dont les droits de douane compensateurs sont le principal instrument. Elle a conclu en octobre 2024 son enquête antisubventions sur les importations de véhicules électriques à batterie en provenance de Chine en instituant des droits compensateurs définis pour une durée de cinq ans (jusqu'en octobre 2029), s'ajoutant aux droits de douane classiques de 10 %. L'objectif est de corriger la distorsion de concurrence créée par les subventions publiques massives accordées par l'État chinois à ses constructeurs que l'UE considère comme déloyale au regard des règles de l'OMC (les VEB chinois arrivent en Europe à des prix inférieurs de 20 à 30 % à ceux des VEB produits en Europe).

Ces droits compensateurs ne concernent que (et tous) les véhicules produits en Chine (donc pas uniquement de marque chinoise), avec des niveaux différenciés suivant les marques. Ils ne concernent pas les composants (batteries, moteurs électriques, composants et matières premières). Ils ne s'appliquent qu'aux VP, car les VUL, Bus et Car ne sont soumis qu'à des droits de douane classique de 6,5%, ce qui pose question compte tenu de la montée en puissance des VUL électriques chinois sur le marché européen, sujet pointé par le rapport du Sénat d'avril 2026. Les 2/3 roues motorisés ne sont pas concernés non plus avec des droits classiques de 6%, mais les VAE sont eux concernés avec des taux varient très fortement selon les constructeurs (de Giant avec 14,8 % de taxes à l'import, jusqu'à plus de 80% pour une grande majorité des industriels du vélo électrique chinois).

Constructeur	Droits compensateurs	+ 10 % de base	Total
BYD	17,0 %	10 %	**27,0 %**
Geely	18,8 %	10 %	**28,8 %**
SAIC (MG)	35,3 %	10 %	**45,3 %**
Tesla (produit en Chine)	7,8 %	10 %	**17,8 %**
Autres constructeurs coopérants	20,7 %	10 %	**30,7 %**
Constructeurs non-coopérants	35,3 %	10 %	**45,3 %**

On peut noter que ces droits ne concernent que les véhicules 100% électriques, et pas les hybrides. On observe donc une pénétration croissante de ces motorisations dans les véhicules chinois en Europe. Cela pose la question d'une extension des droits à ces motorisations, que les constructeurs chinois maîtrisent dorénavant.

IV. Passer à la voiture électrique : du changement de technologie au changement d'usage

Le VEB présente l'avantage de réutiliser une grande partie des infrastructures automobiles existantes, en premier lieu le réseau routier. Par ailleurs, il constitue un moyen de transport individuel, limitant les changements d'usage par comparaison aux VT. Il constitue cependant une gamme de nouveaux objets routiers, impliquant une analyse spécifique quant aux déterminants de son adoption et des usages associés.

A. Une croissance attendue au rythme incertain

Quoiqu'il demeure une « voiture » au sens général du terme, le VEB est une nouveauté en matière de mobilité routière. Cela tient à son caractère confidentiel au cours des dernières décennies[36], de sa technologie de motorisation fondamentalement différente de celle des VT, laquelle implique un fonctionnement différent du véhicule, et donc des usages modifiés pour l'automobiliste.

Si la croissance des ventes du VEB semble se confirmer, et par translation sa pénétration dans le parc roulant, le rythme à venir de cette croissance est incertain. Une telle projection nécessite de faire des hypothèses sur les comportements futurs de ventes d'un nouveau produit. Or, ces projections sous-tendent les comportements des acteurs du secteur, telles que les décisions d'investissement et de production des constructeurs, les adaptations et formations des acteurs de la chaîne aval, et finalement les décisions d'achat des automobilistes. Elles ont pu être surestimées par le passé, conduisant à des investissements productifs importants et une compression conséquente des prix et des loyers sur le marché neuf pour écouler la production (les effets sur le marché d'occasion ont été étudiés *supra).*

Concernant les acquéreurs, leur comportement d'acquisition présente généralement de fortes non-linéarités, comme cela a été identifié par le modèle de diffusion des innovations de Rogers : l'acquéreur potentiel commence par recueillir de l'information, avant de décider l'acquisition, et enfin décide (ou non) de confirmer son adoption en conservant le produit innovant. Les acquéreurs se succèdent en cohorte, les premiers étant attirés par l'innovation, puis sont suivis par des leaders d'opinions avant que la majorité bascule éventuellement. Il en résulte une dynamique d'adoption sigmoïdale (courbe en S), où une accélération rapide de la pénétration succède à phase initiale de lente pénétration, avant que le marché se stabilise.

Ce modèle met en évidence la pluralité des facteurs sous-tendant l'adoption d'une innovation comme le VEB, au-delà des facteurs financiers : un ensemble de valeurs, d'anticipation à l'usage et d'effets de signalisation statutaire influent sur la décision d'adoption et le possible succès de l'innovation.

Différentes projections de l'électrification du parc ont été proposées : Satharas et al. (2019) [45] projetait une part de 21% du parc roulant sous des hypothèses optimistes. Une projection des ventes historiques par motorisation entre 2011 et 2025[37] conduirait à une part des VEB dans le parc roulant de 55% à l'horizon 2050 (d'autres simulations sont proposées en partie 4 de ce rapport, à partir d'autres hypothèses qu'une poursuite de données historiques). A partir d'un modèle de Bass, qui simule le modèle de Rogers, Jung et al.(2023) [46] estiment que le VEB représentera plus de 50% du parc roulant européen en 2033 et français en 2034. Leur conclusion est robuste à d'autres modèles (exponentiels

[36] On rappellera ici que la technologie du véhicule électrique est approximativement aussi ancienne que celle du véhicule thermique.

[37] Projection statistique réalisée sur les données de ventes du SDES par motorisation à partir d'un modèle multinomial estimé par maximum de vraisemblance. La méthode sera détaillée pour le rapport final.

et logarithmique), et s'avère significativement plus optimiste que les études passées). Un an plus tard, l'ACEA projette 70% de part de marché en 2030[47] en Europe, contre près de 20% actuellement.

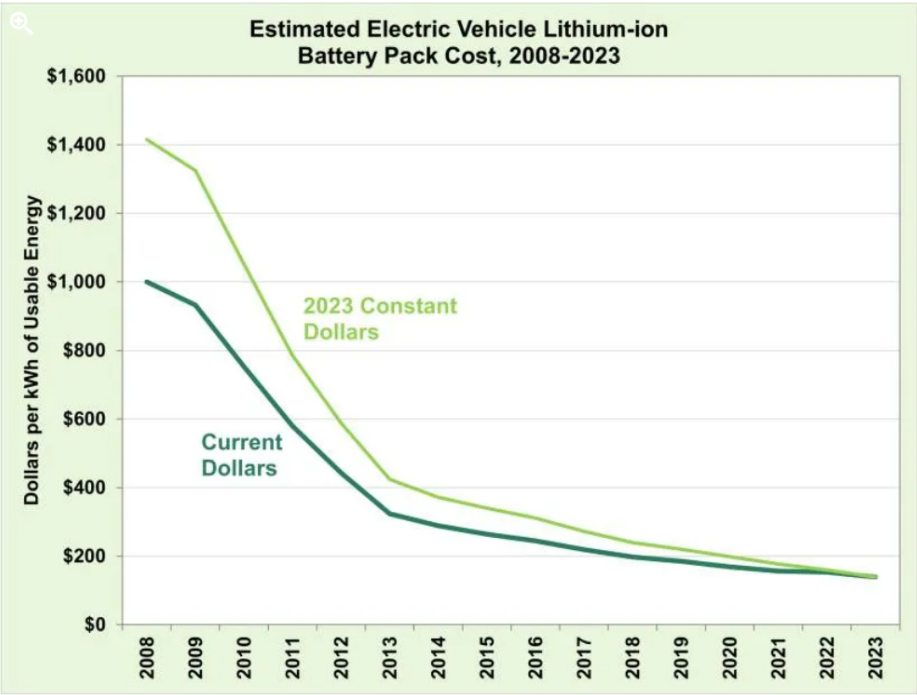
Pelegov et Chanaron (2022) [8] expliquent ces variations par le caractère intrinsèquement incertain de l'évolution d'une industrie aussi nouvelle. Ils soulignent le rôle structurant de l'action des pouvoirs publics, lequel est reconnu par les constructeurs automobiles : 77% estiment que ce sont les régulateurs qui établissent la feuille de route technologique du secteur. Les auteurs insistent sur l'importance d'objectifs de politiques publiques clairs, par-delà les projections de ventes et de pénétration.

B. Le prix d'achat comme facteur limitant

Comme indiqué *supra* dans notre analyse des déterminants économiques du secteur, le prix d'acquisition du véhicule joue un rôle important pour les particuliers dans la décision d'achat, même si le coût total de détention peut être inférieur. Les ménages peuvent en effet faire face à une contrainte de liquidité, c'est-à-dire la possibilité de décaisser le prix d'achat. Cette situation explique l'essor de la location longue durée et la location avec option d'achat comme méthodes de financement d'un véhicule électrique, lesquelles représentent désormais 65% des financements des particuliers.

Le prix d'achat s'apprécie également au regard de l'état du véhicule actuel du ménage : s'il est plus récent, la propension à payer pour changer de véhicule s'en retrouve réduite. Un tel effet a été étudié sur le marché coréen en 2018 : la valeur accordée par les automobilistes à leur véhicule actuel décroit de façon exponentielle avec le temps [9]. Ce résultat confirme que l'accroissement de l'âge des VP en France ne résulte donc pas tant d'une valorisation intrinsèque de leur véhicule existant que d'une difficulté à pouvoir acheter un véhicule de remplacement.

Le facteur clef de baisse du prix d'un VEB réside dans celui de la batterie. Celle-ci représente environ 35% de son coût, eu égard à sa technicité, son contenu en métal et l'intensité en équipements de sa production. Ce coût a connu une baisse continue du fait d'une amélioration des procédés, concomitante à la hausse des volumes produits, et d'une évolution de la chimie des batteries vers plus de facilité de production, via notamment le passage de batteries NMC à des batteries LFP. Ces dernières sont cependant plus difficiles à recycler. Le chiffre de 100 $/kWh est fréquemment avancé comme étant le seuil de parité-coût avec les véhicules thermiques, bien que celui-ci dépende de la taille de la batterie.



Source : US Department of Energy, 2023

La barrière du prix est influencée par la perception de l'étendue et de la fiabilité des infrastructures de recharge, ainsi que les craintes sur l'autonomie[45]. Ainsi, la disponibilité des infrastructures peut devenir un facteur décisif, tandis que les dispositifs de réduction des prix des VEB ne suffisent pas à une pénétration élevée, comme l'indique une enquête menée sur 30 pays en 2012 [50].

C. La question de l'autonomie : perception et réalités

Cependant, dans sa configuration actuelle, le VEB présente une autonomie généralement moindre qu'un véhicule thermique : si les plus gros modèles présentent des autonomies par recharge proches des véhicules à essence (près de 800 km), celles des plus petits modèles se situent autour de 200 km. Par ailleurs, cette autonomie, notamment estimée par les consommations issues des tests d'homologation, présente des variations importantes en fonction du style de conduite : accrue en conduite urbaine, elle est en revanche réduite sur autoroute de l'ordre de 40%[38].

Ainsi, pour la grande majorité des trajets du quotidien, lesquels font moins de 80 km (98% des cas), le VEB ne présente pas de différence d'usage claire avec les VT. En revanche, pour les trajets longs (autour de 4 par an en moyenne) ou les trajets fréquents au cours d'une journée, son autonomie plus réduite peut impliquer des changements dans l'organisation et la durée des trajets, pour tenir compte des recharges.

Or, il apparait que les ménages tendent à choisir leur premier véhicule en fonction du plus long trajet qu'ils feront avec. On observe ici un paradoxe : moins de 1% des trajets dans l'année a une influence très élevée sur le choix du modèle. La voiture est ici vue comme un moyen de transport universel, qui doit satisfaire tous les usages. Cette importance de l'autonomie doit se comprendre au-delà de la seule capacité de la batterie du véhicule : elle concerne la possibilité de parcourir de longues distances aisément, et inclut donc la disponibilité d'infrastructures de recharges adaptées, comme l'indique une étude réalisée sur des conducteurs italiens en 2022 [51] et sur le marché indien en 2024 [52]. Ceci explique l'importance susmentionnée des infrastructures de recharges au-delà du prix.

D. Les valeurs personnelles, un moteur individuel qui dépasse les préoccupations écologiques

L'empreinte carbone meilleure du VEB par rapport au VT est fréquemment mise en avant. La motivation écologique dans le choix d'une voiture a été bien identifiée, à travers notamment des études sur les automobilistes belges, danois et italiens en 2013 [13]. Ce motif peut cependant justifier un refus du VEB : les automobilistes mettent alors en évidence les incidences de la production de batteries en termes de minage des métaux et d'empreinte carbone [7], [11].

Par ailleurs, d'autres considérations sont à l'œuvre concernant le choix du VEB. Le confort de conduite, la performance du moteur en termes de vitesse et d'accélération, et la facilité d'usage du VEB peuvent jouer comme facteurs attractifs ou répulsifs. Une attraction pour la nouveauté, l'influence des pairs ou le gains de statut anticipé participent également à cette décision, cette fois-ci sur la dimension des valeurs personnelles [51], [52].

Notons ici l'importance des perceptions associées au VEB, et le rôle des pairs, des leaders d'opinions et prescripteurs. De ce point de vue, la diffusion du VEB dépend de son positionnement et de sa perception parmi les automobilistes. Celui-ci est le résultat d'une confluence de facteurs, incluant la stratégie marketing des constructeurs et vendeurs, l'opinion des utilisateurs, la couverture des médias et influenceurs.

[38] On observe des écarts inverses pour les VT, dont les consommations croissent en conduite urbaine et sont relativement réduite sur autoroute.

E. Une diffusion relevant d'une logique systémique

Au-delà d'un nouveau type de voiture, entendu comme objet séparé, le VEB peut être vu comme un écosystème de mobilité[39] incluant l'infrastructure de recharge, la fiabilité (elle-même influencée par la chaîne aval et les assurances), et les facilités de circulation en général. De ce point de vue, le succès de sa pénétration en Norvège est en partie attribuable à une politique publique incluant le développement des bornes de recharges, des voies réservées sur les routes ou un accès gratuit au parking[7], soit des accès privilégiés aux infrastructures de transport.

Cette nécessité d'une politique de développement multidimensionnelle, au-delà du seul prix, est le reflet de l'importance actuelle du VT en France et en Europe. Du fait de son antériorité historique, celui-ci a bénéficié de nombreuses améliorations et innovations, alors que le VEB reste une technologie récente présentant un potentiel important d'amélioration. Par ailleurs, cette antériorité a facilité le développement d'institutions favorables au développement du VT : association d'usagers, de constructeurs, cursus de formation autour du moteur thermique et de l'exploitation des énergies fossiles. Enfin, la diffusion historique du VT s'est accompagnée d'un déploiement connexe d'infrastructures dédiées, notamment l'industrie pétrolière, depuis l'extraction jusqu'à sa distribution en point de vente [14].

De ce point de vue, le VT est un exemple de dépendance au sentier [55], selon lequel des avantages historiques initialement réduits peuvent perdurer et se renforcer au cours du temps. La prévalence dans nos économies des énergies fossiles en est ainsi un exemple, identifié comme un « verrou carbone » [54], [56], auquel le VT participe. Le verrou carbone affecte non seulement les infrastructures, la direction de l'innovation et les institutions, mais également les usages : ainsi, la préférence pour une autonomie importante permise par le VT s'est ancrée dans les habitudes, plutôt qu'une préférence pour un véhicule silencieux et rechargeable à domicile [57]. Chaque aspect du verrou se renforçant mutuellement, une politique de pénétration du VEB doit porter sur ses différents aspects, tels que l'amélioration des batteries, la disponibilité des infrastructures énergétiques (production et distribution), la formation, le soutien financier aux achats, l'information aux automobilistes, et la promotion de modes de vies en cohérence.

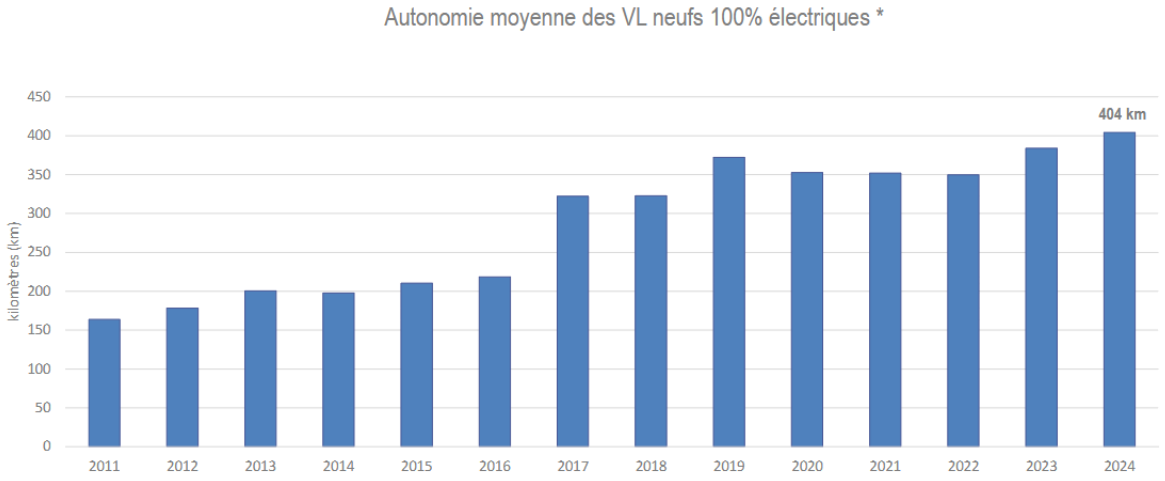
Dans cette optique, une analyse de la littérature de recherche sur la transition énergétique du secteur automobile de 2015 à 2020 [58] a identifié les acteurs clés, leurs rôles et positions en vue d'une émergence du VEB, initialement cantonné à une niche technologique dans un environnement dominé par le VT. Les automobilistes, constituant la demande, sont inquiets du prix des VEB et de leur inadéquation avec leurs besoins de mobilité. Les constructeurs, formant l'offre, craignent une demande incertaine et donc un passage à l'échelle faible, des coûts d'investissements élevés au détriment de la production de VT. Les équipementiers subissent un dispositif industriel adapté aux VT et sont assujettis aux demandes des constructeurs. La société civile craint, elle, des pertes d'emplois et un coût écologique caché à travers l'extraction minière et la fin de vie des batteries. A ces acteurs et réticences associés doivent être développées des réponses adaptées : mettre en avant le caractère innovant, silencieux, confortable et moins polluant du VEB pour les consommateurs ; les opportunités économiques et la réglementation pour les industriels pour déclencher les premiers investissements ; la nécessité d'anticiper le changement vers une nouvelle technologie et l'objectif de décarbonation pour la société civile. Ce programme d'ensemble doit s'appuyer sur des nouveaux acteurs dans l'écosystème, mieux disposés à impulser des changements de modèles d'affaires et d'offre produits.

[39] Cela correspond à l'approche du constructeur Tesla, qui a déployé un réseau de charge rapide dédié en parallèle de sa pénétration de marché.

F. Les batteries : perspectives d'évolution technologiques et industrielles

La batterie est un élément déterminant pour le positionnement du VEB dans l'écosystème automobile et sa capacité à s'y imposer : elle conditionne notamment le prix, l'autonomie (avec les infrastructures de recharge), mais également la fiabilité et la durabilité du véhicule. Elle concentre 31% de l'empreinte carbone du véhicule par km parcouru selon le cabinet C-Ways[40].

C'est également sur ce composant que s'est concentrée l'amélioration technique du VEB : le poids de la batterie est passé de 40% à 25% du poids total du véhicule entre 2010 et 2025, son prix a été divisé par 5 tandis que son autonomie a augmenté de 133%.



* Autonomie mesurée en cycle **WLTP** (*Worldwide Light Vehicles Test Procedures)* : Norme EU basée sur une série de tests destinés à évaluer la consommation d'énergie, les émissions à l'échappement (pour les modèles thermiques) et l'autonomie de chaque voiture électrique mise sur le marché.

Sources : AVERE

L'amélioration à venir des batteries dépend de deux facteurs : d'une part la mise au point de nouveaux types de batteries, ou « chimies de batteries », généralement définis par les matériaux composant notamment l'anode. D'autre part, l'amélioration tendancielle des procédés industriels, permise par la production en masse. Notons ici le caractère contradictoire de ces deux pistes : l'amélioration des procédés implique une stabilité du produit afin d'en standardiser et d'en optimiser la production, soit une logique industrielle. Au contraire, l'évolution de la chimie des batteries relève d'une logique d'innovation : l'objectif est de mettre au point un produit nouveau, par définition différent du standard industriel existant. Une nouvelle chimie implique de réadapter l'outil industriel, d'engager de nouveaux investissements dans des équipements, et de parcourir de nouveau une courbe d'apprentissage, c'est-à-dire des taux de non-qualités élevées, des délais et des rendements réduits. Les industriels arbitrent donc entre effort de R&D et investissement en production de masse, un arbitrage lui-même conditionné par les décisions des concurrents.

Ainsi, l'annonce d'une nouvelle chimie de batterie peut amener à ralentir les investissements industriels pour ne pas être verrouillé dans une technologie inférieure. Mais miser trop précocement sur une technologie naissante expose au risque que celle-ci s'avère en deçà aux attentes, ainsi qu'à une moindre amélioration des procédés existants du fait d'arbitrages de ressources en défaveur des procédés.

Les constructeurs tendent à définir un standard de batteries, et adopter une nouvelle chimie pour définir un positionnement marketing de leurs modèles. Cette standardisation du marché renforce les risques associés aux arbitrage innovation / industrialisation : rester dans une technologie ancienne expose au

[40] Cas d'une berline roulant 150 000 km. Calculs C-Ways à partir de données ICCT 2025

risque de voir une nouvelle technologie devenir un nouveau standard, tandis qu'adopter précocement une nouvelle chimie induit le risque qu'elle ne s'impose pas comme standard.

G. Nouvelles batteries ou nouveaux usages ?

Les batteries actuelles sont de type Lithium-Ion, eu égard au mécanisme de déplacement du lithium dans la batterie (sous forme d'ion plutôt que métallique). Elles constituent une catégorie de batterie plutôt qu'une chimie spécifique. A ce titre, deux chimies coexistent actuellement : la chimie NMC, plus ancienne, présentant une densité énergétique et donc une autonomie plus élevée, mais également plus coûteuse à produire, et la chimie LFP, énergétiquement moins dense et moins coûteuse. La première s'adresse plutôt à des véhicules haut de gamme, quand la seconde serait plus appropriée pour le marché de masse. Cette catégorie de batterie a connu de nombreuses évolutions, engendrant la forte baisse des coûts et l'amélioration de l'autonomie des VEB observées au cours de la dernière décennie, et bénéficient d'une importante durée de vie en termes de cycles de charge-décharge, de l'ordre de 1500 à 2000 cycles (chiffre à préciser).

Cependant, ces chimies présentent une densité énergétique de l'ordre de 200 Wh/kg, nécessitant des batteries importantes en taille et en poids pour améliorer l'autonomie des VEB. Par ailleurs, l'électrolyte est inflammable, présentant un risque d'incendie des VEB. Notons que ces derniers sont en général moins sujet aux incendies que les VT : cinq à six fois moins fréquemment selon des données norvégiennes de 2018 à 2022 [19], et quatre fois moins selon des données issues des Etats-Unis [20].

L'enjeu des nouvelles batteries réside aujourd'hui principalement dans la baisse des coûts, l'amélioration de leur densité énergétique, tout en maintenant ou en améliorant leur durabilité, leur vitesse de recharge et leur risque d'incendie. Ces objectifs ne sont pas toujours compatibles, et la direction à donner aux objectifs d'innovation dépend des anticipations des acteurs quant aux demandes et priorités des utilisateurs finaux.

Certaines chimies sont susceptibles de remplacer les lithium-ion, quoiqu'elles n'aient pas encore atteint une maturité permettant leur industrialisation. Les batteries lithium-soufre présentent une densité énergétique supérieure : jusqu'à 2600 Wh/kg en théorie, 400 Wh/kg observés en pratique. Leur durabilité est cependant très faible, de l'ordre d'une centaine de cycles. Les batteries lithium-air présentent une densité théorique très élevée, de l'ordre de 3500 Wh/kg, mais sont encore expérimentales. Les batteries solides sont probablement la piste la plus avancée, présentant une densité énergétique effective attendue autour de 500 Wh/kg et réduisant considérablement le risque d'incendie. Mais des questions techniques préalables à leur industrialisation restent ouvertes, telles que le choix des électrolytes [21].

Ainsi, la technologie Lithium-ion va probablement demeurer la norme des batteries au cours des prochaines années, avant qu'une nouvelle technologie soit mise au point et industriellement généralisée : le McKinsey Center for Future Mobility projette qu'elles constitueront encore 97% de la capacité de batterie commercialisée en 2035 [62], tandis que le groupe de réflexion européen Battery 2030+ estime que les chimies alternatives n'émergeront comme alternatives aux Lithium-Ion qu'à partir de 2030 [63]. De ce point de vue, les améliorations en termes d'autonomie devront venir des infrastructures de recharges ou des optimisations des technologies actuelles.

L'adoption du VEB devrait donc s'accompagner de nouveaux usages de mobilité, notamment pour la préparation de trajets longs. Si le VEB implique moins de changement pour les trajets courts, en conclure que le VT (y compris sous ses formes hybrides) devrait conserver une place importante dans le parc, en tant que véhicule principal au regard de ces trajets, reviendrait à ne pas tenir compte des effets dynamiques d'une telle politique. En effet, à mesure que la part du VEB s'accroit dans le parc, les infrastructures, institutions, technologies et usages se développent en conséquence, facilitant sa diffusion subséquente. On retrouve ici les effets de dépendance au sentier, cette fois appliqués au VEB : les premières adoptions encouragent les suivantes.

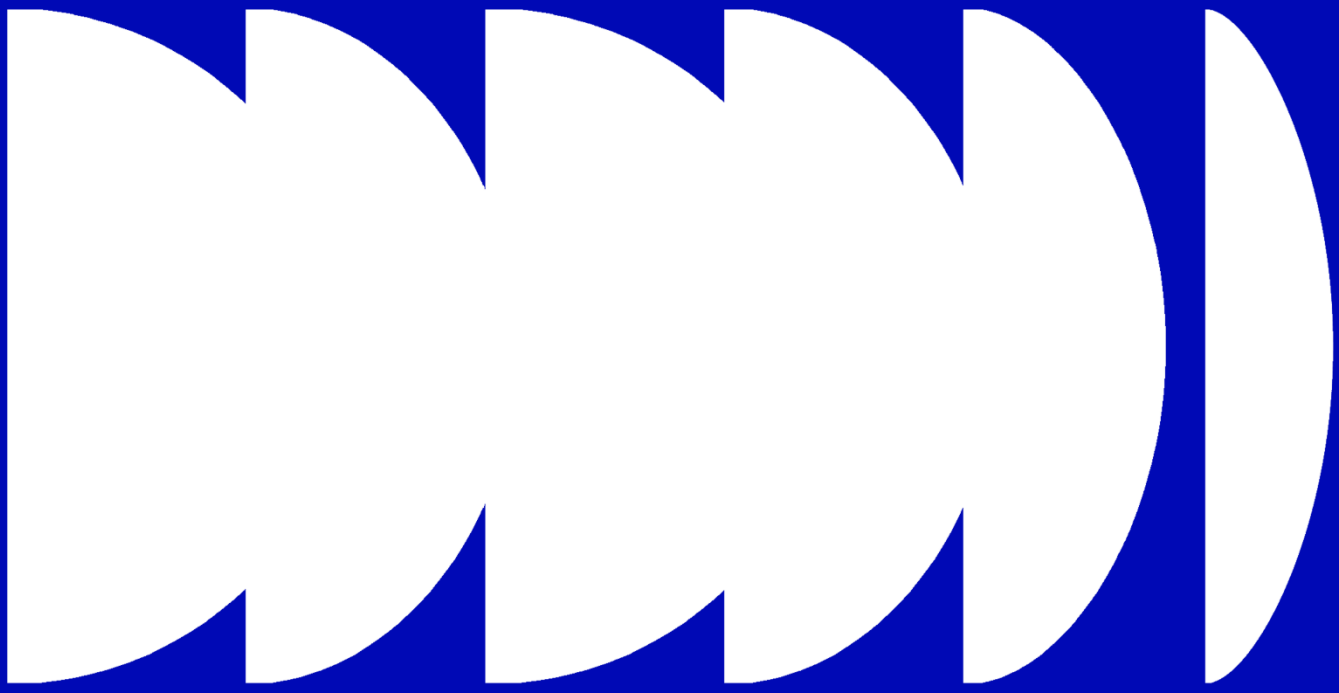
Cet effet dynamique se retrouve dans le cas des batteries : un accroissement des ventes de batteries encourage leur développement leur amélioration, selon une logique de changement technique qui se dirige spécifiquement vers les secteurs les plus porteurs, du fait de la taille du marché, du potentiel d'innovations ou des incitations publiques [24]. Ce phénomène a notamment été observé dans le cas du secteur automobile, où les brevets concernant des innovations environnementales s'accroissent en part en réponse aux politiques publiques de décarbonation [25]. Ainsi, retarder la diffusion des VEB conduirait à également retarder l'émergence de meilleures batteries à l'avenir.

Pour le rapport final, nous approfondirons :

- Les enjeux de l'état de santé de la batterie (SOH) ;
- La prospective sur les chimies de batteries ;
- Les technologies de recharge embarquée (autonomie par rapport vitesse de charge).

Rapport intermédiaire
Automobile et mobilités routières

Partie 3 : Les leviers de transformations de la filière



I. Les leviers de décarbonation du transport

Décarboner les transports nécessite d'agir à plusieurs niveaux : nombre de kilomètres parcourus par an et par personne, moyen de transport utilisé, taux de remplissage des véhicules, consommation unitaire et quantité de carbone contenu dans l'énergie utilisée. Nous n'atteindrons pas nos objectifs de décarbonation sans actions fortes sur l'ensemble de ces déterminants.

En reprenant la décomposition des émissions du secteur pour le transport de personnes, cela suppose d'agir sur chacune de ces composantes :



Le même raisonnement peut être conduit pour le transport de marchandises. Par souci de simplification, nous traitons ici de la mobilité des personnes.

- La **maitrise des kilomètres parcourus** est centrale compte tenu du fait que c'est le facteur principal de hausse des émissions sur longue période. Nous renvoyons à ce sujet vers les travaux d'A. Bigo [66]. On peut rappeler que 60% des émissions de GES de la voiture proviennent des trajets 10-80 km. Ainsi, le télétravail, par exemple, est un levier permettant la réduction des kilomètres parcourus. De même, la réaffectation de salariés d'entreprises multisites vers des sites plus proches de leur domicile permet de réduire significativement les trajets domicile travail (voir par exemple « 1 km à pied »).
- Le **report modal** est également un axe fort de la décarbonation. On l'a vu, la mobilité est dominée de façon écrasante par la voiture individuelle pour les déplacements quotidiens et par la voiture et l'avion pour les longs trajets. A contrario, la marche à pied, le vélo, les transports en commun et le train sont beaucoup moins émissifs et plus sobres énergétiquement que la voiture. Un trajet à vélo à assistance électrique émet ainsi 20 fois moins de GES qu'en voiture thermique et 9 fois moins qu'en voiture électrique ; un trajet en TGV émet 90 fois moins qu'en voiture thermique, par passager[41].
- On peut aussi agir sur le **taux d'occupation des véhicules** : il est de 1,6 passager pour des voitures de 4 à 5 places. Ce taux est de 1,43 sur la mobilité locale et de 2,25 sur les longues distances. A. Bigo [66].
- On peut aussi améliorer **l'efficacité des véhicules** via des gains sur le rendement des moteurs, sur les pneumatiques mais aussi par des véhicules plus petits, plus légers et plus aérodynamiques, sans équipement superflu. Ceci concerne aussi bien les voitures que les camionnettes.
- **L'électrification des véhicules** est évidemment un autre levier majeur de décarbonation du transport, associé à un mix énergétique décarboné (ce qui est le cas en France par exemple ; globalement, le contenu carbone de l'électricité tend à baisser significativement dans beaucoup de pays).
- Quant à la **décarbonation de l'énergie**, les biocarburants et carburants de synthèse seront disponibles en quantités restreintes, pour des raisons de concurrence sur la production agricole, et de rendement énergétique et seront alloués en priorité aux modes de transport les plus difficiles à électrifier (aérien, maritime, engins agricoles).

[41] Voir par exemple Transport | Impact CO_2

II. Agir sur les leviers d'usage de mobilité

A. Report Modal

a. Le report modal de la voiture vers les mobilités actives et les transports en commun

Dans un système de mobilité décarboné tel que nous l'imaginons, le report modal de la voiture individuelle vers ses alternatives bas carbone est fort, que ce soit vers la marche, le vélo ou les transports en commun. Cela nous semble nécessaire pour des raisons de pollutions locale et sonore, de coût d'usage pour le citoyen, de sédentarité… mais aussi pour maitriser la consommation d'électricité et de matières.

Dans nos travaux « Réussir la transition dans l'incertitude » [10], nous détaillons les conditions à réunir pour ce report modal massif, et les résultats quantitatifs suivant différentes variantes étudiées.

La part du vélo (y compris électrique) et des 2 roues motorisés passe d'environ 2% des kilomètres parcourus sur la mobilité locale aujourd'hui à 6% d'ici 2050 dans la variante basse à 12% dans la variante intermédiaire et à 25% dans la variante haute. De même, la part des transports en commun est multipliée par 1,25, 1,5 et 2 respectivement.

Cela conduit à une baisse sensible de la part modale de la voiture pour le transport de personnes dans le système de mobilité 2050, comme l'indique le tableau suivant :

		Variantes 2050		
Variantes PREF, sur les p.km	**2025**	**Basse**	**Intermédiaire**	**Haute**
Vélo et 2 roues motorisés	2%	6%	12%	25%
Transport en commun	1	x1,25	x 1,5	x 2
Train sur longue distance	1	x 1,5	x 2	x 3

Parts modales VP+VUL	**2025**	**Basse**	**Intermédiaire**	**Haute**
Mobilité quotidienne	84%	74%	66%	47%
Longue Distance	42%	43%	39%	30%

Tableau 15 : Extrait des résultats de la modélisation PREF sur les parts modales de la voiture individuelle

Hypothèse de mobilité du parc : Baisse des kilomètres parcourus de 5% sur la mobilité quotidienne entre 2025 et 2050 (689 Gp.km vs 656 en 2050), inchangé à 618 Gp.km sur la longue distance. Gp.km : milliards de passagers.kilomètres

Cela a bien sûr d'importantes conséquences sur les usages de mobilité, sur la taille des marchés et des parcs en circulation, qui font l'objet de la présente étude.

Pour autant, quel que soit le scénario, **la voiture gardera une place importante** dans le système de mobilité 2050 compte tenu de la taille actuelle du parc et de l'âge de sortie des véhicules, ainsi que, plus fondamentalement, des infrastructures à déployer et des changements d'usages à introduire pour permettre un report modal en profondeur.

b. Report modal vers motocycles électriques

Nous renvoyons ici vers la note thématique dédiée.

c. Potentiel de report modal vers les microvoitures

Nous renvoyons ici vers la note thématique dédiée.

B. Le covoiturage : un levier de décarbonation rapide et à fort potentiel

Parmi les leviers d'usage susceptibles de réduire significativement les émissions du parc automobile, le covoiturage occupe une place particulière : les véhicules et les infrastructures existent déjà, et le potentiel est considérable. En France, 80 % des kilomètres parcourus en voiture le sont par des conducteurs seuls, autant de sièges vides qui représentent un gisement de décarbonation immédiatement mobilisable, sans investissement en capital lourd. Rappelons que 75 % des actifs utilisent encore leur voiture quotidiennement pour se rendre au travail[42].

L'objectif central est la réduction de l'autosolisme : le principal gisement de décarbonation réside dans la conversion des trajets aujourd'hui effectués seul en voiture, y compris lorsqu'aucune offre de transport collectif performante n'existe à proximité. Le covoiturage peut prendre plusieurs formes suivant l'objectif poursuivi. Il peut s'organiser sous forme de lignes de covoiturage fixes complémentaires des modes de transport existants, mais aussi pour répondre à des flux diffus et porte-à-porte, couvrant l'ensemble des origines-destinations d'un territoire que les réseaux classiques desservent difficilement. La complémentarité avec les transports en commun constitue néanmoins un levier important dans de nombreux territoires : spatiale, en maillant des axes non desservis par des modes lourds fréquents comme le train ou le car, mais également temporelle, en proposant une offre hors heures de pointe pour renforcer la qualité du service, et en heure de pointe pour écrêter la demande. L'exemple grenoblois illustre cette logique : une ligne de covoiturage express renforce une ligne de car express sur le même axe en heure de pointe, augmentant la fréquence globale et l'attractivité de l'offre.

Le SGPE[43] a retenu un objectif d'augmentation du taux d'occupation (TO) moyen des voitures de 1,43 à 1,51 passager par véhicule. Ce gain apparemment modeste permettrait de réduire le nombre de véhicules-kilomètres de 19 milliards, soit une réduction des émissions de 3,5 Mt de CO_2 d'ici 2030. Ces ordres de grandeur illustrent l'effet de levier considérable d'une amélioration même marginale du TO. L'ADEME[44] évalue à 2,9 kg de CO_2e l'économie réalisée par trajet covoituré.

Une étude réalisée pour l'IMT et T&E[45] montre qu'un système multimodal hors des zones denses, combinant TER, cars express et lignes de covoiturage express, permettrait de desservir 11 468 communes (contre 1 402 aujourd'hui), couvrant 43 millions d'habitants au total. Dans ce scénario, la part modale des alternatives à la voiture solo doublerait, passant de 10 % à 22 % dans les zones desservies.

Les conditions de massification restent néanmoins à réunir : lever les freins comportementaux (confiance, flexibilité, habitudes), développer tous les modèles existants (covoiturage du quotidien porte-à-porte, lignes de covoiturage express sur axes structurants, covoiturage domicile-travail en entreprise, zones rurales) et disposer d'outils de diagnostic territorial permettant de visualiser, pour chaque intercommunalité, l'impact de la voiture individuelle et le potentiel du covoiturage sur les trajets domicile-travail.

[42] https://www.ifop.com/article/lautomobile-resiste-trois-quarts-des-actifs-francais-utilisent-une-voiture-pour-se-rendre-au-travail-chaque-jour/
[43] SGPE — Plan de planification écologique (2023)
[44] ADEME — Enquête nationale sur le covoiturage (2025)
[45] Étude IMT/T&E (covoiturage express hors zones denses)

Plusieurs scénarios chiffrés seront intégrés dans le rapport final en cohérence avec les trajectoires retenues. Les ordres de grandeur disponibles[46][47] confirment que le covoiturage est l'un des leviers clés combinant rapidité de déploiement, accessibilité économique et impact significatif sur les émissions, à condition d'être organisé à l'échelle des territoires et non laissé à la seule initiative individuelle.

III. Agir sur le parc et son renouvellement

Nous avons vu la nécessité d'agir sur l'électrification du parc, mais il convient aussi d'agir sur son renouvellement pour en sortir les véhicules les plus anciens et les plus polluants.

Quelle que soit la vitesse d'électrification, il restera jusqu'en 2050 (et au-delà si nous n'allons pas assez vite dans la transition) des (dizaines de) millions de véhicules thermiques en circulation. Il convient donc également d'agir sur la décarbonation de ce parc thermique résiduel. **Les politiques menées actuellement en France traitent quasi exclusivement des véhicules neufs en laissant de côté les actions sur la baisse des émissions du parc existant.** Cela est pourtant nécessaire pour *a minima* sécuriser l'atteinte de nos objectifs CO_2, budget carbone et de besoin énergétique, comme nous le verrons dans la partie VI.

Nous allons détailler ici **l'avancement des travaux menés avec des experts des différentes thématiques** sur les leviers de décarbonation du parc identifiés :

- Relance des ventes de véhicules neufs par une offre adaptée ;
- Place des carburants décarbonés ;
- Leviers techniques de baisse de la consommation unitaire des véhicules ;
- Potentiel du rétrofit sur les VUL, les bus et cars et les 2/3 roues motorisés ;
- Contribution de l'économie circulaire et de la réparabilité à la décarbonation.

A. Un marché du neuf atone qui freine la décarbonation

Nous l'avons vu plus haut (Partie I, chapitre III.A), **le marché VP VN en France** ressort en 2025 à **-23%** par rapport à 2019. La « perte » est de 400 à 500 000 voitures vendues par an, soit en cumulée une « perte » de l'ordre **de 3 millions de véhicules** entre 2020 et 2025. Cette « perte » est de l'ordre de 15 millions de voitures pour l'Europe (soit 2 millions de voitures par an).

Pour rappel, dans nos travaux précédents[48], notre vision de la mobilité en 2050 conduisait à une baisse planifiée du marché des VP de 40% par rapport à 2019. La réalité observée à -23% en 2025 indique que **cette baisse est subie** et non anticipée et met donc en risque l'ensemble de la filière, celle de la production comme celle des services de l'automobile. Pour le dire autrement, pour décarboner au bon rythme, **il faut retrouver un marché VN plus dynamique permettant de rajeunir le parc et préparer un marché de voitures d'occasion décarbonés**, pour ensuite accompagner de façon anticipée sa baisse. Comme les kilomètres parcourus baissent peu, il en résulte un vieillissement du parc en circulation et une décarbonation à un rythme insuffisant face aux enjeux énergétiques et climatiques.

Avec une durée de renouvellement du parc qui atteint désormais les 20 ans, même avec le maintien de fin de vente des voitures neuves thermiques en 2035, il est probable que le parc 2050 ne sera pas complètement décarboné. Il importe donc de trouver les moyens de rajeunir ce parc et d'en accélérer le renouvellement, en revenant au moins temporairement à un niveau de marché cohérent de nos objectifs et de notre outil industriel et commercial.

[46] [Livre blanc] Comment rendre la transition des mobilités possible pour la « France qui conduit » ?
[47] FISITA Carbon Neutral Mobility - Position Paper | FISITA
[48] La transition bas carbone : une opportunité pour l'industrie automobile française ? - The Shift Project

Côté offre des constructeurs, on peut s'interroger sur son évolution et son adéquation avec les besoins d'usage des consommateurs. La tendance à l'enrichissement du contenu en équipements des voitures, les rendant à la fois plus complexes et plus chères, mérite d'être questionnée, de même que celle liée à leurs dimensions et donc à leur masse.

Côté demande, des dispositifs de sortie du parc des véhicules les plus anciens doivent être rétablis, de manière incitative. Même si les effets de la prime à la conversion, qui concernait environ 100 000 véhicules par an (et 1 million au total) avant d'être supprimée dans le projet de loi de finances 2025 pour des raisons budgétaires, sont difficiles à évaluer, le comité d'évaluation de France Relance précise qu'elle pourrait accélérer la transition du parc automobile en influant sur le choix des véhicules neufs[49]. La Cour des Comptes en 2021 et le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de la Transition Ecologique en 2023 concluaient à un bilan socio-économique positif de cette prime[5051].

Compte tenu des travaux cités du Shift Project dans le Plan Robuste pour l'Economie Française, et en attendant les résultats finaux de la modélisation de la présente étude, **nous estimons qu'il faudrait entre 200 000 et 300 000 voitures neuves électriques supplémentaires et 50 000 VUL neufs électriques chaque année jusqu'au milieu des années 2030** (soit un marché annuel autour de 1,8 à 1,9 millions en VP et 400 000 en VUL) pour tenir les objectifs de la SNBC. Une fois le renouvellement et le rajeunissement du parc fortement engagés, il faudra anticiper la baisse structurelle de la circulation du parc et un moindre besoin en véhicules neufs en 2050.

Corollairement, ce regain des marchés VN permettrait de retrouver des volumes de production en France et en Europe s'il est correctement orchestré et à la filière aval de retrouver un niveau d'activités cohérent et les moyens de sa transition.

B. Pertinence d'une offre de petit véhicule électrique sobre et abordable

1. L'inflation des voitures, en dimensions, en masse et en prix

Depuis plusieurs décennies, la tendance est nettement orientée vers une hausse de la taille et de la masse des véhicules vendus, qui se traduit sur l'ensemble des caractéristiques : dimensions, puissance...

En particulier, la masse moyenne des véhicules augmente significativement de façon continue. Pour les voitures à essence, elle a augmenté de 27 % entre 1990 (soit +246 kg) et 2024 et de 14,5 % entre 2010 et 2024 (soit +146 kg)[52], et ce, avant électrification.

[49] Le soutien de l'État à la filière automobile, communication à la commission des finances du Sénat, page 76
[50] Prime à la conversion des véhicules : bilan économique et environnemental pour 2021 | Cour des comptes
[51] Prime à la conversion des véhicules : bilan socio-économique et environnemental pour 2023
[52] ADEME - Car labelling

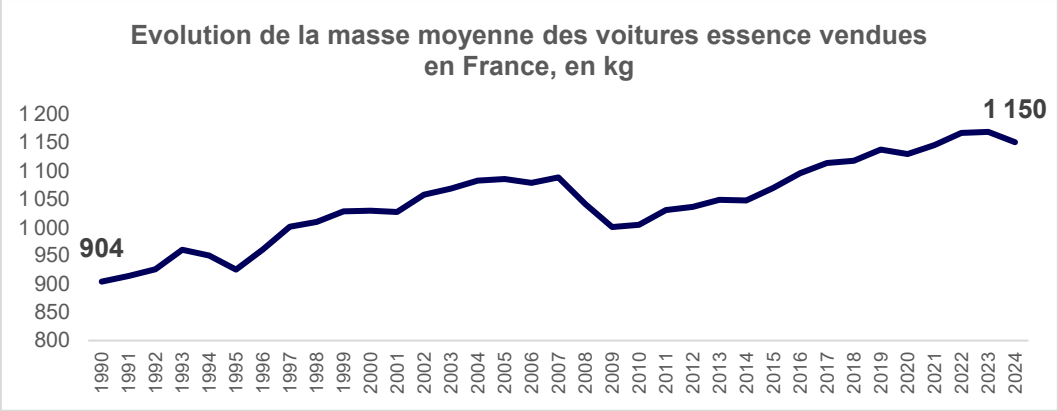


Figure 66 : Évolution de la masse moyenne des VP neuves vendues en France, en kg.
Source : ADEME Car Labelling [67].

Plusieurs facteurs expliquent cette inflation de la masse moyenne (et du prix) des véhicules :

- Les stratégies marketing des constructeurs
  - Les véhicules possèdent **de plus en plus d'équipements de confort** : télématique, connectivité, sièges réglables et modulables, insonorisations, climatisation, caméra de recul, boite automatique…
  - Le style du véhicule peut conduire également à l'ajout de pièces ou de fonctions qui participent à la prise de masse, telles que la taille de roues et jantes, les éclairages d'ambiance, la taille d'écran, les passage de roue, la calandre ou les baguettes chromées. En particulier, la silhouette SUV contribue à cette hausse en masse et en dimensions (cf. encadré en section III.C) depuis les années 2010
  - Le souhait des constructeurs de présenter une sécurité élevée, telle qu'évaluée par EuroNCAP[53], à des fins de positionnement produit. Les équipements supplémentaires qui en découlent accroissent la masse et le prix de revient des véhicules. On observe récemment chez certains constructeurs une dépriorisation de cet aspect non réglementaire
  - Le pricing power et la montée en gamme (voir plus haut)

- Les effets des normes et de la réglementation
  - Les **exigences en matière de sécurité** sont un facteur important de la hausse de la masse (et du prix) des véhicules (airbags et renforts de structure par exemple…).
    Si en soi, **le besoin de sécurité n'est pas discutable, la question de la poursuite de la croissance de ces exigences doit être posée**, au regard du réel impact sur l'accidentologie et du cercle inflationniste dans lequel nous sommes aujourd'hui.
  - Enfin, **les normes et réglementations ont un impact significatif**, notamment les normes de dépollution Euro X, de sécurité comme les caméras de détection ou les renforts en chocs par exemple.

Cette tendance (également valable au niveau européen[54]) pèse à la fois sur les prix de vente (voir graphique suivant), sur l'attrition des volumes de vente, mais aussi sur l'empreinte carbone totale des véhicules – même électriques. Elle se heurte désormais à des limites physiques et économiques : encombrement croissant dans l'espace urbain, besoin en matières croissant, vulnérabilité des autres usagers de la route et difficultés d'accès économique pour de nombreux ménages.

[53] EuroNCAP est un organisme qui évalue la sécurité des véhicules neufs suivant un protocole de plus en pl
[54] Heavier, faster and less affordable cars-The consequence of EU regulations for car emissions-2022.pdf

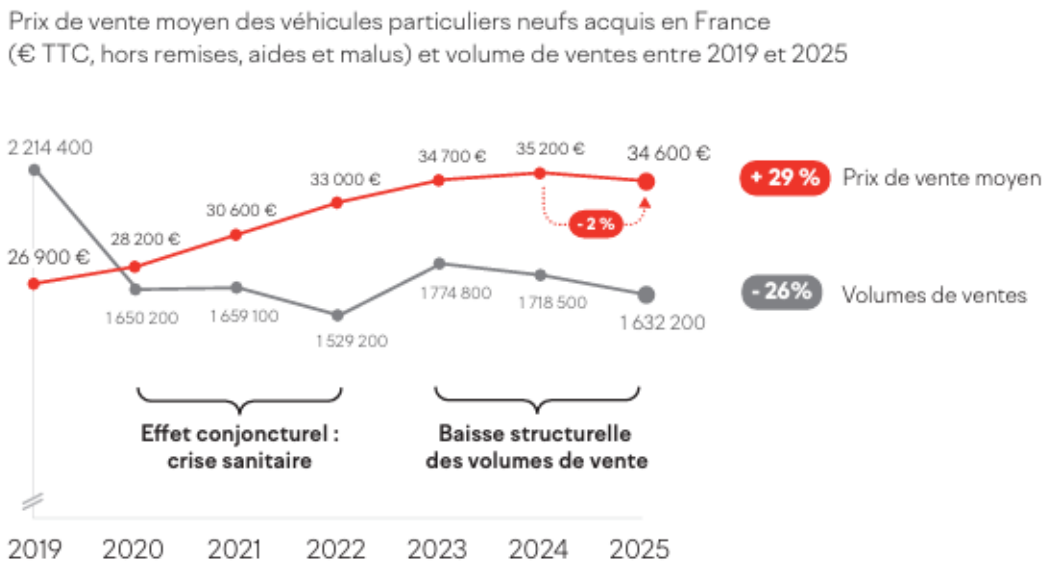


Figure 67 : Évolution du prix moyen des voitures neuves, en France. Source : IMT[55]

2. Une alternative : des véhicules plus légers et abordables

Comme le montre le rapport du GERPISA *European Regulations for an Affordable Sustainable (Battery) Electric Vehicle* d'octobre 2024[56] (traduit en français par La Fabrique de l'Industrie, *Légère et abordable : les clés d'une voiture électrique à succès*[57]*),* d'autres pays ont mis en place des politiques industrielles différentes qui ont permis de créer une offre de petites voitures électriques abordables.

C'est le cas du Japon avec les *kei-cars*, catégorie spécifique de véhicule présentant des caractéristiques de dimensions, de cylindrée et de puissance maximum : longueur maxi de 3,4m, largeur maxi 1,48m, hauteur limitée à 2m, cylindrée de moins de 660 cc et puissance de moins de 43 kW.

Cette catégorie, apparue en 1949 avec des caractéristiques beaucoup plus restrictives que celles-ci (L x l x h : 2,8 / 1 / 2 et 150 cc de cylindrée) ont permis à ce segment de représenter 30% des ventes de voitures neuves dans les années 60, avant de s'effondrer dans les années 70. La modification progressive des dimensions, le besoin de renouveler les 2èmes voitures des ménages, l'écart de prix avec les autres segments qui montaient en gamme et les politiques incitatives mises en place ont fait à nouveau augmenter les parts de marché de ces *kei-cars*, qui représentent maintenant **36% du marché des voitures neuves** et autant du parc automobile. Outre qu'elles répondent à un besoin réel d'usages, elles ont également fortement contribué à la baisse des émissions de CO_2 de transport routier au Japon[57].

Le cas chinois de développement des petites voitures électriques est différent. Elles n'ont pas nécessité de cadre réglementaire dédié, mais ont bénéficié des incitations financières et non financières importantes de la part des autorités locales en faveur des voitures « Nouvelles Energies » qui ont particulièrement favorisé les petites voitures. En parallèle, l'augmentation de la classe moyenne qui a eu besoin de s'équiper, a vu les acheteurs se tourner logiquement vers ce type de voitures en l'absence de marché de l'occasion. Toutefois, le fait que les mesures incitatives ne soient pas spécifiquement ciblées sur les petites voitures conduit le marché depuis 2023 à s'orienter vers une montée en gamme entrainant une baisse significative du segment inférieur.

[55] Baromètre de l'évolution des prix des véhicules neufs en France. 2025Enquête auprès des Français
[56] European Regulations for an Affordable Sustainable (Battery) Electric Vehicle | GERPISA
[57] Légère et abordable : les clés d'une voiture électrique à succès - La Fabrique de l'industrie

Ces deux exemples montrent qu'une orientation forte du marché vers les véhicules des segments inférieurs, répondant aux besoins économiques et d'usages des ménages, est possible sous l'effet de mesures pour soutenir la demande, mais également en créant les conditions durables d'une offre dédiée.

Compte tenu de l'état du marché des véhicules neufs, du niveau de surcapacités industrielles en France et en Europe et du vieillissement du parc, la question de la création d'une catégorie réglementaire de « *kei-cars à l'européenne* » est légitime. Elle a d'ailleurs été proposée par les anciens CEO de Renault et Stellantis en mai 2025[58] et reprise par la Commission Européenne en septembre 2025[59].

Les annonces finalement faites en décembre pour y répondre, proposant une nouvelle catégorie dite M1e sur la seule base du critère de longueur et avec une valeur ne correspondant pas à la définition de « petite voiture » (4,20m), paraissent ce faisant assez peu adaptées à la problématique à laquelle les consommateurs et le marché sont confrontés.

Si la longueur est un indicateur lisible, il n'est que partiel. Il renseigne peu sur la masse du véhicule, son intensité matière, son efficacité ou son empreinte carbone. Et ce sont ces caractéristiques qui déterminent sa soutenabilité et son accessibilité. Par ailleurs, la valeur proposée de 4,20m correspond davantage à des voitures du segment C qu'à du A :

- Renault Megane E-Tech : 4,20 m – 1513 kg
- Peugeot e-308 : 4,36 m – 1 684 kg
- VW ID3 Pure : 4,26 m – 1 787 kg

Ainsi, de nombreux modèles déjà existants entrent dans cette catégorie sans qu'on puisse raisonnablement les qualifier de petites voitures abordables : Megane E-Tech, Jeep Avenger, Fiat 600…

La catégorie M1e proposée n'est donc pas, en l'état, de nature à créer la rupture attendue en masse, prix et empreintes carbone et matière, ni même à orienter de façon sensible les plans produit des constructeurs.

3. Un vide qui reste à combler

L'attrition du segment A des petites voitures date d'au moins 15 ans. Sa part de marché n'a cessé de décroitre depuis 2010, divisée par 3 depuis cette date en Europe. Cela représente 1,2 millions de voitures en moins entre 2010 et 2025. Cette estimation est cohérente de celle du Conseil de l'Union Européenne qui avance une « perte » de 1,6 millions de véhicules des segments A et B sur la période.

En effet, les évolutions réglementaires tant sur les niveaux d'émissions que sur les équipements de sécurité ont contraint les constructeurs à délocaliser puis supprimer de l'offre européenne une grande partie de ces produits d'accès dont la rentabilité n'était plus assurée.

[58] John Elkann et Luca de Meo : « Le sort de l'industrie automobile européenne se joue cette année »
[59] Ursula von der Leyen annonce une proposition pour une "E-car" européenne| autoactu.com

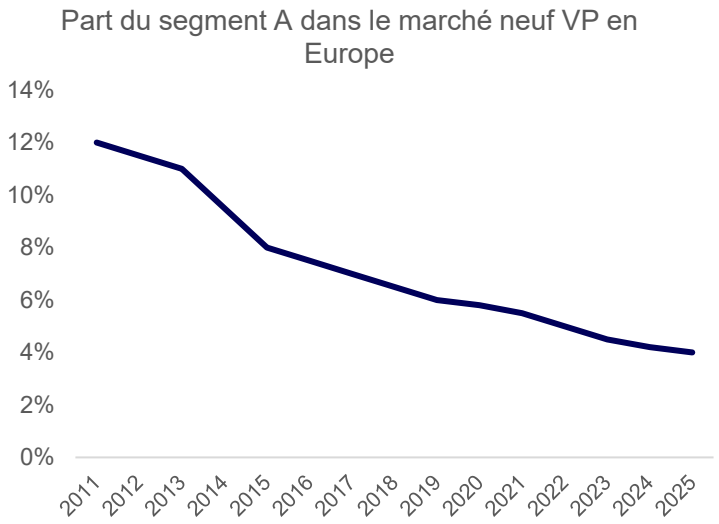


Figure 68 : part de marché du segment A dans le marché neuf VP, en Europe, en %

Le tableau suivant montre l'évolution des ventes neuves par modèle du segment A, parmi les le top 100 des ventes en France. *Ces chiffres et liste méritent d'être challengés / vérifiés car pas cohérents avec d'autres sources*.

Ventes VN en milliers Segment A	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Renault Twingo	46,5	51	43	29	22,5	17,5	17,5	
Fiat 500	25,5	22	17,5	25	27,5	32	17,3	5
Fiat Panda	14	16	13	4,5	4,5			5
Kia Picanto	10	9,5	6	6	5	6,5	7,5	5,5
Suzuki Ignis	6	5,5	4,5			4		
Toyota Aygo	12,5	15	13	14	10	12,5	14,5	12
Peugeot 108	21	21,5	16	13				
Citroën C1	17	17	12	10				
Nissan Micra	12,5	11	8	6	5			
Smart fortwo	5,5	8,5						
Dacia Spring				11,5	18	28	5	7,5
Ford Ka	8							
Total segment A (dans le top 100)	**132**	**126**	**90**	**90**	**70**	**83**	**44,3**	**35**
Part de marché	*6%*	*6%*	*5%*	*5%*	*5%*	*5%*	*3%*	*2%*

Tableau 16 : Évolution des ventes de VN par modèle du segment A, parmi le top 100 des ventes en France. Source : décompte The Shift Project d'après les données PFA.

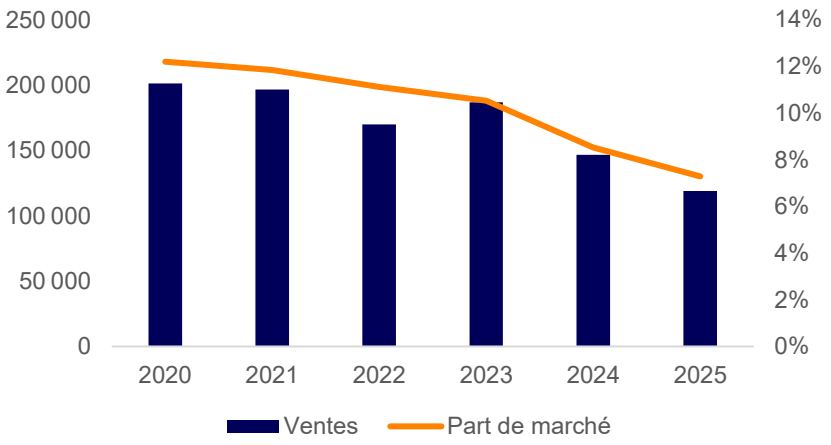


Figure 69 : Ventes de voitures neuves du segment A et part de marché, en France. Source : C-Ways.

Sur ce périmètre, la part du segment A dans le marché a été divisée entre 2 et 3 en quelques années, entrainant la « perte » de **100 000 VN** par an en France, soit a minima ¼ du marché perdu depuis 2019.

Cette lente disparition, même si de nouvelles offres commencent à apparaitre, laisse un espace important dans les propositions de constructeurs que l'on peut visualiser sur le graphe suivant, que l'on pourrait combler par la création d'une nouvelle catégorie règlementaire européenne de véhicules électriques.

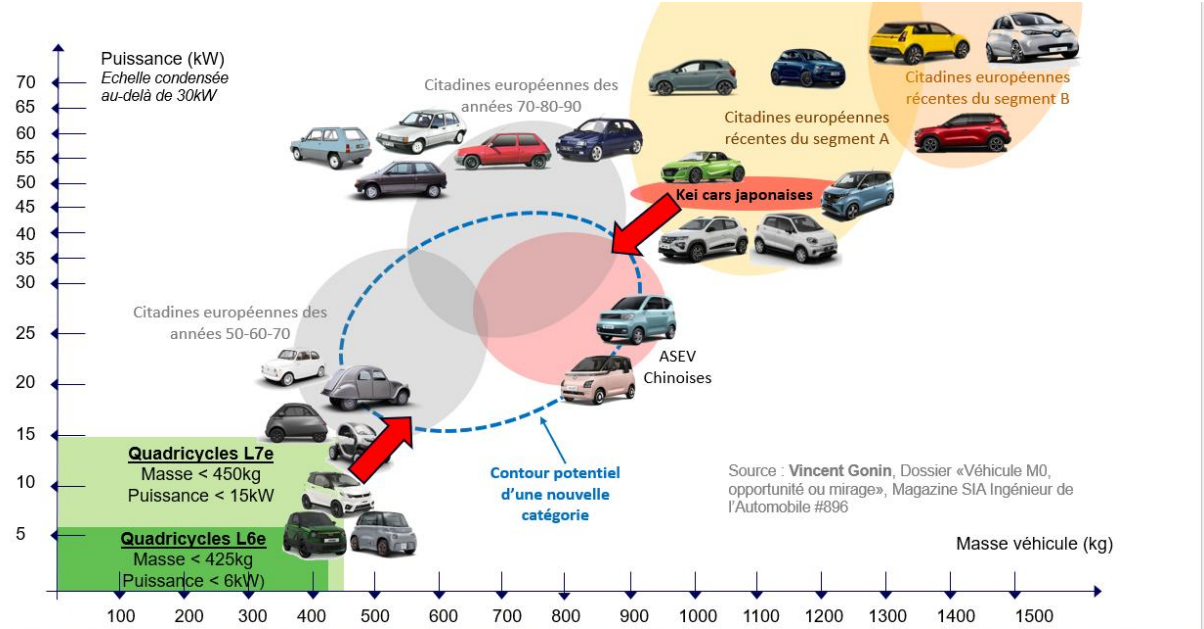


Figure 70 : représentation de l'offre de véhicules.
Source et infographie : Vincent Gonin

Les consommateurs sont prêts à avoir des voitures plus simples si elles sont moins chères.

Nous citons ici l'Observatoire CETELEM de l'automobile 2026[60], vaste enquête portant sur plusieurs pays européens. Il pointe que, « *dans une logique de baisse des prix, principal levier de relance, porter un regard nouveau sur l'offre semble une direction pertinente pour les automobilistes afin de relancer le marché (*Figure 71*). En premier lieu, le tiers d'entre eux encourage la production et donc la vente de véhicules avec moins d'options de personnalisation. Les tenants de cette frugalité se concentrent dans trois pays du sud de l'Europe : le Portugal, la France et l'Italie (40 %, 38 % et 36 %). Au nord de cette même Europe, l'Allemagne et la Pologne se montrent plus réfractaires.*

Simplicité dans le choix, mais aussi simplicité dans la technologie. Diminuer les aides à la conduite pour réduire les coûts se place ainsi en deuxième position de ce classement (26 %). De façon quelque peu surprenante, les technophiles Chinois et Américains sont les plus nombreux à le souhaiter.

Enfin, la production de véhicules moins grands et moins lourds se positionne sur la troisième marche du podium. Une nouvelle positive pour les tenants de véhicules plus respectueux de l'environnement. Derrière les Pays-Bas, l'Allemagne, pays des grandes berlines et SUV, occupe une étonnante deuxième place avec un nombre conséquent d'automobilistes qui envisagent cette réduction de taille. »

[60] L'offre - L'Observatoire Cetelem | Observer, éclairer et décrypter l'évolution des modes consommation en France et à l'étranger

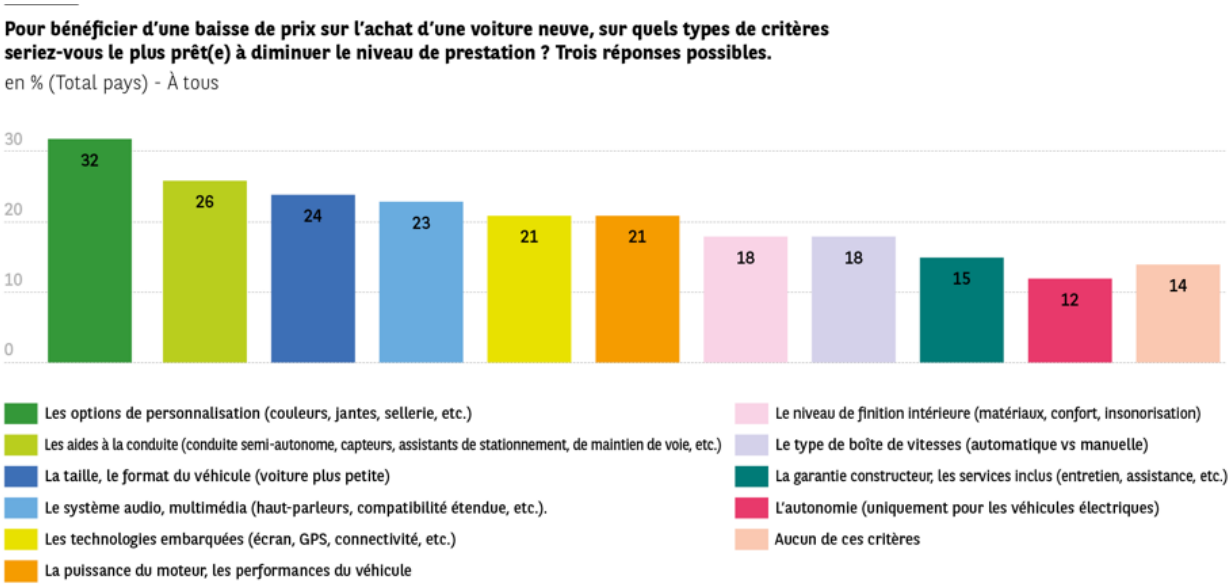


Figure 71 : Des consommateurs prêts à des niveaux de prestations plus bas pour baisser les prix.
Source : Observatoire CETELEM de l'automobile 2026.

4. Un cahier des charges ambitieux mais faisable

Au moins 3 travaux récents en France ont porté sur la nécessité et la définition du cadre technique de cette nouvelle catégorie de véhicule électrique :

- European Regulations for an Affordable Sustainable (Battery) Electric Vehicle, déjà cité, 2024
- Initiative Movin'On sur la voiture électrique légère, électrique, abordable et durable, la POPCAR, avec la contribution du Shift Project, 2025
- Etude FNH – IMT et C-Ways à venir sur le potentiel de véhicules électriques abordables, 2026

Bien que d'horizons différents (think tanks, industriels, ONG...), ces travaux convergent tous vers l'intérêt majeur pour les consommateurs européens, et pour l'industrie automobile européenne de ce type de véhicules.

En parallèle, les acteurs des microvéhicules, notamment sous l'égide de l'ADEME avec son programme Extrême Défi, développement des concepts et des projets visant à élargir l'offre par le bas, en partant de la catégorie L7e (voir graphique 38 et la note dédiée sur les VELIS).

Sur le plan technique, les caractéristiques du véhicule selon les travaux cités dessinent le portrait-robot suivant :

	Quadricycle lourd L7e actuel	VESA M0 Gerpisa	VESA M1 Gerpisa	VEB Etude en cours	POPCAR Movin'On
Nombre de places	<= 4	4	4	4	4
Poids, batterie incluse	< 450 kg Hors batterie	< 1000 kg	< 1000 kg	< 800 kg	< 850 kg
Empreinte carbone sur cycle de vie					< 6 tCO_2e
Dimensions	L 3,7 x l 1,5 x H 2,5	L 3,8 x l 1,7 x H 2	L 3,8 x l 1,7 x H 2	L 3,6 x l 1,55	*<(L3,6 x l 1,6)*
Puissance moteur	15	40	50	30 à 45 kW	25 à 40 kW
Capacité de la batterie	>6 kWh	>15 kWh		15 à 22 kWh	~20 kWh

Vitesse max	90 km/h			110 km/h	
Consommation à l'usage				9 à 10 kWh	5 à 7 kWh/100 km
Autonomie				140 à 200 km	150 à 200 km
Durabilité					240 000 à 300 000 km
Equipements de sécurité	Ceintures	Ceintures, ESP, Airbags, chocs	Idem M1	Ceintures, ESP, Airbags, chocs	Ceintures, ESP, Airbags, chocs
Adaptation nécessaire de normes	-	Oui	Non	Oui	Oui
Utilisation	Uniquement routes autorisées	Pas d'autoroute	Aucune restriction	Aucune restriction	Aucune restriction
Provenance	Plutôt France	Europe	Europe	Europe	Europe avec contenu local fort
Eligible au pooling CO_2 EU	Non en l'état	Oui	Oui	Oui	Oui
Objectif de prix de vente			~15 000 €	13 900 € avant aides	10 000 € après aides ou 100 €/mois assurance incluse

Les entretiens et groupes de travail menés avec des experts de l'architecture et de l'industrialisation automobile, et la revue des études précédemment citées permettent ainsi de cadrer le périmètre technique que pourrait recouvrir cette nouvelle réglementation. Il semble pertinent de fixer au moins à cette catégorie un objectif de masse maximum. On pourra également intégrer, à l'instar des kei-cars japonaises, des dimensions à respecter. Pour certains experts, la définition d'un objectif d'empreinte carbone est jugée nécessaire, mais cela présente un risque fort de complexité méthodologique de nature à retarder les décisions d'engagement. Le style du véhicule, en ce qu'il doit reprendre les codes classiques de l'automobile, est aussi jugé essentiel.

Proposition d'objectifs :

- Masse à vide : 800 à 900 kg maxi
- Durabilité (à définir précisément) : 300 000 km
- Dimensions maxi : L3,6 m x l1,6 m
- Puissance moteur maxi : 50 kW
- Pas d'objectif sur la vitesse max

Une des difficultés pour la création de cette réglementation est l'obtention d'un consensus au niveau européen, ainsi que les délais d'élaboration des textes. 2 voies sont possibles :

- Partir de la réglementation M1, intégrer les nouvelles exigences et adapter les existantes, pour créer une catégorie qu'on pourrait nommer **M0** ;
- Partir de la réglementation L7e, et intégrer de nouvelles exigences notamment de sécurité, pour aboutir à une nouvelle catégorie qu'on pourrait nommer **L8**.

Est-ce qu'il est plus simple de créer L8 plutôt que M0, en consensus, acceptabilité et en délai ?

Dans la 1ère hypothèse, la faisabilité technico-industrialo-économique de ce véhicule nécessite une adaptation des réglementations, et pour beaucoup d'experts, notamment celles concernant la sécurité active et passive. Cela est envisageable sans dégradation de la sécurité routière pour des voitures dont la vitesse maximale est limitée et dont les usages sont plus concentrés sur la mobilité quotidienne. Il s'agit ici de ne rendre obligatoire que les équipements nécessaires sans inflation sur les aides à la conduite.

Dans la 2nde hypothèse, il s'agira au contraire de renforcer les exigences et d'ajouter des équipements dans le contenu réglementaire.

Le socle minimum devra être constitué, dans tous les cas :

- D'airbags frontaux
- De l'ABS/ESP
- De renforts de structure permettant l'absorption de chocs frontal et latéral à un niveau à adapter à l'usage et aux caractéristiques de la catégorie

Au-delà du contenu réglementaire, l'atteinte d'un objectif de prix de vente ambitieux (et d'un coût à l'usage bas), que l'on imagine autour de 12 000 € avant aides (condition d'atteinte des volumes notamment), passe par des choix techniques forts, notamment développer une plateforme technique dédiée et optimisée, même si certains de ses éléments peuvent être repris de plateformes existantes, et par une optimisation industrielle, notamment en termes de saturation de l'outil industriel (autour de 250 000 véhicules / an pour une usine d'assemblage automobile).

Parallèlement, la mutualisation entre acteurs de développements spécifiques, de pièces ou de sous-ensembles permet une optimisation des dépenses et du prix de revient de fabrication (PRF). C'est sans doute difficile pour les constructeurs automobiles traditionnels ; c'est en revanche une voie suivie par les acteurs de la micromobilité, dont l'enjeu principal reste, outre l'homologation, la massification et la baisse sensible du PRF.

Dans un contexte de forte pression concurrentielle, notamment en provenance d'Asie, et face à l'enjeu stratégique de souveraineté industrielle européenne, il est essentiel d'accompagner l'émergence de ce segment par des dispositifs de soutien dédiés :

- Une **éligibilité de ces véhicules dans la trajectoire du règlement CO_2** qui doit évoluer pour valoriser ces véhicules véritablement efficients et bas carbone. Une intégration spécifique de cette catégorie, avec un système de bonus pondéré, permettrait aux constructeurs d'être incités à produire et commercialiser ces véhicules dans leur mix global,
- Un **objectif minimal de contenu local** (80% au véhicule ?), sur l'ensemble du cycle de vie du véhicule (conception, assemblage, composants stratégiques, matériaux critiques, services associés).
- Un **éco score**, du type de celui développé en France par l'ADEME (score environnemental basé sur l'empreinte carbone), permettant l'accès aux aides à l'achat.

5. Marché potentiel

Nous ne traitons dans ce paragraphe que du potentiel de marché des véhicules issus de la nouvelle catégorie (créée par suppression de certaines exigences de la catégorie M1 ou enrichissement d'exigences de la catégorie L7). Le potentiel des quadricycles L6/L7 est traitée dans la note thématique dédiée.

Plusieurs approches sont possibles pour estimer le marché potentiel en véhicules neufs de cette catégorie : par les usages actuels (par type, distance…) en estimant le potentiel de substitution de la voiture classique, plus sommairement en considérant que ces nouvelles voitures peuvent remplacer les 2ème, 3ème voire 4 et 5ème voiture des ménages, ou en estimant que cette nouvelle offre abordable et attractive permettrait de recréer le marché qui a été perdu depuis 2019.

Dans une présentation de mars 2025[61], C-Ways a évalué le potentiel des *kei-cars* en Europe entre 3 et 4 millions de véhicules neufs par an, à horizon 2035-2040, avec 2 marchés principaux que sont la

[61] L'avenir de la mobilité légère : le rôle des véhicules intermédiaires

France et l'Italie. Cela représente environ un quart à un tiers du marché 2025, en cela cohérent avec la part de marché des *kei-cars* au Japon (36%).

Plus récemment, l'étude FNH IMT C-Ways chiffre le marché annuel potentiel autour de 3 millions en régime stabilisé pour l'Europe, dont 450 000 en France, et 650 000 à 700 000 en Allemagne et en Italie.

C'est globalement cohérent d'une approche plus sommaire qui consiste à considérer que ce type de voiture pourrait a minima remplacer la 2ème voiture des ménages. En effet, environ 35% des ménages français possèdent 2 voitures ou plus[62]. Sur la base d'un nombre de ménages de 30 millions, le parc roulant des 2èmes véhicules et plus des ménages est de l'ordre de 10 millions. Avec un âge moyen de fin de vie des voitures de 20 ans, et en supposant que le marché ne renouvelle que celles-ci, cela conduit à un marché annuel de 500 000 véhicules. Ce type de véhicule est de nature à répondre aux besoins de nombreuses professions (infirmiers, livreurs, aides-soignants, réparateurs, collectivités…)

De même, si on considère qu'une partie de la baisse de marché VN depuis 2019 (-500 000 voitures / an en France) est liée strictement à l'absence d'offres, ce nouveau type de voitures permettrait d'en reconquérir une part significative de l'ordre de 200 à 300 000 voitures par an en France.

On le voit, quelle que soit l'approche, **l'ordre de grandeur du potentiel de cette nouvelle catégorie est de l'ordre de 200 à 400 000 véhicules rien que pour la France et autour de 3 millions pour l'Europe**. En termes industriels, cela correspond à 1 à 2 lignes d'assemblage pour la France et 12 au niveau européen.

Outre l'intérêt pour la décarbonation et l'accélération du renouvellement du parc en circulation, cette nouvelle catégorie permettrait de retrouver des volumes de production dans les usines européennes en sous capacités importantes et les emplois qui vont avec.

Elle permettrait également de soutenir le marché de ventes de voitures neuves et les distributeurs.

6. Potentiel de décarbonation

Une comparaison de l'empreinte carbone unitaire montre qu'une telle voiture petite, électrique, sobre et abordable présente une forte réduction des émissions de GES non seulement par rapport à une voiture thermique du segment A (-85% environ) mais également par rapport à une voiture électrique de ce segment (-50%).

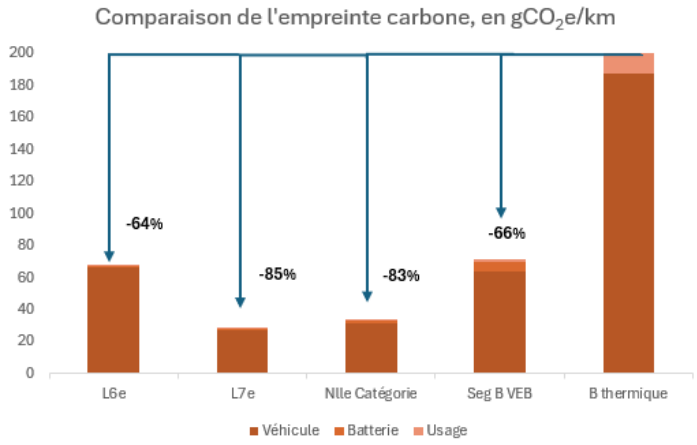


Figure 72 : Comparaison de l'empreinte carbone en cycle de vie, en tCO_2, pour différents véhicules

[62] [73]

Calculs : The Shift Project sur base des valeurs retenues dans ce rapport

Nous raisonnons sur ce graphe en gCO_2e/km pour tenir compte des écarts de durée de vie entre ces différents véhicules. Nous avons ici pris les hypothèses suivantes qui demandent consolidation :

- L6 : 50 000 km
- L7 : 150 000 km
- Nouvelle catégorie / Segment B électrique / Segment B électrique : 200 000 km

Les travaux menés sur POPCAR ont même conduit à proposer un objectif d'empreinte carbone en cycle de vie à 4,5 tCO_2e hors phase d'usage, dans les prochaines années, notamment grâce à l'intégration d'une batterie fabriquée dans un pays à électricité décarbonée comme la France, et à la décarbonation de l'électricité et des procédés pour la fabrication.

Le modèle et les scénarios développés dans cette étude permettront de prendre en compte ces éléments pour quantifier le potentiel de décarbonation de cette nouvelle catégorie de véhicules.

Une note dédiée au potentiel et au développement des VELIS et micro-cars est disponible.

IV. Les véhicules hybrides : un potentiel de décarbonation mais des limites

On appelle véhicule hybride tout véhicule utilisant deux sources d'énergie pour assurer sa propulsion, généralement une source thermique (essence, diesel) et une source électrique. Si les premières expérimentations de ces motorisations apparaissent dès 1899, avec la Lohner-Porsche Elektromobile, les modèles grand public sont commercialisés à partir de 1997 au Japon, puis en Europe et aux Etats-Unis avec le lancement de la Toyota Prius, puis de la Honda Insight. Généralement plus coûteux à l'achat, du fait d'une batterie plus importante et d'un GMP[63] plus complexe, ils présentent une consommation kilométrique plus réduite.

A. Un ensemble de motorisations hétérogènes dans leur fonctionnement et consommation énergétique

Les véhicules hybrides peuvent être classés en quatre catégories :

- **Les véhicules hybrides légers** ou *mild hybrids (MHEV)* : un dispositif électrique assiste la motorisation thermique, sans mode de roulage purement électrique, même si le moteur thermique se coupe en phase de décélération ou lors des manœuvres. La batterie se recharge par « freinage régénératif », c'est-à-dire la récupération de l'énergie mécanique du freinage et des phases de décélération. En particulier, **les véhicules microhybrides** sont une sous-catégorie des MHEV dont le dispositif électrique ne sert généralement qu'aux démarrages du véhicule (dispositifs dits de *stop and start*). Exemple de modèles : Peugeot 208 et Citroën C3.
- **Les véhicules hybrides standards** ou *full hybrids (FHEV)* : la motorisation électrique peut remplacer entièrement la motorisation thermique lors du roulage, à des vitesses basses. La

[63] GMP : Groupe Moto Propulseur comprenant le moteur et la transmission

batterie se recharge également par freinage régénératif, à l'instar du MHEV, et par le moteur thermique[64]. Exemple de modèles : Toyota Yaris et Renault Clio e-Tech.

- **Les véhicules hybrides rechargeables** ou *plug-in hybrid* (PHEV) : la batterie peut être rechargée à partir d'une source d'électricité externe en plus du freinage régénératif ou du moteur thermique. Celle-ci est généralement plus importante, autour de 20 - 25 kWh pour une autonomie de 80 à 100 km, et de 30 à 40 kW pour les PHEV de génération récente, pour une autonomie de 120 à 140 km. Exemple de modèles : BYD Seal U, Volkswagen Tiguan ou BMW X3.
- **Les véhicules électriques à prolongateurs d'autonomie** ou *range extended electric vehicles (REEV)* sont des VEB dotés d'un moteur thermique servant de générateur pour la batterie. Le régime moteur dudit générateur étant constant, il bénéficie d'une d'efficacité énergétique optimale, mais engendre des pertes de conversion en énergie électrique. Exemple de modèles : Nissan Qashqai e-power et Leapmotor C10.

De ce point de vue, **les véhicules hybrides non rechargeables (MHEV, FHEV) sont en substance des VT** bénéficiant d'un dispositif spécifique d'efficacité énergétique, en l'occurrence un système de recyclage de l'énergie mécanique fournie par la combustion du carburant liquide. Analysé en tant que système thermodynamique, **la seule source d'énergie du HEV est le carburant liquide**, et toute mesure d'énergie utilisée pour sa propulsion engendre des émissions de CO_2, celles-ci étant différées dans le cas de l'électricité, lorsqu'elle a été fournie par le freinage. Du point de vue de l'automobiliste, l'expérience de conduite est similaire entre un VT et un HEV. Enfin d'un point de vue de l'ingénierie, l'amélioration de l'efficacité énergétique est une préoccupation constante de l'industrie automobile, l'hybridation non rechargeable peut ainsi être vue comme une étape supplémentaire dans cette logique.

La distinction entre VT et HEV ne s'entend donc que sur deux aspects : le premier est la complexité de ce dispositif d'efficacité énergétique. Une telle considération ne concerne cependant que l'ingénierie de conception et de production. Le second aspect est celui de l'insertion du produit sur un segment de marché, en le présentant comme plus écologique et en insistant sur sa consommation plus réduite au regard de sa motorisation. Si ce second argument, d'ordre marketing, est entendable d'un point de vue commercial et de pédagogie auprès des clients, il ne présente guère d'enjeu concernant notre approche énergie et climat.

A contrario, les PHEV et REEV, en tant que systèmes thermodynamiques, sont susceptibles de recevoir comme source d'énergie externe de l'électricité et des carburants liquides. Selon l'usage qui en est fait, la première peut se substituer en partie aux seconds. Ils ne constituent donc pas des véhicules thermiques stricto-sensu.

B. La contribution de l'hybridation à la décarbonation : potentiel et réalités

Les gains de consommation, et donc d'émissions au roulage sont de l'ordre de 5% pour un VMH, de 10 à 15% pour un MHEV et de 15% à 30% pour un FHEV, par comparaison avec un VT essence de taille équivalente[65]. Si la technologie est relativement mûre, elle présente des pistes d'évolution : concernant les MHEV, une motorisation électrique plus puissante couplée à une architecture plus élaborée pourrait conduire à une réduction totale de l'ordre de 20% des émissions de CO_2 [68] tandis que le potentiel d'amélioration des FHEV pourrait atteindre 35% de réduction à l'horizon 2035 [69].

[64] Le moteur thermique est sollicité pour recharger la batterie quand la vitesse du véhicule est trop basse pour lui permettre d'atteindre un rendement optimal. Le régime moteur est alors augmenté vers ce rendement optimal et l'excédent d'énergie non nécessaire au roulage est convertie en électricité.

[65] Nous ne considérons pas dans le présent rapport le cas des véhicules hybrides diesel, cette architecture véhicule étant très marginale dans le parc et les ventes en France.

Le potentiel de baisse d'émission des PHEV dépend de leur usage, notamment des comportements de recharge en électricité. Un PHEV récent doté d'une batterie de 20 à 25 kWh peut ainsi rouler 100 km en motorisation électrique avant recharge, ce qui permet en théorie de couvrir 99% des trajets en voiture[66]. Ainsi, les tests d'émissions (protocole WLTP) évaluent les émissions directes d'un PHEV immatriculé en 2021 à 40,3 gCO_2/km [70], comparé à 150 gCO_2/km pour un VT, soit une division par 2,6. Cette évaluation postule facteur d'utilité (voir encadré) de la batterie de l'ordre de 84%.

La part de l'électricité dans la propulsion des PHEV : le facteur d'utilité

Les PHEV peuvent rouler selon trois modes, au choix du conducteur : *i)* un *mode d'épuisement de charge*, lequel utilise le moteur électrique comme principale source de propulsion en utilisant l'énergie stockée dans la batterie, le moteur thermique pouvant le supplémenter en cas de manque de puissance ; *ii)* Un *mode de maintien de charge* dans lequel le moteur électrique supplémente le moteur thermique en utilisant uniquement l'énergie fournie par freinage régénératif, à l'instar d'un FHEV ; *iii)* un *mode de recharge*, où le moteur thermique recharge la batterie en plus d'assurer l'ensemble de la propulsion. Ces modes peuvent varier selon les constructeurs.

On peut ainsi estimer une contribution de l'électricité externe (c'est-à-dire chargée sur la batterie depuis le réseau) à l'utilisation du véhicule appelée *facteur d'utilité*. Il correspond à la part du mode « épuisement de charge » dans les distances parcourues, corrigée de l'éventuelle assistance thermique au moteur électrique. Plus simplement, **le facteur d'utilité correspond au % de roulage en électrique**. L'UE l'évalue par une approche fondée sur l'énergie, c'est-à-dire en calculant le ratio de travail mécanique fourni par l'électricité chargée depuis le réseau électrique sur le travail total du PHEV en mode épuisement de charge [71].

Ce facteur d'utilité revêt une importance déterminante dans le calcul des émissions kilométrique des PHEV [72]. Il dépend des comportements de charge sur le réseau du PHEV par l'utilisateur, de l'emploi du mode épuisement de charge, et de la puissance du moteur électrique au regard de la vitesse et du type de route parcourue. En effet, les routes difficiles, par exemple ascendantes, ou les vitesses élevées peuvent requérir une contribution du moteur thermique pour assister une propulsion électrique insuffisante, réduisant d'autant le facteur d'utilité.

Or, sur le fondement de données réelles obtenues des VP en circulation équipés de dispositifs de collecte (protocole dit *on-board fuel consumption monitoring*), **les émissions constatées des PHEV sont multipliées par un facteur de 4 à 5 par comparaison aux tests en laboratoire**[67], du fait d'une sous-estimation systématique du facteur d'utilité. Les émissions des VT étant également sous-évaluée d'un multiplicateur de 1,2 ; il en résulte que les gains d'émission et de consommation des PHEV ne sont que légèrement meilleurs que ceux des HEV.

Cet écart entre mesures de laboratoire et réelles est constaté dès 2023 et de dégrade depuis : le ratio entre les émissions constatées et les tests est passé de entre 2 et 2,6 à entre 4 et 5 [70], [73], [74]. Il est par ailleurs plus important pour les véhicules d'entreprises que pour les véhicules personnels : les véhicules de flotte d'entreprises roulent en moyenne 20% du temps en électrique, tandis que les particuliers roulent en moyenne 37% en électrique. Les propriétaires de véhicules de fonction ne sont pas incités à recharger leur véhicule.

Cela provient principalement d'une sous-estimation des facteurs d'utilité, du fait d'une moindre recharge des batteries par les utilisateurs, mais également de la relative faible puissance des moteurs électriques dans les PHEV qui mène à davantage de sollicitation du moteur thermique en mode épuisement de charge : ainsi, en conduite urbaine, les émissions directes ne sont alors réduites que d'un facteur 3 [75]. Or les PHEV sont plus lourds que les VT, et tendent à parcourir des distances annuelles plus longues

[66] Nous nous référons ici aux usages moyens d'un VP en France.
[67] Telles que mesurées en 2026 sur des véhicules immatriculés en 2023 en Europe.

(21 000 km pour un PHEV de particulier contre 14 000 km en moyenne pour un VP de particulier en Europe) [73], accroissant leur consommation moyenne par kilomètre.

Des solutions permettraient d'améliorer le facteur d'utilité. Une première serait d'accroitre la puissance du moteur électrique (laquelle se ferait *a priori* au détriment de celle du moteur thermique du fait des contraintes d'implantation) pour limiter l'assistance thermique en mode épuisement de charge. Une autre serait d'introduire un dispositif électronique qui n'autoriserait le PHEV à démarrer qu'en cas de charge minimale de la batterie. Un dispositif de démarrage d'urgence levant la condition de charge serait possible, mais ne pourrait être employé plus de trois fois consécutives.

De manière générale, l'amélioration du facteur d'utilité et donc **le potentiel de décarbonation du PHEV repose principalement sur une utilisation maximale du mode épuisement de charge**, et donc une recharge électrique sur borne systématique. Une telle pratique revient à une utilisation similaire à un VEB pour les trajets du quotidien (99% des trajets et 80% des distances parcourues), et ce, alors que le PHEV est précisément présenté comme un véhicule limitant la nécessité de changer ces usages.

Finalement, la contribution des PHEV à la réduction des émissions est limitée par l'accessibilité de ces véhicules, et donc leur potentiel de substitution à des VT anciens. Ils ne sont actuellement développés que pour les véhicules des segments supérieurs, du fait de contraintes d'implantation des 2 motorisations. Leur GMP relativement complexe et nécessitant une batterie plus importante que celle des HEV induit un prix d'achat élevé pour des économies de carburant limitées. En conséquence, leur TCO est le plus élevé des types de véhicules actuellement sur le marché (cf. partie III.B.2).

Nous traiterons le cas des véhicules électriques à prolongateurs d'autonomie au cours de nos travaux ultérieurs en vue du rapport final.

C. Les hybrides rechargeables et prolongateurs d'autonomie : des synergies et des contradictions avec le déploiement de l'électrique à batterie

Du fait des limites de disponibilité des carburants liquides décarbonés (cf. section V), la décarbonation du transport automobile requiert une pénétration élevée du VEB dans les flottes automobiles à l'horizon 2050. Pour autant, le PHEV est fréquemment présenté comme un pont facilitant le passage du VT et du VEB, ce dernier nécessitant une infrastructure énergétique dédiée, des changements d'usage plus importants et de nouvelles compétences, notamment pour la vente et l'entretien / réparation.

En particulier, le PHEV permettrait de pallier la lenteur voire l'insuffisance de l'infrastructure de déploiement de recharge électrique, notamment pour les trajets longs, tout en encourageant l'installation de bornes de recharge, notamment à domicile ou sur les lieux de travail. Cependant, les PHEV étant moins fréquemment rechargés, ils sollicitent moins les bornes publiques, fragilisant leur modèle économique et donc leur déploiement. Par ailleurs, les usages actuels du PHEV se traduisent par l'emploi du moteur thermique (mode maintien de charge) sur les trajets longs, il est susceptible de ralentir le déploiement des bornes de recharges sur les grands axes routiers porteurs de mobilité longue, ou dans les zones de faible densité ; et n'encouragent pas les changements de comportements associés à l'utilisation d'un VEB pour ce type de déplacements. Ce faisant, il risque de contribuer au maintien de l'anxiété de l'autonomie (*range anxiety)* à l'égard des VEB, frein essentiel à leur adoption.

La diffusion des PHEV dans le parc requiert **le développement de compétences en matière de motorisation électrique et de batteries** de grande taille pour leur maintenance et leur réparation. Cette tendance facilite de façon concomitante l'adoption des VEB qui nécessitent ce type de compétences dans le secteur aval.

Concernant **l'amélioration des batteries et des moteurs électriques**, le rôle des PHEV est ambigu. Ils bénéficient de façon indéniable des développements récents de batteries ayant une meilleure autonomie. Cependant, la batterie joue un rôle bien plus important pour un VEB. Son amélioration est

donc un enjeu prioritaire pour un marché dominé par les VEB plutôt que les PHEV. Un déploiement des PHEV en lieu et place des VEB est donc susceptible de limiter les efforts de développements de nouvelles batteries et d'amélioration des GMP électriques.

Ainsi la diffusion du PHEV peut présenter des synergies avec celles du **VEB à condition que les acquisitions de PHEV se substituent à celles de VT**. S'ils entrent en concurrence avec les VEB, ils ralentissent le développement de l'environnement favorisant l'électrification future du parc par ces derniers. Or **il est *a priori* difficile de s'assurer que les PHEV ne concurrenceront que les VT**, et ce, même en hiérarchisant les incitations économiques et réglementaires (en donnant un soutien comparativement plus important au VEB) : en effet, comme vu en section IV.D, le choix d'un type de véhicule repose sur des préférences personnelles dépassant les seules considérations économiques, et relevant de valeurs et de postulats quant aux performances réelles du véhicule (par exemple sur son aisance d'utilisation pour des trajets longs). On peut toutefois noter que la part de marché des PHEV dans les ventes de véhicules neufs sont fortement à la baisse depuis 2025 en France depuis l'adoption de nouvelles mesures réglementaires.

V. Le rôle des carburants alternatifs

En complément des possibilités d'électrification, une option de décarbonation de la mobilité automobile réside dans l'usage de carburants liquides alternatifs, d'origine non fossile. Ces carburants alternatifs, tels que produits et consommés en France aujourd'hui, sont pour l'essentiel des biocarburants. 19 TWh en ont été ainsi produits en France, majoritairement issue de cultures alimentaires, dont 13 TWh de biogazole et 6 TWh de bioéthanol, pour une consommation de 39 TWh (soit environ 20 TWh importés). La mobilité routière explique l'essentiel de cette consommation.

Plus globalement, les carburants alternatifs peuvent être produits à partir de biomasse, formant ainsi des biocarburants, ou directement à partir d'électricité (voie dite *Power to Liquid)*, formant des électro-carburants (e-fuels). L'emploi de biocarburants élimine les émissions directes : en effet, si la combustion de biocarburants émet du CO_2, à l'instar des carburants fossile. Cependant, ce CO_2, dit biogénique, a été préalablement extrait de l'atmosphère par la biomasse à l'occasion de sa croissance, au travers du processus de photosynthèse, si bien que l'opération est neutre au premier ordre. Quant aux électro-carburants, leur empreinte carbone dépend du facteur d'émissions du secteur électrique. Ils permettent de substituer une ressource fossile importée à une ressource locale et potentiellement renouvelable, comme la ressource agricole pour les biocarburants et la production électrique pour les e-carburants.

Ces effets *prima facie* favorables doivent cependant s'analyser en cycle de vie. Ainsi l'effet favorable sur le climat implique que la biomasse soit produite de façon soutenable, les émissions liées à la production d'engrais, le transport de la biomasse et l'éventuel changement d'usage des sols peuvent dégrader l'empreinte carbone des biocarburants, et maintenir leur dépendance aux énergies fossiles selon les procédés de transport et de production d'engrais à l'œuvre[68]. Enfin, un accroissement de la production reposant sur la conversion de puits de carbone (forêts, terres humides, prairies…) en surfaces agricoles peut engendrer un accroissement net des émissions par comparaison à des carburants liquides. Notons à ce titre que l'UE interdit ce genre de pratiques dans la production de bioénergie. Des biocarburants produits à partir de biomasse produite de façon soutenable permettent de réduire l'empreinte carbone en analyse du cycle de vie par un facteur de trois à quatre pour le bioéthanol en substitution de l'essence, et de 60% dans le cas du biogazole[69]. L'essentiel de l'empreinte résiduelle provient des émissions de protoxyde d'azote liées aux épandages d'engrais azotés.

[68] La production d'engrais azotés en 2026 repose principalement sur la production d'hydrogène par vaporeformage de méthane, procédé émetteur de CO_2 (selon la réaction $CH_4+2H_2O \rightarrow 3H_2+ CO_2$ en plus des besoins de chaleur)

[69] Notons que les bilans carbones présentent une hétérogénéité importante en fonction des cultures et des pratiques agricoles associées. Certaines filières sont susceptibles d'atteindre des gains supérieurs et potentiellement résulter en un stockage net de CO_2

Par ailleurs, la biomasse potentiellement convertible en énergie ainsi obtenue **doit être allouée entre différents usages concurrents**, au-delà des seuls biocarburants : l'alimentation, l'agriculture (par le retour au sol de matière organique), la construction, la chimie, la combustion de biomasse solide, la méthanisation. Finalement, les biocarburants eux-mêmes doivent être alloués entre le transport aérien, le transport maritime, le fret routier, le gazole non routier et enfin la mobilité routière automobile.

La substitution de carburants d'origine fossile par des biocarburants requiert ainsi trois conditions cumulatives : *i.* une disponibilité de biomasse*, ii*. Des capacités de bio raffinage adaptées à la biomasse traitée*,* et *iii.* Une affectation des biocarburants vers la mobilité routière.

A. Les gisements de biomasse à destination des biocarburants

Les gisements de biomasse peuvent être classés en trois catégories, en fonction de leur origine et des procédés industriels permettant de les convertir en biocarburants :

- La biomasse conventionnelle, issue de cultures principales : oléagineux (colza, tournesol, soja, palmier à huile), grains (blé, maïs...), fruits. Elle est convertie par des procédés dits de première génération ;
- La biomasse non-conventionnelle à usage de première génération : elle provient de résidus, de déchets et de coproduits, tels que les graisses animales, les huiles de cuisson usagées ou les coproduits de l'industrie sucrière. Elle peut être convertie par des procédés de première génération ;
- La biomasse non conventionnelle à usage de seconde génération provient de résidus agricoles et forestiers. Son contenu en lignocellulose requiert des procédés industriels avancés, dits de seconde génération, pour être convertie en biocarburants.

70% du biogazole et 80% du bioéthanol[70] ont été produits en France à partir de biomasse conventionnelle en 2024[76], cultivée sur 543 000 ha[77] de surface agricole utile nette[71], dont 429,6 kha pour le biogazole[78] (principalement colza et tournesol) et 218,2 kha pour le bioéthanol (principalement céréales et betteraves)[79]. Le principal levier de développement de ce gisement est la mobilisation de surfaces agricoles supplémentaires. Il implique un arbitrage avec les cultures alimentaires, lesquelles constituent l'autosuffisance alimentaire et contribuent à la balance commerciale de la France.

Nous ne considérons pas ici l'hypothèse de remise en cause de l'autosuffisance alimentaire française. Pour estimer le potentiel de surface mobilisable à partir du surplus commercial agricole de produits alimentaires, nous nous fondons sur les exportations nettes de céréales françaises, soit 27 Mt/an. En prenant une hypothèse de productivité moyenne de 70q/ha, jusqu'à 3 857 kha de SAU brute pourraient être mobilisés. En faisant l'hypothèse d'une répartition entre biogazole et bioéthanol et sur des rendements à l'hectare constants, cette surface permettrait une production supplémentaire maximale de 83 TWh, dont 52 TWh de biogazole et 31 TWh de bioéthanol. Il convient ici d'insister **sur le caractère théorique de cette mobilisation** qui impliquerait un bouleversement des équilibres économiques et productifs de l'agriculture française du fait d'un changement structurel de sa production et de ses marchés. Ce chiffre constitue donc une borne supérieure permettant de préserver l'autosuffisance alimentaire du pays, susceptible de se révéler plus basse compte tenu des pertes de rendements agricoles liées au changement climatique, ou de besoins concurrents.

[70] Nous nous sommes fondés sur la répartition de la consommation de biocarburants entre biomasses conventionnelles et non-conventionnelles, telle que donnée par le SDES[76]

[71] La SAU nette représente la SAU totale dédiée brute corrigée de la part de masse de coproduits agricoles à usage non énergétique, lesquels représentent environ 30% de la production massique.)

Notons que la directive européenne RED III limite l'usage des biocarburants d'origine conventionnelle dans la consommation énergétique du secteur des transports à 7%. Cette disposition reflète la volonté du législateur de limiter l'allocation de cultures principales à la bioénergie : cet usage est le moins prioritaire des usages dans la stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB), derrière l'alimentation, les usages agronomiques (retour au sol, stockage de carbone) ou encore les usages matières [80]. Mobiliser le potentiel susmentionné requiert de revoir cet ordre de priorité. En effet, le volant d'exportations alimentaires françaises représente, outre sa contribution à la balance commerciale du pays, sa marge de sécurité alimentaire en cas de choc, tels que les aléas climatiques et sanitaires affectant le niveau de récolte.

De ce point de vue, cette production est sujette à des variations annuelles importantes, à l'instar de toute production agricole : ainsi, les rendements par hectare céréales à paille (blé, orge, avoine, seigle) ont varié de 52 à 75 q/ha entre 2000 et 2025, de 71 q/ha à 106 q/ha pour le maïs et de 19 à 27 q/ha pour le tournesol, soit des rapports allant de 1,4 à 1,5 [81]. De telles variations se reflèteraient dans l'approvisionnement en carburants liquides de façon directe, par la baisse de la production de biocarburants, et de façon indirecte, par la réallocation de surfaces vers la production alimentaire en cas de mauvaises récoltes pour sécuriser l'autosuffisance alimentaire du territoire.

Enfin, les rendements de biomasse conventionnelle sont sujets aux effets du changement climatique. Celui-ci pourrait conduire à une réduction tendancielle des rendements d'ici 2050 d'une part, et à un accroissement de la variabilité interannuelle du fait de phénomènes météorologiques extrêmes (tels que des sécheresses) ou de crises sanitaires (circulation de maladies et d'épidémies dans les systèmes agricoles) plus fréquents et plus intenses. La production actuelle et le potentiel mobilisable pourraient donc s'avérer plus réduits et plus incertains, conduisant à un risque accru sur l'approvisionnement énergétique en carburants liquides.

La biomasse non conventionnelle utilisée dans des processus industriels de première génération représente 9,8 TWh. L'accroissement du gisement repose sur la capacité à collecter des huiles et graisses usagées pour le biogazole, et des coproduits industriels et agricoles à forte teneur en glucides pour le bioéthanol. Selon l'ADEME, le gisement total d'huiles usagées s'élève à 105 Mt, sont 45 Mt sont actuellement collectés, soit 0,6 TWh. La mobilisation du gisement résiduel implique une logistique fine et complexe pour récupérer les huiles auprès des utilisateurs, d'autant que le volume actuellement collecté provient des sources les plus aisées à mobiliser (gros utilisateurs, proximité des centres de collecte). Elle permettrait un doublement effectif de la production de biocarburants correspondants par rapport à la mobilisation actuelle, soit 0,6 TWh supplémentaires.

La biomasse non conventionnelle de deuxième génération (biomasse dite lignocellulosique) est aujourd'hui marginale dans le mix de biocarburants en France : son exploitation requiert des procédés industriels encore au stade pré-commercial. Son gisement potentiel repose sur deux sources. La première provient des résidus agricoles et forestiers. Elle est limitée par le besoin de laisser ces résidus sur place pour qu'ils se décomposent et réapprovisionnent le sol en nutriments et minéraux, afin d'assurer le caractère soutenable de la production agricole et forestière. Le potentiel de mobilisation soutenable peut être estimé à 15 MtMs [82] (mega tonnes de masse sèche). Il doit cependant être alloué entre plusieurs usages concurrents : chimie, matériaux, ou encore production de biométhane.

La seconde source provient de cultures intermédiaires (plantées entre la récolte et la semaison de la culture principale, dites cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE). Elles sont cultivées en inter-saison et fournissent un couvert aux sols. Une telle production peut cependant entrer en concurrence avec la culture principale, revenant à changement d'usage de SAU nettes des cultures alimentaires vers la bioénergie. Dans la mesure où nous avons couvert un tel potentiel de réallocation, nous ne retenons ici que l'hypothèse d'un maintien de la productivité de la culture principale, pour un potentiel de 20 MtMs. Ce potentiel devrait cependant être arbitré entre la production de biocarburants liquides et celle de biométhane. Notons par ailleurs que ces CIVE sont, à l'instar de la biomasse conventionnelle, sujettes à des variations interannuelles, ainsi qu'aux effets à venir du changement climatique.

Nous analyserons en détail le potentiel de mobilisation de la biomasse lignocellulosique, et notamment celui des cultures pérennes sur terres dégradées ou marginales pour le rapport final

Nous ne considérons pas la mobilisation du bois actuellement employé à des fins d'industrie, de construction et de chauffage : leur demande a augmenté au cours des dernières années. Dans un contexte où l'emploi de biomatériaux est encouragé, mobiliser ce bois impliquerait pour la filière automobile de bénéficier d'arbitrages d'allocation au détriment de ces filières, par exemple à travers un prix qui impliquerait un coût élevé de production des biocarburants afférents.

Les rendements des procédés de production de seconde génération sont estimés entre 310 et 382 L/tMs[83] pour le bioéthanol, et de 200 L/tMs pour le biodiesel (par voie de pyrogazéification et procédé Fischer-Tropsch)[84]. En retenant un rendement de 350 L/tMs et une densité énergétique de 21MJ/L, nous obtenons un potentiel maximal de 71,4 TWh.

Par ailleurs, 19,6 TWh soit 46% de l'approvisionnement en biocarburants de la France proviennent d'importation[72]. Or celles-ci peuvent reposer sur des pratiques déforestantes difficiles à tracer et à prévenir, notamment pour le biogazole produit en dehors de l'UE. Par ailleurs, en supposant un contexte de décarbonation à l'échelle mondiale, leur disponibilité pour le marché français pourrait être à terme remise en cause au profit de la demande locale en biomasse[73]. Une chaîne d'approvisionnement résiliente en biocarburants impliquerait de relocaliser ces importations sur le territoire. Une telle opération impliquerait la mobilisation de 1 456 750 ha supplémentaires, +89% ha pour le seul biogazole.

Le plafond de biomasse supplémentaire théoriquement mobilisable de façon soutenable s'élève donc à 155 TWh brut, et 136 TWh en cas de relocalisation des importations. Cette analyse du gisement est faite au niveau national, soit une agrégation de gisements répartis de façon éparse sur l'ensemble du territoire. Sa mobilisation s'accompagnerait de chaînes logistiques étroitement maillées permettant la collecte de la biomasse sur les exploitations agricoles et les zones forestières. Par ailleurs, des tensions sur l'approvisionnement en biomasse peuvent émerger au niveau local, une bioraffinerie étant susceptible de capter cette ressource sur un périmètre proche en priorité sur d'autres usages, afin de bénéficier d'intrants à prix contenu au regard des contraintes de transport. La prise en compte de telles tensions pourrait limiter le déploiement d'unités de bio raffinage et la mobilisation conséquente du gisement théorique.

B. Une filière e-carburants peu propice à la mobilité routière

Une autre filière de carburant alternatifs est celle des électro-carburants (e-carburants, e-fuels ou carburants de synthèse), ou *power-to-liquid*. L'objet de cette filière est de produire de l'hydrogène par électrolyse et du CO, obtenu à partir de CO_2 via une réaction dite de *reverse water gas shift* : $CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$. Le monoxyde de carbone et l'hydrogène ainsi obtenus sont convertis en hydrocarbures selon deux procédés : le procédé *Fischer Tropsch* (FT), et le procédé *Methanol to Liquid* (*MtL*).

La voie FT implique de convertir du CO_2 en CO à partir d'H_2 par un procédé de *reverse water gas shift* ($CO + H_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$), lequel est ensuite converti en chaînes hydrocarbures par le procédé FT proprement dit : $CO + (2n+1)H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O$. Ce procédé donne différentes coupes d'hydrocarbures, que nous schématisons ici par un ratio kérosène/gazole pouvant aller de 8 :2 à 2 :8 selon la configuration de l'unité. La voie *MtL* implique de produire du méthanol selon la réaction $2H_2 + CO \rightarrow CH_3OH$. Celui-ci est alors converti en chaînes d'hydrocarbures : $nCH_3OH \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O$.

[72] Évaluation fondée sur les volumes net d'importation d'EMAG et d'ETBE en 2024 selon le SDES, convertis en énergie selon les valeurs normatives des douanes françaises, soit 37 MJ/kg pour l'EMAG et 36 MJ/kg pour l'ETBE

[73] Cette concurrence des demandes pourrait s'accroître sur un horizon de temps proche dans la mesure où 60% des importations proviennent de pays européens, lesquels font face à des contraintes similaires en termes de décarbonation et de contrainte d'approvisionnement fossile.

Notons que les coupes d'hydrocarbures issues du procédé *MtL* sont plus proches de l'essence, ce procédé est donc plutôt orienté vers la production d'essence décarbonée[85].

Ces filières présentent cependant une efficacité énergétique de l'ordre de 40% à 55% pour la voie *MtL*[85] et de 40% à 45% pour la voie FT[86]. Ce rendement pourrait s'améliorer si elles étaient développées à l'échelle industrielle et optimisées : ainsi, un procédé FT couplé à des électrolyseurs de nouvelle génération et un dispositif de recyclage de chaleur fatale présenterait un rendement de 70%[86]. Compte tenu d'une efficacité moteur de 36% pour l'essence et 42% pour le diesel, le **rendement énergétique global est au mieux de 30%.** Par comparaison, un moteur de voiture électrique présente un rendement situé entre 80% et 85%. Développer un approvisionnement de carburants routiers par e-carburants représenterait ainsi **une surcharge pour la production d'électricité décarbonée**. Or, l'accroissement concomitant de cette dernière à la demande d'électricité issue de la décarbonation (notamment portée par le transport, l'industrie et le logement) repose sur le déploiement rapide et massif des filières nucléaires et renouvelables (photovoltaïque et éolien), une hypothèse plausible mais incertaine ainsi que l'a documenté le Plan Robuste pour l'Économie Française du *Shift Project*.

Par ailleurs, ces filières constituent une source de premier ordre de carburants soutenables pour les secteurs aériens et maritime. Un déploiement de la production d'e-carburants devrait aller en priorité vers ces secteurs qui n'ont pas d'autre moyen de se décarboner. Dans la mesure où, mêmes orientés vers le kérosène et le fioul, ces procédés co-produisent des hydrocarbures proches de la naphta ou du gazole, le transport routier pourrait recevoir tout ou partie de cette coproduction disponible, laquelle serait à arbitrer entre les usages potentiels.

Nous projetons d'étudier plus en détail les possibilités d'utilisation des co-produits de ces procédés pour le transport routier en général, et la mobilité automobile en particulier.

C. Une filière industrielle à développer

Produire des biocarburants requiert une adéquation entre le type de biomasse et la capacité correspondante de bio raffinage. Ces procédés industriels peuvent schématiquement être classés en deux catégories : les procédés de première génération, plus simples, nécessitent une biomasse aisément transformable, issue de cultures primaires ou de déchets appropriés. Ceux de seconde génération, plus complexes, peuvent traiter un volant plus large de biomasse et de déchets.

Concernant la production de biogazole, les technologies de première génération comprennent les procédés d'estérification méthylique d'acides gras (EMAG) et d'hydrotraitement des huiles végétales et graisses animales (HVO , pour *hydrotreated vegetable oil*) d'autre part. Les premières utilisent des huiles végétales pour produire un biogazole hydrophile. En Union Européenne, son incorporation dans les carburants routiers ne peut dépasser les 10% de volume, sauf moteurs diesel conçus pour des proportions plus élevées. Cette filière représente actuellement 70% de la production de biogazole. Concernant la filière HVO, elle produit un biogazole similaire au gazole d'origine fossile. Celui-ci peut donc être incorporé sans limite dans le gazole routier. Si elle peut traiter toute huile, elle est généralement mobilisée pour traiter des huiles usagées ou des graisses animales.

Concernant la bio essence, les procédés de première génération produisent de l'éthanol par fermentation alcoolique à partir de cultures amidonnières (céréales), sucrières (ex : betterave) ou d'intrants à forte teneur en sucre (ex : résidus viticoles ou coproduits de l'industrie sucrière). Les procédés de seconde génération incluent d'une part la production d'éthanol en ajoutant une étape de prétraitement de la lignocellulose visant à séparer les glucides de la lignine présents dans la biomasse non conventionnelle, et d'autre part la gazéification de biomasse combinée à un procédé FT permettant la production de chaînes hydrocarbures. Ces procédés, plus complexes, présentent des rendements plus faibles : cinq fois inférieur à la tonne d'intrant[87], et trois fois inférieur par hectare[88].

Les procédés de première génération et de type HVO sont bien maîtrisés, et offrent donc une visibilité élevée en termes de rendements et de coûts industriels en cas d'ajout de capacités de bio raffinage. S'agissant d'installations industrielles, leur déploiement requiert une coordination avec la mobilisation de biomasse supplémentaire afin d'anticiper les investissements. Ceux de seconde génération reposent sur des technologies plus récentes n'ayant pas encore été déployées à grande échelle en France. Par ailleurs, si les rendements par tonne de biomasse sont similaires pour la production de première et seconde génération de bioéthanol, entre 350 et 400 L/tMs, la seconde génération requiert des étapes industrielles supplémentaires pour traiter la lignine contenue dans la biomasse.

Ces processus induisent la mobilisation d'équipements industriels et d'intrants énergétiques supplémentaires : de 10 MJ/L produit pour un procédé de première génération à partir de céréales à 16 MJ/L[74] pour un procédé de seconde génération[89, p. 323]. Cette complexité industrielle additionnelle se traduit dans les coûts de production industriels (hors coûts d'approvisionnement en biomasse) : de l'ordre de 8,2 €/hL contre 5,1 €/hL pour un procédé de première génération[89]. Si des gains de productivité et d'efficacité pourraient survenir en cas de déploiement industriel de la filière de seconde génération, elle resterait contrainte par sa plus grande complexité, eu égard au caractère moins directement exploitable de la biomasse lignocellulosique qu'elle traite.

La gazéification de la biomasse lignocellulosique associée à un procédé FT ou *MtL* permet de produire différentes coupes d'hydrocarbures (biogazole, biokérosène et bio essence). La biomasse gazéifiée à des températures supérieures à 800°C se transforme en un mélange gazeux de monoxyde de carbone et d'hydrogène. La proportion CO : H_2 étant de 2:1, elle est redressée par un procédé de *water gas shift* ($CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$) pour obtenir un ratio plus propice aux procédés FT et *MtL* décrits plus hauts. Le rendement énergétique est proche de celui de la fermentation alcoolique, autour de 1,8 MWh/tMs. La complexité industrielle et la consommation énergétique induisent un coût supérieur dans l'état actuel de la technologie, autour de 8€/hL[84, Chap. 18].

Finalement, ces capacités de production, en tant qu'installations industrielles, doivent être déployées à mesure que s'exprime la demande de biocarburants, laquelle est influencée par les politiques nationales et européennes. Elles impliquent une emprise foncière, des investissements pour construire les bioraffineries et y déployer les équipements industriels requis, puis le lancement de la production laquelle implique une courbe d'apprentissage pour parvenir à son plein potentiel. **Ces délais de mise en œuvre et les ressources correspondantes doivent être considérés** pour permettre une mobilisation supplémentaire de biocarburants.

Nous projetons d'étudier les bilans énergétiques des différents procédés, au-delà du seul rendement massique.

D. Des besoins de biocarburants nombreux, requérant un arbitrage des allocations

Au-delà de la mobilité routière, les secteurs du transport aérien, du transport maritime et du fret routier reposent sur la combustion de carburants liquides. A ce titre, les biocarburants disponibles devront être répartis entre ces secteurs à mesure de leur décarbonation. Or, **les transports aérien et maritime ne disposent pas de technologie mûre en substitution de la propulsion par combustion interne. Leurs moyens de décarbonation reposent donc sur les carburants alternatifs** et la réduction du kilométrage annuel.

Les e-carburants constituent la principale voie d'approvisionnement décarboné du transport aérien[90]. Le procédé HVO permet également de produire du biokérosène, à l'instar des procédés de pyrogazéification – Fischer Tropsch. L'éthanol peut également servir de base à la production de biokérosène *via* un procédé de type *alcohol-to-jet*. Cette dernière technologie induit cependant une

[74] Demande d'énergie extérieure en termes de chaleur et d'électricité du processus industriel.

étape de production supplémentaire après la fermentation alcoolique, ce qui en réduit les rendements et augmente les besoins énergétiques et en équipements.

Ainsi, les besoins de décarbonation des transports aériens et maritimes pourraient mobiliser la production issue de la filière HVO, et potentiellement d'une partie de la production de bioéthanol si la filière *alcohol-to-jet* venait à se développer. En particulier, les trajectoires de décarbonation du transport aérien induisent une réduction des distances parcourues, y compris en supposant une mobilisation maximale des e-carburants et sources de biokérosène. **Toute allocation en faveur de la mobilité automobile devra se faire en contrepartie d'une réduction supplémentaire du volume de transport aérien.** Concernant l'allocation des carburants résiduels entre fret et mobilité automobile, tout arbitrage en faveur d'un des secteurs implique *de facto* une électrification plus rapide de l'autre secteur.

E. Une évaluation du potentiel pour la mobilité routière à l'horizon 2050

Nous proposerons d'ici le rapport final une évaluation prospective de la quantité de biocarburants disponibles d'ici 2050 pour la mobilité routière.

VI. Agir sur la consommation des véhicules du parc roulant

A. Constat

Comme nous l'avons indiqué plus haut, les politiques et incitations mises en place pour décarboner le secteur sont presque uniquement fléchées sur le flux de véhicules neufs entrant dans le parc, même si des discussions s'ouvrent sur le soutien au marché de l'occasion. Or, avec un marché des véhicules neufs inférieurs à 2 millions par an et un parc en circulation de 40 millions de VP et 6,5 millions de VUL, il faudra entre 20 et 25 ans pour le renouveler sous cette seule action, surtout avec le vieillissement de ce parc, dont les sous-jacents ne seront pas faciles à inverser.

En 1ère approche, cela ne suffira certainement pas à atteindre un parc totalement décarboné en 2050, ni à respecter le budget carbone restant que l'on peut affecter au secteur.

Il apparaît donc nécessaire, a minima pour sécuriser l'atteinte de nos objectifs CO_2, budget carbone et de besoin énergétique, de réfléchir à agir sur le parc (stock) de voitures pour en réduire les émissions.

Le tableau suivant issu de la modélisation du Shift Projet du PREF montre l'intérêt de cette piste.

Exemples de variantes (à consolider)	**Variante 1**	**Variante 2**	**Variante 3**	**Variante 4**
Marché VP VN en 2050 (Millions)	1,65 (actuel)	1,65	1,65	Remontée à 1,85 d'ici 2035 1,65 en 2050
Durée renouvellement parc (années)	20 ans (actuel)	16 ans	20 ans	18 ans
Distance annuelle moyenne (km)	11 600 km (actuel)	Baisse de 10%	11 600 km	Baisse de 10%
Baisse de la conso du parc (kWh/km)	0%	0%	15%	15%
Émissions résiduelles 2050 ($MtCO_2$)	**10**	**2**	**9**	**4**
Conso du budget carbone (en % du restant)	**86%**	**71%**	**82%**	**73%**
Conso énergétique (TWh)	**75**	**44**	**71**	**52**

Tableau 17 : Exemple de résultats issus de la modélisation[75] du Shift Project, en fonction des actions menées sur le marché et le parc VP en France, avec l'hypothèse de 100% de VN électrique en 2035.

Lecture : la variante 1 (tendanciel) ne permet pas d'atteindre la neutralité en 2050, consomme 86% du budget carbone restant et nécessite encore 75 TWh dont une part de carburants liquides. Le rajeunissement sensible du parc et une baisse de 10% des kilomètres parcourus (variante 2) permet d'atteindre un niveau proche de la neutralité et d'avoir une marge significative sur le budget carbone. Une action pour baisser de 15% les émissions du parc thermique roulant (variante 3) permet de sécuriser l'atteinte des objectifs.

B. Démarche engagée

Fort de ce constat, nous avons engagé avec des experts (issus de l'ingénierie des constructeurs, des réseaux après-vente, des services de l'automobile, des sociétés d'ingénieurs) une réflexion complète sur les leviers techniques de réduction de la consommation (en l/100 km ou en gCO_2e/km à l'usage) des véhicules thermiques actuellement en circulation dans le parc.

Nous considérons les modifications ou mises à niveau qu'il serait possible d'apporter sur le véhicule en vue de réduire ou de limiter sa consommation de carburant.

Ces activités concernent par nature les véhicules en circulation ; elles relèvent donc des métiers des **services de l'automobile** (réseaux de réparation, contrôle technique…) qui ont **donc un rôle moteur** dans cette décarbonation du parc.

Les leviers de l'utilisation de carburants décarbonés et du rétrofit sont traités séparément et ne font donc pas partie des pistes envisagées ici.

La démarche est de dresser une liste unique de ces leviers, de les évaluer un à un sur différents critères et de constituer in fine un « Pack EcoConsommation »[76] qui pourrait être proposé aux propriétaires d'un véhicule thermique plus ou moins ancien (par exemple de plus de 8 à 10 ans) et qui va continuer à être utilisé avant sa sortie du parc.

Nous intégrerons les résultats de ce travail dans la modélisation pour en voir l'intérêt global dans la trajectoire du secteur.

Les critères retenus pour qualifier les leviers techniques sont les suivants :

- Impact CO_2 du levier
- Faisabilité technique par les constructeurs, si des développements sont nécessaires
- Faisabilité en après-vente, pour l'implémentation des modifications dans les réseaux
- Coût de la modification en € pour le client final
- Acceptabilité de la modification par le client final
- Assiette des véhicules concernés par la modification

Le travail est encore en cours sur l'évaluation plus fine des leviers. Nous présentons ici l'avancement des réflexions et les leviers identifiés.

C. Liste unique des leviers identifiés

Les tableaux suivants listent l'ensemble des leviers remontés par le groupe de travail. Cette liste, qui se veut la plus exhaustive possible de manière à être sûr que toutes les pistes ont bien été identifiées, reste ouverte et peut être complétée.

[75] Le Shift Project publie le premier volet de son Plan robuste pour l'économie française - The Shift Project

[76] Ce pack, dont le nom reste à définir, serait constitué de modifications techniques, de pièces spécifiques ou de travaux d'entretien permettant de réduire la consommation du véhicule. Son coût initial serait amorti par les gains de consommation de carburant.

Une 1ère catégorisation a été effectuée :

- P1 (priorité 1) : piste paraissant prometteuse car permettant de réaliser des gains en consommation jugés à ce stade significatifs, à un coût acceptable, et avec une faisabilité réaliste
- P2 (priorité 2) : piste intéressante permettant des gains en consommation notables et réalisables dans des conditions qui restent à instruire
- Non retenue : piste jugée difficilement applicable, en raison de coût élevé (en PRF ou en coût de développement), de gain CO_2 insuffisant ou marginal, ou d'une faisabilité ou acceptabilité non réalistes.

Là encore, cette priorisation peut être amendée au fil de l'instruction ou des retours suite à la présentation de ce rapport.

De la même manière, le groupe a présélectionné les leviers pouvant à l'issue de l'instruction, faire partie du Pack EcoConsommation qui pourrait être constitué.

- Pneumatiques
  - Utilisation de pneus basse résistance au roulement (Classe A) : en 2023, 80% des pneumatiques de 2nde monte (après le remplacement des pneus d'origine) sont en classe C ou D[77]. Or l'écart de consommation entre 2 classes est estimé à 0,15 l/100 km, soit un gain potentiel de 0,45 l/100 km entre un pneu classe D et un pneu classe A.
  - Importance de la surveillance de la pression de gonflage : une perte de 1 bar de pression entraine une surconsommation estimée à 30%, à dire d'experts. Le gonflage à l'azote (plutôt qu'à l'air) permet de maintenir la pression plus longtemps.
  - Prolongation jusqu'au témoin l'utilisation des pneumatiques. Contre intuitivement, un pneu usé (dans la limite du témoin d'usure) permet de réduire la consommation par rapport à un pneu neuf. Or l'étude des pneus remplacés indique qu'ils le sont sensiblement avant l'atteinte de l'usure maximale possible (source à préciser). Prolonger jusqu'au témoin l'utilisation des pneumatiques est une piste intéressante (si l'usure est homogène sur le train de pneus).
- Chaîne de traction
  - Contrôle préventif du filtra à air : encrassé, il engendre 3% de consommation supplémentaire
  - Contrôle 5 gaz à l'échappement pour mesurer les dérives de consommation par rapport à l'état à neuf, et intervention si nécessaire
  - Forçage du mode Eco et de la désactivation du compresseur de clim à chaque redémarrage. L'enjeu est de l'ordre de 10% de consommation (à confirmer)
  - Utiliser, si les préconisations du constructeur l'autorisent, des huiles moteur basse à faible viscosité. L'enjeu est de l'ordre de 1 à 3%.
- Adoption de l'écoconduite
  - Les études montrent que le gain moyen à adapter sa conduite se situe autour de 7 à 10% en consommation de carburant. Le potentiel le plus élevé concerne les boites de vitesse mécanique où les conducteurs peuvent ne pas être sur le bon rapport.
  - Les principaux comportements de l'écoconduite : réduction de la vitesse, anticipation des freinages, gonflage des pneumatiques, entretien régulier du véhicule…

Ces pistes, pas toujours cumulables, laissent entrevoir un enjeu global de réduction de la consommation de carburant très significatif, potentiellement entre **10 et 20%, sur le seul périmètre** de ces évolutions techniques et écoconduite, dont une partie est applicable sur les véhicules électriques.

On peut noter enfin que la FISITA[78] dont les travaux combinent en plus la réduction des kilomètres parcourus par le télétravail, une augmentation du taux d'occupation des voitures sur la mobilité quotidienne et l'augmentation de la part des biocarburants (E20 en essence au lieu de E10, et B10 au

[77] Tyres europe https://tyreseurope.org/wp-content/uploads/2025/10/ETRMA-LIZEO-Study-Assessing-EU-tyre-label-trends.pdf
[78] FISITA : carbon neutral mobility position paper (2023) et FISITA special report (2026)

lien de B7 en diesel), évalue le gisement de réduction de consommation de carburant du parc existant **à 35% au total**.

Catégorie	Levier	Détails	Gain CO2	Coût	Avis Constructeur	Avis APV	Avis Client	Priorisation	Pack Cons	Commentaires pour RI
Allègement	Suppression roue de secours	Décidé sur tous les véhicules neufs (remplacé par kit anti-crevaison).	+	- -	+++	- -	- - -	Non retenue		Non acceptable Client et gain conso très faible
	Remplacement de pièces par des pièces plastiques ou alu	Aile plastique, capot alu...	+	+++				Non retenue		Nécessite de rédévelopper les pièces
Aérodynamique	Ecrans sous caisse constructeurs	Implantation sur véhicules existants d'écrans améliorés	++	+++	-		+	P2		Modèles concernés à documenter en volume et déclinaison
	Ecrans sous caisse low cost Accessoires	Ecrantage low cost sous caisse (matière alvéolée) en après-vente, avec accrochage	+	++	- -		++	Non retenue		Développement en accessoires nécéssaire
	Becquet AR	Complexe et coûteux si pas existant en 1ère monte.	+	+++	- -		+	Non retenue		Très rarement décliné. Développement nécessaire et gain conso faible
	Coffre de toit versus remorque	Remorque plus favorable en conso mais masse défavorable Coffre de toit : +20% de conso						P1		A mettre dans un document d'information
	Barres de toit et coffres de toit	Rappeler au conducteur de retirer ses barres de toit après les vacances	-		+++		+++	P1		A mettre dans un document d'information
Résistance au roulement	Pneumatiques 2nde monte ≤ Classe A	Favoriser pneumatiques efficients ≤ 6,5 (voire 5.4 kg/T si A+ et A++ reconnues)	+++	++	+++		+	P1	O	Création des labels A+ et A++. Levier majeur : écart entre 2 classes : 1,5 kg/t ==> 0,15 l/100 km, 3,5 gCO2
	Pénaliser pneumatiques non efficients > Classe A	Taxe carbone en fonction de la classe ? Interdiction commercialisation pneumatiques Classes E et F ?	+++	+	+++		+	P1		Eliminer la classe D revient à baisser les émissions de 2 à 3 g (tbc)
	Gonflage pneumatiques	Incitrer / former / entretien : pneumatiques bien gonflés	++		+++		++	P1		Surveillance pression obligatoire depuis 2014. +6% si 0,3b - 30% si 1b Contrôle et regonflage au CT ? Gratuité obligatoire de la station de gonflage ?
	Réduction largeur des pneus	Tail and narrow			- - -		- -	Non retenue		Nécessite homologation / changement de roue
	Gonflage à l'azote	Permet de maintenir la pression plus longtemps (perméabilité)	+	+		+		P1	O	Perte normale de pression (tbc) en air vs azote (air : 0,1b par mois - l'azote divise par 2 ou 3)
	Jantes ou enjos basse résistance	Enjoliveur est meilleur que la jante en CO2 ==> mais Style						Non retenue		Nécessitet le dvpt d'enjo spécifique Constructeur notamment pour refroidissement freins
	Usure des pneus	Témoin à 1,6 mm alors que incitation à changer autour de 3 à 4 mm (pneu neuf : 7						P1		On peut aller jusqu'à 2 mm vs neuf (à 7 mm) : entre 0,5 kg/t (pour les meilleurs classe A) et 2,5
	Pneus rechapés	Impact fab du pneu faible vs usage. Nouvelle bande de roulement (2/3 à 3/4 de la RR)						P2		Pas de classe pour les pneus rechapés. Carcasse pas maîtrisée ==> garantie classe pas possible. + prix ==> 1 à 2% du marché
	Etriers de freins à très faibles frottements résiduels							Non retenue		Ce n'est pas une pièce déclinée, ni d'usure

Catégorie	Levier	Détails	Gain CO2	Coût	Avis			Priorisation	Pack Cons	Commentaires pour RI
					Constructeur	APV	Client			
Chaine de traction	Eco-Entretien / EcoRévision	Contrôle 5 gaz, contrôle pneu, Filtre à Air…	+	+	+		+ ?	P1	O	Contrôle à l'échappement 5 gaz pour voir si défaillance ou encrassement (en mesure des dérives versus homolo) Propositions correctives : nettoyage FAP, nettoyage circuits air, remplacement pièces…
	Climatisation	Désactivation clim et mode AUTO à chaque key off/on => pousser le conducteur utilizer sa clim uniquement quand reel besoin.	+++	+	+		-	P1	O	Forcer, à chaque redémarrage, la clim en off. Compresseur entrainé : 20% - 1l/100km !
	Recharger les PHEV	Pousser / contraindre les conducteurs des PHEV à recharger leur PHEV	+++		++		- / +	P1		2 pistes : 1/ Information / Formation / Incentives (Soutien à l'installation des bornes à domicile / Caper Cartes carburant) 2/ Programmation pour limiter les perfos si pas suffisamment de recharge
	Filtre à air	3% de conso en plus si FAA encrassé	+	+				P1	O	Contrôle préventif
	Huiles basse conso (5W ou 15W)	2 à 3% de gain de consommation, d'autant plus sur les courtes distances	+	+				P1	O	Entre 1 et plus de 3% de gain suivant les huiles
	BV rapports plus longs							Non retenue		Suppose de changer la boite de vitesses
	Réduction surconsommation compresseur réfrigération si 100% entrainé	Concerne les compresseurs toujours entrainés (même si clim off)						Non retenue		A priori, concerne très peu de vh car non entrainé sont généralisés depuis longtemps et nécessitent de changer courroie et compresseur
	Rétrofiter les gaz de clim par des plus récents	remplacer le R134a (avant 2017) par du 1234yf et R456						P2	O	PRG moindre - 150 kgCO2e sur durée de vie par les fuites
Consommation électrique	Projecteurs LED ald halogène	Très impactant en design. Complexe et coûteux si pas en 1**ère monte, pour faible gain à l'usage**	+	+++	- - -		+ ?	Non retenue ?		Cher et gain CO2 faible. A voir si solutions après-vente disponibles
	Alternateurs efficients	Remplacer alternateurs peu efficients par alternateurs à haut rendement	+	++	?		+	Non retenue		Nécessite de changer des pièces chères
	Modification des paramètres au redémarrage (clim off, mode Drive éco)	Redémarrage systématique en mode éco, et clim off	++	+				P1	O	
Remotorisation	Recalibration moteur existant	ECO+ : Bridage vitesse max, limitation perfo, amélio conso, …	+	++	?		+	Non retenue ?		On pourrait imaginer un mode éco+ mais à développer
	Forcer le mode Drive Eco au démarrage		++	+				P1		Développement nécessaire ? N'est-ce pas déjà le cas pour tous les constructeurs ?
	Pb maintenance/shunt Ad Blue, FàP, pot catalytique	Des clients shuntent leurs systèmes de dépollution : Impact qualité de l'air, santé,						Non retenue		
	Echange avec moteur reconditionné	Avec moteur plus récent, CRIT'AIR > & plus efficient	++	+++	- -		?	Non retenue		En échange standard uniquement, et encore
	Hybridation	Trop cher d'hybrider un moteur ICE existant	++	++++	- - -		- - -	Non retenue		
Usages	Limitation de vitesses sur routes	Réduction vitesses sur autoroute et route	+++		++		- / +	P1		
	GSI (indicateur de changment de vitesse)	sur appli, pour les véhicules non équipés	++					P1		A voir si possible sur appli en fonction des paramètres véhicules
	Eco-conduite (Formation)	Informer le conducteur de sa conduite. Former les conducteurs (conduite souple, clim OFF, …) Réduction prime d'assurance si éco-conduite	++	+	+		+	P1		Eco conduite : gain moyen de 7 à 10% de consommation
	Eco-coaching (Appli), gamification	Développer des aides à la conduite (applications) pour gain conso usage	+		+		+	P2		

VII. La contribution de l'économie circulaire

L'économie circulaire dans le secteur automobile est souvent réduite à sa dimension la plus visible : le recyclage des métaux en fin de vie. Pourtant, elle recouvre un périmètre bien plus large et stratégique, depuis l'éco-conception, jusqu'à la réutilisation des pièces, le remanufacturing, la prolongation de la durée de vie des véhicules, et le recyclage des matériaux pour réintégrer la chaîne de production.

Dans un contexte de transition énergétique accélérée, l'économie circulaire automobile joue un rôle double et parfois paradoxal : elle peut contribuer à réduire l'empreinte carbone du secteur en limitant l'extraction de matières premières, en réduisant les déchets et en prolongeant la vie utile des équipements. Mais elle peut également, si elle conduit à prolonger excessivement la durée de vie du parc thermique, ralentir le renouvellement vers des motorisations plus vertueuses.

Ce chapitre examine l'état des lieux de l'économie circulaire automobile en France en 2025, les réglementations qui la structurent, les opportunités et points durs identifiés, et propose une première série de recommandations à challenger et compléter à l'issue de ce rapport intermédiaire, l'objectif étant de pouvoir évaluer le potentiel de gain en impact carbone de deux leviers principaux, l'utilisation accrue des pièces issues de l'économie circulaire (PIEC) et l'intégration de matières recyclées dans la production de véhicules neufs.

A. État des lieux de l'Économie Circulaire dans la filière

1. La filière VHU : un secteur en mutation structurelle

a. Les grandes dimensions de la filière

La filière de traitement des véhicules hors d'usage (VHU) constitue le pilier central de l'économie circulaire automobile en France. Elle s'appuie sur environ 1700 centres de traitement agréés et 60 broyeurs couvrant l'ensemble du territoire national. Les voitures particulières (VP) représentent plus de 93 %[79] des VHU traités en volume.

En 2023-2024, la filière officielle a traité environ 1 à 1,1 million de véhicules par an (contre un pic de 1,6 million en 2010 lié aux primes à la casse). L'âge moyen d'un VHU est d'environ 19 ans, ce qui illustre la durée de vie effective des véhicules thermiques en circulation. Ce chiffre est à mettre en regard des 2 millions de véhicules neufs (VP et VUL) mis sur le marché chaque année : le volume traité est structurellement limité par le vieillissement du parc : l'âge moyen des voitures en circulation est de 11,5 ans en hausse constante depuis 10 ans[80] et un véhicule n'arrive en Centre VHU qu'à 19 ans en moyenne. Par ailleurs, une fraction significative des VHU échappe chaque année à la filière officielle : exports sans traçabilité, démontage informel, ferrailleurs non agréés.

b. Un modèle économique des centres VHU en transformation profonde

Le modèle économique d'un centre VHU repose sur deux leviers complémentaires : la vente de pièces de réemploi (PIEC : Pièce Issue de l'Économie Circulaire) et la valorisation matière (métaux ferreux/non ferreux, aluminium, cuivre). En moyenne, un véhicule génère entre 400 et 500 € de chiffre d'affaires en

[79] source : ADEME/SYDEREP
[80] Source : SDES 2025

pièces détachées (hors coût de la collecte) et entre 150 et 250 € en matières premières (source : Flotauto, août 2025).

40 % des centres VHU agréés ne produisent pas de PIEC, se contentant d'une activité de ferraillage.

Le secteur est marqué par une forte fragmentation : 65 % des entreprises comptent 1 à 10 salariés, et 53,5 % sont indépendantes. Un phénomène de concentration est cependant à l'œuvre, poussé notamment par les acteurs en réseau comme Indra Automobile Recycling (327 centres partenaires, actionnaire à 47 % de la plateforme Opisto), les réseaux constructeurs, et les nouveaux entrants numériques (Ovoko, Valused...).

Le traitement des VHU est complexe et comporte de multiples étapes :

- Expertise pour arbitrage entre recyclage et destruction ;
- Identification des pièces pouvant, être récupérées ;
- Pré-tri des matières premières.

Ces étapes prennent du temps, représentent un coût et nécessitent une expertise des opérateurs. L'arbitrage entre recyclage pour réemploi ou destruction est complexe et cela explique en partie que de nombreux centres ne produisent pas de pièces. La simple dépollution puis la revente aux broyeurs est une activité plus simple et apporte une bonne rentabilité si le centre n'est pas dimensionné pour traiter le démontage correctement.

c. Un contrôle de la fin de vie à renforcer

Un tiers environ des VHU échappent chaque année au circuit officiel de traitement, soit par export sans traçabilité, soit par des filières informelles (ferrailleurs non agréés, démontage amateur, etc.). Ce phénomène génère un double préjudice : manque à gagner pour la filière légale, et risque environnemental lié au traitement non contrôlé des fluides et matériaux dangereux.

Un meilleur suivi des VHU, passant par la lutte contre les filières illégales et un renforcement réglementaire permettrait de :

- Limiter l'exportation des véhicules très anciens vers les pays tiers, notamment avec la mise en place de l'obligation d'un contrôle technique au niveau européen (en cours d'étude), ou en favorisant les primes au recyclage lors de la vente VN/VO (prime à la conversion) ;
- Promouvoir les filières légales de traitement des VHU, notamment en France avec une coordination des constructeurs pour la mise en place du guichet unique à destination des particuliers "jerecyclemonvehicule.fr". Il serait intéressant de l'étendre aux autres pays européens (en cours d'étude en Belgique) ;
- Soutenir le recyclage local, en France et en Europe, pour limiter l'exportation des matières issues des VHU (acier*…) et favoriser les boucles courtes (matière VHU utilisée pour faire des véhicules neufs).

2. Le marché des PIEC : une montée en puissance réelle mais partielle

a. Un marché en croissance, estimé à 2 Md€ en France

Le marché des PIEC est estimé à environ 2 milliards d'euros par an en France, avec un potentiel de croissance de 5 à 10 % identifié par les acteurs. À l'échelle européenne, le marché global de l'économie circulaire automobile est évalué à 7 Md€ en 2023[81].

Ce marché se partage entre :

[81] Source XERFI

- Les pièces vendues par les centres VHU constituées de pièces dites de réemploi, contrôlées et tracées, revendues avec garantie (même garantie que les pièces neuves depuis le décret 2016) ;
- Les pièces remanufacturées ou en échange standard (Moteurs, boites de vitesses, alternateurs, démarreurs, turbos... remis à neuf par des acteurs industriels spécialisés Valeo, Bosch, etc… ou les constructeurs). Les centres VHU fournissent les pièces usagées (cores ou carcasses) aux manufacturiers ;
- Les pièces vendues par des plateformes et distributeurs intermédiaires qui achètent aux Centres et revendent avec marge ;
- Les pièces importées d'autres pays européens.

En 2024, 17 % des réparations automobiles incluaient des PIEC (source SRA), contre 7,7 % en 2017. C'est une progression significative, même si le potentiel reste très largement sous-exploité.

b. Une adhésion croissante des professionnels de la réparation

Le baromètre Mobilians 2025[82] confirme une progression très nette de la connaissance et de l'utilisation des PIEC dans les ateliers et de l'acceptabilité par les clients.

Il s'agit d'une transformation de fond des pratiques professionnelles, accélérée par les obligations réglementaires, mais aussi par la hausse des coûts de réparation (les réparations ont augmenté de 7,9 % en 2025, les PIEC permettant d'économiser 30 à 70 %).

c. Les freins persistants

La montée en puissance des PIEC se heurte cependant à certains freins sur lesquels il est nécessaire d'agir :

- **La qualité perçue :** premier motif de réticence cité par les professionnels. Pourtant, le taux de retour des PIEC est inférieur à 3 %, équivalent aux pièces neuves ;
- **La disponibilité et les délais :** l'offre reste insuffisante pour certaines catégories de pièces et certains modèles récents. Un centre VHU génère en moyenne seulement 15 PIEC par véhicule, alors que le potentiel identifié est d'une trentaine ;
- **Le prix :** en France, la PIEC se négocie en moyenne à 30 % du prix du neuf, contre 50 % dans les pays nordiques. Cette sous-valorisation fragilise le modèle économique des centres VHU et réduit l'incitation à investir dans le démontage ;
- **Le besoin de plus de transparence** avec les constructeurs et les équipementiers sur la composition détaillée des véhicules pour pouvoir assurer un bon référencement. Les centres VHU ne sont pas référencés comme des réparateurs et, à ce titre, ne bénéficient donc pas, contrairement aux réseaux de réparation, d'un accès à ces informations. C'est un levier majeur pour développer le nombre de PIEC mais il est potentiellement en concurrence avec le commerce des pièces de rechange des constructeurs et des équipementiers, en particulier dans les réseaux de marque.

[82] MOBILIANS

3. La valorisation matière : performances élevées mais complexité croissante

a. Des taux de recyclage européens globalement atteints

La France a atteint depuis 2013 les objectifs européens fixés par la directive 2000/53/CE : taux de réutilisation et de recyclage (TRR) de 85 % et taux de réutilisation et de valorisation (TRV) de 95 %, tous deux calculés en masse des VHU traités.

En 2022, la France a atteint un TRR de 88,3 % et un TRV de 95,6 % (ADEME). Ces chiffres sont atteints grâce à une chaîne bien rodée : dépollution → démontage → broyage → séparation des flux métalliques.

La composition d'un VHU se décompose approximativement en : métaux ferreux (65 %), métaux non ferreux (7 %), verre (4 %), plastiques (13 %), fluides et autres (11 %). Les métaux ferreux (acier, fonte) sont la fraction la plus facilement valorisée et la plus rentable.

b. La valorisation des plastiques et du verre : le maillon faible

La valorisation des plastiques et du verre reste le point le plus difficile de la filière. La directive REP appliquée aux véhicules fixe des objectifs progressifs : 65 % de valorisation matière des plastiques et 50 % du verre en 2026, portés à 70 % et 65 % en 2028. Ces objectifs représentent un défi industriel réel, car les plastiques automobiles sont composés d'une grande diversité de polymères difficiles à séparer et peu rentables à recycler.

Les résidus de broyage léger (Automotive Shredder Residue – ASR), qui représentent environ 20 à 25 % de la masse d'un véhicule, restent à ce jour principalement orientés vers la valorisation énergétique plutôt que vers le recyclage matière. Des acteurs comme Gaia (filiale d'Indra) travaillent sur la transformation de ces résidus.

c. Les pneumatiques : une filière parallèle aux enjeux croissants

Les pneumatiques constituent 3,5 % de la masse moyenne d'un VHU, soit environ 39 kg par véhicule (ADEME/INDRA, 2022). À ce titre, les centres VHU agréés interviennent dans la filière de recyclage des pneus, mais de façon marginale : ils collectent environ 7 % du gisement total de pneumatiques usagés en France, les 83 % restants étant captés directement par les professionnels de la réparation (pneumaticiens, garages, centres autos) lors des changements de pneus.

En France, 556 000 tonnes de pneus (soit environ 53 millions d'unités) sont mises sur le marché chaque année. Le taux de collecte est élevé, entre 92 et 95 %, grâce à l'obligation de reprise par les professionnels. Le cahier des charges 2024-2028 fixe des objectifs progressifs : taux de recyclage de 40 % en 2024, porté à 42 % en 2028.

Les voies de valorisation sont au nombre de trois : la réutilisation (pneus d'occasion et rechapage), la valorisation matière (granulats de caoutchouc pour terrains de sport, revêtements, asphalte) et la valorisation énergétique en cimenterie, aujourd'hui encore majoritaire pour les pneus non rechapables. Le rechapage, pourtant vertueux (− 60 % d'émissions carbone par rapport à un pneu neuf), est en fort recul : le taux de rechapage des VP est tombé à seulement 2 %, et celui des poids lourds de 48 % à 25 %, sous l'effet de la concurrence des pneus neufs asiatiques à bas coût. Le cahier des charges 2024-2028 fixe une cible de 10 % de rechapage pour les VP et 50 % pour les PL en 2028, dont l'atteinte suppose une évolution de la compétitivité de la filière.

Le sujet prend une nouvelle dimension réglementaire avec la norme Euro 7 (applicable aux véhicules neufs dès 2025), qui introduit pour la première fois des limites sur les particules d'abrasion des pneumatiques et des freins, et non plus seulement les émissions à l'échappement. Ce sujet émergent

constitue un enjeu à la fois pour l'éco-conception des pneus neufs et pour la filière de valorisation, notamment en ce qui concerne le statut réglementaire des granulats de caoutchouc (déjà sous surveillance dans le cadre de la restriction REACH sur les microplastiques).

4. La situation par segment de marché

a. Les VP & les VUL : le cœur de la filière

Les voitures particulières représentent plus de 93 % des VHU traités en volume, les VUL constituant l'essentiel des 7 % restants[83]. Ce chiffre est probablement sous-estimé, une partie des VUL étant orientée vers des filières de ferraillage non agréées[84]. En valeur, les VP génèrent l'essentiel du CA des centres VHU, estimé à environ 500 M€/an[85]. Les VUL, bien que concernés par la même réglementation générale, ne disposent pas encore d'un objectif spécifique de recyclabilité et de contenu en matières recyclées pour l'éco-score. Ils représentent un gisement sous-exploité, notamment du fait de la moindre structuration de leur filière en fin de vie.

b. Deux-roues : une filière réglementairement intégrée depuis 2024

Depuis la loi AGEC et le décret REP de 2022, les deux-roues, trois-roues et quadricycles sont intégrés dans la filière REP Véhicule. Un objectif de réutilisation des pièces de 26 % en 2024 leur est appliqué (par rapport 8,5 % pour les VP). L'objectif est nettement plus élevé pour les deux-roues car leur structure est plus simple, les pièces sont plus facilement démontables et réutilisables (moteur, fourche, roues...), et la demande en pièces d'occasion deux-roues est historiquement forte.

Toutefois, les installations traitant exclusivement des deux-roues ne sont pas soumises à l'agrément VHU, uniquement à l'ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement).

c. Bus, cars et poids lourds : un angle mort réglementaire

Les poids lourds, bus et cars ne sont pas soumis à la même réglementation de traitement des VHU au (réservée aux véhicules de moins de 3,5 tonnes). Ils ne disposent donc ni d'agrément VHU spécifique, ni d'objectifs de réutilisation et recyclage réglementaires, ni d'éco-organisme dédié. Les centres de traitement sont soumis comme les deux-roues aux obligations liées au statut d'ICPE.

B. Le cadre réglementaire de l'économie circulaire

1. La réglementation VHU et la REP : un cadre en profonde évolution depuis 2022

a. La directive européenne 2000/53/CE : le socle historique

La directive européenne du 18 septembre 2000 constitue le fondement de la filière VHU en France et en Europe. Elle fixe deux objectifs de performance clés : taux de réutilisation et de recyclage (TRR) de 85 % et taux de réutilisation et de valorisation (TRV) de 95 % de la masse moyenne des véhicules. Elle impose également la reprise gratuite des VHU par les constructeurs ou leurs réseaux agréés.

[83] données Tracauto 2020
[84] source : ADEME/SYDEREP
[85] source : MOBILIANS

En 2023, la Commission européenne a proposé une révision de cette directive, avec des objectifs de recyclage plus ambitieux et une extension du périmètre aux nouveaux types de véhicules :

- Les nouveaux véhicules devront contenir au moins 15 % de plastique recyclé en 2032 dont 20% (donc 3%) issus des VHU
- Extension de la REP à tous les États membres
- Encadrement renforcé des exportations de véhicules d'occasion
- Le champ d'application sera progressivement étendu aux véhicules lourds, aux remorques et aux deux-roues motorisés

b. La loi AGEC (2020) et le décret REP (2022) : une révolution systémique

La Responsabilité Élargie du Producteur (REP) est un instrument réglementaire qui transfère aux producteurs la responsabilité financière de la gestion de fin de vie de leurs produits

Cette réglementation :

- Rend les constructeurs financièrement responsables de la gestion de fin de vie de leurs véhicules, y compris des coûts de collecte et de traitement
- Crée l'éco-organisme Recycler Mon Véhicule (RMV), qui gère les obligations collectives de 79 marques
- Autorise les constructeurs à mettre en place un système individuel agréé (20 constructeurs ont fait ce choix, dont Renault, Stellantis, Toyota, Honda)
- Fixe des objectifs progressifs de réutilisation des pièces : 8,5 % en 2024, 10 % en 2026, 16 % en 2028
- Introduit des objectifs de valorisation matière pour les plastiques (65 % en 2026, 70 % en 2028) et le verre (50 % en 2026, 65 % en 2028)

Les premiers résultats de la filière sont encourageants. Sur la base des données 2023 (les dernières disponibles) : le taux de recyclage atteint 88,2 % et la valorisation globale 96,8 %, dépassant largement les objectifs réglementaires fixés pour 2026. Le taux de réemploi des pièces détachées atteint en moyenne 12 % pour les centres partenaires de RMV (certains centres avancés dépassant les 30 %), contre un objectif de 8,5 % en 2024, signe que la dynamique est bien enclenchée, même si des disparités importantes subsistent entre centres.

En matière de collecte, l'objectif indicatif est fixé à 65 % en 2024, 68 % en 2026 puis 70 % en 2028. Ce taux de collecte est la principale faiblesse de la filière : un tiers environ des VHU échappe encore chaque année au circuit légal (export non tracé, filières informelles), représentant un manque à gagner considérable en termes de matières recyclables et de PIEC.

Des acteurs spécifiques ont pris la compétence batteries depuis août 2025 (notamment RMV, Batribox et Eco System), en vue de structurer la filière de recyclage des batteries de VEB : d'ici 2030, environ 50 000 véhicules électriques devront être recyclés chaque année, et 73 % des batteries usagées de véhicules électrifiés proviendront de VHU.

c. Le décret PIEC et ses évolutions : vers une obligation généralisée

Plusieurs textes encadrent progressivement l'obligation de proposer des PIEC dans la réparation automobile.

L'assurance joue également un rôle clé : les assureurs sont appelés à intégrer les PIEC dans leurs protocoles d'indemnisation pour accélérer le marché.

Sur le plan économique, les PIEC permettent d'économiser 30 à 70 % par rapport à une pièce neuve. Pour un phare avant, l'écart atteint 300 € par rapport au neuf. Cette économie est particulièrement pertinente dans le contexte de la hausse des coûts de réparation : entre +5,9 % et +6,7% (suivant les

sources) en 2025 par rapport à 2024 en moyenne, avec pour les pièces une hausse moyenne de 5,5%, avec des pics à +11 % pour le freinage avant ou +12,16 % pour certains composants électroniques[86].

2. Le règlement batteries UE 2023/1542 : un tournant pour la filière VEB

Entré en vigueur progressivement depuis février 2024, et pleinement applicable depuis le 18 août 2025, le règlement européen (UE) 2023/1542 sur les batteries constitue le cadre réglementaire le plus structurant pour la filière de fin de vie des véhicules électriques. Il fixe une feuille de route détaillée :

a. Les jalons clés du règlement batteries

- **2025 :** déclaration obligatoire de l'empreinte carbone des batteries et de leur contenu recyclé. Objectif d'efficacité de recyclage de 65 % pour les batteries lithium-ion
- **2026 :** étiquetage obligatoire des batteries avec définition de classes de performance pour l'empreinte carbone
- **2027 :** passeport numérique pour chaque batterie (QR code) garantissant traçabilité et transparence sur composition, empreinte carbone et performances. Objectifs de récupération : 90 % pour cobalt, nickel, cuivre et plomb ; 50 % pour le lithium
- **2028 :** établissement d'un seuil d'empreinte carbone maximum à respecter pour la mise sur le marché
- **2031 :** teneur minimale en matériaux recyclés dans les batteries neuves : 16 % pour le cobalt, 6 % pour le lithium, 6 % pour le nickel. Taux de recyclage porté à 70 %
- **2036 :** élévation des objectifs : 26 % pour le cobalt, 12 % pour le lithium, 15 % pour le nickel

b. Les implications pour la filière VHU

Ce règlement transforme profondément les exigences imposées aux Centres VHU, qui doivent depuis 2025 assurer la traçabilité des batteries qu'ils traitent, répondre aux obligations de collecte sélective (REP batteries en vigueur depuis août 2025), et équiper leurs sites de stockage sécurisé (conteneurs étanches, résistance au feu, stockage séparé des batteries accidentées, nouvelles prescriptions 2026).

C. Opportunités, points durs et 1ères recommandations

1. L'utilisation accrue des PIEC dans les réparations

a. Le potentiel de gain carbone

L'utilisation d'une PIEC à la place d'une pièce neuve évite l'intégralité du processus de fabrication de la pièce neuve. Les économies sont donc substantielles :

- 80 % d'énergie économisée par rapport à une fabrication neuve
- Jusqu'à 80 % de matières premières économisés
- Jusqu'à 50 % de réduction de l'empreinte carbone de la pièce[87]
- 500 000 tonnes de métaux économisées par an au niveau français grâce à la filière PIEC[88]

[86] SRA – Observatoire Annuel des sinistres - collision 2025 & Baromètre 2025 ID Garages des prix de la réparation automobile 9ème édition
[87] source : analyse LCA Europe approuvée par société indépendante
[88] Source : ADEME

L'augmentation du nombre moyen de PIEC par véhicule permettrait de générer plusieurs centaines de milliers de PIEC supplémentaires, avec un impact carbone important à quantifier précisément (objectif pour notre rapport final).

La possibilité de modernisation et de réparation des véhicules existants doit également être évaluée attentivement compte tenu de son potentiel de gain par rapport à la production de nouveaux véhicules. Elle peut concerner beaucoup d'éléments, moteur, batterie, pièces de carrosserie.

b. L'enjeu de la collecte et la concurrence des ventes parallèles

La REP impose que la collecte ne soit pas à la charge du propriétaire du véhicule destiné à la destruction, mais elle n'est prise en charge par le constructeur que si le véhicule est complet, ce qui n'est pas toujours le cas pour les véhicules provenant des particuliers. C'est un point dur car le coût de la collecte représente 150 à 200 euros et il est très difficile de faire payer le client qui est prêt à donner son véhicule dans un centre.

En complément, et en lien avec le sujet précédent, il existe une vraie concurrence de la vente en direct, notamment via des plateformes, de pièces d'occasion démontées par les particuliers, hors de toute règlementation et garantie et surtout hors de tout contrôle lié à la sécurité. La limitation et/ou la règlementation de ces ventes de pièces automobiles par des particuliers "non professionnels" sur les marketplaces est pour la profession l'axe d'amélioration prioritaire et un levier important pour développer l'activité des centres VHU.

c. La tension avec la prolongation de la durée de vie des thermiques

L'utilisation accrue des PIEC présente toutefois un paradoxe important pour la transition énergétique : en réduisant le coût de réparation des véhicules thermiques anciens, elle peut contribuer à prolonger la durée de vie de ce parc et à retarder son renouvellement vers des motorisations électriques.

Ce phénomène est particulièrement marqué dans un contexte où le prix moyen d'une voiture neuve est passé à 36 700 € en 2024 (+85 % en 15 ans[89]) et où les ménages des déciles inférieurs ont été progressivement exclus du marché du neuf. La PIEC leur permet de maintenir en état un parc thermique vieillissant, ce qui est rationnel à court terme pour leur budget mais peut être en tension avec les objectifs de décarbonation du parc.

Il convient donc de distinguer deux situations :

- La PIEC sur véhicules thermiques récents (moins de 10 ans) : pleinement vertueuse, elle évite des achats de pièces neuves sans retarder significativement le renouvellement du parc ;
- La PIEC sur véhicules thermiques anciens (plus de 15 ans) : le gain carbone sur la pièce elle-même est largement compensé ou dépassé par le maintien en circulation de véhicules plus polluants qu'un VEB neuf sur l'ensemble de leur cycle de vie ;

Cette tension doit être analysée en considérant l'analyse de cycle de vie (ACV) complète du véhicule, et non pas uniquement le gain marginal sur la pièce.

d. Les VEB : un sujet émergent et complexe

Compte tenu d'un âge moyen d'entrée en Centre VHU de 19 ans, les premiers volumes significatifs de VEB en fin de vie ne sont pas attendus avant 2035-2040. Cependant les véhicules accidentés arrivent déjà (suivant les sources entre 1 % des entrées en centre VHU en 2024 - source Indra - et 6 à 7% en 2025). La question des PIEC sur véhicules électriques est donc à la fois une opportunité et un défi majeur pour la filière, car la proportion des VEB augmente rapidement, via les véhicules accidentés.

[89] Source Etude Roole de 2025

Hors batterie, le véhicule est équivalent à un véhicule thermique, mais plusieurs spécificités des VEB complexifient la gestion de leurs PIEC :

- Les batteries collées : 60 % des pannes sur VEB ne sont pas liées à la batterie elle-même mais à ses composants périphériques (capteurs, gestion thermique, électronique de puissance). Pourtant, une batterie collée par le constructeur (pour optimiser les coûts de production) rend le diagnostic et la réparation particulièrement complexes et coûteux, et peut conduire à rendre le véhicule irréparable ;
- La valeur de la batterie : elle représente en moyenne 35 % de la valeur du véhicule. Sa réparabilité et sa valorisation en PIEC ou en seconde vie représentent un enjeu économique et environnemental considérable ;
- La sécurité : le traitement des batteries Haute Tension des VEB nécessite des équipements spécifiques, une formation dédiée des et des zones de stockage sécurisées. Lorsque la batterie est destinée à destruction, sa prise en charge représente un coût important ;
- La seconde vie des batteries : les batteries dont l'état de santé SOH est compris entre 70 % et 80 % peuvent être réutilisées pour du stockage d'énergie stationnaire (bâtiments, réseaux), prolongeant leur cycle de vie de 5 à 10 ans avant recyclage final ;
- Les moteurs électriques : ils sont plus complexes à recycler que les moteurs thermiques si l'on souhaite récupérer les aimants et terres rares ;
- Les pièces d'électronique de puissance sont également un gisement important de cuivre et de métaux précieux.

Sur les 10 prochaines années, les centres VHU pourraient avoir à traiter 630 000 tonnes de batteries au lithium, selon les projections d'Indra. C'est un volume considérable qui nécessite une préparation industrielle et réglementaire immédiate.

2. L'utilisation accrue des matières recyclées dans la production de véhicules neufs

a. Un levier encore limité mais en accélération grâce à la réglementation

L'intégration de matières recyclées dans la production de véhicules neufs est aujourd'hui faible, liée notamment à des contraintes de qualité, de disponibilité et de coût. Mais la pression réglementaire s'intensifie :

- Le règlement batteries 2023/1542 impose des taux minimaux de contenu recyclé dans les batteries neuves dès 2031 (16 % cobalt, 6 % lithium, 6 % nickel), relevables en 2036 ;
- L'éco-score français intègre déjà partiellement des critères de contenu recyclé. La recommandation Lavarde (2026) est d'étendre ces critères d'écoconception et d'économie circulaire ;
- La révision de la directive ELV (End of Life Vehicles) en cours de négociation au niveau européen devrait introduire des exigences de contenu recyclé dans les véhicules eux-mêmes, au-delà des batteries.

b. Le gain carbone potentiel

L'utilisation de matières recyclées à la place de matières vierges dans la production automobile génère des gains carbone substantiels, notamment sur les métaux :

- Acier recyclé par rapport à acier primaire : économie d'environ 60 % des émissions de CO_2 ;
- Aluminium recyclé par rapport à aluminium primaire : économie d'environ 95 % des émissions de CO_2 ;

- Les matériaux recyclés des batteries réduisent de 40 % l'empreinte carbone de la production de nouvelles batteries[90] ;
- Le recyclage permettra de réduire de 25 % la demande mondiale en lithium et de 35 % pour le cobalt et le nickel d'ici 2040 selon des sources sectorielles.

Ces gains interviennent dans la phase de fabrication du véhicule, qui représente une part significative de l'empreinte carbone d'un VEB sur son cycle de vie (environ 40 à 50 % selon l'ADEME, voire plus de 80% pour un véhicule roulant en France, par rapport à 15 à 20 % pour un thermique). La fabrication est donc le principal levier de réduction de l'empreinte carbone du VEB.

c. Les freins à l'utilisation de matières recyclées

L'intégration de matières recyclées se heurte encore à plusieurs points durs :

- La qualité et la traçabilité : les constructeurs ont des exigences strictes de qualité sur leurs approvisionnements. Les matières recyclées doivent répondre à des spécifications précises ou les constructeurs doivent assouplir leur cahier des charges ;
- La disponibilité : la filière de collecte et de traitement des métaux recyclés de qualité automobile n'est pas encore dimensionnée pour répondre aux besoins futurs. Pourtant, les technologies existent (notamment en Chine, acier EAF Electric Arc Furnace, matières batteries, ...) mais nécessitent des investissements importants pour passer à l'échelle en Europe ;
- Le coût : dans certains cas, les matières recyclées restent plus onéreuses que les matières vierges importées, notamment en l'absence de tarification du carbone suffisante ;
- Les plastiques : la valorisation matière des plastiques automobiles reste très complexe (diversité des polymères, coûts de séparation élevés, qualité du recyclé insuffisante pour certains usages). C'est le principal point dur de la filière.

3. Opportunités et 1ères recommandations

a. Lever les freins à l'utilisation des PIEC

Bien que le cadre réglementaire existe depuis 2017 selon lequel tout professionnel a l'obligation de proposer à son client une alternative en PIEC avec un devis comparatif, cette obligation est insuffisamment appliquée et contrôlée sur le terrain. C'est le premier levier d'action identifié par les professionnels de la filière : renforcer l'effectivité de la réglementation existante avant même d'en créer de nouvelles.

Le deuxième frein structurel est le prix des PIEC, encore trop bas pour encourager l'activité des centres VHU. En France, la PIEC se négocie en moyenne à 30 % du prix du neuf, un niveau insuffisant pour rentabiliser l'investissement dans le démontage sélectif. Dans les pays où la filière s'est développée, notamment les pays nordiques, le prix de référence se situe autour de 50 % du prix du neuf, niveau qui reste attractif pour l'acheteur tout en assurant la rentabilité du démonteur.

Le troisième frein est la visibilité et l'image de la filière auprès du grand public. L'image de la « casse auto » perdure, associée à un manque de confiance dans la qualité et la fiabilité des pièces. Pourtant, le taux de retour SAV des PIEC est inférieur à 3 %, équivalent aux pièces neuves et les contrôles qualité garantissent une fiabilité équivalente aux pièces neuves. Ce décalage entre perception et réalité constitue un obstacle majeur à la montée en puissance du marché.

[90] Source ELECTRA

b. Capitaliser sur des leviers favorables

Plusieurs dynamiques jouent aujourd'hui en faveur d'un développement accéléré des PIEC :

La hausse continue du prix des pièces de rechange neuves (+6,67 % en 2025 en moyenne, avec des pics à +11 % sur certains composants) rend l'usage des PIEC de plus en plus pertinent pour limiter les coûts d'entretien et de réparation, et ainsi prolonger la durée de vie des véhicules, ce qui est par ailleurs cohérent avec les objectifs de la filière.

La réparation des véhicules électriques représente un gisement sous-exploité considérable. Comme déjà indiqué, environ 60 % des pannes sur VEB ne sont pas liées à la batterie elle-même mais à ses composants périphériques (électronique de puissance, gestion thermique, capteurs), qui sont précisément des PIEC mobilisables. Le diagnostic et la réparation des batteries sont aujourd'hui particulièrement sous-exploités alors qu'ils représentent un levier majeur de réduction des coûts et d'empreinte carbone. Il est nécessaire de développer des outils de diagnostic fiable des batteries issues de véhicules accidentés pour permettre leur réemploi.

Les voitures sans permis (VSP), en fort développement, constituent un segment d'opportunité spécifique : leur prix en neuf est en moyenne de 15 000 €, ce qui rend la PIEC particulièrement attractive en proportion, et leur clientèle (jeunes, seniors, zones peu denses) est sensible au coût de réparation.

La pression des assureurs pour limiter le coût des sinistres constitue également un levier puissant encore insuffisamment activé. Les assureurs ont un intérêt direct à intégrer les PIEC dans leurs protocoles d'indemnisation, un mouvement qui s'amorce mais reste trop limité.

c. Des évolutions réglementaires souhaitables

Plusieurs leviers réglementaires sont identifiés comme prioritaires :

- Labellisation des centres VHU et des PIEC et réglementation de la revente de PIEC : donner de la lisibilité et de la confiance aux acheteurs et aux assureurs ;
- Minimum obligatoire d'usage de PIEC : le futur règlement européen ELV révisé devrait introduire une proportion minimale de PIEC dans les réparations, ce qui constituerait un changement de paradigme majeur ;
- Main d'œuvre incitative pour la réparation, sur le modèle de la première heure de main d'œuvre offerte existant dans la filière D3E (déchets d'équipements électriques et électroniques).

d. Développer l’éco-conception

Le développement de la filière de l’économie circulaire est fortement lié à celui de l’éco-conception. Plusieurs actions peuvent être mises en œuvre :

- L'extension de la durée de vie des véhicules électriques en améliorant leur réparabilité, impliquant sans doute une évolution notamment des batteries dans la structure (ex : le gigacasting de Tesla) ;
- De nouvelles exigences de conception intégrant les enjeux de réparabilité, de remanufacturing, et de recyclage en boucle courte. Cependant ces évolutions ne doivent pas dégrader la fiabilité, la sécurité ou la cybersécurité ;
- Le développement d’un indice de circularité applicable au véhicule, qui pourrait concerner la réparabilité, la “remanufacturabilité”, le contenu matériaux verts (biosourcés et recyclés) ;
- Des réflexion inter-filières pour créer des débouchés pour différentes matières recyclées.

En complément, l’utilisation de matériaux biosourcés dans la production de véhicules nécessite de confirmer leur recyclabilité afin d’évaluer précisément leur contribution.

e. Le potentiel de développement

Le potentiel de la filière est important. Sur les VP et VUL, il est possible de doubler le nombre moyen de PIEC par véhicule, passant de 15 à 30 pièces, ce qui suppose une amélioration significative des pratiques de démontage sélectif dans les centres VHU, une meilleure numérisation des stocks et une montée en compétences des techniciens. Le déploiement d'outils numériques permettant d'identifier pour chaque véhicule les pièces avec le plus de potentiel est également une source de développement possible.

En complément, le traitement des composants électroniques est un gisement de croissance potentiel mais nécessite des compétences spécifiques et la disponibilité des informations constructeurs. L'un des points durs est lié à la cybersécurité et l'inviolabilité des calculateurs qui doivent pouvoir être remis à zéro afin d'intégrer la filière de réemploi ou du remanufacturing.

Pour les véhicules industriels (camions, bus et cars), la filière est aujourd'hui peu structurée et non réglementée, mais le potentiel est important. Il existe peu d'acteurs sur cette activité précisément parce que la filière n'est pas encore développée. Cette situation devrait évoluer : les véhicules industriels seront intégrés dans la nouvelle réglementation européenne ELV applicable à partir de 2030, ce qui ouvrira un nouveau marché et incitera à la structuration d'une filière dédiée.

La filière doit également se préparer à l'augmentation du volumes des VEB :

- Former les techniciens : déploiement de formations sécurité HT dans les centres VHU, notamment pour le démontage et le stockage des batteries ;
- Sécuriser les sites : mise en conformité progressive des centres VHU aux nouvelles prescriptions 2026 (conteneurs étanches, stockage séparé des batteries accidentées) ;
- Développer la seconde vie des batteries : structurer une filière française de reconditionnement pour le stockage stationnaire, en lien avec les acteurs de l'énergie ;
- Anticiper le recyclage : soutenir les acteurs émergents (Hydrovolt à Hordain, Mecaware) et intégrer la filière de recyclage dans l'écosystème des gigafactories. La « Vallée de la batterie » dans les Hauts-de-France pourrait créer les conditions d'un écosystème intégré production-recyclage.

VIII. La réparabilité des VEB, une condition de la décarbonation

Comme nous l'avons vu, le levier principal pour la décarbonation du parc automobile et la sortie des énergies fossiles est l'électrification massive des véhicules. Or, la batterie a un impact environnemental et social non négligeable [91] : il y a donc un enjeu à la rendre durable et réparable pour limiter l'empreinte à la fabrication ainsi qu'un potentiel effet rebond.

La réparabilité des VEB présente des problématiques techniques, organisationnelles et économiques qui peuvent également ralentir l'adoption des VEB dans le parc automobile.

Pour aborder ce sujet, nous commencerons par nous intéresser aux causes qui peuvent mener à ce besoin de réparabilité. Nous en identifions deux principales : les sinistres d'origine technique (pannes) et ceux d'origine humaine (comportement du conducteur ou de la conductrice). Nous aborderons ensuite les verrous et freins que rencontre la filière de la réparation des VEB, avant de conclure sur les besoins et recommandations en matière de réparabilité.

Le Shift Project a réalisé ce travail conjointement avec l'ADEME, dans le cadre d'un projet d'étude de la réparabilité des VEB. Nous avons mené une vingtaine d'entretiens semis-directifs auprès d'acteurs

et experts de la filière automobile, afin d'identifier plusieurs freins d'ordre technique, organisationnel, économique et réglementaire à la réparabilité des VEB.

A. Sinistralité des VEB : fiabilité et comportement

1. Fréquence et causes des pannes des VT et VEB

Tout d'abord, il est à noter que quel que soit le type de motorisation (véhicule électrique ou thermique), **le principal facteur de panne est une défaillance de la batterie 12V** [92] (cause de 50% des pannes des VEB et de 45% des pannes des VT) et ne touche donc pas directement à la partie motrice du véhicule.

Les VEB sont moins sujets à des défaillances du moteur, car ceux-ci ne possèdent qu'une vingtaine de pièces mobiles, contre plus de mille pour les VT. Ceci limite le risque de panne mécanique. Le principal facteur de panne des VEB est une défaillance du système batterie [93]. Comme mentionné dans le rapport de Halte à l'Obsolescence Programmée [94], les pannes les plus fréquentes liées à la batterie concernent l'électronique de puissance, la connectique (capteurs) et les modules (panne chimique).

Notons que d'après les chiffres publiés par l'ADAC[91], en 2025, **les VEB présentaient 2,5 fois moins de pannes que les VT** (respectivement 3,8 et 9,4 pannes pour 1000 véhicules), pour une même cohorte de véhicules [95].

2. Durée de vie du véhicule

Ainsi, **la durée de vie d'un VEB est largement tributaire de l'état de santé de la batterie**. Plusieurs études [96], [97] s'accordent à dire que les batteries actuelles peuvent durer entre 8 et 10 ans (100 000 km) selon l'utilisation qui en est faite (climat, méthode de charge, état de charge). Au rythme auquel les batteries s'améliorent, une étude menée par Geotab [98] estime même que leur durée de vie a été initialement sous-estimée et qu'elle pourrait atteindre 20 ans.

Une étude publiée en 2025 dans la revue Nature, portant sur des véhicules au Royaume-Uni [99] a montré que **la fiabilité des VEB s'est largement améliorée ces dernières années, et que leur durée de vie peut atteindre des niveaux similaires aux VT** : « BEVs offer promising characteristics, with an average lifespan of 18.4 years, which approximates that of an average petrol vehicle. Importantly, BEVs surpass petrol cars in terms of lifetime mileage, covering 124,000 miles across their lifetime. ». L'étude mentionne également que **les VEB supportent mieux une intensification de l'usage** (augmentation de la distance parcourue chaque jour) que les VT.

3. Sécurité incendie

En matière de sécurité incendie, les VEB sont statistiquement beaucoup moins à risque que les VT [100], d'après une étude menée aux États-Unis en 2024. Celle-ci a recensé 25 cas d'incendies pour 100 000 VEB vendus, contre 1 530/100 000 pour les VT et 3 475/100 000 pour les véhicules hybrides.

En revanche, les causes de déclenchement de l'incendie diffèrent : elles résultent principalement d'une fuite de carburant dans le cas des VT et d'un problème lié à la batterie ou au système de charge pour les VEB (court-circuit par exemple). Il résulte de cette différence que **les VEB ont un risque de prendre feu dans des situations plus variées que les VT** (y compris pendant la charge). Les risques d'incendie de VT se réduisent généralement à des cas d'accidents avec collision.

[91] Allgemeiner Deutscher Automobil-Club. Association allemande spécialisée dans le domaine automobile.

L'étude rappelle également que le feu est plus difficile à maîtriser dans le cas d'un VEB que pour un VT, car la batterie continue de produire de l'énergie, ce qui entretien l'incendie. Les répercussions environnementales sont alors plus importantes dans le cas d'un incendie de VEB : augmentation des émissions (allongement de la durée de l'incendie) et libération de substances toxiques, à cause de la composition chimique de la batterie.

4. Impact du comportement sur le taux de sinistralité

Cette partie sera complétée pour le rapport final.

Dans leur article publié McDonnell *et al.* (2024) [74] réalisent une analyse comparative des comportements de conduite et des coûts d'assurance des VT, VEB et HEV pour évaluer l'impact de la motorisation sur le taux d'accident d'un panel de 14 642 véhicules aux Pays-Bas.

Les résultats montrent que, bien que parcourant des distances moins importantes et ayant des comportements moins à risque, les VEB sont responsables de 4% de plus d'accidents que pour les VT. Statistiquement, les auteurs ont montré une augmentation du taux d'accident avec la distance parcourue.

B. Freins techniques à la réparabilité des VEB

1. Manque de démontabilité

Le frein technique majeur à la réparabilité des VEB est le manque de démontabilité de la batterie, et ce à plusieurs niveaux.

Tout d'abord, **certaines marques rendent difficile sinon impossible l'accès aux composants de la batterie, à cause des couvercles scellés**. Cela complique les manipulations de réparation et peut altérer la sécurité lors du démontage. Cette tendance au manque d'accessibilité à la batterie est accentuée par la mise en œuvre des architectures cell-to-châssis (lorsque la batterie est directement intégrée dans le châssis de la voiture).

Ensuite, même dans le cas où l'ouverture du couvercle serait possible, **dans la plupart des modèles de VEB, l'assemblage des cellules est réalisé par collage**, ce qui rend aujourd'hui impossible le démontage et donc la réparation d'une cellule. De nombreux composants sont également soudés de manière irréversible, afin d'assurer un bon contact électrique entre les cellules. La colle est utilisée pour trois raisons :

- Limiter la propagation d'un emballement thermique et donc que les cellules ne prennent feu ;
- Amortir la propagation des vibrations, qui risqueraient d'endommager les cellules ;
- Réduire les coûts en passant de batteries NMC à LFP : comme la densité énergétique LFP est inférieure à celle du NMC, les constructeurs optimisent la conception du pack (moins de modules, pas d'assemblage vissé, etc.) pour retrouver une densité énergétique pack LFP proche de celle du pack NMC. Cela permet un gain de coût, masse, volume sans trop dégrader la performance de densité énergétique. Finalement, les constructeurs sont soumis à une double contrainte de coûts d'un côté et réparabilité / recyclabilité de l'autre, qui peut être difficilement conciliable.

Lorsque la batterie est accessible et démontable, le plus répandu actuellement est le changement d'un module complet : certains modèles de VEB (notamment chez les constructeurs européens) permettent de démonter les modules, qui ne sont pas collés entre eux mais vissés. Cependant, les designs de batteries vont de plus en plus vers des modèles cell-to-pack, pour lesquels on augmente la taille des modules et on réduit leur nombre. Cela permet d'augmenter la surface utile

pour ajouter des cellules (et donc d'améliorer l'autonomie du véhicule) mais rend donc la batterie moins démontable.

Concrètement aujourd'hui, à cause de ces freins à la démontabilité, en cas d'endommagement, c'est l'ensemble du pack batterie qui est remplacé dans beaucoup de cas. Notons que cela ne signifie pas que la batterie endommagée n'est ni réparée ni revalorisée dans des centres spécialisés du constructeur.

Il existe aujourd'hui des **axes de recherche pour améliorer la démontabilité de la batterie**.

- Des entreprises comme 3M ou Arkema proposent par exemple des colles qui peuvent être retirées par chauffage ou par courant électrique, ou bien des colles pour le couvercle qui collent d'un côté et assurent un maintien par compression de l'autre.
- De nouveaux acteurs comme Kreisel Electric proposent également des systèmes mécaniques permettant d'accéder aux composants jusqu'à la cellule. Le système qu'ils proposent remplace la colle projetée. Il permet d'amortir les chocs et de réduire les vibrations grâce à des systèmes de ressorts. Le refroidissement est assuré par la circulation d'un liquide de refroidissement. Pymco développe également des assemblages mécaniques sans soudure ni colle.

Il ressort des entretiens que les solutions techniques existent ou sont en voie d'exister, mais que le temps et les moyens alloués au remplacement des techniques actuelles restent en réalité assez faibles chez les constructeurs. En l'absence de contraintes réglementaires, ces derniers privilégient en effet la réduction des coûts de fabrication des packs batterie afin de diminuer le prix d'achat des véhicules électriques et d'accroître leur part de marché, reléguant ainsi au second plan les enjeux de réparabilité et d'évolutivité des systèmes.

Au-delà de la batterie, certaines pratiques de conception risquent de mettre en péril la démontabilité et la réparabilité des VEB au sens large, notamment celles qui tendent à regrouper plusieurs pièces ou fonctions dans un même assemblage : giga casting, cell-to-châssis, regroupement de composants électromécaniques ou de plusieurs fonctions électroniques.

2. Risques d'obsolescence logicielle

L'électronisation croissante des véhicules récents peut défavoriser leur réparabilité. **De nombreuses fonctionnalités des véhicules connectés sont dépendantes de mises à jour logicielles, et peuvent donc être perdues en cas d'arrêt de maintenance par le constructeur**. Par ailleurs, **certaines pièces sont concernées par des verrous logiciels** ("digital coding" ou "appariement"), complexifiant leur réemploi et leur réparation.

3. Manque de standards sur la conception

On constate également un **manque de standards sur la conception et le démontage des batteries**, à la fois entre les constructeurs et entre les modèles d'un même groupe. Cette personnalisation d'architecture des batteries impose donc des méthodologies de démontage spécifiques qui sont mal adressées aujourd'hui.

Certaines personnes interviewées estiment que **les batteries actuelles sont également davantage conçues pour répondre à un besoin de recyclabilité et non de réparabilité**, notamment du fait du cadre réglementaire aujourd'hui en place. Les choix de conception qui en découlent peuvent s'avérer contradictoires ou *a minima* défavorables à la réparation de la batterie. Certains experts mentionnent toutefois qu'améliorer la démontabilité de certains composants pourrait profiter à la fois à la réparation et au recyclage des pièces. Par exemple, la présence de colle est un problème pour le recyclage : il s'agit de produits chimiques, parfois non autorisés en Europe (en raison des conditions de travail que

leur utilisation implique) et qui sont difficiles à séparer des autres produits. L'extraction de la blackmass est ainsi plus complexe, rendant le recyclage difficile.

C. Freins organisationnels à la réparabilité des VEB

1. Une filière de réparation contrainte et orchestrée par les constructeurs

Les compétences et pouvoir de décision en matière de conception et de réparation des VEB sont aujourd'hui concentrés dans les mains des constructeurs automobiles.

Dès la phase de conception, ce sont par exemple eux qui établissent les contraintes en ce qui concerne le dimensionnement de la batterie, laissant peu de marge de manœuvre aux fabricants de batteries. Les personnes interrogées soulignent ainsi la nécessité pour les différents acteurs de la chaîne de valeur de travailler en synergie pour assouplir les contraintes rencontrées par les constructeurs de batteries.

Quand vient la nécessité de réparer un VEB, plusieurs freins sont rencontrés par les assureurs et les réparateurs :

- Pour certains sinistres (accident avec déclenchement d'airbag, activation du prétensionneur de ceinture, retournement du véhicule…), **les constructeurs imposent aux assureurs un changement systématique de la batterie**, sans effectuer de diagnostic complémentaire et détaillé de son état réel avant la prise de décision. Cela impose d'engager un processus de réparation coûteux et parfois non nécessaires en cas d'accident. En outre, ces préconisations diffèrent d'une marque à l'autre. Ce manque de standards complique ainsi les procédures de réparation ;
- **Les constructeurs et équipementiers manquent de transparence dans les données**, notamment pour la fourniture des plans et méthodologies de démontage et de réparation des systèmes électroniques constituant le véhicule (onduleur, chargeur…) ou concernant l'état de la batterie. En effet, le système de management de la batterie (BMS) contient entre autres des informations utiles à la réparation qui ne sont pas toujours rendues accessibles aux réparateurs (état de santé de la batterie, tensions des cellules, échanges entre le BMS pack et les BMS modules…). L'évolution vers le véhicule défini par logiciel (SDV Software Defined Vehicle) renforce ce phénomène. On constate des tensions entre la sécurité / cybersécurité et l'accès équitable aux données et réalisation des opérations pour la réparation ;
- Certains constructeurs entretiennent un **monopole des compétences et des pièces de réparation**. C'est notamment le cas de Tesla, qui ne rend disponibles ses pièces qu'à des réparateurs agréés de leur marque.

Ainsi, la filière de réparation des VEB est aujourd'hui organisée différemment de celle des véhicules thermiques et n'implique pas les mêmes acteurs. Certains constructeurs permettent aux garagistes de remplacer les composants internes aux batteries alors que d'autres demandent que les batteries soient envoyées dans des centres de réparation spécialisés. Ceci représente un **gros manque à gagner pour les concessionnaires, qui pourraient, sous réserve de disposer des bons équipements et de réparateurs formés, avoir la charge de la réparation de la batterie**.

2. Formation des réparateurs

Il existe **deux types de formations** qui permettent des niveaux d'intervention différents sur les VEB :

- L'habilitation sécurité permet aux réparateurs de travailler sur VEB en toute sécurité pour des interventions d'ordre mécanique ou de diagnostic, et ne touchant pas à la batterie. Dans le cadre d'une intervention de ce type, il est obligatoire que 2 techniciens habilités soient présents. Ainsi, ce type d'habilitation ne suffit pas pour réparer un VEB sur la partie électrique ;

- Les formations à la réparation des VEB présentent des spécificités que les formations à la réparation automobile n'intègrent pas toujours : apprentissage des basiques de l'électricité et de l'électronique (utilisation d'un oscilloscope…). Les formations à la réparation automobile n'intègrent pas suffisamment ces aspects et restent concentrés sur des aspects essentiellement électromécaniques, insuffisants pour réparer des VEB.

Aujourd'hui, comme **les VEB ne représentent qu'une faible part des entrées atelier** (1,7% chez les réparateurs indépendants et 2,6% chez les distributeurs [101]), le nombre de personnes habilitées et formées à la réparation des VEB reste faible, et les ateliers de réparation doivent cumuler les compétences électrique et thermique, dans un contexte de difficultés de recrutement. Le faible volume de VEB dans le parc ne pousse pas les réparateurs à investir dans les équipements nécessaires, ni à recruter des personnes formées. Certains entretiens mentionnent une réticence au changement chez certains réparateurs.

On peut toutefois noter que beaucoup d'acteurs des filières de réparation sont déjà en place, ce qui constitue un avantage pour sa montée en puissance.

D. Freins économiques à la réparabilité des VEB

Il existe aujourd'hui un **cumul de facteurs qui rendent la réparabilité des VEB coûteuse pour les assureurs**. D'après un rapport de France Assureurs de 2025, « l'indemnisation des accidents des véhicules électriques coûte en moyenne 11% plus cher que celle des véhicules thermiques, sur l'ensemble des garanties ». Cela s'explique par plusieurs facteurs relatifs à la réparabilité, dont certains sont exogènes au type de motorisation.

- Comme nous l'avons mentionné plus haut, certains constructeurs peuvent imposer un changement complet du pack très coûteux[92], pris en charge par les assureurs. En raison du prix élevé, cela peut pousser les assureurs à classer certains véhicules comme « économiquement irréparables », allant à l'encontre de leurs intérêts. Le rapport de France Assureurs souligne que sans amélioration de la filière de réparabilité des VEB, ce phénomène pourrait prendre de l'ampleur à mesure que le parc des VEB vieillit. Améliorer la démontabilité et rendre possible le changement de composants plutôt que l'intégralité du pack batterie devrait ainsi présenter un avantage économique pour les assureurs ;
- La masse plus importante des VEB par rapport aux VT (+41% en moyenne d'après France Assureurs) rend les chocs plus violents, ce qui nécessite des réparations plus importantes ;
- À contrat et véhicule équivalents, les primes d'assurance des VEB sont globalement similaires à celles des VT, voire légèrement inférieures. Les études qui mentionnent des primes d'assurance et des pièces de carrosserie plus coûteuses raisonnent en moyenne sur le parc. Or, le parc thermique est en moyenne plus âgé que le parc électrique. L'écart s'explique alors par le fait que les VEB sont en moyenne des véhicules plus récents, neufs, plus haut de gamme, plus sophistiqués et achetés par des CSP+ prêts à payer des primes d'assurance élevées, en comparaison à la moyenne des VT ;
- Le manque de compétences VEB dans les ateliers de réparation et l'accès difficile aux pièces détachées engendrent des coûts annexes, en comparaison des véhicules thermiques : double-remorquage, frais de gardiennage, augmentation des délais de réparation, prêt de véhicule de remplacement.

Si l'on s'intéresse aux coûts pour les **constructeurs**, l'amélioration de la réparabilité des VEB est encore perçue comme une **prise de risque économique** (risque de rappel de véhicules par exemple), qui n'est

[92] Entre 11 000 et 25 000€ d'après [102].

pas compensée par des mesures incitatives. Nous verrons qu'une évolution des réglementations pourrait permettre de pallier ce frein économique.

Les **réparateurs** doivent effectuer des investissements importants pour les outils de diagnostic, les moyens et outillages spécifiques aux VEB, les habilitations et formations du personnel, ou encore les équipements de sécurité.

Globalement, la filière de **réparabilité des VEB a un modèle économique fragile** : faible rentabilité de certaines opérations, investissements élevés sur les VEB alors qu'il n'y a pas de volume actuellement, monétisation croissante des données par les constructeurs. Les petits garages indépendants sont mis de plus en plus en difficulté sur la réparation des VEB.

Par ailleurs, si l'on cherche à intégrer les pratiques d'économie circulaire dans la réparation des VEB, on constate que **l'amélioration des technologies de batteries (et donc la diminution des coûts qui en découle) tend à rendre l'achat d'une batterie de seconde vie moins intéressante économiquement que l'achat d'une batterie neuve**.

Enfin, indépendamment de la motorisation, il est à noter que le cumul des nouvelles technologies et équipements sur les véhicules tend à faire monter les prix de réparation des véhicules.

E. Freins réglementaires à la réparabilité des VEB

Le cadre réglementaire en place est jugé flou et non harmonisé :

- Le "digital coding" ou appariement de pièces n'est pas réellement encadré concernant les véhicules. Pourtant, l'irréparabilité induite par ces pratiques est prise en compte par l'Union européenne, en témoigne le fait que Directive du droit à la réparation encadre ces pratiques pour les EEE ;
- Le SERMI et le verrouillage gateway sont appliqués différemment selon constructeurs ;
- Les textes actuels sont très imprécis sur le périmètre de la chaîne de la traction électrique, ce qui permet aux constructeurs de communiquer les informations « à leur main ». Cela pose des risques de restrictions d'accès abusives et de distorsion de concurrence entre les réseaux constructeurs, les réseaux indépendants et les petits garagistes.

Ces éléments constituent un frein pour les acteurs du secteur, car les constructeurs n'ont aucune obligation à réparer les batteries. La réparabilité des VEB repose surtout sur leur bonne volonté et reste perçue comme une prise de risque qui pourrait être palliée par une réglementation permettant d'harmoniser les contraintes sur les constructeurs.

F. Besoins et recommandations de la filière

1. Accessibilité des pièces

Selon le Panorama du Parc automobile de la FEDA, afin de sécuriser l'accès des réparateurs aux pièces détachées, une durée de 20 ans de mise à disposition devrait être imposée par la loi, en cohérence avec la durée de vie moyenne des véhicules, de 21 ans en 2025.

Il serait recommandé de favoriser l'utilisation de PIEC via des dispositions réglementaires, grâce à par exemple : l'imposition d'échange standard avec préservation de la garantie, une fiscalité avantageuse, la priorité par défaut à l'usage de PIEC, etc. Il est également recommandé de mettre en place un meilleur réseau de distribution de pièces de rechange favorisant l'emploi de PIEC, via le développement de filières de reconditionnement (remanufacturing).

Notons que ces problématiques ne sont pas forcément différentes de celles des VT.

2. Réparabilité des batteries

Il est aussi nécessaire de poursuivre la recherche pour trouver des solutions techniques permettant d'améliorer la démontabilité des batteries : rendre les pack batterie ouvrables et refermables, composés d'éléments remplaçables. Afin de s'assurer que le cadre législatif et réglementaire soit favorable au développement des batteries réparables, il s'agit en priorité d'imposer des contraintes de démontabilité des batteries aux constructeurs.

3. Accès aux données et standardisation

La mise en place d'obligations réglementaires pourrait permettre un meilleur accès aux données pour les réparateurs. Ces réglementations devraient :

- Fixer des objectifs de réparabilité ;
- Obliger les constructeurs à une transparence sur les méthodologies de démontage et les données ;
- Imposer une standardisation des méthodes de calcul des indicateurs clés (état de la batterie, méthodologie de démontage, standardisation). Cela pourrait prendre la forme d'un « DataAct » adapté à l'automobile, intégrant de nouvelles architectures et un accès équitable aux données.

Les réglementations permettraient une harmonisation des contraintes à tous les constructeurs et permettrait ainsi de relancer l'innovation en matière de réparabilité, aujourd'hui trop peu engagée en raison des risques économiques pris par les constructeurs.

4. Structuration de la filière

Les personnes interviewées proposent de structurer la filière en créant des réseaux spécialisés dans la réparation des batteries, moteurs électriques et électronique avancée, en analogie avec les réseaux dieselistes. Ceux-ci représentent par ailleurs une piste intéressante à explorer pour opérer une transition vers des réseaux spécialisés dans l'électrique, leur activité étant condamnée à disparaître à plus ou moins longue échéance.

Il serait intéressant de favoriser la spécialisation des acteurs : les garages ne pourront pas tout absorber (ADAS, électronique, VEB) et de mettre en place des chaînes logistiques adaptées (envoi/réparation des composants) et des réseaux de réparation mutualisés.

5. Formation et compétences

La formation à la réparation des VEB doit se renforcer et doit opérer un cumul de compétences VEB et VT. Il convient également de renforcer les activités de diagnostic des batteries et de mieux diffuser les guides pratiques opérationnels (quoi faire, comment, dans quelles conditions).

Il semble que l'offre de formation soit suffisante, mais que certains professionnels manquent d'engagement (risques technologiques, manque de ressources, marché peu visible) : il sera nécessaire de trouver des mesures incitatives pour faire changer les pratiques, d'autant plus dans un contexte où l'on doit anticiper la montée en charge des VEB.

6. Soutien économique

Pour améliorer la réparabilité des VEB, il est aujourd'hui nécessaire de réduire les barrières financières :

- Coût des certifications (ex : SERMI) et des formations ;

- Investissements en équipements ;
- Coûts récurrents pour les écritures d'information dans les calculateurs.

Cela peut se faire par la mise en place des aides financières pour accompagner les entreprises dans la transition.

Enfin, plus largement, les personnes interrogées souhaitent que l'on puisse redonner du pouvoir de décision aux réparateurs et opérer un transfert de compétences aux autres acteurs de la chaîne de valeur (en matière de design, d'électronique, de diagnostic…).

IX. Le rétrofit peut-il contribuer à décarboner à l'échelle ?

Parmi les leviers que nous avons identifiés à ce stade pour accélérer la décarbonation du parc, le rétrofit constitue une réponse complémentaire intéressante : en convertissant les véhicules thermiques existants en véhicules électriques, il permettrait d'accélérer la décarbonation du parc sans attendre son renouvellement naturel. Il s'adresse en priorité aux entreprises et aux ménages qui ne peuvent accéder au marché du VEB neuf. Contrairement à l'achat d'un VEB neuf, il s'inscrit dans une logique d'économie circulaire : la chaîne de traction thermique sort du parc sans qu'un nouveau véhicule ne soit produit, ce qui évite l'empreinte carbone de fabrication (40 à 50 % de l'empreinte totale d'un VEB voire plus de 80% pour un usage en France).

La France occupe une position pionnière mondiale : première au monde à avoir introduit en 2020 une réglementation industrielle dite « série », elle a donné naissance à un écosystème structuré d'acteurs industriels sur les principaux segments (VP, VUL, cars, camions). Cette note examine l'état du marché, les segments les plus pertinents, les perspectives de développement et les conditions de réussite.

Nous présentons dans cette partie un 1er état des lieux de la filière, son potentiel et ses enjeux.

A. Définition, contexte et impact environnemental

1. Définition et cadre réglementaire

a. Qu'est-ce que le rétrofit ?

Le rétrofit consiste à remplacer le groupe motopropulseur thermique d'un véhicule (moteur, boîte de vitesses, réservoir, ligne d'échappement) par une chaîne de traction électrique neuve (moteur électrique, batterie ou pile à combustible, électronique de puissance), en conservant la carrosserie, le châssis et les équipements d'origine. Deux technologies coexistent : le rétrofit à batterie (VEB), de loin le plus développé, et le rétrofit à hydrogène (H2FCEV), dont les applications restent aujourd'hui limitées aux segments lourds. Le rétrofit concerne potentiellement toutes les catégories de mobilité : VP, VUL, bus, cars, poids lourds, deux-roues et engins hors-route (engins de chantier, agricoles, portuaires, aéroportuaires)[93] .

[93] REV Mobilities, Livre Blanc, juin 2025

b. La réglementation française « série » : une première mondiale

La France a adopté en 2020 la première réglementation au monde de type « série » pour le rétrofit industriel (suivie depuis par l'Italie et la Belgique). Les sociétés de rétrofit ont un statut de constructeur automobile.

En complément, des travaux sont en cours au niveau de l'ONU et de l'Europe pour définir un cadre réglementaire harmonisé et international.

Cette réglementation garantit un niveau de qualité, de sécurité et de durabilité équivalent à un véhicule neuf, ce qui est la condition indispensable à la confiance des clients et à l'industrialisation et elle permet le passage à l'échelle industrielle. Elle est plus exigeante que les réglementations unitaires (TÜV allemand, OFROU suisse), où chaque véhicule est homologué individuellement, ce qui est long, cher (10 000-15 000 € par véhicule) et impossible à industrialiser à grande échelle.

La limite actuelle réside dans le fait que l'homologation est valable uniquement dans le pays où elle est réalisée, sans transversalité entre les différents pays, cela alors même que les véhicules neufs sont homologués dans un pays avec validité pour toute l'Union Européenne. Cette contrainte limite considérablement le marché accessible et pousse les acteurs Français à se concentrer sur les deux groupes nationaux (Peugeot, Citroën et Renault – 70% du marché en 2025), mais les coupent de volumes makers mondiaux comme Ford Transit, Mercedes Sprinter ou VW Crafter[94].

2. L'impact environnemental

Les études disponibles permettent de quantifier l'impact en termes d'émissions du rétrofit :

- - 66 % d'émissions de CO_2 en moyenne pour une voiture par rapport à thermique conservée, - 61 % d'émissions de CO_2 en moyenne pour un utilitaire par rapport à thermique conservé, - 87 % d'émissions de CO_2 en moyenne pour un camion ou un bus par rapport à thermique conservé[95].
- Entre - 40 % par rapport à achat d'un VEB neuf grâce à l'économie réalisée sur la fabrication d'un nouveau véhicule[96], et - 47 % pour les VP et - 56 % pour les VUL[97]).

Ces chiffres sont fondamentaux du point de vue de l'économie circulaire : le rétrofit ne crée pas de nouveau véhicule. La chaîne de traction thermique sort du parc définitivement, sans générer la production d'un VEB neuf. C'est une différence de nature avec toutes les autres solutions de décarbonation. Les co-bénéfices sont également significatifs : réduction des émissions de NOx et particules fines, réduction du bruit et réduction de la dépendance aux hydrocarbures importés.

B. État des lieux du marché

1. Un marché mondial en essor, avec la France en position de leader

Le rétrofit électrique est aujourd'hui autorisé dans plus de 70 pays, mais avec des niveaux d'exigences très variables. On recense 193 acteurs dans le monde[98]. Selon une estimation, le marché mondial est estimé à 66 Md$ en 2024, en progression vers 145 Md$ à horizon 2034. La France, grâce à sa réglementation pionnière de 2020, s'est imposée comme le marché leader mondial du rétrofit industriel.

[94] A dire d'experts dans le cadre du Groupe de Travail du Shift Project
[95] ADEME / Ministère de la Transition écologique
[96] T&E, 2023
[97] ADEME
[98] REV Mobilities, 2025

2. Le marché français : réalité et potentiel par segment

a. VUL : Le segment le plus porteur à court terme pour les voitures

Avec un parc de 6,5 millions de VUL en France et un âge moyen de 11,5 ans, l'électrification des VUL progresse lentement (environ 12 % du marché VUL neuf en 2025). Le coût actuel d'un kit rétrofit VUL est de 20 000 à 35 000 € selon le format, soit environ 50% du prix du véhicule neuf équivalent.

La cible prioritaire est constituée des véhicules avec un niveau d'aménagement ou de transformation important : cellules frigorifiques, ambulances, véhicules d'intervention… Plus le prix total du véhicule à l'achat est élevé (typiquement >10 000 € d'aménagements pour un véhicule à 50 000 €), plus le rétrofit est économiquement pertinent, tant par l'économie à l'usage que par l'allongement de la durée de vie (5 à 10 ans). Les véhicules de 5-7 ans sont les plus pertinents, plutôt que les véhicules de plus de 10 ans, car ils disposent encore d'une valeur résiduelle suffisante pour justifier l'investissement. La cible potentielle est estimée à 2,3 millions de VUL dans un parc de 6 millions.

Deux catégories de clients se dégagent :

- Les grandes flottes (La Poste, ENGIE…) premières prescriptrices, avec une meilleure visibilité sur la rentabilité de la transformation, ROI grâce aux kilométrages élevés et aux obligations de verdissement
- Les TPE/PME et artisans dont la demande s'est fortement accrue avec la mise en place des ZFE dans les grandes agglomérations. Ce sont souvent des artisans de 35-40 ans qui souhaitent prolonger l'usage de leur véhicule sans réinvestir dans du neuf. La remise en cause mise en veille (voire la suppression des ZFE et l'instabilité réglementaire ont fortement freiné ce segment. La cible de prix pour ces clients est un kit à 12 000 € par rapport à 20 000 €

Mais la durée de détention est un autre angle de lecture qui permet de distinguer également ces deux profils de clients : d'une part, les artisans et collectivités, qui conservent leurs véhicules sur de longues durées (plus de 10 ans), et d'autre part, les entreprises dont les véhicules font l'objet de contrats de location sur 5 ans. Pour ces derniers, l'intégration du rétrofit dans les contrats de location représente un potentiel significatif, permettre une seconde location du même véhicule rétrofité, sous réserve de traiter l'enjeu de la valeur résiduelle sur des durées de vie prolongées.

Les acteurs français opérationnels sont Qinomic, Retrofleet, Bedeo, REV Mobilities. Sancev.

b. Autocars : Un potentiel réel, un modèle économique attractif

Le parc des autocars représente 66 000 véhicules en France (sur 95 000 bus et cars au total). Le potentiel est réel pour deux raisons structurelles : d'abord, les kilométrages quotidiens sont faibles pour les 2/3 d'entre eux (100 à 150 km), ce qui correspond aux autonomies actuelles des kits de transformation ; ensuite, l'architecture des cars permet une implantation de la batterie dans le plancher, ce qui simplifie techniquement l'intégration et permet d'installer des batteries de capacité suffisante. Le rétrofit électrique à pile à combustible H2 répond lui à une demande particulière mais suppose que l'infrastructure hydrogène le permette. La cible principale est le transport scolaire (donneurs d'ordre souples, kilométrages maîtrisés) et l'interurbain.

Le modèle économique est attractif : le coût du rétrofit représente 1/3 du prix d'un car neuf européen (1/2 pour un car chinois), et prolonge la durée de vie de 5 à 10 ans. Deux modèles dominent le marché européen et français : l'Iveco Crossway et le Mercedes Intouro, qui représentent 80 % du parc des autocars. Le rétrofit sur ces deux modèles est aujourd'hui homologué pour les versions les plus courantes. En France, le rétrofit de cars en électrique représente d'ores et déjà une part significative du marché des autocars électriques (au 1er juin 2026, 1/3 des autocars électriques en circulation sont des rétrofits).

Les acteurs français opérationnels sont Retrofleet, REV Bus &Truck (REV Mobilities), pour le rétrofit électrique VEB (batterie), GCK pour le retrofit électrique à Pile à combustible H2.

c. Autobus : Un segment peu pertinent à date

Les bus (30 000 véhicules en France) présentent des contraintes spécifiques qui nécessitent la mise en place de solutions de charge rapide et/ou d'adapter l'organisation de l'exploitation pour tenir compte de l'autonomie, rendant le rétrofit compliqué à court terme. D'une part, les kilométrages quotidiens sont plus importants que pour les cars, qui dépassent les autonomies actuelles des kits. D'autre part, l'architecture impose une implantation de la batterie à l'arrière du véhicule pour des raisons de place, et l'usage nécessite des solutions de recharge rapide. Enfin, les stratégies des organismes gérant les transports publics sont peu favorables : IDF Mobilités renouvelle par exemple le parc parisien par des bus électriques neufs et des bus au gaz pour la couronne parisienne, sans recours au rétrofit. La plupart des flottes de bus sont achetées en neuf (source : GT Rétrofit, 25/03/2026).

Toutefois, un potentiel existe à horizon 10 ans pour le rétrofit des flottes de bus neufs actuellement en déploiement, associé à l'amélioration des technologies de batteries disponibles. Il n'y a cependant aucun acteur opérationnel sur ce segment.

d. VP : Un marché de niche à ce stade

Pour les voitures particulières, l'obstacle au développement du rétrofit reste le prix de la transformation (entre 15 et 20 000 €) au regard de :

- Les contraintes d'implantation qui limite la taille de la batterie et donc l'autonomie
- La concurrence avec les voitures électriques neuves et encore plus d'occasion, qui présentent des prestations supérieures et à un coût parfois inférieur au seul coût de la transformation.

Selon les acteurs, la cible à atteindre pour le kit de transformation est de 8000 € pour une autonomie de 250 km d'ici 2028 pour proposer des rétrofit « économiques » et bénéficier des effet volumes des autres segments.

Le marché VP se concentre actuellement sur les véhicules de collection à forte valeur émotionnelle pour lesquels le coût de rétrofit importe moins.

Les principaux acteurs sont Retrofuture, REV Mobilities, R-Fit.

e. Le marché du 2 roues

Autorisé depuis le décret d'avril 2020, au même titre que pour les VP et VUL, le rétrofit des deux-roues motorisés représente aujourd'hui un marché à fort potentiel mais encore en phase de structuration. Contrairement aux autres segments, l'homologation se fait par famille de types de véhicules, tous les modèles d'une même cylindrée, même produits par différents constructeurs, étant très similaires. Cela a pour effet de baisser les coût d'homologation et de permettre aux acteurs de couvrir de larges gammes rapidement.

Les acteurs opérationnels sont très peu nombreux : Noil Motors (Montreuil) est le pionnier sur les cyclomoteurs et scooters 50 cm³ (Peugeot 103, Solex, scooters Piaggio), avec un volume d'activité significatif de plus de 4 000 deux roues déjà rétrofités, soit nettement supérieur aux voitures. En complément, quelques start-ups émergent sur les grandes cylindrées (OZO Electric, Mototherapy) mais restent au stade artisanal.

Si quelques acteurs se positionnent également sur le segment de la moto (notamment Bymoss avec son kit pour moto BMW séries R), le marché demeure encore peu concurrentiel et largement ouvert à la montée en puissance des solutions industrialisées.

La prime nationale au rétrofit s'applique aux véhicules à moteurs à deux ou trois roues, est d'un montant unique de 1100€, mais reste réservée aux professionnels et aux personnes physiques avec des revenus faibles. Bien que ces aides restent inférieures à celles accordées aux voitures particulières ou aux utilitaires, elles constituent un levier de soutien important pour accélérer l'adoption de cette solution de mobilité durable.

3. Le cadre d'aides disponible en France

La France offre le dispositif de soutien le plus complet d'Europe. Il est articulé autour de quatre leviers principaux.

La prime nationale au rétrofit est accessible aux particuliers et aux personnes morales. Son montant est fixé à 80 % du coût de la transformation dans la limite de 5 000 € pour les ménages modestes (Revenu Fiscal de Référence par part ≤ 26 200 €) et dans la limite de 3 000 € pour les autres ménages. Elle s'applique aux VP (catégorie M1) et aux deux-roues/quadricycles (catégorie L, entre 500 et 2 000 € selon le type de véhicule). Le véhicule doit être transformé par un professionnel habilité avec un kit homologué, et ne peut être revendu dans l'année suivant la transformation ni avant 2 000 km parcourus.

Les CEE (Certificats d'Économies d'Énergie) constituent le principal levier pour les professionnels. Ils couvrent le rétrofit des véhicules légers (M1), utilitaires (N1), poids lourds et autobus. Cependant le montant accessible est faible et reste peu activé par les acteurs.

Le suramortissement est ouvert au rétrofit jusqu'en 2030 pour les véhicules dont le PTAC est supérieur ou égal à 2,6 tonnes. Les taux applicables au rétrofit électrique sont de 20 % pour les VUL de 2,6 à 3,5 tonnes (60 % pour les véhicules de 3,5 à 16 tonnes et 40 % pour les plus de 16 tonnes), calculé sur le surcoût par rapport à un véhicule thermique équivalent.

Les aides locales et régionales complètent ce dispositif et sont généralement cumulables avec les aides nationales. Les plus significatives : Île-de-France (jusqu'à 6 000 € cumulés), Grand Est, Auvergne-Rhône-Alpes.

Un point de vigilance central est identifié par les acteurs de la filière : les aides au rétrofit restent globalement inférieures à celles accordées pour l'achat d'un VEB neuf, ce qui pénalise fortement le développement de l'activité. De même, l'intégration du rétrofit dans les textes d'aides au développement du VEB présentés fin avril est jugée nécessaire par les acteurs.

C. Perspectives d'évolution

1. Les leviers de développement du marché

a. La baisse du coût des batteries : levier décisif

La batterie représente une part majeure du coût de conversion. Seule une baisse de 30 % permettrait aux kits VUL de passer en dessous de 10 000 € ; seuil identifié comme la cible pour rendre le marché accessible aux TPE/PME.

Les projections de T&E anticipent un prix de conversion descendant à environ 9 500 € (sans subvention) en 2035 pour un VP. D'autres sources anticipent des baisses significatives sur le prix des batteries beaucoup plus rapidement, notamment sur la technologie LFP. Cette évolution rapide, avant 2030, sera bénéfique tant aux prix des véhicules neufs qu'aux des kits de rétrofit.

b. L'harmonisation réglementaire européenne : condition *sine qua non* du passage à l'échelle

Le marché français seul est trop étroit pour permettre les volumes industriels nécessaires aux économies d'échelle. Les constructeurs de modèles à fort volume (Renault Master, PSA Boxer/Jumper, Ford Transit, Mercedes Sprinter, VW Crafter) sont mondiaux : une harmonisation réglementaire permettrait d'homologuer une solution une seule fois et de l'adresser dans toute l'Europe. Par exemple, le Ford Transit, modèle mondial à fort volume, n'est aujourd'hui pas adressé par les rétrofiteurs français car trop peu présent en France pour justifier le coût d'homologation. Une harmonisation européenne changerait radicalement cette équation.

Les acteurs français participent activement aux travaux engagés à l'échelon de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE) afin de définir un cadre commun qui permettrait de rendre valables les homologations de rétrofits entre les États parties de l'UNECE.

c. Les réseaux de distribution : un relais naturel à activer

À ce jour, l'activité est principalement réalisée dans des centres dédiés et agréés, car elle reste complexe, un site peut traiter de 1 500 à 2 000 véhicules par an. La capacité de transformation n'est donc pas un goulet d'étranglement car plusieurs types d'acteurs pourraient devenir opérationnels à moyen terme : carrossiers, réseaux APV notamment.

En effet, le secteur a la capacité à passer à l'échelle en s'appuyant sur les réseaux de distribution existants : ceux-ci sont à la recherche de nouvelles activités pour compenser la baisse du marché du neuf et l'impact de l'électrification sur les activités APV (après-vente). Le rétrofit représente pour ces réseaux un vecteur de maintien de l'activité de leurs ateliers, complémentaire à leur activité traditionnelle, même si cela nécessite certains investissements en équipement et en formation pour les techniciens.

2. Le potentiel par segment à horizon 2030-2040

Dans des conditions favorables, les potentiels accessibles par segment sont les suivants :

VUL : il reste le segment prioritaire. Son potentiel maximal est estimé à 200 000 à 250 000 unités/an en France au pic (horizon 2038-2042 / Source T&E), soit un CA estimé à 1,5-2 Md€/an. Les estimations de l'ADEME, avec un horizon de temps différent, donne une fourchette basse à 70 000 véhicules en 2030. En complément, nous pouvons citer le potentiel physique actuel des 2,3 millions de VUL aménagés. Mais le passage à l'électrique pour les VUL implique une analyse fine du besoin et potentiellement une adaptation des utilisateurs pour assurer leur activité.

Cars : marché accessible de 60 000 véhicules avec un modèle économique attractif (1/3 du prix d'un neuf européen). La cible prioritaire reste le transport scolaire.

VP : ce marché reste de niche à court terme. Son évolution future est très liée à l'évolution de l'offre électrique sur les véhicules neufs, et du prix de la transformation.

3. Emplois et enjeu de souveraineté

Plusieurs hypothèses existent concernant le potentiel d'emplois associé au développement de la filière. Rétrofiter 100 véhicules (VP/VUL et aussi camions/ autocars) par an mobilise en moyenne environ 20 emplois non délocalisables, supérieur au chiffre de l'ADEME de 6500 emplois pour 65 0000 transformations. Pour la France, dans un scénario réaliste, l'estimation est de 3 500 à 5 000 emplois en installation + 1 500 à 2 000 en fabrication de kits au pic, proche des chiffres de l'ADEME. Le point important est que ce sont des emplois locaux, dans les territoires, qui peuvent bénéficier à la filière de

distribution automobile en reconversion. Le volume actuel de la filière reste inférieur à 1 000 personnes employées, ce qui illustre le chemin à parcourir.

L'enjeu de souveraineté est important : les kits sont actuellement fondés sur des batteries provenant majoritairement de Chine. La mise en place d'éco-scores sur les kits, favorisant les fournisseurs européens de batteries, est une piste identifiée lors du GT pour renforcer l'ancrage européen de la filière et limiter la dépendance aux fournisseurs asiatiques.

D. Enjeux : opportunités, freins et recommandations

1. Les opportunités

Un marché structurellement porté par la transition énergétique : le rétrofit répond à un besoin réel et croissant d'électrification des flottes à moindre coût, en particulier dans un contexte de hausse des prix des VN et de contraintes potentielles sur les usages des thermiques anciens, notamment dans les ZFE, même si leur statut reste incertain.

Les réseaux de garages et de distribution, comme évoqué plus haut, sont un relais puissant pour passer à l'échelle : des dizaines de milliers d'ateliers cherchent à diversifier leur activité face à la baisse de l'APV liée à l'électrification. Le rétrofit peut être une réponse directe à cet enjeu de reconversion de la filière.

Les TPE/PME et artisans représentent un segment à fort potentiel, sous-exploité par l'instabilité réglementaire des ZFE ; il est à réactiver avec une stratégie prix ciblée et une communication spécifique.

Le marché export : les kits français, conçus selon les normes européennes les plus exigeantes, sont exportables dans 70 pays avec un avantage compétitif de 15 à 30 % sur le coût à spécifications égales (source : REV Mobilities, Livre Blanc, juin 2025).

La position de leader de la France s'explique par son cadre réglementaire relativement précis qui a permis de développer un savoir-faire industriel important, exportable dans les pays qui adopteront des réglementations similaires.

Le paquet automobile européen : discuté depuis 2026, cet ensemble de textes européens représente une opportunité pour développer les mécanismes incitatifs en faveur du rétrofit à l'échelon européen. Parmi les textes concernés figurent notamment le règlement européen sur les normes d'émissions de CO_2 des véhicules dans le cadre duquel les rétrofiteurs demandent à ce que le rétrofit permette de générer des crédits carbone, créant un flux de financement privé de la filière, ou encore le règlement sur les flottes de véhicules qui est l'occasion de reconnaitre la contribution des véhicules rétrofités à l'électrification des flottes et d'engager les Etats membres à développer les mécanismes incitatifs en faveur du rétrofit.

La hausse du prix du carburant constitue un catalyseur conjoncturel : les demandes d'information et de devis sont en hausse, rendant le message économique du rétrofit plus audible auprès des artisans et TPE/PME. Des outils TCO (Total Cost of Ownership) existent déjà pour démontrer l'intérêt du rétrofit, leur diffusion auprès des cibles artisans/PME est un levier à activer.

2. Les freins

Les principaux freins identifiés au développement de l'activité sont les suivants :

Le coût reste le principal obstacle à court terme, en particulier pour les artisans et TPE/PME. La cible de 12 000 € pour un VUL et 8 000 € pour un VP est encore loin des niveaux actuels (20 000 et 15 000-20 000 € respectivement)

La méconnaissance du dispositif auprès des artisans, TPE/PME et ETI reste un frein majeur : les opportunités de gain et les systèmes d'aides disponibles sont complexes et peu connus des cibles les plus pertinentes.

La complexité de l'homologation qui rend nécessaire d'homologuer chaque TVV dans chaque pays est un point fortement limitant pour le développement de l'activité. En France, la capacité de l'administration à traiter les demandes est elle-même un goulet d'étranglement.

La fragmentation réglementaire entre les Etats empêche les économies d'échelle sur les volumes makers mondiaux (Ford Transit, Mercedes Sprinter, VW Crafter) non adressés par les acteurs français à ce stade.

L'instabilité réglementaire des ZFE a cassé la dynamique de demande des artisans et petites flottes, et réduit la visibilité à moyen terme pour les investisseurs.

A date, la dépendance aux composants d'origine chinoise fragilise la souveraineté de la filière et l'ancrage européen du modèle industriel. Même si les packs batterie ou les modules peuvent être assemblés en Europe, les cellules restent maitrisées par les fournisseurs chinois.

La diversité d'offre reste encore limitée, avec un nombre de modèles homologués restreint.

Sur le long terme se pose la question de la **pérennité de l'activité** dans un parc qui va progressivement s'électrifier. La cible des acteurs est la mise en place de l'upscale des batteries (remplacement des batteries par des versions plus modernes) sur les véhicules déjà rétrofités.

3. Les recommandations

Aussi les recommandations que nous pouvons proposer à ce stade sont les suivantes :

Accélérer l'harmonisation réglementaire entre les Etats et soutenir le développement du règlement harmonisé à l'échelle de l'UNECE.et l'action des acteurs français pour une harmonisation VL en 2027, après le cadre PL 2026. L'harmonisation est la condition de l'essor industriel.

Mettre en place un éco-score des kits pour favoriser les fournisseurs européens de batteries et renforcer la souveraineté de la filière.

Valoriser l'impact emploi et industriel et mettre en avant la création d'emplois locaux et le potentiel de reconversion des réseaux de distribution avec la pose des kits dans les ateliers.

Intégrer le rétrofit dans les contrats de location : travailler avec les loueurs longue durée pour proposer une offre de seconde location sur véhicule rétrofité, en traitant l'enjeu de la valeur résiduelle.

Intégrer le rétrofit dans le paquet automobile européen (notamment le règlement sur les normes d'émissions de CO_2 et le règlement sur les flottes de véhicules) pour créer un mécanisme de financement privé et développer les incitations à acquérir des véhicules rétrofités.

Maintenir et étendre les aides avec un ciblage spécifique sur les artisans et TPE/PME via une simplification de l'accès aux CEE et aux primes nationales.

Développer le réseau d'installateurs certifiés en s'appuyant sur les réseaux de distribution existants ; intensifier la formation des techniciens HT et assurer un déploiement territorial.

Produire des ACV systématiques par segment pour établir des références robustes et crédibles auprès des décideurs publics.

X. Emplois et formation dans la maintenance et la réparation

Nous nous intéresserons dans ce projet aux enjeux d'emplois et de formation dans la filière des services de l'automobile et des mobilités.

Pour ce point d'étape, nous publions le travail effectué sur **les métiers de l'entretien et de la réparation** des voitures, que vous pouvez trouver sur **la note thématique dédiée** issue des travaux réalisés dans le cadre du Plan Robuste pour l'Economie Française, publiés en avril 2026 et dont la synthèse es reprise ici. Nous le complèterons pour le rapport final de février 2027 par une étude qualitative et quantitative des autres métiers et notamment de la partie commerciale.

	Emploi actuel (données Insee 2023)	Évolution attendue (calculs The Shift Project)
Filière aval complète (commerce, maintenance, etc.)	**497 000 emplois**	**Jusqu'à -38 %** en 2050
dont **Maintenance automobile**	**155 000 emplois**	**Jusqu'à -67 %** en 2050 dans un scénario de fort report modal

Recrutement

- **Un métier amené à se contracter** fortement mais progressivement d'ici 2050, avec une baisse plus modérée dans la première décennie, du fait de la baisse de mobilité du parc automobile et de l'électrification grandissante
- **De nombreux départs en fin de carrière** à venir, pouvant amortir partiellement la baisse
- **Des difficultés de recrutement importantes** : 76 % pour les mécaniciens et électroniciens
- Un secteur peu attractif excepté pour les passionnés du moteur thermique
- Des niveaux d'insertion des jeunes très faibles : 29 % des jeunes entrés en formation sont en emploi dans le métier visé au bout de 6 mois

Formation

Besoins de compétences

- **Habilitations électriques**
- **Doubles compétences** d'entretien et réparation de voitures électriques et thermiques
- **Maintenance avancée** des batteries de traction et autres composants des voitures électriques

Offre de formation : formations initiales et continues s'adaptent au besoin actuel

Niveau de préparation du secteur

- **Les BAC PRO, CAP et BTS sont rénovés** avec la double compétence électrique / thermique en 2025 et 2026
- **Des nouvelles certifications** en lien avec la maintenance des voitures électriques
- **Les réseaux constructeurs sont équipés et formés à 83 %,** entretenant pour l'instant la majorité des véhicules électriques, **mais les centres de réparation multimarques ne le sont qu'à 35 % et les garages indépendants à 14 %**

Risques



- Tension entre le risque d'une baisse d'emplois subie et celui de ne pas recruter et insérer suffisamment les jeunes
- **Difficulté à attirer les jeunes et les formateurs** en devenir à cause d'une image du secteur et en particulier du VEB
- Des problèmes de délais ou de qualité sur la maintenance des VEB si l'on ne formait et recrutait pas assez
- **Les formations initiales ont besoin de plusieurs années** pour continuer à s'adapter aux évolutions technologiques
- **Des réseaux multimarques pour l'instant moins formés** que ceux des constructeurs, et formant moins leurs salariés en général

Leviers



- **Renforcer l'attractivité des métiers de la maintenance des VEB en opérant une transition culturelle**
- **Continuer à miser sur les doubles compétences** en formation initiale et former à la réparation de batteries et autres composants des voitures électriques
- **Former les salariés des réseaux multimarques**
- **Soutenir la formation** : attractivité pour les formateurs, financement de matériel notamment de véhicules électriques récents, prolongation et renforcement de financement de formations continues

XI. Mieux impliquer les prescripteurs

La transition vers une mobilité décarbonée ne se décrète pas, elle se construit d'abord dans les représentations, avant de se concrétiser dans les actes d'achat des consommateurs. Les réglementations et les aides financières créent le cadre mais elles ne créent pas l'adhésion.

Or la mobilité électrique est un terrain fertile pour les idées reçues et les fake news. Autonomie insuffisante, réseau de recharge inexistant, coût prohibitif, bilan carbone pire qu'un thermique, risque d'incendie… ces affirmations, souvent partiellement fondées à l'origine et désormais totalement dépassées par les faits, continuent de circuler massivement sur les réseaux sociaux et dans les conversations quotidiennes. Elles freinent l'adoption du VEB au moins autant que les prix ou les contraintes techniques d'utilisation. Les combattre suppose donc des interlocuteurs formés, crédibles et proches des automobilistes.

La filière dispose pour cela d'un atout considérable : un réseau de distribution et de réparation qui maille l'ensemble du territoire, une presse spécialisée à forte audience, et un écosystème culturel (compétition automobile, design, patrimoine industriel) dont l'influence dépasse largement le cercle des passionnés.

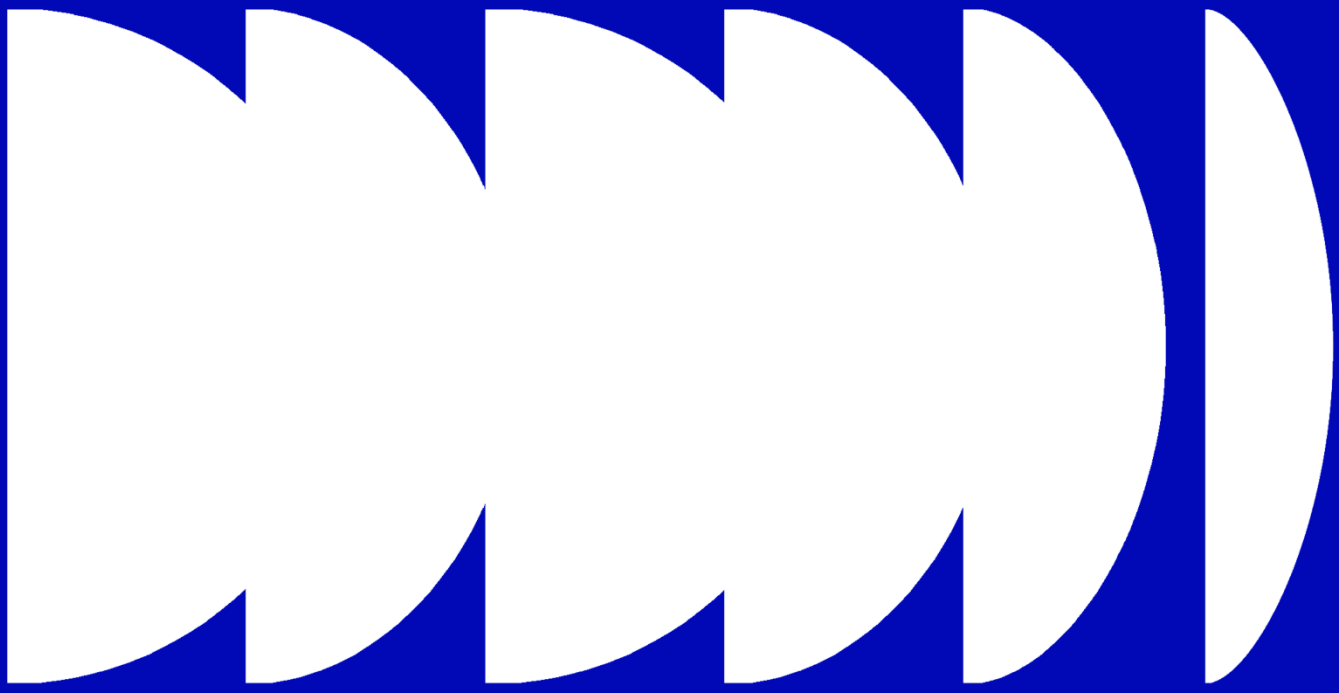
Ce chapitre identifie pour cela trois leviers complémentaires qui doivent permettre de changer la relation des consommateurs à la transition et à pousser à l'adoption du véhicule électrique :

- Former et informer les professionnels de la filière aval, à tous les échelons et sur tous les métiers ;
- Mieux informer les consommateurs ;
- Et s'appuyer sur les vecteurs d'image (médias, influenceurs, associations d'automobilistes, écosystème sportif) pour construire un imaginaire de la mobilité décarbonée crédible et désirable.

Ces éléments seront développés plus longuement pour le rapport final, mais l**e sport automobile** fait déjà l'objet **d'une note thématique complémentaire** à ce rapport, illustrant comment le sport auto, loin d'être sacrifié par la décarbonation, peut être un vecteur actif de celle-ci, tant par les actions engagées dans les disciplines sportives que par son rôle d'accélérateur d'innovations.

Rapport intermédiaire
Automobile et mobilités routières

Partie 4 : Les scénarios de transformation



I. Des scénarios possibles

A. Préambule et méthodologie

Dans les parties précédentes, nous avons identifié plusieurs leviers de décarbonation du parc automobile. Nous souhaitons désormais **imaginer leur application et leur pertinence dans différents contextes sociétaux et environnementaux, à un horizon 2050 sur le territoire français.** Pour cela, nous avons imaginé plusieurs **scénarios dits exploratoires** : nous avons pensé des trajectoires d'évolution de grands facteurs structurels (démographie, environnement, gouvernance, économie, société, technologies et contexte international[99]) sans se fixer d'objectif à atteindre. **Ces trajectoires définissent le cadre dans lequel va évoluer le parc roulant français d'ici 2050**.

À partir de cette toile de fond, nous avons **estimé qualitativement quels leviers de décarbonation nous pouvions activer dans chaque scénario, avant de les quantifier par des paramètres structurant l'évolution du parc automobile** (taille et parts de marché, parts modales, disponibilité en biocarburant, facteurs d'émissions…).

Nous avons ensuite **modélisé l'évolution du parc automobile** suivant ces différentes projections, pour connaître chaque année d'ici 2050 :

- L'évolution des motorisations et des tailles des véhicules (segment, silhouette) ;
- L'évolution de la consommation d'énergie du secteur automobile ;
- L'évolution des émissions de GES du secteur automobile ;
- L'évolution de la consommation de cuivre ;
- L'adéquation entre production et consommation de ressources (matériaux et énergie).

La partie suivante décrit le narratif des scénarios auxquels nous avons abouti en appliquant cette méthodologie. Dans la partie C, nous détaillons nos hypothèses de quantification des différents scénarios. La partie 0 donne les résultats de la modélisation et leur interprétation.

B. Narratifs des quatre scénarios

Ce paragraphe donne les narratifs des quatre scénarios auxquels nous avons abouti. L'encadré résume ces narratifs et la Figure 73, les synthétise selon des critères de sobriété, contenu technologique et niveau d'anticipation face au changement climatique et de pro-action pour la transition.

Résumé des scénarios

1. Bifurcation au goût de Donut – *Dans ce scénario, la transition est motivée par une contrainte sur les ressources, en raison de tensions géopolitiques. Grâce à une prise en compte suffisamment rapide et planifiée des enjeux environnementaux et sociaux, la société se réorganise sur un mode de vie plus sobre qu'aujourd'hui et centré autour des besoins. La place de la voiture diminue au profit des transports actifs et collectifs. On favorise l'intermodalité et le partage des modes de transport. Les voitures qui restent sont plus petites et électriques.*

2. Green Industry Europe for 2050 – *Dans ce scénario très volontariste, le gouvernement français décide de se placer en leader pour la transition environnementale. Dans une Europe forte, la planification, les investissements et la relocalisation dans les filières clefs (énergie, automobile) permettent une décarbonation rapide, un maintien des modes de vie et un regain de souveraineté*

[99] Ces facteurs sont tirés de *Futuring: The Exploration of the future WFS* (2006) par Edward Cornish.

européenne. Le parc roulant s'électrifie rapidement et le développement important d'une mobilité ferroviaire abordable permet de réduire la dépendance à la voiture pour les longs trajets.

3. French AI for sure – *Ce scénario comporte deux grandes phases d'évolution. Avant 2030, le gouvernement français fait du développement du secteur numérique une priorité, et reste peu volontariste sur la transition environnementale. L'ouverture de nouvelles exploitations pétrolières ne motive pas une électrification du parc automobile et la voiture garde une place prépondérante dans les modes de vie. La décennie 2030 marque un tournant avec l'accélération du changement climatique et un effondrement des stocks pétroliers. Le marché automobile se contracte durablement et l'électrification désormais nécessaire se fait grâce à l'importation de véhicules chinois. L'accès à une mobilité décarbonée en 2050 reste inégalitaire.*

4. The Climate Change takes it all – *Dans ce scénario, les catastrophes climatiques s'emballent rapidement, fragilisant des infrastructures peu robustes et mal adaptées au changement climatique. La disponibilité en ressources et en énergie chute et est mobilisée pour les dispositifs d'urgence. La mobilité est fortement restreinte et de moins en moins motorisée, par manque d'énergie et dégradation des infrastructures.*

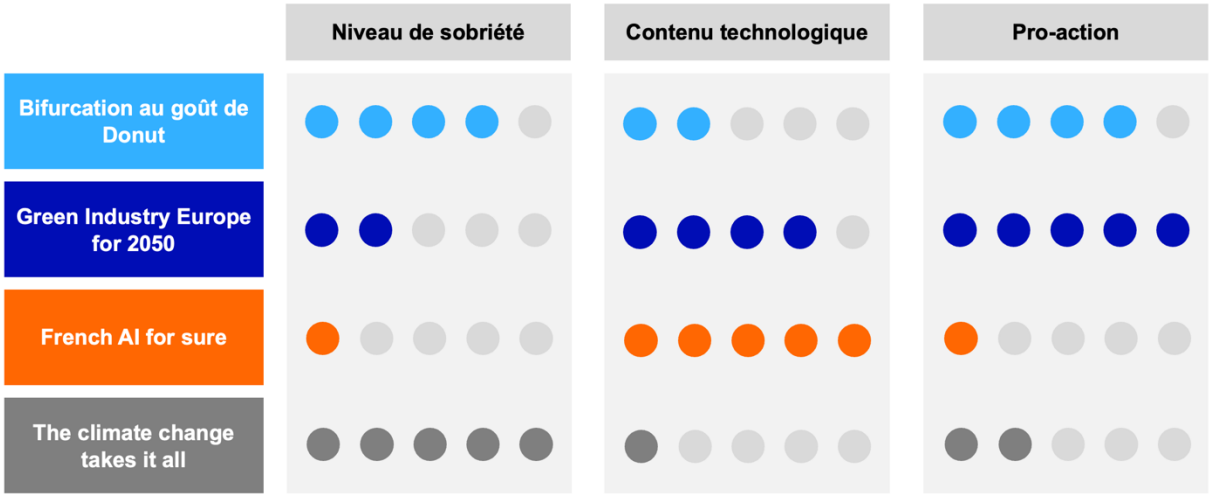


Figure 73 : Classement des scénarios selon leur niveau de sobriété, le contenu technologique et la pro-action pour la transition.
Image : The Shift Project

1. Scénario *Bifurcation au goût de Donut*[100]

Au cours des années 2025-2030, l'Europe connaît des **tensions géopolitiques** très importantes qui font **exploser les prix du pétrole** et contraignent fortement les **chaînes d'approvisionnement en matériaux critiques** pour l'industrie française. Des **catastrophes climatiques** successives s'intensifient dans les pays critiques dans les chaînes d'approvisionnement de l'industrie française.

Ce contexte provoque une **prise de conscience face aux vulnérabilités de dépendance énergétique** et au **changement climatique** dans l'ensemble des sphères citoyennes, dirigeantes et d'entreprises. On observe un **sursaut dans les investissements pour l'adaptation au changement climatique et la sortie des énergies fossiles**. **La production s'adapte aux besoins** et **les consommateurs privilégient l'usage plutôt que la possession** : les modèles économiques basculent vers des services (abonnement, location, partage), au détriment de la propriété individuelle.

[100] Référence à la théorie du Donut de Kate Raworth.

Des mesures sont prises pour **augmenter la production d'électricité française** : prolongation du parc nucléaire historique jusqu'à 70 ans, installation de nouveaux EPR2 en service à partir de 2042 et de parcs éoliens terrestre (2GW/an), en mer (20 GW en 2050) et de panneaux photovoltaïques (5GW/an). Dans un souci de **priorisation des usages**, on limite le développement des data centers et on électrifie massivement les usages qui peuvent l'être, dont le secteur des transports.

Le **manque de disponibilité de matériaux** combiné à la baisse de pouvoir d'achat oblige les constructeurs automobiles européens à **réduire la taille des véhicules** produits pour maintenir leur activité. Cela pousse à un développement rapide de la filière de VELIs qui sont massivement adoptés en France du fait de l'augmentation des prix du pétrole et de la baisse des prix des véhicules électriques. Le développement de ces filières est notamment facilité par des **modifications du cadre réglementaire européen** : l'Europe augmente ses exigences en matière de sécurité pour les quadricycles et assouplit celle des petites voitures classiques (voir p.117), tout en maintenant les objectifs de décarbonation. En France, le **cadre fiscal recentre les incitations sur les petits véhicules électriques** via des surprimes, et conserve les réglementations sur les véhicules thermiques et hybrides.

L'adoption de véhicules électriques augmente rapidement, et le marché atteint 100% de véhicules électriques vendus neufs en 2035. Elle est favorisée par **l'adaptation des infrastructures** : on accélère l'installation de bornes de recharge dans tout le territoire français, ce qui conduit à un maillage fort, même dans les territoires peu denses. Les stations-services réduisent leur activité de distribution de carburants fossiles mais continuent à fournir des biocarburants dont la production est relocalisée et proposent davantage de bornes de recharge. L'usage des véhicules thermiques devient prohibitif à cause de la montée des prix du carburant, ce qui accélère leur sortie du parc roulant.

Face à la baisse de disponibilité énergétique, le gouvernement renforce les politiques publiques favorisant les **transports en commun**, l'**intermodalité** et les **modes de transports non motorisés**, en s'appuyant sur les infrastructures existantes. Ainsi au niveau régional, le transport est majoritairement assuré par des lignes de bus express décarbonés circulant à une bonne fréquence ainsi que par du covoiturage. La mise en place de parkings relais et d'aides financières favorisent le report modal et l'intermodalité. Les centres-villes sont principalement réservés aux modes de transports non motorisés. Dans tout le territoire, on aménage des voies et des places de stationnement destinées aux vélos et VELIs. Les territoires s'organisent désormais autour des **bassins de vie**, généralisant la ville du quart d'heure et la métropole de la demi-heure. On assiste à une **revitalisation des villes moyennes**, avec un déplacement d'une partie des grandes métropoles vers les zones moins denses. Les lignes de LGV se renforcent pour les trajets de longues distances.

2. Scénario *Green Industry Europe for 2050*

En 2027, dans un contexte **géopolitique en tension**, l'**Europe** décide de se positionner en **leader** face à l'impérialisme des États-Unis, de la Chine et de la Russie, en créant une **coalition avec les puissances moyennes**. Elle lance un grand **plan de résilience et de souveraineté** et investit massivement dans l'industrie, l'énergie et dans la transition environnementale. Les dirigeants français adoptent une **attitude pro-active face aux risques environnementaux** et mettent en place des **stratégies d'atténuation et d'adaptation au changement climatique coordonnées entre acteurs**.

Les États créent de nouveaux accords commerciaux, fortement encadrés par des **normes environnementales et sociales** : on observe une intégration de mécanismes carbone, standards industriels et obligations de traçabilité. La gouvernance mondiale se réorganise progressivement sous impulsion de l'Europe, avec un renforcement des grandes institutions qui gagnent en capacité de contrainte et de planification, notamment sur les enjeux globaux (adaptation au changement climatique, normes industrielles, régulation technologique).

L'escalade des prix du pétrole motive le lancement d'un **grand plan d'électrification des usages** ainsi qu'une **planification énergétique** importante. Le parc nucléaire historique est prolongé jusqu'à 70 ans en moyenne et les premiers EPR2 sont en service dès 2038. D'ici 2050, on met en service 14 nouveaux EPR2 et on installe une grosse capacité d'éolien terrestre (2GW/an), en mer (45GW installés en 2050) et de photovoltaïque (5GW/an).

Avec la conscience qu'il existe une contrainte modérée sur les matériaux critiques, et afin de limiter les conflits d'usage, **on ralentit l'installation de nouveaux data centers**, qui atteignent en 2050 une consommation de 35TWh, contre 8TWh en 2020.

Grâce au plan européen de réindustrialisation, **la filière automobile se relocalise** et se transforme. **L'offre de véhicules se diversifie et s'adapte à différents budgets** : on assiste au développement d'une **filière de véhicules M0 européens**, massivement adoptés sur le territoire français. Sans contrainte[101] majeure sur les matériaux critiques, les constructeurs automobiles français continuent de produire des véhicules électriques haut de gamme (SUV, catégories D, E+) mais la taille moyenne des véhicules dans le parc diminue. La diminution de la taille et du prix des voitures électriques permet aux ménages les plus modestes d'accéder à une mobilité décarbonée.

La **filière des biocarburants se développe fortement**, offrant la possibilité au transport routier de disposer de biocarburants conventionnels et avancés pour décarboner le parc automobile non électrifié et de proposer une gamme de véhicules hybrides rechargeables fonctionnant aux biocarburants. **En 2050, la très grande majorité des VP est 100% électrique, avec une fraction de véhicules hybrides, fonctionnant aux carburants décarbonés.** L'usage des véhicules thermiques devient prohibitif à cause de la montée des prix du carburant, ce qui accélère leur sortie du parc roulant.

L'électrification de la filière automobile est facilitée par le **cadre réglementaire européen, qui s'adapte à l'usage et à l'objet** : l'Europe augmente ses exigences en matière de sécurité pour les quadricycles et assouplit celle des petites voitures classiques, tout en maintenant les objectifs de décarbonation. En France, **la fiscalité globale est favorable aux véhicules électriques européens**, notamment via l'établissement d'un éco-score basé sur un contenu local[102] fort et de primes à la conversion. Les réglementations sur les véhicules thermiques et hybrides sont conservées.

Les infrastructures s'adaptent à ce nouveau marché automobile : les stations-services se reconvertissent dans les biocarburants et la recharge électrique et on installe des bornes de recharge rapidement dans tout le territoire. Si **la voiture occupe encore une place non négligeable dans les zones peu denses**, les **centres-villes** sont aménagés pour pouvoir accueillir davantage de **mobilités légères** (pistes cyclables et parkings pour vélos) et l'offre de **transports en commun** est renforcée.

À l'échelle inter-régionale, **le train s'impose pour les plus grandes distances** comme mode de transport privilégié, grâce à la remise en service des petites lignes ferroviaires et le développement de nouvelles LGV et trains de nuit. En 2050, on part en week-ends et en vacances en train, grâce à des prix de transports en commun qui concurrencent ceux de la voiture individuelle.

Les territoires sont désormais organisés pour réduire les déplacements motorisés dans les zones urbaines, avec un rapprochement des lieux de vie (habitation, travail, loisirs). On assiste à une **revitalisation des villes moyennes**. Les zones rurales restent moins équipées que les moyennes et grandes villes, mais sont mieux interconnectées par des réseaux de transports en commun. Désormais, les consommateurs et les entreprises intègrent de plus en plus des critères de proximité : renforcement des circuits courts et décentralisation de certaines activités de production et de logistique, qui se renforcent dans les territoires.

D'ici 2050, **les catastrophes climatiques se succèdent au même rythme que 2020-2025** sur le territoire français, et restent d'une **intensité modérée**. Grâce aux politiques d'adaptation au

[101] La contrainte peut se caractériser par des déplétions géologiques, des délais de livraison allongés, une augmentation des prix, des ruptures logistiques ou des dépendances à un fournisseur unique.
[102] Le contenu local se définit comme la part des pièces et sous-ensembles des véhicules fabriquée localement (en l'occurrence, en Europe).

changement climatique, le territoire est robuste face à ces événements qui n'impactent finalement pas l'activité économique française de façon durable.

3. Scénario *French AI for sure*

En 2027, la France cherche à se faire une place parmi les grands acteurs de l'intelligence artificielle et **poursuit le plan de tertiarisation de son économie par le numérique**. La priorité est donnée au **développement des data centers**, dont la consommation augmente jusqu'en 2050, pour atteindre 60 TWh. On n'observe pas de réindustrialisation française et européenne : **la France reste fortement dépendante aux pays extra-européens**.

Afin de suivre le rythme de déploiement des datacenters, **on prolonge la durée de vie du parc nucléaire existant jusqu'à 70 ans et on développe les EPR2**, qui entrent en production en 2042. D'ici 2050, on installe 6 EPR2. On arrête la mise en service de nouveaux parcs éoliens et on installe à la marge quelques parcs de panneaux photovoltaïques (1GW/an).

Jusqu'en 2030, on assiste à la **combinaison de plusieurs facteurs défavorables à l'électrification du parc automobile** : **conflit d'usage** des matériaux critiques et de l'électricité, alloués en priorité au numérique ; **disponibilité pétrolière** du fait de l'ouverture de nouveaux puits de pétrole ; **affaiblissement des réglementations européennes et fiscales** (allègement des normes sur la dépollution et les émissions de GES, fin des avantages fiscaux pour les véhicules électriques, ainsi que des malus sur les voitures hybrides et thermiques). Ces reculs réglementaires s'accompagnent d'une politique territoriale pro-voitures, via la **réaffectation de pistes cyclables en voies automobiles**, ainsi qu'une baisse d'investissements dans l'installation de bornes de recharge et de transports en commun décarbonés. En conséquence, la voiture conserve une place très importante dans la mobilité en France.

Au début de la décennie 2030, l'**accélération des catastrophes climatiques** provoque une baisse des rendements agricoles et **réduit fortement la biomasse disponible** pour la production de biocarburants. Cette décennie marque un tournant dans le paysage automobile français : **la disponibilité en carburants fossiles s'effondre en Europe**, accompagnée d'une flambée des prix. En conséquence, faute d'une capacité de production européenne, **la vente de véhicules 100% électriques chinois s'envole**. Les infrastructures (voirie, bornes de recharge, stations-services) s'adaptent dans l'urgence, de façon inégale et mal coordonnée, du fait de l'affaiblissement progressif et durable des institutions. On parvient difficilement à **100% de vente de véhicules électriques en 2045**, atteignant ainsi un retard de dix ans dans les objectifs européens fixés en 2025. Le marché VN est à un niveau très bas, du fait du prix des véhicules électriques qui reste élevé.

Malgré une **volonté tardive d'adapter les infrastructures face aux aléas environnementaux**, le manque de coopération entre acteurs et la mauvaise adaptation au changement climatique rend les actions prises peu effectives et les **systèmes peu robustes**.

On assiste à un **accroissement des inégalités** : les **comportements des consommateurs sont de plus en plus différenciés** selon les profils sociaux et économiques, avec des élites économiques qui accaparent les richesses et des classes moyennes et populaires dont le niveau de vie baisse à mesure que les dégâts environnementaux s'accumulent sans réponse robuste.

4. Scénario *The Climate Change takes it all*

À la fin des années 2020, les **catastrophes climatiques s'emballent dans plusieurs régions du monde** dont l'Europe et la France, provoquant une accumulation de dégradations considérables. Ces dégâts altèrent les chaînes de production et génèrent une contrainte forte sur l'accès aux ressources. **La gouvernance mondiale devient principalement réactive** : elle s'organise autour de la gestion de crises successives (sanitaires, climatiques, industrielles) et les ressources restantes sont complètement mobilisées par les dispositifs d'urgence.

Les pays membres de la commission européenne peinent à s'accorder sur des mesures communes, si bien qu'on assiste à une **fragmentation de l'Union Européenne**. Les puissances moyennes se rattachent individuellement aux autres blocs de puissances. On assiste à une poursuite de l'**érosion de l'industrie européenne** et à un endettement fort. Le manque d'investissements dans l'industrie et le numérique génère une fragilité de ces secteurs. Ceci entraîne une dérégulation généralisée au niveau européen, en particulier dans le secteur automobile : fin des normes de sécurité, sur les émissions de CO_2 et de dépollution.

Sur la fin de la décennie 2020 et jusqu'en 2035, **l'activité économique du pays ralentit fortement**, à cause des crises environnementales et sanitaires successives. Partout dans le territoire, on observe un **manque d'énergie** : la disponibilité en carburants fossiles chute de façon rapide et durable, on peine à prolonger la durée de vie des centrales nucléaires à plus de 60 ans et à maintenir le programme EPR2. La chute des rendements agricoles fait baisser la disponibilité de biocarburants.

Face à ce manque d'énergie, le gouvernement contraint la consommation via une **fiscalité plus sévère pour les véhicules non électriques** et une **baisse d'activité des data centers**. La priorité est donnée à la production agricole mise à mal par les dégâts environnementaux et à la reconstruction d'infrastructures (routes, bâtiments, habitations, énergétiques…) dans les territoires sinistrés. **Les déplacements en transports motorisés diminuent fortement** : on assiste à un **report modal contraint vers les modes de transports actifs et collectifs** (transports en commun, covoiturage).

Le **niveau de vie baisse dans l'ensemble de la population** : les **ménages sont fortement contraints financièrement** et les décisions de consommation sont fortement guidées par les prix, avec une recherche systématique d'optimisation (seconde main, allongement de la durée de vie des biens, partage).

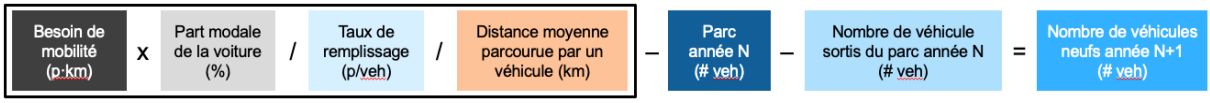
En conséquence, la filière automobile connaît une crise majeure : **la vente de véhicules neufs chute, quelle que soit la motorisation**. Les **infrastructures de transport peinent à se transformer** : les stations-services ferment, les bornes de recharges se développent peu et les voies ferrées se détériorent par manque de moyens.

En 2050, le mode de vie des Françaises et des Français reste contraint par une quantité d'énergie limitée, dont la consommation est centrée autour des besoins essentiels et orientée vers la reconstruction d'infrastructures.

C. Méthodologie de modélisation

Notre modélisation suit le principe suivant : pour chaque année, on calcule

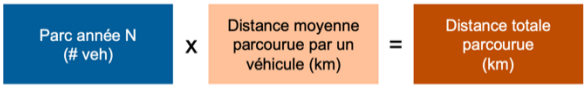
- Le nombre de véhicules qui doit entrer dans le parc pour satisfaire un besoin de mobilité



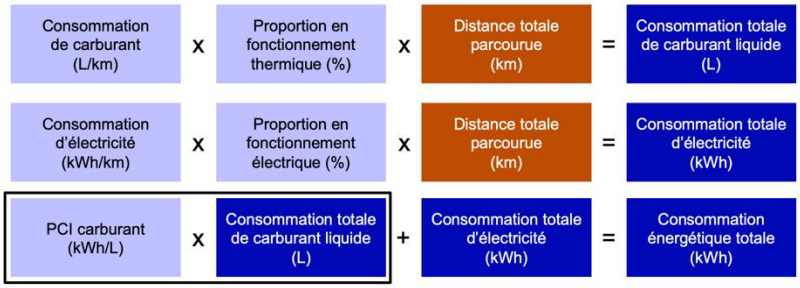
- L'évolution de l'état du parc (répartition par motorisation / segment / silhouette)



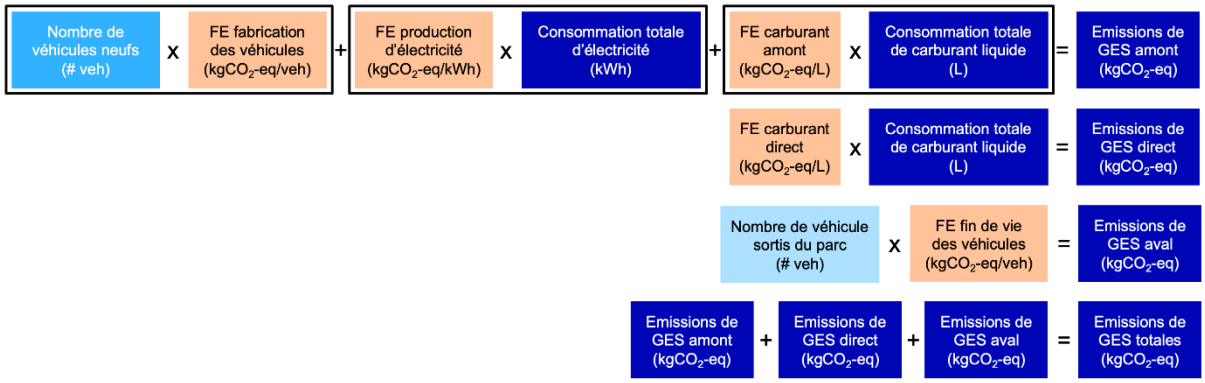
- Les distances parcourues par type de motorisation / segment / silhouette



- Les consommations d'énergie, de carburant et de cuivre



- Les émissions de GES associées



Les variables exogènes de cette modélisation, et sur lesquelles nous varions les hypothèses pour chaque scénario sont les suivantes :

- Le besoin de mobilité (en p·Gkm) ;
- La part modale accordée à la voiture (%) ;
- Le taux de remplissage des véhicules (p/veh) ;
- Les distances parcourues par un véhicule sur un an (km) ;
- Les lois de survie des différents véhicules (nombre de véhicules qui sortent du parc) (#veh) ;
- Les parts de marché (%) ;
- Les facteurs d'émissions de la fabrication et de la fin de vie des véhicules ($kgCO_2e$/veh) ;
- La consommation kilométrique des véhicules (L/100km ou kWh/100km) ;
- Les facteurs d'émissions des carburants (amont et direct) et de production d'électricité ($kgCO_2e$/L ou $kgCO_2e$/kWh) ;
- Les facteurs d'empreinte cuivre (kgCu/veh et kgCu/kWh).

À ce stade de notre travail, nous n'avons pas encore réalisé la première étape de la modélisation qui consiste à déduire la taille du marché neuf à partir d'un besoin de mobilité. Nous avons estimé de façon exogène le nombre des ventes réparties par types de segment et de motorisation, et avons pris ce point de départ pour la suite des calculs. Pour le rapport final, nous souhaitons ajuster ces tailles de marché pour chaque scénario en réalisant l'étape 1 de la modélisation.

Les graphes ci-dessous montrent cette première estimation de taille et parts de marché pour chaque scénario.

D. Quantification des scénarios dans la modélisation

1. Besoin de mobilité et part modale automobile

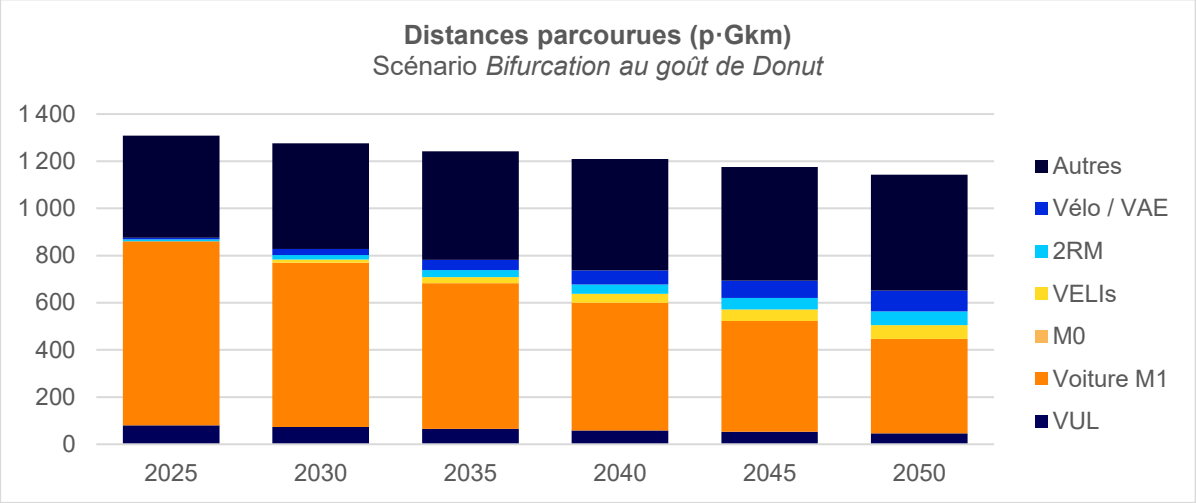


***Figure 74 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario* Bifurcation au goût de Donut.**

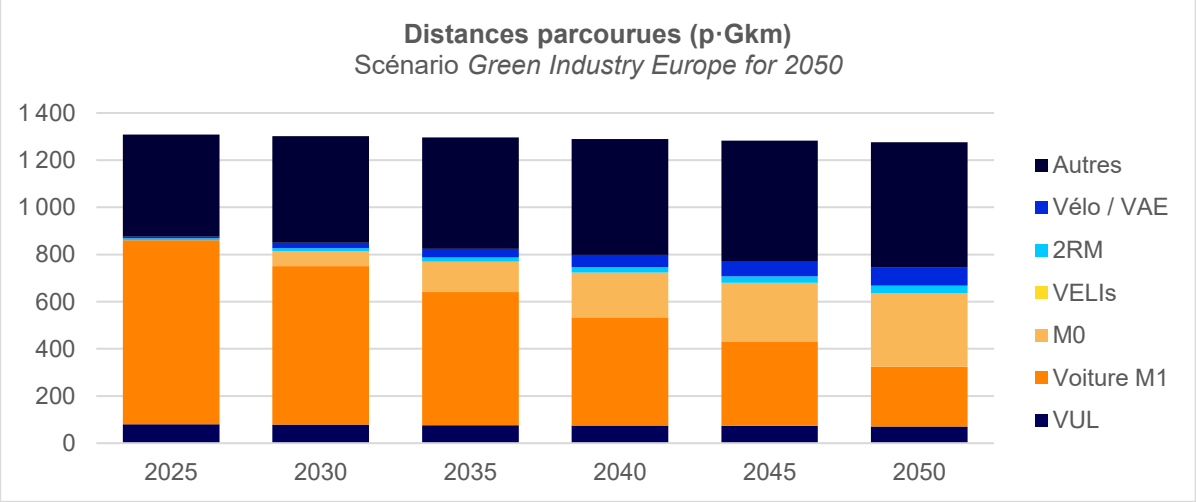


***Figure 75 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario* Green Industry Europe for 2050.**

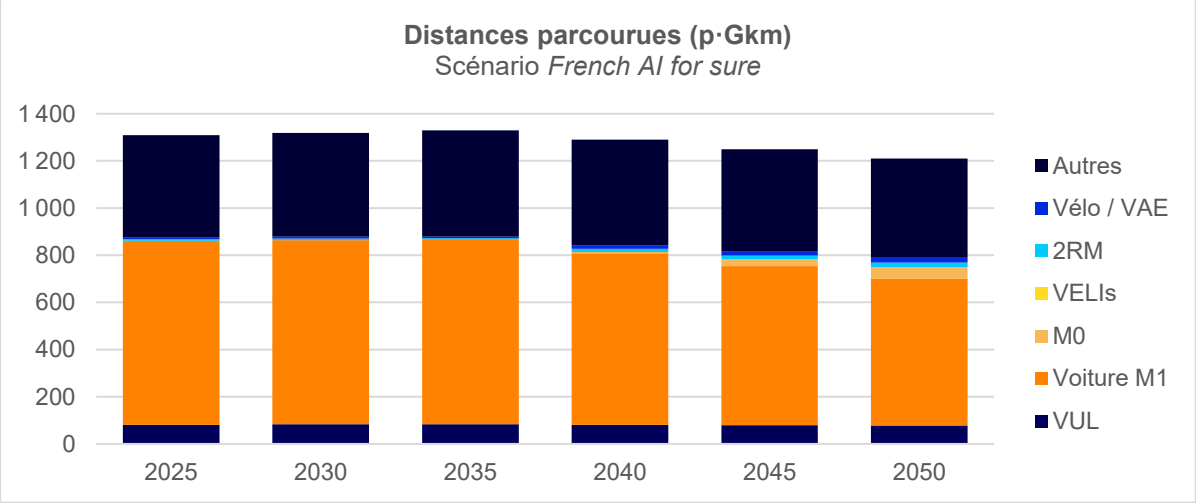


***Figure 76 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario* French AI for sure.**

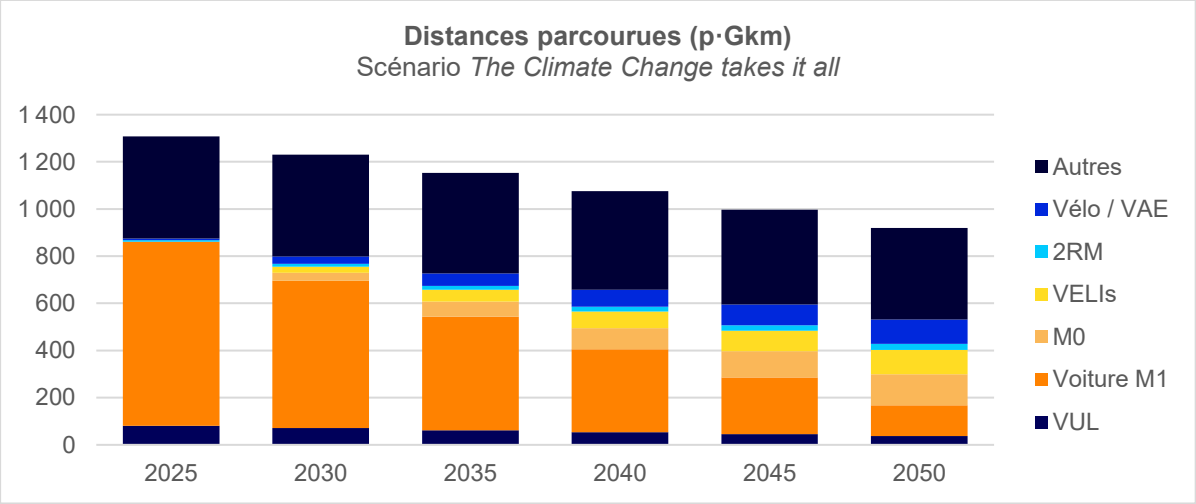


***Figure 77 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario* The Climate Change takes it all.**

2. Taux de remplissage des véhicules

Pour chacun des scénarios, nous faisons les hypothèses de taux de remplissage suivants :

- Mobilité quotidienne : voir Tableau 18 ;
- Mobilité longue distance : on conserve, pour chacun des scénarios, la valeur de 2,25 p/veh jusqu'en 2050.

	2025	***2030***	***2035***	***2040***	***2045***	***2050***
Bifurcation au goût de Donut	1,43	1,48	1,54	1,59	1,65	1,7
Green Industry Europe for 2050	1,43	1,46	1,50	1,53	1,57	1,6
French AI for sure	1,43	1,35	1,3	1,3	1,4	1,5
The Climate Change takes it all	1,43	1,50	1,58	1,65	1,73	1,8

Tableau 18 : Hypothèses de taux de remplissage des VP pour chaque scénario, pour la mobilité quotidienne.

3. Distances annuelles parcourues par les véhicules

On considère que les distances parcourues restent constantes dans le temps et selon les différents scénarios. La Figure 78 détaille les hypothèses que nous avons choisies pour notre modélisation.

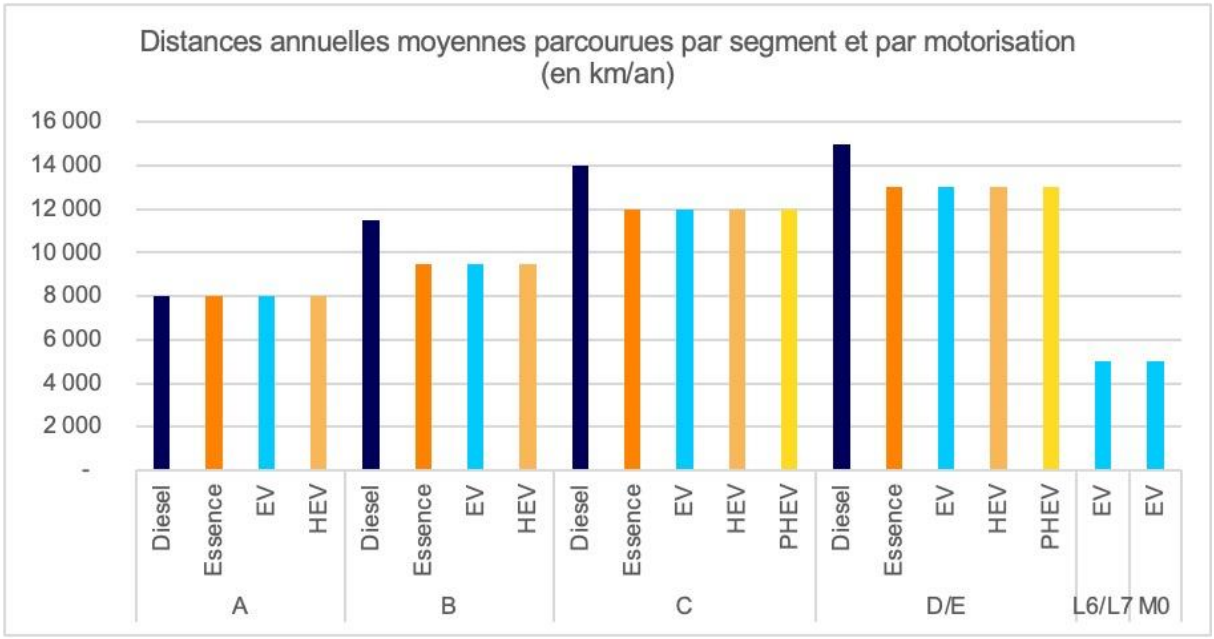


Figure 78 : Distances annuelles moyennes parcourues par segment et par motorisation (en km/an). Source : hypothèses The Shift Project, basées sur des estimations de C-Ways.

4. Taille du parc et parts de marché

a. Bifurcation au goût de Donut

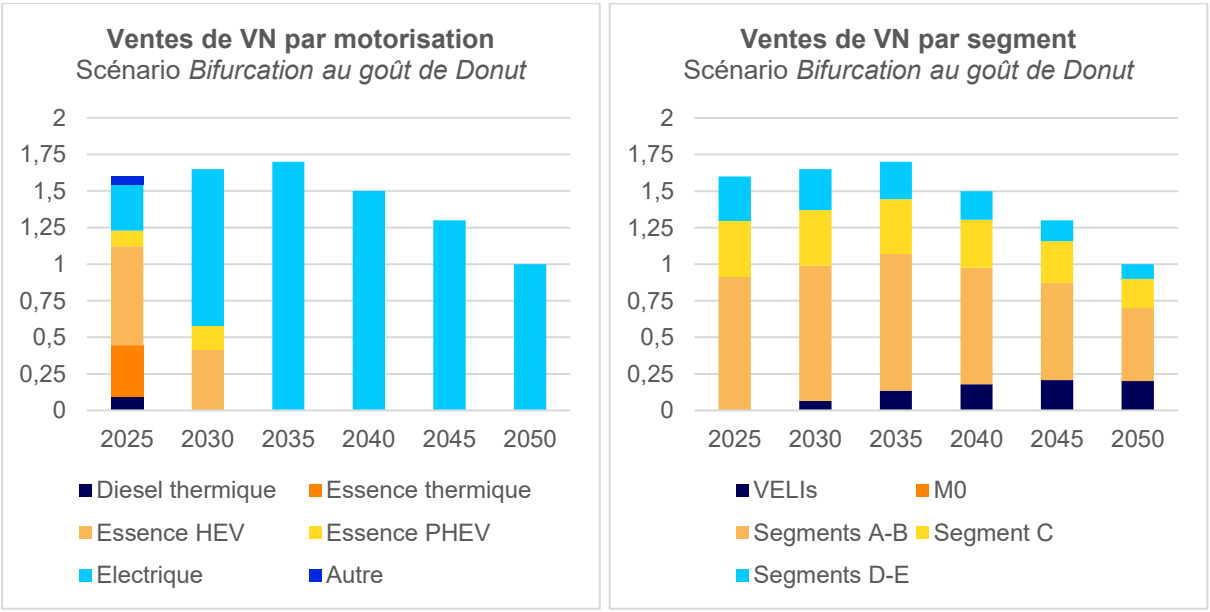


***Figure 79 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario* Bifurcation au goût de Donut.**

b. Green Industry Europe for 2050

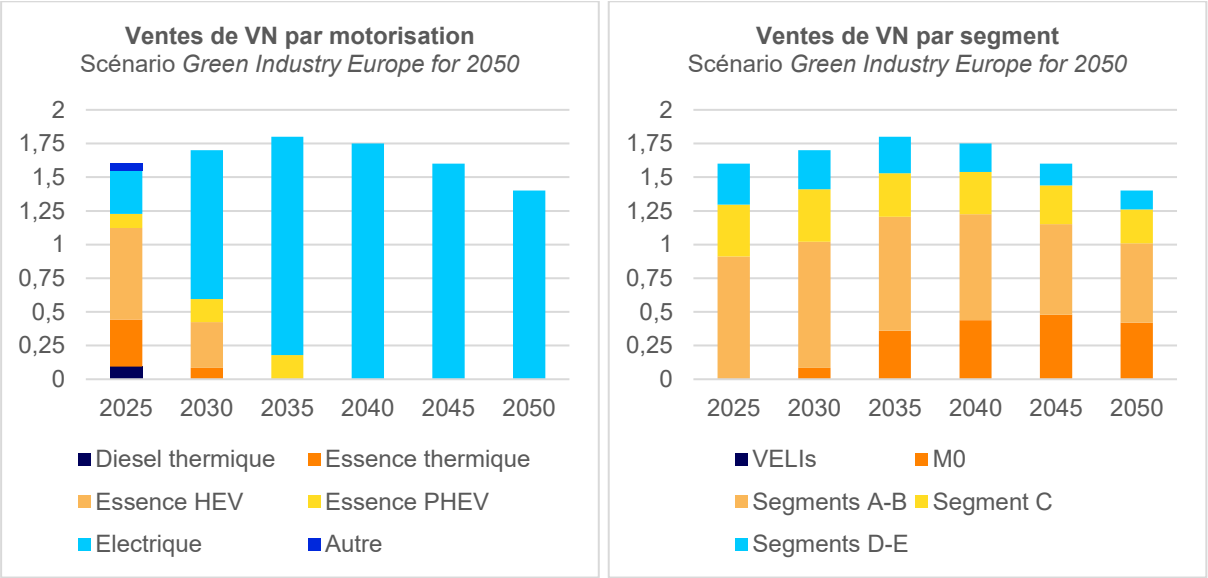


***Figure 80 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario* Green Industry Europe for 2050.**

c. French AI for sure

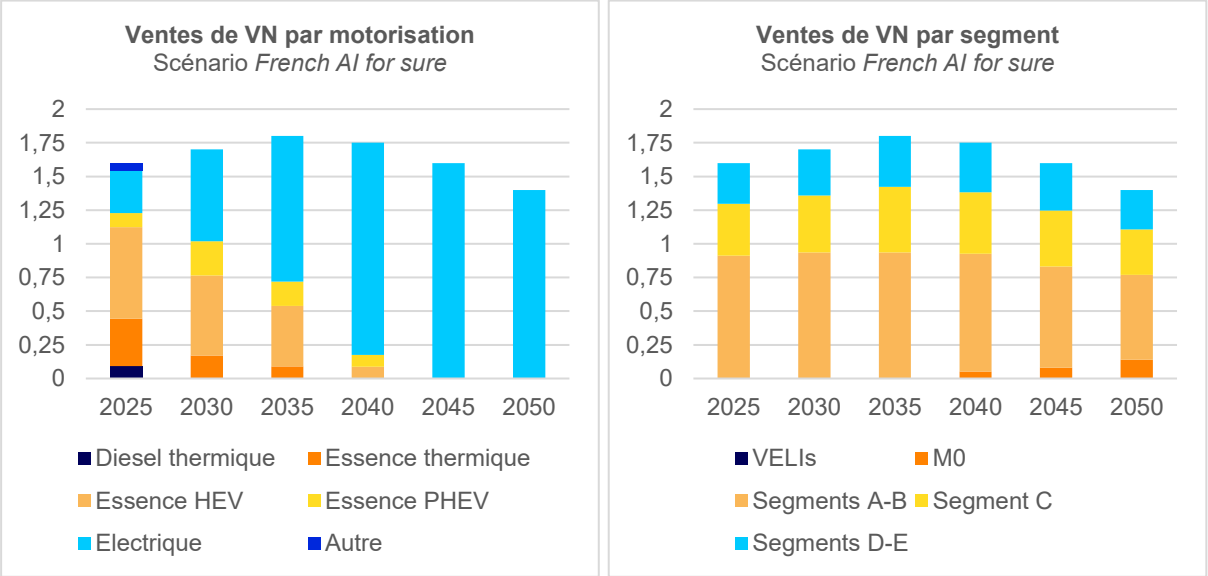


***Figure 81 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario* French AI for sure**

d. The Climate change takes it all

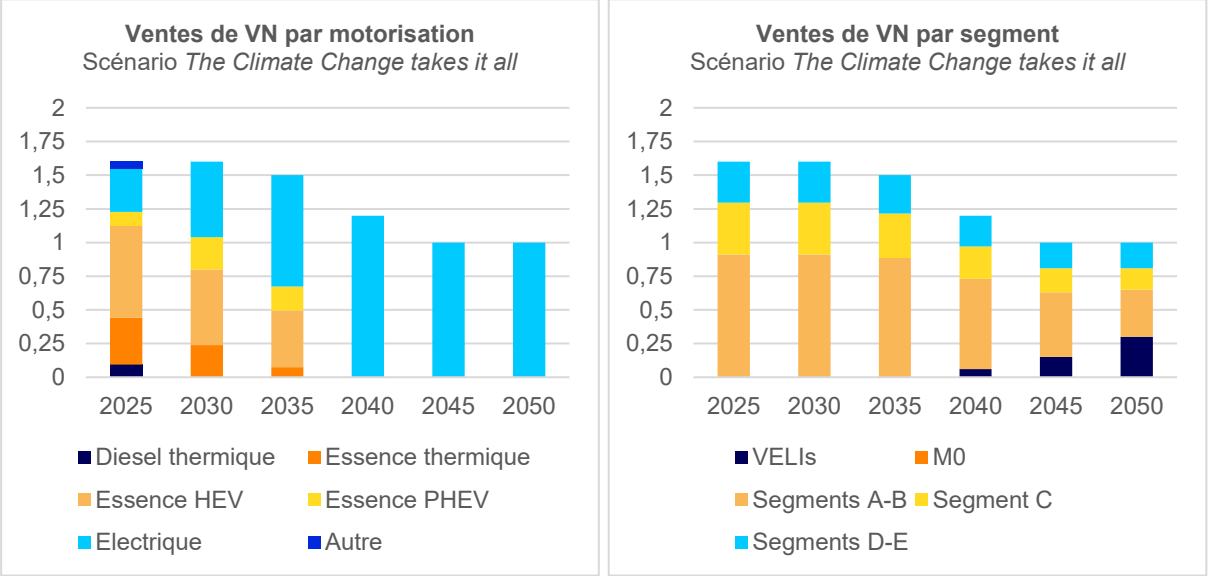


***Figure 82 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario* The Climate Change takes it all.**

5. Facteurs d'émission et consommation

Les FE de production de l'énergie et de la combustion de carburant sont invariants dans le temps et selon les différents scénarios. Ils sont répertoriés dans le Tableau 19.

	FE amont ($kgCO_2$-eq/unité)	FE direct ($kgCO_2$-eq/unité)	PCI (kWh/L)	Unité
Essence E10	0,500	2,190	10,97	L
Diesel B7	0,610	2,490	9,86	L
Électricité	0,031	-	-	kWh

Tableau 19 : Facteurs d'émissions de l'énergie. L'amont correspond à la production d'énergie et le direct à la combustion du carburant.
Sources : ADEME (Base Empreinte), Electricity Maps (données 2025)

Les FE de fabrication et de fin de vie, ainsi que les consommations kilométriques détaillés par véhicules sont des données confidentielles fournies par Carbone4. Les valeurs moyennes sont indiquées dans la Figure 51.

E. Résultats

Nous présentons dans cette partie des premiers résultats de notre modélisation, qui ne prend pas encore en compte l'ensemble des paramètres que nous souhaitons inclure. Les chiffres présentés ne sont donc pas nos résultats définitifs et doivent plutôt être considérés comme des ordres de grandeur et pour la visualisation de tendances, et non en tant que résultats exploitables en tant que tels. Cette partie vise principalement à montrer le type de résultats auxquels nous souhaitons aboutir pour le rapport final.

Les graphes présentés ci-dessous représentent des résultats sur le parc VP pour le scénario *Bifurcation au goût de Donut.* Pour l'exemple, nous avons représenté les résultats par type de motorisation. Le même type de visualisation pourra être faite par segment et silhouette.

1. Évolution de l'état du parc VP

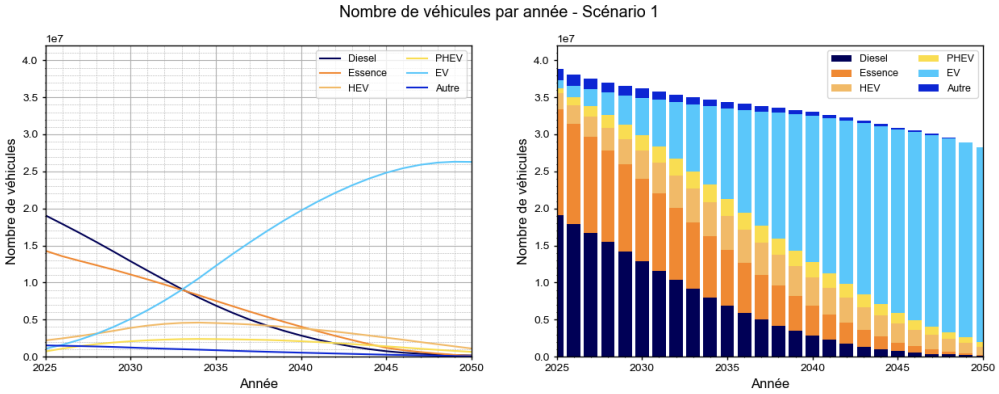


Figure 83 : Évolution du nombre de véhicules dans le parc par année, entre 2025 et 2050, répartis par motorisation, pour le scénario* Bifurcation au goût de Donut*. Modélisation : The Shift Project.

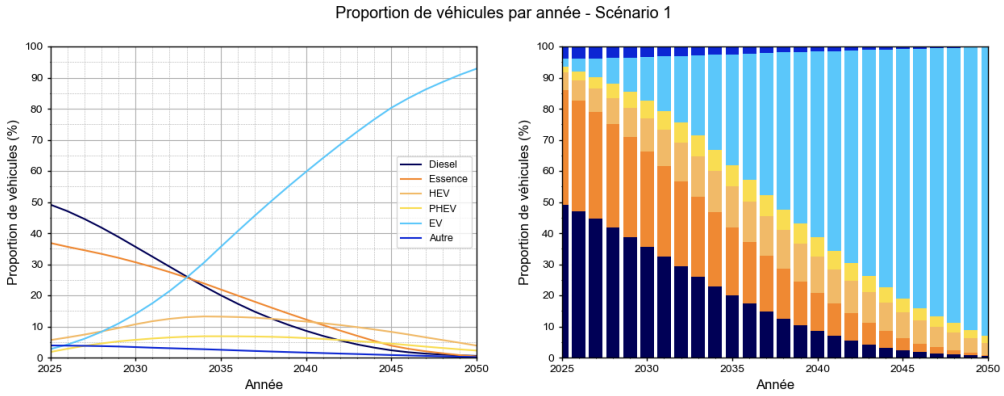


Figure 84 : Évolution de la proportion de chaque type de motorisation dans le parc par année, entre 2025 et 2050, pour le scénario* Bifurcation au goût de Donut*. Modélisation : The Shift Project

On constate dans ce scénario une croissance rapide de la part des véhicules électriques dans le parc, qui atteint un peu plus de 90% du parc en 2050, ainsi qu'une décroissance tendancielle du nombre de véhicules total dans le parc français.

À ce stade, nous n'avons pas fait évoluer la loi de sortie des véhicules au cours du temps, ce que nous envisageons de faire pour le rapport final, afin de visualiser les effets de potentielles politiques de sortie des véhicules telles que des primes à la conversion. Ceci pourrait avoir un impact significatif sur le nombre de véhicules thermiques résiduels et donc sur la taille totale du parc.

2. Évolution des distances parcourues par les VP

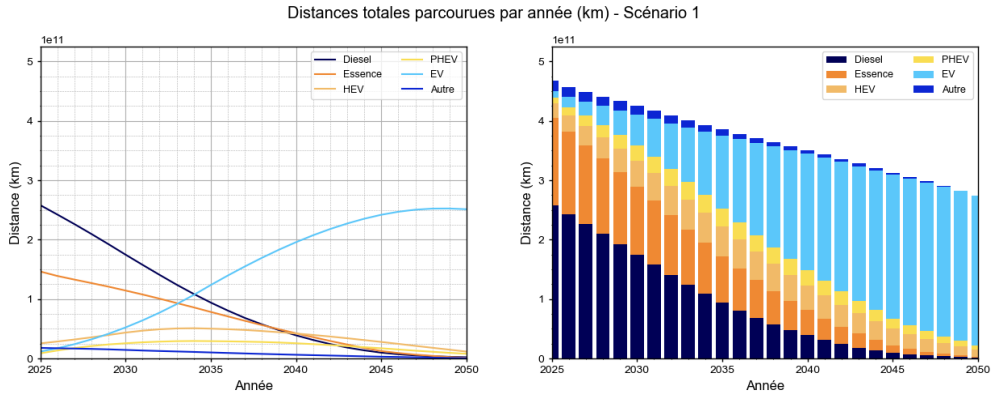


Figure 85 : Évolution des distances totales parcourues par les véhicules (en km), entre 2025 et 2050, pour le scénario* Bifurcation au goût de Donut*. Modélisation : The Shift Project.

On observe une baisse tendancielle du nombre de kilomètres parcourus dans ce scénario, en accord avec les distances que nous avions imaginées pour justifier de l'évolution du marché.

En revanche, les distances de reflètent pas exactement le taux de remplissage que nous envisageons dans ce scénario, nous devrons probablement retravailler nos hypothèses de taille de marché pour obtenir une meilleure cohérence de nos résultats.

3. Évolution de la consommation d'énergie finale du parc VP

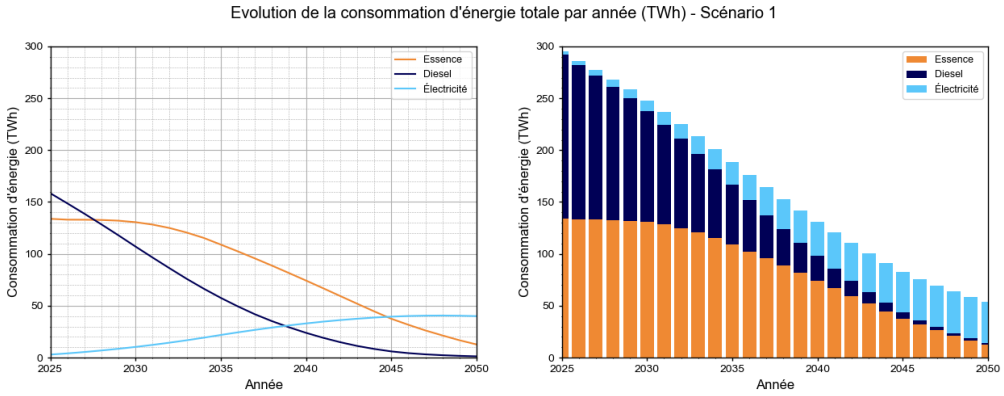


Figure 86 : Évolution de la consommation d'énergie finale par le parc VP (en TWh), entre 2025 et 2050, détaillée par type de carburant (essence, diesel) et d'énergie (carburant liquide, électricité), pour le scénario* Bifurcation au coût de Donut*. Modélisation : The Shift Project.

On visualise très clairement sur ce graphe l'écart d'efficacité énergétique entre les véhicules thermiques et électriques : en 2050, les véhicules thermiques représentent moins de 8% du parc, mais sont responsables de 25% de la consommation d'énergie finale totale du parc VP. Ce graphe illustre un des avantages du véhicule électrique : le moindre besoin d'énergie pour se déplacer sur une même distance, en comparaison d'un véhicule thermique.

Le graphe suivant donne des résultats analogues, mais cette fois-ci en consommation volumique de carburants liquides.

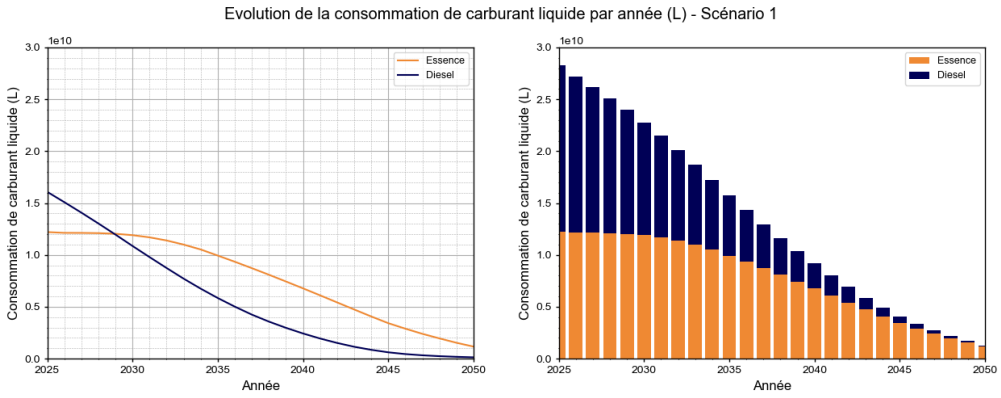


Figure 87 : Évolution de la consommation volumique de carburants liquides, entre 2025 et 2050, pour le scénario* Bifurcation au goût de Donut. *Modélisation : The Shift Project.

La consommation énergétique représentée ici ne prend pas encore en compte les gains d'efficacité que l'on peut espérer atteindre grâce à de l'écoconduite ou des changements d'équipements tels que des pneus basse consommation. Ces éléments seront intégrés à la modélisation pour le rapport final.

Nous souhaitons pouvoir comparer ces chiffres de consommation d'énergie à la capacité de production d'électricité et de biocarburants d'ici 2050, afin d'évaluer la cohérence du scénario en termes de bouclage énergétique. Cela nous permettra d'estimer la part de véhicules thermiques résiduels que l'on peut décarboner grâce aux biocarburants. Il serait également intéressant d'intégrer à ces résultats la consommation d'énergie nécessaire à la production des véhicules et des infrastructures, qui ne sont pour l'instant pas prises en compte ici.

4. Évolution des émissions de GES

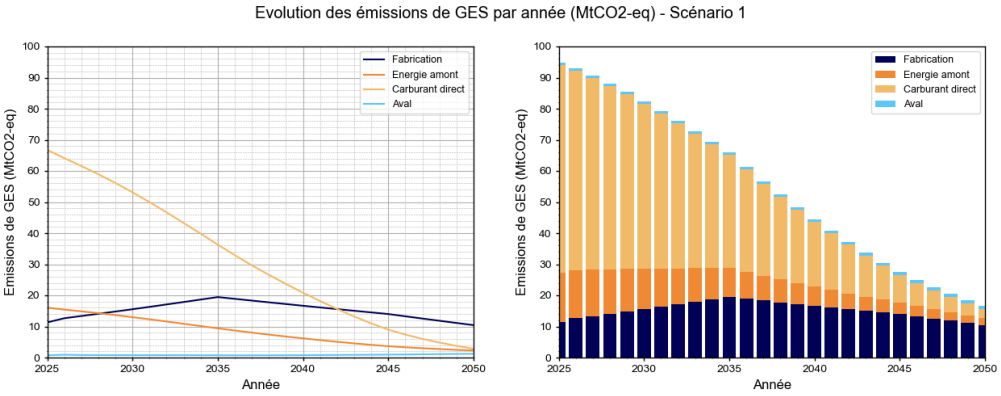


Figure 88 : Évolution des émissions de GES (en $MtCO_2$-eq) détaillées par poste d'émissions, entre 2025 et 2050, pour le scénario* Bifurcation au goût de Donut. *Modélisation : The Shift Project.

Sur ce graphe, nous avons représenté les émissions de GES liées à la fabrication des véhicules, la production d'énergie, les émissions directes à l'échappement, ainsi qu'à la fin de vie. On remarque que la baisse du nombre de véhicules dans le parc roulant combinée à leur électrification permet une réduction de plus de 80% des émissions de GES.

Nous n'avons pas encore pris en compte dans cette modélisation les hypothèses de réduction des émissions à la fabrication des véhicules, ni l'allongement de leur durée de vie (par la loi de sortie). De plus, nous n'avons pas encore inclus le potentiel de décarbonation des véhicules thermiques via l'utilisation de biocarburants. Il est donc vraisemblable que ces résultats soient revus à la baisse dans notre rapport final.

5. Synthèse des éléments à ajouter pour la suite de la modélisation

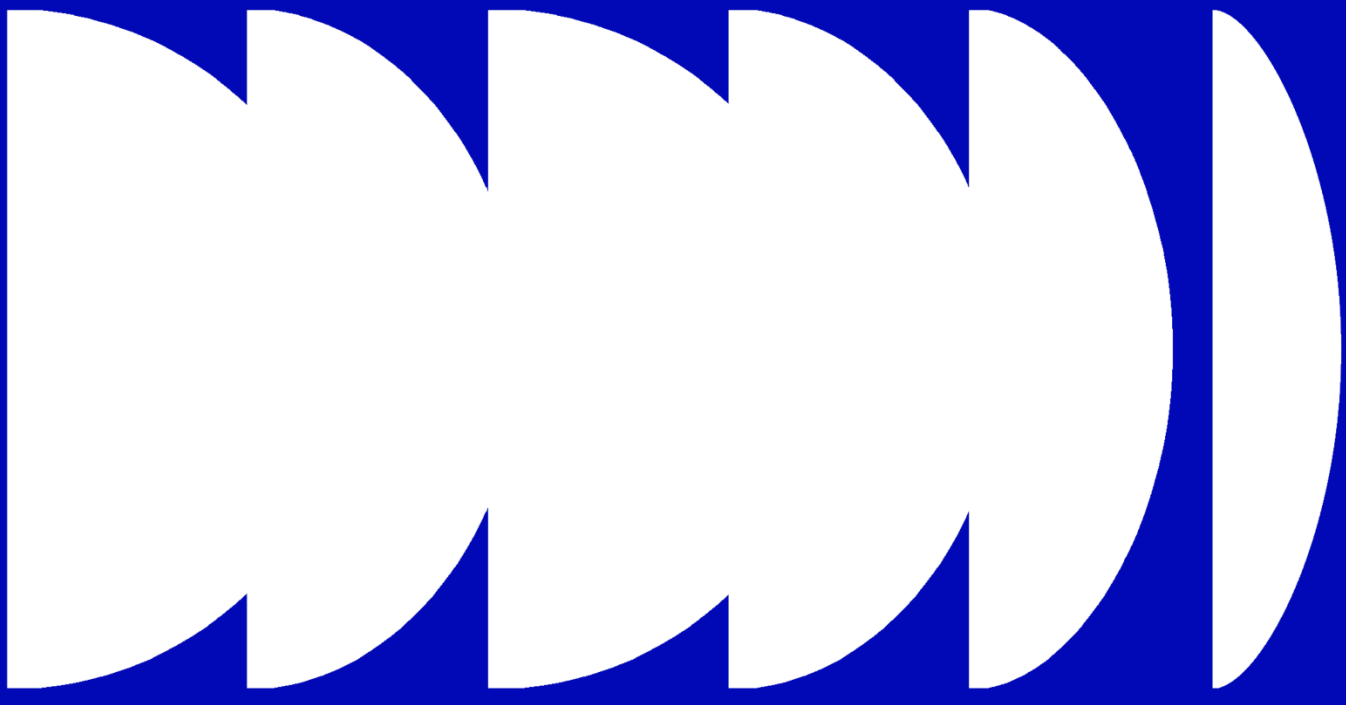
Dans la suite du travail sur la modélisation du parc automobile jusqu'en 2050, nous souhaitons inclure les paramètres suivants :

- Calcul des parts de marché à partir du besoin de mobilité et des hypothèses de taux de remplissage des véhicules ;
- Évolution temporelle des lois de survie des véhicules ;
- Amélioration de l'efficacité des véhicules par écoconduite et changement de matériels ;
- Calcul de la consommation de cuivre pour le secteur automobile ;
- Baisse des FE des carburants liquides grâce à l'utilisation de biocarburants ;
- Baisse des FE de fabrication des véhicules ;
- Comparaison de la consommation et de la production d'énergie ;
- Calcul de la surface agricole nécessaire pour la production de biocarburants ;
- Évolution des emplois.

Toutes ces considérations seront évidemment déclinées sur l'ensemble des scénarios et sur le parc VUL. Nous représenterons également les résultats avec un détail sur les segments et les silhouettes.

Rapport intermédiaire
Automobile et mobilités routières

Partie 5 : Plan de travail du 2nd semestre



A. Approfondissement des travaux engagés

Un certain nombre de travaux engagés nécessitent d'être poursuivis pour lesquels nous aurons certainement besoin d'expertises extérieures, notamment, outre le traitement et l'intégration des commentaires et compléments que vous voudrez bien faire sur le présent rapport :

- **Carburant alternatifs**

Potentiel global, conditions d'atteinte et quantités disponibles pour la mobilité légère

Zoom sur l'hydrogène dans la mobilité légère

- **Poursuite du GT décarbonation du parc**

Evaluation des gains des leviers techniques et définition du pack Ecoconsommation

- **Approfondissement et évaluation quantitative des leviers dans les 4 scénarios**
  - Covoiturage / Mobilité autonome / Economie Circulaire / 2 roues motorisés / VELI / décarbonation du parc
  - Quantification globale des scénarios sur les parcs, marchés, émissions de GES, consommation d'énergie, besoin en cuivre
- **VELIS**

Quantification des emplois dans un système productif dédié

B. Nouveaux travaux à engager

- **Impacts de la transition sur les emplois et les compétences**

Pour la partie Commerce des véhicules

Pour les autres métiers de la filière aval

Modélisation globale des emplois aval dans les différents scénarios

- **Décarboner les mobilités dans les Départements et Régions d'Outre-Mer**

Etat des lieux des mobilités dans les DROM

Leviers de décarbonation

- **Embarquement des acteurs**

Créer des communautés d'échange (journalistes, acteurs engagés, influenceurs) pour embarquer résolument l'ensemble des parties prenantes

Mieux informer les professionnels et les consommateurs : supports de communication dédiés, livre blanc

- **Recommandations et propositions**

A l'attention des acteurs économiques

A l'attention des pouvoirs publics

Bibliographie

[1] « La filière automobile manufacturière en France entre 2010 et 2023 : entre recul et adaptation », INSEE. [En ligne]. Disponible sur: https://www.insee.fr/fr/statistiques/8739557#tableau-figure1_radio1

[2] « La branche des services de l'automobile », ANFA, Observatoire Métiers Services Auto, 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2026-04/Poster%20de%20branche%202026_0.pdf

[3] « Le soutien de l'État à la filière automobile », Cour des Comptes, 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.ccomptes.fr/sites/default/files/2026-04/20260401-Soutien-de-l-Etat-a-la-filiere-automobile.pdf

[4] « Rapport Secten, Édition 2025 », CITEPA, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.citepa.org/donnees-air-climat/donnees-gaz-a-effet-de-serre/secten/

[5] « Chiffres clés du climat - france, Europe et Monde, Édition 2025 », SDES. [En ligne]. Disponible sur: https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-du-climat-france-europe-et-monde-edition-2025?rubrique=&dossier=1263

[6] « Chiffres clés de l'énergie, Édition 2025 », SDES. [En ligne]. Disponible sur: https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie/fr/pdf/chiffres-cles-energie-2025.pdf

[7] « Pétrole : quels risques pour les approvisionnements de l'Europe ? », The Shift Project, 2021. [En ligne]. Disponible sur: https://theshiftproject.org/publications/petrole-risques-approvisionnements-europe/

[8] « Production Statistics », OICA. [En ligne]. Disponible sur: https://oica.net/production-statistics/

[9] « Enquête sur la mobilité des personnes 2018-2019 », SDES. [En ligne]. Disponible sur: https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/enquete-sur-la-mobilite-des-personnes-2018-2019?list-enquete=true

[10] « Réussir dans l'incertitude : La méthode Shift en 20 chantiers », The Shift Project, 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://theshiftproject.org/publications/reussir-la-transition-dans-lincertitude/

[11] « Nouvelle note d'analyse sur la mobilité quotidienne », The Shift Project, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://theshiftproject.org/publications/note-mobilite-quotidienne/

[12] « Enquête sur la mobilité des personnes 2026-2027 », SDES. [En ligne]. Disponible sur: https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/enquete-sur-la-mobilite-des-personnes-2026-2027

[13] « 39,7 millions de voitures en circulation en France au 1er janvier », SDES. [En ligne]. Disponible sur: https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/397-millions-de-voitures-en-circulation-en-france-au-1er-janvier-2025?rubrique=&dossier=1348

[14] « 6,5 millions de véhicules utilitaires légers en circulation au 1er janvier 2025 ». [En ligne]. Disponible sur: https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/65-millions-de-vehicules-utilitaires-legers-en-circulation-au-1er-janvier-2025

[15] « Economic and Market - Report Global and EU auto industry », ACEA, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.acea.auto/files/Economic_and_Market_Report-Full_year_2025.pdf

[16] P. Pélata, « L'émergence des véhicules électriques : Chine, Europe, États-Unis de 2000 à 2025 », La Jaune et la Rouge. [En ligne]. Disponible sur: https://www.lajauneetlarouge.com/lemergence-des-vehicules-electriques-chine-europe-etats-unis-de-2000-a-2025/

[17] « Global EV Outlook 2026 », IEA. [En ligne]. Disponible sur: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2026

[18] « Vers la 3e Stratégie nationale bas-carbone (SNBC 3) », Ministères de la Transition Écologique, Aménagement du Territoire, Transports, Ville et Logement. [En ligne]. Disponible sur: https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/3e-strategie-nationale-bas-carbone-snbc-3

[19] « Contrat stratétique de la filière automobile (véhicules légers et véhicules lourds) 2024-2027 », Conseil National de l'industrie, 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/Entites/CNI/2024/1835-contrat-strategique-de-la-filiere-automobile-vehicules-legers-et-vehicules-lourds-2024-2027.pdf

[20] « Contre un crash programmé : dix-huit mesures d'urgence pour l'industrie automobile française », Sénat. [En ligne]. Disponible sur: https://www.senat.fr/rap/r25-037/r25-037.html
[21] « Baromètre trimestriel des voitures électriques d'occasion (VEO) », Avere France, 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://www.avere-france.org/wp-content/uploads/2026/04/Etude_AVERE_Mobilians_T1-2026-V2.pdf
[22] European Commission, « Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA ». 13 juillet 2020.
[23] F. E. K. Sato et T. Nakata, « Energy Consumption Analysis for Vehicle Production through a Material Flow Approach », *Energies*, vol. 13, nº 9, p. 2396, mai 2020, doi: 10.3390/en13092396.
[24] European Commission. Joint Research Centre., *Material composition trends in vehicles: critical raw materials and other relevant metals : preparing a dataset on secondary raw materials for the raw materials information system.* LU: Publications Office, 2021. doi: 10.2760/351825.
[25] Agence Internationale de l'Energie, « The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions », Agence Internationale de l'Energie, mai 2021.
[26] « Global Critical Minerals Outlook 2025 », IEA, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2025
[27] « The Electric Vehicle Market and Copper Demand », International Copper Association. [En ligne]. Disponible sur: https://internationalcopper.org/wp-content/uploads/2017/06/2017.06-E-Mobility-Factsheet-1.pdf
[28] « The future of Copper », S&P Global, 2022. [En ligne]. Disponible sur: https://cdn.ihsmarkit.com/www/pdf/0722/The-Future-of-Copper_Full-Report_14July2022.pdf
[29] Agence Internationale de l'Energie, « The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions », Agence Internationale de l'Energie, mai 2021.
[30] « Le Cuivre : comment allier résilience et soutenabilité ? », NegaWatt, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.negawatt.org/IMG/pdf/2025-minimal-rapport_cuivre.pdf
[31] « Rapport Climat 2024 », Renault Group, 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://assets.renaultgroup.com/uploads/2025/03/RENAULT_Rapport_climat_2024_FR_1920x1080pix_V5_MEL.pdf
[32] « Règlement CE 443/2009 », *Journal officiel de l'Union européenne*, 2009. [En ligne]. Disponible sur: https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:FR:PDF
[33] « RÈGLEMENT (UE) 510/2011 », *Journal officiel de l'Union européenne*, 2011. [En ligne]. Disponible sur: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0510
[34] « Règlement (UE) 2023/851 », *Journal officiel de l'Union européenne*. [En ligne]. Disponible sur: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/851/oj/fra
[35] « Questions et réponses sur le train de mesures pour le secteur automobile », Commission Européenne. [En ligne]. Disponible sur: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/qanda_25_3053
[36] « Directive 2000/53/CE du Parlement européen et du Conseil du 18 septembre 2000 relative aux véhicules hors d'usage - Déclarations de la Commission ». [En ligne]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000518580
[37] « Directive 2005/64/CE du Parlement européen et du Conseil du 26 octobre 2005 concernant la réception par type des véhicules à moteur au regard des possibilités de leur réutilisation, de leur recyclage et de leur valorisation, et modifiant la directive 70/156/CEE du Conseil ». [En ligne]. Disponible sur: https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000887547
[38] « La loi anti-gaspillage pour une économie circulaire ». [En ligne]. Disponible sur: https://www.ecologie.gouv.fr/loi-anti-gaspillage-economie-circulaire
[39] « Rapport d'information du Sénat ». [En ligne]. Disponible sur: https://www.senat.fr/rap/r25-504/r25-5041.pdf
[40] Statistique publique de l'énergie, des transports, du logement et de l'environnement, « Bilan annuel des transports en 2024 », SDES, nov. 2025.
[41] « Comptes nationaux annuels (base 2020) », INSEE. [En ligne]. Disponible sur: https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s2144
[42] « Production de voitures en France », Trading Economics. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.tradingeconomics.com/france/car-production
[43] « Le vrai du faux sur les causes de l'augmentation des prix des véhicules entre 2020 et 2024 », Institut Mobilités en Transition. [En ligne]. Disponible sur: https://institut-mobilites-en-transition.org/publications/le-vrai-du-faux-sur-les-causes-de-laugmentation-des-prix-des-vehicules-entre-2020-et-2024/
[44] « Budget automobile des Français édition 2025 ». [En ligne]. Disponible sur: https://data.roole.fr/etudes/budget-automobile-des-francais

[45] S. Statharas, Y. Moysoglou, P. Siskos, G. Zazias, et P. Capros, « Factors Influencing Electric Vehicle Penetration in the EU by 2030: A Model-Based Policy Assessment », *Energies*, vol. 12, nº 14, p. 2739, juill. 2019, doi: 10.3390/en12142739.
[46] F. Jung, M. Schröder, et M. Timme, « Exponential adoption of battery electric cars », *PLOS ONE*, vol. 18, nº 12, p. e0295692, déc. 2023, doi: 10.1371/journal.pone.0295692.
[47] G. Patil, G. Pode, B. Diouf, et R. Pode, « Sustainable Decarbonization of Road Transport: Policies, Current Status, and Challenges of Electric Vehicles », *Sustainability*, vol. 16, nº 18, p. 8058, sept. 2024, doi: 10.3390/su16188058.
[48] D. V. Pelegov et J.-J. Chanaron, « Electric Car Market Analysis Using Open Data: Sales, Volatility Assessment, and Forecasting », *Sustainability*, vol. 15, nº 1, p. 399, déc. 2022, doi: 10.3390/su15010399.
[49] H. Choi et Y. Koo, « Do I have to buy it now? A vehicle replacement model considering strategic consumer behavior », *Transp. Res. Part Transp. Environ.*, vol. 73, p. 318-337, août 2019, doi: 10.1016/j.trd.2019.07.009.
[50] W. Sierzchula, S. Bakker, K. Maat, et B. Van Wee, « The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption », *Energy Policy*, vol. 68, p. 183-194, mai 2014, doi: 10.1016/j.enpol.2014.01.043.
[51] M. Giansoldati, A. Monte, et M. Scorrano, « Barriers to the adoption of electric cars: Evidence from an Italian survey », *Energy Policy*, vol. 146, p. 111812, nov. 2020, doi: 10.1016/j.enpol.2020.111812.
[52] D. Jaiswal, R. Kant, et B. Mehta, « Consumer adoption of battery electric cars: analyzing techno-psychological perception-attitude-intention linkage perspective and gender effects », *Int. J. Energy Sect. Manag.*, vol. 19, nº 4, p. 820-840, juin 2025, doi: 10.1108/IJESM-04-2024-0009.
[53] C. Barbarossa, P. De Pelsmacker, et I. Moons, « Personal Values, Green Self-identity and Electric Car Adoption », *Ecol. Econ.*, vol. 140, p. 190-200, oct. 2017, doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.05.015.
[54] G. C. Unruh, « Understanding carbon lock-in », *Energy Policy*, vol. 28, nº 12, p. 817-830, oct. 2000, doi: 10.1016/S0301-4215(00)00070-7.
[55] W. B. Arthur, « Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-In by Historical Events », *Econ. J.*, vol. 99, nº 394, p. 116, mars 1989, doi: 10.2307/2234208.
[56] G. C. Unruh, « Escaping carbon lock-in », *Energy Policy*, vol. 30, nº 4, p. 317-325, mars 2002, doi: 10.1016/S0301-4215(01)00098-2.
[57] K. C. Seto, S. J. Davis, R. B. Mitchell, E. C. Stokes, G. Unruh, et D. Ürge-Vorsatz, « Carbon Lock-In: Types, Causes, and Policy Implications », *Annu. Rev. Environ. Resour.*, vol. 41, nº 1, p. 425-452, nov. 2016, doi: 10.1146/annurev-environ-110615-085934.
[58] C. Corradi, E. Sica, et P. Morone, « What drives electric vehicle adoption? Insights from a systematic review on European transport actors and behaviours », *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 95, p. 102908, janv. 2023, doi: 10.1016/j.erss.2022.102908.
[59] S. Evans, « Factcheck: 21 misleading myths about electric vehicles », Carbon Brief. [En ligne]. Disponible sur: https://interactive.carbonbrief.org/factcheck/electric-vehicles/index.html#section-electric-vehicles-can-explode-petrol-ones-only-do-it-in-movies
[60] D. Sherman, « EV Fires: Not Coming to a Garage Near You, Statistically Speaking », Hagerty.com.
[61] J. Ma *et al.*, « The 2021 battery technology roadmap », *J. Phys. Appl. Phys.*, vol. 54, nº 18, p. 183001, avr. 2021, doi: 10.1088/1361-6463/abd353.
[62] McKinsey Center for Future Mobility, « Battery 2035: Building new advantages ». [En ligne]. Disponible sur: https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/our-insights/battery-2035-building-new-advantages
[63] M. Fichtner, E. Argutyan, et C. Punckt, « D2.2 Battery 2030+ R&I Roadmap 4th edition », Battery 2030+, oct. 2025.
[64] D. Acemoglu, P. Aghion, L. Bursztyn, et D. Hemous, « The Environment and Directed Technical Change », *Am. Econ. Rev.*, vol. 102, nº 1, p. 131-166, févr. 2012, doi: 10.1257/aer.102.1.131.
[65] P. Aghion, A. Dechezleprêtre, D. Hémous, R. Martin, et J. Van Reenen, « Carbon Taxes, Path Dependency, and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry », *J. Polit. Econ.*, vol. 124, nº 1, p. 1-51, févr. 2016, doi: 10.1086/684581.
[66] A. Bigo, « Comment évoluent les émissions du transport de voyageurs en France ? » Chaire Énergie et Prospérité, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://chair-energy-prosperity.org/wp-content/uploads/2020/12/Aurelien-Bigo_06-2025_Comment-evoluent-les-emissions-du-transport-de-voyageurs-en-France_Chaire-Energie-Prosperite_WP.pdf
[67] « Evolution de la masse moyenne », Car Labelling ADEME. [En ligne]. Disponible sur: https://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/evolutionMasseMoyenne

[68] J. Dornoff, J. German, et A. Deo, « Mild-hybrid vehicles: A near term technology trend for CO_2 emissions reduction », International Council on Clean Transportation, juill. 2022.
[69] A. Isenstadt et P. Slowik, « Hybrid vehicle technology developments and opportunities in the 2025–2035 time frame », *Int. Counc. Clean Transp.*, févr. 2025.
[70] European Union, « Commission report under Article 12(3) of Regulation (EU) 2019/631 on the evolution of the real-world CO_2 emissions gap for passenger cars and light commercial vehicles and containing the anonymised and aggregated real-world datasets referred to in Article 12 of Commission Implementing Regulation (EU) 2021/392. », Report from the Commission Document 52024DC0122, 2024. Consulté le: 10 juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52024DC0122
[71] European Commission, « Commission Staff Working Document accompanying the document Commission report under Article 12(3) of Regulation (EU) 2019/631 on the evolution of the real-world CO_2 emissions gap for passenger cars and light commercial vehicles and containing the anonymised and aggregated real-world datasets referred to in Article 12 of Commission Implementing Regulation (EU) 2021/392 », Union Européenne, Bruxelles, Staff Working Dcument COM(2024) 122 final, mars 2024.
[72] B. S. Guzmán, E. Asikainen, M. Huber, P. Zimmermann, C. Bach, et M. Elser, « Utility factor frameworks for plug-in hybrid electric vehicles: A comparative assessment », *Transp. Res. Part Transp. Environ.*, vol. 150, p. 105098, janv. 2026, doi: 10.1016/j.trd.2025.105098.
[73] S. Díaz, U. Tietge, et J. Dornoff, « On the way to 'real-world' CO_2 values? », International Council on Clean Transportation, Berlin, ID 627, juin 2026. [En ligne]. Disponible sur: https://theicct.org/publication/real-world-co2-emission-values-vehicles-europe-jun26/
[74] Transport & Environment, « Smoke screen : the growing PHEV emissions scandal », oct. 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.transportenvironment.org/articles/smoke-screen-the-growing-phev-emissions-scandal
[75] J. W. Jeong, G. Lee, J. Lee, S. Woo, N. Kim, et K. Lee, « Analysis of energy consumption and emissions characteristics of plug-in hybrid electric vehicle (PHEV) under various real-world driving conditions », *J. Environ. Sci.*, vol. 163, p. 566-574, mai 2026, doi: 10.1016/j.jes.2025.11.033.
[76] Statistique publique de l'énergie, des transports, du logement et de l'environnement, « Chiffres clés des énergies renouvelables - Edition 2025 ». septembre 2025.
[77] France AgriMer, « Proposition d'une méthodologie de calcul de la SAU allouée à la production de biocarburants ». janvier 2026.
[78] France AgriMer, « Biogazole - Fiche filière ». janvier 2026.
[79] France AgriMer, « Bioéthanol - Fiche filière ». janvier 2026.
[80] Ministère de la Transition Ecologique, « Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse », 2018.
[81] AGRESTE, « Infos Rapides Grandes Cultures - En 2025, de bons rendements dynamisent les récoltes de céréales à paille et de colza », Info rapides 06/10, août 2025.
[82] E. Clause *et al.*, « Évaluation du potentiel de production d'énergies renouvelables à partir de la biomasse agricole et forestière française à l'horizon 2050 », CGAAER, CGE, IGEDD, 2023.
[83] S. N. Naik, V. V. Goud, P. K. Rout, et A. K. Dalai, « Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review », *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, nº 2, p. 578-597, févr. 2010, doi: 10.1016/j.rser.2009.10.003.
[84] S. C. Bhatia, « Biomass gasification », in *Advanced Renewable Energy Systems*, Elsevier, 2014, p. 473-489. doi: 10.1016/B978-1-78242-269-3.50018-8.
[85] A. Boretti, « E-gasoline technological pathways, economic feasibility, and environmental performance », *Int. J. Hydrog. Energy*, vol. 192, p. 152396, nov. 2025, doi: 10.1016/j.ijhydene.2025.152396.
[86] M. Taherzadeh, N. Tahouni, et M. H. Panjeshahi, « Design of an integrated system for electrofuels production through Fischer-tropsch process », *Int. J. Hydrog. Energy*, vol. 75, p. 515-528, juill. 2024, doi: 10.1016/j.ijhydene.2024.03.067.
[87] S. Jain et S. Kumar, « A comprehensive review of bioethanol production from diverse feedstocks: Current advancements and economic perspectives », *Energy*, vol. 296, p. 131130, juin 2024, doi: 10.1016/j.energy.2024.131130.
[88] S. Niphadkar, P. Bagade, et S. Ahmed, « Bioethanol production: insight into past, present and future perspectives », *Biofuels*, vol. 9, nº 2, p. 229-238, mars 2018, doi: 10.1080/17597269.2017.1334338.
[89] L. Olsson, Éd., *Biofuels*, vol. 108. in Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology, vol. 108. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2007. doi: 10.1007/978-3-540-73651-6.
[90] Aéro Décarbo et The Shift Project, « Pouvoir voler sans pétrole - quel approvisionnement énergétique pour le secteur aérien ? » février 2026.

[91] É. Lèbre *et al.*, « The social and environmental complexities of extracting energy transition metals », *Nature Communication*, vol. 11, nº 4823, 2020. doi: https://doi.org/10.1038/s41467-020-18661-9.
[92] C. Yee, « EVs Break Down Less than Gas Cars », Green Cars. [En ligne]. Disponible sur: https://www.greencars.com/news/evs-break-down-less-than-gas-cars
[93] Qian Tang, X. Shu, G. Zhu, J. Wang, et H. Yang, « Reliability Study of BEV Powertrain System and Its Components—A Case Study », *Processes*, vol. 9, nº 762, 2021. doi: https://doi.org/10.3390/pr9050762.
[94] J. Caillard, L. Vasseur, et F. Vonderscher, « L'obsolescence accélérée des voitures thermiques et électriques », Halte à l'Obsolescence Programmée, 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://www.halteobsolescence.org/wp-content/uploads/2024/10/Obsolescence-acceleree-des-voitures-thermiques-et-electriques-FR.pdf
[95] O. Korolov, « Do Electric Cars Break Down More Than Petrol Cars? The 2026 Data Verdict », The Electric Car Scheme. [En ligne]. Disponible sur: https://www.electriccarscheme.com/blog/ev-myth-busting-electric-cars-break-down-more-than-petrol-cars
[96] A. Lawrence, « How long do electric car batteries last? EV battery recycling », RAC. [En ligne]. Disponible sur: https://www.rac.co.uk/drive/electric-cars/charging/how-long-do-electric-car-batteries-last/
[97] J.-P. Skeete, P. Wells, X. Dong, O. Heidrich, et G. Harper, « Beyond the EVent horizon: Battery waste, recycling, and sustainability in the United Kingdom electric vehicle transition », vol. 69, nº 101581, 2020. doi: https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101581.
[98] C. Argue, « How long do electric car batteries last? What analyzing 10,000 EVs tells us… », Geotab. [En ligne]. Disponible sur: https://www.geotab.com/blog/ev-battery-study/
[99] V. Nguyen-Tien, C. Zhang, E. Strobl, et R. J. R. Elliott, « The closing longevity gap between battery electric vehicles and internal combustion vehicles in Great Britain », *Nature Energy*, vol. 10, p. 354-364, 2025. doi: https://doi.org/10.1038/s41560-024-01698-1.
[100] L. Khul et E. Stauffer, « Gas vs. Electric Car Fires in 2026 (Shocking Stats) », AutoinsuranceEZ. [En ligne]. Disponible sur: https://www.autoinsuranceez.com/gas-vs-electric-car-fires/
[101] « Baromètre du véhicule électrique », ANFA, Observatoire Métiers Services Auto, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2025-06/BarometreVE-2025_Web300.pdf
[102] « Étude comparative des batteries véhicules électriques et hybrides », SRA, 2025. [En ligne]. Disponible sur: https://www.sra.asso.fr/wp-content/uploads/2025/10/Etude-SRA-batterie-VE-HEV-PHEV.pdf

Liste des figures

Figure 1 : Répartition sectorielle des émissions de GES en France en 2024. Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4] 22
Figure 2 : Évolution des émissions annuelles du transport d'une année sur l'autre, depuis 1990, en %. Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4] 23
Figure 3 : Répartition des émissions de GES des transports en France en 2024. Champ : France métropolitaine et DROM. Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4] 23
Figure 4 : Evolution des émissions du transport, par mode depuis 2010, en MtCO2e. Champ : France métropolitaine, DROM et soutes internationales. Source : CITEPA, rapport Secten 2025 [4] 24
Figure 5 : Evolution de la consommation d'énergie finale des transports, en TWh Champ : France métropolitaine et DROM depuis 2011. Source : SDES, Bilan énergétique de la France 2025 [6] 25
Figure 6 : Évolution de la production automobile en France, VP et VUL, en millions. Source : CCFA 27
Figure 7 : Évolution de l'emploi dans la filière automobile manufacturière, constructeurs et fournisseurs. Source : INSEE 29
Figure 8 : Les chiffres clés de la filière en 2025 & les métiers de Mobilians 34
Figure 9 : filière du VEB en France – Source : T&E 35
Figure 10 : Fabricants de batteries en Europe. Source : Battery Atlas 37
Figure 11 : Evolution du nombre de points de recharge ouverts au public. Source : Avere-France 39
Figure 12 : Nombre de points de charge totaux Source : Enedis Lecture : en bleu, les points de recharge à domicile, en vert, sur les parcs privatifs des entreprises, en jaune, les points de charge publics. 40
Figure 13 : disponibilité technique des points de charge – Baromètre Avere-France 41
Figure 14 : Trajectoire du nombre de points de charge ouverts au public - Source : Enedis 41
Figure 15 : Répartition des distances annuelles parcourues par les résidents de France métropolitaine, par mode et par classe de distance (y compris voyages à l'étranger). Source : EMP 2019 [9]. 43
Figure 16 : Part modale en émissions par classe de distance des demi-sorties, sur une semaine complète. The Shift Project : Note d'analyse Trajets longs du quotidien [11] - Source EMP 2019 [9] . 43
Figure 17 : Répartition des ménages selon l'équipement en VP/VUL. Source : SDES, EMP 2019 [9]44
Figure 18 : Répartition des ménages selon le nombre d'équipements. Source : SDES, EMP 2019 [9]44
Figure 19 : Évolution du nombre de véhicules individuels (en millions) dans le parc automobile français, entre 2018 et 2025, répartis par type de motorisation. Source : SDES [13] 45
Figure 20 : Évolution de l'âge moyen des véhicules dans le parc automobile français, entre 2018 et 2025. Sources : CCFA, AAA Data, ACEA, DGA Illustration et projections : Automobile France 46
Figure 21 : Répartition des véhicules dans le parc par segment en 2025. 46
Figure 22 : Répartition des véhicules dans le parc par silhouette (SUV ou berline), entre 2020 et 2025. Source : C-Ways 46
Figure 23 : Répartition des VUL en 2025 par type de motorisation. Source : SDES 48
Figure 24 : Répartition des VUL selon la catégorie et le PTAC en 2025. Source : SDES 48
Figure 25 : Répartition des VUL selon la tranche d'âge, en 2025. Source : SDES 50
Figure 26 : Évolution de l'âge moyen des VUL dans le parc français, entre 2018 et 2025. Source : SDES 50
Figure 27 : parc de bus et de cars en circulation en France Source : SDES 51
Figure 28 : Évolution des ventes de VP neufs (en millions) en France, réparties par type de motorisation, entre 2018 et 2025. Source : SDES 54

Figure 29 : Répartition des ventes de VP VN par canal, en % des ventes 2023. Traitement : The Shift Project d'après les chiffres PFA 55
Figure 30 : Part de marché par segment et canal, en % des ventes 2023. Traitement : The Shift Project, d'après les chiffres PFA. 56
Figure 31 : Ventes de VP en neuf et en occasion, en France, en millions. Source : SDES 57
Figure 32 : Ventes VO des VP en fonction de l'âge 57
Figure 33 : Marché mondial des VUL neufs. Source : S&P Global Mobility. 58
Figure 34 : Évolution des ventes de VUL neufs en France, en millions d'unités Source : SDES 59
Figure 35 : Répartition des ventes de VUL en France en 2025. Source : SDES 59
Figure 36 : Ventes de quadricycles en France. Source : Mobilians 61
Figure 37 : Ventes de bus et de cars neufs, en France, en unité Source : SDES 62
Figure 38 : Pays ayant officiellement un objectif Zero Émission CO2 pour les véhicules neufs. Source : ICCT 63
Figure 39 : Ventes mondiales de voitures électriques et hybrides rechargeables. Source : AIE [17] .. 64
Figure 40 : Part de marché de la voiture électrique à batterie dans les ventes de voitures neuves en Europe 27, en %. Sources : Statista, ACEA 65
Figure 41 : Part de marché des véhicules électriques et hybrides rechargeables dans les ventes de VUL neufs en Europe 27, en %. Source : ACEA 66
Figure 42 : Évolutions des émissions (historique et projections) du secteur des transports domestiques (hors soutes internationales) en MtCO2e entre 1990 et 2050. Source : SNBC3 [18] 67
Figure 43 : Ventes et parts de marché des VP électriques neufs, en France. Sources : SDES, RSVERO, PFA 68
Figure 44 : Ventes et part de marché des VP électriques d'occasion, en France. Sources : SDES, RSVERO, Avere-France 68
Figure 45 : Ventes et parts de marché des VUL électriques neufs, en France. Sources : SDES, RSVERO, Avere-France 69
Figure 46 : Distribution géographique de la chaîne de production des batteries Lithium-ion en 2024. Source : Critical Metals Outlook, AIE (2024) 72
Figure 47 : Intensité cuivre de la batterie (kgCu) en fonction de sa capacité (kWh), pour différentes technologies de batteries (NMC en bleu et LFP en orange). Source : NegaWatt [30] 75
Figure 48 : Estimation de l'empreinte carbone du parc VP en France, en 2024, en MtCO2e. Calculs : The Shift Project sur base des données SDES, Stellantis, Carbone 4, ADEME, C-Ways. La fabrication est calculée sur le volume du marché français de vente de véhicules neufs en 2024. 78
Figure 49 : Estimation de l'empreinte carbone du parc VUL en France, en 2024, en MtCO2e. Calculs : The Shift Project sur base des données SDES, Stellantis, Carbone 4, ADEME, C-ways. La fabrication est calculée sur le volume du marché français de vente de véhicules neufs en 2024. 79
Figure 50 : Estimation de l'empreinte carbone unitaire des véhicules, en tCO2e. Sources des données : Carbone4, ADEME (Base empreinte), CWays. 80
Figure 51 : Émissions de GES fixes (à gauche, en tCO2e) et kilométriques (à droite, en kgCO2e), par motorisation, pour un véhicule roulant en France. Sources : Carbone4, ADEME (Base Empreinte) Calculs : The Shift Project. 81
Figure 52 : Émissions de GES des véhicules (en tCO2e) en fonction du kilométrage parcourus, répartis par motorisation. Sources : Carbone4, ADEME (Base Empreinte) Calculs : The Shift Project. Hypothèse : 12 000 km parcourus par an et par véhicule, roulant en France. 81
Figure 53 : Estimation de l'empreinte carbone unitaire des VUL, en tCO2e. Calculs : The Shift Projetc, sur base de données Stellantis, BMW Group, Carbone4, Base Empreinte (ADEME). Hypothèse : durée de vie 240 000km, utilisation en France. 82
Figure 54 : Le surcoût CO2e de fabrication de la ZOE et de sa batterie est amorti en 20 à 25 000 km par rapport à une Clio V, en France Source : Renault ZOE Clio ACV, Février 2021 82
Figure 55 : pour une BMW iX3 50 xDrive par rapport à une X3 20 xDrive, là aussi, l'équilibre est atteint autour de 20 000 km, soit 2 ans d'utilisation moyenne. Source : BMW Group – Vehicle Footprint 83

Figure 56 : Emissions de CO2 des véhicules électriques en fonction des km et dans des pays à contenu carbone de l'électricité différent Source : calculs The Shift Project – Valeurs de contenu carbone du mix électrique de OurWorldInData 2025 (All : 330 gCO2/kWh, Pol 589 et EU 210) 83
Figure 58 : Répartition par poste de l'empreinte carbone moyenne d'un constructeur automobile, en 2024, en %. Calculs : The Shift Project, sur base de données Stellantis, VW Group et BMW Group. 84
Figure 59 : Emissions totales de la filière aval, en MtCO2e, Scopes 1 à 3 85
Figure 60 : Emissions de la filière aval, hors consommation de carburant, en MtCO2e 86
Figure 61 : décomposition des émissions directes scopes 1 et 2 d'une concession automobile 86
Figure 62 : trajectoire CO_2 de l'UE pour les VP. Source : Commission EU 89
Figure 63 : Principales échéances réglementaires sur les polluants routiers 90
Figure 64 : Répartition des bénéficiaires du leasing social 2025. Source : Rapport d'information du Sénat (2026) [39] 94
Figure 65 : Méthodologie de calcul de l'écoscore. Source : ADEME 95
Figure 66 : Impact de l'écoscore sur l'origine géographique des véhicules neufs. Source : SGPE 95
Figure 67 : Évolution de la masse moyenne des VP neuves vendues en France, en kg. Source : ADEME Car Labelling [67]. 112
Figure 68 : Évolution du prix moyen des voitures neuves, en France. Source : IMT 113
Figure 69 : part de marché du segment A dans le marché neuf VP, en Europe, en % 115
Figure 70 : Ventes de voitures neuves du segment A et part de marché, en France. Source : C-Ways. 115
Figure 71 : représentation de l'offre de véhicules. Source et infographie : Vincent Gonin 116
Figure 72 : Des consommateurs prêts à des niveaux de prestations plus bas pour baisser les prix. Source : Observatoire CETELEM de l'automobile 2026. 117
Figure 73 : Comparaison de l'empreinte carbone en cycle de vie, en tCO2, pour différents véhicules 120
Figure 74 : Classement des scénarios selon leur niveau de sobriété, le contenu technologique et la pro-action pour la transition. Image : The Shift Project 169
Figure 75 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario Bifurcation au goût de Donut. 175
Figure 76 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario Green Industry Europe for 2050. 175
Figure 77 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario French AI for sure. 176
Figure 78 : Projection de la distance totale parcourue (en p·km) et des parts modales pour le scénario The Climate Change takes it all. 176
Figure 79 : Distances annuelles moyennes parcourues par segment et par motorisation (en km/an). Source : hypothèses The Shift Project, basées sur des estimations de CWays. 177
Figure 80 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario Bifurcation au goût de Donut. 177
Figure 81 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario Green Industry Europe for 2050. 178
Figure 82 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario French AI for sure 178
Figure 83 : Ventes de VN prospectives (en millions) par motorisation (à gauche) et par segment (à droite), pour le scénario The Climate Change takes it all. 179
Figure 84 : Évolution du nombre de véhicules dans le parc par année, entre 2025 et 2050, répartis par motorisation, pour le scénario Bifurcation au goût de Donut. Modélisation : The Shift Project. 180
Figure 85 : Évolution de la proportion de chaque type de motorisation dans le parc par année, entre 2025 et 2050, pour le scénario Bifurcation au goût de Donut. Modélisation : The Shift Project 180
Figure 86 : Évolution des distances totales parcourues par les véhicules (en km), entre 2025 et 2050, pour le scénario Bifurcation au goût de Donut. Modélisation : The Shift Project. 181

Figure 87 : Évolution de la consommation d'énergie finale par le parc VP (en TWh), entre 2025 et 2050, détaillée par type de carburant (essence, diesel) et d'énergie (carburant liquide, électricité), pour le scénario Bifurcation au coût de Donut. Modélisation : The Shift Project. 181
Figure 88 : Évolution de la consommation volumique de carburants liquides, entre 2025 et 2050, pour le scénario Bifurcation au goût de Donut. Modélisation : The Shift Project. 182
Figure 89 : Évolution des émissions de GES (en MtCO2-eq) détaillées par poste d'émissions, entre 2025 et 2050, pour le scénario Bifurcation au goût de Donut. Modélisation : The Shift Project. 182

Liste des tableaux

Tableau 1 : Production de véhicules légers entre 2019 et 2023 par pays, en unité. Source : CCFA ... 28
Tableau 2 : Nombre de véhicules légers (VP et VUL) produits en France par constructeurs, en milliers. Cour des comptes, d'après DGE et données constructeurs [3]. ... 30
Tableau 3 : capacités et emplois des gigafactories en France - Sources diverses ... 36
Tableau 4 : Parts modales de la mobilité des personnes en France, en passager.kilomètre, en 2023. Source : Analyse The Shift Project [10] ... 42
Tableau 5 : Evolution des marchés VP VN. Source : OICA – Europe élargie = EU27+EFTA+RU ... 52
Tableau 6 : Évolution des marchés VP VN en Europe par pays. Source : ACEA. ... 52
Tableau 7 : Ventes des VUL neufs sur les principaux marchés européens. Source : ACEA [15] ... 58
Tableau 8 : Part des VEB dans le marché des VN des principaux pays européens. Source : reconstitution The Shift Project d'après ACEA ... 65
Tableau 9 : Évaluation de la quantité de métaux contenus dans un VP selon sa motorisation. Sources : AIE, JRC [24], [25] ... 73
Tableau 10 : Demandes mondiales de métaux actuelles, selon le scénario NZE de l'AIE. Source : Global Critical Materials Outlook 2025 (AIE) [26] ... 74
Tableau 11 : Contenu cuivre des VP en fonction de la motorisation. Sources : S&P, International Copper Association, AIE [27], [28], [29] ... 75
Tableau 12 : Exemple de calcul d'empreinte cuivre pour la Renault Zoé et la Tesla Model X. ... 76
Tableau 13 : Bilan GHG de constructeurs, suivant leur rapport Climat ... 84
Tableau 14 : Estimation du budget carbone restant, sur base des émissions 2024 ... 87
Tableau 15 : Extrait des résultats de la modélisation PREF sur les parts modales de la voiture individuelle ... 108
Tableau 16 : Évolution des ventes de VN par modèle du segment A, parmi le top 100 des ventes en France. Source : décompte The Shift Project d'après les données PFA. ... 115
Tableau 17 : Exemple de résultats issus de la modélisation du Shift Project, en fonction des actions menées sur le marché et le parc VP en France, avec l'hypothèse de 100% de VN électrique en 2035. ... 132
Tableau 18 : Hypothèses de taux de remplissage des VP pour chaque scénario, pour la mobilité quotidienne. ... 176
Tableau 19 : Facteurs d'émissions de l'énergie. L'amont correspond à la production d'énergie et le direct à la combustion du carburant. Sources : ADEME (Base Empreinte), Electricity Maps (données 2025) ... 179

The Shift Project est un think tank qui oeuvre en faveur d'une économie libérée de la contrainte carbone. Association loi 1901 reconnue d'intérêt général et guidée par l'exigence de la rigueur scientifique, notre mission est d'éclairer et d'influencer le débat sur la transition énergétique en Europe. Nos membres sont de grandes entreprises qui veulent faire de la transition énergétique leur priorité.
www.theshiftproject.org

Contacts

Adresse projet :
automobile-mobilites@theshiftproject.org

Laurent Perron
Coordinateur du projet Automobile et Mobilités Routières
laurent.perron@theshiftproject.org

Presse :
Pauline Brouillard
Cheffe de projet communication
pauline.brouillard@theshiftproject.org

THE SHIFT PROJECT

Nos Partenaires

ayvens SOCIETE GENERALE GROUP

movom Fonds de dotation Mobilians

roole

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Liberté Égalité Fraternité

ADEME AGENCE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

BNP PARIBAS La banque d'un monde qui change

GROUPE CITADELLE REJOIGNEZ UN GROUPE EN CROISSANCE

fonds de dotation picoty

C WAYS

GAC software

