



THE CARBON
TRANSITION
THINK TANK

LA TRANSITION BAS CARBONE, UNE OPPORTUNITÉ POUR L'INDUSTRIE AUTOMOBILE FRANÇAISE ?

DANS LE CADRE DU
PLAN DE TRANSFORMATION DE L'ÉCONOMIE FRANÇAISE

NOVEMBRE 2021



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

Graphisme et mise en page : Caroline Kraemer-Wales (*Shifter*), Anaïs Carrière (*The Shift Project*)

Crédit photo : Lenny Kuhne, sous licence Unsplash

Avant-propos

L'industrie automobile fait face aujourd'hui, comme souvent dans son histoire, à **des défis importants**. Ceux de ce début de XXI^{ème} 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 et vraisemblablement business model, pour être au rendez-vous incontournable de la **décarbonation complète des transports d'ici 2050 et de la raréfaction des énergies fossiles**.

La France est un pays historique de l'industrie automobile, fort de grands constructeurs et d'équipementiers, d'un tissu très dense de sous-traitants et d'un niveau de service élevé. Il s'agit donc également de **préserver l'excellence française de cette filière** et de continuer à assurer les **besoins de mobilité** de la population.

Un tel scénario aussi contraignant est-il possible pour l'industrie automobile française ?

C'est ce qu'explore ce rapport dans le cadre du Plan de transformation de l'économie française (PTEF) en cours d'élaboration par le *Shift Project*.

La crise sanitaire et économique que nous traversons depuis 2020 n'épargne évidemment pas l'automobile et frappe de plein fouet l'industrie française et européenne. **Mais cette crise ne doit pas nous faire oublier que d'autres menaces se profilent, plus structurelles**. La décarbonation du secteur des transports dans un contexte de tensions sur l'approvisionnement en énergie ou en ressources essentielles, l'altération de la biodiversité et les conséquences déjà visibles du changement climatique sont autant de bouleversements qui affecteront davantage encore le système socio-économique français et international. Les transformations d'ampleur à engager pour y faire face représentent un défi historique qui concerne tous les acteurs, publics comme privés.

L'opportunité se présente d'orienter le secteur automobile (et l'utilisation de l'argent public) vers des trajectoires compatibles avec les enjeux climatiques et moins dépendantes des approvisionnements en énergies fossiles et de matières premières.

En 2020, dans le cadre du Plan de transformation de l'économie française, le *Shift Project* a initié des travaux sur la mobilité longue distance et publié de premières réflexions sur la mobilité quotidienne et leurs conséquences sur l'industrie automobile française. Nous proposons ici une vision basée sur les scénarios d'évolution de la mobilité du parc d'ici 2050 cohérents de ces évolutions des mobilités. Nous adoptons une approche holistique englobant les hypothèses technologiques et énergétiques, les prérequis de leur réalisation, ainsi que les impacts sur les usages et les emplois.

Ce rapport vise à contribuer à éclairer ce que pourrait être le chemin de l'industrie française de la mobilité routière vers une économie décarbonée et résiliente, qui aurait saisi l'opportunité de la transition énergétique pour allier compétitivité et emplois.

Ce rapport s'articule autour de quatre points :

1. **La situation de départ** : nous reviendrons dans un premier temps sur **la place de l'industrie automobile en France** et sur **les caractéristiques principales** du marché et du parc automobile, et de leur dynamique.
2. **Les axes de transformation dans un contexte de transition des mobilités** : nous verrons dans un second temps **les scénarios possibles pour la mobilité routière**, les axes retenus de décarbonation de la mobilité, l'état des scénarios existants et **l'exposition de la vision proposée**.
3. **Les moyens à mettre en œuvre** : la troisième partie sera consacrée **aux propositions de mesures de transformation** pour orienter le chemin vers la vision proposée.
4. **La situation après transition** : nous décrirons dans cette partie les résultats attendus de ces transformations en les quantifiant, sur la base du scénario central et d'une **variante**. Nous aborderons également les **évolutions connexes possibles** des activités de la filière et les conséquences sur l'emploi.

L'équipe Industrie automobile du PTEF,
pour *The Shift Project*

À propos du Plan de transformation de l'économie française

Le Plan de transformation de l'économie française (PTEF) vise à proposer des **solutions pragmatiques pour décarboner l'économie**, secteur par secteur, en favorisant la résilience et l'emploi.

Initié au début du premier confinement, ce plan s'inscrit dans la perspective du fameux « monde d'après » et a vocation à alimenter le débat public qui précède l'élection présidentielle de 2022. Il s'agit de concevoir à grande échelle un programme systémique de mesures opérationnelles (réglementaires, économiques, fiscales, sociales, organisationnelles) destinées à rendre l'économie effectivement compatible avec la limite des 2 °C désormais communément prise pour objectif.

L'élaboration du PTEF repose sur quatre piliers :

- Adopter une approche globale, systémique et cohérente du point de vue des lois de la physique et de la technique, et des flux économiques ;
- S'intéresser aux vraies ressources rares : les ressources physiques et les compétences, l'emploi étant au cœur du dispositif ;
- Faire des propositions pragmatiques, opérables dès à présent, de façon à ouvrir un chemin de décarbonation réaliste et cohérent au sein d'une transformation de long – terme qui impose un rythme de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'environ **5 % par an** en moyenne dès aujourd'hui ;
- Ne pas reposer sur le pari de la croissance économique (ce qui semble particulièrement adapté à la période actuelle).

Le PTEF est organisé selon quatre catégories :

- secteurs « usages » : mobilité quotidienne, mobilité longue distance, logement ;
- secteurs « serviciels » : santé, culture, administration publique ;
- secteurs « amont » : agriculture-alimentation, énergie, fret, industrie lourde et manufacturière, industrie automobile ;
- et enfin chantiers transversaux : emploi, finance, villes et territoires, cohérence énergie, cohérence matière.

Certains secteurs (enseignement supérieur et recherche, défense et sécurité intérieure, forêt-bois) ont fait l'objet de recherches préparatoires mais ne seront finalement pas détaillés, au moins dans un premier temps. Les travaux sur l'administration publique tenteront néanmoins d'aborder la question de la décarbonation du fonctionnement du

volet « public » de ces secteurs. Certains sujets initialement traités dans des chantiers transversaux (résilience et impacts, villes et territoires) ont finalement été en partie intégrés aux travaux sectoriels ou à d'autres projets du *Shift Project* connectés (comme le projet Stratégies de résilience des territoires). D'autres sujets initialement traités dans des secteurs (la cohérence énergétique et matérielle) sont devenus des chantiers transversaux.

Les 500 000 euros collectés en 2020 grâce à près de 4 000 donatrices et donateurs (que nous remercions !), ont permis de réaliser de premières publications en 2020, et de lancer les travaux sectoriels début 2021. Pour aller plus loin, le *Shift Project* sollicite en 2021 la [contribution des entreprises](#), pour financer et nourrir le PTEF. La [consultation « Big Review »](#) lancée en octobre 2020 par les *Shifters* autour du PTEF alimente les travaux.

En 2020, tous les travaux sectoriels et transversaux ont été menés de front (voir la [synthèse](#)). En 2021 et 2022, les travaux de recherche continuent, cette fois par secteur, en consultant et en mobilisant le plus grand nombre d'acteurs possible. C'est le secteur du Logement qui a ouvert le bal des rapports finaux début octobre 2021, suivi par le rapport sur l'Administration publique. Ce rapport sur l'Industrie automobile est le troisième rapport final publié. Les autres seront pour la plupart publiés avant mi-2022, et un livre aux éditions Odile Jacob résumant le PTEF paraîtra début 2022. Les travaux continueront au-delà.

Qu'est ce que le Plan de transformation de l'économie française (PTEF) ?

Le PTEF est un vaste programme opérationnel pour nous emmener vers la [neutralité carbone](#).

Né dans le sillage de la crise sanitaire, le PTEF vise à proposer des solutions pragmatiques pour **transformer l'économie**, en la rendant :

— **carbonnée** + **résiliente** et **créatrice d'emplois**

Comment ?

Lancé par le Shift Project en mars 2020, il traite d'une **quinzaine de secteurs** à travers une approche **globale, systémique, et cohérente** du point de vue des lois de la physique et des flux économiques.

CHANTIERS TRANSVERSAUX

USAGES SERVICES INDUSTRIE

ÉNERGIE AGRICULTURE FORÊT

L'objectif

Ce plan a vocation à **peser dans le débat public** qui va précéder l'élection présidentielle de 2022.

Notre objectif est de convaincre un maximum de **décideurs politiques et économiques de planifier la transition**, avec des propositions concrètes et chiffrées.

Sous forme de rapports sectoriels (publications sur 2021 et 2022)

Et d'un livre résumant le PTEF (publication en janvier 2022)

À propos du think tank *The Shift Project*

Le *Shift Project* est un *think tank* qui œuvre 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, sa mission est d'**éclairer et d'influencer** le débat sur la transition énergétique et climatique en Europe.

Le *Shift Project* constitue des **groupes de travail** autour des enjeux les plus décisifs de la transition, produit des **analyses** robustes et chiffrées sur ces enjeux et élabore des **propositions** rigoureuses et innovantes. Il mène des campagnes d'**influence** pour promouvoir les recommandations de ses groupes de travail auprès des décideurs politiques et économiques. Il organise également des **événements** qui favorisent les discussions entre parties prenantes et bâtit des **partenariats** avec des organisations professionnelles et académiques, en France et à l'étranger.

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. 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 PME et des particuliers. Il est épaulé par un réseau de plusieurs milliers de bénévoles présents sur tout le territoire : *The Shifters*.

Depuis sa création, le *Shift Project* a initié **plus de 40 projets d'étude**, participé à l'émergence de deux manifestations internationales (*Business and Climate Summit*, *World Efficiency*) et organisé plus de 70 colloques, forums, ateliers et conférences. Il a pu influencer significativement plusieurs débats publics et décisions politiques importantes pour la transition énergétique, en France et au sein de l'Union européenne.

L'ambition du *Shift Project* est de mobiliser les entreprises, les pouvoirs publics et les corps intermédiaires sur les risques, mais aussi et surtout sur les opportunités engendrées par la « double contrainte carbone » que représentent ensemble **les tensions sur l'approvisionnement énergétique et le changement climatique**. Sa démarche est marquée par un **prisme d'analyse particulier**, fondé sur la conviction que l'énergie est un facteur de développement de premier ordre : dès lors, les risques induits par le changement climatique, intimement liés à l'usage de l'énergie, relèvent d'une complexité systémique et transdisciplinaire particulière. Les enjeux climat-énergie conditionnent l'avenir de l'humanité ; il est donc nécessaire d'intégrer cette dimension le plus rapidement possible à notre modèle de société.

Remerciements

Ce travail a été conduit depuis 2020 par **Jacques Portalier** (Consultant, expert Climat – Transports) avec l’appui depuis mars 2021 de **Laurent Perron** (ingénieur automobile), en lien avec **Nicolas Raillard** (coordinateur du projet pour *The Shift Project*), et avec les contributions de **Nolwenn Brossier** et de **Paul Boosz** (*The Shift Project*) pour les calculs.

Y ont également contribué **Rémi Bastien**, ancien cadre dirigeant dans l’automobile, expert associé, ainsi que d’autres équipes ou projets du *Shift Project* et notamment **Clémence Vorreux, Vinciane Martin, Yannick Saleman, Maxime Efoui-Hess, Reuben Fisher, Antoine Belloir, Erwan Proto, Emma Stokking, Pauline Brouillard** et **Anaïs Carrière**. Nous remercions également **Ariane Duclert**, membre des *Shifters*, pour sa relecture attentive.

Ce travail s’est appuyé sur les contributions, les conseils et la relecture de nombreux professionnels du secteur :

Patrick LE MENS

Luc MARBACH

Gilles LE CALVEZ

Joseph BERETTA

Marc MECHAI

Louis-Pierre GEFFRAY

Loïc BONIFACIO

François COLET

Nicolas MEILHAN

Paul-Antoine CHAFANGEON

Eric FLAO

Bernard JULLIEN

Marie CHERON

Fabrice VIDAL

Fabrice POURBAIX

Benoit LEMAIGNAN

Aurélien BIGO

Arnaud PIGOUDINES

Jérôme VALENTIN

Alexis TREILHES

Marc-Olivier METAIS

Thomas RUAUDEL

Marc MECHAI

Frédéric FONTAINE

Lucien MATHIEU

Yoann GIMBERT

Emmanuel PUECH

Florent ANONT

Natalia KOTELNIKOVA

Nicolas VALLIN

Bertrand LARGY

John MILLIE

Maxime GERARDIN

Qu’ils et elles soient remerciés pour l’intérêt accordé à ce projet et le temps qu’ils lui ont consacré.

Conseils de lecture

L'industrie automobile et plus globalement la filière automobile regroupent une multitude d'entreprises, d'entités et d'activités dont les missions, les métiers, les pratiques professionnelles et les contextes de travail peuvent être radicalement différents. L'ambition n'est pas de décrire précisément les transformations de l'ensemble de la filière. **Le rapport s'efforce de décrire macroscopiquement les enjeux et les questions qu'une transformation pose.**

Nous espérons qu'un maximum de parties prenantes se reconnaîtront dans les situations décrites et que cela permettra dans le même temps à tous les lecteurs de mieux appréhender le secteur dans toute sa diversité.

Le rapport s'efforce de faire un point aussi précis que possible sur **les démarches de décarbonation** et **d'évolutions profondes déjà engagées** par les acteurs de l'industrie automobile et sur le chemin encore à parcourir d'ici 2050. Il s'agit d'explorer des sujets à la fois complexes et variés, comme la technologie des motorisations et des équipements, des contraintes réglementaires et consuméristes françaises et européennes, voire mondiales, des attentes de mobilité, des imaginaires autour de la voiture, des emplois ou de la localisation des implantations industrielles ou encore du potentiel de développement de nouvelles offres de services ou de produits sur le territoire.

Nous ne pourrions évidemment traiter en profondeur tous ces aspects. En cohérence avec la méthodologie du *Shift Project* qui veut appuyer ses propositions sur une analyse technique poussée des sujets, cette étape nous semblait cependant indispensable pour pouvoir dégager ensuite des principes d'action et des leviers de transformations pertinents. Ce travail se veut une contribution basée sur une analyse des flux physiques. **Il vise à servir de socle pour un dialogue avec les parties prenantes de la filière.**

Résumé aux décideurs

A. Le contexte et les enjeux

Le secteur des transports (émissions liées à l'usage) est le premier émetteur de gaz à effet de serre (GES) de la France, à l'origine d'environ 30 % des émissions sur le territoire national. La voiture particulière est responsable pour moitié de ce bilan, suivie des poids lourds et des véhicules utilitaires qui ont des émissions comparables. Il s'agit donc d'un secteur clef pour atteindre la neutralité carbone en 2050 (ne pas émettre plus de gaz à effet de serre que ce que les écosystèmes peuvent durablement absorber). C'est l'objectif que la France et l'Union européenne se sont fixé.

L'industrie automobile française est confrontée depuis plusieurs années à de nombreux défis : internationalisation, rentabilité, dépollution, réduction des consommations et émissions de CO₂/km et aujourd'hui électrification rapide, et apparition de nouveaux concurrents.

Nous nous intéressons ici à la façon dont le secteur automobile français, de la fabrication des véhicules à leur usage jusqu'à leur fin de vie, peut et doit se transformer pour réussir le triple défi de la réduction des émissions et de la pression sur les ressources naturelles, de la sortie des énergies fossiles et du maintien sur le territoire d'activités de service et de production industrielle pourvoyeurs d'emplois.

B. Les axes de transformations proposés

La décarbonation du secteur automobile telle que proposée par le PTEF s'articule autour de 3 axes :

- **AXE 1 :** Réduire l'empreinte carbone des véhicules hors de leur phase d'usage
- **AXE 2 :** Développer, produire en France et diffuser en grande série des véhicules sobres et bas carbone
- **AXE 3 :** Accompagner et saisir les opportunités liées aux évolutions de l'usage du parc automobile

Les transformations proposées portent à la fois sur les caractéristiques des véhicules, sur leur fabrication, leur usage et plus globalement sur l'usage de la mobilité routière.

Compte tenu du délai de renouvellement du parc automobile - de 15 à 20 ans - et de celui des développements industriels, mais aussi compte tenu de la nécessité de réduire les émissions du secteur de 5 % par an dès maintenant, un ensemble cohérent de mesures destinées à décarboner le secteur doivent être mises en place dans les toutes prochaines années, pour respecter les engagements de la France.

Axe 1 : Réduire l’empreinte carbone des véhicules hors de leur phase d’usage

Une des conditions de la réduction de l’empreinte carbone de fabrication et de fin de vie des véhicules est **la maîtrise de la quantité totale de matières utilisées pour les fabriquer**. Cette quantité dépend de la quantité par véhicule produit et du volume de véhicules produits.

Sur ce premier point, nous proposons dans la vision du PTEF un objectif ambitieux **d’allègement pour les véhicules neufs** (- 300 kg hors batterie ou à motorisation identique en 2035). Pour cela, nous proposons de supprimer de la réglementation européenne, tout ce qui peut limiter l’ambition d’allègement associé à l’atteinte des objectifs CAFE. En particulier, nous demandons la suppression dès 2025 de l’index correctif masse dans le calcul des objectifs CO₂ des constructeurs opérant en Europe afin d’inciter l’ensemble des constructeurs à l’allègement. Dans la même logique, nous proposons de supprimer au même horizon le bonus lié aux ventes de véhicules à faibles émissions dans le calcul de ces objectifs.

Enfin, sur le plan national, **l’affichage obligatoire de l’empreinte carbone de fabrication des véhicules neufs**, et **l’indication du ou des pays de fabrication** pourraient orienter l’offre vers des véhicules moins émissifs sur l’ensemble de leur cycle de vie, et produits avec une énergie bas carbone.

Aller vers **une limitation à 50 kWh de la taille maximale de batterie** pour les voitures particulières (VP) contribuerait à limiter fortement l’empreinte carbone de fabrication des véhicules électriques.

Cette mesure pourrait être un premier pas vers une réglementation basée sur l’analyse du cycle de vie, permettant de prendre en compte l’impact complet des véhicules sur l’environnement.

Axe 2 : Développer, produire en France et diffuser en grande série des véhicules sobres et bas carbone

L’allègement des véhicules contribue à la réduction des émissions de GES de la fabrication des véhicules, et permet également une réduction des émissions à l’usage en diminuant l’énergie nécessaire à l’avancement. Cette baisse de la masse doit s’accompagner de **leviers complémentaires d’efficacité** comme l’aérodynamisme, la maîtrise des équipements consommateurs d’énergie et une motorisation à haut rendement, qu’elle soit hybride avec récupération d’énergie et carburant décarboné ou électrique.

Pour orienter l'offre des constructeurs opérant en Europe vers les véhicules les plus sobres, nous proposons **l'instauration d'une réglementation complémentaire de type CAFE sur l'efficacité énergétique des véhicules neufs**, en kWh/100 km (avec des objectifs spécifiques pour les modes de traction thermique ou électrique). Ce critère, qui pourrait être mis en place à partir de 2025, sera destiné à remplacer le calcul actuel du CAFE en CO₂/km quand l'ensemble des véhicules neufs vendus en Europe sera zéro émission (à l'échappement).

Le renouvellement du parc de véhicules sera d'autant plus rapide que les véhicules sobres et bas carbone que le cadre réglementaire les rendra attractif et accessibles au plus grand nombre. La mise en place d'**un dispositif incitatif** fort nous paraît nécessaire pour la diffusion en masse de ce type de véhicules.

Au niveau national, nous reprenons dans un premier temps la proposition de **mise en place d'un système de bonus sur la masse des véhicules**, en complément du système en place de bonus-malus sur les émissions de CO₂. Cette mesure doit s'accompagner d'une révision du seuil du malus sur la masse, actuellement largement insuffisant pour orienter différemment le marché. Cette mesure, dont le principe existe déjà, peut être mise en place très rapidement.

Le critère de masse sera remplacé par le critère de performance énergétique (kWh/100 km) après 2025 lorsque la réglementation européenne associée sera mise en place.

Nous proposons également de poursuivre et de renforcer **les dispositifs d'aides spécifiques aux ménages les plus contraints**, en revenus et en mobilité.

Compte tenu de leur poids grandissant dans les ventes de véhicules électrifiés, **l'usage des véhicules hybrides rechargeables doit être mieux maîtrisé**. En effet, leur utilisation réelle peut être en très sensible écart avec les données d'homologation et conduire à aucune baisse d'émissions par rapport à un véhicule thermique. Il s'agit donc de mettre en place un dispositif pour mesurer l'utilisation en mode électrique de ces véhicules, de manière d'une part, à donner à l'utilisateur l'information de son usage, et d'autre part, à exploiter ces résultats pour conditionner les avantages -notamment fiscaux- à leur bonne utilisation.

Les constructeurs automobiles français, dotés d'un solide savoir-faire en R&D et industriel sur les petits véhicules et sur les véhicules électriques, pourraient s'emparer de ces orientations pour faire du territoire français la base de leur développement sur le véhicule sobre et bas carbone.

Axe 3 : Accompagner et saisir les opportunités liées à l'évolution de l'usage du parc

Dans la vision portée par le PTEF, la mobilité du parc automobile en 2050 sera sensiblement différente de celle que nous connaissons aujourd'hui. En effet, **l'amélioration des taux de**

remplissage des véhicules (transport de personnes et transport de marchandises) et le **report modal de la voiture vers des modes moins carbonés** (transports en commun, vélo, vélo à assistance électrique, train...) conduisent à un usage du parc roulant et un marché des véhicules neufs en sensible baisse (- 40 % pour les voitures particulières et - 20 % pour les véhicules utilitaires légers).

Cette transformation des mobilités crée l'opportunité de **développer et d'industrialiser des modes de transport alternatifs** à la voiture conventionnelle. Le vélo, et notamment le vélo à assistance électrique, les deux roues électriques présentent un potentiel très important, en chiffres d'affaires sur le territoire et en emplois. Le soutien à la R&D et à l'industrialisation de ceux-ci en France doit permettre l'émergence d'une filière performante pour ce marché prometteur en Europe.

De même, une réflexion est à engager sur les conditions réglementaires d'**émergence des micro-voitures** (au-delà des quadricycles légers de type Citroën AMI ou Renault Twizy). Ce type de véhicules peut présenter un potentiel important permettant de couvrir une part importante des besoins de mobilité quotidienne, à condition de mettre en place un cadre permettant de maîtriser les effets rebonds associés.

À court terme, et dans tous les cas, le **déploiement plus massif de services « décarbonants »** doit être soutenu. Il s'agit notamment de la mise en place accélérée des infrastructures de recharge des véhicules électriques sur tout le territoire, notamment dans l'habitat. Un travail de fond doit être engagé pour établir un cadre permettant de valoriser des résultats des actions des constructeurs automobile qui contribueront aux transformations visées des mobilités routières (par exemple par une prise en compte de ces résultats dans l'atteinte de leurs objectifs CAFE)

Le levier de **l'écoconduite** doit également être actionné et généralisé. C'est un moyen facile et efficace de réduire d'environ 10 % les émissions de GES à l'usage. Son accompagnement peut être incitatif (formations régulières ou information en temps réel au conducteur) ou technique (en limitant les situations de roulage les plus émissives). La généralisation des solutions de connectivité peut en permettre le suivi et le pilotage.

C. L'industrie automobile est devenue en 2050

L'industrie de la mobilité routière

Les véhicules tout en restant confortables et adaptés aux usages, seront beaucoup plus efficaces et sobres, en matériaux et en énergie, qu'aujourd'hui (légers, aérodynamiques, ...). Ils utiliseront une énergie peu carbonée (électricité essentiellement, peut-être un peu de carburant liquide ou gazeux décarbonés dans des volumes restreints, peu différents de ceux actuellement consommés par la route).

En complément des voitures particulières, seront non seulement produits sur le territoire, mais commercialisés et entretenus un volume important de cycles, deux roues électriques et micro-voitures (évolutions du cadre réglementaire des Citroën AMI ou Renault Twizy). Ces nouveaux marchés auront permis à la filière automobile (amont et aval) de compenser la perte d'activité et d'emplois résultant de la baisse des ventes et de l'usage des voitures traditionnelles.

Les mesures de réduction de l'empreinte carbone des batteries et des véhicules auront contribué à une production plus locale et circulaire, ainsi qu'à un dimensionnement modéré des batteries, adapté aux usages de 2050.

- La production française sera d'un volume permettant à minima de couvrir son marché, y compris pour les batteries qui bénéficient de l'électricité bas carbone de la France.
- De nouvelles filières auront été développées, notamment autour de l'économie circulaire (reconditionnement, recyclage des véhicules et des batteries)

Le marché des véhicules particuliers de société aura été totalement réorienté vers des véhicules sobres et bas carbone (qui sera la condition au maintien du régime fiscal actuel), contribuant ainsi au renouvellement d'un tiers du parc par des véhicules sobres mais aussi à la transformation des aspirations des acheteurs de véhicules (par une transformation des véhicules statutaires).

La mise en place au niveau européen d'une réglementation sur l'énergie consommée par kilomètre pour les véhicules neufs, complémentaire de celle sur le CO₂ par kilomètre aura conduit les constructeurs et le marché à concevoir et produire en grande série ces véhicules sobres, contribuant à leur accessibilité économique et à la résilience de la mobilité.

L'atteinte des objectifs CO₂ et kWh/km des constructeurs prendra en compte leur contribution à la réduction de la mobilité du parc via le développement de la multimodalité et du covoiturage, en considérant la voiture aussi comme un transport collectif. Ces mesures contribueront à la maîtrise de l'effet rebond qui pourrait surgir avec des véhicules sobres et donc économes à l'usage.

D. L'emploi en France dans le secteur de la mobilité routière

1. Une évolution des besoins en emplois

L'emploi de l'industrie automobile, de l'amont de la filière aux services en aval, diminuera à la hauteur du recul de la place de la voiture dans notre mobilité, effet accentué par

l'électrification du secteur. On anticipe une baisse de 373 000 ETP à 2050 provenant directement des leviers de décarbonation (hors effet de localisation).

Un soutien clair et articulé à la relocalisation de la construction automobile, tenant compte des échecs du passé, pourrait permettre de renverser la tendance forte de délocalisations depuis les années 2000. Le potentiel de compensation de la perte d'activité industrielle, due à la transformation, est de l'ordre de 32 000 ETP pour un redimensionnement de l'appareil industriel à hauteur du volume de ventes anticipé sur le marché français à 2050 dans le modèle bas carbone.

Un soutien plus fort et organisé au développement d'une filière batterie française permettrait aussi de rapatrier des emplois dans le nouveau modèle automobile, entièrement électrifié. Le potentiel est estimé à 9 000 emplois à 2050, avec cependant des incertitudes technologiques plus marquées sur ce segment (le potentiel en emploi du développement d'une filière électronique de puissance et moteurs électriques n'a pas encore été chiffré)

Le développement des infrastructures et services de recharge pourrait créer de l'ordre de 20 000 emplois supplémentaires, pour 10 millions de bornes installées. De nouveaux services de mobilité pourraient également se développer.

2. Les cycles, un relais potentiel à saisir

Enfin le **développement d'une filière vélo complète**, y compris industrielle, pourrait permettre d'amortir presque entièrement le volume restant de baisse de l'emploi dans la filière automobile, comme examiné dans la fiche « vélo » correspondante. Le potentiel d'accroissement de la demande en emploi est estimé à environ 45 000 ETP dans la filière industrielle vélo, et 185 000 ETP dans l'aval, avec dans les deux cas des proximités techniques permettant d'envisager des reconversions depuis l'automobile.

Table des matières

Avant-propos.....	2
À propos du Plan de transformation de l'économie française.....	4
À propos du think tank <i>The Shift Project</i>	6
Remerciements.....	7
Conseils de lecture.....	8
Résumé aux décideurs.....	9
A. Le contexte et les enjeux.....	9
B. Les axes de transformations proposés.....	9
C. L'industrie automobile est devenue en 2050 l'industrie de la mobilité routière.....	12
D. L'emploi en France dans le secteur de la mobilité routière.....	13
Table des matières.....	15
Table des tableaux.....	19
Table des encadrés.....	19
Table des figures.....	20
Liste des abréviations.....	22
1. LA SITUATION DU SECTEUR AUTOMOBILE AUJOURD'HUI.....	23
I. L'industrie automobile, un actif stratégique et structurant de l'économie... 24	
A. Une histoire longue et riche.....	24
B. Une industrie stratégique et traitée comme telle.....	24
C. Mettre la transition bas carbone au cœur de la politique industrielle de la mobilité.....	25
D. L'automobile, objet utile et symbole.....	25
II. Émissions de GES, énergies consommées et usages des automobiles..... 26	
A. Le transport, 1 ^{er} poste d'émissions de GES en France.....	26
B. Les émissions de GES du transport n'ont pas baissé depuis 1990 et l'usage des VP et des VUL représente 70 % des émissions du secteur (95 MtCO ₂ e/an en 2019).....	27
C. Les activités de fabrication et de gestion de la fin de vie de ces véhicules émettent environ 17 MtCO ₂ e /an.....	28
D. Une croissance des émissions de GES issues des dynamiques contrastées entre VP et VUL.....	28

E. Dynamique de ces évolutions.....	31
F. Transports et pétrole une longue histoire commune.....	32
III. Le parc automobile français.....	33
A. 38 millions de VP et VUL composent aujourd’hui le parc automobile français.....	33
B. 85 % des ménages équipés, 37 % avec deux voitures ou plus.....	35
C. Budget automobile des ménages, un poste de dépenses majeur	36
IV. Le marché automobile français.....	38
A. Un marché mature de 2,5 millions de véhicules neufs et 6 millions de véhicules d’occasion.....	38
B. Des véhicules neufs qui se « SUVisent ».....	39
C. Les canaux de distribution des véhicules neufs évoluent.....	41
V. Évolution de l’objet automobile au cours des dernières décennies.....	45
A. Des véhicules de plus en plus lourds et puissants.....	45
B. Un contenu de plus en plus important dans les véhicules.....	48
C. La dynamique de l’électrification semble enclenchée	49
VI. Empreinte carbone de fabrication des VP et des VUL.....	51
VII. Production en France.....	54
A. Un secteur industriel central et historique	54
B. Le lent déclin de la production de véhicules en France.....	54
C. La France ne produit plus les modèles qu’elle achète	56
D. L’emploi dans le secteur automobile en France suit la même pente ...	58
Conclusion	59
2. EN ROUTE VERS LA RESILIENCE	60
I. Périmètre de l’étude	61
II. Vision résiliente : méthodologie et attendus.....	62
A. Objectifs de cette vision	62
B. Les facteurs et critères structurants de la vision résiliente.....	63
C. Vision résiliente et sa variante.....	66
D. Les axes de transformations du secteur	67
E. Résultats attendus de la vision résiliente	68
III. L’industrie automobile au cœur d’une transformation des mobilités.....	68
A. Scénario de mobilité : les hypothèses et résultats.....	68
B. Le parc et le marché 2050, dans ce contexte de transformation des mobilités	71

C. Les technologies des motorisations foisonnent.....	72
IV. Les transformations sur les trois axes et les mesures pour se mettre en marche	
.....	76
A. AXE 1 : Réduire l’empreinte carbone des véhicules hors de leur phase d’usage.....	76
B. AXE 2 : Développer, produire en France et diffuser en grande série des véhicules sobres et bas carbone.....	86
C. AXE 3 : Accompagner et saisir les opportunités liées à l’évolution de l’usage du parc.....	94

3. DE L’INDUSTRIE AUTOMOBILE A L’INDUSTRIE DE LA MOBILITE ROUTIERE EN 2050 **107**

I. Principaux résultats après transformation sur la vision résiliente.....	109
A. Mobilité du parc.....	109
B. Production de véhicules neufs en France.....	110
C. Empreinte carbone de fabrication des véhicules neufs vendus en France.....	110
D. Évolution des émissions à l’usage en France.....	111
E. Évolution de la consommation d’énergie de fabrication sur le territoire français.....	112
F. Besoin en capacité de batteries en France.....	114
II. Résultats sur la variante.....	115
III. Résultats intermédiaires en 2030.....	117

4. L’EMPLOI EN FRANCE DANS LE SECTEUR AUTOMOBILE..... 119

I. L’approche emploi dans le secteur Industrie Automobile du PTEF.....	120
II. Anticiper l’évolution de la demande de main-d’œuvre.....	121
A. État des lieux et tendances actuelles.....	121
B. Le besoin en emplois dans le secteur Industrie Automobile après transformation.....	123
C. Estimer les trajectoires à 5 ans de création et destruction d’emplois..	126
III. Accélérer et accompagner la transformation de l’offre d’emplois et de compétences.....	128

INFOGRAPHIE DE SYNTHÈSE 130

ANNEXES : AUTRES MESURES DE TRANSFORMATION DU SECTEUR AUTOMOBILE 131

A. Réduire les émissions des véhicules hors de leur phase d'usage.....	132
B. Développer, produire en France et diffuser en grande série des véhicules sobres et bas carbone	134
C. Accompagner et saisir les opportunités liées à l'évolution de l'usage du parc	137
Bibliographie.....	141
Équipe du projet.....	145

Table des tableaux

Tableau 1 : Top 20 des VP neufs les plus vendus en France en 2020	57
Tableau 2 : Top 10 des VUL neufs les plus vendus en France en 2020.....	57
Tableau 3 : Synthèse de la demande de mobilité avant et après transformation, et parts modales, en milliards de p.km et en %.....	70
Tableau 4 : Projection des taux de remplissage des VP avant et après transformation.....	71
Tableau 5 : Mobilité du parc automobile en VP et en VUL, avant et après transformation, en milliards de véhicule.kilomètre, et conséquence sur le marché annuel des véhicules neufs en millions de véhicules par an.....	72
Tableau 6 : Synthèse des impacts des différentes technologies de motorisations.....	73
Tableau 7 : Émissions unitaires de la production de batterie, en kg CO ₂ / kWhc	83
Tableau 8 : Empreinte carbone des différentes étapes de la fabrication d'une batterie, en gCO ₂ e/kWh.....	84
Tableau 9 : Hypothèses 2050 : vecteurs énergétiques & usages du parc automobile.....	91
Tableau 10 : Projection du besoin en points de charge à horizon 2050, par lieu, en milliers.....	97
Tableau 11 : Marché français des véhicules neufs, avant et après transformation	109
Tableau 12 : Production de véhicules neufs en France, avant et après transformation	110
Tableau 13 : Besoin en capacité de batterie en France en 2030 et 2050.....	114
Tableau 14 : Emploi actuel de l'industrie automobile.....	122
Tableau 15 : Évolution du besoin en emploi dans la décarbonation du système automobile	124
Tableau 16 : Emplois de l'industrie automobile en 2027	127

Table des encadrés

Encadré 1 : Le VUL, Véhicule Utilitaire Léger.....	29
Encadré 2 : La mobilité automobile, un enjeu social	38
Encadré 3 : Les flottes, un débouché majeur pour l'automobile.....	41
Encadré 4 : Comment définir un SUV ?.....	47
Encadré 5 : Les carburants liquides ou gazeux décarbonés.....	74
Encadré 6 : Prototype EOLAB, une démonstration que c'est possible.....	90
Encadré 7 : Les 10 principes de l'écoconduite	95
Encadré 8 : Quels besoins en recharge ultra rapide?.....	98
Encadré 9 : Le "rétrofit" pour la voiture particulière, quel potentiel ?.....	103
Encadré 10 : Quel rôle pour le véhicule autonome dans la décarbonation de la mobilité ?	105

Table des figures

Figure 1 : Répartition sectorielle des émissions de GES en France en 2019.....	26
Figure 2 : Évolution des émissions de GES des transports dans l'UE27 et en France de 1990 à 2018.....	27
Figure 3 : Répartition des émissions de GES des transports en France en 2019.....	28
Figure 4 : Évolution des émissions des transports routiers en France par mode.....	29
Figure 5 : Évolution et composition du mix énergétique des transports en France.....	32
Figure 6 : Évolution du parc de VP et % de diesel.....	33
Figure 7 : Évolution du parc de VUL.....	34
Figure 8 : Évolution et âge moyen du parc roulant VP en fonction de la vignette Crit'air (en millions de véhicules).....	35
Figure 9 : Taux d'équipement automobile des ménages en 2018.....	36
Figure 10 : Budget automobile des ménages en 2017.....	37
Figure 11 : Ventes de véhicules neufs VP et VUL en France, en millions d'unités.....	39
Figure 12 : Rapport entre les ventes de véhicule d'occasion et les véhicules neufs, VP.....	39
Figure 13 : Gamme et carrosserie des véhicules neufs en France.....	40
Figure 14 : Part des immatriculations annuelles de VP des personnes morales et physiques.....	41
Figure 15 : Évolution des caractéristiques du véhicule neuf moyen vendu en France. Base 100 : 1988.....	45
Figure 16 : Évolution de la masse moyenne des véhicules neufs vendus en France.....	46
Figure 17 : Évolution du prix catalogue en € TTC du véhicule moyen vendu en France.....	49
Figure 18 : Motorisation des voitures neuves en 2019 et 2020 en France.....	50
Figure 19 : Volumes de ventes de véhicules électrifiés neufs en 2020 en France.....	50
Figure 20 : Evolution du Parc roulant VE et VHR depuis janvier 2010 et jusqu'à fin septembre 2021 en France.....	51
Figure 21 : Empreinte carbone par véhicule vendu (sur 10 ans, 150 000 km parcourus).....	52
Figure 22 : Estimation de l'empreinte carbone du parc automobile en 2019, en Mt CO2e par an.....	53
Figure 23 : Évolution de la production automobile en France, VP et VUL, en millions de véhicules.....	55
Figure 24 : Évolution de la production automobile en France, VP et VUL, en milliards d'€.....	56
Figure 25 : Évolution de l'emploi salarié direct dans l'industrie automobile (hors intérimaires).....	58
Figure 26 : Parts modales de la mobilité quotidienne avant et après transformation, en % des p.km.....	69
Figure 27 : Parts modales de la mobilité longue distance avant et après transformation, en % des p.km.....	70

Figure 28 : Nombre de jours pendant lesquels les consommateurs dépassent l'autonomie maximale de leur véhicule électrique selon l'autonomie de la batterie et devront recharger leur véhicule sur leur trajet.....	82
Figure 29 : Empreinte carbone de fabrication d'une batterie de 50 kWh, en t CO2e.....	83
Figure 30 : Gigafactories en Europe, mis à jour en avril 2021.....	85
Figure 31 : Répartition des puissances de recharge selon le lieu de la charge, en %.....	98
Figure 32 : Évolution de la mobilité du parc pour le transport de personnes, avant et après transformation.....	109
Figure 33 : Évolution de l'empreinte carbone annuelle des véhicules neufs vendus en France entre 2019 et 2050, par effet, en MtCO2e.....	111
Figure 34 : Évolution des émissions annuelles à l'usage du parc roulant VP et VUL entre 2019 et 2050, en millions de tCO2e.....	112
Figure 35 : Évolution par effet de la consommation territoriale annuelle d'énergie de l'industrie automobile.....	113
Figure 36 : Évolution par levier des émissions annuelles territoriales de l'industrie automobile.....	114
Figure 37 : Parts modales dans la mobilité quotidienne, avec une part forte des micro-voitures.....	115
Figure 38 : Évolution par levier des émissions totales d'ici 2030, en tCO2e.....	118
Figure 39 : Évolution du besoin en emploi dans la décarbonation du système automobile.....	124
Figure 40 : Évolution du nombre total d'emplois par effet dans l'industrie automobile en France entre 2019 et 2050.....	125
Figure 41 : Évolution du nombre total d'emplois par effet en prenant en compte le développement d'une filière vélo en France entre 2019 et 2050.....	126

Liste des abréviations

ACV	Analyse en cycle de vie
BC	Bas carbone
BEV / VE	<i>Battery Electric Vehicle</i> – Véhicule Électrique à Batterie
CAFE	<i>Corporate Average Fuel Economy</i>
CCC	Convention Citoyenne pour le Climat
CCFA	Comité des Constructeurs Français d'Automobiles
CCEA	Comité des Constructeurs Européens d'Automobiles
CIR	Crédit Impôt Recherche
CITEPA	Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
CO ₂ e	CO ₂ équivalent
EDP	Engin de Déplacement Personnel
e-EDP	EDP électrique
GES	Gaz à Effet de Serre
GNC	Gaz naturel comprimé
GNL	Gaz naturel liquéfié
GNV	Gaz naturel véhicule
GPL	Gaz de pétrole liquéfié
(G)Veh.km	Véhicule.kilomètre (milliards de)
HCC	Haut Conseil pour le Climat
HEV / VH	<i>Hybrid Electric Vehicle</i> – Véhicule hybride (non rechargeable)
ICEV / VTH	<i>Internal Combustion Engine Vehicle</i> – Véhicule à moteur Thermique
kWh	kilo Watt-heure
LOM	Loi d'orientation des mobilités
NEDC	<i>New European Driving Cycle</i> – Cycle d'homologation des véhicules
p.km	Passager.kilomètre
PAC	Pile à combustible
PCI	Pouvoir calorifique inférieur
PFA	Plateforme Française Automobile
PHEV / VHR	<i>Plug-In Hybrid Electric Vehicle</i> – Véhicule hybride rechargeable
PPE	Programmation pluriannuelle de l'énergie
QL	Quadricycle Léger
R&D	Recherche et Développement
SCx	Traduit la résistance aérodynamique au roulement – Produit de la surface Frontale S d'un véhicule par son coefficient de Trainée Cx
SNBC	Stratégie nationale bas carbone
Tep	Tonne équivalent Pétrole
TER	Transports Express Régionaux
TICPE	Taxe Intérieure de Consommation sur les Produits Énergétiques
T&E	ONG Transport & Environnement
TTW	<i>Tank to wheel</i> / Du réservoir à la roue (usage)
VAE	Vélo à assistance électrique
VP	Véhicule Particulier
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
WTW	<i>Well to wheel</i> – Du puits à la roue
WtT	<i>Well to Tank</i> – du puits au réservoir
2REL	2-roues électrique Léger

01

**LA SITUATION
DU SECTEUR
AUTOMOBILE
AUJOURD'HUI**

I. L'industrie automobile, un actif stratégique et structurant de l'économie

A. Une histoire longue et riche

C'est bien en France que l'aventure automobile est née, entre 1860 et 1890, entre dépôts de brevet préparant le moteur à explosion et prototype de voiture à moteur à essence. En 1895, le « parc » français est d'environ 350 automobiles loin devant l'Allemagne (75) et les Etats-Unis (80).

Notons qu'à cette époque, deux motorisations coexistent déjà : le moteur à combustion interne et le moteur électrique. Une voiture électrique - *La Jamais Contente* - est la première à franchir la barre des 100 km/h, en 1897 avant d'être supplantée par la voiture à moteur à explosion.

C'est aussi en France que les premières courses automobiles, telle Paris-Rouen en 1894, voient le jour.

Et c'est bien dans ces premières années de l'aventure automobile que prennent racine les constructeurs français : Peugeot, Panhard et Levassor, Renault, déjà accompagnés de Michelin, puis Citroën.

L'industrie automobile tient une place particulière dans notre économie, et a depuis longtemps structuré nos sociétés et nos modes de vie, avec deux impulsions majeures : le développement des routes en ville et en campagne et les innovations intervenues dans l'organisation de la production. L'automobile est aussi contributrice de l'image de la France à l'extérieur avec l'innovation et le design comme principaux éléments de différenciation.

B. Une industrie stratégique et traitée comme telle

Le poids de ce secteur justifie à lui seul qu'il fasse l'objet d'une réflexion approfondie sur les orientations industrielles que la Nation entend donner.

L'État a toujours soutenu cette filière, en particulier dans les périodes de crise qu'elle a traversées, comme récemment en 2008 puis en 2020. La mise en place du CRI, du CICE ou les prises de participation au capital des constructeurs nationaux prouvent cet engagement. Le soutien aux activités de recherche et d'innovation dans le secteur reste fort.

Ce soutien s'explique également par le fait que c'est une industrie du temps long et d'investissements lourds qui a besoin de planification stratégique et de visibilité quant à l'évolution de son environnement.

La complexité de la filière avec ses activités amont, aval et connexes et la diversité de ses acteurs renforcent ce besoin.

C. Mettre la transition bas carbone au cœur de la politique industrielle de la mobilité

Outre les évolutions technologiques des motorisations liées aux contraintes réglementaires encadrant le secteur depuis plusieurs décennies – et qui ne peuvent que se renforcer et s'accélérer, de nouvelles ruptures sont en passe de bouleverser le secteur automobile au travers de notre rapport à la mobilité :

- L'émergence du numérique et de la connectivité qui conduit à de nouvelles propositions d'offres de mobilité, de services connectés et de véhicules automatisés.
- L'arrivée de la génération Z en tant que nouveaux usagers de la mobilité, pour ne pas dire consommateurs de mobilité, avec des attentes et des exigences certainement très différentes de celles des générations précédentes, et un rapport à la voiture davantage porté sur l'usage que sur la possession.

Ces mutations, ainsi que la transition bas carbone et la prise en compte incontournable des contraintes de ressources pourraient aussi constituer **une opportunité majeure pour la filière automobile française**. Elles peuvent être l'occasion d'une **orientation déterminante et cohérente des politiques publiques et industrielles vers une mobilité décarbonée**, moins dépendante des importations, plus résiliente tout en inversant la courbe des emplois sur le territoire.

D. L'automobile, objet utile et symbole

Au-delà de son poids dans l'économie française, l'automobile est un enjeu majeur du quotidien pour de nombreux Français, notamment dans les zones rurales et périurbaines. **Environ 70 % des Français se rendent ainsi en voiture au travail tous les jours. Beaucoup en sont dépendants pour leur mobilité quotidienne.**

Au-delà de cette fonction première de l'automobile qui est de répondre à un besoin de mobilité, elle a sans doute dès sa naissance été investie par d'autres valeurs que celle de moyen de transport. Elle est devenue objet de standing et d'affirmation du statut social, un symbole de liberté individuelle, prolongation de son chez-soi, porteur de rêve, d'émotions et d'imaginaires individuels et collectifs, devenu accessible à tous.

Cette prééminence des valeurs de nos sociétés dans l'objet possédé a façonné l'ensemble de nos vies et de nos villes, encore très largement structurées autour de l'automobile individuelle.

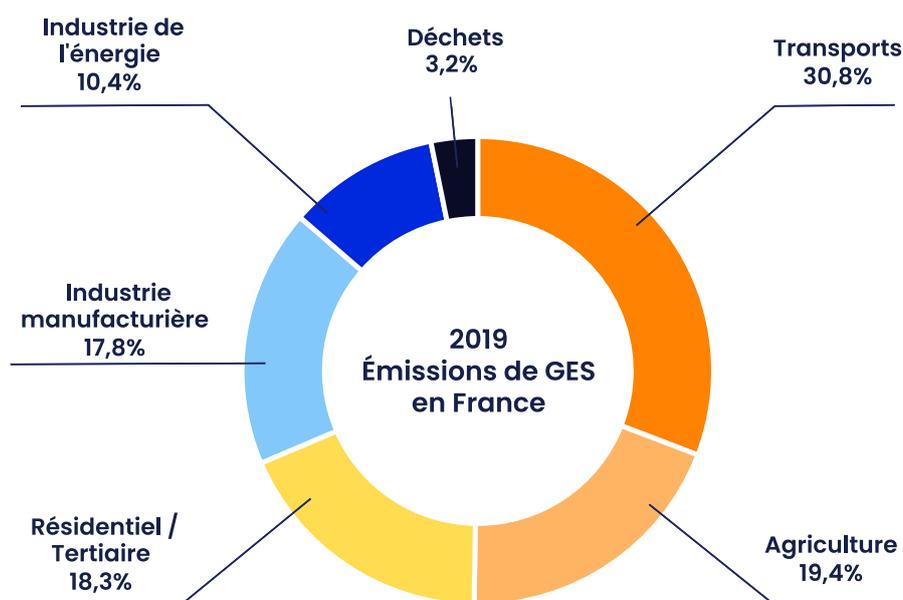
De nombreux facteurs remettent désormais en cause le système voiture : la culpabilisation des automobilistes, la prise en compte de la double contrainte climatique et énergétique, le coût collectif de cette mobilité, l'amélioration des systèmes de transports alternatifs en zone urbaine, un nouveau rapport à la possession.

C'est bien l'ensemble de ces facteurs qu'il faut prendre en compte pour construire un nouvel imaginaire de la mobilité automobile dans une économie décarbonée.

II. Émissions de GES, énergies consommées et usages des automobiles

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

En 2019, **le transport** est le secteur **le plus émetteur de GES en France avec 136 Mt CO₂e, soit 31%** de l'inventaire national. En 1990, le transport, alors deuxième secteur émetteur, représentait 22 % du total national [1].



Source : CITEPA, rapport Secten 2020

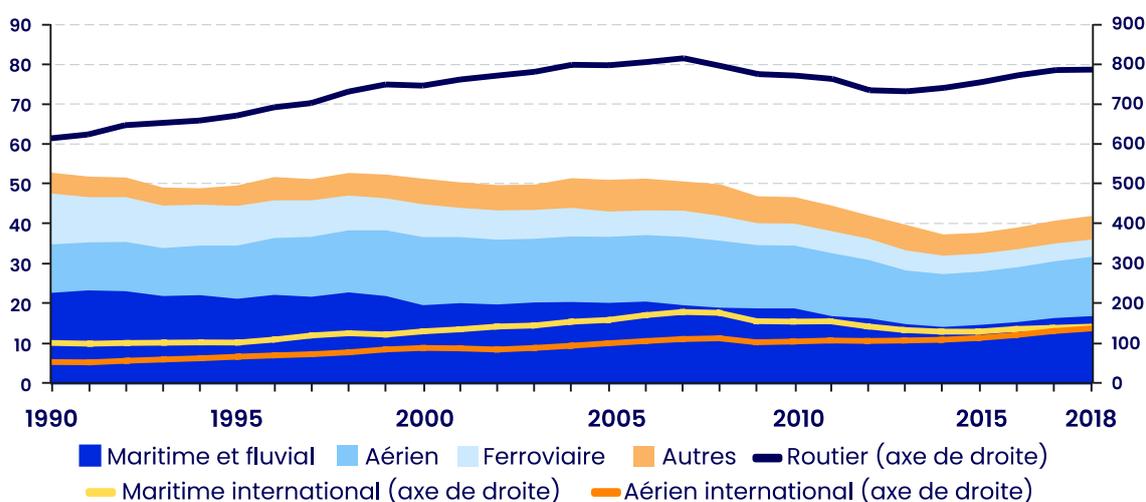
Figure 1 : Répartition sectorielle des émissions de GES en France en 2019

B. Les émissions de GES du transport n'ont pas baissé depuis 1990 et l'usage des VP et des VUL représente 70 % des émissions du secteur (95 MtCO₂e/an en 2019)

Les graphiques suivants montrent l'évolution des émissions de GES, en Europe (27) et en France, du secteur des transports depuis 1990. Le constat est que ce secteur n'a pas vu ses émissions baisser sur la période 1990-2020. Elles ont même **augmenté de 12 % en France** [2].¹

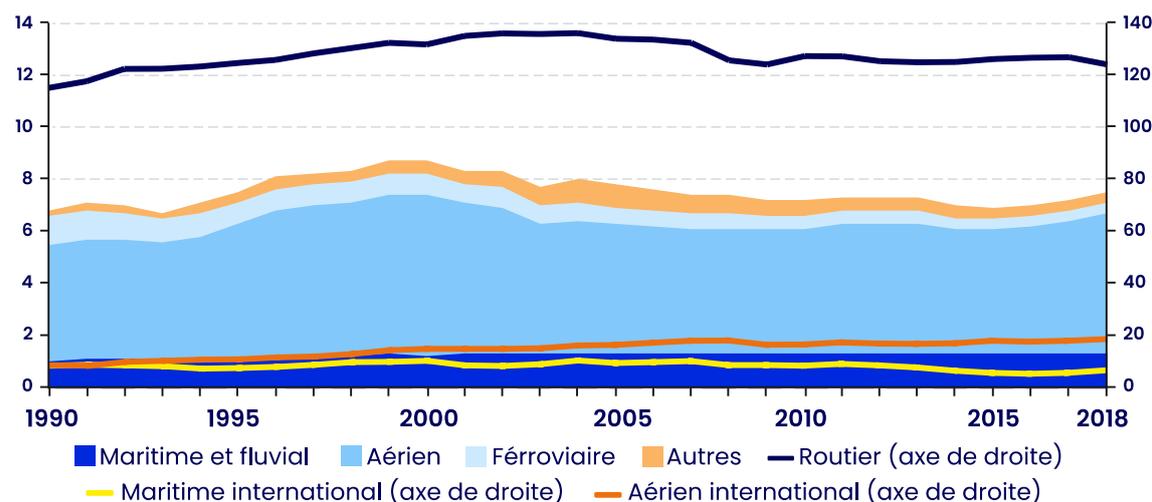
Emissions de GES des transports dans l'UE à 27

En Mt CO₂ éq



Emissions de GES des transports en France

En Mt CO₂ éq

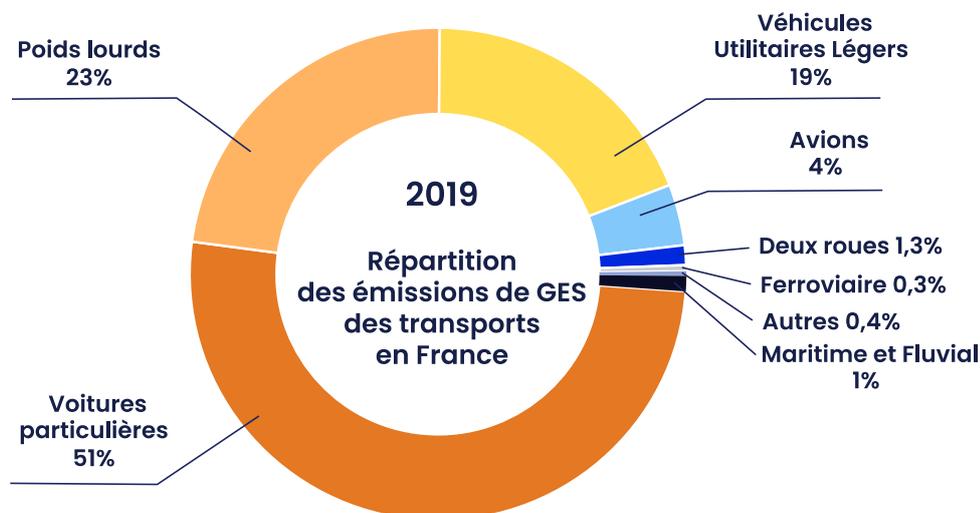


Source : AEE, 2020

Figure 2 : Évolution des émissions de GES des transports dans l'UE27 et en France de 1990 à 2018

¹MTES – DATALAB – Les chiffres clés du Climat

Les émissions du secteur des transports en France se répartissent selon le mode utilisé de la façon suivante :



Champ : France métropolitaine et DROM (périmètre Kyoto). Source : CITEPA, Rapport Secten 2020

Figure 3 : Répartition des émissions de GES des transports en France en 2019

La voiture particulière (VP) représente 51 % des émissions du secteur, soit environ **16 % du total des émissions nationales**. Le véhicule utilitaire léger (VUL) représente 19 % du secteur. À eux deux, les usages des VP et VUL sont responsables de 70 % des émissions du secteur, soit 22 % des émissions nationales (**95,4 millions de tonnes** (Mt) de CO₂e/an).

C. Les activités de fabrication et de gestion de la fin de vie de ces véhicules émettent environ 17 MtCO₂e /an

Les émissions de gaz à effet de serre associées à la fabrication d'une voiture particulière sont typiquement de 6tCO₂e/véhicule pour un véhicule à moteur thermique de 1300 kg.

Ces émissions, évaluées sur l'ensemble de la chaîne de valeur (depuis la fabrication des matières premières jusqu'à la livraison du véhicule en concession) ne sont que pour partie en France, puisqu'une partie de la chaîne de valeur automobile est internationale.

Ainsi ces émissions se retrouvent comptabilisées dans leur ensemble dans ce qu'on appelle **l'empreinte carbone de la France**.

D. Une croissance des émissions de GES issues des dynamiques contrastées entre VP et VUL

Comme on l'a vu ci-dessus, ces émissions n'ont pas diminué depuis 1990, et sont même à la hausse sur la période. Par mode, ce sont les VUL qui connaissent la plus forte progression

des émissions avec + 35 % entre 1990 et 2019. Les raisons de cette dynamique sont probablement multiples et assez peu documentées dans les études disponibles (contraintes règlementaires moins sévères que pour les VP, fiscalité, augmentation du parc avec report des poids lourds vers des véhicules plus petits...).

La hausse des émissions des VP est plus contenue notamment sous l'effet de gains de consommation importants (y compris du fait de la diésélisation du parc) et de l'incorporation de biocarburants.

Émissions de GES en Mt CO₂ eq.

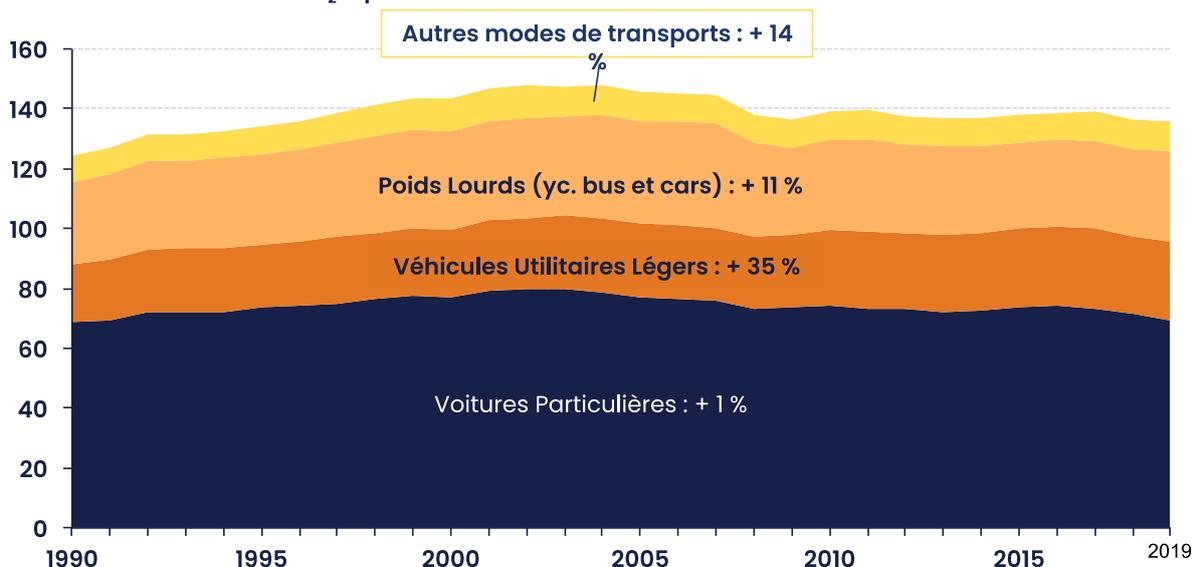


Figure 4 : Évolution des émissions des transports routiers en France par mode

Note : estimation préliminaire des émissions pour l'année 2019 ; conformément aux conventions internationales (CCNUCC), les émissions des transports internationaux sont exclues du total de l'inventaire national et rapportées hors total ; les émissions nationales des transports aériens, maritimes et fluviaux répertoriées sont celles se produisant entre deux ports ou aéroports du territoire national. Autres modes : 2 roues, transport ferroviaire, transports intérieurs aériens, maritimes et fluviaux.

Champ : France métropolitaine et Outre-mer de l'UE. – Source : CITEPA, inventaire format Secten 2020 – Traitement : SDES, 2021

Encadré 1 : 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 12m
- 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.

Les véhicules utilitaires légers comprennent plusieurs types de véhicules : camionnette, fourgonnette (ex : Renault Kangoo, Peugeot Partner), fourgon (ex : Renault Trafic, Citroën Jumper), ou encore pick-up (ex : Nissan NP300, Ford Ranger).

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.²

Les VUL sont presque exclusivement équipés de motorisations Diesel, à plus de 95 %.

Avec un parc 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 marché français est d'environ 480 000 véhicules neufs par an (en 2019)³, et le marché européen de 2,1 millions.

Le nombre de VUL a augmenté de 46 % depuis 1990. À l'origine de 26 Mt CO₂e 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 %).

² Statistiques DD – SDES, RSevero au 1er janvier 2020

³ CCFA 2019 – Immatriculations véhicules utilitaires <3,5T en Europe par pays

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

Selon une étude de 2014 du CGDD⁴, 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.

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).

E. Dynamique de ces évolutions

En 2019, le transport de voyageurs (hors aérien international) représente environ **988 milliards de voyageurs.km** :

- 80,8 % sont effectués en voitures individuelles et deux roues
- 19 % en transport en commun, dont 59 % en train, métro ou RER
- 2 % en **avion** (transport intérieur uniquement) avec une croissance de **+ 39 % depuis 1990**

Le **nombre de kilomètres parcourus par les voyageurs a augmenté de 28 % depuis 1990** sous l'effet de la croissance démographique et d'un accroissement de 12 % de la distance moyenne annuelle effectuée par personne (tous modes confondus).⁵

Les émissions des véhicules **attribuées directement aux ménages** (majorité des émissions des voitures particulières, de celles des deux roues et d'une fraction de celles des VUL) représentent près de **69 Mt CO₂e**, soit 8 % de plus qu'en 1990. L'évolution peut être décomposée en plusieurs facteurs :

- La démographie qui accroît la demande en transport
- La distance moyenne par personne
- La consommation d'énergie des véhicules
- Le contenu en CO₂ des carburants

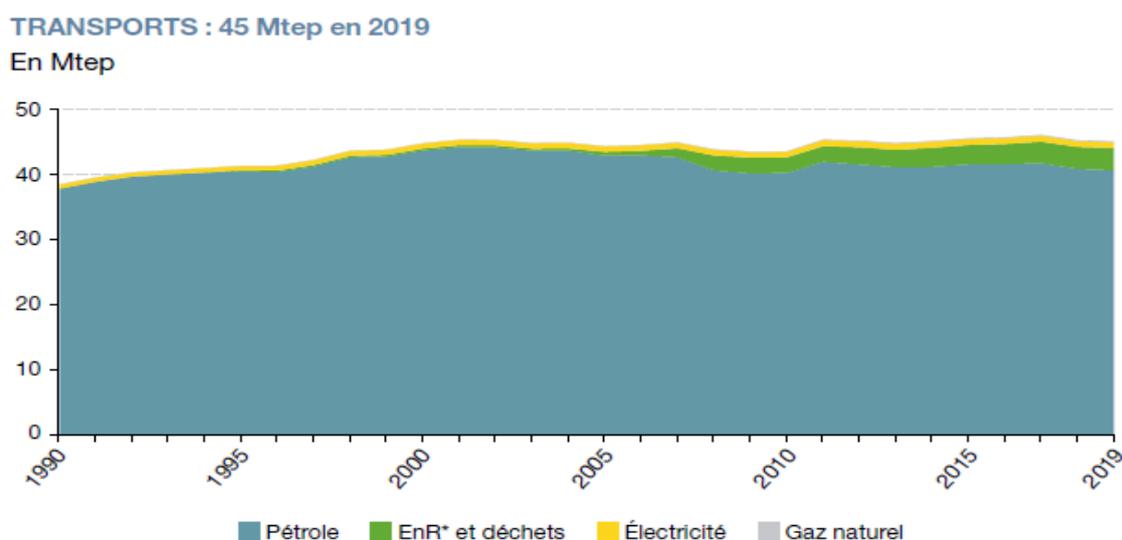
⁴ CGDD [3]

⁵ MTES – Données et études statistiques – Le transport des voyageurs 2019

L'augmentation des distances moyennes parcourues par personne a en partie compensé l'amélioration de la performance environnementale des carburants et des véhicules.

F. Transports et pétrole une longue histoire commune

Le secteur des transports est encore quasi exclusivement alimenté au pétrole. **Plus de 90 % de l'énergie finale utilisée dans les transports est issue du pétrole**, en tenant compte de 7 à 8 % d'agrocarburants incorporés dans l'essence et le gazole actuels.⁶



* EnR : énergies renouvelables.

Champ : jusqu'à l'année 2010 incluse, le périmètre géographique est la France métropolitaine. À partir de 2011, il inclut en outre les cinq DOM.

Source : SDES, Bilan énergétique de la France

Figure 5 : Évolution et composition du mix énergétique des transports en France

La consommation finale énergétique pour les usages de transport s'élève à 45 Mtep en 2019. La croissance soutenue des années 1990 s'est significativement ralentie depuis le début du millénaire. **Avec 90 % du total**, les produits pétroliers (gasoil, essence, carburéacteurs) poursuivent leur domination sur le mix énergétique des transports. Celui-ci est complété, en 2019, à hauteur de 8 % de biocarburants et 2 % d'électricité. Bien qu'en progression, le gaz naturel occupe une place marginale dans le total (0,3 %).

Ces chiffres confirment notre quasi-totale dépendance au pétrole pour notre mobilité et montrent que l'électrification de la mobilité est encore loin d'être une rupture massive, même si elle est amorcée.

Au-delà de la nécessité de limiter le réchauffement global, la sortie de la dépendance au pétrole est rendue nécessaire par le risque de diminution rapide des approvisionnements pétroliers, comme l'a montré *The Shift Project* dans son récent rapport « Pétrole : quels

⁶ MTES – Données et études statistiques – Les chiffres clés de l'énergie

risques pour les approvisionnements de l'Europe ? »⁷. La récente flambée des prix du gaz à l'entrée de l'hiver nous alerte aussi quant à notre dépendance aux énergies fossiles et aux risques qu'elle fait peser sur nous.

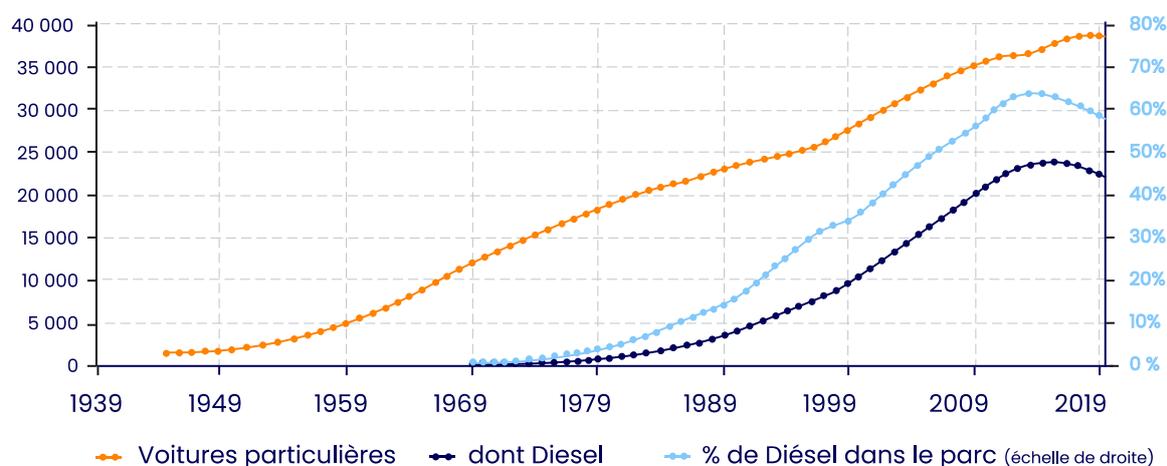
III. Le parc automobile français

A. 38 millions de VP et VUL composent aujourd'hui le parc automobile français

Le parc français est constitué en 2019 de **32 millions de VP et 6,2 millions de VUL**, soit 38,2 millions de voitures VP et VUL⁸. À titre d'information, le parc français de véhicules industriels et de poids lourds est lui d'environ 590 000 véhicules.

Le parc de VP est à près de 60 % équipé de moteurs Diesel, part en baisse depuis 2015 mais qui reste majoritaire. Le parc VUL quant à lui est diésélisé à 96 %.

Le rythme de croissance du parc était de 2 % environ par an de la fin de la guerre jusqu'en 2011. Depuis, il augmente en moyenne de 0,9 % par an.⁹



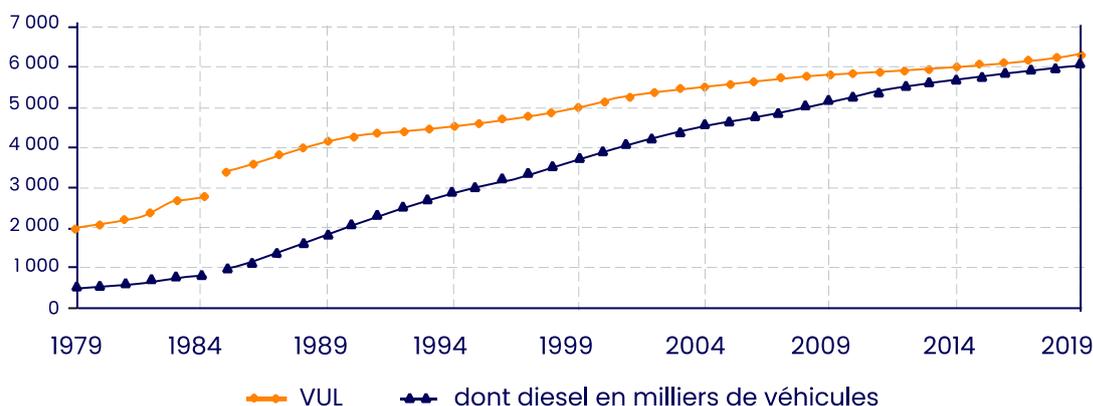
Source : CCFA – SDES – Illustration : URF

Figure 6 : Évolution du parc de VP et % de diesel

⁷ *The Shift Project* – Pétrole : quels risques pour les approvisionnements de l'Europe ?

⁸ MTES – Etudes et statistiques – 38,2 millions de voitures en circulation

⁹ URF Union routière française – Faits et chiffres 2020



Source : CCFA - Illustration : URF

Figure 7: Évolution du parc de VUL

Ce parc représentait 589 véhicules particuliers pour 1000 habitants fin 2019, taux sensiblement supérieur à la moyenne européenne (524 fin 2018), et équivalent à celui de nos voisins allemands, espagnols et britanniques.

L'âge moyen du parc français est, selon les sources, **de 10,2 à 10,6 ans¹⁰ en 2020** pour les VP et de 9,9 pour les VUL.

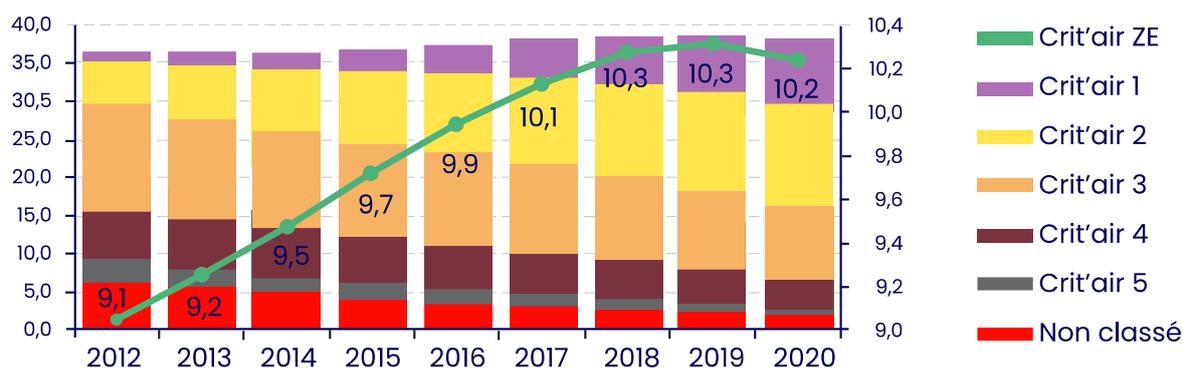
L'âge moyen du parc VP a particulièrement crû après la crise de 2008. Cet âge moyen était de 9 ans en 2011. Cette hausse de l'âge moyen reflète différentes tendances : d'un côté, l'amélioration de la fiabilité et de la durée de vie des véhicules mais également la difficulté pour nombre de français de renouveler leur voiture.

Il est à noter que les statistiques officielles ne retiennent dans le comptage du parc que les véhicules de moins de 15 ans. Or, 52 millions de véhicules sont en fait immatriculés en France pour un âge moyen de 14 ans (données AAA). Il est possible qu'un certain nombre de véhicules de plus de 15 ans soient en réalité roulants et que ce nombre augmente. Le parc roulant est estimé supérieur à 40 millions de véhicules par certains experts.

Il résulte de ces données qu'il faut avec la dynamique actuelle **environ 15 à 20 ans pour renouveler entièrement le parc français**. Ce délai explique pour partie la date de 2035 proposée par la Commission européenne pour interdire la vente de véhicules thermiques afin d'avoir un parc quasi exclusivement électrifié en 2050.

Cette tendance à la hausse de l'âge moyen peut-elle être contrée par la mise en place de la vignette Crit'Air ou des zones à faibles émissions ? C'est une possibilité, même si la tendance au rajeunissement observée sur la figure 9 mérite d'être confirmée, une petite moitié du parc roulant officiel étant encore vignette 3 et plus.

¹⁰ âge moyen de véhicules roulants en France



Source : SDES - Illustration : URF - Faits et Chiffres 2020

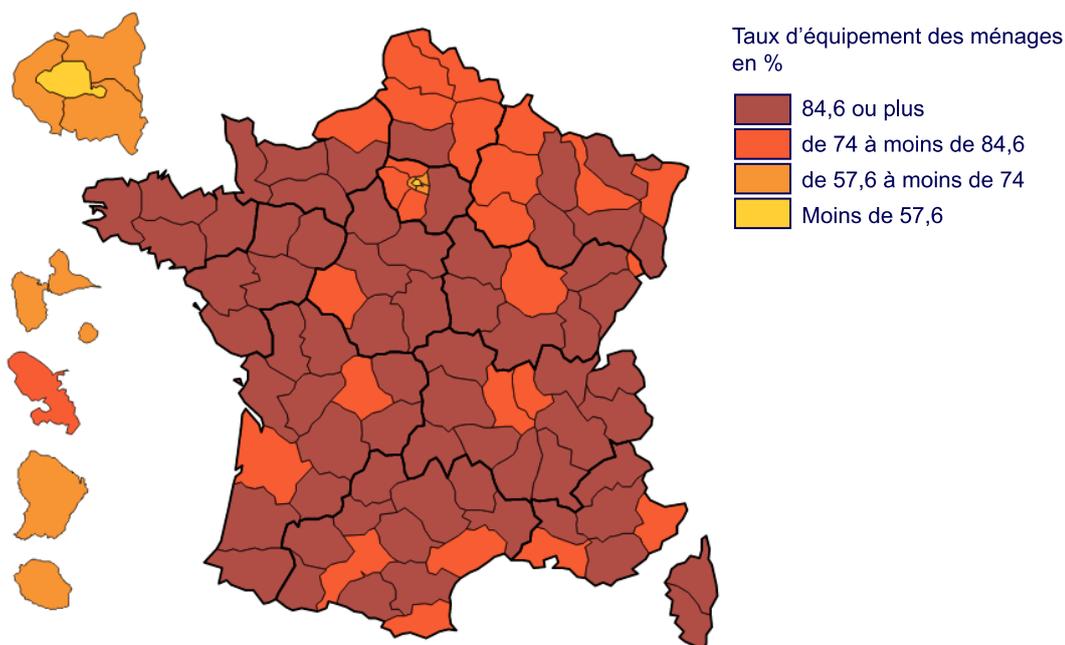
Figure 8 : Évolution et âge moyen du parc roulant VP en fonction de la vignette Crit'air (en millions de véhicules)

B. 85 % des ménages équipés, 37 % avec deux voitures ou plus

Plus de **85 ménages sur 100 possèdent au moins 1 voiture en France**, avec en moyenne 1,5 voiture par ménage.¹¹ 15 % des ménages français ne possèdent pas de voiture et 48 % des ménages français ont une seule voiture. 37 % d'entre eux en possèdent 2 ou plus.

Les disparités de **taux d'équipement** sont fortes **en fonction de la géographie**, le taux **augmentant** quand **la densité urbaine et les alternatives à la voiture diminuent**. Ainsi, Paris par exemple compte environ 300 000 véhicules, soit 7 % du parc de la région pour 18 % de la population. Cependant, dès la deuxième couronne, le taux d'équipement est équivalent à la moyenne nationale.

¹¹ INSEE - Taux d'équipement automobile des ménages



Source : INSEE

Figure 9 : Taux d'équipement automobile des ménages en 2018

C. Budget automobile des ménages, un poste de dépenses majeur

L'automobile et son usage, et plus globalement les transports représentent le deuxième poste de dépenses dans le budget des ménages, après le logement.

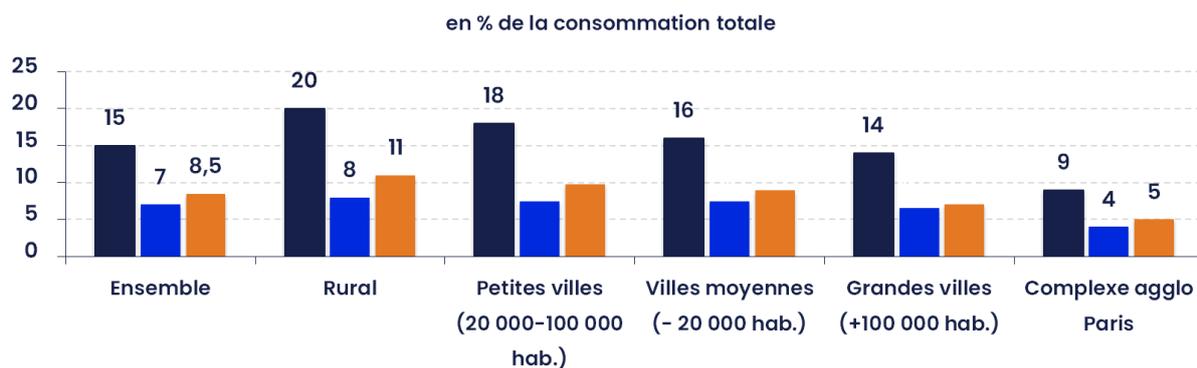
La part du budget qu'ils y consacrent décroît avec la taille de l'unité urbaine, de 21 % en milieu rural à 16 % dans l'agglomération parisienne¹² ¹³. Cette part est également plus importante pour les revenus les plus faibles.

Le type de dépenses de transports diffère selon le lieu de vie des ménages. L'achat de véhicules et les frais d'utilisation afférents (entretien, carburant, etc.) constituent l'essentiel du budget transport pour les ménages provinciaux (90 % du budget transport en milieu rural, 80 % dans les grandes agglomérations hors Paris) tandis qu'ils n'en représentent que la moitié pour les ménages franciliens.

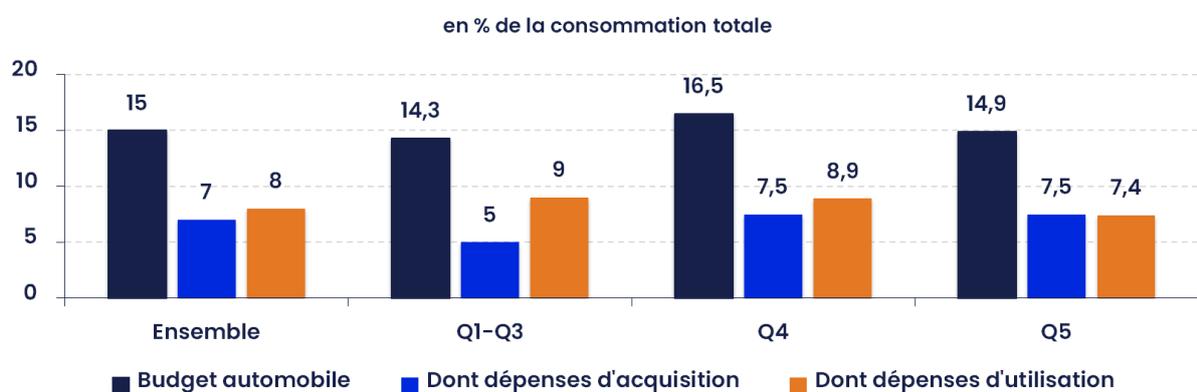
¹² INSEE – Les dépenses des ménages en 2017

¹³ CCFA – Analyse et statistiques 2020

Selon la catégorie de commune de résidence



Selon les quintiles de revenu



Source et illustration : CCFA

Figure 10 : Budget automobile des ménages en 2017 (par quintile, Q5 étant les 20 % des ménages ayant les plus haut revenus)

Encadré 2 : La mobilité automobile, un enjeu social

Comme l'ont montré de nombreuses études, des inégalités importantes existent devant la mobilité et les déplacements quotidiens. D'après [Tous mobiles](#) - Laboratoire de la Mobilité Inclusive, ces déplacements sont une expérience difficile pour plus de 4 Français sur 10¹⁴. En cause, des raisons sociales, économiques, territoriales ou liées aux capacités des personnes.

Ils sont source de complexité au quotidien, voire de renoncement, avec un impact très net sur le lien social et sur le développement économique. Ainsi, 2 employeurs sur 5 pourvoient difficilement des postes pour des raisons de mobilité.¹⁵

Par ailleurs, la part du budget que les ménages consacrent à la mobilité décroît avec la taille de l'unité urbaine¹⁶. En 2017, les ménages résidant en milieu rural ont dépensé en moyenne 7 000 euros pour le transport (dont 90 % pour la voiture), contre 6 200 euros pour ceux de l'agglomération parisienne.

La mobilité, en particulier automobile, est donc un enjeu social majeur. Les mesures de décarbonation du secteur automobile devront être justes socialement et faire l'objet de dispositifs d'accompagnement réduisant les inégalités devant la mobilité.

IV. Le marché automobile français

A. Un marché mature de 2,5 millions de véhicules neufs et 6 millions de véhicules d'occasion

Les ventes annuelles de véhicules neufs se situent autour de 2,5 millions, dont environ 2,1 millions de VP et 0,4 million de VUL.

Le marché VP est sensible à la situation économique globale et fluctue donc suivant les années, mais montre une certaine stabilité depuis au moins 15 ans. Le marché VUL est plus stable.

¹⁴ Source : « La mobilité et l'accès des Français aux services de la vie quotidienne », enquête ELABE-LMI, mai 2018

¹⁵ Source : « Mobilité et accès à l'emploi » – ELABE-LMI 2016

¹⁶ INSEE – Les comportements de consommation en 2017



Source : CCFA

Figure 11: Ventas de vehículos nuevos VP et VUL en France, en millions d'unités

À ce marché du véhicule neuf, il convient d'ajouter le marché de l'occasion qui représente un volume 2,5 fois supérieur. Il s'échange en effet près de 6 millions de véhicules tous les ans (5,8 en 2019), soit près de 15 % du parc. 63 % de ces véhicules d'occasion ont entre 5 et 9 ans.



Source : CCFA, MTE/SDES

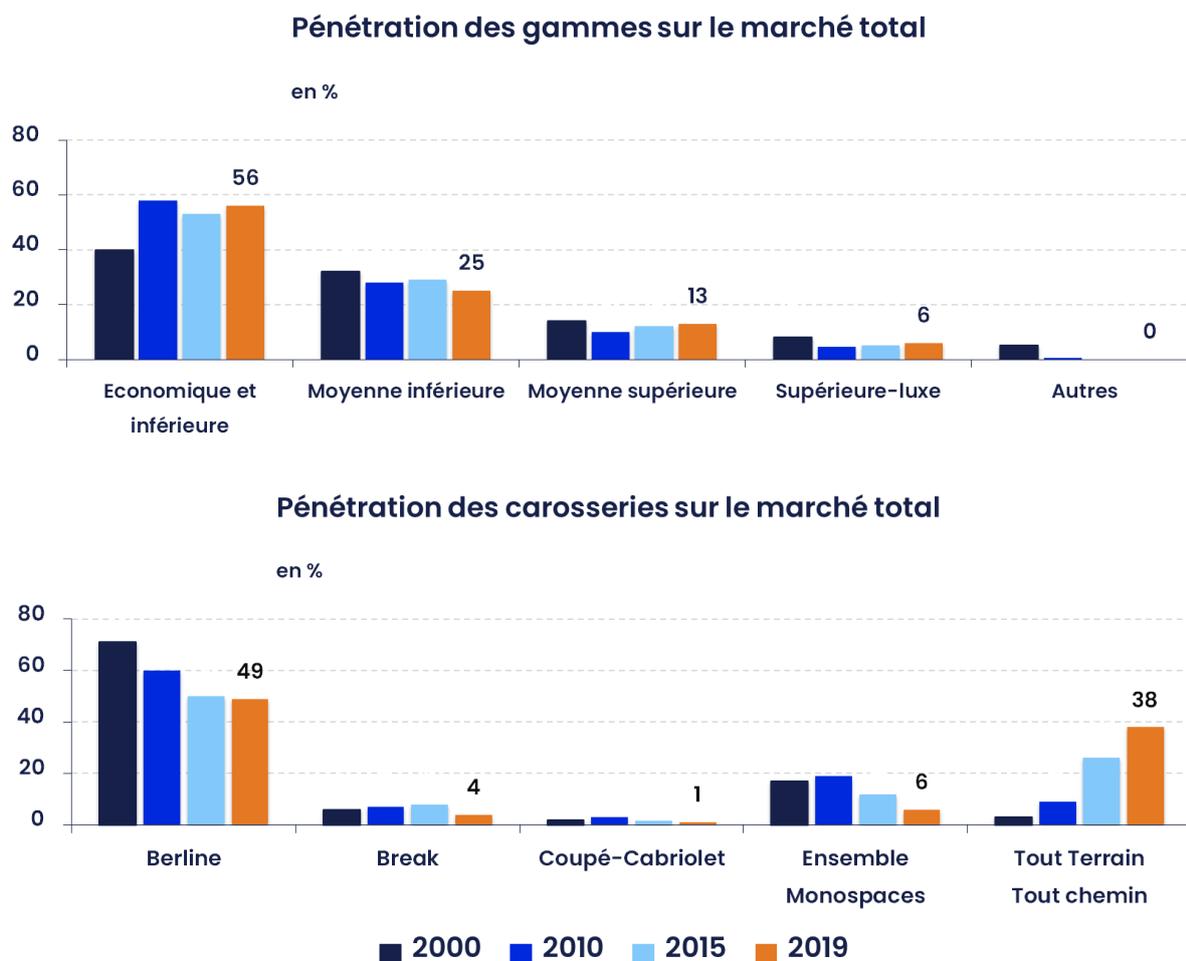
Figure 12: Rapport entre les ventes de véhicule d'occasion et les véhicules neufs, VP

B. Des véhicules neufs qui se « SUVisent »

Une des évolutions marquantes du marché européen, mais qui est une tendance quasi mondiale, est l'essor depuis le début des années 2010 des véhicules dits SUV, faisant partie de la famille de carrosserie « Tout terrain, tout chemin », historiquement occupée par les 4x4.

Ils représentent en 2019 **4 ventes de véhicules neufs sur 10**, alors que ce marché était quasi-inexistant en 2010. Cette catégorie a pris des parts de marché à toutes les silhouettes, notamment aux berlines et aux monospaces.

Ces véhicules sont caractérisés notamment (voir encadré) par une hauteur et une largeur souvent plus importante, des roues plus grandes et plus larges, donnant un style plus imposant. Une des conséquences de ce type de véhicule, sur laquelle nous reviendrons, est une aérodynamique défavorable et une masse plus élevée, entraînant des émissions de GES plus importantes, de l'ordre de 25 % en moyenne, par rapport à une berline de milieu de gamme¹⁷. L'Agence Internationale de l'Energie estime que l'essor des SUV constituait le 2^{ème} facteur d'augmentation des émissions mondiales entre 2010 et 2018.



Source : CCFA

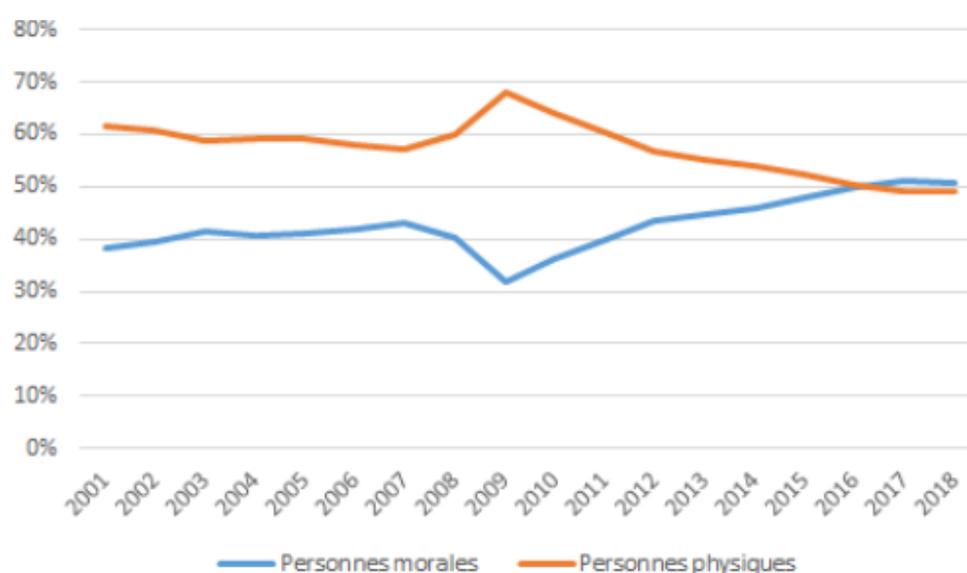
Figure 13 : Gamme et carrosserie des véhicules neufs en France

¹⁷ IAE - Growing-preference-for-suvs-challenges-emissions-reductions-in-passenger-car-market

C. Les canaux de distribution des véhicules neufs évoluent

Le pourcentage de ventes directes de véhicules neufs aux particuliers diminue tendanciellement depuis les années 1990, et particulièrement depuis 2010. La part des immatriculations de VP des ménages est passée de 64 % en 2010 à 49 % en 2017¹⁸.

La majorité des immatriculations de véhicules neufs est désormais assurée par les personnes morales. Pour autant, ces immatriculations aux personnes morales incluent les véhicules de démonstration et aux garages, qui peuvent être revendus rapidement aux particuliers, à très faible kilométrage.



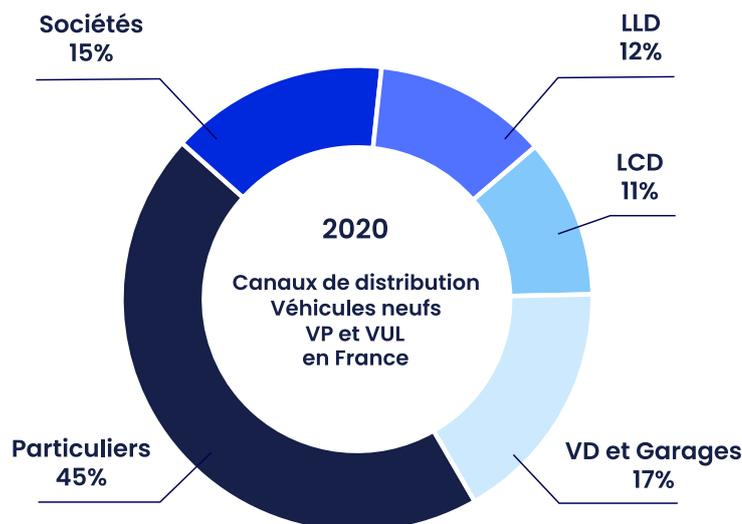
Source : CGDD / SDES / RSVERO

Figure 14 : Part des immatriculations annuelles de VP des personnes morales et physiques

Encadré 3 : Les flottes, un débouché majeur pour l'automobile

Les ventes de véhicules neufs VP et VUL se répartissent en différents canaux de distribution : les ventes aux particuliers, les ventes aux sociétés, aux loueurs longue durée, aux loueurs courte durée et les ventes de véhicules de démonstration et aux garages.

¹⁸ CGDD – Les flottes de véhicules des personnes morales – 2019



Source : pro.largus - Ventes VN par canaux 2020

Les ventes des VP aux particuliers diminuent tendanciellement depuis 1990 pour ne représenter plus qu'environ 50 % des ventes de véhicules neufs. L'autre moitié concerne désormais des personnes morales.

Le marché des flottes se définit comme celui des véhicules de société (hors automobiles), les véhicules de Location Longue Durée et ceux des administrations. Il représente ~25 % des ventes de véhicules neufs en VP et ~75 % en VUL, soit environ 755 000 véhicules en 2020 et 905 000 en 2019, très majoritairement motorisés en diesel, même si la part des motorisations électrifiées a doublé entre 2019 et 2020.



Source : Arval Mobility Observatory - Bilan Marché 2020

Les modèles les plus vendus en entreprise en 2020 sont les suivants :

- **VP** : Clio / 3008 / 308 / Mégane
- **VUL** : Master / Kangoo / Partner / Berlingo / Trafic

- **PHEV** : 3008 / XC40 / DS7 / Q5 / XC60
- **BEV** : ZOE / 208

Les marques « Premium » et les segments supérieurs sont surreprésentés dans les flottes¹.

- 40 % des Porsche et 35 % des Tesla sont écoulées en véhicules d'entreprise
- La LLD représente plus de 25 % des volumes Volvo, BMW ou Lexus

Le parc des véhicules de flottes

Il est difficile de trouver un chiffre fiable sur la taille du parc Flottes. Une étude du CGDD de 2019 chiffre à **5,5 millions de véhicules VP et dérivés (donc hors VUL)** le parc détenu par des personnes morales.³³

Parallèlement, le parc VUL (hors dérivés et caravanes) détenu par des personnes morales est de **2,65 millions de véhicules**.

Une estimation du parc Flottes en France pourrait être autour de **8 millions de véhicules VP et VUL**.

Cela est cohérent avec une étude T&E à l'échelle européenne qui indique que 20 % du parc appartient à des flottes (VP et VUL).

Caractéristiques des flottes

80 % des flottes sont constituées de VP, avec une durée de détention moyenne de 5 ans (5,8 ans pour les VUL, 6,8 pour les administrations).¹⁹

70 % des véhicules VP et dérivés sont affectés nominativement en véhicule de fonction, soit plus de la moitié des véhicules de flotte.

Le kilométrage annuel moyen dépasse les 25 000 km, environ 2 fois plus que la moyenne des particuliers. Les flottes urbaines (Taxi, VTC, autopartage) parcourent 60 000 km par an.²⁰

¹⁹ MTES/SDES – 6 millions de VUL en circulation au 1/1/20

²⁰ Arval Mobility Observatory – Bilan marché entreprise 2020

Contribution des véhicules de flottes aux émissions de GES

Avec un parc estimé à 8 millions de véhicules, et un kilométrage annuel 2 fois supérieur à la moyenne, la contribution des flottes aux émissions est relativement plus importante que sa part dans le parc.

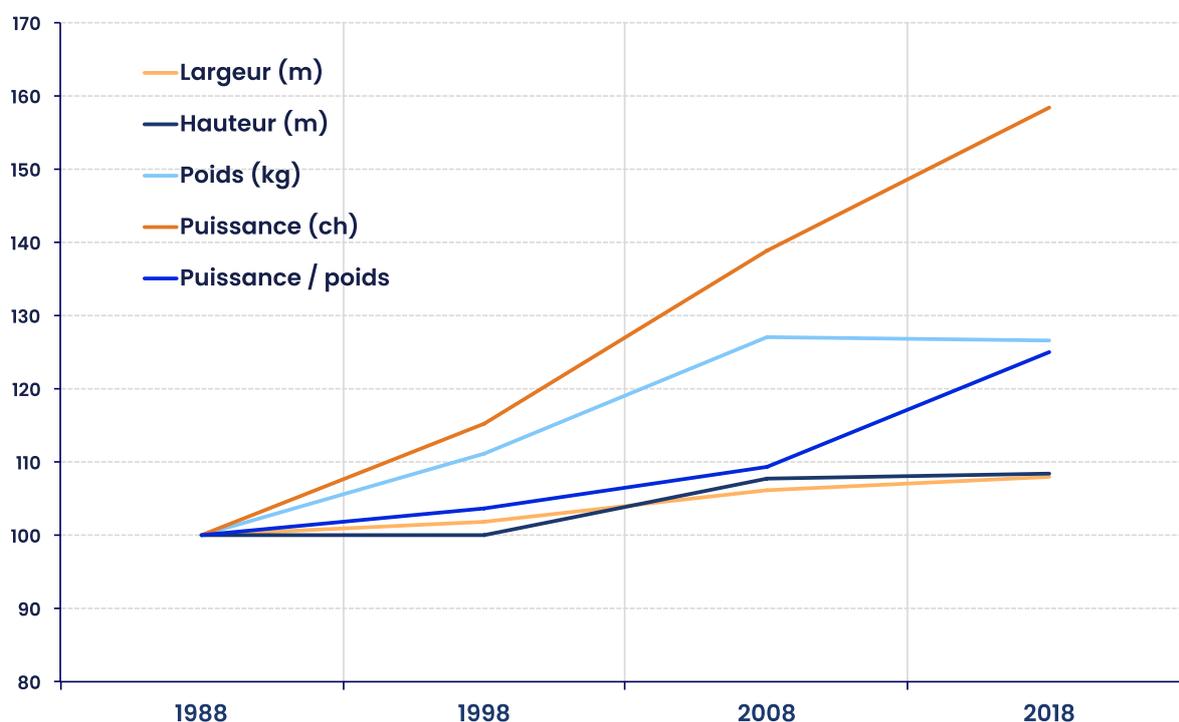
La constitution des flottes d'entreprise, plus souvent « Premium » et segments supérieurs, renforce cette contribution dans des proportions qui restent à évaluer.

Cet état des lieux fait des flottes et du parc associé un puissant levier de transformation du parc global de véhicules.

V. Évolution de l'objet automobile au cours des dernières décennies

A. Des véhicules de plus en plus lourds et puissants

Depuis plusieurs décennies, la tendance est à la très nette prise d'embonpoint des véhicules vendus, qui se traduit sur l'ensemble des caractéristiques. La figure 21 montre ainsi l'évolution depuis 1988 (et la même tendance est observée depuis 1953) de la largeur, de la longueur, du poids et de la puissance des véhicules neufs moyens vendus en France.



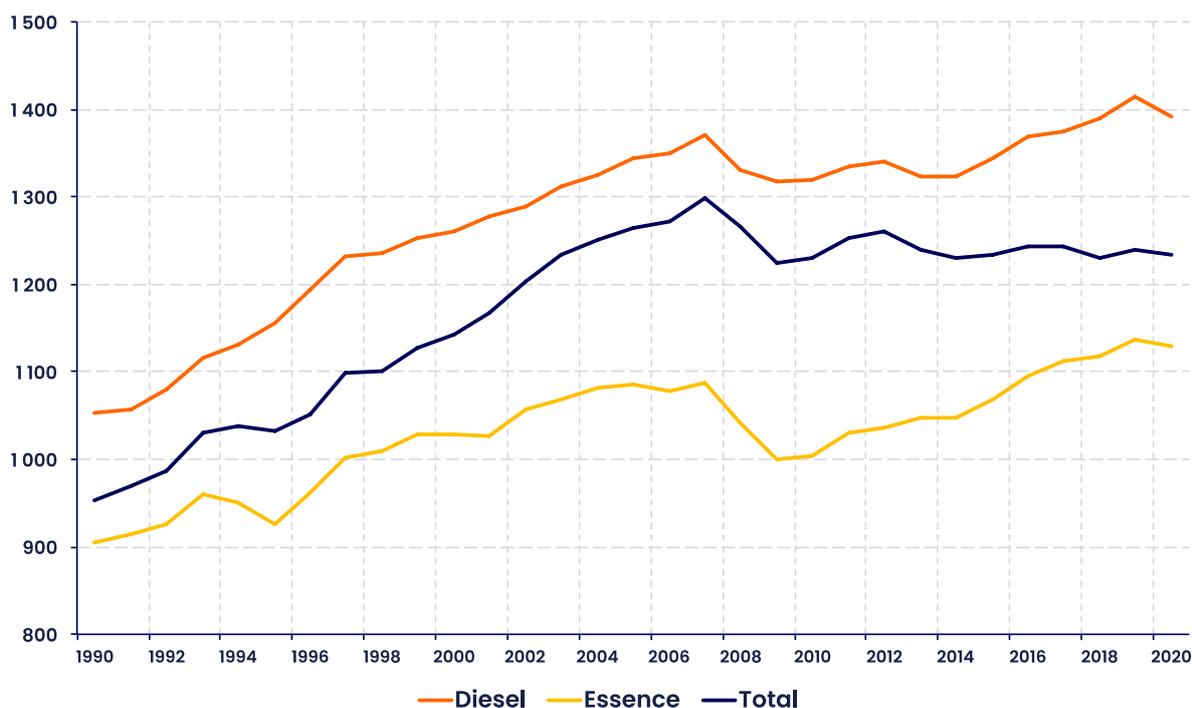
Source : Données L'Argus²¹

Figure 15 : Évolution des caractéristiques du véhicule neuf moyen vendu en France. Base 100 : 1988

En particulier, la masse moyenne des véhicules augmente significativement de façon continue depuis des décennies. **Elle a augmenté de 30 % entre 1990 (soit +287 kg) et 2019 et de 8,5 % entre 2000 et 2019 (soit +98 kg).**²²

²¹L'Argus – La voiture moyenne neuve depuis 1953

²²ADEME – Carlabelling



Source : Ademe / AAA

Figure 16 : Évolution de la masse moyenne des véhicules neufs vendus en France

Plusieurs facteurs expliquent cette inflation de la masse moyenne des véhicules, sans que leur impact relatif soit facilement quantifiable :

- Les véhicules possèdent **de plus en plus d'équipements de confort** : télématique, connectivité, sièges réglables et modulables, insonorisations, climatisation, caméra de recul, boîte automatique...
- **Le style du véhicule** peut conduire également à l'ajout de pièces ou de fonctions qui participent à la prise de masse : taille de roue et jantes, éclairage d'ambiance, taille d'écran, passage de roue, calandre ou baguettes chromées...
On peut inclure dans cet item l'essor fulgurant des SUV dans le paysage automobile depuis 10 ans. (voir encadré 4).

- Les **exigences consuméristes en matière de sécurité**, souvent guidées par le protocole EuroNCAP, sont un facteur important de la hausse de la masse (et du prix) des véhicules. En effet, les équipements de sécurité ont fait « enfler » les véhicules qui sont devenus plus lourds, et plus ils sont lourds, plus il faut les doter de renforts et d'équipements de sécurité active et passive pour maintenir le même niveau de conséquences en cas d'accident.

Le choix des constructeurs de courir après le scoring d'EuroNCAP devient très pénalisant pour la masse et le prix de revient des véhicules.

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.

- **La diésélisation du parc** est également un facteur important de l'évolution de la masse moyenne des véhicules, compte tenu de l'écart de masse entre un moteur diesel et un moteur essence, de l'ordre d'une centaine de kilos à véhicule et puissance équivalents
- Enfin, **les normes et réglementations ont un impact significatif**, notamment les normes de dépollution EUROx et les équipements réglementaires comme l'ABS ou l'ESP par exemple.

Il est difficile de ne pas mentionner comme autre facteur explicatif le choix ou les attentes des consommateurs. L'acte d'achat, s'il est partiellement guidé par l'offre et l'imaginaire développé autour de l'objet automobile par la publicité, n'en reste pas moins un choix personnel.

La part de marché des SUV peut révéler non seulement une recherche de volume de chargement mais aussi une volonté d'avoir un véhicule statuaire, valorisant, et avec un style marqué.

Encadré 4 : Comment définir un SUV ?

Le terme SUV apparu au début des années 2010 est utilisé très souvent dans le débat public comme étant connoté négativement pour désigner un véhicule massif, statuaire, puissant, lourd et polluant.

La réalité est plus nuancée puisque ce terme peut être appliqué autant à une Fiat 500X qu'une Jeep Grand Cherokee SRT8 ou une Audi Q8, véhicules qui n'ont rien à voir en termes de masse, de motorisations et d'émissions.

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, qui rend le capot plus horizontal
- Des porte-à-faux avant et arrière 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

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'aérodynamique 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 artifices peuvent être utilisés pour améliorer l'aérodynamisme et la consommation (volets pilotés, écrans sous caisse, becquet...) mais celle-ci reste intrinsèquement d'un mauvais niveau.

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

Pour autant, le SUV sera plus imposant, souvent plus large et plus haut que la berline de sa catégorie, donc beaucoup moins aérodynamique mais aussi plus lourd²³ et donc plus émetteur de CO₂e, dans les mêmes proportions.

B. Un contenu de plus en plus important dans les véhicules

Les normes de dépollution, sur les émissions de CO₂, et sur la sécurité imposent un contenu technique de plus en plus grand dans les véhicules, et donc un prix de revient plus important pour les constructeurs, que les clients ne sont pas forcément prêts à payer.

Cet accroissement a conduit les constructeurs à proposer des éléments valorisables dans le prix de vente, comme la puissance des moteurs, le style ou le volume intérieur, ou des équipements, comme la climatisation, les aides à la conduite ou les phares à LED, poussant à la hausse des prix des véhicules.

La revue *l'Argus* suit par ailleurs tous les ans le prix du véhicule moyen vendu en France sur la base des prix catalogue des constructeurs et des ventes par modèle.²⁴

²³ 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.

²⁴ *l'Argus* – Voiture moyenne 2018



Source : L'Argus

Figure 17: Évolution du prix catalogue en € TTC du véhicule moyen vendu en France

Le prix moyen est en forte évolution depuis au moins 10 ans (+ 36 % entre 2009 et 2018). Les effets précédents à la hausse ne sont que partiellement compensés par la moindre diésélisation du marché ou le système de bonus et de prime à la conversion.

Environ 20 % des ventes de voiture en 2018 concernaient des véhicules de plus de 35 000 €.

Cette donnée est à rapprocher de l'âge moyen de l'acheteur de véhicule neuf. Il est passé de 44 ans dans les années 90 à 56 ans en 2018²⁵. A l'inverse, la moyenne d'âge est tombée à 43 ans pour les véhicules d'occasion.

La baisse de la part de marché des particuliers dans les achats de véhicules neufs (figure 20) constitue une autre indication sur le fait que **les véhicules neufs sont de moins en moins accessibles au plus grand nombre.**

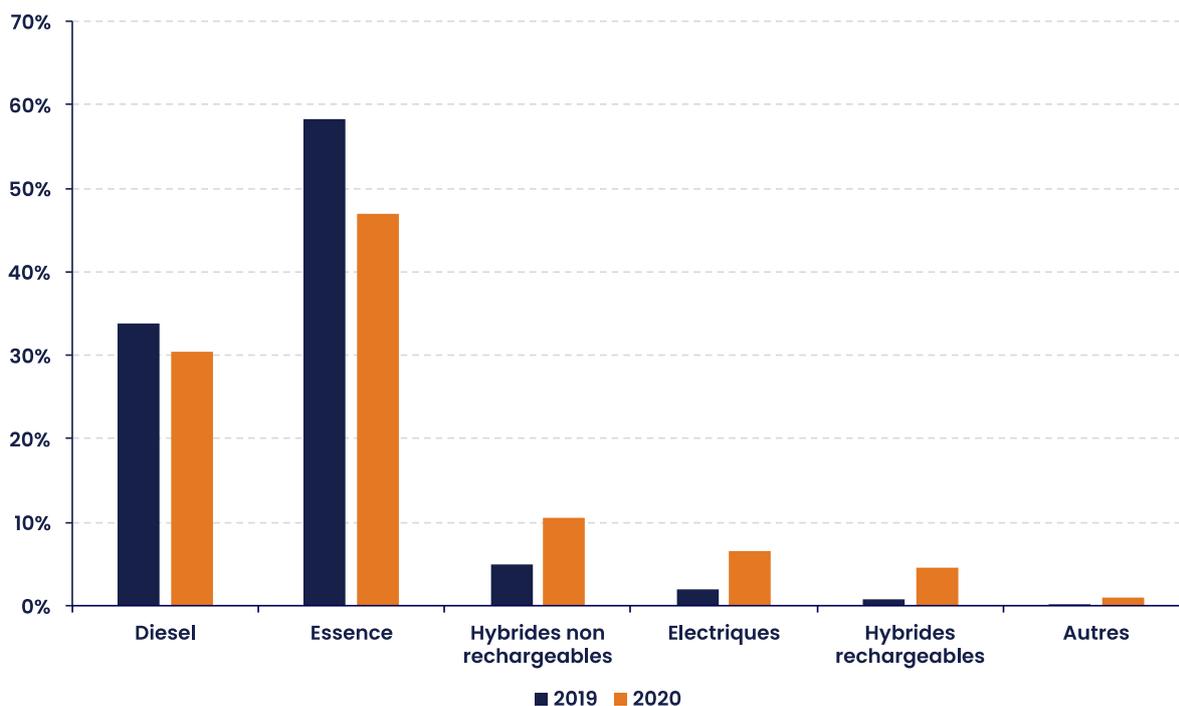
C. La dynamique de l'électrification semble enclenchée

Le mix des véhicules électrifiés a augmenté rapidement en France sur le marché des véhicules neufs, pour atteindre 22 % en 2020, contre 8 % en 2019.²⁶

Cette forte progression est portée par les 3 types d'électrification : hybride non rechargeable, hybride rechargeable et véhicule 100 % électrique.

²⁵ Données AAA

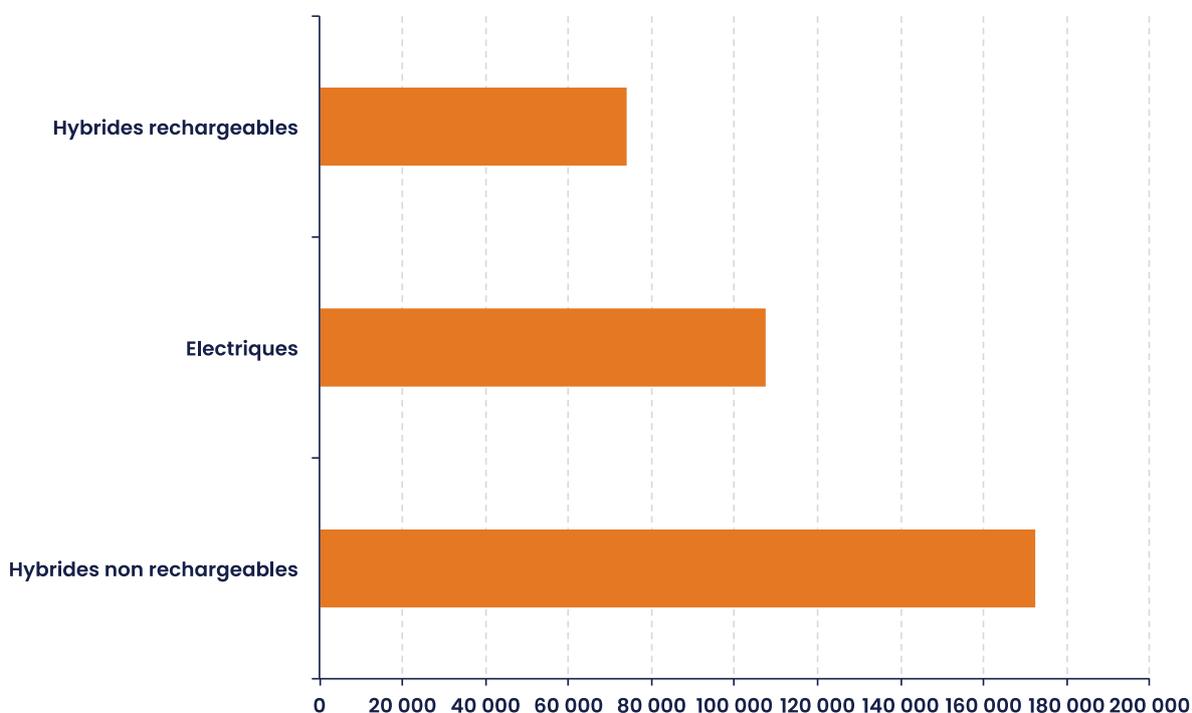
²⁶ SDES – Immatriculations des voitures neuves en France



Source : SDES, Rsvero

Figure 18 : Motorisation des voitures neuves en 2019 et 2020 en France

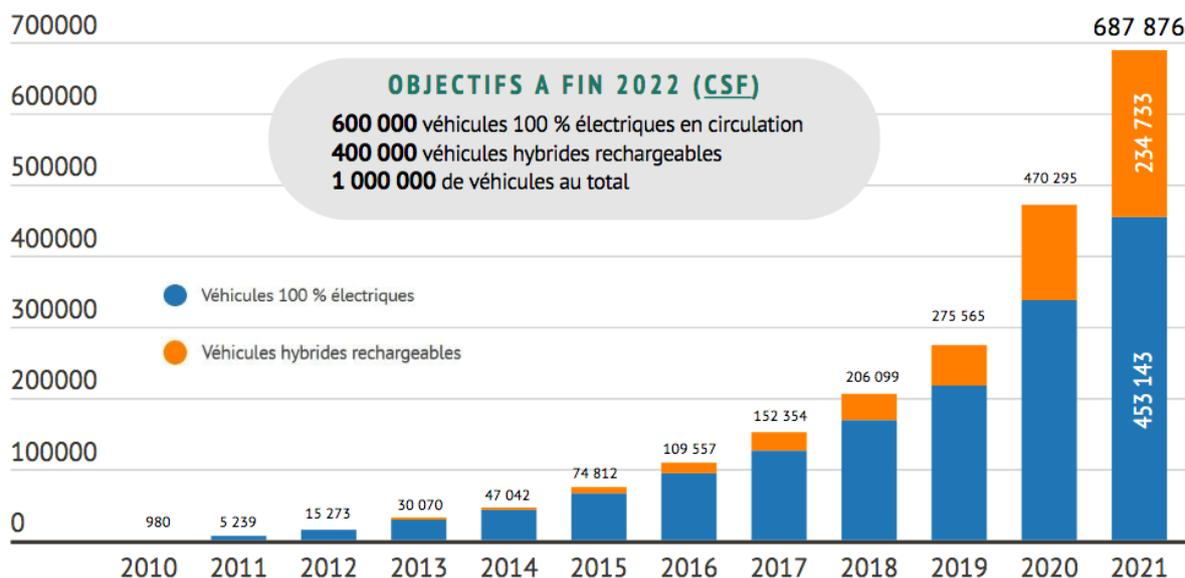
En volume toutefois, ce sont bien les véhicules hybrides non rechargeables qui font la course en tête avec encore 50 % des ventes de véhicules électrifiés.



Source : SDES, Rsvero

Figure 19 : Volumes de ventes de véhicules électrifiés neufs en 2020 en France

En ne considérant que les véhicules hybrides rechargeables et 100 % électriques, le parc roulant électrifié représente à fin septembre 2021, presque 700 000 véhicules, soit un modeste 2 % du parc actuel. La tendance observée sur 2020 (année un peu particulière) semble se confirmer en 2021 avec une part de marché de près de 18 % en 2021.²⁷



Source et illustration : AVERE-FRANCE

Figure 20 : Evolution du Parc roulant VE et VHR depuis janvier 2010 et jusqu'à fin septembre 2021 en France

Cette accélération notable en 2020 et 2021 coïncide avec le durcissement de l'objectif CAFE européen, qui, en cas de non-respect, conduirait à des fortes pénalités financières infligées aux constructeurs.

Compte tenu du montant de ces pénalités, il est probable que certains constructeurs aient été amenés à adopter des stratégies commerciales agressives pour vendre des véhicules électrifiés.

VI. Empreinte carbone de fabrication des VP et des VUL

1. La phase d'usage est de loin la plus émettrice... pour l'instant

La figure 24 montre les émissions de gaz à effet de serre suivant les différentes phases de la vie d'un véhicule moyen vendu en 2019 (Ce véhicule moyen est quasi exclusivement à motorisation thermique).²⁸

²⁷ AVERE-France – Baromètre mensuel de la mobilité électrique

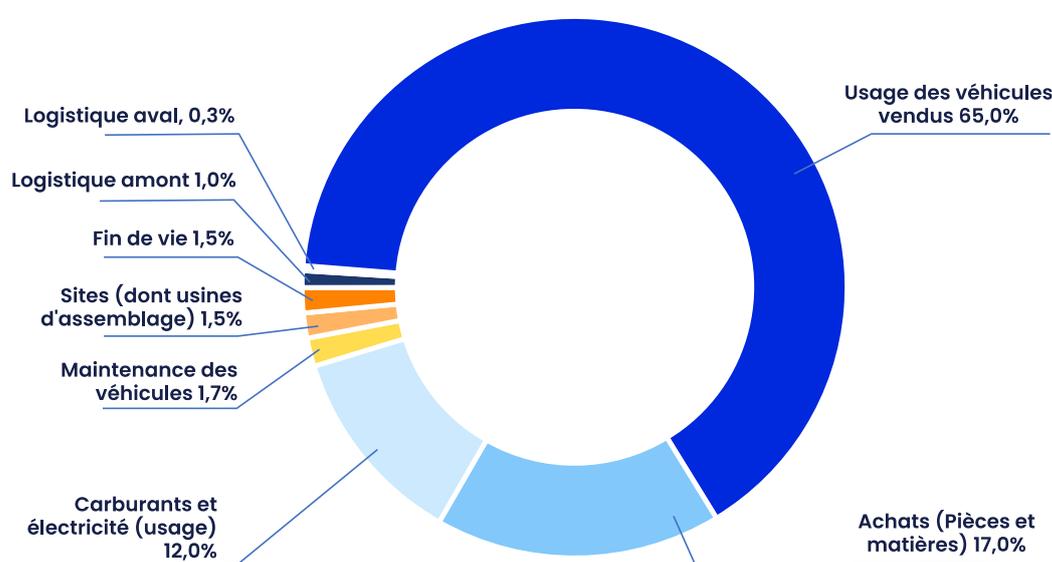
²⁸ Rapport Climat de Renault en 2021 et PSA en 2019

La phase la plus émettrice est la phase d'utilisation du véhicule :

- Les deux tiers des émissions proviennent de la combustion du carburant dans le moteur (émissions à l'échappement ou à l'usage)
- En complément, on doit considérer dans ce type d'analyse, les émissions associées à la fabrication du carburant (y compris pour l'électricité) qui fait monter la part de l'usage à plus de 75 %.

Nota : ces calculs sont faits en supposant un kilométrage total du véhicule avant destruction de 150 000 km, ce qui est bien inférieur à la durée de vie d'un véhicule normalement entretenu.

En second lieu, la **phase de fabrication** du véhicule représente **l'essentiel des 25 % restants**.

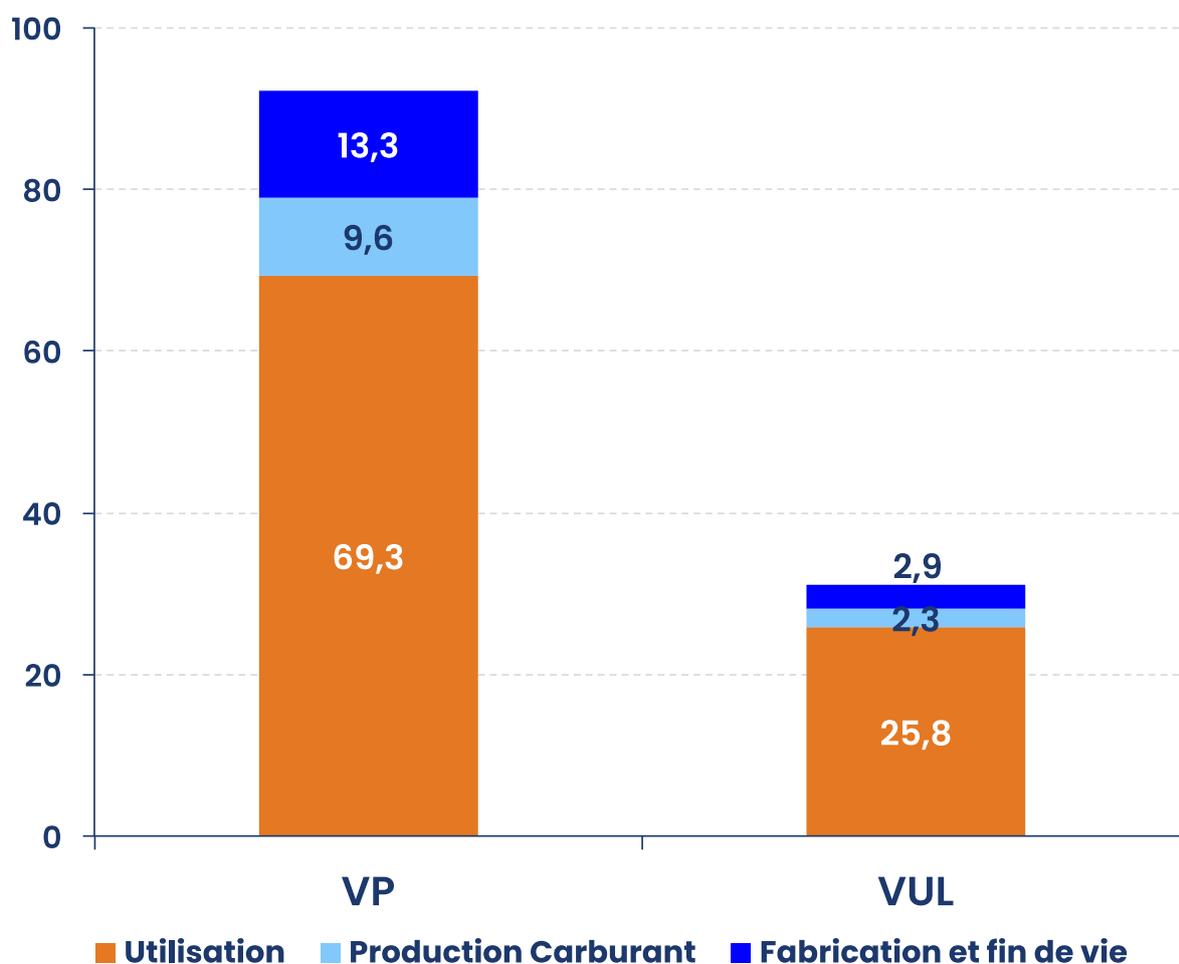


Source : D'après les rapports Climat de Renault 2020 et PSA 2019

Figure 21: Empreinte carbone par véhicule vendu (sur 10 ans, 150 000 km parcourus)

La part de la phase d'usage, les chaînes de valeur internationale, la précision des analyses en cycle de vie peuvent expliquer la raison pour laquelle les différentes réglementations et incitations fiscales (CAFE, bonus, malus...) se focalisent sur les émissions à l'échappement dans le but d'orienter le marché et l'offre de véhicules vers des véhicules moins émetteurs. Il explique aussi la forte pression mise sur l'électrification qui permet d'avoir des émissions nulles à l'échappement.

On peut estimer que l'ensemble du parc roulant en France, **les émissions globales des VP et des VUL s'élèvent à 123 MtCO₂e pour 2019, dont 16 pour la fabrication des véhicules et 12 pour la production du carburant ou de l'électricité.**



Source : Climobil²⁹ – The Shift Project³⁰ – Carbone 4³¹ – La fabrication est calculé sur le volume du marché français de vente de véhicules neufs en 2019

Figure 22 : Estimation de l'empreinte carbone du parc automobile en 2019, en Mt CO2e par an

On voit sur ce graphe qu'il est en effet raisonnable de s'attaquer en premier lieu aux émissions liées à l'usage. Il n'en reste pas moins que les émissions hors de la phase d'utilisation restent importantes et qu'il est nécessaire de les intégrer dans la stratégie et la trajectoire de réduction de l'industrie.

²⁹ Climobil – Comparaison des empreintes des véhicules thermiques et électriques

³⁰ The Shift Project – Etude comparative de l'impact carbone de l'offre de véhicules

³¹ Carbone 4 – Transports routiers : quelles motorisations alternatives pour le Climat ?

VII. Production en France

A. Un secteur industriel central et historique

Par sa situation géographique privilégiée, la qualité de sa main-d'œuvre et de ses infrastructures, la France est la première destination des investissements industriels étrangers créateurs d'emploi pour le secteur automobile en Europe. Cette industrie est une activité mondialisée et internationale : une part importante des 2,5 millions de véhicules vendus chaque année en France sont par exemple assemblés à l'étranger, et une partie des véhicules produits en France sont exportés.

Le secteur de l'industrie automobile regroupe les activités de conception et production des voitures particulières et des véhicules utilitaires légers (VUL) ainsi que les pièces détachées nécessaires à l'entretien du parc de ces véhicules.

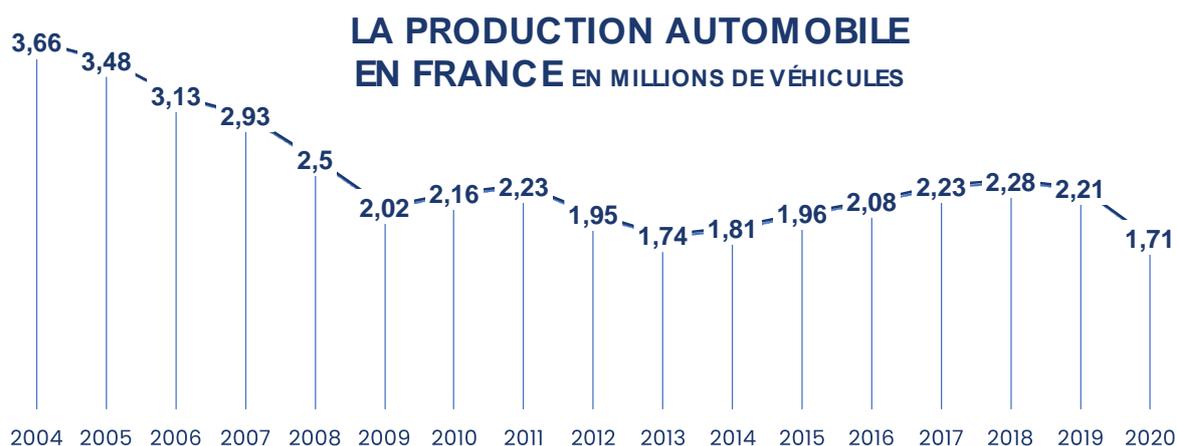
La filière automobile est celle qui dépose le plus de brevets en France. Elle investit plus de 5,8 milliards d'euros par an en R&D.

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

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.

Dans le même temps, la production en Europe (occidentale, centrale, orientale dont Turquie) passait de 20 millions de véhicules dans les années 2000 à plus de 22 millions en 2018³². L'Allemagne et l'Espagne ont vu leur production nationale rester à peu près stable entre 2000 et 2019. L'Italie est dans une situation semblable à la France.

³² CCFA- Analyse et statistiques



Source : CCFA 2020

Figure 23 : Évolution de la production automobile en France, VP et VUL, en millions de véhicules

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.

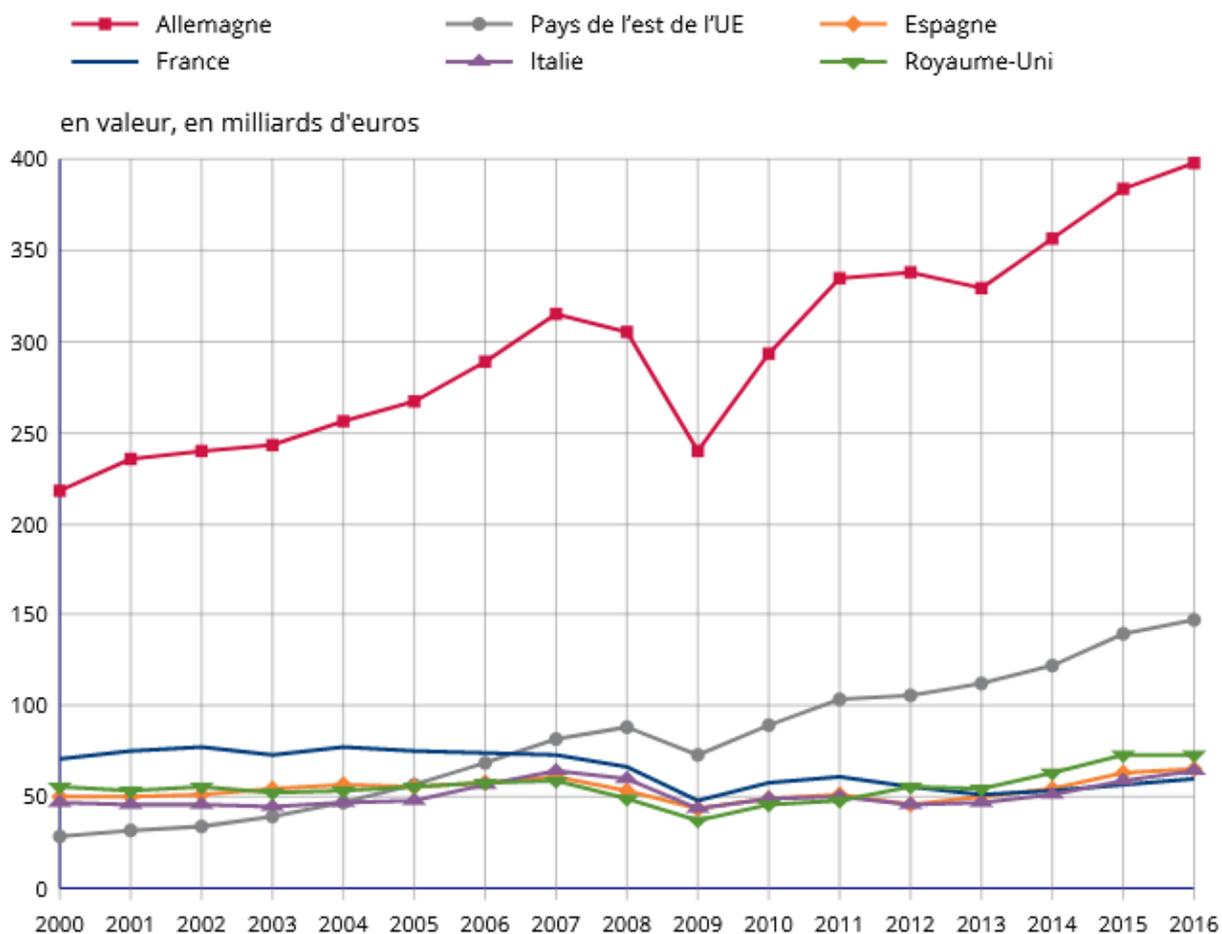
Cette tendance se poursuit aujourd'hui avec le lancement des nouvelles générations de la 208, de la 208 ou de la Clio V en dehors de la France.

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.

Les modèles restants en production en France en 2021 sont pour les constructeurs français quasi exclusivement des véhicules des segments C et supérieurs, et des VUL, à valeur ajoutée et marges importantes.

Ce maintien de la production des véhicules à plus forte valeur ajoutée se traduit dans la courbe suivante d'évolution en milliards d'euros de la production automobile³³, qui montre qu'en valeur, le déclin de la production est plus faible qu'en volume de véhicules.

³³ INSEE



Source : INSEE, Eurostat, comptes nationaux

Lecture : En 2000, la production automobile allemande était 3,1 fois supérieure à la production automobile française. En 2016, la production allemande est 6,6 fois supérieure à la production française.

Figure 24: Évolution de la production automobile en France, VP et VUL, en milliards d'€

C. La France ne produit plus les modèles qu'elle achète

Un véhicule neuf sur cinq vendus en France en 2020 a été fabriqué dans l'Hexagone contre un sur deux il y a 20 ans.

Sur les cinq modèles VP les plus vendus en France en 2020, aucun n'est assemblé en France, alors qu'il y a encore peu d'années, les Renault Clio, Peugeot 208 et 2008 et Citroën C3 étaient toujours assemblées sur le territoire.

La première voiture fabriquée en France de ce classement est la Peugeot 3008, assemblée à Sochaux.

Classement 2020	Modèle VP	Ventes	Assemblage
1	Renault Clio	95 952	 Turquie et Slovénie
2	Peugeot 208	95 819	 Slovaquie et Maroc
3	Peugeot 2008	66 928	 Espagne
4	Citroën C3	58 547	 Slovaquie
5	Renault Captur	56 101	 Espagne
6	Dacia Sandero	53 419	 Roumanie et Maroc
7	Peugeot 3008	45 087	 France
8	Renault Twingo	43 115	 Slovénie
9	Renault Zoe	37 410	 France
10	Peugeot 308	36 582	 France
11	Toyota Yaris	33 545	 France
12	Dacia Duster	30 263	 Roumanie
13	Citroën C3 Aircross	30 163	 Espagne
14	Renault Mégane	28 980	 Espagne
15	Citroën C5 Aircross	26 577	 France
16	Opel Corsa	22 411	 Espagne
17	Volkswagen Polo	21 492	 Espagne
18	Peugeot 5008	20 132	 France
19	Renault Kadjar	19 679	 Espagne
20	Fiat 500	17 948	 Pologne

Tableau 1 : Top 20 des VP neufs les plus vendus en France en 2020

Sur les VUL, le bilan est le suivant sur les 10 modèles les plus vendus en 2020.

Classement 2020	Modèle VUL	Ventes	Assemblage
1	Renault Master	39 093	 France
2	Renault Kangoo	32 093	 France
3	Renault Trafic	25 860	 France
4	Citroën Berlingo Van	24 635	 Espagne
5	Fiat Ducato	24 389	 Italie
6	Peugeot Partner	24 247	 Espagne
7	Peugeot Expert	18 591	 France et Royaume-Uni
8	Citroën Jumpy	14 406	 France et Royaume-Uni
9	Iveco Daily	14 309	 Italie
10	Peugeot Boxer	13 095	 Italie

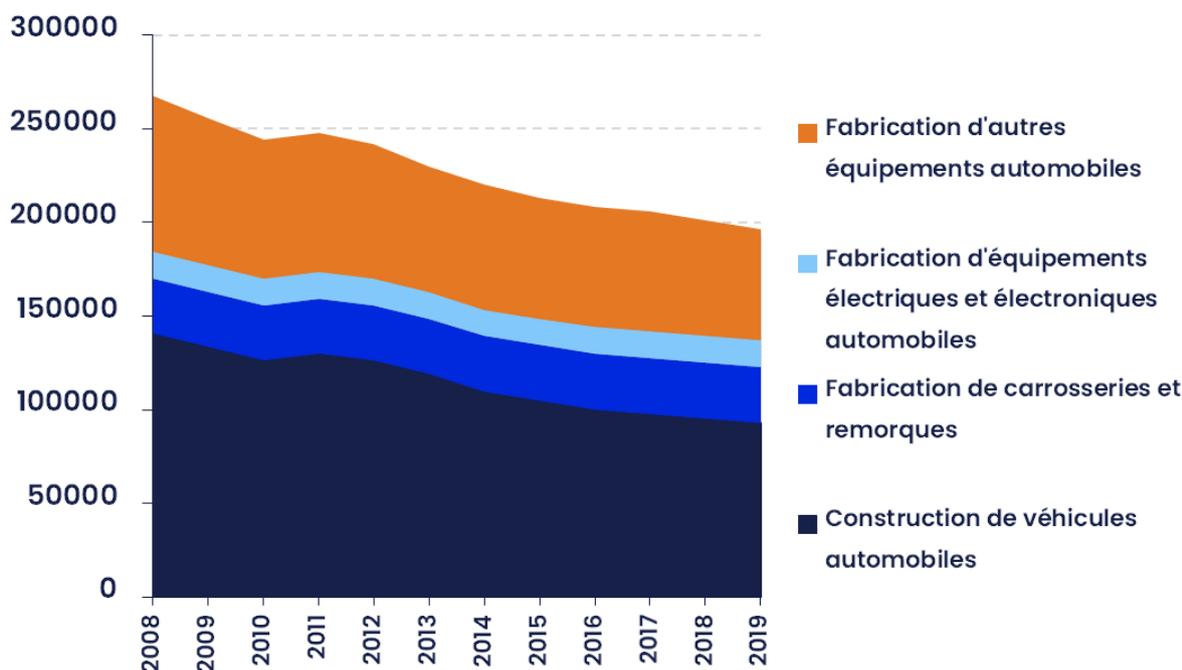
Source : CCFA – Illustration : N. Meilhan

Tableau 2 : Top 10 des VUL neufs les plus vendus en France en 2020

D. L'emploi dans le secteur automobile en France suit la même pente

L'évolution de l'emploi salarié suit assez logiquement la pente de baisse de la production de véhicules sur le territoire. Le phénomène est même accentué par la productivité, expliquant la poursuite de la baisse des effectifs dans la construction et la fabrication automobiles.³⁴

Évolution de l'emploi salarié dans l'industrie automobile (Codes APE commençant par 29)



Source : ACOSS pour l'Observatoire de la Métallurgie

Figure 25 : Évolution de l'emploi salarié direct dans l'industrie automobile (hors intérimaires)

Selon l'Observatoire de la métallurgie, 100 000 emplois industriels automobiles pourraient encore disparaître dans les 15 ans qui viennent, faisant sortir le France des grandes nations de la construction automobile.

Les causes de ce déclin sont multiples, parmi lesquelles : les contraintes économiques, mais aussi des choix politiques, réglementaires et industriels.

La transition bas carbone qui est devant nous peut créer les conditions d'une opportunité non seulement pour enrayer ce déclin, mais également pour trouver la voie d'un retour sur le territoire d'une industrie forte. Sa compétitivité s'appuiera sur la maîtrise des coûts et des sources d'approvisionnement en matières premières et en énergie, et sur la réduction des impacts environnementaux.

³⁴ Observatoire de la métallurgie

Le sujet de l'emploi dans le secteur de l'industrie automobile et de son évolution après transformation fait l'objet du chapitre 4 du présent rapport.

Conclusion

On l'a vu, l'automobile et son usage pèsent considérablement dans les émissions de la France. Il est donc incontournable de mettre en œuvre des actions efficaces et rapides pour les réduire drastiquement si l'on veut rester compatible avec une hausse de la température moyenne limitée à 2 °C.

La pression qui s'exerce sur l'industrie automobile depuis plusieurs années pour réduire les émissions de CO₂/km des véhicules neufs continue de s'accroître. Il est cependant nécessaire dans le même temps de mettre en place un plan pour réduire les émissions hors de la phase d'usage mais aussi pour accompagner les nécessaires transformations de la mobilité routière, le tout en intégrant aussi les enjeux ressources et énergie.

En parallèle, il paraît essentiel d'enrayer le déclin de la production et de l'emploi en France dans ce secteur stratégique.

La transition énergétique en cours doit être, pour le secteur automobile et plus globalement pour le secteur de la mobilité, une opportunité d'innovations au service de l'emploi et de l'environnement.

02

**EN ROUTE VERS
LA RÉSILIENCE**

I. Périmètre de l'étude

Le secteur « industrie automobile » regroupe principalement les activités de conception et production des **voitures particulières (VP)** et des **véhicules utilitaires légers (VUL)**, ainsi que les pièces détachées nécessaires à l'entretien du parc de ces véhicules.

L'ensemble des activités directement liées à la construction automobile font donc partie du périmètre de l'étude :

- Les équipementiers et sous-traitants qui conçoivent et / ou fabriquent les pièces ou sous-ensembles composant les véhicules
- Les constructeurs automobiles qui les assemblent
- Un focus particulier sera fait sur les batteries des véhicules électriques, notamment sous les aspects d'empreinte énergétique, ainsi que sur les emplois potentiels de cette activité

Les activités et services liés à l'automobile sont également pris en compte :

- Le numérique et les services de mobilité (autopartage, covoiturage, location),
- La vente et la distribution,
- Le financement et l'assurance,
- L'entretien, la réparation et la vente de pièces détachées
- Les activités de la filière VHU (véhicules hors d'usage) et le recyclage

Compte tenu des évolutions des mobilités routières, nous examinerons aussi les activités de conception, de développement et de fabrication des autres moyens de transports non collectifs dont on essayera d'évaluer le potentiel de développement en emplois. Cela concerne les vélos et les engins apparentés, ainsi que les micro-voitures de type Renault Twizy ou Citroën Ami, qui font l'objet d'une variante de notre scénario central.

Les véhicules Industriels VI (autobus, cars, poids lourds, et véhicules dont le PTAC est supérieur à 3,5 t) ne font pas partie du périmètre de cette étude.

Interactions avec les autres secteurs :

- Le secteur « Industrie Automobile » est lié directement ou indirectement à un certain nombre de secteurs. Aussi, la transformation du secteur « Industrie Automobile » se doit d'être pensée en cohérence avec les transformations de ces autres secteurs :
 - **Les secteurs de la mobilité quotidienne et longue distance** influent directement sur l'activité du secteur automobile, que ce soit sur la taille du marché du neuf ou les activités liées à l'usage du parc telles que l'entretien et le commerce des pièces détachées et les assurances (ce qui justifie que ces activités soient incluses dans ce secteur).

- Une partie du **secteur fret** (en particulier l’acheminement jusqu’au client final, la livraison à domicile de colis) a recours aux VUL, affectant ainsi les besoins en production. Les secteurs de l’artisanat et du commerce sont eux aussi structurants pour le marché VUL.
- La quantité de VP et VUL produits couplée aux choix de conception de ces véhicules, va directement toucher les secteurs de **l’industrie lourde, des déchets et du recyclage** qui fournissent les matières premières et recyclent les véhicules et composants hors d’usage.
- L’essor de la connectivité des véhicules et le développement des aides à la conduite (conduite plus ou moins autonome) ont relié ce secteur avec celui du **numérique**.
- Le secteur de **l’énergie** est lié à celui de « l’Industrie Automobile » par les besoins énergétiques des processus de fabrication et de logistique.
- Le secteur « Industrie Automobile » consacrant des budgets importants à la publicité, il est lié au secteur des médias.
- L’industrie automobile est une activité mondialisée et internationale :
 - Les véhicules et leurs composants sont conçus pour de grands marchés tel le marché européen.
 - Une part importante des véhicules vendus en France, y compris par les constructeurs français sont assemblés hors de France, voire hors d’Europe. Une partie des véhicules produits en France sont exportés.
 - Parmi la valeur totale achetée³⁵ par les constructeurs (qui représente typiquement plus de 80 % de la valeur totale), une part significative provient de l’étranger (Europe, Chine, Inde ou Japon). Selon une étude récente de France Stratégie³⁶, la valeur ajoutée domestique est passée en France de 64,7 % en 2000 à 56,2 % en 2014.

II. Vision résiliente : méthodologie et attendus

A. Objectifs de cette vision

La vision proposée par ce chantier “Industrie Automobile” du PTEF a pour vocation d’être une contribution aux réflexions en cours au sein de la filière et aux orientations de politique publique à prendre à court et moyen terme dans le cadre du respect de nos engagements

³⁵ 41 Md€ achetés en 2017 pour un CA de 47,9 Md€ dans le groupe PSA

³⁶ France Stratégie – Localisation de la production automobile : quels enseignements sur l’attractivité des pays et la compétitivité des entreprises ?

climatiques, notamment de décarbonation complète du secteur des transports routiers à l'horizon 2050.

L'idée centrale de la vision que nous avons appelée « résiliente » est de proposer une transformation pour le secteur cohérent des transformations portées par les autres secteurs, qui contribue au respect des budgets carbone de la SNBC et qui permette une maîtrise des consommations de ressources tout en étant porteuse d'activité et d'emplois.

Certes, cette échéance 2050 peut paraître lointaine. Pour autant, et comme nous l'avons dit, l'industrie automobile est une industrie du temps long, en termes de R&D et d'investissements ou de durée de renouvellement du parc automobile. C'est aussi sur le temps long que les changements d'organisation, de représentations et d'habitudes solidement ancrés pourront s'opérer.

Par conséquent, c'est à court terme qu'il convient de prendre des orientations structurantes pour l'avenir à long terme du secteur automobile et plus globalement de la mobilité routière, et de nous placer sur la bonne trajectoire de décarbonation.

C'est pourquoi nous proposons des mesures et les démarches d'évaluation à mettre en place dès maintenant afin d'engager les transformations profondes pour baliser le chemin jusqu'à 2050, et décarbonation l'automobile d'au moins 5 % par an dès le prochain quinquennat.

B. Les facteurs et critères structurants de la vision résiliente

Nous détaillons ici la démarche suivie pour évaluer la transformation du parc et du marché automobile à 2050, en termes de volume, mais aussi de caractéristiques souhaitables pour les véhicules et pour certaines infrastructures comme celles de recharge de véhicules électriques.

1. Avoid, Shift, Improve

L'objectif, rappelons-le, est de décarboner complètement l'usage des véhicules mais aussi de réduire massivement les émissions liées à leur fabrication et à leur fin de vie de manière à rester compatible des budgets carbone permettant de rester sous les +2°C de réchauffement. Il est aussi visé de se libérer de la contrainte d'approvisionnement des énergies fossiles et de réduire notre empreinte sur le prélèvement des ressources naturelles et les dépendances associées (dans un contexte où les compétitions d'usage vont s'accroître).

Pour l'usage³⁷ des VP et des VUL, cela signifie qu'il faut jouer sur l'ensemble des leviers de l'équation de Kaya que l'on peut décomposer de la façon suivante :

$$CO_2eq = \sum \underbrace{\text{Voyageurs.km}}_{\text{Mobilité}} \times \underbrace{\%mode}_{\text{Modes}} \times \underbrace{\frac{1}{\text{taux d'occupation}}}_{\text{Remplissage}} \times \underbrace{\frac{\text{Conso d'énergie}}{\text{Véhicule.km}}}_{\text{Efficacité}} \times \underbrace{\frac{CO_2eq}{\text{Conso d'énergie}}}_{\text{Intensité carbone}}$$

La trajectoire nécessaire de baisse des émissions de 5 % par an dès maintenant n'est raisonnablement tenable que si "on ne met pas tous ses œufs dans le même panier" et donc si chacun des termes de l'équation porte une part de cette réduction (de l'ordre de 1 à 2 % chacun par an)

Si elle ne porte que sur 1 ou 2 termes, ou si la mise en application tarde, l'effort sera d'autant plus important et vraisemblablement plus difficilement faisable techniquement ou acceptable socialement.

Il s'agit donc de se donner des objectifs réalistes sur chacun de ces termes et de proposer des mesures de réduction cohérentes pour les atteindre, dans une logique Avoid / Shift / Improve.

C'est la raison pour laquelle nous utilisons ici les résultats des autres secteurs de la mobilité du PTEF qui portent sur les pratiques de mobilité :

- Volume de mobilité
- Choix du mode de transport
- Taux de remplissage du moyen de transport

2. La mobilité du parc automobile : déterminant structurel du volume du marché

Nos données d'entrée sont issues des 3 autres chantiers du PTEF sur la mobilité et le transport de marchandises :

- Mobilité quotidienne et mobilité longue distance, qui fournit les résultats de la vision ambitieuse du PTEF sur les déplacements en 2050 en termes de Passagers.kilomètres, de part modale des différents moyens de mobilité et de taux de remplissage des véhicules.
- Les données en Tonnes.kilomètres transportées en VUL en 2050 et taux de chargement seront issus du chantier Fret du PTEF,

³⁷ usage qui représente plus de 80 % des émissions sur le cycle de vie actuellement
 La transition bas carbone : une opportunité pour l'industrie automobile française ?
 The Shift Project – Novembre 2021 – Rapport final

La donnée déterminante pour le secteur de l'industrie automobile sera le besoin de mobilité du parc VP et VUL en Véhicules.kilomètres en 2050.

On peut considérer au premier ordre, que **l'évolution du besoin de mobilité du parc se traduit par une évolution proportionnelle en besoin de renouvellement de celui-ci et donc en taille du marché des véhicules neufs.**³⁸

3. Les caractéristiques des véhicules automobiles : levier de décarbonation de l'usage et de la fabrication

Afin de déterminer les besoins en énergie et en matière, et de mesurer l'empreinte carbone à la fabrication, mais aussi à l'usage des véhicules, nous en avons précisé les principales caractéristiques (taille, masse, motorisations, taille de la batterie, équipements) dans une triple optique :

- Permettre de répondre aux besoins de mobilité
- Dimensionner ces caractéristiques de façon optimale (sans renoncements majeurs) et techniquement réaliste
- Être compatible avec les enjeux carbone-énergie-ressources du PTEF

En d'autres termes, la proposition de véhicule que nous faisons entend répondre aux besoins de mobilité, dans des conditions de confort, de sécurité et de coût acceptables, et prenant en compte la contrainte carbone-énergie-ressources.

4. Les motorisations et vecteurs énergétiques associés : *"there is no silver bullet"*

Le point focal de la décarbonation des transports est souvent la question de la motorisation. Si nous considérons que ce n'est pas le seul axe de décarbonation, il est indispensable de le traiter. Nous le ferons en explorant le potentiel et les perspectives des différentes technologies, au regard de leurs performances pour répondre aux besoins de mobilité, mais aussi en termes d'allocation de ressources.

Ainsi, dans notre vision résiliente nous avons identifié des hypothèses de mix motorisations qu'il nous semble raisonnable de proposer au regard de ces différents paramètres, et qui, là aussi, peuvent différer des scénarios existants par ailleurs.

Un point important sera le sujet des batteries des véhicules électriques, que nous aborderons sur les items de l'empreinte matière, énergie, carbone, mais aussi taille nécessaire et industrialisation.

³⁸ hypothèse d'une "durée" de vie des véhicules stables et comptée nombre de kilomètres parcourus moyen avant remplacement (par exemple 240 000 km)

5. Les matériaux : empreinte carbone, recyclabilité et recyclage

À ce stade, notre vision résiliente ne présente pas de rupture particulière sur le type de matériaux utilisés dans la fabrication des véhicules ou de leurs composants. Les matériaux utilisés actuellement, sous réserve de la décarbonation de leur fabrication (notamment via l'évolution de leur taux de matière recyclée) nous paraissent pouvoir répondre aux besoins futurs des véhicules, y compris en termes d'allègement.

Pour autant, l'allègement moyen que nous proposons pourra conduire les constructeurs à s'orienter vers des matériaux moins classiques, mais dont le potentiel est connu, les process évalués et la recyclabilité éprouvée.

L'arbitrage est moins technique qu'économique sur ce sujet, car l'intégration de nouveaux matériaux dans les process industriels nécessite souvent de lourds investissements et le prix de revient unitaire peut être sensiblement différent.

Cependant, ces écarts seront à mettre en regard des gains obtenus par un allègement drastique du véhicule et une maîtrise du niveau d'équipements.

6. Assise industrielle

Nous essayerons également de décrire le déploiement industriel sur le territoire d'autres moyens de déplacement personnels résultant des transformations de l'automobile, notamment les vélos, vélos à assistance électrique ou VAE, 2 roues électriques, quadricycles et micro-voitures, de manière à dessiner les contours en emplois que ces activités pourraient représenter.

C. Vision résiliente et sa variante

La quantification des paramètres précédents permet d'élaborer un scénario central 2050, dit vision résiliente, décrivant :

- La taille du marché
- Les caractéristiques moyennes des véhicules
 - Taille
 - Masse
 - Motorisation
 - Taille de la batterie et autonomie
 - Niveau d'équipement de confort et de sécurité

Les enjeux énergétiques, environnementaux et de souveraineté, ont été pris en compte. Afin d'assurer une plus grande résilience, nous avons aussi visé la sobriété dans la consommation de ressources.

D. Les axes de transformations du secteur

La transformation du secteur « Industrie Automobile » s'articule autour de 3 axes visant, comme nous l'avons vu, à décarboner l'industrie automobile et à contribuer à la décarbonation globale des mobilités, en partie structurée par les transformations des usages portés par les secteurs des mobilités (longue distance et quotidienne) et du fret VUL.

Ces 3 axes, dont les ambitions de transformations et les mesures associées sont détaillées dans le chapitre II.4 sont les suivants :

	Axes de transformation
1	Réduire l'empreinte carbone des véhicules hors de leur phase d'usage
2	Développer, produire en France et diffuser en grandes séries des véhicules sobres et bas carbone
3	Accompagner et saisir les opportunités liées à l'évolution de l'usage du parc

Les mesures proposées sont destinées à être mises en débat et consolidées à l'issue de la publication de ce rapport final. **Elles visent à initier une réflexion collective** et ont vocation à être discutées, amendées ou complétées.

Elles sont de plusieurs ordres :

- Réglementaires
- Incitatives
- Fiscales

Elles visent des effets sur des horizons de temps différents allant du court terme (pendant le quinquennat) au long terme (2050).

Nous avons identifié plus de 20 mesures et avons fait le choix d'en **mettre 8 en avant** : (trois de niveau européen et cinq de niveau national) de manière à concentrer les efforts et les discussions sur celles qui nous paraissent les plus structurantes ou impactantes.

Le reste des mesures identifiées sont disponibles en annexe, classées suivant les axes de transformation.

E. Résultats attendus de la vision résiliente

Les grandeurs physiques que nous nous proposons de suivre sont les suivantes :

- Empreinte matière (en tonnes /an) et énergie (en MJ/an) pour la fabrication territoriale des véhicules
- Empreinte carbone (en CO₂e /an)
 - De fabrication, y compris de la batterie le cas échéant
 - D'usage du véhicule, y compris la fabrication des carburants
- Emplois sur le territoire
 - Dans la filière automobile, y compris les emplois indirects
 - Dans la filière des autres moyens de déplacement individuels

Le rebouclage complet des différents secteurs, en termes d'énergie, de matière et d'émissions, fait l'objet d'un chantier spécifique du PTEF et sera publié ultérieurement.

III. L'industrie automobile au cœur d'une transformation des mobilités

A. Scénario de mobilité : les hypothèses et résultats

Les travaux menés par les chantiers du PTEF sur la mobilité quotidienne, la mobilité longue distance et le fret ont permis de construire la vision des kilomètres parcourus par personne en 2050, et des parts des différents modes de transport envisagées et des taux de remplissages associés.

1. Stagnation du volume de mobilité – quantité de Passagers.kilomètres

Ces travaux amènent globalement à une réduction d'environ 10 % de la demande de mobilité par personne dans un contexte de croissance projetée de +10 % de la démographie. Ainsi, **les Passagers.kilomètres sont constants entre 2019 et 2050 dans la vision résiliente** de la mobilité quotidienne et longue distance.

Cette stagnation de la demande de mobilité est la résultante d'un certain nombre d'effets qui sont détaillés dans les rapports des chantiers dédiés du PTEF :

- Pour la mobilité quotidienne, le télétravail et l'urbanisme des courtes distances
- Pour la mobilité longue distance, la part de la mobilité professionnelle, et une baisse des déplacements de courte durée.

2. Une baisse des parts modales de la voiture

Des hypothèses volontaristes de report modal sous-tendent les visions proposées, sur la mobilité quotidienne comme sur la longue distance. Ces hypothèses nous paraissent à la fois réalistes et souhaitables.

Sur la mobilité quotidienne, **la part modale du vélo classique et des 2 roues électriques (dont le VAE)** est proposée à **25 %** (respectivement 8 et 17 %), permettant de couvrir une part majeure des déplacements de 20 km ou moins.

La part des **transports en commun augmente**, au détriment de la voiture individuelle avec le développement des capacités et du service offert, passant de 10,7 à **14,7 %** tandis que la part de la marche retrouve un niveau cohérent avec les distances à parcourir à 4 %.

Au global, **dans la mobilité quotidienne la part modale de la voiture individuelle** en Passagers.kilomètres ressort dans la vision résiliente à **55,1 % contre 83,6 % actuellement**.

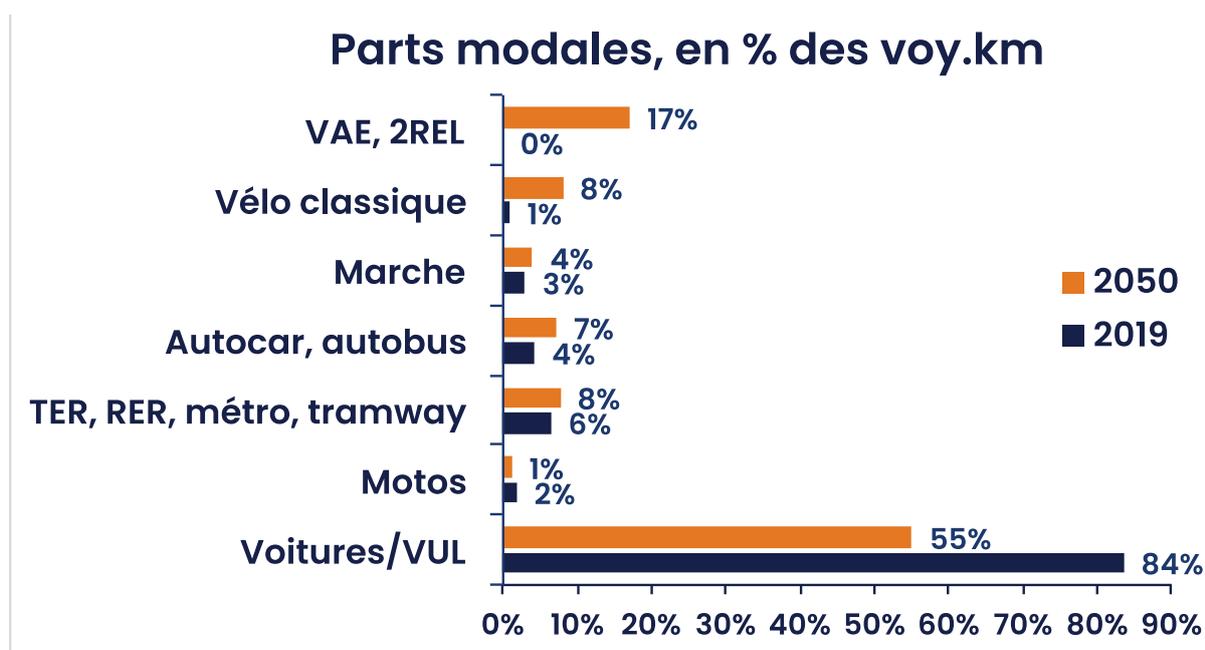


Figure 26 : Parts modales de la mobilité quotidienne avant et après transformation, en % des p.km

Pour la longue distance, le réinvestissement dans le réseau et les infrastructures ferroviaires (TGV et train classique) engendre un report de la voiture et de l'aérien en métropole vers le train.

La part modale de la **voiture diminue en conséquence de 43,4 % à 34,6 %**, pour la mobilité longue distance.

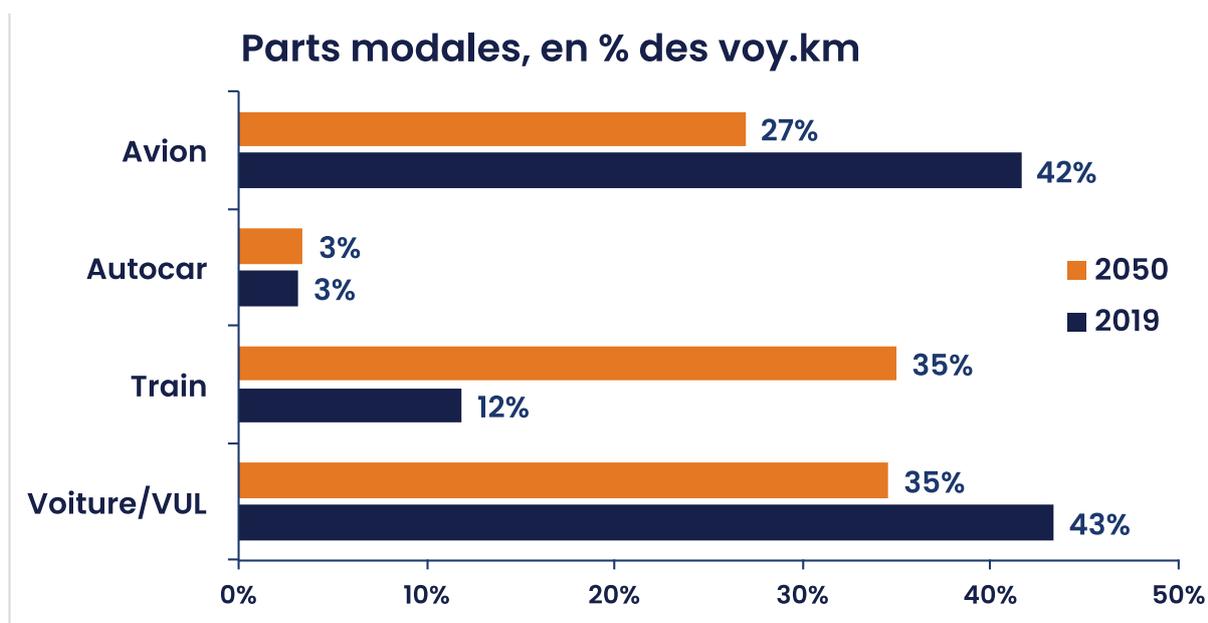


Figure 27: Parts modales de la mobilité longue distance avant et après transformation, en % des p.km

Ces données conduisent aux résultats suivants pour **les passagers.km** effectués par an :

		Situation actuelle		Après transformation 2050	
		Milliards de p.km effectués	Part des p.km effectués en %	Milliards de p.km effectués	Part des p.km effectués en %
Mobilité quotidienne	Voitures/VUL	566	84 %	366	55 %
	QEL	0	0 %	0	0 %
	Motos	12	2 %	8	1 %
	TER, RER, métro, tramway	44	6 %	51	8 %
	Autocar, autobus	29	4 %	47	7 %
	Marche	20	3 %	27	4 %
	Vélo classique	6	1 %	53	8 %
	VAE, 2REL	0	0 %	113	17 %
Total mobilité quotidienne		677	100 %	665	100 %
Mobilité longue distance	Voiture/VUL/Motos	248	43 %	198	35 %
	Train	68	12 %	201	35 %
	Autocar	18	3 %	20	3 %
	Avion	238	42 %	155	27 %
	Total mobilité LD hors international	572	100 %	573	100 %

Tableau 3: Synthèse de la demande de mobilité avant et après transformation, et parts modales, en milliards de p.km et en %

3. Taux de remplissage des voitures : vers un usage plus collectif des voitures

Le taux de remplissage des véhicules est d'ordre 1 dans les projections de véhicules. kilomètres nécessaires pour couvrir les besoins de mobilité, en courte comme en longue distance.

Le taux de remplissage pondéré issu des travaux récents³⁹ est en légère évolution par rapport aux études plus anciennes du CGDD. L'ambition **d'amélioration de 10 % du taux de remplissage des véhicules** porte sur la mobilité quotidienne et est ambitieux mais accessible au regard de l'évolution des comportements et des pratiques de covoiturage⁴⁰.

	Situation actuelle	Après transformation 2050
VP courte distance	1,4	1,54
VP longue distance	2,2	2,21
Taux de remplissage pondéré des distances	1,57	1,72

Tableau 4 : Projection des taux de remplissage des VP avant et après transformation

B. Le parc et le marché 2050, dans ce contexte de transformation des mobilités

1. Baisse conséquente de la mobilité du parc en 2050

Pour les VP, l'effet combiné de la baisse de la demande de mobilité, du report vers des modes de transport autres que la voiture individuelle et l'évolution à la hausse du taux de remplissage se traduit par une **réduction significative de la mobilité du parc, de - 40 %, par rapport à 2019.**

Sur les VUL, la baisse est moins sensible. Le secteur du Fret a en effet considéré que la part des VUL dans la mobilité reste constante entre 2019 et 2050 du fait qu'une partie des usages des artisans ou des livreurs des derniers kilomètres pourront plus difficilement être reportés sur d'autres modes ou effacés. Une partie des services de Transports de personnes à la Demande sera également assurée par des VUL. En revanche, l'amélioration des taux de

³⁹ voir rapport mobilité quotidienne du PTEF et thèse d'A. Bigo

⁴⁰ Selon des travaux précédents (notamment Décarboner la mobilité en Vallée de la Seine, 2020), il s'agit d'une évolution qui demande des changements de comportements ambitieux (organisation en amont, adaptabilité des horaires de trajets), a fortiori si les pkm voiture sont en réduction significative.

chargement, le report de certains usages du transport de marchandises vers des modes décarbonés poussent la mobilité de ce parc à la baisse. Au global, **la mobilité du parc VUL subit une baisse de -20 % entre 2019 et 2050.**

Nous prendrons pour la suite des calculs ces points pivots. Compte tenu de la sensibilité de ces valeurs au taux de remplissage et aux parts modales, il est raisonnable de prendre ces valeurs comme des ordres de grandeur.

2. Le marché des véhicules neufs en 2050 encaisse la même baisse

L'impact direct (et en premier ordre proportionnel compte tenu de l'horizon et du renouvellement du parc) de cette évolution est **une baisse des marchés des véhicules neufs.** Cette baisse aura aussi des impacts sur les activités aval: commerce, pièces détachées, entretien, assurance et distribution, **dans les mêmes ordres de grandeur.**

Bilan VP		Situation actuelle 2019	Vision résiliente 2050	Variation 2050/2019
Mobilité du parc automobile VP France	Gvh.km	467	280	-40 %
Impact sur le marché neuf	Mveh/an	2,10	1,25	-40 %

Bilan VUL		Situation actuelle 2019	Vision résiliente 2050	Variation 2050/2019
Mobilité parc automobile VUL France	Gvh.km	84	68	-20 %
Impact sur le marché neuf	Mveh/an	0,45	0,36	-20 %

Tableau 5: Mobilité du parc automobile en VP et en VUL, avant et après transformation, en milliards de véhicule.kilomètre, et conséquence sur le marché annuel des véhicules neufs en millions de véhicules par an

C. Les technologies des motorisations foisonnent

De nombreuses technologies sont aujourd'hui disponibles, avec des potentiels de décarbonation plus ou moins importants. Certaines technologies sont à des niveaux de maturité moindre tel le véhicule hydrogène - pile à combustible (H2-PAC)..

Pour autant, aucune de ces technologies n'est sans risque ou impact d'un point de vue environnemental, économique ou de criticité des ressources. Il n'y aura pas de motorisation ou d'énergie propre pour l'industrie automobile.

Le tableau 6 synthétise les principaux bénéfices et impacts des technologies de motorisations (et carburants associés) envisagées pour répondre aux besoins de décarbonation de l'automobile.

	Usage WtW		GES fabrication véhicule	Criticité des ressources	Qualité Air	Infrastructure
	GES gCO ₂ e /km	Energie primaire				
Essence (référence)	100	1	6 tCO ₂ e		TtW	
Diesel	87	1	6 tCO ₂ e		TtW	
Biocarburant 2G (*)	22		6 tCO ₂ e	Biomasse (***)	WtT+TtW	Production
VE Batterie Fr	<10	1	12 tCO ₂ e	Li, Co, Cu	WtT	Distribution (IRVE)
H2 - PAC	25(**)	x 2	11 tCO ₂ e	Pt, Cu	WtT	Production/Transport/Distribution
Plug In Hybride	30-110	1	7,2 tCO ₂ e	Li, Co, Cu	WtT+TtW	Distribution (IRVE)
e-(bio)-fuel	<30	tbd	6 tCO ₂ e	Biomasse (***)	WtT+TtW	Production
Biogaz	10		6,5 tCO ₂ e	Biomasse (***)	WtT+TtW	Production / Distribution

Tableau 6 : Synthèse des impacts des différentes technologies de motorisations

(*) paille de blé – source : <http://www.carbone4.com/publication-transport-routier-motorisation-alternatives/>
 (**) électrolyse Fr – source : <http://www.carbone4.com/publication-transport-routier-motorisation-alternatives/>
 (***) rebouclage ressources Biomasse PTEF

Le véhicule électrique à batterie semble être le plus prometteur, même si plusieurs conditions doivent être mises à son déploiement massif et à la limitation de ses impacts :

- Limitation de l'impact de fabrication, aujourd'hui à environ 12 tCO₂e pour un véhicule moyen. Cette limitation passe par une réduction importante de la masse du véhicule, une maîtrise de la capacité de la batterie et une décarbonation de l'énergie utilisée pour la fabrication de la batterie.
- Décarbonation de l'électricité, pour son usage. De ce point de vue, la France dispose d'un avantage certain, qu'il s'agira de maintenir d'ici 2050.
- Limitation de la dépendance aux ressources critiques, par la maîtrise de la demande (volume du marché) et l'engagement massif dans le recyclage de ces matières
- Déploiement parallèle des infrastructures de recharge, en maîtrisant le maillage et les puissances installées
- Accessibilité économique : ces véhicules présentant un coût supérieur en particulier lié à la batterie et à sa taille (modèles économique innovants, soutien à l'achat pour certaines populations, dimensionnement de la batterie au juste nécessaire).

Certains carburants liquides ou gazeux peuvent présenter un potentiel de décarbonation important, et pourraient répondre à certains besoins de la mobilité longue distance. Certains verrous sont à lever en termes de maturité et d'efficacité industrielles des filières de production de ces carburants, notamment en termes de coût. Pour les biocarburants, la principale limite concerne la quantité de biomasse accessible pour l'usage de l'automobile compte tenu des compétitions d'usage (alimentation, aéronautique et autres modes de transports, biomasse énergie, biomatériaux pour la construction ou la chimie,...) et de la ressource disponible sur le territoire français sans impact sensible sur le changement d'usage des terres.

Compte tenu de ces éléments, nous proposons de **créer un cadre propice à l'évaluation du potentiel de ces carburants décarbonés** en fonction de leur disponibilité et des arbitrages les plus pertinents pour allouer cette ressource (aviation, industrie, ferroviaire..).

Encadré 5 : Les carburants liquides ou gazeux décarbonés

Il existe beaucoup de candidats au titre de « carburant durable » qui peuvent provenir de deux filières : la biomasse et l'électricité. Ci-dessous les définitions par l'IFPEN :

“Carburants issus de la biomasse :

- *Les biocarburants de 1^{ère} génération (éthanol, biodiesel), issus de la fermentation de la biomasse agricole, mais en provenance de cultures destinées à l'alimentation*
- *Les huiles végétales, issues de l'hydrotraitement d'huiles végétales, d'huiles alimentaires usagées ou de graisses animales*
- *Les biocarburants de 2^{ème} génération, issus de sources végétales non alimentaires dont les “déchets” agricoles*
- *Le biogaz, issu de la fermentation et de la méthanisation de matières organiques animales ou végétales.*
- *Carburants produits à partir d'électricité*
- *Carburants gazeux (e-hydrogène ou e-méthane), obtenu pour produire du H₂, qui peut être combiné avec du CO et du CO₂*
- *Carburants liquides de synthèse”*

Ces carburants sont à des états de maturité et de viabilité économique différents. Leur pertinence et le potentiel de décarbonation dans l'usage de l'automobile sont encore à évaluer, notamment vis -à -vis des enjeux énergie et ressources associés.

Ils pourraient néanmoins, dans des quantités limitées, constituer une solution adaptée pour le parc existant et un complément à l'électrification.

Un nécessaire limitation des quantités potentiellement allouées pour les VP et les VUL.

La consommation de carburants a été en 2019 de 29,6 millions de m³ pour les VP et de 8,7 millions de m³ pour les VUL, soit 38,3 millions de m³ au global.⁴¹

En ordre de grandeur, le pourcentage de biocarburant incorporé dans ces volumes est d'~8 %, soit 3 millions de m³.

Une hypothèse pour la vision résiliente pourrait être de rester dans les niveaux actuels de consommation pour les carburants liquides ou gazeux décarbonés, par exemple rester autour de 3-4 millions de m³ pour le transport routier.

Avec les hypothèses d'évolution de la mobilité du parc, de baisse de consommation unitaire prise à 50 % sur la période et le pourcentage de véhicules cibles utilisant ces carburants, **le besoin en 2050 est estimé en millions de Tep au même niveau que le volume actuel.**

⁴¹ URF – Faits et chiffres 2020

IV. Les transformations sur les trois axes et les mesures pour se mettre en marche

A. AXE 1 : Réduire l’empreinte carbone des véhicules hors de leur phase d’usage

1. Réduire la quantité de matériaux utilisés en allégeant sensiblement les véhicules

La façon la plus évidente de réduire l’empreinte carbone de fabrication d’un véhicule est de diminuer la quantité de matière utilisée et donc, à iso-matériaux, de réduire sa masse.

L’application de ce principe à la voiture conduit à proposer d’alléger drastiquement les véhicules, ce qui, comme on l’a vu, constitue une rupture importante de l’évolution des 60 dernières années.

Nous retenons dans notre vision résiliente :

**Un objectif de réduction de la masse moyenne
des véhicules VP de 250 à 300 kg hors batterie, et de 170 kg pour les VUL,
pour atteindre un parc de voitures de moins d’une tonne.**

Pour les VUL, les dimensions et la masse sont des résultantes de la capacité d’embarquement et de charge. Il n’est donc pas pertinent d’adopter le même objectif de réduction de masse que les VP. Nous retenons un effort de 10 % à iso-motorisations, par rapport à la masse moyenne actuelle (de 1680 kg pour les VUL).⁴²

Par comparaison, une Peugeot 306 essence 1,4 pesait 1040 kg au début des années 2000.

Nous proposons de revisiter complètement la taille et l’équipement des véhicules, en les adaptant au juste besoin et en interrogeant la dérive inflationniste des dernières décennies,

⁴² *The Shift Project* – Panorama des motorisations

poussée à la fois par un surenchérissement des équipements mais aussi des exigences de sécurité.

Cette dérive rend à la fois les véhicules plus lourds mais aussi plus chers et donc ne va pas dans le sens de leur accessibilité.

A l'inverse, une réduction de la masse des véhicules fait entrer la conception dans un cercle vertueux dans la mesure où la masse dimensionne une bonne partie des équipements et des organes du véhicule. Un véhicule moins lourd conduit à une motorisation moins puissante, des performances moins élevées, des dimensionnements de trains roulants, de pneumatiques et de freins plus faibles, des équipements de sécurité plus adaptés.

2. Supprimer l'avantage à vendre des véhicules lourds

La première mesure que nous proposons sur ce sujet se situe au niveau européen et consiste en la suppression de l'index correctif basé sur la masse dans le calcul de l'objectif moyen en CO₂e /km des constructeurs.

Ce coefficient a pour conséquence de rendre moins élevé l'objectif CO₂e des constructeurs dont la masse moyenne des véhicules neufs vendus en Europe est élevée (plus élevée que la moyenne totale des véhicules vendus en Europe). Cette mesure, destinée initialement à amortir l'effort des constructeurs de véhicules « lourds », notamment allemands, apparaît aujourd'hui comme un frein notable à la baisse de masse globale des véhicules et comme source d'une distorsion importante entre les constructeurs.

À l'inverse, un constructeur de véhicules légers se voit appliquer un objectif plus sévère.

Proposition 1 – Supprimer l'index masse dans le calcul de l'objectif CAFE des constructeurs



Ce mécanisme permet aux constructeurs de continuer à développer et vendre des véhicules lourds mais contribue à pénaliser ceux qui ont une masse moyenne de véhicules vendus la plus faible.

En effet, les objectifs constructeurs sont définis via une formule [31] :

$$\text{Objectif} = 95 + a \times (M - M_0)$$

La valeur de a va certes diminuer en 2020, mais un constructeur dont la masse moyenne des véhicules vendus est supérieure à celle de la totalité des véhicules vendus en Europe se voit allouer un bonus d'objectif de 3,33 g par tranche de 100 kg.

A l'inverse, un constructeur de véhicules légers se voit pénaliser dans les mêmes proportions.

Cette règle est devenue anachronique et doit être abrogée au plus tôt.

Date d'application proposée : au plus tard en 2025

Cette mesure est de nature à orienter l'offre vers des véhicules plus légers. Elle permettra également d'interroger systématiquement l'intérêt d'équipements ou de contraintes consoméristes, dès lors que la non-réduction de la masse moyenne du constructeur pourra engendrer des amendes importantes.

3. Orienter l'offre et la demande vers des véhicules légers

Au niveau national, nous reprenons donc la proposition de mise en place d'**un système de bonus sur la masse des véhicules**, en complément du système en place de bonus – malus sur les émissions de CO₂.

Cette mesure doit s'accompagner d'une **révision du seuil du malus sur la masse**, actuellement largement insuffisant pour orienter différemment le marché. Cette mesure, dont le principe existe déjà, peut être mise en place très rapidement.

Proposition 2 – Mettre en place un système de bonus sur la masse, et baisser le seuil actuel du malus en cohérence des objectifs de baisse de masse moyenne



Le seuil actuellement retenu dans la loi pour le malus sur la masse (1800 kg) n'est pas suffisamment incitatif pour orienter réellement le marché vers des véhicules plus légers (segments A, B et micro-voitures)[42]. Il est proposé de revoir ce dispositif en le réorientant vers un système plus global de bonus/malus sur la masse des véhicules, au niveau national.

Il est proposé de mettre le seuil de malus à 1300 kg dans le prochain quinquennat, puis d'adopter une trajectoire compatible de la cible de baisse de -300 kg hors batterie d'ici 2040. Le bonus sur les véhicules les plus légers encouragera les actes d'achat mais aussi les offres sur ce type de véhicules, segment sur lesquels les constructeurs français ont un réel savoir-faire et sont fortement présents.

Les véhicules pour les familles nombreuses seraient traités spécifiquement vis-à-vis du malus.

Les véhicules électriques sont comptés hors batterie, mais avec une masse maximum batterie incluse, au-delà de laquelle le véhicule est soumis au malus (2t puis 1,5t par exemple).

Cette proposition reprend celle de France Stratégie de 2019⁴³.

Date d'application proposée : en 2022

L'effet attendu d'une telle mesure peut s'évaluer avec l'hypothèse d'un basculement de 10 % de véhicules neufs vers des véhicules d'environ 100 kg plus légers, équivalant à un gain de 6 gCO₂/km et de 8 % sur les émissions de fabrication. Au total, sur la base du marché 2019 et d'une durée de vie de 200 000 km, **le gain est estimé à environ 2,5 MtCO₂**.

Cette mesure de bonus-malus présente l'avantage de pouvoir être **mise en place rapidement et d'avoir des effets à court terme, tant sur la fabrication que sur l'usage**. Elle peut être considérée comme **une mesure transitoire** avant son remplacement par la mise en place d'un dispositif de bonus - malus sur l'efficacité énergétique des véhicules au niveau national, puis des objectifs réglementaires au niveau européen (voir proposition n°5).

4. Encourager la prise en compte de l'empreinte carbone sur l'ensemble de cycle de vie

Au niveau national, nous proposons l'**étiquetage obligatoire de l'empreinte carbone des véhicules neufs vendus en France** en intégrant la batterie sur les véhicules électriques, et l'indication de la provenance – le ou les pays de fabrication, en se basant sur la valeur ajoutée globale.

L'objectif de cette mesure est de donner la parfaite information aux consommateurs sur l'origine et le contenu carbone du produit.

Nous disposons en France d'un label garantissant, sur la base de critères objectifs et opposables, l'origine française des produits, le label Origine France Garantie⁴⁴. Peu de véhicules sont labellisés aujourd'hui (DS3, DS7, Toyota ProAce et Yaris), quand bien même d'autres véhicules sont fabriqués en France. Nous proposons donc corollairement à

⁴³ France Stratégie – Note d'analyse de juin 2019 « Comment faire enfin baisser les émissions de CO₂ des voitures ? »

⁴⁴ Label Origine France Garantie

l'étiquetage de l'empreinte carbone des véhicules de promouvoir ce label et d'en faire un critère dans les achats publics et parapublics.

Proposition 3 – Rendre obligatoire l'affichage de l'empreinte carbone de fabrication des véhicules neufs et de leur origine



Sur le modèle du labelling actuel sur les émissions à l'usage, il est proposé de rendre public et obligatoire l'affichage de l'empreinte carbone de fabrication des véhicules neufs, y compris de la batterie électrique.

Cet affichage est proposé en tCO₂e au véhicule. Il pourrait s'appliquer dès qu'une méthodologie sera standardisée et pourra servir à terme à une réglementation, en particulier quand les émissions de fabrication du véhicule seront prédominantes sur les émissions à l'échappement.

En complément, un affichage de l'origine (basée sur la valeur ajoutée totale) est proposé de manière à donner au consommateur l'information de l'origine du véhicule qu'il souhaite acheter.

Le label « Origine France Garantie » par exemple, pourrait faire l'objet d'un critère dans les achats publics, dans la fiscalité sur les véhicules de société ou bénéficier d'un sur-bonus.

À terme, une réglementation européenne basée sur l'Analyse du Cycle de Vie complet pourra prendre le relais.

Cette disposition d'affichage du contenu carbone doit également pouvoir s'appliquer aux 2 roues motorisés, aux vélos à assistance électrique et aux quadricycles légers électriques.

Date d'application proposée : 2022 pour l'intégration de nouveaux critères dans les achats publics français.

Date d'application proposée : en 2025

Pour essayer de mesurer l'impact d'une telle mesure, on peut faire l'analogie avec l'étiquetage Nutri-Score sur les produits alimentaires. Santé Publique France mène des

enquêtes pour suivre l'évolution de la notoriété, de la perception et de l'utilisation de ce logo sur les actes d'achat.⁴⁵

En septembre 2020, 57 % des personnes interrogées connaissant le logo Nutri-Score, déclaraient avoir modifié une ou plusieurs habitudes d'achat. Ainsi, le Nutri-Score a déjà eu un impact sur le fait de :

- Changer de marque pour un même produit (39 %, +16 points par rapport à mai 2019),
- Choisir un produit avec un meilleur score plutôt qu'un autre avec un moins bon score au sein d'un même rayon (36 %, +12 points),
- Limiter l'achat de produits avec de moins bons scores (34 %, +11 points),
- Changer durablement certaines habitudes alimentaires (35 %, +10 points)

Sans pousser trop loin l'analogie, nous faisons l'hypothèse que 20 % des acheteurs de VP neufs choisiront de changer de marque, de modèle ou de motorisation pour un véhicule plus sobre en fabrication de 10 %, soit 0,6 t CO₂e. Cela peut représenter un ordre de grandeur de **250 000 t** CO₂e économisées par an en France, soit **2 % des émissions de fabrication des VP**, sur la base des données 2019.

5. Batterie : autonomie, capacité et empreinte carbone

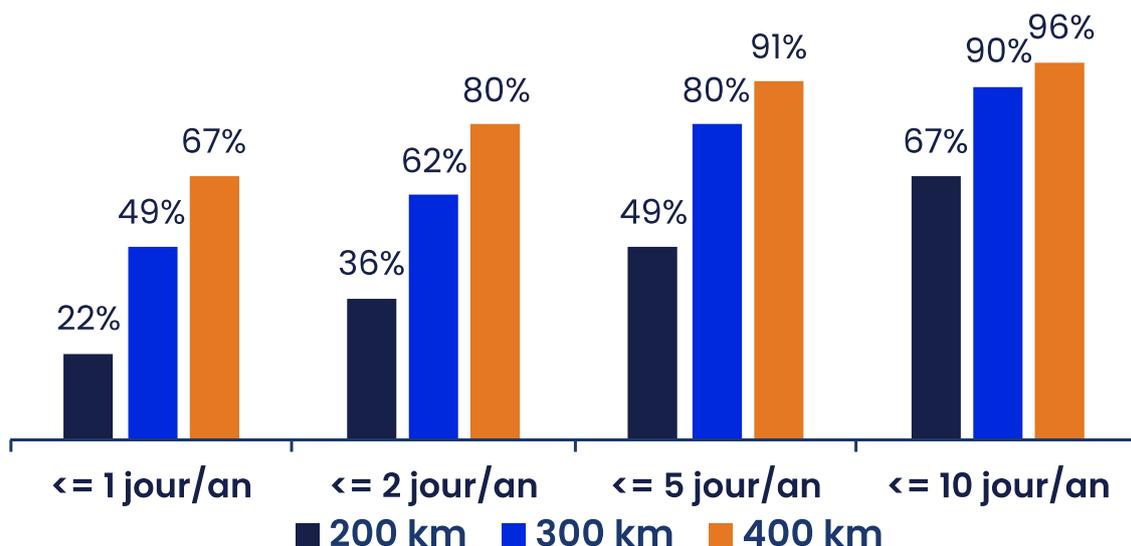
La question de l'autonomie et de la capacité de la batterie est centrale dans le déploiement des véhicules électriques.

Sans préjuger des progrès techniques qui seront sans aucun doute apportés dans les prochaines années, et qui vont sans doute conduire à des gains sensibles en densité énergétique des batteries, l'analyse des déplacements conduit d'ores et déjà à proposer des batteries de capacité contenue pour la très grande majorité des usages.

En effet, les trajets de moins de 200 km représentent 75 % des kilomètres parcourus⁴⁶. De plus, la fraction des jours où une autonomie de plus de 150 km est nécessaire est très faible, de l'ordre de 3 % [36].

⁴⁵ Santé Publique France - Le Nutri-Score

⁴⁶ CGDD ENTD 2008



Source : BEUC (2021)⁴⁷ - Illustration : UFC – Que choisir

Figure 28 : Nombre de jours pendant lesquels les consommateurs dépassent l'autonomie maximale de leur véhicule électrique selon l'autonomie de la batterie et devront recharger leur véhicule sur leur trajet.

Lecture : avec un véhicule d'une autonomie de 300 km, pour 62 % des conducteurs, la recharge sur un parcours sera nécessaire au plus 2 jours par an.[38]

Parallèlement, l'optimal économique aussi bien pour les clients de véhicules électriques que pour les opérateurs de recharge semble d'orienter vers **une capacité maximale de batterie de l'ordre de 50 à 65 kWh** et des chargeurs de 22 à 50 kW. [39]

Par ailleurs, les émissions de CO₂e de fabrication des batteries sont proportionnelles à leur capacité de stockage en kWh. La maîtrise de cette capacité est donc une condition de maîtrise des émissions globales.

⁴⁷ BEUC Electric cars already cheapest option today for many consumers new study finds, 2021

Émissions unitaires totales de la production de batteries (kg CO₂e /kWhc) – kWhc : kWh de capacité de stockage

Zone de production	Valeur	Année de validité	Commentaires
Chine	119	2022	Somme des contributions de la phase d'extraction des matières premières et de la consommation électrique de manufacture.
Corée du Sud	109		
Union Européenne	89		
Pologne	132		
France	67		
Chine	91	2030	
Corée du Sud	86		
Union Européenne	76		
Pologne	98		
France	65		

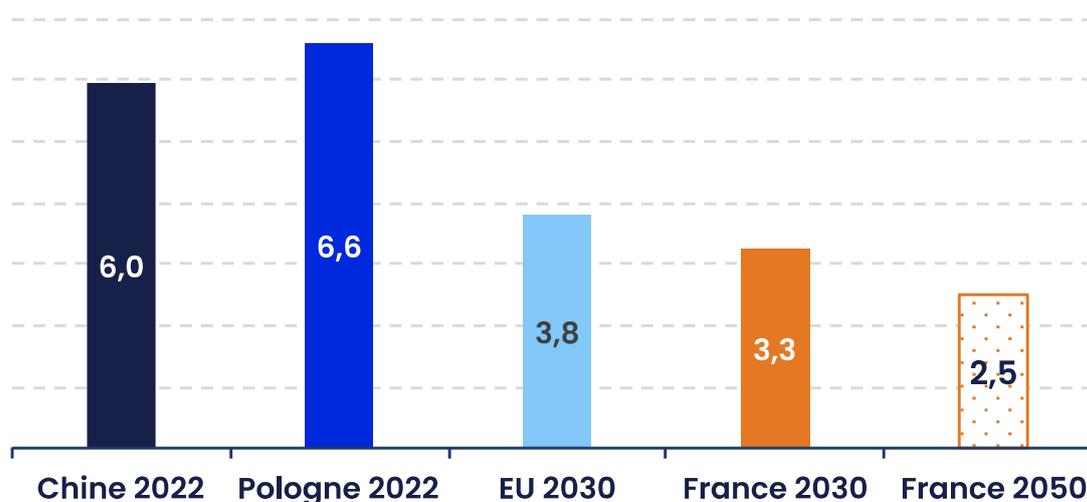
Calculs : The Shift Project

Tableau 7 : Émissions unitaires de la production de batterie, en kg CO₂/kWhc

Pour une batterie de capacité de 50 kWh, la figure 35 montre l'estimation de l'empreinte carbone de fabrication en fonction du pays de fabrication et l'évolution attendue, en fonction du contenu carbone de l'électricité.

Le point 2050 considéré pour notre vision résiliente, avec des émissions de l'ordre de 50 kg CO₂e/kWh est sans doute atteignables plus rapidement.

Empreinte de fabrication d'une batterie 50 kWh, en tCO₂e



Hypothèse France 2050 : 50 kgCO₂e/kWhc

Figure 29 : Empreinte carbone de fabrication d'une batterie de 50 kWh, en t CO₂e

Nous retenons dans notre vision résiliente :

La taille de la batterie limitée à

50 kWh pour les VP

60 kWh pour les VUL

La tentation est forte en effet de se lancer dans une course à l'autonomie et à des tailles de batteries de plus en plus importantes. Mais les conséquences d'une telle tentation seraient importantes :

- Un coût et une masse trop élevés réservant son utilisation aux VE premium inaccessibles à la majorité
- Une empreinte écologique plus difficile à compenser par l'exploitation et un besoin en matériaux plus important
- Un recours à des charges rapides encore plus puissantes. Ces charges ultra-rapides ont un effet négatif sur l'empreinte carbone : déployées massivement, elles pourraient créer à certains moments des appels de puissance qui imposeraient le démarrage d'une production électrique d'appoint potentiellement en gaz. Leur installation impose par ailleurs des investissements lourds économiquement et en matériaux, qui ne seront pleinement utilisés qu'une fraction très faible du temps (<10 %).

L'empreinte carbone de la batterie peut être découpée selon les étapes de fabrication.

kg/CO ₂ e / kWh	Extraction	Raffinage	Fab. des électrodes	Fab. des cellules	Fab. du pack	Recyclage	Total
2019	27	22	38	33	11	3	~ 130
2030	4	8	27	24	8	1	~ 70

D'après WEF [40]

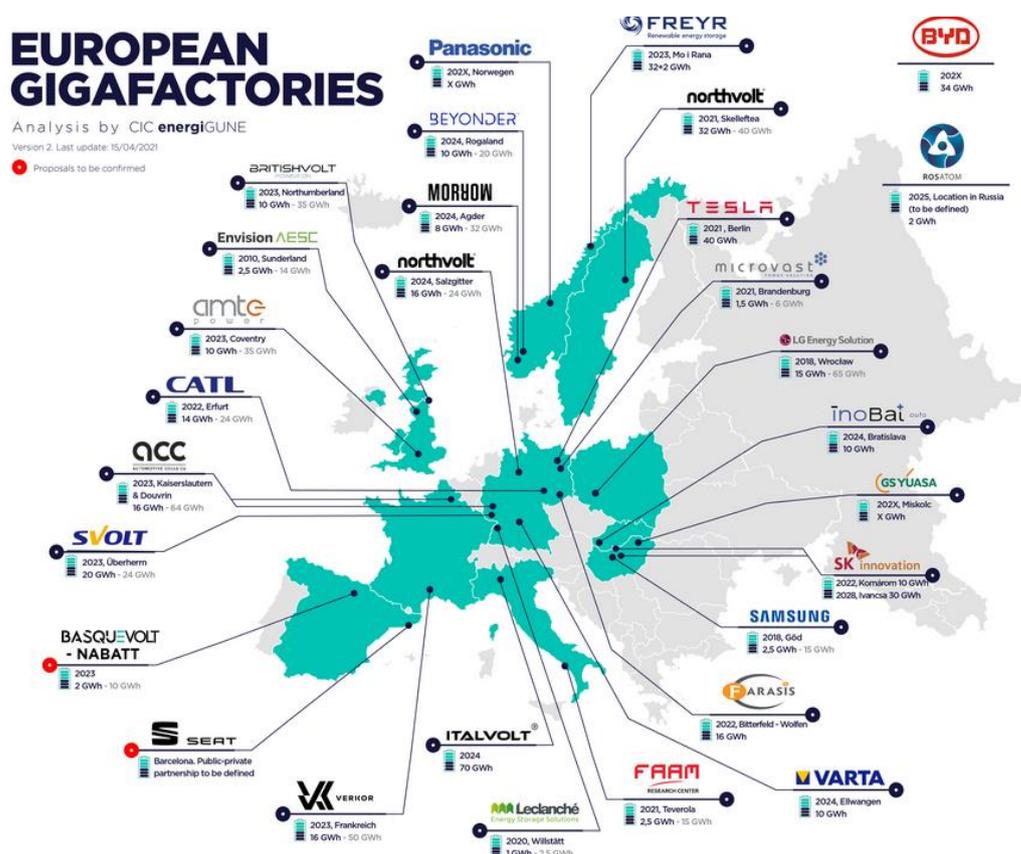
Tableau 8 : Empreinte carbone des différentes étapes de la fabrication d'une batterie, en gCO₂e/kWh

Les étapes d'extraction et de raffinage sont certainement difficilement relocalisables en Europe.

La fabrication des matières actives nécessite des investissements lourds, et ses processus industriels sont très spécifiques. Cette étape est très énergivore, notamment dans la phase de calcination, fortement consommatrice de chaleur. L'industrialisation à court ou moyen terme de cette phase en Europe reste à instruire.

En revanche, les étapes de fabrication des cellules et du pack, elles aussi fortement consommatrices d'énergie et émettrices de GES peuvent et doivent être intégrées en Europe, et notamment dans les pays à électricité bas-carbone (Norvège, Suède et France) afin de bénéficier du meilleur bilan possible.

Or, les annonces d'installations de « gigafactories » en Europe font apparaître des implantations dans des pays à énergies encore fortement carbonés, comme on le voit sur la figure 30.



Source : CIC energigUNE [41]

Figure 30 : Gigafactories en Europe, mis à jour en avril 2021

À titre de comparaison, à date, les projets annoncés en Allemagne représentent environ 240 GWh, et seulement 106 GWh en France alors même que le contenu carbone de l'électricité est plus bas en France.

Sur la fabrication des batteries, comme sur celle des véhicules complets, **le calcul et l'affichage, puis l'encadrement de l'empreinte carbone est une voie** dans laquelle il faut s'engager très rapidement.

La Commission européenne a pris conscience des enjeux industriels et d'émissions de la production des batteries automobiles. Un certain nombre de réflexions et de projets de réglementation sont déjà sur la table. Le calendrier prévisionnel de l'Agenda Européen de la Batterie est le suivant :

- Juillet 2024 : déclaration des émissions de CO₂ des batteries
- Janvier 2026 : étiquetage énergétique des batteries
- Janvier 2027 : annonce des teneurs en cobalt, plomb, lithium ou nickel recyclé
- Juillet 2027 : mise en place d'un plafond d'empreinte carbone maximum
- Janvier 2030 : intégration d'un seuil minimum de matériaux issus de la valorisation de déchets
- Janvier 2035 : hausse du seuil minimum de matériaux recyclés.

Nous recommandons pour notre part l'accélération de ce calendrier sur les points suivants :

- Étiquetage énergétique : Janvier 2024
- Intégration d'un seuil minimum de matériaux issus de la valorisation de déchets : janvier 2027, et hausse progressive à partir de 2030

B. AXE 2 : Développer, produire en France et diffuser en grande série des véhicules sobres et bas carbone

1. Prendre en compte l'évolution des ventes de véhicules neufs en Europe

Pour tenir compte de l'évolution rapide des ventes de véhicules électriques et hybrides rechargeables, et pour éviter les effets d'aubaine sur le calcul CAFE de l'objectif des constructeurs, nous proposons de supprimer dès 2025 le dispositif de crédit d'objectif ZLEV (*Zero and Low-Emissions Vehicle*).

Le résultat attendu est une convergence plus rapide des trajectoires CO₂e des constructeurs qui seraient amenés à privilégier les véhicules moins émissifs dans leur mix de vente.

Proposition 4 – Supprimer le crédit ZLEV dès 2025



Le crédit ZLEV (Incentive mechanism for zero- and low-emission vehicles) permet de comptabiliser avec un bonus les véhicules électrifiés homologués en-dessous de 50g CO₂e /km, incluant donc les hybrides rechargeables, dans le calcul des émissions moyennes des constructeurs. Ce dispositif récompense de manière disproportionnée les véhicules hybrides rechargeables dont les émissions sont

fréquemment plus de 2 à 4 fois plus importantes en conduite réelle que lors des tests d'homologation WLTP.

À partir de 2025, le système de crédit pour les ZLEV est prévu d'être modifié mais permettra aux constructeurs un objectif jusqu'à 5 % supérieur s'ils vendent au moins 15 % de véhicules à faibles émissions. Il est plus que probable que tous les constructeurs seront au-delà de ce seuil et bénéficieront de ce bonus, qui n'assurera dès lors plus son rôle incitatif.

La Commission européenne prévoit de supprimer ce crédit à partir de 2030, ce qui paraît une échéance lointaine.

Il est proposé de supprimer ce crédit dès 2025.

Date d'application proposée : 2025

Les propositions 1 et 4 auront pour effet de ramener le CAFE des constructeurs concernés au niveau de la valeur pivot, 95 g CO₂e /km pour la période 2020–2025. Cela peut signifier entre 3 et 8 grammes sur chaque vente de véhicules neufs.

Nous estimons le gain global au niveau des ventes de véhicule neufs en Europe à 300 000 tCO₂e/an, sur la base des ventes 2019, et en considérant que tous les constructeurs ont le même objectif à 95 g CO₂e /km.

Sur la durée de vie de 200 000 km, le gain en ordre de grandeur est estimé à 4 Mt CO₂e au niveau européen, par rapport à la situation actuelle.

La portée CO₂e de cette mesure peut paraître modeste, mais elle contribue à l'équité entre constructeurs, en cohérence avec notre axe de transformation. Elle annule une prime à la masse mais aussi la pénalisation de l'allègement dans le calcul 2021.[31]

2. Diffuser massivement ces véhicules sobres

Un des enjeux majeurs de la décarbonation rapide du parc est non seulement d'orienter le marché vers des véhicules plus efficaces, mais aussi de faire en sorte qu'ils **soient accessibles au plus grand nombre et le plus rapidement possible**.

Le renforcement et la pérennité de **dispositifs incitatifs forts** nous paraissent nécessaires pour cette diffusion en masse de ce type de véhicules, sur la base des systèmes de bonus-malus existants et sur celui que nous proposons sur la masse (proposition n°2).

Une mesure de conditionnalité pourrait être introduite sur ces dispositifs pour **moduler le bonus et le malus en fonction de l'écart en émissions de CO₂ entre le véhicule remplacé**

et le véhicule remplaçant. Ce système permettrait d'accélérer la diffusion des véhicules les moins émissifs tant au niveau du marché du neuf que de l'occasion.

En complément, il est proposé de renforcer les dispositifs d'accompagnement permettant aux ménages **les moins aisés et les plus contraints en termes de mobilité d'acquérir un véhicule sobre**, neuf ou d'occasion. En clair, les ménages dépendants de la voiture pour leurs déplacements et aux revenus les plus faibles doivent pouvoir bénéficier d'une aide différenciée à l'achat de véhicules sobres. Ces dispositifs existent déjà dans la législation, mais doivent être renforcés, par des aides nationales ou locales, et faire l'objet d'une information plus intense⁴⁸.

3. Véhicule sobre, pas seulement léger, mais globalement efficace

Pour avoir un parc 2050 composé de véhicules sobres, il faut que le marché des véhicules neufs soit composé à 100 % de ceux-ci au plus tard en 2035, du fait du délai de renouvellement du parc.

La caractéristique d'un véhicule sobre est d'avoir un besoin en énergie limité pour rouler. Il répond donc aux exigences d'efficacité suivantes :

- Véhicule léger, avec les leviers et mesures du paragraphe précédent
- Véhicule aérodynamique : sa ligne et sa surface frontale $S.Cx$ (S = hauteur x largeur).
- Véhicule avec peu de dissipation d'énergie, en particulier dans les pneus (ultra basse résistance au roulement, peu larges) et pour ses équipements (accessoires, climatisation...)
- Véhicule avec une motorisation à haut rendement et récupération d'énergie, qu'elle soit hybride ou avec récupération d'énergie ou électrique.

Sur l'aérodynamique, nous proposons une cible de SCx moyen de $0,55 m^2$, ambitieuse mais accessible (voir encadré 6 sur EOLAB). Ce critère est déterminant pour la consommation énergétique au-dessus de 80 km/h, donc en particulier sur route et autoroute, y compris et même surtout pour le véhicule électrique.

Un véhicule sobre permet de limiter l'impact matière et le besoin en énergie au-delà du carbone. C'est aussi un véhicule avec un coût à l'usage réduit.

Le calcul du CO₂ moyen des véhicules neufs vendus, compte tenu de l'électrification, ne promeut pas les véhicules sobres qui pourtant sont économes à l'usage et limitent leur impact environnemental.

⁴⁸ Voir le site du gouvernement : <https://www.primealaconversion.gouv.fr>

Pour orienter l'offre des constructeurs opérant en Europe et le marché vers les véhicules les plus sobres, nous proposons l'instauration d'une réglementation de type CAFE sur l'efficacité énergétique des véhicules neufs. Ce critère, qui pourrait être mis en place progressivement, pourrait être destiné à remplacer le calcul actuel du CAFE CO₂ quand l'ensemble des véhicules neufs vendus en Europe sera zéro émission à l'échappement.

Proposition 5 – Compléter (voire remplacer à terme) le CAFE CO₂ par un CAFE sur la consommation énergétique



Il est proposé, en complément de la trajectoire sur les objectifs CO₂ par constructeur (CAFE), de définir une trajectoire basée sur l'efficacité énergétique des véhicules neufs, en kWh consommés par kilomètre, au niveau européen.

Les données utilisées pour cette mesure de l'efficacité peuvent être issues des valeurs réelles de roulage (via l'OBFCM en place sur tous les véhicules neufs depuis 2021) ou des procédures d'homologation existantes.

Cela permettrait d'inciter à des offres de véhicules plus efficaces, c'est-à-dire plus légers et plus aérodynamiques. Cette mesure de l'efficacité présente l'avantage d'agir à la fois sur les émissions à l'usage mais aussi à la conception, et de prendre en compte de manière discriminante les différentes technologies de motorisation.

Les objectifs doivent être différenciés en fonction du vecteur énergétique. Un constructeur aurait typiquement un objectif pour les véhicules électrique et un objectif pour les véhicules combustion de carburant gazeux ou liquide.

Date d'application proposée : 2030

Cette mesure aura pour effet de permettre la conception de véhicules efficaces, légers et aérodynamiques et leur diffusion massive.

Encadré 6 : Prototype EOLAB, une démonstration que c'est possible

Photo : Renault

En 2014, Renault présentait le prototype EOLAB, un véhicule du segment B, conçu avec un objectif de consommation minimale, dans le cadre du programme national de la voiture à 2l/100km.



Le concept est présenté en 2 motorisations, thermique essence et hybride rechargeable.

3 voies principales peuvent être dégagées pour l'atteinte des performances de sobriété :

- L'allègement par l'utilisation de matériaux plus légers (magnésium, composites...)
- L'allègement par une utilisation moindre de matériaux : pare-brise mince, capot fixe, banquette intégrée, sièges ultra fins par exemple
- La recherche d'un aérodynamisme optimal : véhicule 5 cm plus bas qu'une Clio 4 et voies arrières 10 cm plus étroites qu'à l'avant, pneus étroits (145/70R17).

Le gain en masse atteint sur la version essence est de -400 kg par rapport à la Clio équivalente, à 805 kg. La version hybride pèse quant à elle 955 kg. Le SCx a gagné 30 % à 0,47 m² et l'habitabilité est comparable à une Mégane de l'époque.

Même si EOLAB n'est qu'un concept et utilise des matériaux spécifiques, il est intéressant de noter que des solutions de conception existent pour un allègement drastique et une aérodynamisme maximale des véhicules, dès lors que l'objectif de recherche de l'efficacité énergétique est déclaré prioritaire.

4. Accompagner la décarbonation des motorisations

L'évolution des motorisations dans notre vision résiliente est portée par l'atteinte des objectifs de décarbonation de la mobilité, et la prise en compte des enjeux énergie ressources.

Nos hypothèses 2030 et 2050 de mix motorisations considèrent l'évolution récente des parts de marché des véhicules électrifiés, telle que vu au §1.5 et sur les annonces récentes des

constructeurs, prévoyant une part de véhicules électriques ou électrifiés de 50 % dès 2030. Nous avons également pris en compte les propositions de la Commission européenne d'interdire la vente des véhicules thermiques en 2035.

Cependant, dans une optique de gestion de l'incertitude et d'exploration du champ des possibles, nous avons étudié la possibilité d'une fraction du parc 2050 de véhicules sobres alimentés par des carburants liquides ou gazeux décarbonés (biogaz, carburants de synthèse, biocarburants de 2^{ème} génération).

En effet, il nous paraît pertinent, dans ce contexte de maîtrise de la mobilité du parc et de généralisation des véhicules sobres, de ne pas s'interdire cette option énergétique qui, permet de couvrir les trajets de longue distance en limitant les investissements dans les infrastructures de recharge rapide et de modérer la taille des batteries.

Nous proposons de continuer à explorer le potentiel de ces carburants, tout en menant une analyse transversale (tous secteurs) des usages de la biomasse intégrant la question des compétitions d'usage entre secteur.

En première approche et compte tenu de la structure et de l'usage du parc que nous visons à l'horizon 2050, nous avons considéré une couverture de 0 à 30 % des usages du parc avec ce type de carburant, ce qui conduirait à une quantité de carburant liquide ou gazeux décarboné qui ne serait guère plus élevée en Mtep que celle que nous consommons aujourd'hui (encadré 5).

Le tableau suivant résume les hypothèses de mix motorisations/vecteurs énergétiques retenues dans notre vision résiliente du parc automobile en 2050.

% des vkm parc VP	2018 (467Gv.km)	2050 (280 Gv.km)	% des vkm parc VUL	2018 (84 Gv.km)	2050 (68 Gvkm)
Carburant fossile (essence, diesel, GPL, GNV)	92,5 %	0 %	Carburant fossile (essence, diesel, GPL, GNV)	92,5 %	0 %
Carburant liquide ou gazeux décarbonés	Env. 7 %*	Entre 0 et 30 %**	Carburant liquide ou gazeux décarbonés	env. 7 %*	0 %
Électricité	< 0,5 %	Entre 70 % et 100 % (véhicule électrique ou hybride rechargeable)	Électricité	< 0,5 %	Entre 80 et 100 % (véhicule électrique)
H2 (PAC)	0 %	0 %	H2 (PAC)	0 %	entre 0 et 20 %

* biocarburants incorporés dans essence et diesel

** hybride ou hybride rechargeables

Tableau 9 : Hypothèses 2050 : vecteurs énergétiques & usages du parc automobile

Nota : la capacité à disposer de biomasse pour produire des carburants liquides ou gazeux décarbonés pour les usages de l'automobile est à confirmer par les re-bouclages énergie et biomasse du PTEF. La part des usages du parc possiblement couvert en dépendra, modulo les capacités à produire des e-fuels.

L'automobile étant l'un des modes routiers les plus simples à électrifier, nous prendrons dans la suite des calculs présentés l'hypothèse d'un usage VP 100 % électrique à batterie.

5. Véhicules hybrides rechargeables : pourquoi pas, mais pour des véhicules sobres et des usages adaptés

Rappelons que les véhicules hybrides sont plus lourds que les véhicules thermiques équivalents, car ils contiennent deux motorisations (thermique et électrique). Or, tout poids embarqué supplémentaire implique une consommation d'énergie additionnelle, et donc une perte d'efficacité énergétique à usage égal. Rouler en mode thermique avec un véhicule hybride engendre donc des émissions supérieures au modèle thermique équivalent, d'après l'organisation Transport & Environnement⁴⁹.

Pour autant, les véhicules hybrides rechargeables peuvent présenter une bonne performance du point de vue des émissions, au moins transitoirement, à deux conditions :

- Leur usage doit être maîtrisé, c'est-à-dire que tous les déplacements pouvant être effectués en mode électrique doivent l'être. Cela suppose en particulier que la batterie soit rechargée.
- Ces véhicules doivent être sobres et dimensionnés au juste nécessaire, par exemple : un moteur thermique de 60 à 70 kW et une batterie de 15 kWh paraissent suffisantes pour l'ensemble des usages.

Dans ce contexte, nous proposons donc de mettre en place un dispositif de mesure de l'utilisation en mode électrique des véhicules hybrides rechargeables, de manière à :

- Donner à l'utilisateur l'information de son usage
- Exploiter ces résultats pour conditionner les avantages notamment fiscaux à la bonne utilisation de ces véhicules et garantir ainsi leur contribution effective à la décarbonation.

⁴⁹ T&E – Plug-inhybrids : Is Europe heading for a new Dieseltgate ? – Nov. 2020

Proposition 6 – Maîtriser l’usage des véhicules hybrides rechargeables



Les véhicules hybrides rechargeables peuvent être intéressants du point de vue des émissions dans certains cas d’usage et sous certaines conditions d’utilisation. Ils bénéficient par ailleurs d’un certain nombre d’avantages fiscaux sans contrôle de ces conditions d’usage.

Leur part de marché projetée nécessite cette maîtrise de leur usage de manière à s’assurer que ces véhicules contribuent bien à la réduction des émissions à l’usage.

Il est proposé de mettre en place une phase d’expérimentation du monitoring de l’utilisation de ce type de véhicules. Les données de roulage sont disponibles via l’OBFCM et seront mises à disposition des autorités à partir de fin 2022.

Une exploitation de ces données est envisageable pour une modulation de la TVS (Taxe sur les véhicules de société) à partir de 2024.

Il s’agit de mettre en place les dispositifs permettant leur utilisation optimale (IHM, formation, contrôle de la recharge).

Après cette phase d’expérimentation rapide, un déploiement pourra être mis en place dans le but de conditionner les avantages fiscaux à la bonne utilisation de ce type de véhicules.

Date de l’expérimentation proposée : 2022

Date d’application de la conditionnalité : janvier 2024

Sur la base d’un parc d’environ 2 millions de véhicules hybrides rechargeables en 2030, nous estimons les **émissions évitées** par un usage optimal de ces véhicules entre **1 et 2 MtCO₂e par an**, ce qui fait de cette mesure un levier fort de réduction des émissions à l’usage dans les prochaines années.⁵⁰

⁵⁰ Sur la base d’un kilométrage moyen annuel de 12000 km et d’une division par 3 des émissions avec une bonne utilisation de la recharge

C. AXE 3 : Accompagner et saisir les opportunités liées à l'évolution de l'usage du parc

1. L'éco-conduite, un levier « gratuit » et efficace

L'éco-conduite est un moyen facile et efficace de réduire la consommation de carburant, et donc les émissions de CO₂. Les travaux dans ce domaine concluent qu'une réduction des émissions de 10 % est accessible⁵¹, par des formations courtes et régulières des conducteurs et par des aides à la conduite. (voir par exemple [46] et [47]).

L'éco-conduite est l'ensemble des comportements permettant une conduite moins polluante ainsi qu'un usage plus modéré de la voiture. C'est donc adopter une conduite plus souple et aussi utiliser modérément la voiture pour accroître sa longévité. Le top 10 des principes de l'éco-conduite des Codes Rousseau se trouve dans l'encadré 7.

Proposition 7 – Actionner efficacement et massivement le levier de l'écoconduite



Il est donc proposé de promouvoir davantage les dispositifs et aides à la formation de tous à l'écoconduite (CEE, programmes de formation), de rendre systématique l'éligibilité des formations à l'écoconduite au CPF, de mettre en place des campagnes de communication nationales et tout support sur les bénéfices de l'écoconduite. De même, la formation des chauffeurs professionnels, les bénéficiaires de véhicules de fonction doit être obligatoire et prise en charge dans le cadre de la formation professionnelle.

En complément, les assistances embarquées dans les véhicules concourant efficacement à l'écoconduite doivent être encouragées et diffusées rapidement sur les véhicules neufs, sur la base par exemple de l'application GécoAir développée par l'IFPEN.

Les situations et comportements de roulage les plus émissifs en CO2 (accélérations brusques et répétées par exemple) doivent pouvoir être identifiées par l'ordinateur de bord du véhicule et, le cas échéant, donner lieu à une limitation électronique.

⁵¹ sans considérer la limitation à 110 km/h des vitesses sur autoroute qui présente un potentiel complémentaire significatif

En complément, et afin de disposer d'une base de données nationale du suivi de l'écoconduite et des émissions en temps réel, il est demandé d'évaluer la collecte des données de roulage via les dispositifs en place dans les véhicules depuis 2021 (OBFCM) et la mise à disposition du conducteur de son score d'éco conduite..

Ce type de dispositif de remontée de données doit pouvoir également être accessible en deuxième monte pour équiper le parc existant.

Date d'application proposée :

- 2022 pour la promotion et les dispositifs de formation
- 2025 pour les assistances embarquées

L'impact bénéfique de cette mesure au niveau global est évalué à 10 % des émissions à l'usage, soit 10 millions de tCO₂/ an sur la base des émissions à l'usage en 2018, VP et VUL.

A titre individuel, le gain est directement lié au type de conduite initial. Les gains peuvent varier de 0 à plus de 30 % sur la consommation de carburant, selon que l'utilisateur adopte déjà une conduite économique ou au contraire une conduite "sportive" ou « brutale ».

Il est à noter que ce gain se traduit quasi intégralement par des gains sur les dépenses de carburant, et réduit également les dépenses d'entretien et de réparation des véhicules (moins d'usure des freins ou des pneumatiques par exemple). C'est donc un levier important et souvent négligé pour retrouver du pouvoir d'achat dans les dépenses de mobilité. Dernier avantage, elle permet aussi d'améliorer la sécurité du conducteur et de l'ensemble des usagers de la route, par des vitesses maîtrisées et des anticipations plus importantes.

Encadré 7 : Les 10 principes de l'écoconduite⁵²

1. Réservez l'usage de la voiture pour des trajets supérieurs à 2 kilomètres.
2. Anticipez vos trajets pour ne pas subir la circulation. Quand vous êtes dans les bouchons, vous consommez de l'énergie sans pour autant servir votre objectif, celui d'aller d'un point A à un point B.
3. Pour une écoconduite efficace, adoptez une conduite souple en évitant les démarrages, les accélérations et les arrêts inutiles. Les changements d'allure intempestifs ont un impact direct sur la consommation de carburant.

⁵² Codes Rousseau – Les 10 principes de l'écoconduite

4. Appuyez franchement sur l'accélérateur et changez de vitesse rapidement soit dès 2 500 tours/min sur une voiture essence et 2 000 tours/min sur un diesel.
5. Veillez à toujours être sur le rapport de vitesse le plus élevé. En 5e, la consommation d'énergie est inférieure à celle de la 3e vitesse.
6. Stabilisez votre allure dès que possible après les changements de régime et gardez une vitesse constante.
7. Lorsque vous êtes contraint de réduire votre vitesse, faites-le progressivement en privilégiant le frein moteur et lâchez l'accélérateur au bon moment.
8. Pour pratiquer l'écoconduite, gardez toujours vos distances de sécurité. Les épisodes d'accélération puis de freinages successifs augmentent votre consommation de carburant donc vos émissions polluantes.
9. De façon générale, roulez moins vite! Une augmentation de vitesse de 10 km/h entre 120 et 130 km/h entraîne une surconsommation de 1 litre pour 100 km pour un véhicule standard.
10. Faites bon usage de votre véhicule. Autrement dit, ne faites pas chauffer le moteur à l'arrêt, roulez en douceur sur les deux premiers kilomètres et coupez le moteur en cas de stop prolongé.

2. Accompagner le déploiement du véhicule électrique en développant en parallèle les infrastructures et solutions de recharge

Notre estimation du parc de véhicules électriques à l'horizon 2050 ressort de l'ordre **de 20 à 25 millions de véhicules**, sur base d'un kilométrage annuel moyen par véhicule stable. Cela suppose à cet horizon, mais aussi pendant toute la phase d'électrification du parc (entre maintenant et 2050), que l'infrastructure de recharge se déploie dans les mêmes proportions et à la même vitesse.

Il existe 4 lieux d'installation des points de recharge des véhicules électriques :

- La recharge au domicile des particuliers
- La recharge en entreprise et sur le lieu de travail
- Les points de recharge sur la voirie et les sites publics, incluant les parkings et les espaces commerciaux
- Les stations-services sur voies rapides et autoroutes

Sur la base du parc roulant, du type d’habitat individuel ou collectif, des flottes d’entreprise, le tableau 6 récapitule notre estimation de besoin en points de charge à l’horizon 2050.

<i>En milliers de points de charge</i>	avr-21'	2050
Domicile	185	6 500
Travail	233	2 000
Espace public	33	2 000
Autoroutes et voies rapides	~1	50

Source : Avere France pour les chiffres d’avril 2021 – Calculs 2050 : The Shift Project

Tableau 10 : Projection du besoin en points de charge à horizon 2050, par lieu, en milliers

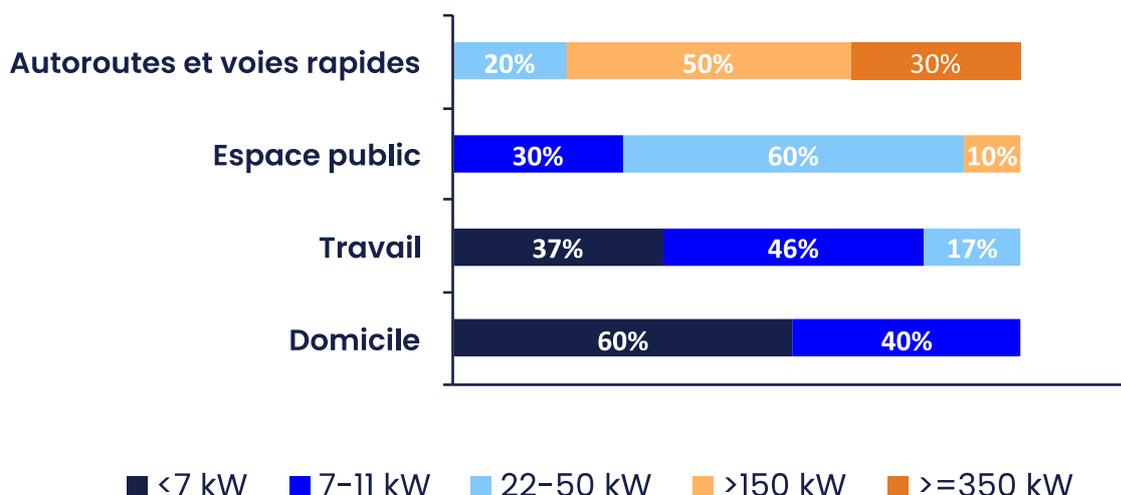
L’objectif de 100 000 points de recharge publics à fin 2021 ne sera pas atteint. Il est proposé d’évaluer les raisons de cette non atteinte et de réinterroger, à la lumière de la diffusion des véhicules électriques et des progrès techniques attendus sur la performance énergétique des batteries, l’infrastructure publique / privée cible.

En complément, une réflexion est sans doute à engager autour de la gouvernance et de la stratégie de déploiement des IRVE, dans un objectif de clarification des responsabilités et de simplification des aides et procédures.

La réglementation sur l’installation de bornes dans le secteur de l’immobilier privé (copropriétés et entreprises) et sur le pré-équipement dans l’immobilier neuf et rénové doit être plus incitative et plus contraignante.

Sur les puissances installées, les projections à moyen terme font apparaître, en considérant les sources Columbus Consulting et RTE la répartition suivante. Les charges lentes (<22 kW) seront à privilégier sur les lieux où le véhicule est destiné à séjourner plusieurs heures, tandis que les charges ultra rapides devront être exclusivement réservées aux lieux de passage rapide

PUISSANCE DE RECHARGE SELON LE LIEU



Sources : Columbus Consulting / RTE

Figure 31: Répartition des puissances de recharge selon le lieu de la charge, en %.

La construction, l'installation et la maintenance de cette infrastructure vont nécessiter des investissements à planifier mais seront également pourvoyeurs d'emplois. Une quantification de ce volume d'emplois en France est proposée dans le chapitre suivant.

Parallèlement au déploiement des infrastructures, et de manière incontournable, il est important de lever le frein de l'interopérabilité pour l'accès à la recharge. Il est nécessaire de définir rapidement les standards et les normes de manière à assurer la continuité et la facilité d'accès aux bornes de recharge publiques sur l'ensemble du territoire français, et européen.

C'est un sujet sur lequel la recherche française est en pointe, notamment sur le standard « Plug and play » (norme 15118), dont la mise en œuvre doit être accélérée.

Encadré 8 : Quels besoins en recharge ultra rapide ?

La disponibilité des infrastructures de recharge rapide pour la mobilité longue distance peut être un frein au déploiement du véhicule électrique. La réponse envisagée est un maillage massif en infrastructures de recharge de forte puissance (supérieure à 150 kW, voire à 350 kW), notamment sur autoroute.

Le dimensionnement du réseau en nombre de points de charge et en puissance de charge est fonction de l'utilisation future des véhicules électriques pour la

longue distance, du pourcentage du temps de couverture de la demande (traduite en temps d'attente pour recharger) et de la taille des batteries.

L'étude RTE - ENEDIS de juillet 2021 [58] évalue deux scénarios de déploiement des bornes sur autoroute à partir de ces critères, à l'horizon 2035. Il en ressort un facteur 2 de consommation d'électricité (entre 1,8 et 3,5 TWh), de puissance installée (entre 2 et 5 GW) et d'investissements nécessaires (entre 300 et 600 M€) entre un scénario d'utilisation maîtrisée du véhicule électrique et de taille de batterie de l'ordre de 70 kWh et un scénario haut d'utilisation plus importante sur la longue distance, d'un effacement des temps d'attente et de taille de batterie de l'ordre de 90 kWh.

La limitation de la taille des batteries que nous proposons dans la vision résiliente permet de mieux maîtriser le dimensionnement des infrastructures, de limiter le nombre de bornes de très fortes puissances et les investissements nécessaires.

D'autres solutions alternatives aux bornes de recharge ultra rapides publiques existent.

On peut citer le concept de la batterie partagée en location proposé par la société EP Tender – Photo : EP Tender :

Cette solution permet de contenir la batterie à une capacité de 50 kWh maxi, suffisante, on l'a vu, pour accomplir une très grande majorité des déplacements, et offre la possibilité de couvrir les quelques longs trajets de l'année.

Il s'agit d'une batterie sur remorque (que l'on peut louer et remplacer en station, que l'on utilise uniquement à l'occasion des déplacements au-delà de l'autonomie du véhicule seul.



Elle permettrait l'accès au véhicule électrique au grand public à un coût contenu.

L'exploitation partagée de cette batterie servirait en moyenne à 20 véhicules, réduisant son empreinte d'autant. Enfin, quand elles ne sont pas utilisées, elles peuvent être mises à contribution par les réseaux électriques comme stockage stationnaire.

3. L'évolution des pratiques de mobilité conduit à une diversification des moyens de transport et de leurs usages, entraînant des opportunités industrielles et de services

La convergence entre l'industrie automobile et les différents secteurs de la mobilité conduit à des transformations importantes des pratiques de mobilité.

Pour la mobilité du quotidien, une part importante des déplacements en dessous de 20 km sera effectuée à l'aide de moyens de transport alternatifs à la voiture individuelle, tels que le vélo, VAE, le vélo cargo, 2 roues électrique ou les micro-voitures de type Citroën AMI ou Renault Twizy.

Pour la mobilité longue distance, le train servira d'alternative plus massive aux déplacements en voiture.

On l'a vu sur le tableau 5, les parts modales de la voiture individuelle vont sensiblement baisser d'ici 2050.

Le développement de l'usage de moyens de transport alternatifs laisse ainsi place à des opportunités industrielles importantes, en particulier pour le vélo et ses dérivés, ainsi que pour les micro-voitures comme nous allons le développer un peu plus bas.

Engager les constructeurs automobiles dans la transformation des pratiques de mobilité, c'est-à-dire passer de l'auto-solisme et la concurrence avec les transports communs à la voiture "transport collectif" intégrée à un système de transport et en synergie avec les autres modes de transport.

Cette transformation systémique se traduit dans notre vision par :

- Le développement du co-voiturage du quotidien
- L'attractivité et la facilitation de la multimodalité, en particulier avec les transports collectifs de manière à n'utiliser la voiture que dans son domaine de pertinence, ainsi qu'avec les modes actifs

L'identification de ces gisements de décarbonation n'est pas nouvelle. Les enjeux sont massifs car ils se situent à l'échelle du parc roulant et pas seulement des véhicules neufs. Leur exploitation peine à se développer, car la valeur économique directe des offres ou services associés est incertaine, limitée ou nécessite des masses critiques d'utilisateurs et constituent une barrière importante.

L'industrie automobile quant à elle, même si elle investit dans les services de mobilité, continue à consacrer chaque année des milliards d'euro dans la R&D pour réduire les émissions au kilomètre des véhicules neufs et gagner quelques dixièmes de grammes de CO2 sur leur moyenne de vente.

Rendre attractif pour les constructeurs automobiles les transformations systémiques que nous venons d'évoquer représenterait un levier d'accélération massif, en complément d'un effet de maîtrise des effets rebonds liés à des véhicules économes à l'usage (sobres et / ou électriques).

La mise en équivalence des résultats d'actions des constructeurs automobile concourant à la modération de l'usage du parc tel que nous le projetons (accroissement des taux de remplissage, multimodalité conduisant à une baisse des kilomètres parcourus chaque année) avec l'atteinte de leurs objectifs CAFE pourrait constituer un facteur de motivation très puissant.

Aussi, nous recommandons de mettre en place un groupe de travail rassemblant en particulier des experts indépendants, et les parties prenantes de la mobilité routière, sous la supervision d'une autorité indépendante telle le HCC. Ce groupe aurait pour mission de concevoir des propositions de cadre réglementaire adapté pour encadrer ces transformations systémiques et faire de l'industrie automobile un acteur moteur.

Des expérimentations sur une échelle territoriale adaptée pourraient être imaginées (bassin de mobilité, intercommunalité, métropole, département voire région) avant de porter de telles propositions au niveau Européen.

4. La filière du vélo (conception, production, entretien), une filière prometteuse à soutenir massivement

L'**industrie du vélo** fait l'objet d'un chapitre dédié dans le Rapport Emploi⁵³ du PTEF, dont nous donnons ici quelques éléments de potentiel :

- Dans un tel scénario de report modal, le marché français du vélo peut atteindre 2 millions de vélo par an, dont environ 1/3 de VAE, à partir de 2030 ⁵⁴
- Dans ce volume, la cyclo-logistique pourrait générer un besoin de 330 000 vélos cargo par an
- Les impacts sur l'emploi d'un tel scénario sont importants, en emplois directs et indirects : + 45 000 à 185 000 ETP
- Le CA généré par ce marché (ventes, pièces, accessoires et maintenance) pourrait atteindre 13,6 Mds € /an
- Ce marché potentiel présente des opportunités importantes pour l'industrie française.

⁵³ Rapport Emploi – PTEF du *Shift Project*

⁵⁴ DGE – Impact économique et potentiel de développement des usages du vélo en France – Avril 2020 – scénario 3

La localisation en France de la production des composants nécessite des investissements en R&D pour innover en matière de process industriels notamment, et des investissements industriels pour bénéficier rapidement de coûts de production unitaires compétitifs.

A ces conditions, il est possible de faire de la France un acteur majeur de la production de masse de vélos, principalement à assistance électrique, et dans le haut de gamme, mais également sur le cœur du marché.

Le soutien massif à cette filière en France est à mettre en place, notamment à la suite de la mission en cours fin 2021 sur le sujet.

5. Les micro-voitures, un potentiel à saisir

Nous nommons ici « micro-voitures » les quadricycles électriques carénés de type Renault Twizy ou Citroën AMI et ouvrons par cette dénomination la discussion sur les évolutions réglementaires au-delà des quadricycles lourds ou légers.

Les principales caractéristiques des micro-voitures sont les suivantes :

1. Véhicule 100 % électrique biplace
 - Batterie de capacité de 5 à 10 kWh permettant une autonomie entre 50 et 100 km
 - Longueur d'environ 2,35 m, largeur d'environ 1,3m et hauteur d'environ 1,5 m
 - Masse de 500 à 600 kg
2. Les micro-voitures pourraient représenter une autre opportunité de production en France, à condition que
 - Le marché soit suffisant et encouragé pour permettre une industrialisation significative
 - Des politiques publiques permettent de maîtriser l'effet rebond qui pourrait y être associé

Proposition 8 – Développer les conditions d'émergence des micro-voitures, entre vélo et la voiture classique



Il est proposé, sur une base inspirée de la catégorie K-car au Japon, d'engager une réflexion sur les catégories des véhicules, dans l'objectif de favoriser l'émergence d'une catégorie vertueuse (de type quadricycle léger avec des caractéristiques définies - largeur, longueur, hauteur, aérodynamique, masse).

Cette catégorisation pourrait permettre le développement d'une filière de conception et de fabrication dédiée.

En parallèle, ce marché doit être fortement et durablement incité pour rendre ces véhicules accessibles au plus grand nombre.

Date d'application proposée : 2025

L'étude plus approfondie du développement de ce type de véhicules est traitée dans le chapitre suivant sur la variante de la vision résiliente.

Encadré 9: Le "rétrofit" pour la voiture particulière, quel potentiel ?

Le rétrofit consiste en la conversion d'un véhicule thermique (voiture, moto, scooter, véhicule utilitaire, véhicule ancien ou encore véhicule carrossé...) en véhicule électrique, à batteries ou pile à combustible.

La législation française a évolué afin de permettre une homologation de ce type de transformation et d'engager le déploiement de cette activité.

Cette technique vise à donner une seconde vie à la carrosserie et au châssis en ne remplaçant que la motorisation, et en évitant ainsi les impacts de leur fabrication et de leur mise hors d'usage.

Compte tenu du coût de la remotorisation électrique, le rétrofit ne concernera vraisemblablement que des véhicules qui ont une valeur importante, financière ou sentimentale : véhicule ancien, véhicule transformé comme les ambulances, les camping-cars...

L'intérêt de cette transformation sera d'autant plus important que la plateforme du véhicule aura déjà été électrifiée par le constructeur, ce qui facilitera et l'approvisionnement en pièces et le montage.

L'association AIRe (Acteurs de l'Industrie du Rétrofit électrique) estime que 3 % du parc, soit 1 200 000 véhicules, pourrait être rétrofitable d'ici 10 ans.

Cette activité pourrait par ailleurs perdurer jusqu'en 2040 - 2045, tant que des véhicules thermiques seront encore dans le parc roulant.

Ce potentiel commence à être consolidé en volume, en emploi, mais aussi sur le plan de l’empreinte carbone et matière. L’étude de l’ADEME en particulier pointé le bénéfice sur cette activité de rétrofit.⁵⁵

Son déploiement dépend principalement de la création et du développement d’un écosystème complet autour de cette activité et de l’accès à un prix compétitif pour les achats de batteries.

Même si le potentiel du rétrofit semble principalement centré sur les véhicules de forte valeur, comme les véhicules transformés ou les cars et bus, il est proposé que les pouvoirs publics continuent de créer les conditions d’émergence de cet écosystème et permettent aux acteurs de cette filière de bénéficier de coûts d’achat de batteries compétitifs.

6. Les autres activités possibles et qui restent à évaluer

De nombreuses autres activités liées à la mobilité routière n’ont pas été explorées dans ce rapport, faute de temps, mais font l’objet de publications ou d’annonces par ailleurs. Elles peuvent représenter des opportunités intéressantes au regard de leur potentiel de décarbonation et/ou d’emplois en France. Nous proposons en annexe des mesures sur ces activités, dont la liste n’est pas exhaustive :

- Développement de l’économie circulaire
- Filière de recyclage des batteries électriques
- Reconditionnement des pièces ou des véhicules
- R&D et Production des équipements des motorisations électriques : moteur et électronique de puissance. Ce secteur peut représenter un potentiel de quelques milliers d’emplois, mais aussi tirer l’ensemble de la filière électronique française.
- L’influence de la publicité sur la construction des imaginaires liés à l’objet automobile, à la vitesse et à la mobilité. Il serait souhaitable qu’elle porte davantage vers des imaginaires globaux de modes de vie plus sobres, de ralentissement qui trouveraient aussi leur déclinaison dans l’univers de la publicité automobile.

⁵⁵ ADEME – Etude « Rétrofit » – Mars 2021

Encadré 10 : Quel rôle pour le véhicule autonome dans la décarbonation de la mobilité ?

Le véhicule autonome et connecté est considéré comme une opportunité technologique et sociétale, en ce sens qu'il doit apporter de nouvelles solutions de mobilités à la demande, plus propres et plus solidaires, et valoriser les innovations des filières françaises au niveau mondial.⁵⁶

Les avantages mis en avant par la mobilité autonome sont nombreux et permettent de justifier le soutien public à la R&D sur ce sujet : amélioration de la sécurité routière, fluidification du trafic, désenclavement des zones peu denses, baisse du coût du transport, meilleur accès pour les personnes âgées ou handicapées, et réduction des émissions de CO₂.

Les modèles actuels de déploiement de la mobilité autonome semblent aujourd'hui davantage s'orienter vers des usages de mobilité collective et partagée portés par des gestionnaires privés ou publics de transport en commun, et vers des services de mobilité privés. Le potentiel de déploiement d'une mobilité autonome individuelle privée semble actuellement assez faible, pour des raisons qui peuvent tenir à la fois au coût d'achat et de possession ou à l'acceptabilité.

Sur la contribution du véhicule autonome à la transition énergétique, les évaluations complètes intégrant les effets sur le parc, les éventuels effets rebonds ainsi que les émissions liées aux quantités de données numériques nécessaires à la conduite déléguée sont globalement absentes aujourd'hui.

Ces dernières sont souvent négligées ou sous-estimées dans la quantification des impacts environnementaux des nouvelles technologies et des nouveaux usages. Or, la mobilité autonome y fera appel massivement, que ce soit dans les véhicules eux-mêmes avec les équipements électroniques nécessaires au traitement des données, ou dans les infrastructures routières qui permettront aux différents véhicules de partager la route.

L'actualisation de la stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée met l'accent sur l'élargissement des expérimentations et sur un recentrage des cas d'usage autour des services de mobilités publiques partagées et de la logistique.⁵⁷

⁵⁶ Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique – Mai 2018

⁵⁷ Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022 – Déc 2020

Cette nouvelle étape doit pouvoir être l'occasion de mener des évaluations exhaustives des impacts environnementaux, afin de mesurer les conditions dans lesquelles le déploiement de cette mobilité pourra contribuer à la décarbonation de la mobilité.

Au-delà du soutien public et privé au développement de la mobilité autonome, il est proposé d'orienter, dès le prochain quinquennat, une partie des moyens alloués à la recherche sur la mobilité autonome vers l'évaluation des impacts environnementaux de cette technologie, notamment sur les infrastructures, sur la supervision et sur les transferts de données nécessaires au fonctionnement des véhicules autonomes.

03

**DE L'INDUSTRIE
AUTOMOBILE
A L'INDUSTRIE
DE LA MOBILITÉ
ROUTIÈRE EN 2050**

À quoi ressemblera le paysage automobile français dans 30 ans ? À quoi ressembleront nos voitures et quel usage en ferons-nous ? Comment et où seront-elles fabriquées ? La route que nous traçons en définit les contours.

Grâce à une évolution forte et massive du marché dès 2030, les véhicules du parc tout en restant confortables et adaptés aux usages, seront beaucoup plus efficaces et sobres en matériaux qu'aujourd'hui (légers, aérodynamiques, ...) et ils utiliseront une énergie peu carbonée (électricité essentiellement, peut-être un peu de biocarburant ou carburant de synthèse dans des volumes restreints).

En complément des voitures particulières, et pour accompagner cette transformation du marché, les constructeurs produiront sur le territoire et commercialiseront un volume important de cycles, 2 roues électriques et micro-voitures (type Citroën AMI ou Renault Twizy). Ces nouveaux marchés auront permis à la filière automobile (amont et aval) de compenser la perte d'activité et d'emplois résultant de la baisse des ventes et de l'usage des voitures traditionnelles.

Les mesures de réduction de l'empreinte carbone des batteries et des véhicules auront contribué à une production plus locale et circulaire, ainsi qu'à un dimensionnement modéré des batteries, adapté aux usages.

- La production française sera d'un volume comparable à son marché, y compris pour les batteries bénéficiant de l'électricité bas carbone de la France.
- De nouvelles filières auront été développées, notamment autour de l'économie circulaire (reconditionnement, recyclage des véhicules et des batteries)

Le marché des véhicules particuliers de société (30 % du marché aujourd'hui) aura été totalement réorienté vers des véhicules sobres et bas carbone (qui sera la condition au maintien du régime fiscal actuel), contribuant ainsi au renouvellement d'un tiers du parc mais aussi à la transformation des aspirations des acheteurs de véhicules (par une transformation des véhicules statutaires)

La mise en place au niveau européen d'une réglementation sur l'énergie consommée par kilomètre pour les véhicules neufs, complémentaire de celle sur le CO₂ par kilomètre aura conduit les constructeurs et le marché à concevoir et produire en grande série ces véhicules sobres, contribuant à leur accessibilité économique et à la résilience de la mobilité.

L'atteinte des objectifs CO₂ et kWh/km des constructeurs prendra en compte leur contribution à la réduction de la mobilité du parc via le développement de la multimodalité et du covoiturage, en considérant la voiture aussi comme un transport collectif. Ces mesures contribueront à la maîtrise de l'effet rebond qui pourrait surgir avec des véhicules sobres et donc économes à l'usage.

I. Principaux résultats après transformation sur la vision résiliente

A. Mobilité du parc

La place de la voiture individuelle dans nos mobilités sera sensiblement moins importante qu'aujourd'hui. **Le trafic automobile français sera réduit de 40 % par rapport à 2020 pour les VP et de 20 % pour les VUL.**

En synthèse des éléments de circulation vus plus haut, et sous l'effet du report modal et de l'amélioration des taux de remplissage, les transformations envisagées conduisent à la mobilité du parc de VP suivante :

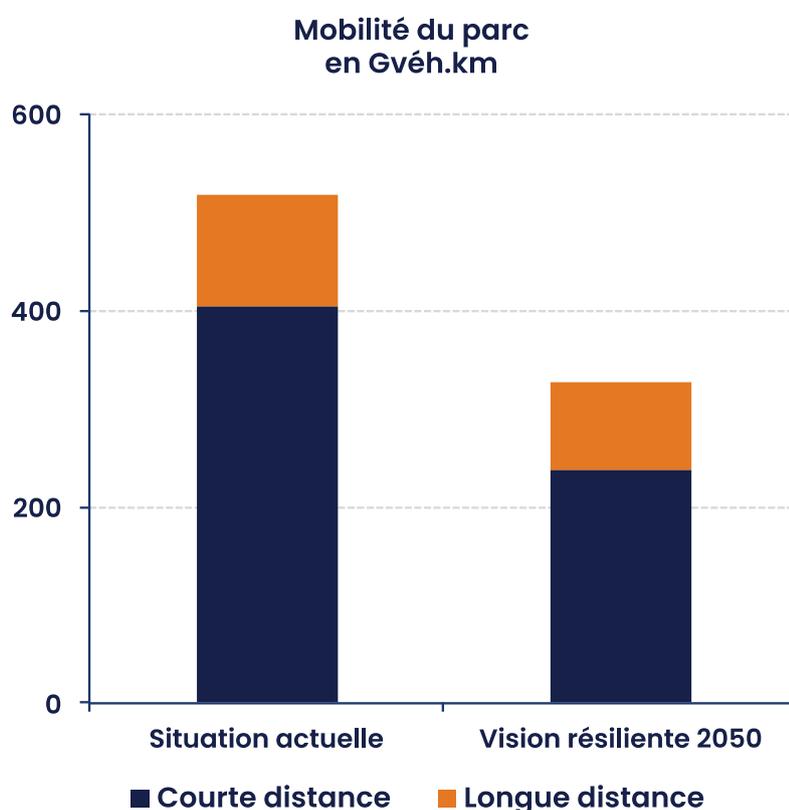


Figure 32: Évolution de la mobilité du parc pour le transport de personnes, avant et après transformation

Le marché français des véhicules neufs sera réduit d'autant :

En millions de véhicules	2019	2050	Evolution
VP	2,22	1,33	-40 %
VUL	0,48	0,38	-20 %

Tableau 11: Marché français des véhicules neufs, avant et après transformation

B. Production de véhicules neufs en France

Nous prenons l'hypothèse que les mesures en faveur de la relocalisation en France des industries et en particulier de l'industrie automobile auront permis d'assurer les volumes de production suivants :

- En 2030, la production des véhicules en France se maintient à la hauteur de la production 2019
- En 2050, la production est au moins égale au marché des véhicules neufs vendus en France.

Cela ne signifie pas forcément que la production est uniquement « consommée » sur le territoire, mais que nous produisons un volume équivalent dont sans doute une partie sera exportée, tandis qu'une partie du marché sera importée.

	2019	2030	2050
VP	1,67	1,67	1,33
VUL	0,51	0,51	0,38
Total	2,18	2,18	1,71

Tableau 12: Production de véhicules neufs en France, avant et après transformation

C. Empreinte carbone de fabrication des véhicules neufs vendus en France

La figure 36 montre l'évolution de l'empreinte carbone annuelle des véhicules VP et VUL neufs vendus en France entre 2019 et 2050, selon les différents effets, et avec l'application des transformations décrites dans la version résiliente.

L'électrification des véhicules a un impact fort sur les émissions de fabrication, compte tenu de l'empreinte unitaire de la fabrication des batteries.

Ce graphique confirme la nécessité, indépendamment de la problématique de disponibilité des ressources, de la maîtrise de la mobilité du parc et de la réduction de la masse moyenne des véhicules, qui permettent de compenser l'empreinte de l'électrification.

La localisation de la production des batteries dans des pays à électricité bas carbone a également une influence notable sur les émissions résiduelles.

Les émissions restantes en 2050 incluent également le maintien de la production du volume équivalent au marché des véhicules en France.

En moyenne, l'empreinte carbone de fabrication d'un véhicule neuf en 2050 se situerait à environ 6,7 tCO₂e, batterie comprise.

Évolution de l’empreinte carbone annuelle des véhicules neufs vendus en France entre 2019 et 2050, par effet, en MtCO2e

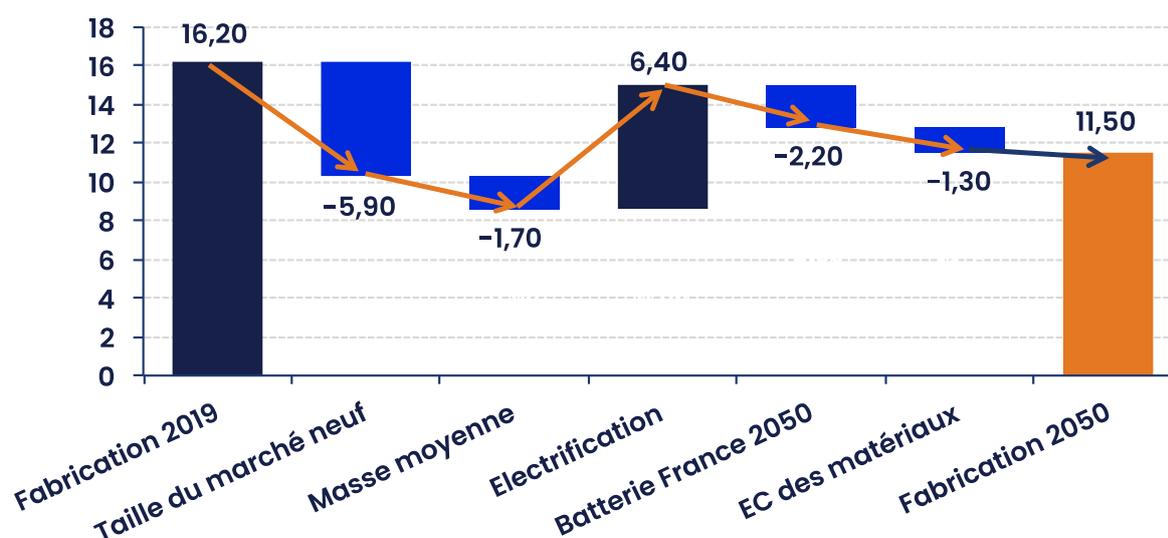


Figure 33 : Évolution de l’empreinte carbone annuelle des véhicules neufs vendus en France entre 2019 et 2050, par effet, en MtCO2e

Hypothèses de calcul :

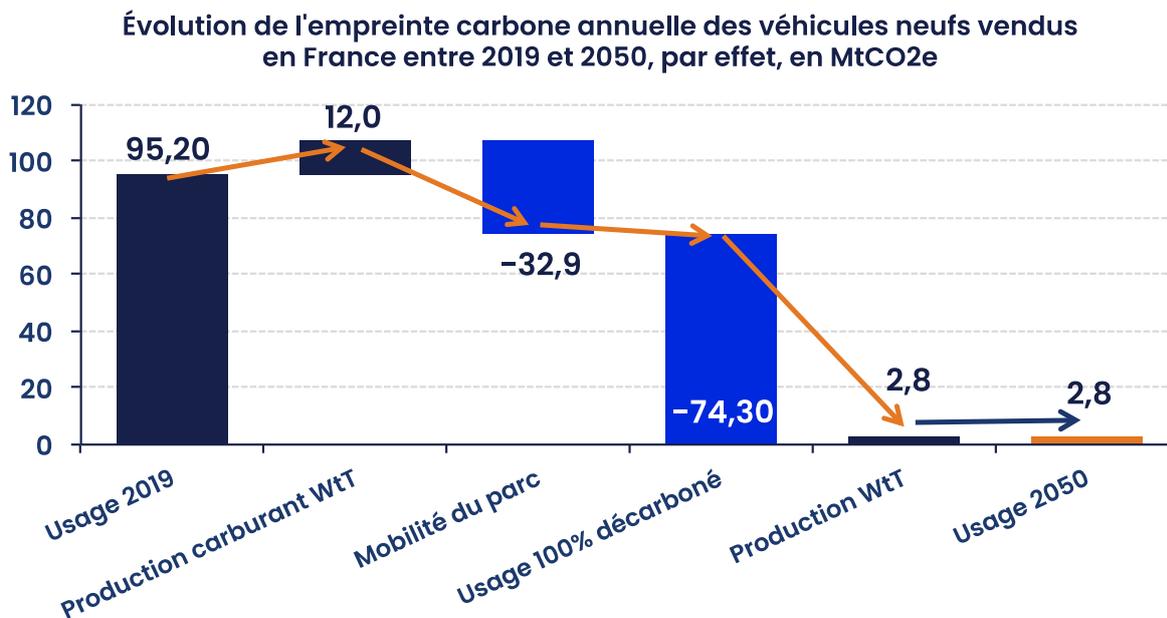
- Electrification sur la base moyenne d’émissions EU à 76 kgCO2/kWh et FR à 50 kgCO2/kWh
- Les véhicules sont à 100 % électriques à batterie
- Amélioration de l’empreinte des matériaux de 10 % sur la période
- Taille du marché, capacité batterie et gain masse selon la vision résiliente

D. Évolution des émissions à l’usage en France

À l’usage, l’objectif de la décarbonation d’ici 2050 est atteint, moyennant l’électrification totale du parc en VP comme en VUL ou du recours à des énergies décarbonées pour les usages non couverts par l’électrique).

Dans cette figure 34, le parc est totalement électrifié à batterie pour les VP et 100 % des VUL sont électrifiés et à énergie décarbonée (électricité ou éventuellement électricité + H2)

Les émissions restantes à l’usage sont liées à la production d’électricité pour alimenter les véhicules.



WtT : Well to Tank: émissions de production de carburant / d'électricité

Figure 34 : Évolution des émissions annuelles à l'usage du parc roulant VP et VUL entre 2019 et 2050, en millions de tCO₂e

En 2050, les émissions annuelles de fabrication des véhicules neufs seront donc environ 4 fois plus importantes que les émissions à l'usage, alors qu'il y a un rapport inverse de plus de 6 en 2019.

L'empreinte résiduelle de la fabrication et de l'usage (incluant la production d'électricité ou de carburant) ressort donc à 14,3 MtCO₂e / an en France en 2050 (contre 123,4 MtCO₂e en 2019, soit ~90 %).

Cette prévalence en 2050 des émissions de fabrication par rapport aux émissions à l'usage renforce l'importance de l'axe 1 de notre plan de transformation.

Pour mémoire les objectifs de la SNBC2 sont des objectifs exprimés à l'usage et du réservoir à la roue. Ici, nous avons conduit l'évaluation en empreinte usage du puits à la roue, et pour la fabrication.

E. Évolution de la consommation d'énergie de fabrication sur le territoire français

En complément de l'empreinte de la fabrication et de l'usage, la consommation territoriale d'énergie liée à la fabrication a été évaluée au niveau territorial, de même que les émissions territoriales de l'industrie automobile, avec les hypothèses de production mentionnées plus haut et sur les mix énergétiques Eurostat.

Il s'agit ici des données uniquement liées à la l'industrie de la fabrication, dont le périmètre est différent de l'empreinte complète des véhicules.

En particulier, la production des matériaux nécessaires à la fabrication des véhicules n'entre pas dans ce périmètre.

La figure 38 donne l'évolution en ktep par an, de la consommation d'énergie de l'industrie automobile en France. Les gains liés à la réduction de la masse des véhicules, de la taille du marché et à l'efficacité des procédés compensent la consommation d'énergie de la production de batteries sur le territoire.

Cette stabilité de la consommation ne doit cependant pas être interprétée négativement. En effet, elle permet l'électrification complète du parc automobile en 2050, le maintien d'une activité de production de véhicules sur le territoire à hauteur du marché des véhicules neufs et intègre un élargissement de périmètre du fait de la relocalisation de la production de batteries, productions qui seraient faites ailleurs de toutes façons. Ainsi cette stabilité au niveau du territoire traduit en réalité une réduction de l'empreinte énergétique globale de fabrication ainsi qu'une résilience accrue.

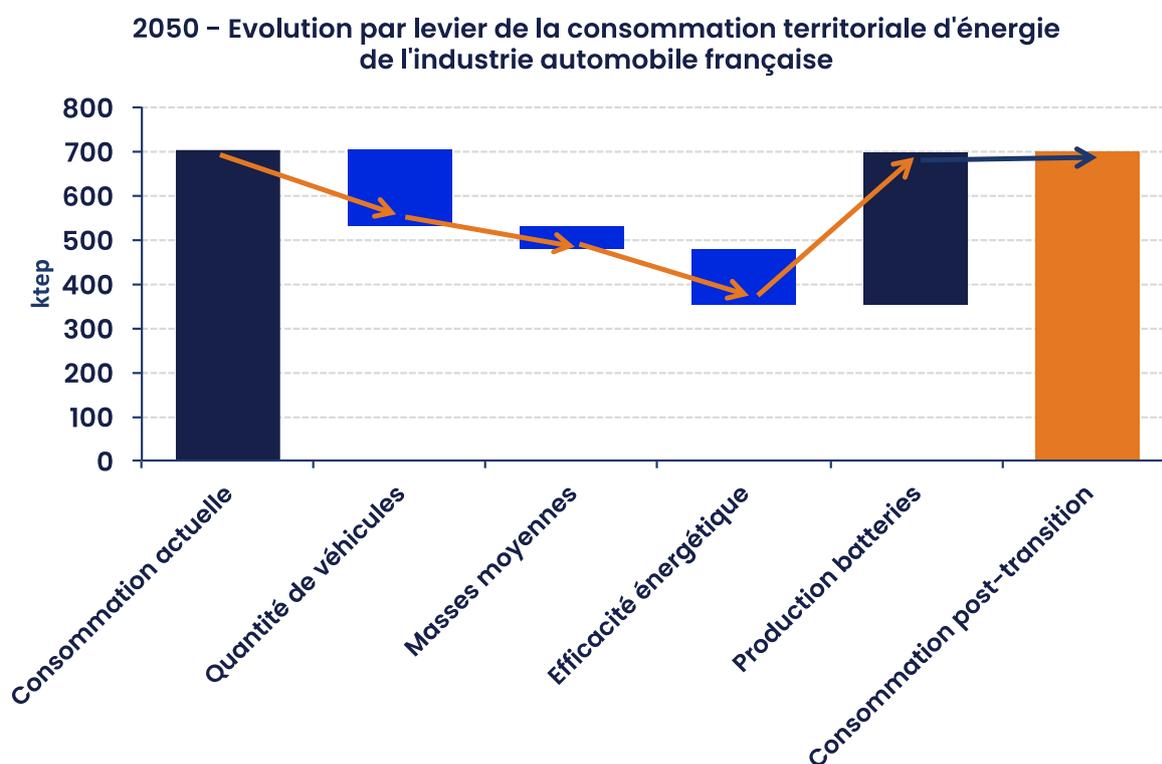


Figure 35 : Évolution par effet de la consommation territoriale annuelle d'énergie de l'industrie automobile

Du point de vue des émissions de gaz à effet de serre, la décarbonation du mix énergétique de l'industrie permet à l'industrie automobile de diviser ses émissions territoriales par un facteur 8 entre 2020 et 2050, malgré l'intégration de la production de batteries en France.

Les émissions annuelles sont estimées à 100 000 tCO₂e en 2050 contre 800 000 tCOe actuellement.

2050 - Evolution par levier des émissions territoriales de l'industrie automobile française

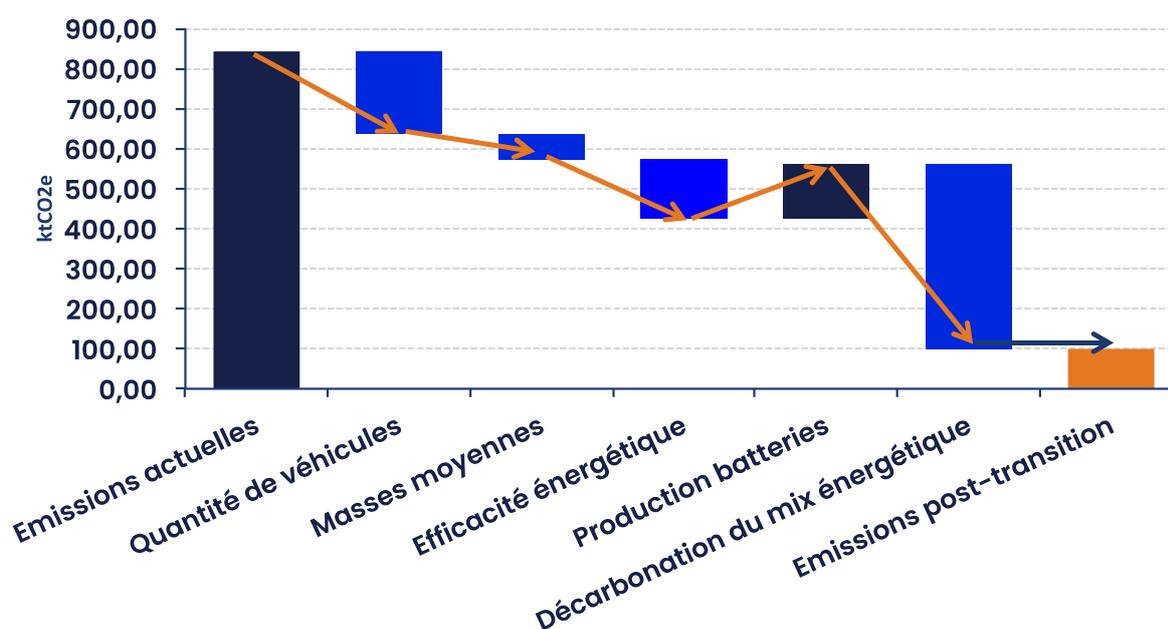


Figure 36 : Évolution par levier des émissions annuelles territoriales de l'industrie automobile

F. Besoin en capacité de batteries en France

Nous présentons ici le besoin en batteries pour la production de véhicules en France, avec l'hypothèse que nous produisons sur le territoire la quantité de batteries nécessaires aux véhicules fabriqués sur le territoire, et avec des capacités limitées à 50 kWh pour les VP et 60 kWh pour les VUL.

Les annonces récentes sur les gigafactories en projet en France (acc, Verkor et Envision) conduisent à une prévision de production d'environ 72 GWh dès 2030. Cette capacité devrait couvrir 100 % des besoins pour les véhicules électriques produits en France.

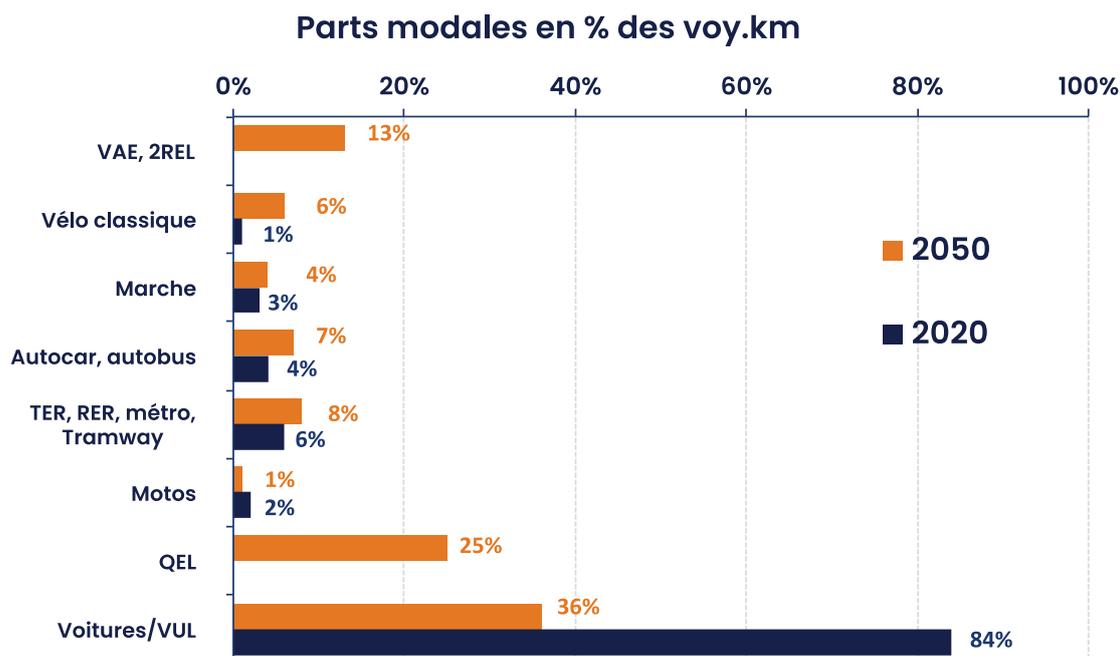
	Demande en batteries (GWhc/an)			Produites en France	Consommation électrique en France
	VP	VUL	Total	%	TWh/an
2022	7	0	8	0 %	0
2030	50	13	63	100 %	3
2050	66	19	85	100 %	4

Tableau 13 : Besoin en capacité de batterie en France en 2030 et 2050

II. Résultats sur la variante

Nous étudions dans cette partie une variante de notre vision résiliente avec une part modale importante pour les micro-voitures, notamment pour mesurer en sensibilité les impacts que le développement de tels véhicules pourrait avoir sur les émissions.

L'hypothèse centrale de cette variante est dans les parts modales de la mobilité quotidienne, comme le montre la figure suivante :



QEL : micro-voitures

Figure 37 : Parts modales dans la mobilité quotidienne, avec une part forte des micro-voitures

Dans cette variante, les micro-voitures viennent remplacer pour une large part les déplacements quotidiens en voiture classique, dont la part modale passe de 55 % dans la vision résiliente à 36 %, et les déplacements à vélo, VAE et 2RL dans une moindre mesure (19 % au lieu de 25 % dans la vision résiliente).

Ces hypothèses relèvent d'une vision volontariste dans laquelle l'introduction des micro-voitures ne vient générer aucun effet rebond. La diversification de l'offre associée permet alors de substituer certains usages de la voiture ainsi que certains usages des 2 roues électrifiés.

Le parc 2050 et donc le marché 2050 des véhicules neufs VP s'en trouve par conséquent réduit, de l'ordre de 60 % par rapport à 2019 (au lieu de 40 % dans le scénario central). Le marché annuel des véhicules neufs VP ressort à **940 000 véhicules** (au lieu de 1,33 million de véhicules dans la vision résiliente).

En parallèle, le marché des micro-voitures, quasiment inexistant aujourd'hui, serait en 2050 de l'ordre de 1 million de voitures neuves par an, en tenant compte du moindre kilométrage effectué par ces véhicules et considérant une durée de vie de 100 000 km.

En supposant une empreinte de fabrication d'une micro-voiture de 2,5 tCO₂e (proportionnelle à la masse) par véhicule, les émissions de fabrication de ce marché sont estimées à **2,5 millions de tCO₂e/an**.⁵⁸

C'est **du même ordre de grandeur que les émissions de fabrication évitées** pour la fabrication de véhicules classiques de la vision centrale. Il n'y a donc pas de gain significatif à attendre sur ce poste avec une part importante de micro-voitures dans le parc roulant.

À l'usage, la consommation est estimée deux fois inférieure à celle d'un véhicule électrique classique, de l'ordre de 7 à 8 kWh/100 km.

Comme évoqué, le risque d'effet rebond est fort avec ce type de véhicules. En effet, il peut être tentant, compte tenu de son prix d'achat et de son faible coût à l'usage, de voir certains ménages s'en équiper en 2^{ème} ou 3^{ème} véhicule, pour faire des déplacements qui auraient pu être évités, ou effectués avec des modes plus sobres, actifs ou partagés.

Dans ce cas, le bilan global sera négatif sur les émissions de fabrication et à l'usage.

D'autre part, les transformations des mobilités quotidiennes projetées pour 2050 supposent des évolutions d'aménagement urbain et de politique de la ville pour sortir du modèle "voiture". Un fort développement des micro-voitures pourrait constituer un frein à ces transformations de fond.

Nous préconisons donc, si cette filière devait être développée, de définir un cadre réglementaire permettant d'éviter ces effets rebonds et de limiter ces micro-voitures à leur domaine de pertinence.

La micro voiture, levier de réduction du besoin en infrastructure de charge ?

Outre leur besoin de charge plus faible qu'un véhicule électrique plus classique, la micro-voiture peut présenter des opportunités techniques de recharge alternative. On peut citer le constructeur espagnol SILENCE qui vient de présenter sa micro-voiture Silence 04 dont la batterie est amovible.



Photo : Silence

⁵⁸ Groupe Renault – ACV Twizy

Ses batteries peuvent être rechargées directement dans la voiture, ou transportées pour être chargées à domicile ou sur son lieu de travail.

III. Résultats intermédiaires en 2030

Le respect des accords de Paris sur le climat passe, comme nous l'avons vu, non seulement par une réduction des émissions annuelles mais aussi par le respect d'un budget carbone, qu'on peut traduire au premier ordre par un besoin de réduction des émissions de 5 % par an dès aujourd'hui.

Aussi, nous avons estimé les principaux indicateurs de notre plan de transformation à l'horizon 2030, niveau qui représente l'objectif à atteindre pour le prochain quinquennat.

Sur la figure 40, nous donnons l'estimation des émissions totales de la fabrication et de l'usage des véhicules en 2030, en prenant en compte les données de la vision résiliente et les gains des mesures proposées.

L'objectif de baisse des émissions de 5 % par an est presque atteint avec la vision proposée, avec une empreinte de 75,8 MtCO₂e en 2030 pour un objectif de 73,8 MtCO₂e, en prenant l'année 2019 en référence.

Ce résultat repose sur un certain nombre d'hypothèses volontaristes :

- Demande de mobilité (en passager.km) réduite de 20 % en VP et 5 % en VUL
- Marché VP 10 % moins élevé en 2030 par rapport à 2019 et stable en VUL (impact sur l'empreinte carbone de fabrication)
- Parc roulant de véhicules électrifiés (électriques et hybrides rechargeables) de 6 millions
- 40 % du parc constitué de véhicules sobres
- Batteries produites dans un pays à électricité bas carbone
- Eco conduite appliquée massivement sur l'ensemble des usages.

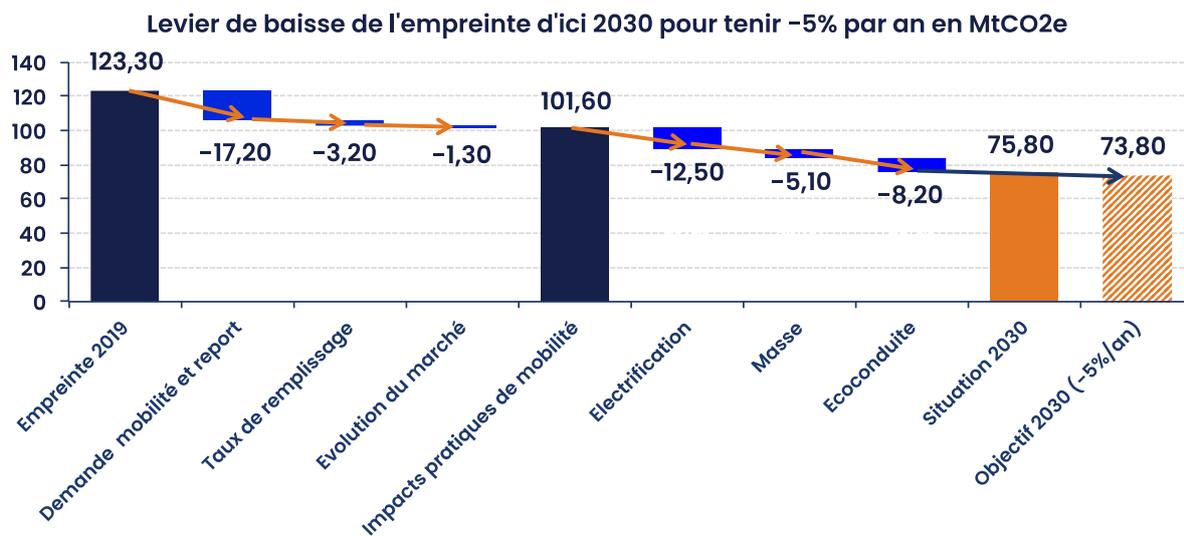


Figure 38 : Évolution par levier des émissions totales d’ici 2030, en tCO2e

04

**L'EMPLOI EN FRANCE
DANS LE SECTEUR
AUTOMOBILE**

I. L'approche emploi dans le secteur

Industrie Automobile du PTEF

La décarbonation de la mobilité telle qu'elle est proposée dans le PTEF bouleverse l'industrie automobile. Elle suppose de réduire les trajets du quotidien, et d'y limiter la place de l'automobile par un report vers les modes actifs (vélo et marche), les mobilités électrifiées légères et les transports en commun, ou *a minima* en favorisant le covoiturage. Pour les trajets qui restent effectués en voiture ou en véhicules utilitaires légers (VUL), il s'agit avant tout de décarboner l'usage des véhicules : cela implique de construire des véhicules plus légers et d'électrifier le parc automobile.

Ces transformations touchent un secteur central dans le paysage industriel français, dont le tissu industriel est structuré autour des grands constructeurs hexagonaux – mais un secteur mis à mal depuis les années 2000 dans un contexte généralisé de désindustrialisation. Principal moteur du solde commercial français jusqu'au début des années 2000, il est depuis 15 ans responsable de plus de la moitié de sa dégradation massive hors énergie (plus de 25 milliards d'euros imputables au secteur). Les emplois du secteur sont ainsi en déclin depuis le milieu des années 2000, sous l'effet conjugué de délocalisations des sites de production et de l'automatisation des procédés de fabrication.

Il est ainsi essentiel d'anticiper les transformations du secteur avec les bons ordres de grandeur, cohérents avec les contraintes énergie et matériaux au niveau de l'économie dans son ensemble, pour éviter des chutes brutales d'activité et à l'inverse assurer la transition de l'activité du secteur et des personnes y travaillant. On s'attache ici à quantifier l'évolution du besoin en emplois du secteur, pour donner une base à la réflexion sur les besoins de transfert d'activité et les besoins en compétences du secteur. Le potentiel de relocalisation et les effets d'emploi associés seront traités à terme, avec une réflexion sur les politiques industrielles de relocalisation.

Le périmètre retenu comprend l'ensemble de la filière automobile (véhicules particuliers et VUL), depuis les fournisseurs de l'industrie automobile en amont aux services de la mobilité automobile en aval. Ne sont pas inclus ici :

- Les emplois du système vélo (industrie du vélo, commerce et réparation), qui sont traités dans une fiche dédiée (voir PTEF Secteur Emploi ; note Industrie du vélo).
- Certains services en aval de la filière qui pourraient être amenés à augmenter du fait de l'évolution des mobilités quotidiennes et de longue distance (l'installation de bornes de recharge pour véhicules électriques, directement liée à l'électrification du parc, est en revanche intégrée à la quantification).

- Le recyclage des batteries, dont l'activité devrait se développer, mais avec un potentiel d'emploi non chiffré.
- Le secteur de l'énergie, amené à évoluer en partie du fait de l'électrification de la mobilité, qui sera traité dans une note dédiée dans le cadre du rapport final. En particulier, si les bornes de recharge des véhicules électriques sont intégrées, les emplois des 11 000 stations-services⁵⁹ ne sont pas traités ici.

II. Anticiper l'évolution de la demande de main-d'œuvre

A. État des lieux et tendances actuelles

L'ensemble du système automobile représente 875 000 emplois en équivalent temps plein (ETP) en 2018, dont 242 000 dans la construction automobile (constructeurs et équipementiers de rang 1), et près de la moitié en aval de la filière (commerce, entretien, location...)

⁵⁹ En 2018. Données Statista [52].

Activité	Emploi actuel (ETP) ¹
Amont de la filière : industrie manufacturière, énergie et services (hors intérimaires)²	222 000
Industrie automobile : construction de véhicules automobiles, fabrication de carrosseries et remorques, fabrication d'équipements automobiles	218 000
Intérimaires de l'industrie automobile³	24 000
Total emplois directs de la construction automobile	242 000
Commerce de véhicules automobiles	167 000
Entretien et réparation de véhicules automobiles	98 000
Commerce (de gros et de détail) d'équipements automobiles	68 000
Location et location-bail de véhicules automobiles	21 000
Contrôle technique automobile	10 000
Commerce et réparation d'automobiles - Indépendants⁴	47 000
Total emplois en aval de la filière	411 000
Total	875 000

Tableau 14 : Emploi actuel de l'industrie automobile

1. La construction automobile

Le volume d'emploi dans le noyau de la filière a fortement baissé en 10 ans : - 28 % entre 2008 et 2018. Cette baisse de l'emploi est liée pour partie à des délocalisations de sites de production, et pour partie à l'automatisation de la production, qui a favorisé l'intensité en machine au détriment de l'intensité en emploi.

Dans l'industrie automobile comme dans l'ensemble de l'industrie, près de 60 % des salariés sont ouvriers (dont 60 % sont qualifiés), suivis par les professions intermédiaires (20 %) et les cadres (15 %), dont plus de 80 % sont ingénieurs (soit 9 points de plus que dans l'ensemble de l'industrie, qui compte également moins de cadres).

L'emploi de la construction automobile est concentré dans cinq régions : l'Île-de-France, l'Auvergne-Rhône-Alpes, le Grand Est, les Hauts-de-France et la Bourgogne-Franche-Comté représentent 73 % des emplois directs. Ces régions seront donc les premières touchées par l'évolution du secteur. Les emplois de l'amont de la filière ont été supposés géographiquement proches des activités des constructeurs et équipementiers, l'absence de données ne permettant pas plus de précisions à ce stade.

2. L'aval de la filière

L'emploi en l'aval de la filière est stable sur la dernière décennie (+ 2 % entre 2008 et 2018 pour l'emploi salarié de commerce, d'entretien et de réparation).

Ces activités sont réparties plus équitablement sur le territoire : on suppose que leur localisation suit les zones de logement des résidents français. Elles sont constituées de nombreuses petites entreprises qui sont souvent spécialisées dans le commerce, l'entretien ou la réparation de véhicules automobiles, avec plus de 10 % de ces actifs qui sont des indépendants.

B. Le besoin en emplois dans le secteur Industrie

Automobile après transformation

Les différents leviers de décarbonation de la mobilité quotidienne, longue distance et du fret limitent considérablement les besoins de production et d'entretien de véhicules, avec un effet global à la baisse sur l'emploi du secteur.

- Le résultat global de l'activation de ces leviers est une diminution de *roulement* du parc automobile de 36 % sur la période de transformation : -40 % sur les véhicules particuliers (VP) et -20 % sur les véhicules utilitaires légers (VUL). Le marché national des véhicules automobiles est à son tour impacté, on peut supposer en proportion – dans un régime « stabilisé » à 2050. On fait enfin l'hypothèse que le besoin de production sur le territoire national est proportionnel au marché – par exemple si la part de marché des véhicules produits en France reste constante, et que les exportations diminuent dans les mêmes proportions.
- L'électrification du parc automobile à horizon 2050, soit 70 % des VP et 100 % des VUL, ajoute à ce mouvement de baisse du besoin en emploi, un véhicule électrique hors batterie demandant moins de main-d'œuvre à la production et à l'entretien qu'un véhicule thermique. On prend l'hypothèse d'une baisse de 22 % de l'intensité en main-d'œuvre sur l'ensemble du noyau de filière (- 17 % chez les constructeurs ou motoristes, - 38 % chez les équipementiers)⁶⁰.
- En aval, les activités de commerce suivraient en proportion l'évolution des volumes de marché, tandis que l'entretien-réparation serait encore plus affecté, en sus, par l'effet électrification : on estime une baisse de 60 % des besoins en entretien⁶¹.
- L'impact global est une baisse de 43 % de la demande en emplois à l'horizon 2050, si on se limite à ces seuls facteurs, comme on peut le visualiser sur la figure et le tableau suivants :

⁶⁰ FTI 2018 citant UBS Evidence Lab 2017, "Electric Car Teardown" [56]

⁶¹ Ibid

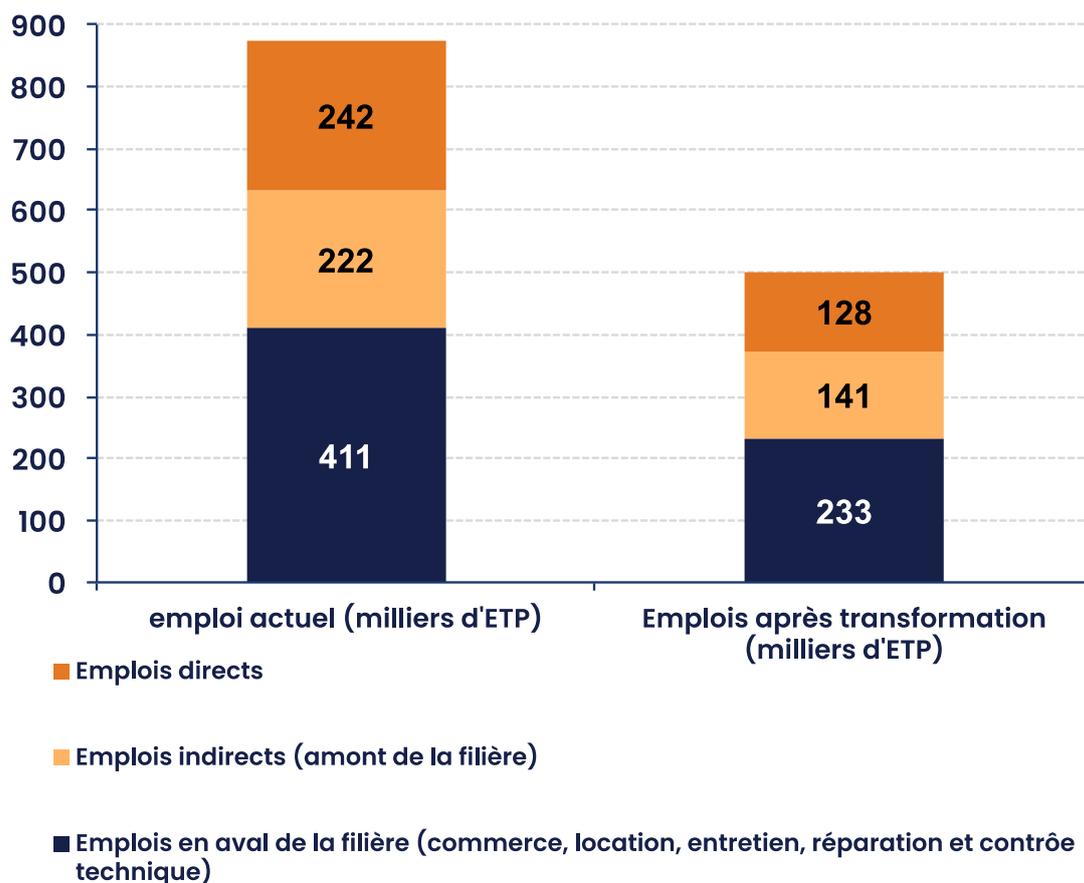


Figure 39 : Évolution du besoin en emploi dans la décarbonation du système automobile

	Emploi actuel (milliers d'ETP)	Emploi après transformation (milliers d'ETP)	Evolution (milliers d'ETP)	Evolution (%)
Emplois directs	242	128	- 114	-47 %
Emplois indirects (amont de la filière)	222	141	- 81	-37 %
Emplois en aval de la filière (commerce, location, entretien, réparation et contrôle technique)	411	233	- 178	-43 %
Total	875	502	- 373	-43 %

Tableau 15 : Évolution du besoin en emploi dans la décarbonation du système automobile

L'électrification du parc et l'anticipation d'un besoin de rediriger la production vers des véhicules plus légers, aérodynamiques et sobres constituent cependant des opportunités pour la filière et pour l'emploi.

- **L'électrification du parc requiert ainsi de créer de nouveaux emplois pour le développement et l'exploitation de bornes de recharge.** On estime que la fabrication, la pose et la maintenance de 10 millions de bornes devraient représenter environ 20 000 ETP à horizon 2050, dont un quart d'emplois industriels, en supposant que la filière reste localisée en France.
- **Une politique volontariste de relocalisation de la production de véhicules, mais aussi de batteries, pourrait aussi amortir l'impact sur la filière industrielle.** On estime ainsi que produire en France autant de véhicules et de capacité batterie que le marché national n'en absorbe (ce qui n'empêcherait pas des proportions potentiellement importantes d'exportations comme d'importations) permettrait de maintenir de l'ordre de 41 000 ETP supplémentaires dans l'industrie à horizon 2050 (dont 32 000 pour la fabrication⁶² et 9 000 pour les batteries).
- **L'impact positif total de 61 000 ETP** directs et indirects est significatif en valeur absolue, même s'il reste limité en proportion des effets de contraction discutés plus haut, comme illustré ci-dessous :

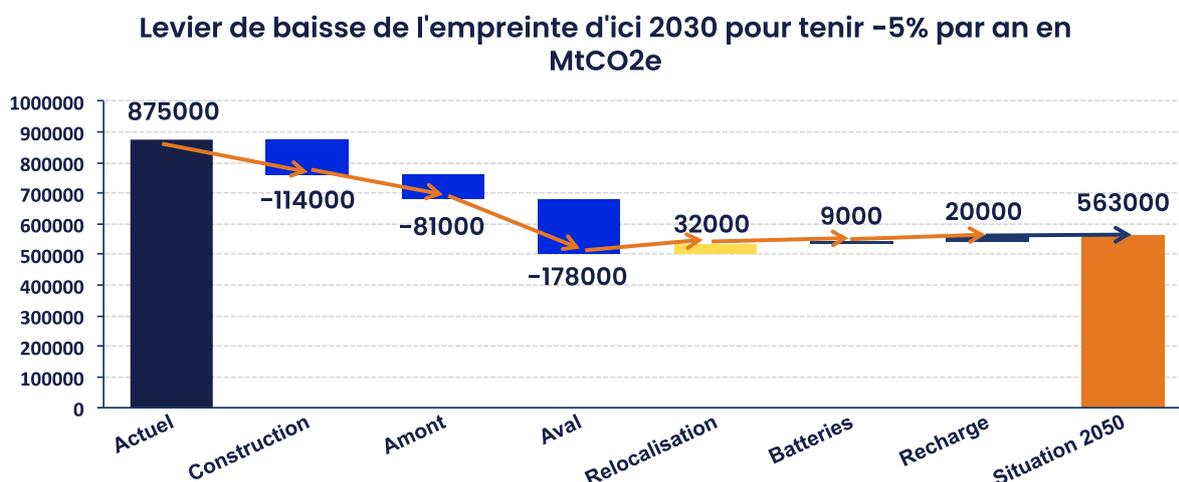


Figure 40 : Évolution du nombre total d'emplois par effet dans l'industrie automobile en France entre 2019 et 2050

Plusieurs effets restent encore à évaluer dans le cadre de l'analyse prospective ci-dessus :

- Des activités liées à l'électrification des motorisations, comme l'électronique de puissance ou les moteurs électriques ne sont pas pris en compte dans ces chiffres bien qu'elles puissent représenter quelques milliers d'emplois. La consolidation du périmètre à considérer reste à faire.
- Les aspects productivité n'ont pas été pris en compte, dans le but de faire apparaître les évolutions qui dépendent directement des leviers de décarbonation. La tendance de long terme à la croissance de la productivité en raison de l'automatisation de la

⁶² Sur la base de 0,22 ETP directs et indirects par véhicule produit (données ACEA pour l'UE, données ESANE et CCFA pour la France), corrigée à la baisse par l'effet électrification pour les emplois directs (-22 % de besoin de main-d'œuvre à production constante dans le noyau de la filière automobile) [57],[53],[11].

production pourrait d'ailleurs être plus que contrebalancée à échéance 2050 par la contrainte énergétique.

- Les services qui devraient se développer pour accompagner l'évolution des systèmes de mobilité sont encore en cours d'estimation, les données disponibles étant rares et les estimations complexes. On peut penser par exemple à une hausse de la location courte durée, du fait du report modal vers le train pour les longues distances qui nécessiterait de louer une voiture sur le lieu de destination.

Ces résultats sont enfin à mettre en regard du développement du système vélo, qui se substituerait pour partie au système voiture. La filière industrielle vélo (dont VAE) pourrait créer une augmentation de la demande de main-d'œuvre de l'ordre de 45 000 ETP (à partir d'un faible niveau de départ de seulement 2 000 ETP environ). L'aval de la filière (commerce, entretien et réparation) pourrait générer environ 185 000 ETP additionnels (voir PTEF Secteur Emploi ; note Industrie du vélo), compensant potentiellement la baisse d'activité (- 178 000 ETP) dans les services aval de l'automobile. Ceci est illustré par la figure ci-dessous :

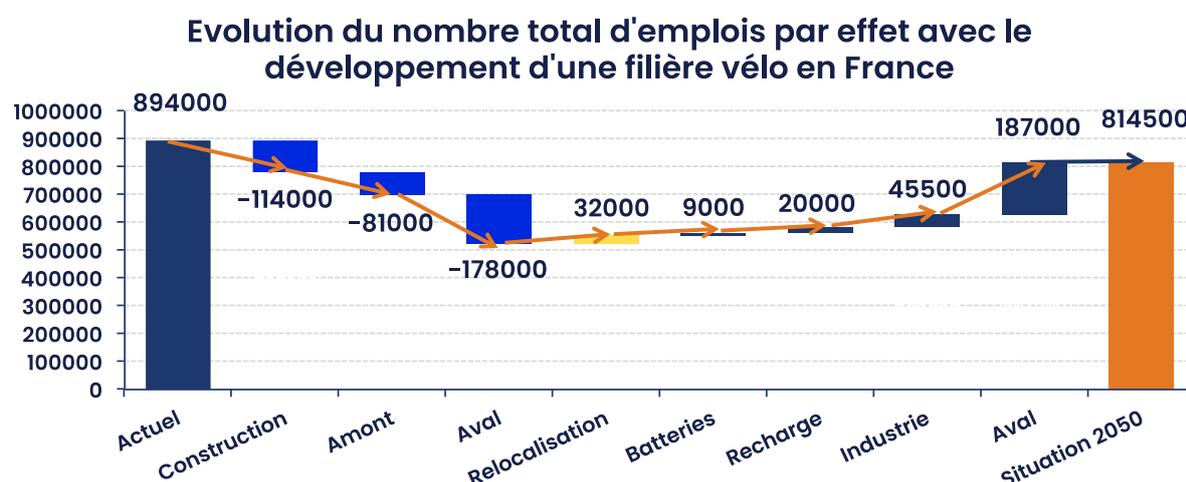


Figure 41: Évolution du nombre total d'emplois par effet en prenant en compte le développement d'une filière vélo en France entre 2019 et 2050

C. Estimer les trajectoires à 5 ans de création et de destruction d'emplois

Dans les premières années de transformation, l'activité diminue plus rapidement dans l'industrie automobile que dans l'aval de la filière, la montée en puissance de l'électrique dans la production (+ 10 % par an, 35 % de la production en 2027 et presque 50 % en 2030) étant plus lente que l'électrification du parc, qui reste à ce stade majoritairement thermique (13 % du parc roulant électrifié en 2027).

Les débuts de l'électrification du parc sont également ceux de l'industrie des batteries. La production en France de 30 % des batteries du marché automobile français représenterait environ 3 400 emplois, à raison de 138 emplois par GWh⁶³.

En 2027, soit cinq ans après le début de la décarbonation, on atteint ainsi 778 000 ETP, répartis de la façon suivante :

	Emploi actuel (milliers d'ETP)	Emploi en 2027 (milliers d'ETP)	Évolution
Emplois directs	242	202	-16 %
Emplois indirects (amont de la filière)	222	201	-9 %
Emplois en aval de la filière	411	369	-10 %
> dont Rétrofit	-	3	N/A
Fabrication de batteries	-	3	N/A
Bornes de charge de véhicules électriques	-	5	N/A
Total	875	780	-11 %

Tableau 16 : Emplois de l'industrie automobile en 2027

L'activité de rétrofit, qui pourrait créer entre environ 1 200 et 5 500 emplois d'après Syndex pour 50 000 à 210 000 véhicules transformés en véhicules électriques annuellement, est intégrée ici comme une activité de transformation, temporaire, qui disparaîtra lorsque le parc sera presque entièrement électrifié. On prend ici la médiane de la fourchette donnée par Syndex.

⁶³ Il s'agit de la moyenne des ratios emplois/GWh annoncés pour la gigafactory britannique d'AMTE Power et Britishvolt [57] et pour celle de CATL en Allemagne [33]. Cette estimation est proche des ratios utilisés par l'étude Syndex pour la FNH, de l'ordre de 100 emplois par GWh en 2050 (100 à 106 selon les scénarios) [56].

III. Accélérer et accompagner la transformation de l'offre d'emplois et de compétences

Pour permettre la transformation du secteur, les compétences dans l'industrie automobile doivent évoluer, et les personnes doivent être accompagnées pour organiser le transfert d'activité vers d'autres secteurs.

L'électrification nécessite de développer des compétences spécifiques chez les constructeurs et les équipementiers automobiles. Les ingénieurs en particulier devraient développer davantage des compétences en électronique de puissance, en robotique, et éventuellement en informatique embarquée. Les formations d'ingénieurs devraient être en mesure de s'adapter à ces évolutions, ces compétences étant déjà intégrées aux cursus pour d'autres filières industrielles (le ferroviaire par exemple). Enfin, au-delà des compétences techniques, il est nécessaire que les décideurs de l'industrie automobile (cadres des constructeurs notamment) soient formés aux enjeux énergie-climat pour les prendre en compte dans les évolutions de production. L'électrification s'appuiera également sur la capacité de production de batteries, pour laquelle de nouvelles compétences seront requises si l'on souhaite développer la filière en France. L'évaluation du besoin en compétences pour cette filière sera développée dans une note dédiée à terme.

Il faudra également accompagner la diminution de la taille de la filière automobile. On identifie deux leviers à actionner simultanément. Le premier est un accompagnement aux reconversions – il faudrait alors prendre en compte le niveau de qualification, les compétences, les niveaux de salaire et la localisation géographique des emplois de l'industrie automobile, et évaluer le besoin de reconversions au vu de la pyramide des âges et du rythme de contraction de la production, en veillant à ne pas perdre les compétences de la filière. Le second est le déploiement d'une politique de maintien du système de production en France ou de relocalisation.

L'accompagnement aux reconversions nécessite de mettre en place des formations adéquates, en prenant en compte les filières amenées à se développer dans la décarbonation.

- Diriger les reconversions vers des filières industrielles permettrait de garder une proximité avec l'industrie automobile. On peut penser aux filières du ferroviaire, des batteries ou du cycle, qui seraient amenées à se développer dans la décarbonation, ou encore à la rénovation industrielle des bâtiments.

- Les ouvriers, soit près de 60 % des salariés, disposent de compétences propres à la filière automobile qui doivent être valorisées : le fait de travailler avec de hautes exigences de production est synonyme de rigueur, de respect des procédures, d'attention au détail, etc. Ces compétences peuvent être mises à profit dans d'autres filières industrielles. Ils devraient bénéficier de formations pour la reconversion, mais également d'un accompagnement personnel pour que la reconversion ne soit pas vécue comme une violence et tienne compte des spécificités individuelles.
- Les ingénieurs, qui représentent plus de 10 % des salariés, devraient bénéficier de formations adéquates. Leur reconversion devrait être plus simple que celle des ouvriers : plus de mobilité géographique, un taux de chômage plus faible chez les cadres, etc.
- Enfin dans l'amont de la filière, qui regroupe diverses filières industrielles (métallurgie, plasturgie...) la possibilité de rediriger une partie de l'activité vers d'autres débouchés industriels devra être explorée.

L'acceptabilité des évolutions de la filière chez les salariés ainsi que dans l'ensemble de la population dépend fortement de la compréhension des enjeux sous-jacents. Il semblerait ainsi pertinent, sinon nécessaire, que la formation de base aux enjeux énergie-climat soit développée non seulement chez les cadres dirigeants mais également auprès de tous les salariés du secteur, à court terme par de la formation continue et avec une évolution simultanée des formations initiales.

Pour les emplois en aval de la filière, le passage d'un système voiture à un système vélo peut représenter des opportunités malgré la forte diminution du parc automobile. On peut envisager que les garages automobiles poursuivent l'élargissement de leur activité à la réparation de vélos et de VAE, pour lesquels il y aura un besoin élevé. Par ailleurs, il est probable que de nouveaux services voient le jour avec l'évolution des mobilités, par exemple un essor de la location courte durée dans le cadre du développement des services porte-à-porte autour du train, destinés à favoriser le report modal vers le train pour les trajets longue distance⁶⁴.

⁶⁴ Se référer aux travaux du *Shift Project* sur la mobilité longue distance, dans le cadre du PTEF (publication à venir).

Infographie de synthèse

Le secteur en 2021 en France

900 000 emplois directs et indirects

Véhicules produits en France :

- **1,7 millions** de VP par an
- **0,5 millions** de VUL par an

Véhicules neufs vendus en France :

- **2,1 millions** de VP par an
- **0,45 millions** de VUL par an

Volume du parc de véhicules

 **32 millions** de VP
(Véhicule Particulier) **467 Gv.km***
* Voiture.kilomètre

 **6 millions** de VUL
(Véhicule Utilitaire Léger) **84 Gv.km**

21 % des émissions françaises de gaz à effet de serre

L'industrie automobile doit se transformer et contribuer à l'atteinte de l'objectif de neutralité carbone en 2050

↳ **Comment y parvenir ?** ↵

	2021	2050				
Usage du parc	<table border="1"> <tr> <td>VP</td> <td>467 Gv.km</td> </tr> <tr> <td>VUL</td> <td>84 Gv.km</td> </tr> </table>	VP	467 Gv.km	VUL	84 Gv.km	<p> -40 % -20 %</p> <p>Usage moins intense du parc automobile et développement des modes bas carbone</p>
VP	467 Gv.km					
VUL	84 Gv.km					
Sobriété		<table border="1"> <tr> <td>VP</td> <td>VUL</td> </tr> <tr> <td> -300kg</td> <td> -170kg</td> </tr> </table> <p>Moins de ventes de véhicules, plus petits et légers, moins d'équipements</p>	VP	VUL	 -300kg	 -170kg
VP	VUL					
 -300kg	 -170kg					
Motorisation du parc		<p>  </p> <p>Électrification du parc et production de batteries en France</p>				
Diversification des types de véhicules		<p>  </p> <p>Cycles, micro-voitures, 2 roues électriques, quadricycles, etc</p>				
Activités en aval et services		<p>   </p> <p>Recyclage, stations de rechargement, location, partage, multimodalité, marché de l'occasion</p>				
Emplois		<p></p> <p>Nb d'emplois stable Évolution des métiers (cycles, électromécanique, location, entretien, réparation)</p>				

**ANNEXES :
AUTRES MESURES
DE TRANSFORMATION
DU SECTEUR
AUTOMOBILE**

A. Réduire les émissions des véhicules hors de leur phase d'usage

Proposition 9 – Orienter la conception vers des véhicules plus légers

L'évolution de la masse moyenne des véhicules montre une hausse régulière depuis quelques décennies, sous plusieurs effets : changement des attentes des clients, réglementation, mais aussi inflation des équipements de confort et de sécurité.

Sur la sécurité secondaire en particulier, il est proposé de mener une étude indépendante d'évaluation des exigences consoméristes portant sur les résultats en accidentologie, y compris des vulnérables (piétons, vélos...), sur les impacts sur les autres véhicules, ainsi qu'en incidence sur les émissions de CO₂ des véhicules neufs équipés.

Des organisations comme le LAB ou le CAESAR peuvent être mobilisées pour ces études.

Il est également proposé d'interdire tout nouvel équipement non réglementaire qui ne participe pas à la baisse de la masse moyenne des véhicules neufs. Il pourrait s'agir de relier toute nouvelle exigence €NCAP à des objectifs de réduction de masse du véhicule.

Date d'application proposée : 2022

Proposition 10 – Maîtriser l'empreinte carbone des batteries

Au-delà de l'affichage obligatoire de l'empreinte carbone des véhicules, il est proposé de mettre en place un système de malus au-dessus d'une certaine valeur de capacité de batterie des véhicules vendus en France (et/ou) en Europe, dès 2025.

Compte tenu des usages et des progrès attendus, une valeur de 50 à 60 kWh de capacité de batterie pour les véhicules 100 % électriques peut être retenue.

Cette mesure préfigurerait l'encadrement du contenu carbone des batteries, avec la limitation en fonction de l'Analyse en Cycle de Vie de la batterie, prévue dans l'agenda européen.

Proposition 11 – Mettre en place les conditions d'un recyclage fort des batteries et de ses composants

Le recyclage des batteries et des matériaux qui les composent est un élément essentiel du déploiement des véhicules électriques, de la maîtrise de leur impact environnemental et de souveraineté d'approvisionnement futur.

Le soutien massif à la création de cette filière en France est proposé. Il doit s'accompagner d'une obligation de recyclage de tous les matériaux critiques (Nickel, Cobalt, Lithium) à des taux >95 %.

De plus, les batteries doivent nécessairement être intégrées au périmètre sur lequel se calcule le taux de recyclabilité des véhicules.

Il est par ailleurs proposé que les constructeurs publient systématiquement le taux de matériaux recyclés dans la fabrication des véhicules neufs, y compris de la batterie, avant l'introduction d'un taux minimum de matière recyclée dans les véhicules neufs, prévue en 2030 dans l'agenda européen.

Date d'application proposée : 2027

Proposition 12 – Augmenter le taux de récupération des véhicules en fin de vie

En moyenne sur les 3 dernières années, 1,3 million de véhicules sont traités par les centres agréés, pour environ 2,5 millions de véhicules neufs VP et VUL vendus par an.⁶⁵

Or, le parc roulant n'évolue pas dans ces proportions. Un nombre significatif de véhicules en fin de vie ne sont donc pas récupérés pour être traités et continuent sans doute une seconde vie, alors qu'ils sont particulièrement polluants.

⁶⁵ MTES – véhicules hors d'usage - <https://www.ecologie.gouv.fr/vehicules-hors-dusage>

Il est proposé de mettre en place les dispositifs nécessaires pour mieux tracer les véhicules qui sortent du parc et assurer leur traitement effectif (destruction, recyclage, retrofit, reconditionnement).

Date d'application proposée : 2027

B. Développer, produire en France et diffuser en grande série des véhicules sobres et bas carbone

Proposition 13 – Orienter la publicité automobile vers des imaginaires de modération et de sobriété

La publicité est un moyen puissant d'orientation de la consommation, y compris pour l'automobile. Il serait souhaitable qu'elle porte davantage vers des imaginaires globaux de modes de vie plus sobres, de ralentissement qui trouveraient aussi leur déclinaison dans l'univers de la publicité automobile.

Plus spécifiquement, la publicité automobile pourrait intégrer des éléments d'intermodalité ou de covoiturage.

Date d'application proposée : 2025

Proposition 14 – Accompagner le développement des infrastructures de recharge

L'objectif de 100 000 points de recharge publics à fin 2021 ne sera pas atteint. Il est proposé d'évaluer les raisons de cette non atteinte et de réinterroger, à la lumière de la diffusion des véhicules électriques et des progrès techniques attendus sur la performance énergétique des batteries, l'infrastructure publique / privée cible.

La réglementation sur l'installation de bornes dans le secteur de l'immobilier privé (copropriétés et entreprises) et sur le prééquipement dans l'immobilier neuf et rénové doit être plus incitative et plus contraignante.

Date d'application proposée : 2025

Proposition 15 – Favoriser l'interopérabilité des bornes de recharge publiques

L'accès facile à la recharge est une condition du déploiement du véhicule électrique. Il est important de standardiser, de normaliser et d'assurer l'interopérabilité des bornes de recharge publiques et des abonnements, sur le territoire.

La recherche française est en pointe sur le sujet du standard « Plug and play » (norme 15118), dont la mise en œuvre doit être accélérée.

En complément, on peut citer les solutions de type EP-Tender qui permettent d'étendre occasionnellement le rayon d'action du véhicule électrique en adjoignant une batterie complémentaire sur remorque.

Date d'application proposée : 2025

Proposition 16 – Conditionner les aides à l’achat de véhicules à l’écart CO₂ entre véhicule remplacé et véhicule remplaçant

Pour accélérer la conversion du parc vers des véhicules réellement plus sobres, il est proposé de conditionner les aides à l’achat à l’écart d’émission CO₂, éventuellement par seuil de gain.

Cette mesure s’appliquerait aussi bien aux VP qu’aux VUL, aux VN comme aux VO.

Date d’application proposée : 2022

Proposition 17 – Revoir les plafonds d’amortissement des véhicules de société, pour orienter les achats vers les véhicules les moins polluants

Il s’agit ici de revoir les tranches d’amortissement par niveau d’émissions de CO₂ pour les VP d’une part et les VUL d’autre part. L’objectif est d’abaisser les seuils en cohérence avec la trajectoire d’objectifs de réduction des émissions nationales et européennes et de supprimer les incitations à l’achat des véhicules les plus polluants.

Date d’application proposée : PLF 2023

Proposition 18 – Créer un cadre propice à l'évaluation du potentiel des carburants décarbonés

Compte tenu de la durée de renouvellement du parc et des incertitudes de couverture de tous les usages par les véhicules électriques à batterie, il est proposé d'évaluer le potentiel des carburants décarbonés, des filières correspondantes et de la disponibilité globale de la ressource.

Date d'application proposée : 2022

C. Accompagner et saisir les opportunités liées à l'évolution de l'usage du parc

Proposition 19 – Développer un outil de conseil à l'achat et à l'usage de la mobilité

Sous l'égide de l'ADEME par exemple, il s'agit de mettre à disposition un outil de conseil personnalisé pour la mobilité quotidienne notamment. Seraient pris en compte les usages du foyer, les possibilités alternatives à la voiture sur le territoire d'habitation, le pouvoir d'achat, les moyens d'intermodalité, de manière à orienter l'acheteur de véhicules et l'utilisateur vers le meilleur choix de mobilité.

Il peut être envisagé d'intégrer à cet outil les conditions d'avantages et d'incitation, voire de moduler ceux-ci en fonction de l'utilisation multimodale.

Date d'application proposée : 2025

Proposition 20 – Procéder à l'évaluation des impacts environnementaux de la mobilité autonome

Au-delà du soutien public et privé au développement de la mobilité autonome, il est proposé d'affecter des moyens à la recherche sur l'évaluation des impacts environnementaux de cette technologie, notamment sur les infrastructures, sur la supervision et sur les transferts de données nécessaires au fonctionnement des véhicules autonomes.

Date d'application proposée : 2022

Proposition 21 – Octroyer un avantage aux constructeurs qui favorisent la maîtrise des véhicules.kilomètres parcourus et à la réduction de l'autosolisme

Intéresser les constructeurs à la baisse des Gvh.km en concevant un système d'équivalence type éco-innovations pour le CAFE.

Date d'application proposée : 2025

Proposition 22 – Soutenir massivement la création d'une filière complète Vélo, VAE, Vélo Cargo, 2REL, VEL en France

Le potentiel de développement du vélo et du VAE est important en termes économiques et en termes d'emplois.

Ce marché représente une opportunité forte de développer une filière industrielle française, pourvoyeuse d'emplois qu'il faut soutenir massivement et structurer.

Ce soutien doit également pouvoir porter sur les autres véhicules apparentés ou proches du vélo.

Date d'application proposée :

- **2022 pour la prise en compte du rapport de la mission en cours**
- **2025 pour la mise en place effective des mesures proposées**

Proposition 23 – Évaluer le potentiel du remanufacturing

Il s'agit de l'activité de reconditionnement de pièces destinées au marché de seconde monte (pièces de rechange en échange standard)

Cette activité est assez marginale aujourd'hui, mais pourrait grandir si le verrou réglementaire sautait et permettait de mettre ces pièces reconditionnées sur les véhicules neufs.

Il est proposé de lancer une étude d'évaluation du potentiel de cette activité, de l'économie circulaire.

Date d'application proposée : 2022

Proposition 24 – Montrer l'exemple par les actes d'achat des décideurs, publics et privés

La vertu de l'exemplarité n'est plus à prouver et de ce point de vue, le choix du type de véhicule, souvent de fonction, des dirigeants n'est pas anecdotique.

Il est proposé que les dirigeants des entreprises privées engagées dans des démarches RSE ou de réduction de leurs émissions de GES utilisent pour leurs besoins professionnels les modes de transport les plus sobres : vélo de fonction

quand cela est possible, train plutôt que avion, véhicule le plus sobre possible (petit, léger, motorisé au juste besoin).

Ce même principe doit s'appliquer de façon plus contraignante dans la fonction publique et l'administration au sens large, en particulier sur les véhicules de fonction.

Date d'application proposée : 2022

Bibliographie

- [1] MTES – L’environnement en France – Rapport sur l’état de l’environnement – Les émissions de GES du secteur des transports 2019 - <https://ree.developpement-durable.gouv.fr/themes/defis-environnementaux/changement-climatique/emissions-de-gaz-a-effet-de-serre/article/les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-du-secteur-des-transport>
- [2] MTES – Datalab – Chiffres clés du Climat – Édition 2021 – Émissions de GES des transports <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat/11-emissions-de-ges-des-transport>
- [3] Commissariat général au Développement Durable – *Publication n°190*, juin 2014, <https://www.statistiques.developpementdurable.gouv.fr/sites/default/files/2018-11/lps190-vul.pdf>
- [4] MTES – Données et études statistiques – Le transport des voyageurs 2019 - <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/le-transport-de-voyageurs-en-2019>
- [5] MTES – Données et études statistiques – Les chiffres clés de l’énergie - <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/chiffres-cles-de-lenergie-edition-2020-0>
- [6] *The Shift Project* – Pétrole : quels risques pour les approvisionnements de l’Europe ? - <https://theshiftproject.org/article/nouveau-rapport-approvisionnement-petrolier-europe/>
- [7] MTES – Etudes et statistiques – 38,2 millions de voitures en circulation - <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/382-millions-de-voitures-en-circulation-en-france?rubrique=&dossier=1347>
- [8] URF Union routière française– Faits et chiffres 2020 – <https://www.unionroutiere.fr>
- [9] INSEE - Taux d’équipement automobile des ménages - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2012694>
- [10] INSEE - Les dépenses des ménages en 2017 - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4648339>
- [11] CCFA – Analyse et statistiques 2020 - <https://ccfa.fr/edition-2020/>
- [12] Laboratoire de la Mobilité Inclusive - Enquête « La mobilité et l’accès des Français aux services de la vie quotidienne » - <https://www.mobiliteinclusive.com/enquete-inedite-la-mobilite-et-lacces-des-francais-aux-services-de-la-vie-quotidienne/>
- [13] Laboratoire de la Mobilité Inclusive – Enquête « Mobilité et accès à l’emploi » - <https://www.mobiliteinclusive.com/enquete-mobilite-emploi/>
- [14] INSEE - Les comportements de consommation en 2017 - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4127596>
- [15] IAE - Growing-preference-for-suvs-challenges-emissions-reductions-in-passenger-car-market - <https://www.iea.org/commentaries/growing-preference-for-suvs-challenges-emissions-reductions-in-passenger-car-market>
- [16] CGDD - Les flottes de véhicules des personnes morales – 2019

- [17] MTES – SDES – 6 millions de VUL en circulation au 1/1/20 - <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/6-millions-de-vehicules-utilitaires-legers-en-circulation-au-1er-janvier-2020>
- [18] Arval Mobility Observatory – Bilan marché entreprise 2020 - <https://mobility-observatory.arval.fr/bilan-marche-2020>
- [19] L'Argus – La voiture moyenne neuve depuis 1953 - <https://www.largus.fr/actualite-automobile/voiture-moyenne-neuve-2018-son-evolution-depuis-1953-9833394.html>
- [20] ADEME, Chiffres clés, site Carlabelling, <http://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/>
- [21] L'Argus – La voiture moyenne 2018 - <https://www.largus.fr/actualite-automobile/voiture-moyenne-2018-prix-en-baisse-mais-consommation-en-hausse-9833392.html>
- [22] AVERE France – Baromètre de la mobilité électrique - http://www.avere-france.org/Site/Category/?arborescence_id=247
- [23] Renault – Rapport Climat Avril 2021 - <https://renaultgroup.publispeak.com/rapport-climat-2021/article/46/>
- [24] PSA Groupe – Rapport RSE - https://www.cotecorp.com/Groupe_PSA_2018_CSR_Report.pdf
- [25] Climobil – Comparaison des empreintes des véhicules thermiques et électriques - <https://climobil.connecting-project.lu/?batteryLifetime=240000&batteryCapacity=30&greenhouseGas=65&electricCarRange=250&carbonElectricityMix=300&greenhouseBattery=30&greenhouseWTT=25&greenhouseTTW=150&batteryPenalty=0.9&annualMileage=20000&ICECurb=1551&ECurb=1977&NEDCpenalty=0.39&decarbonization=0>
- [26] *The Shift Project* – Étude comparative de l'impact carbone de l'offre de véhicules – Février 2020
- [27] Carbone 4 – Transports routiers : quelles motorisations alternatives pour le Climat ? – Novembre 2020
- [28] INSEE – L'industrie automobile en France : l'internationalisation de la production des groupes pèse sur la balance commerciale - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4253389>
- [29] Observatoire de la Métallurgie – Études des impacts des mutations de la construction automobile sur l'emploi et les compétences - <https://www.observatoire-metallurgie.fr/analyses-previsions/impacts-mutations-construction-automobile>
- [30] France Stratégie – Localisation de la production automobile : quels enseignements sur l'attractivité des pays et la compétitivité des entreprises ? – Sept. 2021
- [31] A. Bigo – Les transports face au défi de la transition énergétique - <http://www.chair-energy-prosperity.org/wp-content/uploads/2019/01/These-Aurelien-Bigo.pdf>
- [31] European Commission – CO₂ emission performance standards for cars and vans
- [33] Origine France Garantie - <https://www.originefrancegarantie.fr/>
- [34] Santé Publique France – Le Nutri-Score – un repère utile pour connaître la qualité nutritionnelle d'un produit pour plus de 9 Français sur 10 - <https://www.santepubliquefrance.fr/presse/2021/le-nutri-score-un-repere-utile-pour-connaître-la-qualité-nutritionnelle-d-un-produit-pour-plus-de-9-français-sur-10>

- [35] Commissariat général au développement durable, Enquête Nationale Transports et Déplacements, 2008, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/enquete-nationale-transports-et-deplacements-entd-2008>
- [36] N. Hooftman, M. Messagie, F. Joint, JB. Segard and T. Coosemans : “In-life range modularity for electric vehicles: the environmental impact of a range-extender trailer system”, 2018
- [37] BEUC 2021 - Electric cars already cheapest option today for many consumers new study finds
- [38] UFC Que Choisir – Coût d’usage des véhicules électriques – Juin 2021
- [39] Bassem Haidar, Pascal da Costa, Jan Lepoutre, Fabrice Vidal « Which combination of battery capacity and charging power for battery electric vehicles: urban versus rural French case studies » - Déc. 2020. [Which combination of battery capacity and charging power for battery electric vehicles: urban versus rural French case studies - CentraleSupélec \(archives-ouvertes.fr\)](https://www.centralesupelec.fr/~/media/centralesupelec/fr/actualites/2020/12/20201201_which-combination-of-battery-capacity-and-charging-power-for-battery-electric-vehicles-urban-versus-rural-french-case-studies-1.pdf)
- [40] WEF – A vision for a sustainable battery value chain in 2030 – Sept. 2019 - <https://www.weforum.org/reports/a-vision-for-a-sustainable-battery-value-chain-in-2030>
- [41] CICenergiGUNE – World map of gogafactories - <https://cicenergigune.com/en/blog/world-map-gigafactories>
- [42] ATLANTE – Les SUV roulent-ils à contresens ? Masse moyenne des 20 modèles de SUV les plus vendus en France en 2020. <https://www.atlante.fr/les-suv-roulent-ils-a-contresens/>
- [43] France Stratégie, Comment faire enfin baisser les émissions de CO2 des voitures ? Note d’analyse, juin 2019, <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-na78-2019-emissions-voitures-meilhan-20juin-bat.pdf>
- [44] ICCT Fraunhofer ISI - REAL-WORLD USAGE OF PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLES FUEL CONSUMPTION, ELECTRIC DRIVING, AND CO2 EMISSIONS Patrick Plötz, Cornelius Moll, Georg Bieker, Peter Mock, Yaoming Li – Sept 2020
- [45] T&E – Plug-inhybrids : Is Europe heading for a new Dieselgate ? – Nov. 2020 <https://www.transportenvironment.org/discover/plug-hybrids-europe-heading-new-dieselgate/>
- [46] ACEA – JOINING FORCES TO TACKLE THE ROAD TRANSPORT CO₂ CHALLENGE A multi-stakeholder initiative
- [47] Energy Impact of Connected Eco-driving on Electric Vehicles Xuewei Qi, Matthew J. Barth, Guoyuan Wu, Kanok Boriboonsomsin and Peng Wang – 2018
- [48] Codes Rousseau – Les 10 principes de l’écoconduite - <https://public.codesrousseau.fr/conseils-pratiques/464-top-10-des-principes-de-lecoconduite.html>
- [49] ADEME – Etude « Rétrofit » – Mars 2021 - <https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/4590-etude-retrofit.html>
- [50] Les dossiers de la DGE – Impact économique et potentiel de développement des usages du vélo en France en 2020 – Avril 2020 - <https://librairie.ademe.fr/cadic/334/rapport-impact-economique-usages-velos-france-2020.pdf>

- [51] MTES - Développement des véhicules autonomes. Orientations stratégiques pour l'action publique - Mai 2018 - <https://www.ecologie.gouv.fr/developpement-des-vehicules-autonomes-orientations-strategiques-laction-publique>
- [52] MTES - Stratégie nationale de développement de la mobilité routière automatisée 2020-2022 - Déc 2020 - https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/20171_strategie-nationale-vehicule%20automatise_web_0.pdf
- [52] Statista, « Nombre de stations-service en France entre 2014 et 2018, selon le type de réseau ». 2019. <https://fr.statista.com/statistiques/503685/stations-service-reseau-france/>
- [53] « ESANE 2018 - Principales caractéristiques au niveau sous-classe [Base de données] », INSEE. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3560241?sommaire=3560277>
- [54] CCFA, « L'industrie automobile française - Analyses et statistiques 2019 » - <https://ccfa.fr/wp-content/uploads/2019/09/ccfa-2019-fr-web-v2.pdf>
- [55] INSEE, « Les revenus d'activité des non-salariés en 2018 » - <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4768202>
- [56] Syndex, « Électrification de l'automobile et emploi en France », mai 2021.
- [57] J. Jolly, « UK's first car battery 'gigafactory' to be built by two startups », *The Guardian*, mai 20, 2020. <https://www.theguardian.com/business/2020/may/20/uk-first-car-battery-gigafactory-amte-power-britishvolt>
- [56] FTI Consulting, « Impact of electrically chargeable vehicles on jobs ad growth in the EU », 2018 - https://www.fticonsulting.com/~/_media/Files/us-files/intelligence/intelligence-research/impact-electrically-chargeable-vehicles-jobs-growth-eu.pdf
- [57] ACEA (European Automobile Manufacturers' Association), « EU manufacturing employment » - www.acea.auto/figure/eu-manufacturing-employment/
- [58] RTE ENEDIS - Les besoins électriques de la mobilité longue distance sur autoroute - Juillet 2021

Équipe du projet

Jacques Portalier, Chef de projet

Jacques Portalier est chef de projet Industrie Automobile dans le cadre du Plan de transformation de l'économie française (PTEF) pour *The Shift Project*. De formation ingénieur (Centrale Lyon et ENSPM), il a effectué 20 ans de carrière chez PSA, dans des fonctions techniques comme stratégiques. Il possède à ce titre une expérience unique sur les aspects techniques, économiques et juridiques de toute la filière automobile. Engagé sur les thématiques environnementales (Master IGE de Mines ParisTech), il a travaillé en 2019 pour le Haut Conseil Pour le Climat. Désormais consultant indépendant, Jacques Portalier s'associe régulièrement à des acteurs du conseil (Carbone 4 notamment) pour apporter son expertise sur les projets de prospective stratégique et sur les sujets Climat et Transports.

Laurent Perron, Chef de projet

Laurent Perron copilote le projet Industrie automobile du PTEF pour *The Shift Project*. Ingénieur en Mécanique et Énergétique (ENSIMEV), Il 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 l'institut de recherche sur la mobilité durable Vedecom en 2017 où il est en charge de la qualité et de la RSE. Engagé dans la décarbonation de la société, et en particulier des Transports, il est animateur de la Fresque du climat et chef de projet de la Fresque de la Mobilité pour les Shifters, association de bénévoles qui soutient les travaux du *Shift Project*.

Paul Boosz, Chargé de projet

Après avoir travaillé comme data scientist pour des startups et l'état, Paul Boosz a rejoint le *Shift Project* en 2019 et y a travaillé sur différentes missions : une nouvelle version du portail de données (theshiftdataportal.org), une étude de la mobilité en Vallée de la Seine, ainsi que sur les volets mobilité du PTEF.

Nolwenn Brossier, Chargée de projet

Nolwenn Brossier rejoint le Shift en tant que chargée de projet sur le Plan de Transformation de l'Économie Française. Diplômée du Master en « gouvernance des risques environnementaux » (co-accrédité par les Universités Lyon 2 et 3, SciencesPo et l'École Centrale de Lyon) en tant que Major de promotion, Nolwenn était précédemment reporter pour l'agence de presse Reuters. Elle souhaite désormais travailler à l'atténuation du dérèglement climatique et à l'adaptation de notre société à ses conséquences afin de développer sa résilience.

Nicolas Raillard, Coordinateur du projet

Nicolas Raillard a rejoint le *Shift Project* après avoir été ingénieur en stratégie système pendant 4 ans. Diplômé de l'ISAE-Supaéro et du Georgia Institute of Technology (USA), il a obtenu le mastère spécialisé « Environment International Management » des Mines ParisTech / Tsinghua University (Chine). Il met aujourd'hui en œuvre ses compétences en gestion des systèmes complexes dans la transition écologique, et notamment dans la mobilité périurbaine et les systèmes électriques. Il coordonne également le Plan de Transformation de l'Économie Française (PTEF) du *Shift Project*.

Rémi Bastien, Expert associé

Ingénieur de formation, Rémi Bastien a près de 40 ans d'expérience dans l'industrie automobile, principalement au sein du Groupe Renault. Après avoir occupé différents postes d'ingénierie sur les moteurs, il devient Directeur de la Recherche de l'Innovation du groupe puis Directeur de la Prospective Automobile. Il a également présidé VEDECOM, institut dédié aux mobilités durables. Il est aujourd'hui Président du pôle de compétitivité Next Move (ex. Mov'eo) et Délégué général et Trésorier de FISITA (Fédération internationale des Sociétés d'ingénieurs des techniques de l'automobile).

The Shift Project est un think tank qui œuvre 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 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 :

Jacques Portelier

Chef de projet Industrie automobile
jacques.portelier@live.fr

Laurent Perron

Chef de projet Industrie automobile
laurent.perron@theshiftproject.org

Emma Stokking

Porte-parole du PTEF
emma.stokking@theshiftproject.org
07 86 53 39 84

