

# Rétrofit électrique des véhicules légers: Opportunités et contours d'une filière émergente



Étude  
Mars 2024



## **L'Institut ESSCA « Transports & Mobilités Durables »**

L'institut des transports et mobilités durables de l'ESSCA est un lieu de rencontre entre recherche académique, expertise et écosystème professionnel du monde des transports pour construire, comprendre et accompagner l'émergence de mobilités plus durables.

L'institut se définit comme un lieu d'échanges transdisciplinaires et vise à traiter de l'ensemble des modes de déplacements sous différents angles : stratégique, économique, social, sociétal, managérial, financier, etc.

Il soutient et produit des travaux de recherche et de management portant sur la thématique globale des transports et des mobilités dans la perspective d'un développement durable et soutenable.

Une attention particulière est ainsi portée aux questions de régulation et de management public aussi bien qu'aux dimensions internationales des problématiques soulevées.

Pour plus d'informations : <https://www.essca-knowledge.fr/institut-transports-mobilites-durables/>

## **Forum Vies Mobiles**

Le Forum Vies Mobiles est le think tank de la mobilité, soutenu par la SNCF.

Ses travaux portent sur les modes de vie et la manière dont les déplacements structurent leur déploiement, leurs rythmes et permettent d'organiser nos activités (travail, loisirs, consommation, etc.). Il en étudie les impacts sur les personnes, la famille, la santé, le territoire et l'environnement.

La vitesse, la fréquence et l'échelle de nos déplacements ont fortement augmenté ces dernières décennies. Si au XIXe siècle un Français arpentait en moyenne 4 kilomètres par jour, il en parcourt 60 aujourd'hui. La mobilité rapide s'est en effet démocratisée. Ses pratiques sont désormais recomposées par l'usage du numérique.

Les recherches du Forum montrent que les modes de vies mobiles contemporains sont une source de liberté, mais aussi de fatigue et d'aliénation. Par ailleurs, la congestion, la pollution et la crise climatique les remettent fortement en cause ainsi que l'organisation actuelle des territoires.

Dans ce contexte, le Forum Vies Mobiles cherche à préparer la transition mobilitaire. Il défend la position selon laquelle la mobilité rapide et carbonée ne peut plus être une simple variable d'ajustement des autres politiques (logement, travail, industrie, etc.).

Pour élaborer des voies alternatives et désirées, le Forum Vies Mobiles monte des débats, encadre des recherches et des projets artistiques, lance des expérimentations et diffuse des connaissances au niveau international, notamment via des publications, son site internet et sous forme d'événements. Il cherche à donner aux individus, aux entreprises et aux acteurs publics, des moyens pour comprendre et débattre de la place des déplacements dans nos sociétés.

Depuis 2019, le Forum Vies Mobiles s'est positionné comme un think tank citoyen. Il a initié pour cela un dispositif de démocratie participative : le Forum Citoyen des Vies Mobiles.

<https://forumviesmobiles.org/presentation-lassociation>



## Résumé de l'étude :

Face à l'objectif de neutralité carbone à 2050, le secteur des transports et des mobilités doit opérer en France et en Europe une mutation aussi profonde que délicate. Avec 30% des émissions de GES en Europe<sup>1</sup>, le secteur des transports est entré dans une période de changements très profonds. À travers l'annonce de l'interdiction des immatriculations de véhicules thermiques à compter de 2035, le volontarisme des autorités publiques européennes a marqué un tournant en ouvrant la voie à l'électrification des parcs roulants.

En avril 2020, la réglementation française a ouvert la possibilité de transformer des véhicules thermiques en véhicules électriques. Cette opération, appelée « rétrofit électrique », a rapidement suscité l'intérêt de nombreux acteurs du secteur des mobilités. Un rapport publié par l'ADEME courant 2021 a ainsi présenté le rétrofit comme une voie qu'il était opportun de soutenir pour atteindre la décarbonation des transports engagée par la France telle qu'elle apparaît dans la loi d'orientation des mobilités<sup>2</sup> de 2019 (LOM). Des dispositifs d'accompagnement et de subventions ont ainsi été ouverts pour soutenir l'activité de rétrofit par l'Etat dès 2020.

Là priori selon lequel il allait de soi qu'il était opportun d'assurer un soutien systématique au rétrofit a interpellé le Forum Vies Mobiles (FVM) qui a souhaité investiguer la question afin de mieux appréhender les bénéfices et les potentialités de cette pratique comme outil de décarbonation des transports terrestres.

Dans cette optique, FVM a sollicité l'Institut ESSCA « Transports & Mobilités Durables », composé d'enseignants chercheurs en sciences économiques et de gestion pour interroger la pertinence de la pratique du rétrofit et la soutenabilité industrielle et économique des entreprises créées pour cela. Quels sont les atouts et les obstacles de la transformation de véhicules à moteur thermique en véhicules électriques ? Quelles sont les zones de pertinence pour les véhicules particuliers en circulation ? Quelles sont les zones potentielles de rétrofit en considérant les mobilités typiques ? Qui sont les acteurs du rétrofit aujourd'hui ? Quid des acteurs industriels de l'automobile ? Existe-t-il un ou des modèles économiques viables pour les acteurs du rétrofit ?

L'étude a été menée sur la base d'une série d'entretiens avec les acteurs publics et privés impliqués dans le développement du rétrofit, mis en regard de rapports et de données publiques. Menée entre avril et novembre 2023, elle a permis d'analyser l'état des lieux des acteurs du rétrofit dans le sillage de la LOM de 2019 et de l'arrêté de 2020 sur le rétrofit électrique<sup>3</sup>. Une simulation des parcs de véhicules particuliers à 2050 est également proposée à partir d'hypothèses relatives au renouvellement des véhicules, à l'électrification et aux pratiques du rétrofit.

### **Pour citer cette étude :**

*Forum Vies Mobiles (2024), Rétrofit électrique des véhicules légers : Opportunités et contours d'une filière émergente en France, rapport rédigé par Prieto, M., Jullien, B., et Lacam, J.S., Editions ESSCA Research, France.*

---

<sup>1</sup> Agence Européenne de l'Environnement, 2022.

<sup>2</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039666574/>

<sup>3</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041780558>



## Les auteurs du rapport

### **Marc PRIETO,**

Enseignant-Chercheur à l'ESSCA & responsable de l'institut TMD.

*Économiste, diplômé de l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne et docteur en sciences économiques, habilité à diriger des recherches, Marc Prieto est responsable de l'Institut TMD, « Transports et mobilités durables », de l'ESSCA.*

*Ses travaux de recherche portent sur les comportements de consommation automobile ainsi que sur les services de mobilité. Ses recherches ont été publiées dans des revues et des conférences internationales (American Marketing Association, Journal of Retailing and Consumer Services, International Journal of Retailing and Distribution Management, Transportation Research Part A). On lui doit des ouvrages de vulgarisation (Consommer moins pour vivre mieux ?, 2019, Idées Reçues sur l'économie collaborative, 2018), des contributions dans des revues spécialisées (Questions Internationales, 2016, 2018, 2022, P@ges Europe, 2016), des contributions dans des ouvrages collectifs (Grand Livre des Idées Reçues, 2010, 2011, La consommation sous contrainte, 2022). Il a également coordonné des travaux collectifs au sein de la Chaire « Distribution & Services Automobiles » de l'ESSCA en 2017 et 2022. Depuis 2022, il est responsable de l'Institut TMD et a en charge la réalisation d'études dont un baromètre des mobilités.*

Contact : [marc.prieto@essca.fr](mailto:marc.prieto@essca.fr)

### **Bernard JULLIEN,**

Économiste, Maître de Conférences – HDR à l'Université de Bordeaux.

Chercheur affilié à l'ESSCA & membre de l'institut TMD.

*Spécialiste de l'industrie et des services automobiles, Bernard Jullien travaille à la croisée de l'économie industrielle, de la sociologie et de l'analyse politique. Maître de conférences en économie à l'université de Bordeaux depuis 1996, il a assuré la direction de la recherche du Groupe ESSCA entre 1989 et 1996 et a été conseiller scientifique de la chaire « Distribution et Services de l'Automobile » de cette école de management de 1997 à 2022. Il est aujourd'hui chercheur affilié à l'Institut ESSCA 'Transports & Mobilités Durables ». Il a également dirigé le Groupe d'étude et de recherche permanent sur l'industrie et les salariés de l'automobile (Gerpisa) de 2007 à 2015, à l'ENS Cachan. Depuis 2015, il dirige FERIA, le cabinet de Formation, d'Etudes et de Recherche sur l'Industrie Automobile qu'il a créé.*

### **Jean-Sébastien LACAM,**

Enseignant-Chercheur à l'ESSCA & membre de l'institut TMD.

*Professeur associé de stratégie d'entreprise et de management, docteur en Sciences de Gestion (CEREGE IAE Poitiers) et membre du laboratoire de recherche CleRMa (Université Clermont Auvergne), Jean-Sébastien Lacam est spécialiste des politiques collaboratives et digitales déployées aussi bien par les grandes que les petites entreprises de l'automobile, du nautisme et des hautes technologies. Depuis 2016, on lui doit divers communications et articles de recherche sur les stratégies de coopération, d'intelligence économique ou encore de « datafication » des PME. Il a par ailleurs contribué à la rédaction du livre blanc de l'ESSCA « Véhicules connectés à l'ère du numérique » coordonné par Marc Prieto en 2017.*





## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| RESUME DE L'ETUDE : .....  | 3         |
| LES AUTEURS DU RAPPORT .....   | 5         |
| TABLE DES MATIERES .....   | 7         |
| LISTE DES SIGLES ET ABBREVIATIONS UTILISES .....   | 9         |
| <b>PROPOS INTRODUCTIFS .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>PARTIE 1 - PERSPECTIVES DU RETROFIT EN FRANCE : QUELLES REALITES ? .....</b>  | <b>12</b> |
| 1.1. LES RAISONS DE L'ENTHOUSIASME POUR LE RETROFIT ELECTRIQUE.....  | 13        |
| 1.1.1. <i>Le rapport de l'ADEME et le soutien affiché au rétrofit</i> .....  | 13        |
| 1.1.2. <i>Les hypothèses du rapport ADEME sur le rétrofit</i> .....  | 14        |
| 1.2. ET SI L'APPROCHE AVAIT ETE TROP OPTIMISTE ?.....  | 17        |
| 1.2.1. <i>Retour sur les fondamentaux de l'économie de l'automobile</i> .....  | 17        |
| 1.2.2. <i>Les arbitrages automobiles des ménages en contradiction avec les hypothèses du rapport ADEME</i> .....                         | 18        |
| 1.2.3. <i>La question du coût du rétrofit à travers un exemple pour un véhicule particulier</i> .....                                    | 22        |
| 1.2.4. <i>Le cas des VUL : un meilleur candidat pour le rétrofit que le VP ?</i> .....   | 30        |
| <b>PARTIE 2 - LES CARACTERISTIQUES CLES DU RETROFIT : REGULATIONS, TECHNOLOGIES ET OFFRES<br/>CONCURRENTES .....</b>                     | <b>34</b> |
| 2.1. CONTOURS ET ENJEUX LIES A L'HOMOLOGATION DES KITS DE RETROFIT .....   | 37        |
| 2.1.1. <i>Les lignes directrices de l'arrêté de 2020</i> .....   | 37        |
| 2.1.2. <i>Un process jugé simple malgré sa durée et son coût</i> .....   | 38        |
| 2.1.3. <i>L'impérieuse nécessité d'une approche rétrofit à grande échelle : transversalité &amp; extension des<br/>    marchés</i> ..... | 39        |
| 2.1.4. <i>Un assouplissement des homologations avec les arrêtés de 2023 ?</i> .....  | 40        |
| 2.2. LA TECHNOLOGIE DES BATTERIES ET LES COUTS ASSOCIES .....  | 40        |
| 2.2.1. <i>Les contraintes techniques d'installation des batteries</i> .....  | 40        |
| 2.2.2. <i>La question des accès aux technologies des fournisseurs de batteries et des constructeurs</i> .....                            | 42        |
| 2.3. LE POSITIONNEMENT DE L'OFFRE RETROFIT FACE AUX VEHICULES D'OCCASION A BATTERIES .....   | 43        |
| 2.3.1. <i>Une question souvent ignorée par l'écosystème malgré une concurrence évidente</i> .....  | 43        |
| 2.3.2. <i>La constante analyse du secteur automobile par le prisme du VN</i> .....   | 44        |
| 2.3.3. <i>L'émergence de VEBO, concurrence féroce pour le rétrofit</i> .....   | 46        |
| 2.3.4. <i>La définition du marché rétrofit : le nécessaire élargissement au marché européen ?</i> .....                                  | 49        |
| <b>PARTIE 3 - LES PERSPECTIVES DU RETROFIT A TRAVERS DES PROJECTIONS DE PARCS AUTOMOBILES .....</b>                                      | <b>54</b> |
| 3.1. LES HYPOTHESES ET LA METHODOLOGIE RETENUE .....   | 55        |
| 3.1.1. <i>Approche méthodologique des parcs automobiles</i> .....  | 55        |
| 3.1.2. <i>Jeu d'hypothèses concernant la démographie du parc automobile VP et de ses émissions</i> .....                                 | 55        |
| 3.1.3. <i>Les trois scénarii envisagés</i> .....   | 57        |
| 3.2. ESTIMATION DES COUTS D'ABATTEMENT ET PROJECTIONS DES PARCS ET DES EMISSIONS DE GES .....  | 60        |
| 3.2.1. <i>Comparaison des voies de décarbonation à partir des coûts d'abattement</i> .....   | 60        |
| 3.2.2. <i>Les projections des bénéfices carbone à partir des trois scenarii</i> .....  | 64        |
| 3.2.3. <i>Enseignements de l'analyse et discussion</i> .....   | 69        |
| 3.3. LES POLITIQUES PUBLIQUES D'ACCOMPAGNEMENT ET LE MODELE ECONOMIQUE .....   | 70        |
| 3.3.1. <i>La fragilité du modèle économique liée à l'étroitesse des marchés à rétrofiter</i> .....                                       | 70        |
| 3.3.2. <i>Les perspectives de viabilité économique</i> .....   | 72        |
| <b>CONCLUSION &amp; PERSPECTIVES .....</b>   | <b>76</b> |
| <b>RECOMMANDATIONS POUR LA POLITIQUE DE DECARBONATION DES MOBILITES AUTOMOBILES : .....</b>  | <b>78</b> |
| <b>LES PRINCIPAUX MESSAGES : .....</b>   | <b>79</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>   | <b>80</b> |
| RAPPORTS ET ARTICLES ACADEMIQUES .....   | 80        |



## Liste des sigles et abréviations utilisés

**ANFA** – Association Nationale pour la Formation Automobile

**ADEME** – Agence de la Transition Écologique

**AIRe** – Acteurs de l'Industrie du Rétrofit Électrique

**BOM** – « Bill of Materials » ou coût des matières premières

**CAP** – Consentement à Payer

**DGE** – Direction Générale des Entreprises du ministère français de l'économie

**ERA** – Entretien et Réparation Automobile

**FEDA** – Fédération de la Distribution Automobile

**GES** – Gaz à Effet de Serre

**GIPA** – Groupement Inter-Professionnel de l'Automobile

**LCR** – Loi Climat et Résilience

**LOM** – Loi d'Orientation des Mobilités

**MOBILIANS (ex-CNPA)** – Syndicat Professionnel des Professions de l'Automobile et des Services de Mobilité

**PFA** – Plateforme Française de l'Automobile

**PL** – Poids Lourd

**PME** – Petites et Moyennes Entreprises

**TPE** – Très Petites Entreprises

**VEB** – Véhicule Électrique à Batteries

**VEBN** - Véhicule Électrique à Batteries Neuf

**VEBO** - Véhicule Électrique à Batteries d'Occasion

**VI** – Véhicule Industriel

**VL** – Véhicule Léger

**VN** – Véhicule Neuf

**VP** – Véhicule Particulier

**VUL** – Véhicule Utilitaire Léger

**VULEBO** - Véhicule Utilitaire Léger Électrique d'Occasion

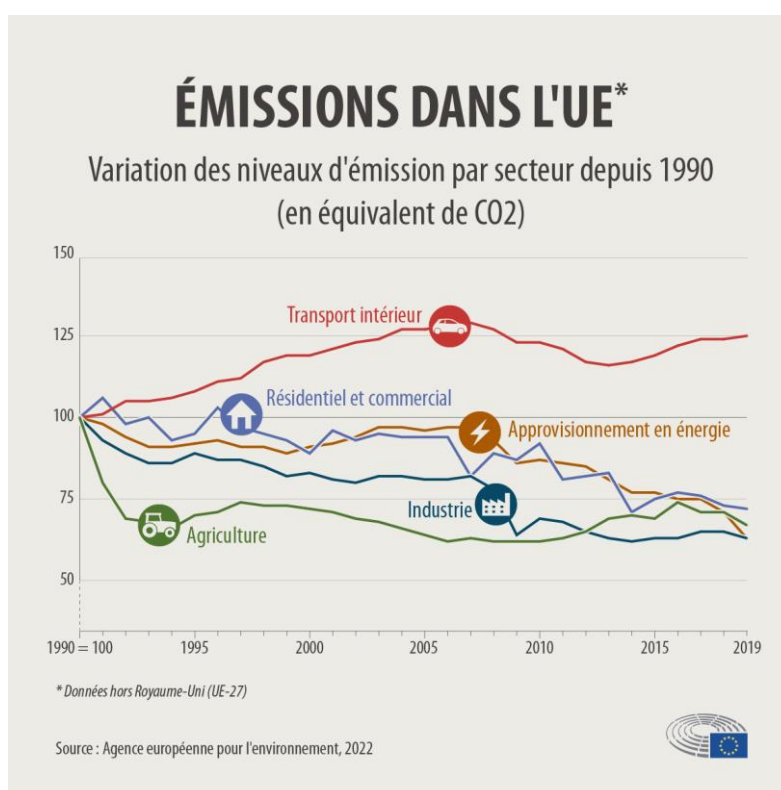
**ZFE-m** – Zone à Faibles Emissions

**2RM** – Deux Roues Motorisés

## Propos introductifs

Le rapport publié en avril 2022 par le GIEC souligne l'importance de la sobriété dans les décennies à venir : « l'intensité en carbone de l'énergie primaire devrait diminuer globalement d'environ 3,5% par an entre 2020 et 2050 dans les scénarios modélisés qui limitent le réchauffement à 2°C (> 67%), et d'environ 7,7% par an au niveau mondial dans les scénarios qui limitent le réchauffement à 1,5°C (> 50%) sans dépassement ou avec un dépassement limité<sup>4</sup> » (IPCC, 2022, p. 21). Le GIEC estime que « dans les scénarios modélisés à l'échelle mondiale qui limitent le réchauffement à 2°C (> 67%), les émissions de CO<sub>2</sub> liées aux transports devraient diminuer de 29% [14-44% d'écart interquartile] d'ici 2050 par rapport aux émissions modélisées de 2020 » (IPCC, 2022, p. 32). Cette annonce est d'autant plus délicate à effectuer lorsque l'on sait que les émissions de CO<sub>2</sub> des transports ont été les seules à progresser dans l'UE depuis 1990 (**figure 1**).

**Figure 1 : Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> en Europe depuis 1990**



Parmi les moyens de transports, la voiture contribue à ce bilan carbone. En France, selon les résultats de l'enquête nationale de 2019 sur la mobilité des personnes<sup>5</sup>, près de 63% des déplacements sont effectués en voiture individuelle chaque jour contre 24% à pied, 9% en transports en commun et 3% à vélo. Chaque jour la voiture est utilisée par près des trois-quarts des Français pour se rendre à leur travail (seuls dans leurs automobiles dans 90% des cas) et, en 2019 près de 16% des émissions de gaz à effet de serre sont imputables à la voiture (CITEPA<sup>6</sup>, 2022).

Face à de tels constats, la communauté internationale semble adhérer à l'idée d'une sortie des transports carbonés, quitte à négliger le traitement des autres questions de pollutions liées au secteur

<sup>4</sup> Les pourcentages mentionnés entre parenthèses renvoient à la probabilité de ne pas dépasser les objectifs de réduction des températures.

<sup>5</sup> <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/resultats-detailles-de-lenquete-mobilite-des-personnes-de-2019>

<sup>6</sup> [https://www.citepa.org/wp-content/uploads/Citepa\\_Rapport-Secten-2022\\_Rapport-complet\\_v1.8.pdf](https://www.citepa.org/wp-content/uploads/Citepa_Rapport-Secten-2022_Rapport-complet_v1.8.pdf)

(encombrements, qualité de l'air, bruit, déchets liés à leur usage et leur fabrication, pollutions lors de l'extraction des matières premières, etc.). C'est ainsi que l'interdiction des véhicules thermiques en Europe à compter de 2035 est aujourd'hui le signe le plus saillant de la détermination des politiques publiques à obtenir enfin une inversion de trajectoire : l'électrification des parcs roulants est considérée comme la voie la plus prometteuse de décarbonation et le choix du véhicule électrique à batteries (VEB) est désormais l'alternative écologique prioritaire au véhicule thermique (Prieto, 2022).

Dans ce contexte, face à des parcs aux moyennes d'âge élevées et au renouvellement lent, la seule immatriculation de véhicules neufs est apparue comme une réponse partielle. Logiquement, l'idée de pouvoir procéder à l'électrification des parcs existants, à travers le remplacement des moteurs thermiques par des moteurs et des batteries électriques dans des véhicules déjà immatriculés, a émergé comme une piste complémentaire de décarbonation des transports. Cette idée a semblé extrêmement séduisante non seulement car elle pouvait permettre d'accélérer le rythme de décroissance des émissions de carbone du parc mais aussi parce qu'elle représentait potentiellement une modalité plus inclusive. Les véhicules propres n'étaient plus réservés aux seuls ménages acheteurs de véhicules neufs.

Pour ces raisons, cette stratégie du retrofit électrique a suscité assez vite de l'intérêt, en particulier en France, et c'est ce qui a interpellé *Forum Vies Mobiles* qui a souhaité investiguer plus en détails la question et a sollicité, à cette fin, l'Institut ESSCA « Transports & Mobilités Durables ». La mission, confiée à cet institut composé d'enseignants-chercheurs en économie et gestion spécialistes des questions automobiles et de mobilités, consiste à dresser le panorama de la pratique du retrofit en 2023 et à déterminer les perspectives d'une telle stratégie pour la décarbonation des parcs automobiles. L'étude proposée vise ainsi à comprendre comment les enjeux du dossier ont été définis depuis 2020, date de l'arrêté fondateur du retrofit en France. Elle s'appuie pour cela sur une lecture attentive du rapport publié en 2021 par l'ADEME sur le sujet. Puis, à partir d'entretiens réalisés auprès d'experts et acteurs proches du sujet, le travail vise à expliciter les déterminants clés de la dynamique du retrofit aussi bien que les blocages à l'œuvre. Enfin, un travail sur la démographie des parcs automobiles permet de proposer des projections quant aux effets de politiques publiques favorisant l'électrification des véhicules.

Le rapport se structure ainsi en trois parties.

Dans une première partie, le panorama du retrofit tel qu'il se présente en France à l'automne 2023 est présenté. À partir d'une lecture des travaux disponibles, l'analyse montre la fragilité du raisonnement et des perspectives nécessairement étroites du retrofit en France au moins pour le véhicule particulier (VP).

La seconde partie permet de mieux appréhender les caractéristiques clés du retrofit à partir d'entretiens réalisés auprès d'experts-professionnels du secteur des mobilités, d'entrepreneurs et de retrofitteurs, de politiques et de constructeurs. Les problématiques liées aux homologations, aussi bien que les contraintes techniques et économiques de la conversion retrofit, sont mises en exergue et confirment la difficulté plus importante d'une mise en œuvre pour les VP en comparaison avec d'autres segments tels que les VUL.

Enfin, le troisième volet de ce rapport propose une analyse quantifiée des apports du retrofit à l'électrification des parcs. Cette analyse s'appuie sur une simulation des effets que produiraient respectivement différents types de politiques publiques volontaristes (pro-VEBN et pro-retrofit). En mettant en regard les effets produits sur le plan des émissions de GES et les coûts des mesures pour les finances publiques, il devient possible de comparer alors des « coûts d'abattement ». Sur cette base, ce travail d'analyse étayé permet de clore le débat sur la question de l'opportunité d'un soutien à la filière retrofit électrique des véhicules légers en défendant que si, pour le VP, l'opportunité est faible, le VUL est, pour quelques années, susceptible de trouver dans le retrofit une voie technologiquement et économiquement praticable de décarbonation.

## **Partie 1 - Perspectives du rétrofit en France : quelles réalités ?**

L'attrait pour le rétrofit électrique s'intensifie en France à partir de 2019 avec la loi d'orientation des mobilités (LOM) qui fixe les orientations pour une mobilité plus durable et décarbonée. La loi vise à promouvoir les modes de transports doux et vise à la réduction des émissions de GES en France dans la perspective de la neutralité carbone à 2050 telle que l'Union Européenne la définit dans le cadre de la loi Climat, de son pacte vert<sup>7</sup> et de son plan « *Fit For 55* ». Puisque l'interdiction des immatriculations de véhicules thermiques neufs en Europe act e en 2021 par l'UE renvoie à un objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, l'électrification en marche doit à terme être celle du parc et il s'agit bien d'étendre le domaine de la lutte aux véhicules d j à circulation<sup>8</sup>. Ainsi, entre 2019 et 2021, l'écosystème rétrofit va peu à peu s'étoffer et constituer une force de proposition suffisamment forte pour influencer les décisions prises en France et déboucher sur l'arrêté du 13 mars 2020 permettant aux acteurs la pratique du rétrofit<sup>9</sup>. Cet arrêté permet les modifications de motorisation de véhicules d j à circulation sans demander aux constructeurs leur autorisation. Il devient ainsi possible d'homologuer en série des véhicules rétrofits pour faciliter la procédure administrative avec une garantie de sécurité conforme aux exigences de la sécurité routière.

Dans ce contexte, un rapport publié par l'ADEME en 2021 se propose d'adresser la question de l'intérêt du rétrofit sur le plan environnemental et économique. Et, si le rapport pointe l'intérêt majeur que pourrait avoir ce concept pour les véhicules lourds, il indique aussi que les véhicules particuliers et, en particulier, les petits véhicules comme les citadines, sont des cibles à privilégier à condition que soient réglées les questions liées à la nécessaire simplicité des opérations réalisées et que le coût des batteries soit maîtrisé. Le rétrofit appliqué aux autobus est considéré comme une cible à privilégier tout en s'assurant de la fiabilité technique du véhicule rétrofité. Pour les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds de 16   19 tonnes, le rapport souligne également l'intérêt du rétrofit pour des usages en zones de circulation restreinte mais pointe l'incertitude pesant sur le modèle économique.

Nous verrons ainsi que ce rapport analyse la manière dont le rétrofit a pu être perçu en France depuis 2020. Il prend ainsi pour référence initiale le rapport commandité par l'ADEME sur ce sujet et témoigne de l'enthousiasme qui prévalait alors (section 1.1.). Une lecture critique des hypothèses de ce rapport permet d'appréhender les difficultés auxquelles se sont trouvés confrontés ses défenseurs depuis 2020. Ainsi, un retour sur les fondamentaux de l'économie de l'automobile permet de rappeler les arbitrages des ménages en matière d'acquisition et d'usage de l'automobile tels qu'ils sont observés depuis 40 ans. L'approche alors proposée questionne l'engouement autour du dossier du rétrofit (section 1.2.).

## **1.1. Les raisons de l'enthousiasme pour le rétrofit électrique**

### **1.1.1. Le rapport de l'ADEME et le soutien affiché au rétrofit**

En soutenant la pratique du rétrofit, le rapport ADEME publié un an après le décret sur le rétrofit, conduit à renforcer l'écosystème qui se constitue peu à peu sur ce sujet en France autour de l'association<sup>10</sup> *AiRe* qui rejoindra en 2022 le syndicat des professions de l'automobile *Mobilians* (ex-CNPA). Ainsi, le discours autour du rétrofit semble plus ou moins r d .   partir du communiqué de presse de *Mobilians* de mai 2023, nous pouvons résumer la présentation du rétrofit de la manière suivante : « *Le rétrofit automobile joue un rôle essentiel dans la transition vers une économie circulaire, dans l'objectif d'optimiser l'utilisation des ressources et de réduire notre empreinte environnementale. En donnant une nouvelle vie aux véhicules du parc roulant, le rétrofit permet de prolonger leur durée de vie, de réduire les déchets et de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement* ». Sur ces bases, le

<sup>7</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip\\_19\\_6691](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_19_6691)

<sup>8</sup> <https://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/economy/20221019STO44572/interdiction-de-l-ue-sur-lavente-de-voitures-neuves-a-partir-de-2035-expliquee>

<sup>9</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000041780558>

<sup>10</sup> <https://association-aire.org/>

dossier semble donc très attrayant et séduisant puisqu'il serait à la fois vertueux sur les plans économiques, environnementaux et sociaux.

L'intérêt pour ce dossier s'incarne dans sa montée en puissance à travers le plan annoncé le 26 avril 2023, qui ouvre les perspectives de soutiens financiers publics. Cela renvoie à un changement d'échelle dont les bénéficiaires en termes d'emplois sont potentiellement intéressants. Ainsi, une mise en œuvre stricte des zones à faibles émissions combinée au démarrage d'une filière de production de véhicules sur le territoire, semblent offrir des perspectives particulièrement séduisantes. *Mobilians* annonce ainsi à l'été 2023 des perspectives assez clémentes pour une filière en devenir. Pour cela, des soutiens publics sont demandés afin de permettre la massification du programme rétrofit *via* des homologations simplifiées, un accompagnement sur les compétences et les ressources humaines et techniques (partage des données).

#### **Encadré 1 : Panorama du rétrofit en France (Mobilians, 2023)**

Pour les véhicules particuliers (VP) : 6 systèmes homologués, 17 en « R&D », 9 en cours d'homologation, soit 32 systèmes au total (en incluant les 2/3 roues).

> Un nombre de 11 000 VP rétrofités est envisagé à l'horizon 2025.

Pour les véhicules utilitaires légers (VUL) : 3 systèmes homologués, 17 en « R&D », 3 en cours d'homologation => 23.

> Un nombre de 8 000 VUL rétrofités est envisagé à l'horizon 2025.

Pour les véhicules industriels (VI) : cars et bus : 6.

> Un nombre de 400 cars et bus rétrofités est envisagé à l'horizon 2025.

Pour cela, les acteurs du rétrofit par l'intermédiaire de *Mobilians* demandent un soutien de 6000 euros par VP rétrofité et 10 000 euros par VUL rétrofité.

Le travail réalisé en 2021 par le cabinet *Algoé-BCO2 Ingénierie et Hélios Avocats* pour l'ADEME constitue un premier éclairage sérieux sur le sujet. Une lecture attentive à la méthodologie appliquée aussi bien qu'à la manière de poser la question initiale interpelle néanmoins. Deux sources de critiques peuvent être adressées au travail conséquent réalisé.

#### 1.1.2. Les hypothèses du rapport ADEME sur le rétrofit

Le rapport ADEME repose sur des hypothèses de travail particulières qui nécessitent d'être discutées puisqu'elles correspondent :

- au contexte associé à la situation d'avant l'arrêté d'avril 2020,
- à une approche comparative qui met systématiquement en regard le rétrofit avec l'achat de véhicules électriques neufs,
- à un volontarisme des autorités publiques pour une décarbonation des transports passant par une diffusion massive des électromobilités en France et en Europe.

##### 1.1.2.1. Une posture militante : le « comment soutenir ? » préféré au « faut-il soutenir ? »

Écrit alors que le texte qui allait permettre qu'une offre de rétrofit se structure n'était pas encore sorti, le travail produit pour l'ADEME perçoit comme une évidence le fait que proposer des solutions pour les véhicules existants est tellement important que l'on ne peut laisser cette voie inexplorée. Le raisonnement est assez simple : s'il y a urgence climatique, alors attendre 30 ans que le parc se renouvelle est impossible voire criminel. Si l'on dispose ou espère disposer d'une manière de faire autrement, il n'est pas envisageable de ne pas l'activer.



Si l'on ajoute à cela l'argument social qui fait valoir que, neufs, les véhicules électriques seront, pour un temps, réservés aux ménages les plus fortunés et feront de fait apparaître les ménages les plus contraints comme étant les plus pollueurs, alors, le rétrofit qui permet de verdir les voitures des ménages modestes est une alternative à privilégier.

Enfin, reprenant un argument des pourfendeurs de la promotion des véhicules électriques, le lobbying rétrofit insiste sur la « dette carbone » des véhicules lors de leur fabrication. L'argumentaire présenté met en balance une solution qui consisterait à mettre à la casse des véhicules thermiques qui pourraient encore rouler longtemps pour les remplacer par des véhicules électriques et celle des rétrofiteurs qui se contente de mettre à la casse un moteur thermique pour le remplacer par un kit de rétrofit. Sous ces hypothèses, la première des solutions paraît presque aberrante et la question de l'intérêt d'un soutien actif à la filière rétrofit n'a tout simplement pas à être posée.

Pour ces trois raisons, le rapport ne semble pas pouvoir envisager que l'on ne soutienne pas activement le développement du rétrofit, ce qui amène à poser la question du « comment soutenir ? » plutôt que celle du « pourquoi soutenir ? ». En d'autres termes, la question de l'opportunité que nous privilégions ici n'est pas réellement posée.

En 2023, notre enquête fait apparaître que les positions ont beaucoup changé et que la manière dont le terrain de jeu ouvert par le texte fondateur d'avril 2020 a été -ou plutôt n'a pas été- occupé par les entreprises ayant milité pour qu'il soit adopté, oblige à changer de posture.

Le texte a été adopté assez rapidement et a constitué une innovation réglementaire assez importante qui venait contredire une prudence en matière d'homologation aussi ancienne que justifiée. Les soutiens financiers publics comme les capacités des entreprises engagées à lever des fonds ont été au rendez-vous. Néanmoins, la pratique n'a pas décollé parce que les homologations ont été rarissimes et parce que le coût des solutions proposées est apparu -même une fois les subventions déduites- comme dirimant. La presse parle de solutions entre 8 000 et 20 000 euros mais on cherche en vain une offre effective à 8 000 euros pour un véhicule particulier de type *Twingo 2* souvent évoqué. Les responsables de *Renault* interrogés ont déduit de leur lecture de l'étude « Conducteurs » du GIPA de 2023<sup>11</sup> un chiffrage du « consentement à payer » ou CAP (WTP pour '*willingness to pay*' dans la littérature) pour un rétrofit VP qui le situe à 3 000 euros. Même avec une aide de 6 000 euros, les professionnels devraient rester bien en deçà de 10 000. Or, depuis 2020, pour le VP, aucun offerant ne s'est positionné à ce niveau. Il y a donc en réalité beaucoup de promesses mais pas d'offres commerciales.

#### 1.1.2.2. La comparaison du véhicule rétrofité aux véhicules électriques à batteries neufs (VEBN)

Dans le contexte que nous décrivons, la foi dans le rétrofit peut paraître bien incompréhensible. Elle l'est infiniment moins lorsque l'on saisit, à la lecture du rapport comme de beaucoup d'écrits sur la question, que la comparaison la plus volontiers conduite consiste à mettre en regard les 11 000 ou 12 000 euros de rétrofit avec l'acquisition d'un VEBN qui, même s'il s'agit d'une *Dacia Spring*, oblige à déboursier au moins 20 000 euros (avant bonus) et, le plus souvent, bien plus : une *Peugeot e-208* et une *Renault Zoé* coûtent toutes deux plus de 35 000 euros en version « de base ». Puisque ces véhicules émettent, pour être fabriqués, au moins 8 tonnes de CO<sub>2</sub>eq alors que le kit rétrofit est, à la fabrication deux fois moins émetteur, alors il semble infiniment plus raisonnable d'aider à ce que la seconde solution prévale. En conséquence, il serait illogique, si l'on aide les ménages ou les entreprises à acquérir des VEB neufs, de ne pas les aider aussi, à même hauteur, à se tourner vers des solutions de rétrofit.

Le raisonnement des autorités publiques et de leurs représentants est ainsi construit puisqu'ils sont convaincus que les arbitrages d'achats de véhicules des ménages se posent en ces termes. Cette posture, nous le verrons, constitue une vision assez partielle de la manière dont les écosystèmes

---

<sup>11</sup> Groupement Inter-Professionnel de l'Automobile.

d'affaires et de dépenses automobiles se structurent en France, en Europe et, plus généralement, sur les marchés dits « de renouvellement ». De ce point de vue, le fait que la LOM ait été votée en décembre 2019, la loi climat et résilience (LCR)<sup>12</sup> en août 2021 et la prohibition des véhicules thermiques à l'été 2022 a introduit beaucoup de confusion dans les débats. Ainsi, entre autres effets, cela a mis la question des ZFE-m au cœur de l'actualité et persuadé beaucoup d'élus et de professionnels que, rapidement, il deviendrait impossible d'utiliser des véhicules thermiques pour assurer la mobilité urbaine. S'est ainsi imposée la conviction qu'il faudrait rapidement proposer à tous des solutions de mobilité électrique. Le rapport ADEME, comme la plupart des travaux sur ces questions, a pris pour argent comptant des déclarations d'intention de certaines collectivités. Certaines d'entre elles ont effectivement parlé de prohibition de la circulation des véhicules thermiques à des échéances relativement proches. Les plus radicaux ont été, de ce point de vue, les élus du Grand Paris qui ont alors évoqué une possible interdiction de circulation des véhicules thermiques dans la ZFE du lundi au vendredi de 8h à 20h sauf jours fériés dès 2030<sup>13</sup>.

Outre le fait que tous les habitants de la région parisienne ne sont pas concernés par la ZFE, que plus de 50 millions de français n'habitent pas la région ne seraient pas impactés, qu'il reste les soirées et les week-ends, l'idée de perspectives de restrictions strictes de la circulation des véhicules thermiques s'est diffusée dans l'ensemble de la population. Pourtant, entre 2023 et 2030, il devrait se vendre quelques millions de VEBN. Selon nos calculs (cf. Partie 3 de ce rapport), au 1 janvier 2031, le parc de VEB circulant sera de plus de 6 millions ! Un marché de l'occasion du véhicule électrique sera en passe de pouvoir couvrir une partie importante des besoins. Avant cela, même s'il devenait impossible de rouler, les jours et heures concernés, en véhicules diesel dans la ZFE, il resterait possible pour les possesseurs de ces véhicules de s'équiper en véhicules à essence ou en véhicules hybrides. L'électrification n'est en définitive pas une obligation de très court terme et une écrasante majorité de ménages pourra trouver des moyens de continuer à rouler, y compris dans les ZFE, sans nécessairement recourir aux VEB, qu'ils soient neufs, d'occasion ou rétrofités.

### *1.1.2.3. Le désir d'électromobilité comme une des prémisses du rapport*

On le voit, le renouvellement des véhicules dans les années à venir ne pourra donc pas uniquement être motivé par la nécessité de changer pour répondre à de nouvelles contraintes réglementaires et de marché et ce, y compris dans les zones où la circulation sera particulièrement régulée comme la région parisienne.

Il est alors raisonnable d'imaginer que ce soit la « désirabilité » de cette électromobilité qui permette aux rétrofiteurs de trouver, fût-ce avec le coup de pouce de l'État, une demande solvable. La thèse sous-jacente serait alors que, pour des parts croissantes de la population, rouler avec des véhicules jugés « sales » deviendrait de plus en plus difficile à assumer ou culpabilisant dans un contexte de lutte contre le réchauffement climatique. Les automobilistes seraient ainsi prêts à renoncer à une part des avantages que leur offrait leur voiture thermique et/ou à engager des frais pour adopter une « automobilité » jugée plus vertueuse.

En effet, en dehors de la – très épineuse – question du coût privé et public du rétrofit, il est difficile de faire l'impasse sur le fait que les véhicules rétrofités ont l'inconvénient du véhicule électrique : ils doivent être rechargés. Cet inconvénient est double dans le cas du rétrofit. D'une part, le fait de devoir loger la solution électrique dans un espace contraint par l'architecture du véhicule qui ne l'avait pas prévu initialement, représente une contrainte sur les capacités des batteries à embarquer. D'autre part, la solution se doit de rester dans une enveloppe qui ne soit pas considérée comme trop déraisonnable.

---

<sup>12</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000043956924>

<sup>13</sup> <https://media.roole.fr/transition/territoires/zfe-du-grand-paris-tout-ce-qu'il-faut-savoir>

Cette double contrainte limite drastiquement la taille et le poids des batteries et, donc, l'autonomie des véhicules rétrofités. Les automobilistes qui optent ou opteraient pour ces solutions dépensent donc quelques milliers d'euros pour passer d'un véhicule qui pouvait parcourir 500 kms ou plus sans passer à la pompe à un véhicule qui aura une autonomie qui sera en général en deçà de 150 kms voire de 100 kms.

Ceci signifie que le « cas d'usage » le plus intéressant pour un rétrofit sera celui d'une seconde voiture utilisée par un navetteur qui fera entre 40 et 80 km aller/retour et sera très ardemment désireux de cesser de recourir aux énergies fossiles pour réduire la pollution locale (émissions et bruit) et/ou limiter son empreinte carbone.

Face à l'évidente difficulté que pose l'adoption des pratiques de rétrofit pour les ménages motorisés, l'enthousiasme du début a peu à peu été entamé et bon nombre de défenseurs de ce nouvel écosystème, prometteur il y a encore 3 ans, ont progressivement revu leurs ambitions. Un « principe de réalité » s'est rappelé à la conscience notamment de personnalités politiques qui continuent d'y croire pour certaines d'entre elles et commencent à prendre quelques distances pour d'autres. Quant à la communauté des rétrofiteurs, elle se divise mais reconnaît en règle générale que le VP est, sauf exceptions, difficile à rendre accessible à des solutions susceptibles de correspondre à des volumes significatifs. Les entretiens réalisés dans le cadre de cette étude donnent à voir la manière dont les uns et les autres évoquent cet état de fait (cf. Partie 2 de ce rapport).

## **1.2. Et si l'approche avait été trop optimiste ?**

À bien y réfléchir, les difficultés du rétrofit VP à trouver un public et leur sous-estimation par l'ADEME ou par les autorités publiques et politiques sont assez aisées à expliquer. En effet, il existe un puissant biais d'analyse qui est venu fausser la manière dont cette pratique du rétrofit a été assez largement approchée. Ce biais -quasi systématique- consiste à privilégier, lorsque sont abordées les questions automobiles -dans un pays constructeur comme la France en particulier-, une approche en termes d'immatriculations ou de production de véhicules plutôt qu'une approche en termes de parcs.

Au niveau statistique, ceci signifie que l'on croit saisir le stock en chiffrant le flux. Au niveau économique, ceci implique que l'on confond dépenses d'acquisitions et dépenses automobiles alors que celles-ci sont très largement dominées par les dépenses d'utilisations. En restaurant ces fondamentaux, on saisit l'ampleur du fossé dans lequel s'est peu à peu retrouvée engloutie la réflexion sur le rétrofit. Le point crucial de cette mauvaise lecture repose sur la réalité des arbitrages des ménages en matière « d'automobilités » qui apparaît bien éloignée des arbitrages évoqués dans le cadre du rapport ADEME de 2021. C'est cela qui permet à leurs auteurs de conclure à la soutenabilité du rétrofit. À travers un exemple chiffré simple, il est possible d'illustrer et de comprendre cet écart et de saisir pourquoi la fenêtre de tir commerciale est restée vide depuis la publication de ce rapport.

### **1.2.1. Retour sur les fondamentaux de l'économie de l'automobile**

La littérature économique sur l'automobile et son écosystème a montré de manière univoque que, depuis les années 1920 aux États-Unis, lorsque le marché automobile devient un marché de renouvellement, le rapport des immatriculations de VN sur le parc de véhicules en circulation (Immatriculations/Parc) baisse drastiquement (Tedlow, 1997).

Ainsi, le besoin de mobilité peut être assuré par le parc sans que, pendant quelques temps au moins, les ventes de véhicules neufs ne soient au rendez-vous. Puisque la plupart des ménages sont déjà équipés, ils peuvent presque toujours différer le moment où ils changeront de véhicules et, collectivement, une société peut réduire considérablement sa demande de véhicules neufs sans que la mobilité ne soit affectée. De même, pour renouveler leur véhicule comme pour leur premier équipement,

les automobilistes peuvent ne pas recourir au VN mais au VO. Cet état de fait n'affecte bien sûr pas la capacité du parc à répondre aux besoins de déplacement mais est lourd de conséquences pour les acteurs de l'industrie : la centralité du constructeur dans l'écosystème automobile n'est plus assurée.

Sur le plan des dépenses, le raisonnement est assez similaire. La question de l'achat (qui ne se pose que tous les 4, 5 ou 10 ans) tend à devenir de moins en moins importante alors que les dépenses d'utilisation (beaucoup plus fréquentes dans la vie de l'automobiliste) sont plus centrales. Carburant, entretien-réparation et assurances sont alors des postes plus importants dans les budgets automobiles des ménages qui sont tous concernés par ces dépenses-là alors que les achats et, a fortiori, les achats de véhicules neufs ne concernent qu'une part, structurellement décroissante, d'entre eux. En effet, pour ceux des ménages qui s'équipent en véhicules d'occasion, la vie d'automobiliste n'impliquera pas forcément de s'adresser à un constructeur et à son réseau de distribution. Si, comme cela a été le cas systématiquement, cela est vrai pour des proportions croissantes des ménages, confondre automobile et constructeurs automobiles devient de plus en plus problématique : les constructeurs ne sont pas centraux dans les systèmes automobiles réels mais marginaux. Cette tendance tend à se renforcer.

Cette lecture des parcs automobiles et des manières dont les besoins de mobilité sont satisfaits permet aussi d'éclairer comment se structurent les offres de services automobiles. L'évolution des systèmes automobiles va de pair avec l'émergence d'écosystèmes d'affaires concernant la pièce de rechange, l'entretien-réparation ou le véhicule d'occasion où les constructeurs et leurs réseaux sont très largement concurrencés. Les automobilistes ont, pour satisfaire leurs besoins et ceux de leurs véhicules, la faculté de s'adresser à bien d'autres offreurs sur tous les territoires. En amont et sur le terrain législatif ou réglementaire par exemple, les constructeurs doivent de même composer avec des acteurs qui proposent des alternatives et savent faire valoir auprès des législateurs ou des juges le point de vue des « indépendants » et ceux de leurs clients. L'hégémonie souvent attribuée aux constructeurs, du fait d'une forte notoriété des marques de leurs véhicules, est ainsi assez largement exagérée au regard de la structuration réelle des écosystèmes d'affaires automobiles.

Un certain nombre de conséquences peuvent se déduire de cette structuration particulière pour éclairer le dossier spécifique du rétrofit. Même si les constructeurs avaient vu d'un mauvais œil émerger une offre de rétrofit (en considérant, par exemple, qu'elle aurait fait de l'ombre à leurs offres de VEBN), ils n'auraient probablement pas eu la faculté d'empêcher qu'elle n'émerge. Le plus probable est plutôt que, conscients de cette réalité, les constructeurs ont laissé le secteur naissant faire ses preuves en le voyant comme une variante de ce qu'ils connaissent sur le marché de l'entretien-réparation dont ils ne sont pas absents mais dont ils savent qu'ils ne peuvent prétendre le dominer.

#### 1.2.2. Les arbitrages automobiles des ménages en contradiction avec les hypothèses du rapport ADEME

Ce rappel des fondamentaux permet, plus près de notre problème, de comprendre dans quelles équations économiques manipulées par les ménages la question du rétrofit s'inscrit. De ce point de vue, il faut garder à l'esprit la manière dont les ménages arbitrent en matière de dépenses et, singulièrement de dépenses automobiles. De ce point de vue, deux principes clés peuvent être énoncés.

- i) Les ménages se sont débrouillés pour que leurs automobiles leur coûtent de moins en moins cher.
- ii) Pour limiter les dépenses automobiles, les ménages ont arbitré en la défaveur des dépenses d'acquisition sans nécessairement dégrader le niveau de service rendu (autrement dit, cet arbitrage ne s'accompagne pas d'une forme de « précarité » dans les mobilités).

Le premier principe résulte de la capacité à s'équiper de véhicules d'occasion souvent anciens, à les assurer à des tarifs peu élevés, à les alimenter en carburant à des coûts raisonnables et à les entretenir et les faire éventuellement réparer de plus en plus rarement.

Le second indique que, en faisant vieillir son parc, en le constituant *via* des achats de VO anciens et en le renouvelant rarement, on peut dépenser mensuellement très peu (moins de 100 euros pour 40% des ménages<sup>14</sup>) et disposer ainsi d'au moins un véhicule pour lequel on ne paiera que ce qui est incontournable, inévitable ou « inarbitrable » c'est-à-dire le carburant, l'assurance et, à un moindre degré, l'entretien-réparation. Procéder ainsi est possible sans se mettre en danger et/ou risquer de tomber fréquemment en panne car les véhicules sont devenus de plus en plus fiables et le remplacement des pièces d'usure a, dans bien des cas, disparu.

La reconstitution des 40 années écoulées à travers les dépenses de motorisation en France (**Tableau 1**), illustre cette réalité.

Ces dépenses croissent vivement de 1980 à 2000, puis croissent très faiblement, voire stagnent, durant les 20 années suivantes. Les données indiquent notamment qu'à partir de 2000, ce sont les achats de véhicules (VN et VO) correspondant aux dépenses captées par les constructeurs, qui assurent l'ajustement à la baisse des dépenses totales. L'entretien-réparation croît très vivement avec le vieillissement du parc jusqu'au début de ce siècle et stagne depuis. Les dépenses en carburant croissent de 1990 à 2005 et baissent assez nettement ensuite.

**Tableau 1 : Les dépenses de motorisation en France (1980-2020)**

| Catégories de dépenses  | 1980          | 1985          | 1990          | 1995          | 2000          | 2005           | 2010           | 2015           | 2020           |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| VN  | 14 330        | 21 337        | 31 104        | 26 231        | 29 379        | 29 145         | 31 992         | 24 890         | 20 811         |
| VO  | 2 828         | 3 964         | 6 876         | 7 190         | 10 505        | 13 193         | 11 444         | 12 837         | 14 103         |
| <b>Achats</b>   | <b>17 158</b> | <b>25 301</b> | <b>37 979</b> | <b>33 421</b> | <b>39 883</b> | <b>42 339</b>  | <b>43 437</b>  | <b>37 727</b>  | <b>34 914</b>  |
| <b>Carburants</b>   | <b>19 247</b> | <b>30 651</b> | <b>32 201</b> | <b>33 920</b> | <b>39 444</b> | <b>40 628</b>  | <b>38 498</b>  | <b>36 119</b>  | <b>31 363</b>  |
| Lubrifiants   | 799           | 1 137         | 1 532         | 1 670         | 1 685         | 1 606          | 1 364          | 1 263          | 1 175          |
| Pneumatiques  | 1 031         | 1 319         | 1 406         | 1 495         | 1 844         | 2 057          | 2 308          | 2 672          | 2 407          |
| Entretien et frais associés   | 183           | 392           | 470           | 491           | 473           | 578            | 520            | 442            | 484            |
| Batteries   | 298           | 341           | 411           | 461           | 507           | 547            | 465            | 467            | 442            |
| Pièces mécaniques   | 4 808         | 7 701         | 10 526        | 13 020        | 15 137        | 19 465         | 19 127         | 18 539         | 21 397         |
| Total Pièces  | 7 118         | 10 891        | 14 344        | 17 137        | 19 646        | 24 253         | 23 784         | 23 383         | 25 905         |
| Main d'œuvre  | 4 852         | 7 686         | 11 667        | 12 853        | 13 667        | 15 130         | 14 406         | 13 408         | 14 425         |
| <b>ERA</b>  | <b>11 970</b> | <b>18 577</b> | <b>26 011</b> | <b>29 990</b> | <b>33 313</b> | <b>39 383</b>  | <b>38 190</b>  | <b>36 791</b>  | <b>40 330</b>  |
| Assurances  | 2 487         | 4 231         | 4 221         | 3 620         | 4 529         | 5 711          | 5 529          | 6 707          | 8 708          |
| Auto-écoles   | 814           | 976           | 1 409         | 1 420         | 1 616         | 1 693          | 2 223          | 2 892          | 1 809          |
| Péages et parkings  | 1 100         | 2 012         | 3 451         | 4 762         | 6 056         | 7 009          | 8 190          | 8 895          | 7 643          |
| <b>Autres frais d'utilisation (AFU)</b>                                 | <b>4 400</b>  | <b>7 219</b>  | <b>9 080</b>  | <b>9 802</b>  | <b>12 201</b> | <b>14 413</b>  | <b>15 942</b>  | <b>18 494</b>  | <b>18 160</b>  |
| <b>Total Frais d'Utilisation (FU)</b>                                   | <b>35 617</b> | <b>56 447</b> | <b>67 292</b> | <b>73 712</b> | <b>84 958</b> | <b>94 424</b>  | <b>92 631</b>  | <b>91 405</b>  | <b>89 853</b>  |
| <b>Dépenses de motorisation</b>   | <b>31 332</b> | <b>54 901</b> | <b>75 402</b> | <b>80 528</b> | <b>97 966</b> | <b>113 783</b> | <b>123 178</b> | <b>125 169</b> | <b>124 767</b> |
| Consommation effective  | 497 106       | 756 083       | 958 237       | 1 067 535     | 1 228 441     | 1 405 773      | 1 542 138      | 1 614 533      | 1 601 221      |
| <b>Part des dépenses de motorisation dans la consommation effective</b> | <b>10,60%</b> | <b>10,80%</b> | <b>11,00%</b> | <b>10,00%</b> | <b>10,20%</b> | <b>9,70%</b>   | <b>8,80%</b>   | <b>8,00%</b>   | <b>7,80%</b>   |

Source : INSEE, Comptes de la Nation.

N.B. : Les données sont exprimées en Millions d'euros constants (euros de 2020).

Dans la mesure où ces évolutions prennent place dans un contexte de vive croissance du parc automobile détenu par les ménages, on assiste logiquement à une baisse assez nette des dépenses par véhicule. Cette tendance se traduit donc par un coût de détention et d'usage par véhicule qui diminue mécaniquement sur les 40 années écoulées. Cela justifie la thèse selon laquelle, en France, la voiture coûte de moins en moins cher. Le **tableau 2** l'illustre en présentant le coût moyen par véhicule calculé

<sup>14</sup> Ces chiffres sont issus de traitements spécifiques des données de l'enquête budget des familles de 2017 : <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1194>.

à partir des statistiques du parc de véhicules en circulation à la disposition des ménages sur la période analysée.

**Tableau 2 : Évolution du coût moyen d'un véhicule pour les ménages français (1980-2020)**

|  | 1980         | 1985         | 1990         | 1995         | 2000         | 2005         | 2010         | 2015         | 2020         |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Parc automobile des ménages (en milliers)            | 18 440       | 20 800       | 23 010       | 24 900       | 27 481       | 29 900       | 31 050       | 34 500       | 39 500       |
| Achats de VN   | 777          | 1 026        | 1 352        | 1 053        | 1 069        | 975          | 1 030        | 721          | 527          |
| Achats de VO   | 153          | 191          | 299          | 289          | 382          | 441          | 369          | 372          | 357          |
| <b>Achats</b>  | <b>930</b>   | <b>1 216</b> | <b>1 651</b> | <b>1 342</b> | <b>1 451</b> | <b>1 416</b> | <b>1 399</b> | <b>1 094</b> | <b>884</b>   |
| Carburants   | 1 044        | 1 474        | 1 399        | 1 362        | 1 435        | 1 359        | 1 240        | 1 047        | 794          |
| Pièces   | 386          | 524          | 623          | 688          | 715          | 811          | 766          | 678          | 656          |
| Main d'œuvre   | 263          | 370          | 507          | 516          | 497          | 506          | 464          | 389          | 365          |
| Autres frais d'utilisation (AFU)                     | 239          | 347          | 395          | 394          | 444          | 482          | 513          | 536          | 460          |
| <b>Frais d'Utilisation (FU)</b>                      | <b>1 932</b> | <b>2 714</b> | <b>2 924</b> | <b>2 960</b> | <b>3 092</b> | <b>3 158</b> | <b>2 983</b> | <b>2 649</b> | <b>2 275</b> |
| <b>Dépenses par véhicule et par an en euros 2020</b> | <b>2 862</b> | <b>3 930</b> | <b>4 575</b> | <b>4 303</b> | <b>4 543</b> | <b>4 574</b> | <b>4 382</b> | <b>3 743</b> | <b>3 159</b> |

Source : INSEE, Comptes de la Nation & Statistiques sur les immatriculations & les parcs.

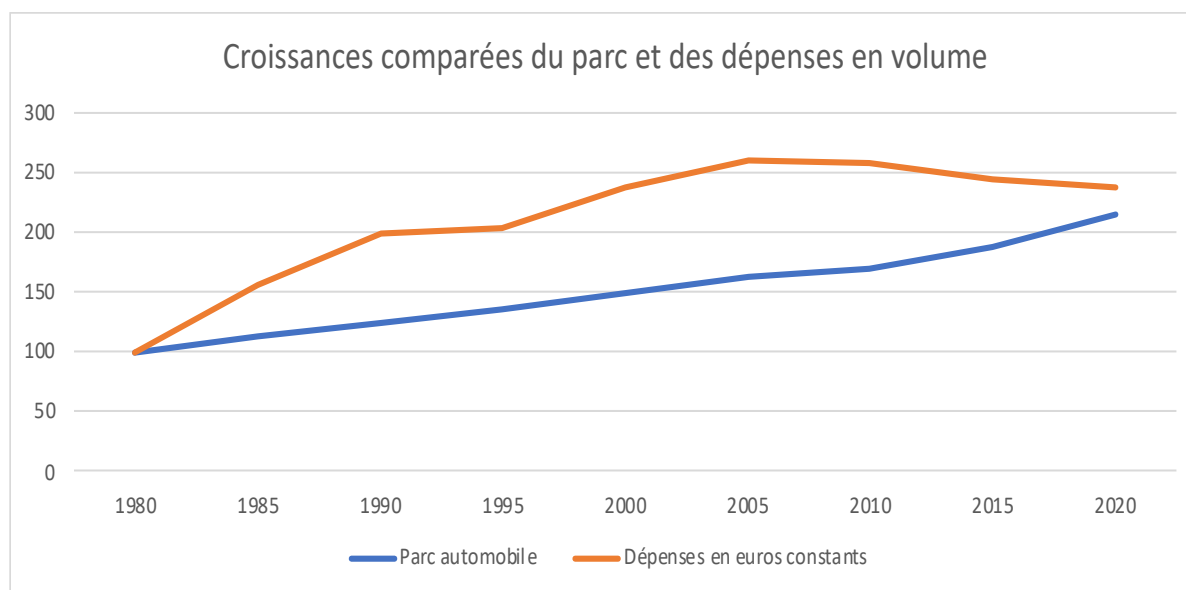
Le **tableau 2** renseigne également sur la nature des arbitrages réalisés par les ménages français concernant leur motorisation. Plusieurs faits saillants peuvent être soulignés.

- i) Les ménages français ont réalisé des économies principalement sur le poste « achats » qui a fait l'objet d'une division par deux entre 1990 et aujourd'hui.
- ii) Le poste de dépenses en carburant est demeuré stable aux alentours de 1000 euros.
- iii) Le poste des dépenses en entretien et réparation (ERA) est demeuré stable aux alentours de 1 000 euros par an.
- iv) Les dépenses d'utilisation ont cru jusqu'en 2005 avec le vieillissement du parc mais décroissent depuis.

Cette évolution des dépenses de motorisation et de leur structure observée depuis 40 ans en France permet de mieux saisir les fenêtres d'opportunités possibles et/ou souhaitables pour la pratique du rétrofit.

La **figure 2** illustre les clés de la problématique à l'œuvre.

**Figure 2 : Croissances comparées du parc et des dépenses de motorisation des ménages français (1980-2020).**



Données sources : INSEE, Comptes de la Nation & Statistiques sur les immatriculations & les parcs (base 100, 1980).

Graphiquement, la croissance du parc automobile français est à l'évidence très forte sur la période. Le parc a plus que doublé en l'espace de 40 ans. On constate que depuis les années 2000, la dépense automobile stagne, alors que le parc continue de croître. Ce parc est en 2023 de l'ordre de 40 millions de VP et présente une moyenne d'âge de 11 ans. Le parc total à disposition des ménages, incluant les entrepreneurs individuels et les véhicules utilitaires légers (VUL), se situe aux alentours de 42 millions.

Pour atteindre ce niveau élevé d'équipement, les ménages réalisent donc des arbitrages qui les conduisent à se motoriser *via* des véhicules plutôt âgés (11 ans en moyenne), ce qui leur permet de consacrer à l'automobile les moyens financiers limités dont ils disposent pour elle. Les consentements à payer pour l'automobile et, singulièrement pour son acquisition, sont en moyenne très faibles. Un véhicule d'occasion d'âge moyen est évalué à 2 700 euros environ. Ce chiffre permet de mieux situer le contexte réel des acquisitions automobiles des ménages français (GIPA, 2023).

Ce contexte économique de l'achat automobile renvoie au fond à la manière dont la société française a organisé son occupation de l'espace. Le graphique illustre ainsi les effets combinés de la périurbanisation - de plus en plus lointaine - et de la « multimotorisation » sur les réalités automobiles (Demoli et Lannoy, 2019). Ces phénomènes renvoient à la montée des dépenses concurrentes et en particulier à la montée des dépenses en logement qui alimente la périurbanisation (Frigant et Jullien, 2018) et limite le « disponible pour l'automobile », tout en rendant souvent indispensables les deuxièmes voitures (Jullien, 2015). Mais alors, comment peut-on rendre compatibles un budget contraint pour la voiture et un besoin de multi-équipement ?

La quadrature du cercle ne se résout que parce que le parc croît en vieillissant. Ce changement de structure du parc conduit à des véhicules plus nombreux et plus variés du fait de leur âge. Cette structure devenue plus hétérogène renvoie également à des comportements de détention, d'usage et d'acquisition différenciés. Autrement dit, les profils des automobilistes sont bien plus nombreux et les offres censées leur répondre doivent se diversifier elles aussi. Puisqu'aux moyennes d'âge qui s'élèvent sont associés des écarts-type qui croissent, professionnels et régulateurs doivent faire face à une hétérogénéité des parcs et des consentements à payer qui va grandissante. C'est dans ce paysage que doit s'inscrire le rétrofit et, lorsque l'on est conscient de ces arbitrages, l'espace d'opportunités ouvert aux solutions

d'électrification *ex post* des véhicules thermiques paraît alors beaucoup plus limité. L'exemple chiffré qui suit permet de le saisir.

### 1.2.3. La question du coût du rétrofit à travers un exemple pour un véhicule particulier

Pour illustrer l'arbitrage auquel feront face les ménages désireux d'électrifier des véhicules thermiques, nous proposons un exemple simple mais emblématique de la situation. Pour cela, nous considérions des hypothèses issues des travaux existants sur le sujet du rétrofit, en particulier le rapport ADEME de 2021, ainsi que les données usuelles disponibles (L'Argus de l'Auto, La Centrale<sup>15</sup>, INSEE Enquêtes Budgets de Familles<sup>16</sup>).

Nous nous plaçons dans la situation d'un ménage désireux de rétrofiter un véhicule particulier de type citadine qui aurait été acquis neuf, 6 ans auparavant. Ce véhicule aurait parcouru 12 000 km par an ce qui le place dans la moyenne des kilométrages observés du parc français de VP en 2020. Le choix pour un véhicule de type « citadine » s'explique par le fait que ces modèles sont davantage en adéquation avec le rétrofit que ne le sont des véhicules plus larges tels que les berlines ou les monospaces. La citadine correspond bien aux usages que peuvent satisfaire les véhicules rétrofités du fait de leur moindre autonomie : déplacements domicile-travail de moins de 50 km. Les berlines et les voitures « familiales » dont les usages correspondent plus souvent à des trajets longs (départs en vacances par exemple), seront en conséquence de moins bons candidats au rétrofit.

Mais avant d'entrer dans le détail du rétrofit, il convient de rappeler la structure des dépenses en fonction du type d'acquisition.

#### 1.2.3.1. Sensibilité des dépenses aux modes d'acquisition des véhicules : neufs vs. occasion

Le cas d'étude concerne l'acquisition d'un des véhicules les plus diffusés dans le parc, la *Renault Clio*. Il s'agit de comparer les coûts totaux associés à ce véhicule à motorisation diesel au cours de sa détention. Nous commençons par comparer les dépenses d'acquisition et d'utilisation relatives à ce modèle à travers trois modalités d'acquisition : achat du véhicule neuf, achat du véhicule d'occasion de 2 ans, et achat du véhicule d'occasion de 10 ans. Le **tableau 3** permet de synthétiser les dépenses associées à ces trois modalités d'acquisition.

---

<sup>15</sup> <https://www.largus.fr/cote/voitures-particulieres.html>

<sup>16</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1194>



**Tableau 3 : Dépenses de détention et d'usage d'un véhicule de type *Renault Clio* pour un ménage**

| Modalités d'achat du véhicule  | Neuf       | Occasion<br>2 ans | Occasion<br>10 ans |
|--|------------|-------------------|--------------------|
| <u>Dépenses d'achat</u>  |            |                   |                    |
| <i>Prix d'achat</i>  | 24 000     | 18 000            | 8 000              |
| <i>Valeur de la revente après 72 mois</i>                                      | 13 000     | 11 000            | 4 000              |
| <i>Coût total d'acquisition sur 72 mois (Prix d'achat – Valeur de revente)</i> | 11 000     | 7 000             | 4 000              |
| <b>Coût mensuel d'acquisition<sup>a</sup></b>                                  | <b>153</b> | <b>97</b>         | <b>56</b>          |
| <u>Dépenses d'utilisation</u>  |            |                   |                    |
| <i>Pneumatiques (remplacement de deux trains)</i>                              | 600        | 520               | 380                |
| <i>Entretien courant (6 révisions)</i>   | 1 500      | 1 100             | 800                |
| <i>Réparations (non planifiées et potentiellement importantes)</i>             | 0          | 650               | 1 500              |
| <i>Dépenses totales d'utilisation sur 72 mois</i>                              | 2 100      | 2 270             | 2 680              |
| <b>Dépenses d'utilisation mensuelles<sup>a</sup></b>                           | <b>29</b>  | <b>32</b>         | <b>37</b>          |
| <u><i>Dépenses mensuelles totales (hors carburant &amp; assurances)</i></u>    | 182        | 129               | 93                 |

<sup>a</sup> Les dépenses mensuelles correspondent aux dépenses totales divisées par le nombre de mois de détention (ici 72 mois).

Données sources : L'Argus de l'Automobile & GIPA (2023)

N.B. : Calculs réalisés par les auteurs.

Le tableau permet de reconstituer les montants dépensés par les ménages pour faire l'acquisition et utiliser une *Renault Clio* selon trois modalités d'achat du véhicule sur une durée de six années. À l'issue de la période d'usage, le véhicule est revendu, ce qui permet de récupérer une partie des sommes investies lors de l'achat initial. Les valeurs de revente (ou valeurs résiduelles) ont été estimées à partir de données collectées sur les sites d'annonces spécialisées tels que *La Centrale* ou *L'Argus* pour à peu près tous les cas de figure. Les montants dépensés pour l'usage du véhicule dans les trois cas de figure sont aussi estimés en considérant l'état d'usure des véhicules et avec l'hypothèse d'un kilométrage identique de 12 000 Km par an. On constate ainsi que les réparations non prévues (hors entretiens courants) affectent naturellement davantage les véhicules acquis d'occasion que ceux acquis neufs. Les coûts mensuels des deux grandes catégories de dépenses apparaissent en gras dans le tableau. La somme des dépenses d'acquisition et d'usage a été obtenue en divisant par le nombre de mois de détention, soit 72.

Ce cas simple révèle que, pour rouler 12 000 kms par an avec un véhicule de type *Renault Clio*, le choix de la modalité d'achat neuf du véhicule est :

- i) 1,5 fois plus onéreux que le choix d'un véhicule d'occasion récent (VO de 2 ans);
- ii) deux fois plus cher que le choix d'un véhicule d'occasion ancien (VO de 10 ans).
- iii) moins risqué quant aux pannes et aux réparations imprévues : l'hypothèse du cas présenté repose sur la survenue de deux importantes réparations pour un VO de 10 ans, une seule pour un véhicule d'occasion de 2 ans contre aucune de ces réparations dans le cas du véhicule acquis neuf.

Enfin, les coûts liés aux carburants et à l'assurance engendrent relativement peu de différences entre les trois cas de figure. Soulignons que, en intégrant carburant et assurances (~150 euros/mois) qui pèsent également sur toutes les voitures et tous les ménages, les différences s'amenuisent entre les trois modalités du cas. Cela ne réduit pas la portée de notre exemple, bien au contraire. C'est précisément pour faire face à ces dépenses automobiles incompressibles que les ménages plus contraints rognent sur leurs dépenses d'équipement plus « arbitrables ». Le **tableau 4** complète le cas considéré en intégrant les dépenses de carburant.

**Tableau 4 : Coût au kilomètre de l'acquisition et l'usage d'un véhicule de type Renault Clio par les ménages**

| Modalités d'achat du véhicule  | Neuf        | Occasion 2 ans | Occasion 10 ans |
|--|-------------|----------------|-----------------|
| Coût mensuel d'acquisition <sup>a</sup>                              | 153         | 97             | 56              |
| Coût mensuel d'utilisation <sup>a</sup>                              | 29          | 32             | 37              |
| <b>Dépenses mensuelles totales (hors carburant &amp; assurances)</b> | <b>182</b>  | <b>129</b>     | <b>93</b>       |
| Coût mensuel du carburant  | 85          | 85             | 85              |
| <b>Dépenses mensuelles totales (hors assurances)</b>                 | <b>267</b>  | <b>214</b>     | <b>178</b>      |
| <b>Coût global au km (hors assurances)</b>                           | <b>0,27</b> | <b>0,21</b>    | <b>0,18</b>     |

<sup>a</sup> Les dépenses mensuelles correspondent aux dépenses totales divisées par le nombre de mois de détention (ici 72 mois).

<sup>b</sup> Les dépenses de carburant sont obtenues en considérant que le modèle consomme en moyenne 5L de carburant pour 100 Km à un prix moyen de 1,70 euro/L de diesel pour un kilométrage moyen de 12 000 km/an.

Données sources : L'Argus de l'Automobile & GIPA (2023)

N.B. : Calculs réalisés par les auteurs.

L'intégration des dépenses de carburant à notre cas d'application illustre que les écarts entre les trois modalités se réduisent. Ainsi, rouler en Renault Clio acquise neuve coûtera au ménage propriétaire 50% de plus que s'il l'avait acquise d'occasion de 10 ans et 25 % dans le cas d'achat d'occasion de 2 ans (contre respectivement 100% et 40% sans prise en compte des carburants). Les détenteurs de Clio acquises neuves dépenseront mensuellement 270 euros alors que les possesseurs de Clio acquises d'occasion de 10 ans dépenseront 180 euros.

Cet exemple simple montre qu'à l'évidence la modalité d'acquisition du véhicule conditionne les dépenses qui seront consenties par les ménages pour leur mobilité automobile. À la lecture de ces chiffres, la logique qui prévaut dans les arbitrages automobiles des ménages est alors de privilégier des modèles de véhicules plus anciens, leur permettant ainsi de faire baisser les dépenses mensuelles et les coûts au kilomètre. Cette rationalité a permis d'accompagner la diffusion de l'automobile dans la société aussi bien qu'elle a dopé le modèle périurbain.

### 1.2.3.2. Les leçons du cas d'achat et d'usage à la pratique du rétrofit

Le cas simple présenté apporte un éclairage sur les arbitrages qu'opère une grande partie des ménages français dans ses choix de motorisation. Sur cette base, nous établissons   présent comment la question du rétrofit pourrait se poser pour un ménage détenteur d'un véhicule de type citadine (gamme B, comme la *Renault Clio*). Pour cela, nous faisons l'hypothèse que, pour un VP, la pratique du rétrofit implique que soient réunis trois attributs du véhicule « r trofitable » :

- i) une valeur résiduelle relativement élevée ;
- ii) une durée de vie prévisible importante (au moins 10 ans) ;
- iii) un usage régulier et un kilométrage suffisant (de l'ordre de 50 km par jour ouvré).

Les travaux existant sur le rétrofit indiquent en effet que l'investissement que représente cette transformation nécessite de choisir, parmi les véhicules en circulation, ceux qui méritent un tel effort (ADEME, 2021). Les bonnes cibles sont les véhicules dont la durée de vie et les usages seront suffisants pour permettre l'amortissement des coûts initiaux de l'opération. Dans notre cas, nous considérons qu'une *Renault Clio* d'occasion diesel de 4 ans pourrait constituer une cible bien adaptée pour une opération de rétrofit.

Avant de comparer la solution de rétrofit au maintien d'un véhicule thermique, nous reprenons les coûts associés à ce profil de véhicule (**Tableau 5**). Il s'agit donc d'une citadine de type *Renault Clio* diesel d'occasion, de 4 ans d'âge, acquise pour un prix de 11 500 euros et revendue 6 ans plus tard pour 7 000 euros. Le véhicule sera entretenu (6 révisions – 15 euros/mois) et réparé (1 opération importante – 15 euros/mois) et ses pneumatiques seront remplacés (2 trains de pneus – 7 euros/mois) durant les 6 années d'utilisation.

  travers ce dernier profil de véhicule, nous allons pouvoir simuler la réaction d'un ménage qui, en 2023, serait détenteur d'un véhicule diesel ancien qu'il souhaiterait renouveler. Il aurait par exemple acquis ce véhicule en 2017 (i.e. une citadine diesel d'occasion de 10 ans d'âge, donc immatriculée en 2007). Ce véhicule diesel ancien serait ainsi dans la catégorie des « Crit'Air 3 » compte tenu de sa première date de mise en circulation antérieure au 1<sup>er</sup> janvier 2011. La stratégie de ce ménage repose donc sur l'achat d'un véhicule plus récent (i.e. un véhicule d'occasion de 4 ans d'âge)<sup>17</sup>. Nous considérons, comme pour les profils établis, que le ménage conservera son véhicule pendant 6 ans et le vendra en 2029.

---

<sup>17</sup> La revente de sa citadine diesel de 16 ans d'âge n'est pas incluse au calcul réalisé compte tenu de la valeur résiduelle faible et du fait que notre calcul va surtout consister à comparer le maintien du véhicule en thermique vs sa transformation en VEB.

**Tableau 5 : Coût au kilomètre de l'acquisition et de l'usage d'un véhicule de type Renault Clio (VO 4 ans) par les ménages**

| Modalités d'achat du véhicule                                       | Occasion<br>4 ans |
|---|-------------------|
| Coût mensuel d'acquisition <sup>a</sup>                             | 62,5              |
| Coût mensuel d'utilisation <sup>a</sup>                             | 37                |
| <b>Dépenses mensuelles totales</b><br>(hors carburant & assurances) | <b>99,5</b>       |
| Coût mensuel du carburant   | 85                |
| <b>Dépenses mensuelles totales</b><br>(hors assurances)             | <b>185</b>        |
| <b>Coût global au km</b><br>(hors assurances)                       | <b>0,18</b>       |

<sup>a</sup> Les dépenses mensuelles correspondent aux dépenses totales divisées par le nombre de mois de détention (ici 72 mois).

<sup>b</sup> Les dépenses de carburant sont obtenues en considérant que le modèle consomme en moyenne 5L de carburant pour 100 km à un prix moyen de 1,70 euro/L de diesel pour un kilométrage moyen de 12 000 km/an.

Données sources : L'Argus de l'Automobile & GIPA (2023)

N.B. : Calculs réalisés par les auteurs.

L'opération réalisée par ce ménage conduit aux observations suivantes :

- i) La mise initiale de fonds est égale à 4 500 euros (i.e. la différence entre revente et l'achat, soit 11 500 – 7 000) ;
- ii) Le coût mensuel (hors carburant et assurances) s'élève à près de 100 euros ;
- iii) Le coût mensuel du carburant s'établit à 85 euros,

En définitive, le coût annuel pour le ménage lié à l'achat et l'usage de cette *Renault Clio* d'occasion de 4 ans sera de 2 220 euros, soit 13 320 euros sur l'ensemble des 6 années de détention. Le coût mensuel s'établit à 185 euros et près de 150 euros si l'on déduit les frais d'entretien et de réparation.

Ces bases de calcul nous permettent d'introduire la possibilité offerte aux ménages de considérer la solution de rétrofit. Le ménage qui acquiert la *Renault Clio* d'occasion de 4 ans peut alors envisager en 2023 de transformer ce véhicule en VEB. L'arbitrage repose alors sur une comparaison entre le choix d'acquisition d'un véhicule thermique utilisé pendant 6 ans avec le carburant fossile ou l'acquisition du même véhicule pour le transformer en un VEB *via* l'opération de rétrofit. Dans le cas du rétrofit, nous retenons l'hypothèse d'un prix du service tout compris égal à 17 500 euros (ADEME, 2021). Le **tableau 6** permet de synthétiser et comparer les deux alternatives du point de vue du coût moyen total (hors assurances et entretien-réparation).

**Tableau 6 : Comparaison des coûts<sup>a</sup> pour une Renault Clio de 4 ans d'âge**

| Coûts associés au véhicule thermique   |                                 | Coûts associés au véhicule Renault Clio « rétrofitée »   |                                 |
|--|---------------------------------|--|---------------------------------|
| Achat d'une Renault Clio IV de 2019 de 50 000 km   | 11 500                          | Achat d'une Renault Clio IV de 2019 de 50 000 et opération de rétrofit (17 500 eur)                                  | 29 000                          |
| Revente de la Clio IV en 2029 (10 ans & 125 000 km)  | 7 000                           | Revente de la Clio IV rétrofitée en 2029 (10 ans & 125 000 km)   | 9 000                           |
| Coût de l'achat net sur 6 ans de détention   | 4 500                           | Coût de l'achat net sur 6 ans de détention   | 20 000                          |
| Coût de l'achat net par an (sur 6 ans)   | 750                             | Coût de l'achat net par an (sur 6 ans)   | 3 333                           |
| Coût mensuel d'acquisition <sup>a</sup>  | 62,5                            | Coût mensuel d'acquisition <sup>a</sup>  | 277,8                           |
| Coût mensuel d'acquisition au km   | 0,063                           | Coût mensuel d'acquisition au km   | 0,28                            |
| Coût total en carburant<br>Conso. moyenne en litres (/km) Prix du litre de diesel<br>Kilométrage total sur 6 ans | 6 120<br>0,05<br>1,70<br>72 000 | Coût total en électricité<br>Conso. moyenne en kWh (/km)<br>Prix du kWh d'électricité<br>Kilométrage total sur 6 ans | 1 836<br>0,17<br>0,15<br>72 000 |
| Coût annuel du carburant   | 1 020                           | Coût annuel de l'électricité   | 306                             |
| Coût mensuel du carburant  | 85                              | Coût mensuel de l'électricité  | 25,5                            |
| Coût du carburant au km  | 0,085                           | Coût de l'électricité au km  | 0,026                           |
| <b>Coût global au km ou « TCO simplifié »</b>  | <b>0,15</b>                     | <b>Coût global au km ou « TCO simplifié »</b>  | <b>0,30</b>                     |

Données sources : L'Argus de l'Automobile & GIPA (2023)

N.B. : Calculs réalisés par les auteurs.

<sup>a</sup> L'analyse réalisée se concentre sur les coûts qui diffèrent significativement entre le véhicule thermique et le véhicule rétrofité à savoir les coûts d'acquisition et de revente, les dépenses d'usage en carburant fossile ou en électricité. Les autres catégories de coûts sont, à ce stade, supposés équivalents entre les deux versions de véhicules (assurance, entretiens & réparation).

Le **tableau 6** retrace bien l'écart dans le coût à l'acquisition lors de l'opération de rétrofit. Le véhicule de 4 ans coûte 11 500 euros s'il est conservé en thermique tandis qu'il coûte 29 000 euros dans le cas de la transformation électrique. Nous faisons l'hypothèse que, après 6 ans, le véhicule rétrofité sera valorisable sur le marché de l'occasion et qu'il se revendra 2 000 euros plus cher que son équivalent resté thermique. Cette hypothèse est assez raisonnable compte tenu de la diffusion plus large des VEB dans le parc et des avantages de la motorisation électrique au regard des restrictions de circulation à venir dans les ZFE-m d'ici la fin de la décennie 2020.

Le cas ainsi posé montre que la transformation rétrofit permet de réaliser un gain sur le coût d'usage de l'énergie ; i.e. 60 euros/mois d'économies liées à l'écart de coût mensuel d'électricité vs le coût du carburant fossile, soit 4 284 euros d'économies sur les 6 années d'usage. En revanche, ces économies ne sont possibles qu'à la condition de consentir à un investissement en rétrofit lors de l'acquisition (17 500 euros) mais associée à une valeur de revente augmentée de 2 000 euros.

Au total, l'opération de rétrofit aboutit à un bilan financier défavorable pour le ménage dans notre cas de figure. L'écart de coût global entre les deux alternatives s'établit à environ 11 000 euros (15 500 – 4 284 = 11 216). Cela représente un surcoût de 152 euros/mois ou 0,15 euro/km.

Pour atteindre le seuil d'équivalence entre les deux alternatives ou le « point mort », il est donc nécessaire de combler le surcoût du rétrofit si l'on souhaite le rendre désirable pour les ménages. Ainsi ce surcoût peut être vu alternativement comme :

- i) le « consentement à payer » qui devrait être celui des ménages désireux d'accéder à une mobilité automobile « propre » ;
- ii) le montant requis de l'aide publique pour rendre le rétrofit compétitif ;
- iii) la baisse de coût à atteindre pour que le modèle d'affaires (ou « *business model* ») de la filière rétrofit puisse être soutenable.

Sachant que le véhicule perd sa polyvalence<sup>18</sup>, il s'agit ici d'un chiffrage optimiste. Il ne prend pas en compte, à ce stade, le fait que pour un ménage ou une entreprise, d'ores et déjà et *a fortiori* dans les temps à venir, il sera possible d'électrifier sa mobilité en échappant à l'alternative achat d'un VEBN vs rétrofit en achetant un VEB d'occasion (VEBO).

### 1.2.3.3. Les leçons du cas d'achat et d'usage et la concurrence du VEBO

L'introduction de cette alternative du véhicule électrique à batteries d'occasion (VEBO) est illustrée dans le **tableau 7**. Afin d'estimer les tarifs de ces VEBO, nous avons collecté des données disponibles via les plateformes dédiées comme *La Centrale*. Ainsi, la valeur résiduelle d'une *Renault Zoé* de 10 ans en 2029 est estimée aux alentours de 2 500 euros.

Les chiffres indiquent que le coût global hors assurances et entretien/réparation (ou TCO simplifié) est en-dessous des coûts calculés pour les deux alternatives (thermique et rétrofit). Ainsi, rouler pendant 6 ans avec une *Renault Zoé* coûtera 0,14 euro/km contre 0,15 euro/km pour une *Renault Clio* thermique et 0,30 euro/km pour une *Renault Clio* électrique rétrofitée. Sans équivoque, l'alternative VEBO apparaît financièrement très concurrentielle pour un ménage désireux de renouveler son véhicule et de rouler en électrique. L'alternative VEBO est ici deux fois moins chère que l'alternative rétrofit. Si, bien entendu, notre cas suppose des simplifications et des hypothèses fortes (telles que la non prise en compte des écarts de tarifs d'assurances et d'entretien réparation), les résultats donnent à voir l'ampleur de l'effort que représente en 2023 l'investissement en rétrofit.

Ce dernier tableau confirme donc que l'alternative VEBO constitue l'objection la plus puissante à la pratique du rétrofit. Le VEBO est une alternative cohérente sur le plan financier car, sans aides ou subventions publiques, elle représente un substitut potentiel au VO thermique (la parité est déjà assurée).

De plus, sur le plan de l'offre, des VEBO sont d'ores et déjà commercialisés avec des garanties de 7 ans (c'est le cas de *Renault Zoé* garanties de 7 ans à 7 000 Euros). La question des volumes disponibles de VEBO peut se poser puisque la part des ventes de VEBN est restée marginale dans les immatriculations sur la décennie 2010 (ANFA, 2023). Néanmoins, le problème de disponibilité de VEBO n'existe pas si les volumes attendus de VEBO en 2024 et 2025 tournent autour des 5 000 unités. Pour le dire autrement, le développement continu des immatriculations de VEBN qui s'opère depuis le début de la décennie 2020 devrait garantir l'existence d'un marché du VEBO durant la décennie et après. Cette question sera approfondie dans la troisième partie de ce rapport mais, à ce stade, nous pouvons souligner que le million de VEB qui circulera en 2024 en France commencera de garantir l'existence d'un marché. Le fait que, en dehors des *Renault Zoé*, le marché ait décollé après 2020 va renforcer le phénomène. Les éléments dont nous disposons sur les valeurs résiduelles des VEB vendus en 2020, année de décollage des ventes, nous indiquent que les valeurs résiduelles avaient été surévaluées et que les VEBO sont très bon marché.

---

<sup>18</sup> La perte de polyvalence concerne pour une grande part l'autonomie du véhicule rétrofité (150km environ) contre l'autonomie du véhicule thermique initial (600km environ).

**Tableau 7 : Coûts associés à l'achat d'un VEBO dans le cas d'une Renault Zoé électrique de 4 ans d'âge**

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Coûts associés au véhicule Renault Zoé électrique d'occasion</b>   |             |
| Achat d'une Renault Zoé de 2019 de 70 000 km (électrique à batteries) | 10 500      |
| Revente de la Renault Zoé en 2029 (10 ans & 142 000 km)               | 2 500       |
| Coût de l'achat net sur 6 ans de détention                            | 8 000       |
| Coût de l'achat net par an (sur 6 ans)                                | 1 333       |
| Coût mensuel d'acquisition <sup>a</sup>                               | 111         |
| Coût mensuel d'acquisition au km                                      | 0,11        |
| Coût total en électricité   | 1 836       |
| Conso. moyenne en kWh (/km)   | 0,17        |
| Prix du kWh d'électricité   | 0,15        |
| Kilométrage total sur 6 ans   | 72 000      |
| Coût annuel de l'électricité  | 306         |
| Coût mensuel de l'électricité   | 25,5        |
| Coût de l'électricité au km   | 0,026       |
| <b>Coût global au km ou « TCO simplifié »</b>                         | <b>0,14</b> |

Données sources : L'Argus de l'Automobile & GIPA (2023)

N.B. : Calculs réalisés par les auteurs.

<sup>a</sup> L'analyse réalisée se concentre sur les coûts qui diffèrent significativement entre le véhicule thermique et le véhicule rétrofité à savoir les coûts d'acquisition et de revente, les dépenses d'usage en carburant fossile ou en électricité. Les autres catégories de coûts sont, à ce stade, supposés équivalentes entre les deux versions de véhicules (assurance, entretiens & réparation).

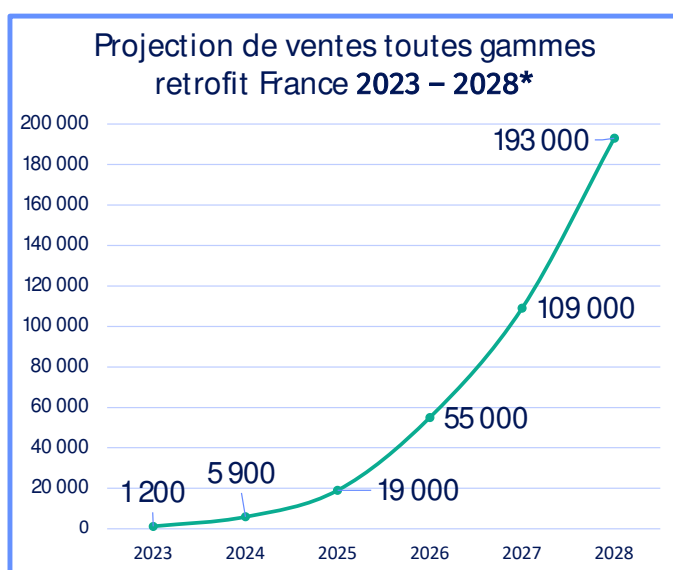
La question de la pénurie ou de l'indisponibilité de VEBO pourra éventuellement se poser si l'électrification souhaitée des parcs devait être très rapide. Dans un tel cas de figure, une part significative des véhicules thermiques circulant devrait être électrifiée. Ce n'est pourtant pas la configuration qui se dessine. En effet, même dans celles des ZFE-m qui sont soumises à des obligations plus strictes en raison des dépassements des seuils OMS<sup>19</sup> que l'on y constate, la prohibition des VT n'est pas envisagée avant 2030.

À titre d'illustration, si l'on se fixait comme objectif de mettre en circulation 200 000 VEB de plus dans le parc français à partir de 2024, on comprend que cet objectif serait difficilement atteint avec les seuls VEBN. En effet, la diffusion de l'électrique dans les immatriculations de VN se fait à un rythme trop faible

<sup>19</sup> Ces seuils correspondent aux lignes directrices en matière de concentrations de polluants et d'émissions de GES fournis par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2021 : <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

pour atteindre de tels objectifs : entre 2022 et 2023, sur les 9 premiers mois de l'année<sup>20</sup>, les immatriculations de VEBN sont passées de 140 000 à 205 000 unités soit, ramenées à 12 mois, de 185 000 à 270 000. Si l'on voulait être à 470 000 véhicules électriques en 2024, il serait raisonnable de partager le travail d'électrification en visant par exemple 400 000 VEBN et 70 000 rétrofits. *Mobilians*, qui milite pour le rétrofit, n'évoque pas de tels volumes avant 3 ou 4 ans et les estimations de mise à la route de véhicules rétrofités (**Figure 3**) demeurent en deçà des 200 000 véhicules/an (*Mobilians*, mai 2023). Par ailleurs, selon notre modèle (cf. partie 3) la montée en puissance des immatriculations de VEBN va aboutir en 2028 à environ 3 millions de VEB en circulation dans le parc dont près d'un demi-million aura plus de 5 ans. Dans ce contexte, en dépit des efforts et des progrès de la filière du rétrofit, l'arrivée sur le marché de VEBO en nombre en 2028 viendrait contrecarrer les volumes attendus pour la filière, toutes choses égales par ailleurs.

**Figure 3 : Projections des volumes de ventes en rétrofit en France (2023-2028)**



Source : *Mobilians*, 2023, Document interne.

À travers cet exemple, les perspectives de la filière rétrofit semblent, à ce stade, peu encourageantes du fait de la faiblesse des capacités de production prévues et de la concurrence des VEBO. Si, de fait, les volumes dans les années à venir devaient rester ceux-ci, alors, pour le rétrofit, étant donnée l'importance croissante que le VEBO sera appelé à prendre, il y a de fortes présomptions d'inexistence d'une fenêtre d'opportunités. Nous verrons dans la troisième partie de ce rapport comment ces volumes de rétrofit VP pourraient être projetés à 2050.

#### 1.2.4. Le cas des VUL : un meilleur candidat pour le rétrofit que le VP ?

Les arguments avancés conduisant à conclure à la difficulté de pouvoir proposer au rétrofit VP des cibles praticables semblent conduire naturellement vers d'autres types de véhicules. Le rapport ADEME de 2021 et les positions prises par *Mobilians* en 2022 orientent notamment vers le marché du véhicule utilitaire léger (VUL). Les entretiens qualitatifs réalisés dans le cadre cette étude (cf. partie 2), confirment cette stratégie assez largement dominante de repli sur (ou de redéploiement vers) le VUL.

<sup>20</sup> <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-2022-sur-les-immatriculations-des-vehicules>



#### 1.2.4.1. Un marché français du VUL neuf encore peu électrifié

Pour rappel, le marché français du VUL correspond à des immatriculations de l'ordre de 350 000 véhicules par an pour un parc que le ministère des transports chiffre pour 2022 à 6,3 millions, dont seulement 59 000 véhicules électriques (moins de 10 000 de plus qu'en 2021). Ce marché se compose principalement de véhicules professionnels qui, pour certains, ont été adaptés à l'activité réalisée (cabines frigorifiques, aménagements pour le transport de matériels et d'outillage, outils de levage, etc.). L'idée centrale est que l'activité professionnelle des utilisateurs de VUL (ménages, TPE, PME, autoentrepreneurs, etc.) implique un besoin impérieux de rentrer dans les zones urbaines denses pour accéder aux lieux d'intervention (chantiers, commerces, cuisines des restaurants, collectivités, etc.). Dans le contexte de mise en place des ZFE-m et l'imposition de contraintes croissantes afférentes, les acteurs du retrofit voient là une source d'incitations à l'électrification des mobilités de ces professionnels. Ils souhaitent alors de fait voir se mettre en place une version très exigeante des règles de circulation. Au-delà de la problématique des ZFE, beaucoup d'entreprises sont, sinon obligées, du moins vivement incitées, à « verdir » rapidement leurs pratiques. Techniquement, les contraintes de place pour loger les batteries sont moindres pour les VUL que pour les VP. Cela rend a priori le tableau moins sombre et les « *business models* » plus faciles à trouver.

Toutefois, en 2023, on peut considérer que l'évolution des politiques publiques concernant les ZFE-m a assez largement correspondu à une « dé-sévérisation » qui ne permettra pas de pouvoir compter sur des interdictions de circulation des véhicules Crit'Air 2 pour obliger les utilisateurs de VUL à électrifier leur parc. Malgré cela, la fenêtre de tir paraît assez ouverte pour que constructeurs, puissance publique, entrepreneurs et investisseurs convergent pour faire émerger l'activité. Pour saisir les raisons de cette convergence, il faut d'abord souligner que l'offre de véhicules électrique est, en 2023 encore, assez limitée en matière de VUL. Les données d'immatriculations sur les premiers 9 mois de l'année 2023 le soulignent et renvoient à une réalité où 215 000 VUL diesel ont été immatriculés (224 000 en 2022) contre seulement 20 250 VUL électriques (9 664 en 2022). La progression est nette puisque de 1 pour 20, on passe à 1 sur 10 mais le mouvement s'amorce juste<sup>21</sup>.

Par exemple, pour un modèle comme le *Renault Master*, on est plutôt à un pour 50, pour le *Mercedes Sprinter* à un pour 9 et pour le *Ford Transit* à un pour 2,5. Un *Renault Master* diesel se vend aux alentours de 35 000 euros alors que l'électrique démarre à 55 000 euros. Pour le *Sprinter*, les prix sont proches. Pour le *Transit*, le diesel est à 42 000 euros et l'électrique à 58 000 euros. Le différentiel de prix et la grande rareté de ces véhicules sur le marché de l'occasion rendent donc l'alternative retrofit assez séduisante pour au moins quelques temps.

#### 1.2.4.2. Une configuration de marché du VUL plus propice à l'émergence du retrofit

Ceci est d'autant plus vrai que, en matière de VUL, comme on le perçoit en regardant le « hit-parade » des ventes de VUL diesel, le marché est très concentré sur quelques modèles des marques françaises. Le phénomène se trouve renforcé par le fait que, pour accéder à des volumes produits suffisants, les groupes multimarques comme *Stellantis* se contentent de « badger » différemment leurs utilitaires *Peugeot*, *Citroën* et, désormais, *Opel* et *Fiat*. Traditionnellement, des accords ont, dans la même perspective, lié des constructeurs comme *Toyota* à leurs concurrents pour le VUL. Enfin, à l'inverse de ce que l'on a observé pour le VP, le VUL n'a pas réellement été soumis à un raccourcissement de la durée de vie des modèles et les renouvellements y sont nettement moins fréquents.

La configuration du marché du VUL, composée de relativement peu de modèles et de variantes, implique des besoins d'homologations pour le retrofit plus faibles que dans le VP pour structurer une offre. Il y est plus aisé de couvrir l'essentiel du marché et la potentielle demande de VUL rétrofités. De surcroît, du point de vue de l'architecture des véhicules, pour loger la batterie, l'espace manque moins et il devient du coup possible d'offrir des véhicules rétrofités qui ne sont pas aussi handicapés en termes d'autonomie

---

<sup>21</sup> <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-2022-sur-les-immatriculations-des-vehicules>

par rapport aux véhicules « *electric native* » (comme cela est le cas pour des VP rétrofités). De la même manière, les kits, une fois conçus pour rétrofiter un véhicule de type *Renault Master*, vont pouvoir, sans efforts nouveaux de conception très lourds, s'adapter à d'autres fourgons de même gabarit. Pour les rétrofiteurs, en termes d'achats et/ou de production, ceci signifiera que les opportunités de profiter des volumes pour faire baisser les coûts s'en trouveront améliorées. Ceci sera évidemment d'autant plus vrai que les offreurs seront moins nombreux et qu'ils travailleront sur des bases non exclusivement nationales.

#### 1.2.4.3. L'épineuse question de la tarification du rétrofit VUL

À travers nos interviews (en particulier auprès de *Tolv* et *Renault*), la tarification -ou « pricing »- est compliquée à concevoir sur ce segment du rétrofit VUL. Le tableau que l'on peut faire en 2023 est assez fragile. En effet, les premiers clients étaient presque des « militants » qui voulaient montrer qu'ils étaient « propres » et qu'ils privilégiaient pour y parvenir les solutions issues de l'« économie circulaire ». En comptant sur ces effets d'affichage et sur des politiques très généreuses (celle de l'agglomération de Grenoble par exemple) des collectivités qui avaient souhaité être, dans la gestion de leurs ZFE-m, plus royalistes que le roi, il a été possible de ne pas perdre d'argent en vendant des solutions de rétrofit de VUL chères (aux alentours de 30 000 euros). L'État mettant 9 000 euros sur la table, si les collectivités abondent dans la phase de décollage, on peut estimer que les rétrofiteurs pourraient parvenir à vendre leurs solutions à quelques centaines voire à 1 000 ou 5 000 clients par an. Les solutions proposées entre 20 et 25 000 euros HT concerneraient des véhicules récents et équipés et cibleraient des professionnels désireux ou obligés d'électrifier leurs VUL.

Pour les constructeurs, les investisseurs et la puissance publique, ces aides publiques très lourdes (10 000 à 15 000 euros par VUL) n'ont de sens que si le pari peut être fait que, à terme, les prix de revient de fabrication baisseront. Pour cela, on peut compter sur une combinaison d'améliorations de la conception, de renforcement de la puissance d'achat des rétrofiteurs et de soutiens des constructeurs. Si ce devait être le cas, alors les prix de revient de fabrication pourraient baisser suffisamment pour que, en régime de croisière, en passant à un soutien moins généreux (de l'ordre de 7 000 euros par VUL), le coût HT de l'opération facturée puisse baisser en deça de 15 000 euros (pour un reste à charge de 7 ou 8 000 euros HT).

Pour des véhicules de 5 à 10 ans qui rouleront encore 15 ans en faisant 20 000 kms par an et en émettant 158 g par km, on a alors une économie de 47,4 tonnes de CO<sub>2</sub> (300 000 kms \* 158 g = 47,4 Mg). Pour la puissance publique, la tonne évitée vaut 148 euros. En tenant compte du fait qu'un certain nombre de véhicules rétrofités ne dureront pas 15 ans et/ou ne parcourront pas ce kilométrage, on a une certaine latitude. En tout cas, si les chances de parvenir à voir se réaliser ce scénario de baisse des coûts peuvent être estimées élevées, le pari peut être pris.

De ce point de vue, les arguments paraissent assez solides et la fenêtre d'opportunités paraît plus large et plus durable que pour le VP. Il faut toutefois préciser, ne serait-ce que pour le budgéter, quels volumes pourraient être concernés et pour combien de temps. En effet, même si la rareté des VUL électriques dans le parc en 2023 est telle que le rétrofit semble pouvoir s'imposer, les volumes évoqués par les plus enthousiastes et ambitieux des opérateurs vont du millier pour les années 2024 à 2025 à la dizaine de milliers dans 4 ou 5 ans. Avec 25 000 VUL électriques vendus en 2023, un peu plus en 2024 et 20% de ces VUL vendus en VO dans leurs années 0 à 5, on aura assez rapidement quelques dizaines de milliers de VULEBO « récents » sur le marché. Il faudra pour cette raison que les baisses des prix et des coûts interviennent suffisamment vite pour que la fenêtre d'opportunités ne soit pas très provisoire. Face à des coûts d'opération de rétrofit restant encore élevés, la question de l'amplitude des opportunités pour le rétrofit dans le cas du VUL reste donc entière.

\*

\*\*\*

La première partie de cette étude a permis de dresser un panorama d'ensemble de la manière dont le rétrofit et le débat autour de ce sujet se structurent depuis 2020.

  travers la lecture du rapport ADEME de 2021, nous avons décrit le contexte dans lequel s'inscrivent les préconisations et le volontarisme affichés par les pouvoirs publics autour du rétrofit. Les prises de position du syndicat professionnel *Mobilians* qui a intégré en son sein en 2022 l'association de défense du rétrofit (*AiRe*), précisent comment, à l'été 2023, les acteurs se représentent les enjeux du dossier.

Face à cette problématisation de la « question du rétrofit », il nous est apparu opportun de rappeler les fondamentaux de l'économie de l'automobile et en particulier, les connaissances relatives aux comportements des ménages en matière d'achat et d'usage. Ce rappel sur les arbitrages économiques effectivement rendus par les ménages permet de proposer une première lecture de la place que pourrait occuper une stratégie rétrofit dans un futur proche. Considérant un jeu d'hypothèses raisonnables sur le remplacement d'un véhicule par un ménage (Cas *Renault Clio*), le calcul économique proposé conclut à un coût global (TCO simplifié) pour un véhicule rétrofité très supérieur à celui d'un véhicule thermique équivalent ou d'un véhicule électrique d'occasion.

Ce calcul met en lumière un écart de coût (~11 500 euros pour une détention de 6 ans du véhicule de type « citadine » qui, selon les interprétations, pourrait correspondre soit au « consentement à payer » des ménages pour accéder à une mobilité automobile « propre », soit au montant requis de l'aide publique pour rendre le rétrofit compétitif, soit enfin à la baisse de coût à atteindre pour que le modèle d'affaires de la filière rétrofit puisse être soutenable.

Face aux difficultés du rétrofit pour le VP, les pistes de développement de la conversion électrique pour d'autres catégories de véhicules semblent envisageables. Ainsi, le cas du VUL nous est apparu pouvoir lever un certain nombre de barrières. Des investigations complémentaires, qui ne sont pas proposées dans le présent rapport, pourraient permettre de mieux établir les opportunités des pratiques de rétrofit pour cette catégorie de véhicules.

Afin de compléter cette première approche du rétrofit, nous proposons d'apporter un éclairage plus approfondi sur la nature même de l'opération de rétrofit, sur le positionnement et la vision de ses représentants et sur l'approche des autorités publiques et des organisations de tutelle du secteur automobile et des transports. La partie 2 présente ainsi le résultat d'entretiens qualitatifs réalisés entre juin et novembre 2023 ainsi que les analyses des éléments clés du dossier.

## **Partie 2 - Les caractéristiques clés du rétrofit : régulations, technologies et offres concurrentes**

Afin de déterminer les contours des stratégies de rétrofit, notre étude propose dans un second temps d'explorer plus en détails les attributs les plus déterminants du dossier. Dans cette perspective, outre les documents, rapports et textes réglementaires disponibles, nous réalisons une enquête qualitative auprès d'une quinzaine de répondants en prise avec le dossier. Les entretiens semi-directifs ont été réalisés entre juin et novembre 2023, le plus souvent par téléphone ou par visioconférence, à partir d'un questionnaire comprenant des questions communes à tous les répondants et certaines spécifiques à certains groupes d'acteurs. Le **tableau 8** présente l'ensemble des questions posées aux différents interlocuteurs.

**Tableau 8 : Guide d'entretien semi-directif sur le rétrofit**

| <i>Filtres</i>            | <b>Code question</b> | <b>Questions</b>  |
|---------------------------|----------------------|---|
| -                         | Identité             | Nom et prénom du répondant  |
| -                         | Entreprise           | Entreprise/organisation d'affiliation   |
| -                         | Fonction             | Fonction/poste occupé.  |
| -                         | Q1                   | Pour quelles raisons vous êtes-vous intéressé à la solution rétrofit ?  |
| -                         | Q2                   | Quels sont les enjeux principaux auxquels est associé le rétrofit ? (social, environnemental, politique, économique). |
| -                         | Q2                   | Selon vous, quels sont les obstacles techniques au développement du rétrofit en France?                               |
| -                         | Q3                   | Selon vous, quels sont les obstacles économiques au développement du rétrofit en France ?                             |
| -                         | Q4                   | Selon vous, quels sont les obstacles réglementaires au développement du rétrofit en France ?                          |
| -                         | Q5                   | Comment appréhendez-vous l'évolution du marché dans les années à venir ?  |
| <i>Opérateur rétrofit</i> | Q6                   | Pour quelles raisons avez-vous créé une activité de rétrofit?   |
| <i>Opérateur rétrofit</i> | Q7                   | Quels sont les investissements nécessaires pour développer son activité rétrofit (mise au point des kits/BtoB) ?      |
| <i>Opérateur rétrofit</i> | Q8                   | Quels sont les investissements nécessaires pour proposer un service de rétrofit (BtoC) ?                              |
| -                         | Q9                   | Comment ce commerce peut-il être rentable ?   |
| <i>Opérateur rétrofit</i> | Q10                  | Aviez-vous envisagé une ou plusieurs solutions alternatives au rétrofit ?   |
| <i>Opérateur rétrofit</i> | Q11                  | Quel bilan retirez-vous du « rétrofitage » de vos véhicules ?   |
| -                         | Q12                  | Selon vous, quels soutiens (publics) devraient être associés au rétrofit ?  |
| -                         | Q13                  | Que pensez-vous de la concurrence des VEBO pour le rétrofit dans les 5/10 ans à venir ?                               |
| -                         | Q14                  | Croyez-vous que le rétrofit soit une manière efficace de décarboner l'automobile ? Pourquoi ? À quelle échéance ?     |

Nous avons sollicité des acteurs du rétrofit que sont les représentants des entreprises proposant des services de transformations des véhicules et/ou des produits permettant l'électrification de divers véhicules (au-delà des seules voitures). Les acteurs étant parvenus à obtenir l'homologation de véhicules ont aussi été interviewés au même titre que certains représentants de l'association *AiRe* et de *Mobilians*. Enfin, des représentants politiques et syndicaux ont également été sollicités. Certains experts du sujet ont, pour des raisons d'agenda, accepté de répondre de façon informelle aux auteurs de cette étude. La liste des répondants est présentée dans le **tableau 9**.

**Tableau 9 : Liste des personnalités interrogées pour l'enquête sur le rétrofit (avril-novembre 2023)**

| N° | Date  | Répondant                             | Organisation   | Activité  | Fonction   | Durée  |
|----|---|---------------------------------------|--|---|--|--------|
| 1  | 30/06/23  | Clément Fleau                         | <i>Noil &amp; Mobilians</i>                                      | Rétrofit deux roues & Organisation patronale du secteur automobile  | Dirigeant & Représentant national                        | 43min  |
| 2  | 11/07/23  | Yves Giroud                           | <i>Neotrucks</i>   | Rétrofit véhicules poids lourds en engins spéciaux non homologués route   | Dirigeant  | 54min  |
| 3  | 27/07/23  | Erwin Museur                          | <i>Design 1880</i>   | Rétrofit automobiles anciennes  | Dirigeant  | 56min  |
| 4  | 29/08/23  | Arnaud Pigounides                     | <i>Rev Mobilities</i>  | Rétrofit automobile   | Dirigeant & Ancien Président de A/Re                     | 51min  |
| 5  | 04/09/23  | Vincent Robin                         | <i>Elhyte</i>  | Rétrofit engins de chantier   | Dirigeant  | 42min  |
| 6  | 28/08/23  | Damien Adam                           | <i>Groupe parlementaire Renaissance de l'Assemblée Nationale</i> | Député de la 1 <sup>ère</sup> circonscription de Seine Maritime, rapporteur de la Loi LOM (2018/19) et membre de la commission Développement Durable et Aménagement du Territoire de l'Assemblée Nationale. | Député   | 35 min |
| 7  | 25/09/23  | Sébastien Rolo                        | <i>Lormauto</i>  | Services de véhicules rétrofités à l'état quasi neufs   | Dirigeant et créateur d'entreprise                       | 40min  |
| 8  | 16/10/23  | Wadie Maaninou                        | <i>Tolv</i>  | Rétrofit VUL  | Fondateur et CEO de TOLV (ex Phoenix Mobility)           | 40 min |
| 9  | 15/10/23  | Dorothee Dayraut Jullian              | <i>Mobilians</i>   | Syndicat des professions de l'automobile et des mobilités   | Directrice des Affaires publiques et de la Communication | 40 min |
| 10 | 16/10/23  | Louis Cadou                           | <i>Mobilians</i>   | Syndicat des professions de l'automobile et des mobilités   | Chargé du rétrofit                                       | 45 min |
| 11 | 26/10/23  | Roland Schaumann                      | <i>IanMotion</i>   | Services et pièces pour l'électrification   | Dirigeant et co-fondateur                                | 45min  |
| 12 | 27/10/23  | Edith Morin-Dufour                    | <i>Renault</i>   | Constructeur automobile   | Sustainability After Sales Director                      | 30 min |
| 13 | 27/10/23  | Sylvain Berroyer                      | <i>Renault</i>   | Constructeur automobile   | Retrofit Business Dev. Leader                            | 30 min |
| 14 | 9/11/23 – entretien réalisé en présence de D. Dayraut-Julian & L. Cadou (Mobilians) | Clément Fleau<br>Jean-Jacques Serraff | <i>Qinomic / Noil</i>  | Services de rétrofit électrique   | Co-Présidents (patrons de Noil et de Qinomic)            | 60 min |

L'analyse thématique de ces entretiens a révélé trois principales dimensions autour du sujet :

- i) Les conditions du démarrage de toute activité de rétrofit : homologations et investissements pour lancer et réaliser les transformations de véhicules ;
- ii) Les obstacles liés au lancement et à la diffusion du rétrofit en tant que filière ;
- iii) Les perspectives de croissance du marché du rétrofit et le(s) modèle(s) d'affaires.

Les entretiens réalisés confirment, comme cela apparaît dans la littérature sur le sujet, que la stratégie rétrofit est, d'abord et avant tout, soumise aux conditions dans lesquelles elle obtient l'homologation pour réaliser ces transformations. Cette étape réglementaire est, sans nul doute, un des éléments clés de compréhension de l'état d'avancement du dossier. Nous verrons que cette étape s'avère longue et coûteuse (section 2.1). Ensuite, notre analyse pointe la difficulté de la filière liée au point le plus important du rétrofit que représentent les batteries. Ainsi, l'accès à des kits de batteries performantes, efficaces et compétitives sur le plan des tarifs est un élément stratégique de la filière. Les contraintes techniques et d'accès à des fournisseurs sont un des obstacles à l'émergence et à la diffusion d'une filière de rétrofit (section 2.2). Enfin, nos entretiens qualitatifs permettent de mieux appréhender une des fragilités du dossier jusqu'ici relativement peu abordée dans les travaux existants : la concurrence potentielle des VEBO. Les réponses apportées à cette question (Q13 de notre questionnaire) indiquent différentes postures sur le sujet. Cette question incarne la problématique à ce jour irrésolue de la soutenabilité à terme d'une filière rétrofit qui propose, au mieux, une solution de transition (section 2.3).

## **2.1. Contours et enjeux liés à l'homologation des kits de rétrofit**

L'objectif d'électrifier des véhicules thermiques n'ayant pas été conçu initialement pour fonctionner à l'électricité n'est pas simple à atteindre. Cette opération technique comporte des dimensions liées à la sécurité des utilisateurs qui sont suffisamment problématiques pour justifier que les autorités publiques l'encadrent. Ainsi, jusqu'au texte de 2020, que l'on pourrait aisément considérer comme le point de départ du projet de création d'une filière rétrofit en France, l'activité était soumise à approbation systématique par le constructeur du véhicule. Il n'était alors pas possible d'opérer une telle transformation sans obtenir l'aval préalable du constructeur historique.

### **2.1.1. Les lignes directrices de l'arrêté de 2020**

Le 3 avril 2020, l'arrêté ministériel publié au Journal officiel établit le cadre réglementaire pour la conversion de véhicules thermiques en véhicules électriques. La conversion électrique est autorisée pour les véhicules des catégories M et N âgés de plus de 5 ans, avec un délai de 3 ans pour les véhicules du groupe L<sup>22</sup>. Les modèles plus récents peuvent être convertis si le fabricant du kit de conversion obtient l'accord du constructeur. Les véhicules enregistrés en collection et les engins agricoles ne sont pas éligibles.

Le rétrofit électrique peut être alimenté par une batterie de traction ou une pile à combustible hydrogène. Seuls les professionnels français habilités par un fabricant de kits rétrofit peuvent effectuer la conversion avec un agrément valable 2 ans et l'utilisation de matériel homologué par le fabricant. L'homologation se réalise en trois étapes :

- i) validation individuelle de chaque composant du kit rétrofit,
- ii) validation de l'intégration des composants dans le véhicule,
- iii) validation du statut de constructeur automobile pour fabriquer et proposer un kit de rétrofit.

On comprend donc qu'une fois le kit de rétrofit homologué, ce dernier est mis à la disposition d'installateurs de kits de rétrofit, eux-mêmes devant obtenir un agrément par le fabricant ayant mis au point le kit. Le rapport ADEME (2021) propose un schéma synthétique sur les relations liant les

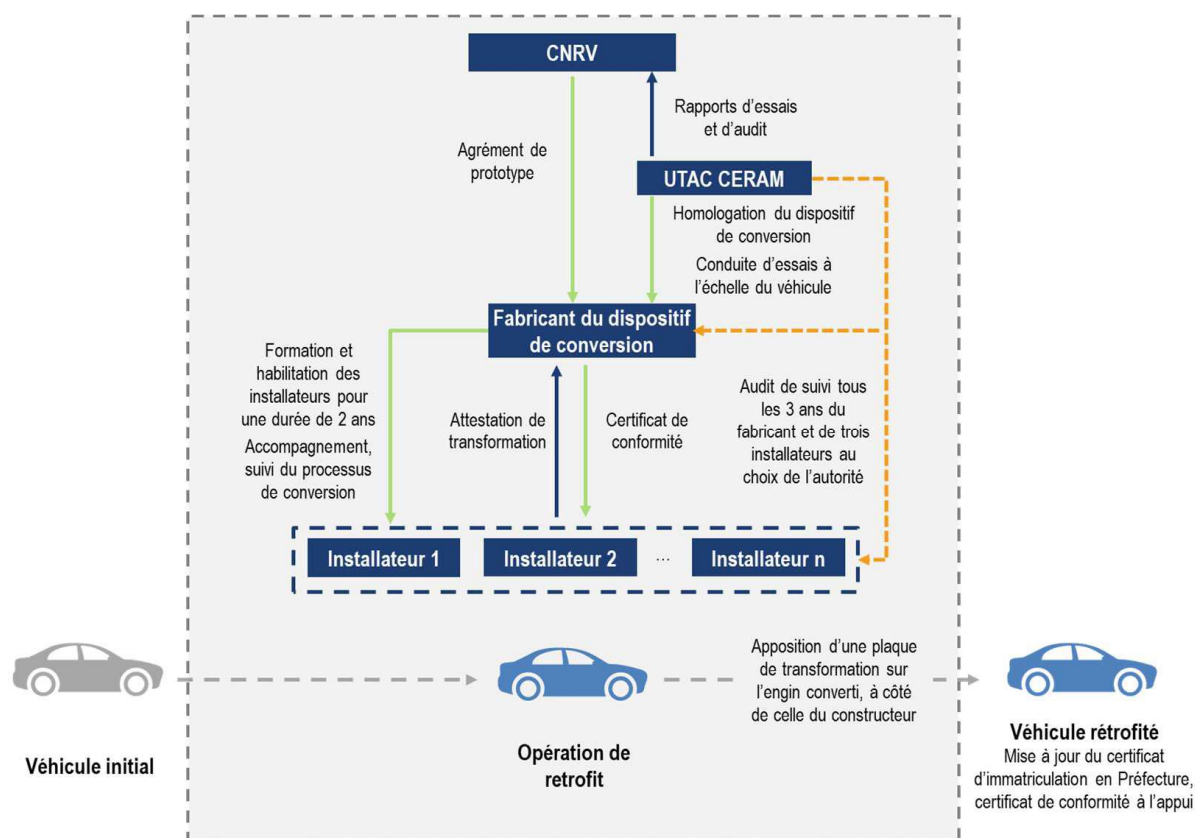
---

<sup>22</sup> Les véhicules M représentent les véhicules à moteur avec 4 roues au minimum et destinés au transport de personnes. Les véhicules de catégorie N sont des véhicules à au moins 4 roues affectés au transport de marchandises. Les véhicules de la catégorie L sont des véhicules à 2 ou 3 roues et les quadricycles. Pour plus d'informations :

<https://www.carte-grise.org/lexique/categorie-vehicule.php#:~:text=Pour%20faire%20simple%2C%20si%20la,ou%20%C3%A9gale%20%C3%A0%2050%20cm3.>

fabricants de dispositifs de conversion, les installateurs et les acteurs de l'homologation, telles que définies par cet arrêté (**Figure 4**).

**Figure 4 : Schéma de synthèse de l'organisation de la filière rétrofit : homologation, fabrication, installation**



Source : (ADEME – Algoé, 2021).

N.B. CNRV : Centre National de Réception des Véhicules (en charge de délivrer les homologations des véhicules).  
 UTAC-CERAM : Groupe privé français qui opère dans les domaines de la mobilité terrestre et est l'unique organisme agréé par le CNRV pour réaliser les essais nécessaires à l'homologation des véhicules en France.

### 2.1.2. Un process jugé simple malgré sa durée et son coût

La démarche n'apparaît pas comme excessivement complexe à nos interviewés. Bien que l'homologation puisse être coûteuse et longue (environ 200 000 euros et entre 8 à 12 mois de délai), elle garantit qu'aucune modification sauvage ne soit effectuée dans des conditions non appropriées. L'homologation est ainsi perçue comme contribuant positivement à la qualité des kits de conversion et à la sécurité des utilisateurs. Les procédures, les processus et les normes de qualité sont considérés comme des aspects essentiels du dispositif qui est salué assez unanimement par nos interlocuteurs.

La création de cette législation en France est reconnue comme une avancée significative, ce que nos répondants confirment. Il est d'ailleurs envisagé (et même souhaité pour le développement du marché du rétrofit) qu'elle serve de modèle au niveau européen.

Lorsque le rétrofiteur apporte son véhicule aux autorités en charge de l'homologation, une inspection est réalisée pour garantir que le kit de rétrofit convenu est compatible avec la voiture, respectant les normes prévues par l'organisme d'homologation. Conformément à la réglementation française, l'homologation se fait par modèle de voiture, plutôt qu'unité par unité comme cela peut être le cas en Angleterre. L'objectif principal est de préserver au mieux l'équilibre d'origine du véhicule, notamment en ce qui concerne la répartition du poids entre les essieux avant et arrière, ainsi que la puissance maximale



qui ne doit pas dépasser un certain seuil. Cette approche vise à garantir que la dynamique de conduite de la voiture n'est pas altérée.

Enfin, avant 2020, la conversion électrique en France n'était pas interdite, mais elle était entravée par la nécessité d'obtenir l'accord du constructeur d'origine. L'arrêté de 2020 a éliminé cette dépendance au constructeur, mettant l'accent sur l'homologation des kits de conversion, des composants ajoutés et retirés, et du processus global. Il est important de noter que la conversion concerne spécifiquement la transformation de véhicules thermiques en véhicules électriques, et non la conversion de véhicules hybrides ou déjà électriques.

### 2.1.3. L'impérieuse nécessité d'une approche rétrofit à grande échelle : transversalité & extension des marchés

Avec un coût relativement élevé des homologations, la question de l'amortissement de ces coûts se pose pour les acteurs du rétrofit. Cela conditionne l'émergence d'une véritable filière industrielle. Plusieurs pistes sont proposées par les acteurs et les défenseurs du rétrofit pour envisager des perspectives industrielles pour cette activité.

L'idée sous-jacente des rétrofiteurs est ainsi d'abord de promouvoir la transversalité des composants. L'objectif est de pouvoir qualifier certaines pièces du kit rétrofit de manière à les rendre utilisables sur divers véhicules. L'usage répété d'une même pièce homologuée une seule fois constitue une source d'économies d'échelle dans le processus d'exploitation de l'activité rétrofit. Il n'est donc plus nécessaire de refaire l'homologation pour chaque composant à chaque nouveau modèle rétrofité. De même, il devient possible de recourir à des composants homologués par d'autres acteurs du rétrofit lors de précédentes homologations. Les acteurs bénéficient donc tous potentiellement d'un catalogue de pièces et de composants pour le rétrofit réutilisables pour de nouveaux modèles de véhicules mais avec la contrainte de devoir prouver leur compatibilité et leur sécurité avec le kit de rétrofit nouvellement créé.

Par ailleurs, si, pour beaucoup d'observateurs et pour certains de nos interviewés, l'homologation française constitue l'une des garanties de l'industrialisation de la filière, il demeure une partie non négligeable de l'activité dont il faut tenir compte. L'activité de rétrofit est assimilée à celle de fabricant de véhicules. Cependant, devenir un constructeur automobile ne se résume pas uniquement à la fabrication du kit de rétrofit. Cela nécessite un ensemble complet d'équipes d'ingénierie, de services de vente et d'après-vente, de contrôle qualité, de sécurité, d'assurance, etc. Par conséquent, seules les entreprises capables de respecter intégralement les normes de sécurité et de développer un écosystème complet pourraient se lancer dans cette démarche coûteuse et ainsi envisager de pérenniser leur activité.

Enfin, pour permettre l'ouverture d'un vaste marché, il est stratégique pour les acteurs du rétrofit qu'un marché européen puisse émerger et ainsi ouvrir des volumes à leur activité. Selon certains acteurs de la filière interviewés, un enjeu important persiste : l'uniformisation européenne de l'homologation. Actuellement, les réglementations varient d'un pays européen à un autre. La possibilité de reconnaître une homologation de véhicule effectuée en France, en Allemagne ou par exemple en Italie, permettrait de commercialiser le même produit dans toute l'Europe. De plus, la notion de service après-vente (SAV) est essentielle dans ce cas. Selon nos interlocuteurs, obtenir une harmonisation européenne permettrait d'établir des partenariats solides et de garantir la satisfaction des clients en dehors de la France. Si l'objectif est que le véhicule rétrofité puisse continuer à fonctionner pendant 10 à 15 ans, la perspective d'un marché commun amène l'espoir pour la filière de fiabiliser et de sécuriser le rétrofit à l'échelle européenne, et *in fine* de faire émerger une filière industrielle du rétrofit.

#### 2.1.4. Un assouplissement des homologations avec les arrêtés de 2023 ?

Le 24 octobre 2023, le gouvernement français a publié trois arrêtés visant à assouplir la réglementation sur le rétrofit des véhicules<sup>23</sup>. Ces mesures font suite à un plan national pour le rétrofit lancé en 2023 par le gouvernement français.

Les principales modifications incluent l'extension du rétrofit aux véhicules spéciaux tels que les dépanneuses et les camping-cars, l'obligation pour les vendeurs de communiquer les économies d'émissions de gaz à effet de serre aux acheteurs, l'élargissement de la dispense d'avis technique à divers types de rétrofit, et l'exigence d'un système de dépollution efficace pour les poids lourds. L'objectif est de promouvoir le rétrofit, d'en réduire l'impact environnemental et de favoriser le développement de l'industrie du rétrofit en France.

Les textes promeuvent la transformation des véhicules non seulement en tout électriques mais aussi en modèles hybrides ce qui ouvre la voie vers des transformations probablement moins coûteuses et moins invasives pour les détenteurs de véhicules thermiques. Ce point constitue une des réponses aux obstacles que le rétrofit pose encore malgré l'évolution du cadre réglementaire, comme le souligne l'un de nos interviewés.

## 2.2. La technologie des batteries et les coûts associés

Le développement de l'activité nouvelle de rétrofit repose non seulement sur l'obtention d'homologations et la mise au point de kits de rétrofit mais également sur l'accès aux pièces et aux technologies électriques. Les rapports sur le rétrofit aussi bien que l'ensemble des personnalités interrogées dans le cadre de cette étude pointent le rôle central des batteries dans l'équilibre économique des acteurs de la filière. Deux dimensions saillantes émanent relativement à la question des batteries : les contraintes d'installation et les coûts de fourniture.

### 2.2.1. Les contraintes techniques d'installation des batteries

Comme évoqué dans la partie 1 de ce rapport, le rétrofit répond à la contrainte d'adapter un véhicule thermique à une technologie électrique pour laquelle il n'a pas été conçu. Outre la dépose des pièces et des équipements liés au moteur thermique, l'adaptation du véhicule suppose de nombreuses limites, en particulier celle d'un espace limité pour les batteries. Cette contrainte se traduit économiquement par des coûts plus élevés de conception et d'installation.

Sur ce point, nous disposons de divers travaux qui comparent les différences de structures de coûts entre véhicules thermiques et véhicules électriques. À titre d'exemple, le dernier travail commandé par la DGE du ministère de l'économie<sup>24</sup> et la PFA<sup>25</sup> au cabinet de conseil *Roland Berger* a proposé le diagramme synthèse présenté en **Figure 5**.

---

<sup>23</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000048242450>  
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000048242491>  
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000048242530>

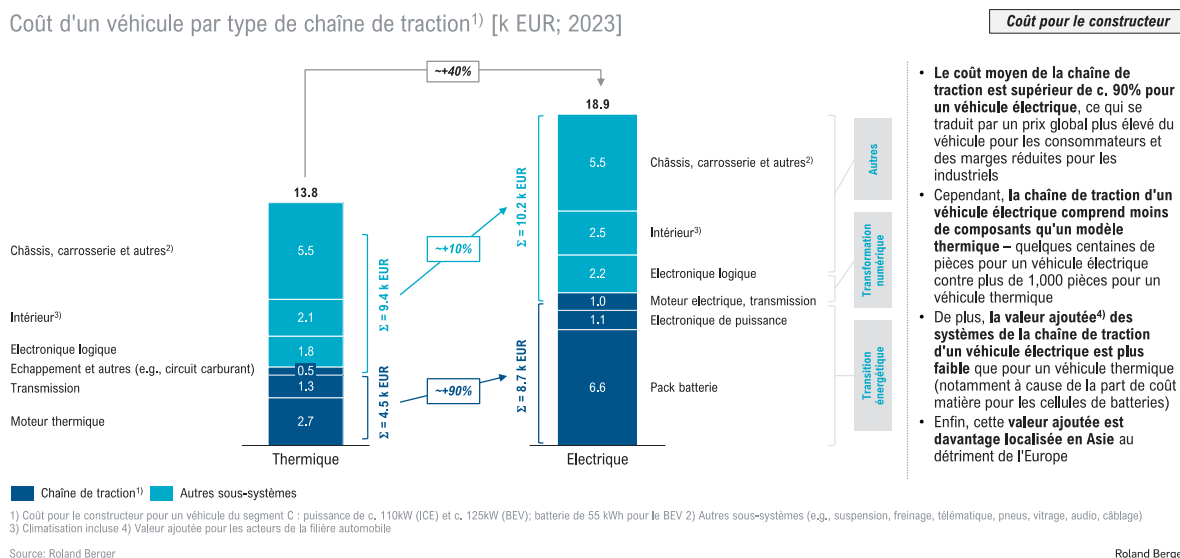
<sup>24</sup> Direction Générale des Entreprises du ministère français de l'économie.

<sup>25</sup> Plateforme Française de l'Automobile.

**Figure 5 : Coûts de production des chaînes de traction électriques vs. thermiques**

## La chaîne de traction d'un véhicule électrique coûte quasiment deux fois plus cher que celle d'un véhicule thermique, principalement à cause du pack batterie

Coût d'un véhicule par type de chaîne de traction<sup>1)</sup> [k EUR; 2023]



Source : Roland Berger, 2023.

Ce diagramme vient confirmer toutes les études antérieures sur le surcoût de l'électrique face au thermique. Électrifier un véhicule implique de faire supporter au client le coût d'un GMP (Groupe Moto-Propulseur) qui est presque deux fois supérieur. Pour un véhicule du segment C du type *Renault Mégane*, il correspond par exemple à 4 500 euros dans un cas et à 8 700 euros dans l'autre. L'opération de retrofit va se trouver confrontée à cette même réalité en des termes toutefois un peu différents. En effet, puisque le véhicule existe déjà, toute la part « hors GMP » du véhicule est conservée. Toutes choses égales par ailleurs, retrofit consisterait à extraire les 4 500 euros thermiques - en essayant éventuellement de les revendre à des « remanufacturiers » ou à des spécialistes de la pièce de rechange et de réemploi - pour les remplacer par les 8 700 euros correspondant à la chaîne de traction d'un VE équivalent. Si c'était le cas, on comprendrait déjà que l'opération ne puisse pas coûter moins de 10 000 euros puisqu'il faudrait encore installer le kit et amortir les frais de conception, d'homologation, de commercialisation, etc.

Ce n'est toutefois pas tout à fait ainsi que les choses se présentent car le véhicule qui a été à l'origine conçu pour être un véhicule thermique est doté d'une architecture spécifique. Cette dernière est optimisée en termes de sécurité, de tenue de route, de répartition des masses, de résistance au roulis, etc. pour accueillir une gamme de moteurs essence, diesel ou hybrides mais pas pour accueillir les éléments d'une chaîne de traction de VE. En particulier, la batterie est pondéreuse : celle de la *Renault Zoé* pesait 326 kg, celle de la *Renault Mégane* pèse 395 kg. Un ensemble moteur/boîte de vitesses est presque moitié moins lourd. Il en résulte que les véhicules retrofités ne peuvent généralement pas embarquer des batteries aux mêmes capacités que les VEBN et qu'il faut par conséquent qu'ils se satisfont d'autonomies très limitées (entre 80 et 150 km). Cela renvoie à cette contrainte technique que les « homologateurs » ne manqueraient pas de rappeler si un retrofiter tentait de proposer un kit trop ambitieux.

Cela renvoie aussi à une contrainte économique forte pour le retrofit. La solution est déjà chère avec une « petite » batterie. Elle devient inabordable si on s'avisait de proposer sur un véhicule retrofité une autonomie de 400 km ou plus, comme on le fait souvent sur des VEBN. Malgré cela, si les solutions de retrofit restent bien peu abordables et loin du « consentement à payer » évoqué par nos interviewés de

*Renault*, c'est parce que les rétrofiteurs n'accèdent pas – loin s'en faut – aux conditions qui permettent de remplir le tableau de répartition des coûts tel qu'il apparaît dans le rapport du cabinet *Roland Berger*.

## 2.2.2. La question des accès aux technologies des fournisseurs de batteries et des constructeurs

Depuis que le dossier du rétrofit est ouvert, la question a été assez clairement identifiée. En 2020 ; un livre blanc publié par la FEDA<sup>26</sup> permettait déjà de mieux appréhender les questions relatives au rétrofit et en particulier le coût des batteries. Le journaliste spécialisé Emmanuel Taillardat écrivait ainsi en faisant la synthèse de cette publication : « le coût d'un rétrofit électrique est estimé aujourd'hui, par les membres de l'association AIRe, à environ 15-20 000 euros HT pour une citadine ou berline compacte ». L'essentiel (55 à 60%) de l'enveloppe correspondrait au coût d'achat des batteries : même en se contentant d'autonomies limitées à 150 km, elles coûteraient au moins 6 000 euros. Le journaliste précisait à ce sujet : « Le coût d'achat des technologies actuelles de cellules lithium-ion employées par les constructeurs de kits de rétrofit (Li-ion Fer Phosphate / Li-ion Nickel Manganèse Cobalt) est d'environ 400€ à 700 euros/kW pour un fabricant de batteries pour le rétrofit (ce coût est beaucoup plus bas pour les constructeurs automobiles, environ 120 euros/kW). Soit environ 6 000 euros à 10 500 euros pour une batterie de 15kW, 8 000 à 14 000 euros pour 20kW et 16 000 - 28 000 euros pour 40kW ». Ainsi, on comprenait assez aisément que si le potentiel pouvait être considéré comme prometteur par certains, à l'instar des membres de l'association AIRe, le rétrofit devait travailler sur un point crucial : le prix. À l'époque, dans la mesure où les volumes sont très limités, la capacité des acteurs à obtenir des fabricants de batterie des prix acceptables était très faible et ils devaient accepter de payer cinq fois plus cher que les constructeurs (Jullien, 2020).

Ainsi, le rétrofit VP ne permet pas d'utiliser les mêmes batteries que celles utilisées dans des véhicules électriques neufs et implique donc de s'approvisionner en batteries adaptées à cette activité. Il en résulte que, en utilisant des batteries plus petites, les véhicules rétrofités vont correspondre à des prestations nettement en deçà de celles du véhicule qu'ils remplacent et/ou de l'alternative VEBN ou VEBO. Toutefois, les rétrofiteurs ne sont pas en mesure de compenser cette carence par le fait que leur solution serait moins chère puisque, pour la batterie, comme d'ailleurs pour le moteur électrique, la transmission ou l'électronique de puissance, les fournisseurs pratiqueront avec eux des tarifs nettement plus élevés que ceux consentis aux constructeurs. Le fait que les prix de revient de fabrication des rétrofiteurs ressortent comme trop élevés trouve clairement là une part majeure de son explication.

Dans le monde industriel, les constructeurs parlent de leur BOM (« *Bill of Materials* ») qui correspond littéralement à la facture engendrée par les matières premières. Dans le cadre de nos entretiens qualitatifs, un de nos interlocuteurs nous a indiqué que : « à compositions équivalentes de leur BOM, un rétrofiteur novice aura une BOM qui s'élèvera à 30 000 euros alors qu'un autre, plus expérimenté et travaillant sur des volumes supérieurs paiera moins de la moitié là où un constructeur descendrait en deçà du tiers ». Ce n'est pas là une distorsion de concurrence ou un « complot » des constructeurs désireux de barrer la route à des rétrofiteurs. Il s'agit là simplement de la loi de ce commerce où l'on est, de surcroît, face à une industrie de la batterie qui est sous-capacitaire et qui n'a, de ce fait, guère de raisons de faire des efforts. Cette filière de la batterie n'a d'ailleurs pas plus d'intérêt à satisfaire la demande de tous petits clients dont l'avenir même ne leur paraît pas garanti. C'est ce qui justifie que, économiquement et stratégiquement, les entreprises du rétrofit aient, pour certaines d'entre elles, entrepris de proposer aux constructeurs des partenariats stratégiques.

---

<sup>26</sup> Fédération de la Distribution Automobile : <https://www.feda.fr/actualites/communiqués/la-feda-presente-son-livre-blanc-sur-le-vehicule-electrique-448>

## 2.3. Le positionnement de l'offre rétrofit face aux véhicules d'occasion à batteries

### 2.3.1. Une question souvent ignorée par l'écosystème malgré une concurrence évidente

#### 2.3.1.1. La récurrente ignorance de la question du VO par les acteurs impliqués

On peut à ce stade soulever les paradoxes du rétrofit. En effet, la mobilisation en faveur de cette pratique naissante renvoie à un discours et à une capacité de séduction qui reposent sur deux principes fondateurs.

- i) Le premier consiste à présenter le rétrofit comme une solution pour les détenteurs de véhicules anciens pour lesquels cette pratique permettrait de « verdir » leur mobilité automobile dans une logique d'économie circulaire.
- ii) Le second se fonde sur un raisonnement visant à analyser l'alternative du rétrofit en la comparant systématiquement aux immatriculations de véhicules neufs. Ainsi, face à des véhicules électriques neufs aux prix naturellement plus élevés, un véhicule d'occasion assez ancien rétrofité pourra peut-être rivaliser pour le client et l'emporter dans une logique d'économies de ressources à la fabrication.

Ces principes fondateurs ont prévalu dans les imaginaires qui se sont peu à peu constitués autour du rétrofit dans le secteur automobile, des mobilités et des transports plus généralement. Cette manière particulière de présenter le dossier a abouti à ce que les organisations professionnelles du secteur s'intéressent au sujet. Ainsi, on comprend pourquoi le syndicat professionnel *Mobilians* s'est emparé de la question et est parvenu à intégrer ce métier dans l'ensemble des professions de l'aval de la filière automobile qu'il défend.

#### 2.3.1.2. L'ambivalence de l'effet des ZFE-m sur le rétrofit

Ce discours cherchant à valoriser le rétrofit a tendance à remettre en question les ZFE-m. En effet, ces ZFE constituent des menaces pour la mobilité des ménages les plus contraints en l'absence d'équipements en véhicules alternatifs praticables : les ménages les moins aisés ne pourraient pas accéder à une mobilité automobile compatible avec les ZFE du fait de l'absence d'offres décarbonées   portée de leurs budgets très contraints. De ce point de vue, les défenseurs du rétrofit se présentent comme l'une des alternatives crédibles pour cette catégorie de ménages et il s'agit alors de se présenter comme « allié objectif » de ces catégories. Alors que leur sort serait volontiers négligé par un couple état-constructeurs qui dominerait, eux seraient pleinement conscients de leurs difficultés.

En même temps, une écrasante majorité de nos entretiens fait apparaître que le discours ainsi structuré en faveur du rétrofit a besoin des ZFE-m (et d'une gestion « dure » de leur mise en place). Ce serait en effet à ce prix que l'on parviendrait à convaincre analystes et investisseurs que le rétrofit mérite d'être soutenu. En effet, des ZFE très contraignantes impliqueraient qu'une part très significative du parc « Crit'Air 3 » serait concernée<sup>27</sup>. Le problème serait massif car il s'agit d'environ 11 millions de véhicules au total et, même si tous ne seraient pas concernés car les ZFE-m n'impactent pas tout le monde, la fenêtre de tir s'élargirait très significativement. Toutefois, le problème prendrait alors une telle ampleur qu'il ne serait pas soluble dans le seul rétrofit.

En cela, la perception des ZFE-m par les acteurs du rétrofit est très ambivalente et cette ambiguïté du discours face aux ZFE-m,   la fois honnies et souhaitées, est très significative et nous incite à chercher à mieux cerner comment la question se pose, se posera ou se poserait vraiment. De manière plus précise, si l'on se place dans un scénario de prohibition des véhicules Crit'Air 3, le rétrofit semble pouvoir s'envoler mais il est alors en concurrence avec d'autres alternatives bien moins coûteuses.

---

<sup>27</sup> <https://www.ecologie.gouv.fr/certificats-qualite-lair-critair>

### 2.3.1.3. Les VO thermiques Crit'air 1 & 2 et les VEBO sont en première ligne face aux ZFE-m

De ce point de vue, on ne peut que constater que, au-delà des médias, pour les « lobbyistes » ou les politiques qui s'emparent de cette question, se manifeste d'évidence une ignorance de l'importance, dans la gamme des choix accessibles pour les ménages ou professionnels cibles, d'offres alternatives à celle du rétrofit. Deux alternatives constitueraient les réponses naturelles à la mise en application des restrictions de circulations dans les grandes zones urbaines françaises :

- i) l'acquisition de véhicules d'occasion « Crit'air 1 & 2 » qui continueront de pouvoir rentrer dans la plupart des ZFE-m ;
- ii) l'achat de VEBO dont le nombre, la variété et la gamme de prix vont inmanquablement augmenter dans les 25 ans à venir.

On se retrouve ainsi confrontés à un discours en deux temps. Dans un premier mouvement, ce discours a la prétention de rompre avec une focalisation sur le VN qui conduit effectivement à se référer à une représentation de l'automobile, de ses usages et de ses coûts, extrêmement biaisée. Toutefois, dans un second mouvement, ce discours néglige la question du VO. Tout se passe alors comme si la question du rétrofit était soluble dans une comparaison du type : acquisition d'un VEBO vs rétrofit d'un VT roulant.

La manière dont la question du rétrofit est ainsi amenée relaie par conséquent une tendance coutumière dans le secteur à porter l'attention davantage sur le VN et l'industrie au détriment du VO et des questions qui concernent l'aval de la filière.

### 2.3.2. La constante analyse du secteur automobile par le prisme du VN

Il s'agit là dans l'histoire de l'automobile et de l'analyse des questions automobiles d'une constante. Si la question du VO apparaît très tôt et est indéniablement une question récurrente, elle est néanmoins une question dont le traitement reste à la fois subsidiaire et épisodique.

#### 2.3.2.1. La question récurrente du VO dans l'histoire du secteur automobile

Le caractère récurrent de cette question s'apprécie aisément à travers de nombreux exemples dans l'histoire de ce secteur. On peut citer quelques moments que la littérature donne pour avoir été très marqués par « la question du VO » (Loubet, 1999, Jullien, 2008) :

- l'importance du VO dans la concurrence entre *Ford* et *General Motors* dans les années 1920 aux États-Unis ;
- les analyses des « commerçants » travaillant pour *André Citroën* dans l'entre-deux guerres et leur contestation de la « saturation » du marché par la mise en évidence de la concurrence du VO qui donnera lieu au lancement du projet de TPV (« tout petit véhicule ») qui deviendra la *2CV* ;
- l'inquiétude sur la capacité des *Peugeot* à reprendre des *Renault* et des *Simca* lors du lancement de la *Peugeot 204* en 1965 ;
- l'identification de la nécessité de protéger son marché des importations de VO pour faire décoller son marché du VN dans les « émergents » (Amérique du Sud, Afrique du Sud, Algérie ...)
- la prise de conscience du changement du marché chinois associé à la montée en puissance de la concurrence du VO ;
- l'originalité du marketing et du « pricing » *Dacia* en Europe Occidentale à partir de 2005.

À tous ces moments de l'histoire de l'automobile, pour le management des constructeurs et/ou pour les responsables des politiques publiques, la question du VO est apparue comme centrale et incontournable.

Néanmoins, aussi importante soit elle, cette question n'a bénéficié que d'un traitement épisodique et subsidiaire.

### 2.3.2.2. *Le traitement épisodique et subsidiaire de la question du VO*

Ce faible intérêt pour ce sujet, pourtant clé de l'écosystème sectoriel, est en partie lié à la position même des constructeurs depuis le début du siècle dernier qui :

- se sont hâtés de déléguer la gestion de ce dossier compliqué à leurs réseaux de distribution (Tedlow, 1997) ;
- n'ont développé en matière de VO, ni de vrais business, ni de vraies compétences ;
- eux comme leurs réseaux, se sont désintéressés des véhicules anciens dont la part croît structurellement dans le parc et dans les immatriculations.

La conséquence de ce désintérêt pour le véhicule de seconde main par les constructeurs est que les ménages se sont largement débrouillés entre eux et ont acheté une très large part de leurs véhicules à d'autres particuliers. Ensuite, pour l'entretien et la réparation, ils ont continué de vivre loin du monde des constructeurs et de leurs réseaux en pouvant alors compter sur une nébuleuse d'acteurs, plus ou moins structurés, aptes à offrir des solutions aux clients souvent plutôt mal traités par les professionnels des réseaux de marques.

### 2.3.2.3. *L'inévitable « boom du VO » et l'hétérogénéité des demandes automobiles*

Un « phénomène VO » est ainsi rapidement observé en France, en Europe mais aussi dans tous les marchés occidentaux automobiles matures. Cette réalité devient d'ailleurs de plus en plus envahissante car le VO domine le VN très rapidement. Cela entraîne un renouvellement plus lent du parc automobile dans son ensemble.

Toute stratégie qui viserait à lutter contre cette tendance est en réalité inopérante et n'est d'ailleurs probablement aujourd'hui ni possible ni souhaitable puisque :

- i) les ménages se sont accommodés de la faculté que leur confèrent les marchés de l'occasion de « trouver chaussure à leur pied » beaucoup plus facilement en raison de la très large gamme des prix auxquels ils peuvent acquérir des véhicules ;
- ii) le marché du neuf est devenu très dépendant des « valeurs résiduelles » des véhicules après 4 ou 6 ans et a donc besoin d'un marché de l'occasion dynamique pour assurer sa solvabilité ;
- iii) écologiquement, la durée de vie très importante des véhicules et l'existence de marché de la seconde, de la troisième ou de la quatrième main fait de l'automobile un domaine qui vit déjà depuis des années sous un régime qui est, *de facto*, conforme à l'essentiel des préceptes de l'économie circulaire.

On observe donc que les ménages s'équipent dans leur écrasante majorité en VO. La part d'entre eux qui finit par être acquéreuse de VN est de plus en plus minoritaire et éloignée de la moyenne des automobilistes. Ceci induit des différences structurelles considérables entre les clientèles auxquelles s'adressent les constructeurs et leurs réseaux de celles que traite le reste de l'écosystème automobile. Les constructeurs s'adressent à des minorités très étroites de ménages âgés et riches et leur marketing conçoit des véhicules pour eux dont il est probable qu'ils correspondent mal aux besoins de la majorité.

#### 2.3.2.4. Des politiques publiques centrées sur le VN en décalage avec les réalités automobiles

Pour toutes les raisons évoquées précédemment, les politiques publiques qui ne traitent que du VN sont de plus en plus critiquables.

Pour tenter de corriger ce biais, de rares tentatives ont été faites. Ainsi, en France, N. Hulot avait en 2017 été le premier à commencer à intégrer l'évidence de la place du VO en rendant la Prime d'Aide à la Conversion (ou PAC) accessible à des acheteurs de certains VO. L'expérience n'a pas fait long feu mais elle a tout de même correspondu à une louable ébauche de planification écologique qui pourrait déboucher sur une souhaitable politique publique des parcs.

Dans la même veine, la prohibition des véhicules thermiques en 2035 est à la fois une reconnaissance de la nécessité de ne pas verdir seulement les immatriculations mais aussi le parc. Puisque c'est le parc qui doit être neutre en carbone, on introduit ce délai de 15 ans et l'on revient au bout du compte à une analyse en termes de VN. Ainsi, comme solution pour être neutre en carbone en 2050, cette mesure est une nouvelle fois une tentative de traiter l'automobile en ne s'attaquant qu'au VN. Le traitement du VO demeure très secondaire et fonctionne en se référant *de facto* au principe de « l'intendance suivra ».

Pour en revenir au cas du rétrofit, les soutiens publics dont il bénéficie sont des contrefeux allumés pour parer à ces critiques. Tout se passe comme si les acteurs publics en accord avec les constructeurs avaient senti qu'il était à présent venu le temps de mieux considérer les questions liées à l'aval de l'automobile et que le rétrofit représentait en quelque sorte une excellente vitrine de ce positionnement. Au-delà même des questions purement industrielles et automobiles, nous comprenons également que les engagements européens vers la neutralité carbone à l'horizon de 2050, obligent les autorités publiques à faire feu de tout bois et à soutenir tous azimuts les alternatives pour une mobilité décarbonée.

En cela, la question est de savoir si le rétrofit est une bonne ou une mauvaise réponse à une très bonne question.

#### 2.3.3. L'émergence de VEBO, concurrence féroce pour le rétrofit

Les opportunités liées à une filière de rétrofit se trouvent assez vite confrontées aux perspectives du marché d'occasion de véhicules électriques (VEBO). Ces VEBO, rares et chers aujourd'hui, pourraient bien devenir nombreux et accessibles demain.

##### 2.3.3.1. Les clés du raisonnement sur l'étroitesse du marché du rétrofit

Sur la question du rétrofit, nous avons rapidement fait le constat, au gré à la fois des lectures (en particulier le rapport ADEME de 2021) et des interviews réalisées, que la question du VO ne prenait pas la place correspondante à son poids dans l'écosystème automobile. Cet état de fait nous a conduit à postuler que la fenêtre de tir pour le rétrofit VP devrait se révéler très étroite.

Pour cela, nous considérons que les faits historiques liés au secteur automobile et la dynamique des parcs devraient continuer de s'observer dans une même logique pour le VEB.

La dynamique du marché de l'électrique devrait donc connaître la trajectoire suivante. Après avoir connu une période courte de domination sur le VO, les VEBN vont rapidement nourrir les immatriculations de VO dont les volumes excéderont rapidement les volumes de VEBN. Les deux courbes (VEBN et VEBO) se croiseront donc dans quelques années comme cela avait été observé aux États-Unis avant-guerre, en France dans les années 1960, en Chine il y a dix ans. Cette disproportion (VEBN/VEBO) ira croissante puisque des VEBO anciens existeront dans moins de 15 ans et viendront concurrencer les VEBN avec des tarifs jusqu'à dix fois moins élevés. La place d'un rétrofit dans ce contexte sera alors inexistante.

Pour ne pas nous en tenir à cette thèse, il nous est apparu possible de l'étayer en mobilisant un modèle de démographie du parc qu'un membre de notre équipe a eu l'occasion de développer dans le cadre



d'une collaboration précédente avec la branche professionnelle de l'aval du secteur, l'Association Nationale pour la Formation Automobile (ANFA).

### *2.3.3.2. Les projections d'immatriculations de VEBN et de VEBO et les impacts sur le rétrofit*

En effet, l'ANFA, désireuse d'éclairer ses adhérents sur l'avenir des métiers de l'après-vente et de leurs besoins en main d'œuvre, a eu besoin de représenter comment, en fonction de l'évolution des immatriculations, le parc évoluera sur les 10, 15 ou 25 ans à venir. Un travail analytique dont les publications de l'ANFA ont précisé les principes et sources a alors été conduit. C'est sur ces bases que sont élaborés à la fois les projections faites ici concernant l'avenir du VEBO et celles proposées plus loin (Partie 3 du rapport) et qui concernent les émissions de CO<sub>2</sub>.

Ainsi, l'élaboration statistique proposée pour valider notre raisonnement cherche à simuler l'évolution probable du marché du VEBO. Pour cela, nous faisons l'hypothèse que les mesures de « l'activité sur parc » pour les véhicules thermiques aux différents âges fournissent de bonnes indications. Ce postulat paraît raisonnable faute de mieux d'une part, et parce que rien ne nous indique que cela pourrait changer radicalement avec l'arrivée des VEBO, d'autre part. Cette activité sur parc rapporte le nombre de véhicules faisant l'objet d'une transaction dans l'année sur le parc total. Pour les véhicules thermiques, elle est de l'ordre de 20% sur les années 0 à 5 puis se stabilise aux alentours de 11 ou 12% les années suivantes. Sur ces bases, il est possible de réaliser les estimations des immatriculations de VO thermiques et électriques ainsi que les volumes de véhicules par motorisations dans le parc (**Tableau 10**).

**Tableau 10 : Projections des immatriculations VN, VO et du parc par motorisation (2023-2050)**

|                       | 2023       | 2026       | 2029       | 2032       | 2035       | 2038       | 2041       | 2044       | 2047       | 2050       |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>VN</b>             | 1 616 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  |
| <b>VO</b>             | 5 573 770  | 5 539 964  | 5 604 892  | 5 673 268  | 5 735 356  | 5 680 526  | 5 589 176  | 5 695 387  | 5 726 059  | 5 486 886  |
| <b>0 à 5 ans</b>      | 1 748 971  | 1 621 243  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  |
| <b>5 à 10 ans</b>     | 1 190 149  | 1 163 685  | 946 838    | 968 093    | 966 161    | 966 161    | 966 161    | 966 161    | 966 161    | 966 161    |
| <b>10 ans et plus</b> | 2 634 649  | 2 755 035  | 3 003 091  | 3 050 211  | 3 114 232  | 3 059 402  | 2 968 052  | 3 074 263  | 3 104 935  | 2 865 762  |
| <b>Parc</b>           | 40 199 084 | 40 365 751 | 40 828 561 | 41 383 484 | 41 890 763 | 41 435 193 | 40 673 180 | 41 560 963 | 41 815 572 | 39 819 913 |
|                       | 2023       | 2026       | 2029       | 2032       | 2035       | 2038       | 2041       | 2044       | 2047       | 2050       |
| <b>VN</b>             | 260 000    | 640 000    | 1 024 000  | 1 328 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  | 1 600 000  |
| <b>VO</b>             | 175 936    | 466 317    | 948 548    | 1 544 512  | 2 214 133  | 2 842 176  | 3 377 452  | 3 953 812  | 4 454 224  | 4 566 217  |
| <b>0 à 5 ans</b>      | 161 104    | 413 534    | 794 382    | 1 161 784  | 1 469 607  | 1 638 414  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  | 1 654 963  |
| <b>5 à 10 ans</b>     | 12 735     | 44 881     | 135 263    | 309 655    | 539 118    | 742 011    | 902 394    | 966 161    | 966 161    | 966 161    |
| <b>10 ans et plus</b> | 2 097      | 7 902      | 18 904     | 73 073     | 205 408    | 461 751    | 820 095    | 1 332 688  | 1 833 100  | 1 945 093  |
| <b>Parc</b>           | 893 030    | 2 413 435  | 5 069 372  | 8 712 880  | 13 179 962 | 17 804 999 | 22 205 425 | 27 018 814 | 31 203 388 | 32 139 988 |

Données sources : Auteurs, 2024.

*N.B. Les projections sont basées sur les calculs des auteurs de ce rapport.*

*Aide à la lecture* : la partie haute concerne l'ensemble des véhicules, thermiques et électriques ; la partie basse traite des seuls VEB.

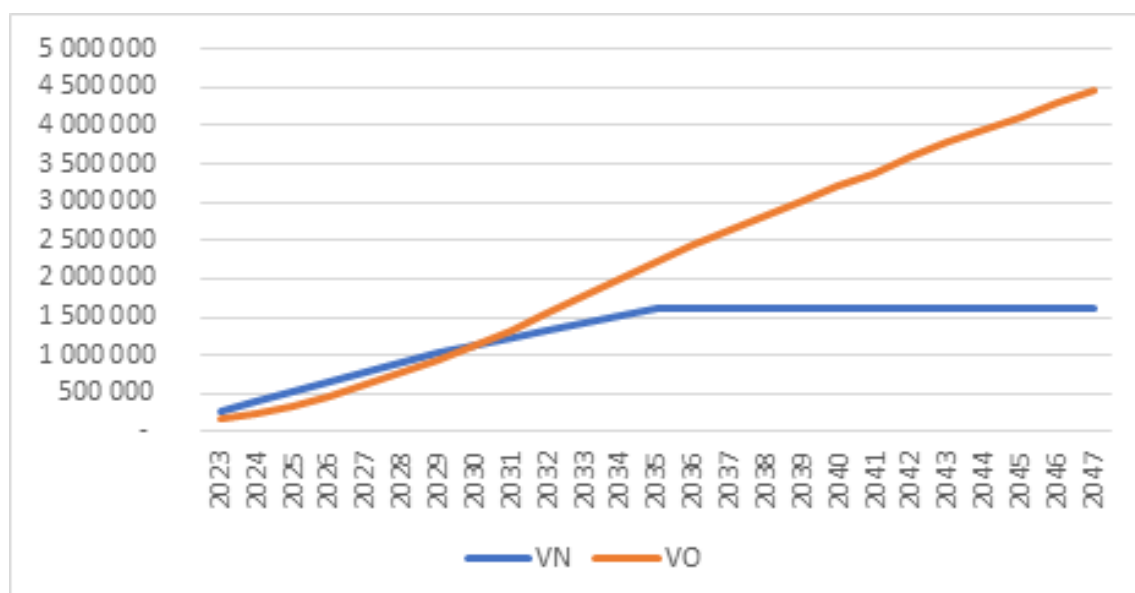
Dans les deux cas on décrit le marché du VN (première ligne) ; le marché total du VO (2<sup>de</sup> ligne) ; sa décomposition en trois tranches d'âges telle qu'elle résulte de l'activité sur parc constatée jusqu'alors ; et le parc total circulant.

Le calcul des parcs est issu d'hypothèses sur les « lois de survie » que la publication ANFA précise. L'hypothèse faite ici sur les immatriculations de VN dans les années à venir est à 1,6 millions et renvoie à l'idée que le retour au niveau d'avant crise COVID ne s'effectuerait pas.

Les projections indiquent, par exemple pour l'année 2050, que le marché du neuf est de 1,6 million de VN, tous électriques tandis que celui de l'occasion représente 5,5 millions de transactions dont 4,6 correspondent à des VEBO (0,9 millions de VO thermiques donc). La totalité des VO de 0 à 5 ans et de 5 à 10 ans sont alors des VEBO. Les VO de 10 ans et plus sont pour 1,95 million des VEB et pour moins de 1 million des véhicules thermiques et hybrides. La situation ainsi décrite pour 2050 montre qu'à l'évidence les VEBO disponibles pour une transaction seront nombreux et variés avec des tarifs potentiellement très accessibles à moins de 5 000 euros.

La conséquence est que le rétrofit trouvera moins d'adeptes à mesure que ces VEBO très accessibles seront nombreux. Ainsi, en 2038, avec 450 000 VEBO de 10 ans et plus, il est assez raisonnable de penser que la fenêtre commencerait déjà à se refermer rapidement. La **figure 4** illustre graphiquement le phénomène à partir des chiffrages issus de nos projections. La courbe des immatriculations de VEBO dépasse celle des VEBN dès 2030. Les volumes de VEBO correspondent au double de ceux du VEBN dès 2040.

**Figure 6 : Projection des immatriculations VEBN et VEBO en France (2023-2047)**



On le voit, l'inclusion de l'occasion à l'analyse du rétrofit montre sans équivoque que cette filière doit être comprise comme une filière de transition vers un parc décarboné. Par définition, la fenêtre de tir ne peut être que transitoire. Si ce résultat ne condamne pas la stratégie du rétrofit en tant qu'outil de décarbonation des parcs, il convient néanmoins de garder à l'esprit toutes les conséquences sur les perspectives réelles de cette filière en tant que filière industrielle.

#### 2.3.4. La définition du marché rétrofit : le nécessaire élargissement au marché européen ?

Le concept du rétrofit est présenté comme visant à prolonger l'utilisation de véhicules légers (VP) encore fonctionnels au lieu de les mettre au rebut en faveur de véhicules neufs. Il serait plus juste de considérer qu'il s'agit de permettre à des véhicules immatriculés il y a quelques années de continuer leur vie non pas en restant des véhicules thermiques, mais en devenant électriques. Cette vision s'accorde avec le projet gouvernemental visant à soutenir cette nouvelle industrie avec pour objectif de

convertir 80 000 VP d'ici 2028<sup>28</sup>. Certains des rétrofiteurs interviewés estiment même un marché français potentiel à environ 10 à 20 millions VP convertis durant les 15 prochaines années. Néanmoins, plusieurs éléments interrogent sur la réalité de ces objectifs.

#### *2.3.4.1. La tarification du rétrofit, obstacle à son développement ?*

Premièrement, la question du prix du rétrofit demeure récurrente dans les discussions avec les professionnels lorsque nous abordons les principaux obstacles au développement de la filière. La conversion du véhicule thermique à l'électrique remet en question l'historique interdiction française de réaliser des modifications techniques majeures sur des véhicules homologués. Cette position est tenue en raison des problèmes de sécurité et de durabilité que des transformations techniques pourraient engendrer. Par conséquent, le processus d'homologation des kits de rétrofit mené par l'UTAC (Union Technique de l'Automobile, du Motocycle et du Cycle) est précis et rigoureux. Pour certains de nos interviewés, ceci impose un budget et un délai de conversion qui, d'une part, augmentent les coûts de l'opération et, d'autre part, ralentissent la mise en production et la distribution des véhicules rétrofités. Sur ce point, si les délais sont bien réels, force est de constater qu'après trois années écoulées depuis l'arrêté de 2020, les volumes de véhicules rétrofités effectivement commercialisés demeurent très faibles. Les réalités commerciales et économiques de la demande de rétrofit expliquent certainement cet état de fait.

Par ailleurs, la valeur résiduelle des VP ciblés est faible (entre environ 3 000 et 7 000 euros), tandis que le prix final de leur seule conversion (sans y ajouter la valeur du véhicule) est généralement situé entre 8 000 et 15 000 euros selon les aides. Le problème est que dès que les véhicules dépassent 10 ans, les valeurs résiduelles deviennent trop basses pour que le rétrofit soit envisageable. Ainsi, comme nous l'évoquons en partie 3, la fenêtre envisageable pour le rétrofit se situe dans des gammes de valeurs résiduelles entre 7 et 10 000 euros, voire entre 7 et 13 000 euros.

Si les prix avancés pour le rétrofit sont élevés, c'est pour plusieurs raisons : principalement le coût du prototypage, le coût de l'homologation (environ 200 000 euros par modèle difficilement amortissables en phase de pré-industrialisation) et le coût de certains composants comme la batterie qui représenterait, selon les interlocuteurs interrogés, environ 40% du budget dédié aux composants d'une conversion. Or le prix semble à ce jour difficilement réductible sans l'accroissement des aides publiques car aucun rétrofiteur n'est actuellement en mesure de convertir à la chaîne des dizaines de milliers d'unités d'un même modèle. De ce point de vue, les perspectives de baisses significatives des coûts de rétrofit sont parfois évoquées mais jamais quantifiées par l'écrasante majorité de nos interlocuteurs. Le prix dont le propriétaire doit s'acquitter pour rétrofiter son véhicule demeure donc élevé pour un véhicule qui sera, qui plus est, atrophié de ses capacités techniques initiales (exemples : aérodynamisme, emplacement de la batterie, autonomie limitée en raison des kWh annoncés, fiabilité).

#### *2.3.4.2. La concurrence forte des VEBO*

Deuxièmement, le rétrofit et son prix sont trop systématiquement mis en concurrence avec l'offre existante de VEBN. Face à des prix du neuf encore très (trop) élevés pour une partie de la population française (environ 30 000 euros pour une citadine de milieu de gamme), le seul argument de la

---

<sup>28</sup> [https://www.lepoint.fr/automobile/retrofit-auto-faire-du-mauvais-neuf-avec-du-vieux-15-06-2023-524547\\_646.php#11](https://www.lepoint.fr/automobile/retrofit-auto-faire-du-mauvais-neuf-avec-du-vieux-15-06-2023-524547_646.php#11)  
<https://www.autojournal.fr/environnement/voitures-electriques/retrofit-gouvernement-developpement-11073.html#item=1>  
<https://www.automobile-magazine.fr/mobilite-verte/article/38909-retrofit-la-lumiere-au-bout-du-tunnel>

tarification du retrofit peut être temporairement mis en avant par les professionnels de la filière. Néanmoins, le retrofit ne semble plus du tout attractif lorsque l'on compare les VP rétrofités aux alternatives thermiques accessibles aux ménages et aux VEBO dont le volume ne cesse de croître.

À titre d'exemple, une *Renault Zoé* de première génération, aux alentours de 70 000 km, est, en 2023, proposée entre 6 500 et 9 000 euros par les distributeurs agréés qui apportent toutes les garanties du constructeur sur la qualité, la durabilité et la maintenance des composants d'un véhicule originellement fabriqué pour fonctionner à l'énergie électrique. Au-delà de l'argument du prix du retrofit (qui n'apparaît plus comme attractif dans ce cas de figure), l'utilisateur s'interrogera sur la capacité des retrofitteurs à être aussi performants sur la fiabilité du véhicule et le service après-vente que les constructeurs automobiles historiques et leurs réseaux.

#### *2.4.3.3. L'indispensable ouverture du marché français du retrofit à l'Europe*

Troisièmement, le marché français du VP rétrofité apparaît comme structurellement réduit. Si le marché potentiel est parfois estimé entre 10 à 20 millions de VP à rétrofiter (i.e. la moitié du parc total !), plusieurs professionnels du retrofit interviewés semblent trouver ce potentiel un peu étroit et déclarent que l'avenir de la filière passera par l'accès au marché européen. Si on les suit, l'enjeu serait aujourd'hui d'obtenir une homogénéisation de l'homologation des kits retrofit.

Ainsi, d'abord, la filière française aurait l'opportunité d'accroître le volume de conversions de véhicules thermiques quel que soit leur État membre d'origine (donc d'amortir les coûts et de baisser le prix du retrofit en validant l'étape d'industrialisation de l'activité).

Ensuite, l'harmonisation pourrait permettre de vendre le même kit retrofit partout en Europe et simplifierait également son service après-vente. L'autorisation de circuler dans les pays européens avec un véhicule rétrofité offrirait d'autres opportunités d'affaires comme sur le marché de la réparation (encore inexistant à ce jour en France). Une base de règles communes pourrait être proposée à tous les fabricants, permettant ainsi de protéger leur marché par l'application de normes de qualité et de sécurité partagées.

Enfin, une filière européenne pourrait émerger et développer des coopérations entre les retrofitteurs nationaux afin, par exemple, de stimuler l'innovation et de subventionner certaines initiatives. Ces éléments évoqués soulignent donc les limites actuelles du marché français en raison, entre autres, d'un volume de conversion dont on peine à garantir l'importance avec l'arrivée des VEBN et des VEBO, d'une réglementation nationale complexe, de coûts élevés pour la réalisation d'un kit ou encore d'aides financières nationales et locales encore limitées.

L'ouverture du marché français vers un marché européen plus large peut s'interpréter, à travers les témoignages recueillis, comme l'aveu de l'étroitesse du marché local. Cela traduit l'impérieuse nécessité de muscler les business au moment notamment d'obtenir les financements nécessaires au lancement de l'activité. L'amortissement des coûts fixes élevés de cette activité appelle un volume de retrofit important qui oblige à regarder en dehors de l'hexagone. Le besoin de capitaux devient en effet difficile à obtenir auprès de fonds d'investissements lorsque ces derniers mesurent la relative étroitesse du marché (en profondeur et en durée). Un de nos répondants interprète l'appel assez systématique au *crowdfunding* des acteurs du retrofit comme la preuve de ces difficultés.

#### 2.3.4.4. Les voies possibles d'émergence d'une filière du rétrofit VP à court terme

Les chances de voir la filière progresser rapidement (i.e. avant que les VEBO ne viennent refermer la fenêtre d'opportunités) vers des offres de rétrofit plus convaincantes ne sont pas nulles mais restent minces. Trois voies principales méritent à ce niveau d'être évoquées.

- La première perceptible à travers les cas de *Tolv* et *Qinomic* concernent les capacités d'acheter les composants aux mêmes coûts que le constructeur en bénéficiant, par exemple, d'accords avec lui. Pour peu que la solution de rétrofit permette de se rapprocher de la solution que retient le constructeur pour ses VEBN, cette voie est praticable, comme l'indique le cas du *Renault Master*. Pour certains VP qui sont proposés en versions thermiques ou électriques, comme c'est le cas des *Renault Kangoo* ou *Twingo* ou de beaucoup de modèles des marques du groupe *Stellantis* (*208*, *Corsa*, *2008*, *C4*, *308* ...), de telles solutions pourraient être envisagées.
- La deuxième consiste à développer, en dehors du constructeur, des capacités d'acheter des quantités raisonnablement importantes (quelques milliers d'unités) de batteries à des prix qui soient proches de ceux consentis aux constructeurs. Si, comme certains nous l'ont indiqué, on peut voir les BOM varier aussi considérablement entre rétrofiteurs alors il n'est pas exclu de voir apparaître dans la filière des acteurs qui aient ces aptitudes.
- La dernière -en partie contradictoire avec les deux précédentes- concerne les capacités des véhicules d'embarquer des batteries un peu plus puissantes conférant aux véhicules des autonomies un peu supérieures. En effet, pour que le nombre de clients et leurs consentements à payer pour le rétrofit croissent, passer au-dessus des 200 km d'autonomie est essentiel. Pour cela, viser des batteries qui soient plutôt entre 25 et 35 kWh qu'à 20 ou en deçà, est essentiel. Des solutions existent comme celle qui avait été retenue pour la *Dacia Spring* (issue de la *Renault Kwid* conçue initialement comme un VT et uniquement comme tel) et qui a consisté à loger une partie de la batterie à l'emplacement du réservoir et une autre dans le coffre.

Toute la question est de savoir si ces voies vont être explorées rapidement (c'est à dire dans les 2 à 3 années à venir) afin de structurer des offres susceptibles de rendre crédible la pertinence économique et écologique du rétrofit VP. Pour cela, il faudrait d'une part que l'aide cumulée de l'Etat et des collectivités puisse demeurer aux alentours de 5 000 ou 6 000 euros et que, d'autre part, les projets proposés sur le rétrofit proposent des solutions situées bien en deçà des 10 000 euros. Cette voie, fondée sur un CAP pour le rétrofit aux alentours de 2 000 euros selon le GIPA, demeure encore inimaginable à ce stade, y compris pour les plus audacieux et avancés parmi les « experts » et proches du dossier.

\*

\* \* \*

La seconde partie de notre étude dresse un panorama approfondi de l'état du dossier du rétrofit tel qu'il se présente à l'automne 2023. La réalisation d'entretiens qualitatifs auprès de personnalités proches du dossier (entrepreneurs, décideurs politiques et experts du sujet) complète les connaissances disponibles issues des quelques travaux et rapports existants. Ainsi, à partir des projections réalisées dans un travail antérieur de l'Observatoire de l'ANFA et de l'un des auteurs de ce rapport, il a été également possible de proposer des éléments de mesure de la place que pourrait occuper la filiere rétrofit pour le VP dans les années à venir.

Nous retenons qu'en dépit des coûts élevés pour la mise au point des kits de rétrofit, la question de l'homologation n'apparaît plus véritablement comme un obstacle au développement de l'activité. La publication en octobre 2023 d'arrêtés sur le sujet ouvre encore plus la voie à la transformation électrique des véhicules thermiques en France. D'ailleurs, ce volontarisme politique se traduit aussi par une diversification de la stratégie du rétrofit à travers notamment l'hybridation des véhicules thermiques qui pourrait s'avérer prometteuse pour une transition moins invasive pour les détenteurs de véhicules thermiques. Néanmoins, la question de l'harmonisation européenne des systèmes d'homologation demeure entière et constitue une attente forte de la part de l'écosystème du rétrofit et de son syndicat.

Notre propos porte également sur l'épineuse question des VEBO qui constituent une offre concurrente du véhicule rétrofité. Nous avons explicité pourquoi cette question est restée relativement peu traitée depuis que la question de la décarbonation des parcs est devenue une priorité en Europe. La constance des analyses automobiles centrées sur les VN et l'impérieuse nécessité de décarboner la mobilité automobile ont contribué à occulter cette dimension à combien stratégique dans la définition de l'avenir de cette filiere. L'enthousiasme des débuts, lié à la recherche de solutions rapides et efficaces de décarbonation, s'explique également par la promesse de faire entrer les vieilles autos dans la logique de l'économie circulaire et ce, dans des proportions inédites.

Il serait donc bien malvenu de blâmer qui que ce soit dans cette affaire puisque, comme le dit d'adage, il ne faut pas en matière d'innovation «  touffer les idées dans l' uf ». Néanmoins, l'approche relative aux VEBN proposée ici confirme, à travers une approche des immatriculations et des parcs, que la fenêtre d'opportunités risque d'être assez étroite et plutôt rapide à se refermer. De ce point de vue, l'approche renforce l'analyse proposée dans la partie 1 de ce rapport.

Nous concluons que si le rétrofit présente des perspectives moins enthousiasmantes qu'initialement prévues, la stratégie s'avère très probablement utile dans la transition amorcée vers la neutralité carbone. Aussi, si les perspectives semblent assez étroites pour le VP, nous soulignons que d'autres catégories de véhicules pourraient bien représenter d'excellents candidats pour le rétrofit des véhicules légers comme le VUL (ou les bus et les autocars).

Dans cette perspective, la dernière partie de notre étude se propose de mieux appréhender les bénéfices de la stratégie du rétrofit dans le cadre plus large des gains en matière d'émissions de GES.

### **Partie 3 - Les perspectives du rétrofit à travers des projections de parcs automobiles**



Nous proposons à présent d'aller plus loin dans notre analyse des bénéfices et des perspectives que le rétrofit peut représenter pour la décarbonation du parc automobile français. Dans cette optique, nous reprenons la modélisation publiée par l'Observatoire de l'ANFA réalisée en collaboration avec l'un des co-auteurs de ce rapport pour proposer des projections sur les parcs et les effets en matière d'émissions de GES.

Après avoir présenté l'ensemble des hypothèses qui fondent le travail de projection des parcs (section 3.1.), nous proposons une approche prospective considérant trois scénarii simplifiés fondés sur des jeux différenciés d'hypothèses (3.2.). À partir des simulations réalisées, nous proposons de discuter des politiques publiques d'accompagnement, permettant ainsi de dessiner les contours du modèle économique du rétrofit (section 3.3.).

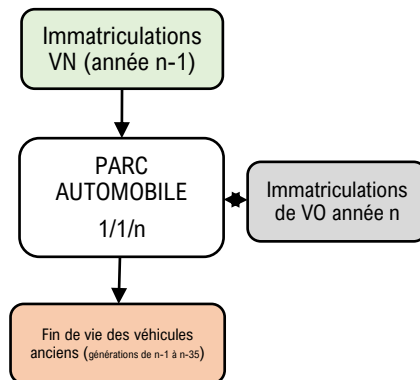
### 3.1. Les hypothèses et la méthodologie retenue

#### 3.1.1. Approche méthodologique des parcs automobiles

L'approche repose sur une représentation simplifiée de la dynamique des populations de véhicules particuliers en France. Pour parvenir à une projection de ce parc entre 2023 et 2050, un jeu d'hypothèses est retenu en cohérence avec les travaux publiés en 2021 et 2023 par l'ANFA<sup>29</sup>. L'ensemble des autres dimensions de contexte sont considérées comme stables dans l'analyse (*ceteris paribus*).

L'approche démographique retenue repose sur l'évaluation chaque année du parc automobile en circulation qui tient compte des nouvelles entrées (immatriculations) et des sorties (mises à la casse). Les transactions sur l'occasion n'ont pas d'effet sur le parc puisque les véhicules changent de main sans sortir du parc en circulation. Après avoir vérifié que leur impact est marginal, nous choisissons de ne pas intégrer non plus les importations et les exportations de VO. La **figure 7** synthétise le cadre d'analyse de cette approche démographique.

**Figure 7 : Schéma simplifié de la démographie du parc automobile (VP)**



#### 3.1.2. Jeu d'hypothèses concernant la démographie du parc automobile VP et de ses émissions

La modélisation du parc automobile VP repose sur des hypothèses qui concernent la dynamique et la structure par motorisation du parc, des lois de survie des véhicules en circulation et la dynamique des immatriculations de VN par motorisation. Pour mieux comprendre les bénéfices d'une stratégie de

<sup>29</sup> <https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2021-04/Autofocus%2090%20-%20Prospective%202030.pdf>  
<https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2023-10/Autofocus%20105%20-%20La%20maintenance%20des%20v%C3%A9hicules%20particuliers.pdf>

rétrofit, nous cherchons également à approximer les émissions de GES du parc et de ses composants. Pour cela, nous reprenons les chiffrages usuels des émissions de GES du parc en circulation en fonction des dates de première immatriculation et des émissions liées à la fabrication des nouveaux véhicules mis en circulation.

#### *3.1.2.1. La dynamique et la structure des VPN*

Les immatriculations de véhicules neufs sont ici considérées comme stables durant la période d'analyse et fixées à 1,6 millions de véhicules par an. Ceci signifie que nous considérons que les baisses d'immatriculations intervenues avec la crise sanitaire de 2020 puis la pénurie de semi-conducteurs sont pérennes en raison, entre autres, du renchérissement des véhicules associé à leur électrification.

La répartition de ces immatriculations par types de motorisations est obtenue en considérant d'une part la progression continue du VEBN jusqu'à atteindre 100% des immatriculations en 2035 avec un maintien de cette part jusqu'à 2050. Les autres motorisations voient donc leurs parts dans les immatriculations diminuer continûment jusqu'à disparaître à partir de 2035.

#### *3.1.2.2. La fin de vie des véhicules en circulation*

L'approche prend en compte la durée de vie des véhicules en circulation chaque année et leur sortie du parc. Un taux de survie est appliqué à chaque génération ou millésime de véhicules mis en circulation chaque année. Ce taux est ainsi d'autant plus faible que le véhicule est ancien dans le parc. Pour restituer le phénomène évoqué (et mesuré) plus haut de vieillissement des parcs, le modèle fait croître les taux de survie des véhicules aux âges avancés d'année en année. En conséquence, le nombre de véhicules sortis du parc chaque année dépend à la fois des taux de survie de chacune des générations des véhicules en circulation et des effectifs de chaque génération dans le parc.

#### *3.1.2.3. Les transactions sur les véhicules d'occasion*

Le modèle est insensible aux transactions sur les véhicules d'occasion puisque nous n'intégrons explicitement ni les importations ni les exportations de VO, qui pourraient impacter la dynamique des parcs. Nous reprenons toutefois le travail fait dans la seconde partie pour chiffrer la progression du marché des VEBO ou plutôt des marchés des VEBO puisque nous reprenons la classique partition du marché en question par tranches d'âges.

#### *3.1.2.4. La prise en compte des émissions de GES à l'usage des véhicules*

L'analyse proposée vise à incorporer les émissions des véhicules du parc en tenant compte des kilométrages réalisés en moyenne et des émissions moyennes de CO<sub>2</sub> des différentes générations et de motorisations de véhicules. Par exemple, en 2023, un véhicule diesel mis en circulation en 2018 émet en moyenne 100g de CO<sub>2</sub> au km et parcourt en moyenne 14 500 km/an. Un véhicule diesel mis en circulation en 2010 émet lui 130g mais ne parcourt que 11 500 km car on considère que les kilométrages parcourus décroissent avec l'âge des véhicules. Nous retenons une hypothèse de stabilité des kilométrages moyens aux alentours de 12 000 km/an et nos écarts à la moyenne (en fonction de l'âge des véhicules) sont stables dans le temps. Ce jeu d'hypothèses permet d'obtenir une première estimation des émissions de CO<sub>2</sub> relatives à l'ensemble des générations de véhicules encore en circulation pour le parc d'une année donnée. Le cumul de ces flux d'émissions fournit les émissions totales du parc de VP français sur les 25 années à venir.

### 3.1.2.5. La prise en compte du coût en GES de fabrication des véhicules

L'analyse intègre également les émissions produites lors de la phase de fabrication des véhicules en fonction de leurs motorisations. En reprenant les données disponibles sur le sujet, l'approche se propose de retenir 9t eqCO<sub>2</sub> pour un véhicule électrique à batteries, 5t eqCO<sub>2</sub> pour un véhicule thermique et 3,5 t pour un retrofit.

Il est utile de préciser que nous ne considérons que des *scénarii* dans lesquels ne sont pas envisagées de ruptures potentielles d'approvisionnements en matières premières pour la production de véhicules. À échéance de 2050, il peut être par ailleurs considéré que les réserves en métaux disponibles sur le globe ne seront pas encore épuisées, y compris si le scénario des 2°C d'augmentation des températures est respecté<sup>30</sup> (Hache et Louvet, 2023).

Cette hypothèse permet de concentrer l'analyse sur les effets bénéfiques attendus comparés des deux modes d'accélération de l'électrification progressive des parcs à travers le VEBN et/ou le retrofit. La prise en compte de risques géopolitiques pourrait remettre en cause la capacité des acteurs à assurer les productions et conversions prévues. Elle pourrait également militer pour un scénario où préserver les véhicules anciens plutôt qu'en produire de nouveaux ne serait plus un souhait mais un impératif. Dans ce cas de figure, des approches alternatives aux *scénarii* envisagés ici devraient être élaborés.

### 3.1.3. Les trois *scénarii* envisagés

L'objectif est de proposer une première mesure des bénéfices associés à la stratégie de retrofit en termes de bilan carbone du parc français de VP et de mieux en cerner ainsi les coûts en considérant le coût d'abattement.

#### 3.1.3.1. Le scénario de référence ou scénario neutre

Nous considérons que l'électrification des immatriculations de VP se poursuit sur la période 2023-2035 à un rythme soutenu puisque seuls des VEBN sont immatriculés à partir de 2035. Dans ce cadre, le volume des immatriculations VPN est fixé à 1,6 million sur la période 2023-2050.

Les résultats obtenus indiquent les émissions de GES pour l'ensemble du parc (en cumul) en 2035 et en 2050.

#### 3.1.3.2. Le scénario du bonus VEBN (scénario offensif sur les immatriculations de VEBN)

Dans ce scénario, nous proposons de représenter les effets d'une politique publique volontariste visant à soutenir activement l'achat de VEBN. Pour simplifier, nous considérons que les aides et subventions publiques permettent de générer un flux supplémentaire de VEBN de 200 000 unités, portant ainsi les immatriculations annuelles de VN à 1,8 million sur l'ensemble de la période de mise en œuvre de la politique (15 années à venir). La mise en œuvre d'un dispositif du type PAC (Prime d'Aide à la Casse ou à la Conversion) est simulée ici par des sorties prématurées du parc d'un volume équivalent réparti de

---

<sup>30</sup> Le projet de recherche GENERATE porté par l'IFRI et l'IFP Energies Nouvelles indique que dans un scénario où le réchauffement climatique serait limité à 2°C, les consommations des principaux métaux seraient assurées. Néanmoins, cette politique environnementale volontariste conduirait à une consommation cumulée de 89% des ressources de cuivre, 64% de cobalt et 52% du nickel. Pour plus d'informations, le rapport est consultable à l'adresse :

<https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/transition-energetique-bas-carbone-queelles-evolutions-geopolitique-lenergie>

manière homogène sur la population des véhicules de 16 ans et plus. Les subventions à l'achat de VEBN (PAC) seraient dans ce cadre fixées à 5 000 euros par VEBN.

Ce scénario permet d'aboutir à l'estimation des émissions de GES pour le parc de VP sur la période 2023-2050. Cette estimation peut alors être comparée à celle du scénario de référence.

### *3.1.3.3. Le scénario du bonus rétrofit (scénario offensif sur le rétrofit)*

Dans ce scénario, nous proposons de simuler les effets d'une politique publique volontariste visant à soutenir activement le rétrofit de véhicules thermiques. Pour simplifier, nous considérons que les aides et subventions publiques permettent de générer un flux supplémentaire de véhicules électriques dans le parc.

Nous considérons pour chaque année une cohorte de véhicules « r trofitables » en considérant qu'elle est formée par les véhicules thermiques d'âges compris entre 6 et 10 ans c'est-à-dire des 4 millésimes correspondant aux véhicules de 7, 8, 9 et 10 ans. Ainsi, les véhicules d'un millésime concerné seront « r trofitables » 4 ans puis cesseront de l'être.

Parce que les véhicules éligibles se raréfient à mesure que se raréfient les véhicules essence et diesel immatriculés, nous faisons l'hypothèse que cette politique ne serait praticable que 10 ans. En effet, ensuite, le nombre de véhicules candidats deviendrait trop faible.

Nous prolongeons alors la politique de subventions au rétrofit par une politique de type PAC destinée à majorer les immatriculations de VEBN dans les mêmes proportions. Dans ce scénario, les immatriculations annuelles de VPN demeurent stables à 1,6 million sur l'ensemble de la période sauf les années 11, 12, 13, 14 et 15 (où elles sont de 1,8 million). Les subventions au rétrofit seraient dans ce cadre fixées à 7 500 euros par VEBN.

Lorsque l'on examine l'évolution de la population cible, sur la base de notre modèle de simulation de l'évolution du parc -et de ses composants- associée à celle des immatriculations, il ressort qu'elle reste importante jusqu'en 2028 puis baisse rapidement. Elle n'est plus en 2035 que d'un peu plus de 2 millions de véhicules (essence pour l'essentiel). Cela correspond à une division par 4 par rapport à 2026-2027-2028 avec, dans cette période, une forte proportion de véhicules diesel.

**Tableau 11 : Évolution du parc « rétrofitable » et de ses composantes**

|                       | 2024             | 2026             | 2028             | 2030             | 2032             | 2034             | 2036             | 2038             | 2040             |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Diesel</b>         | 4 342 637        | 3 862 001        | 3 031 704        | 1 830 184        | 909 252          | 503 226          | 100 422          | 31 680           | 0                |
| <b>Essence</b>        | 2 704 984        | 3 742 723        | 4 181 869        | 3 257 913        | 2 401 103        | 2 067 782        | 1 706 100        | 1 138 074        | 643 866          |
| <b>VH</b>             | 206 620          | 303 493          | 551 588          | 1 159 686        | 1 835 666        | 2 002 793        | 1 741 638        | 1 380 486        | 1 019 334        |
| <b>Total</b>          | <b>7 254 241</b> | <b>7 908 217</b> | <b>7 765 161</b> | <b>6 247 783</b> | <b>5 146 020</b> | <b>4 573 800</b> | <b>3 548 160</b> | <b>2 550 240</b> | <b>1 663 200</b> |
| <b>Cible rétrofit</b> | <b>7 047 621</b> | <b>7 604 724</b> | <b>7 213 573</b> | <b>5 088 097</b> | <b>3 310 354</b> | <b>2 571 007</b> | <b>1 806 522</b> | <b>1 169 754</b> | <b>643 866</b>   |

*Note : Les chiffres donnés dans chaque colonne correspondent aux effectifs des véhicules « survivants » de 7, 8, 9 ou 10 ans en adoptant le scénario « au fil de l'eau » dans lequel 1,6 million de VPN sont immatriculés chaque année et se répartissent en termes de motorisation pour que l'on chemine progressivement entre 2023 et 2035 vers l'objectif de bannissement des immatriculations de véhicules thermiques en 2035. Nous excluons de notre « cible rétrofit » la population des véhicules hybrides et il faut donc en déduire l'effectif du total pour chiffrer la population cible.*

Dans la mesure où le choix du rétrofit est relativement exigeant financie rement et fonctionnellement, nous considérons que, après 2035, la cible deviendrait trop étroite. En effet, même si l'on ne commençait à proposer le rétrofit qu'à cette période, la proportion de détenteurs de véhicules thermiques qu'il faudrait convaincre pour effectuer 200 000 rétrofits annuels dépasserait les 10%. Elle deviendrait alors trop importante et ne serait probablement pas atteinte. En effet, les spécificités des véhicules une fois rétrofités et les coûts élevés de l'opération impliquent que les ménages détenteurs de véhicules potentiellement concernés ne soient qu'une minorité relativement étroite à se laisser convaincre.

Bien évidemment, si, comme dans le scénario que nous simulons, une offre de rétrofit est structur e d s 2024 ou 2025, alors elle permet l'électrification de 200 000 véhicules par an. La cible est alors réduite d'autant chaque année et le gisement se tarit d'autant plus vite puisque les détenteurs de véhicules thermiques à séduire sont ceux qui ne l'ont pas été auparavant. Pour donner un chiffre, dans notre simulation du programme de rétrofit, nous ne dénombrons plus en 2035 que 586 110 véhicules de 7, 8, 9 ou 10 ans « r trofitables » - au lieu des pr s de 2 millions que l'on déduit du **tableau 11**. La cible est donc réduite d'autant.

Ce scénario permet d'aboutir à l'estimation des émissions de GES pour le parc de VP sur la période 2023-2050. Cette estimation peut alors être comparée à celle du scénario de référence.

## **3.2. Estimation des coûts d'abattement et projections des parcs et des émissions de GES**

Le calcul en termes de coûts d'abattement est bien adapté au traitement de la question du rétrofit telle qu'elle se présente pour les responsables des politiques publiques. Cette méthode<sup>31</sup> qui consiste à estimer ce que coûtent les stratégies d'évitement des émissions de GES, s'applique aisément à l'investissement rétrofit. Il s'agit alors d'évaluer le niveau des gains d'émissions de GES en fonction du coût de la tonne de carbone évitée. Dans un second temps, cette méthode permet de se demander comment ce coût pourra être réparti et supporté par l'ensemble des parties prenantes.

Les résultats obtenus peuvent donc permettre d'éclairer les choix publics. En effet, pour les agents économiques privés (consommateurs et entreprises utilisatrices de véhicules particuliers et utilitaires) comme pour la puissance publique, la question de l'évaluation des alternatives peut être jaugée en ces termes. Cette évaluation est d'autant plus utile et nécessaire que les pouvoirs publics sont amenés à soutenir à la fois les efforts des agents pour décarboner leur mobilité et les filières industrielles ou de services qui leur offrent des solutions de cette nature.

### **3.2.1. Comparaison des voies de décarbonation à partir des coûts d'abattement**

Dans le cas du rétrofit, la question va de prime abord consister à comparer ce qui se passerait si le véhicule restait un véhicule thermique et continuait de rouler d'une part,   ce qui se passerait s'il était rétrofité ou remplacé par un VEBN d'autre part. On peut évaluer les émissions de CO<sub>2</sub> que g n rerait chaque situation à partir du kilométrage que ferait le véhicule entre l'année de son rétrofit potentiel et sa sortie du parc. Le rétrofit conduirait à accepter d'alourdir quelque peu la « dette carbone » du véhicule en question pour s'en acquitter durant les années suivantes. L'opération de rétrofit nécessite en effet la fabrication de batteries qui va émettre des GES. On retrouve la même problématique lorsque le véhicule thermique est mis à la casse du véhicule et remplacé par un VEBN. Bien entendu dans ce cas de figure,

---

<sup>31</sup> Pour une présentation plus détaillée de la méthode, voir la note de synthèse de France Stratégie : <https://www.strategie.gouv.fr/publications/couts-dabattement>

la dette carbone serait bien plus lourde car la fabrication d'un VEBN complet est plus de deux fois plus émettrice que la fabrication et le montage d'un kit de rétrofit.

Pour aller plus loin et mieux saisir ce que le rétrofit implique, nous proposons un exemple chiffré simple.

### *3.2.1.1. Le coût d'abattement du rétrofit à travers un exemple*

Nous faisons l'hypothèse que le véhicule thermique candidat au rétrofit présente les caractéristiques suivantes : 7 ans d'âge et 85 000 km au compteur. Selon toute vraisemblance, ce véhicule pourrait survivre encore 15 ans et parcourir près de 180 000 km supplémentaires (correspondant à 15 000 km/an sur les 15 années). Ainsi, sur cette période d'usage supplémentaire avant sa mise à la casse, ce véhicule émettrait l'équivalent de 27 tonnes de CO<sub>2</sub> (180 000km\*150g de CO<sub>2</sub>/km). Il étale ainsi la dette carbone déjà partiellement amortie et permet de s'acquitter de la dette associée à la mise au rebut.

Dans cet exemple, la conversion de ce véhicule thermique permettrait de parcourir les 180 000 km en électrique et d'émettre ainsi, en France, environ 10g de CO<sub>2</sub> par km<sup>32</sup>. Bien entendu, la conversion à l'électrique s'accompagne d'émissions de GES supplémentaires égales, selon l'ADEME (2021), à environ 4t de CO<sub>2</sub> correspondant à la fabrication du kit et de ses batteries. Ces émissions sont agrégées à celles correspondantes à l'usage du véhicule rétrofité durant 15 années, soit 1,8t eq CO<sub>2</sub>, et il en résulte un total de 5,8t eq CO<sub>2</sub>. L'exemple montre donc que le rétrofit permet une économie d'émissions de CO<sub>2</sub> de l'ordre de 21t eq CO<sub>2</sub> pour 15 années d'usage et 180 000 km parcourus (**tableau 12**).

---

<sup>32</sup> Les 10g de CO<sub>2</sub> par km que nous donnons pour le cas français deviennent 60g quand on prend la moyenne européenne. Ces émissions reflètent le mix énergétique de la production d'électricité.

**Tableau 12 : Bilan carbone VT vs. Rétrofit & coûts d'abattement à partir d'un exemple simplifié**

| Scénarii comparés  | Émissions à l'usage                        | Émissions totales  | Coût de l'opération                     | Coût d'abattement          | Coût d'abattement pour l'État <sup>a</sup> |
|--|--|--|---|----------------------------|--|
| <b>« Fil de l'eau »</b><br>Véhicule de 7 ans resté thermique<br>(150g/km CO <sub>2</sub> sur 15 ans et 15 000 km/an)                                     | 15 000 x 15 x 150 = 27t eqCO <sub>2</sub>  | 27t eqCO <sub>2</sub>  | -                                       | -                          | -  |
| <b>« Rétrofit »</b><br>Véhicule de 7 ans converti à l'électrique (4t eqCO <sub>2</sub> + 10g/km <sup>c</sup> CO <sub>2</sub> sur 15 ans et 15 000 km/an) | 15 000 x 15 x 10 = 1,8t eq CO <sub>2</sub> | 5,8t eq CO <sub>2</sub><br><br>Gain > 21,2t eqCO <sub>2</sub>                          | 11 500 euros                            | 11 500/21,2 = 547,62 euros | 8 500/21,2 = 400,94 euros                  |
| <b>« VEBN 15 ans »</b><br>Véhicule neuf 0 km (8t eqCO <sub>2</sub> + 10g/km CO <sub>2</sub> sur 15 ans et 15 000 km/an)                                  | 15 000 x 15 x 10 = 1,8t eq CO <sub>2</sub> | 9,8t eq CO <sub>2</sub><br><br>Gain > 17,2t eqCO <sub>2</sub>                          | 12 000 euros (écart à un VT équivalent) | 12 000/17,2 = 697,67 euros | 8 500/17,2 = 494,19 euros <sup>b</sup>     |
| <b>« VEBN 30 ans »</b><br>Véhicule neuf 0 km (8t eqCO <sub>2</sub> + 10g/km CO <sub>2</sub> sur 30 ans et 15 000 km/an)                                  | 15 000 x 30 x 10 = 3,6t eq CO <sub>2</sub> | 11,6t eq CO <sub>2</sub><br><br>Gain sur 30 ans <sup>d</sup> > 42,4t eqCO <sub>2</sub> | 12 000 euros (écart à un VT équivalent) | 12 000/42,4 = 283,02 euros | 8 500/42,4 = 200,47 euros                  |

<sup>a</sup> Le calcul prend en compte une CAP des clients égale à 3 000 euros pour le rétrofit et considère une subvention publique identique de 8 500 euros dans le cas du rétrofit et de l'achat d'un VEBN.

<sup>b</sup> En considérant la durée de vie nécessairement supérieure du VEBN par rapport aux 2 premières options, il est est raisonnable de considérer une subvention moindre. Si cette dernière n'est que de 5 000 euros, alors le coût d'abattement s'établit à 5 000/17,2 = 290,70 euros.

<sup>c</sup> Ce niveau d'émission est estimé considérant la situation du mix énergétique français.

<sup>d</sup> Nous considérons que le VEBN remplace un VT qui aurait été utilisé lui aussi durant 30 ans.

Nous appliquons à présent la méthodologie des coûts d'abattement qui consiste à rapporter les économies de GES au coût des opérations réalisées. En considérant le tarif retenu en partie 1 de ce rapport pour le rétrofit, soit *a minima* 11 500 euros, nous obtenons un coût d'abattement de 550 euros par tonne de GES évitée par cette conversion.

Si, comme l'affirment les responsables du rétrofit de *Renault* que nous avons interrogés, les ménages ne feraient l'opération que pour 3 000 euros, il faudrait, pour que cela s'observe, que la puissance publique paie 8 500 euros (soit 74% du total). Cela impliquerait que l'aide publique dédiée à chacune de ces tonnes de CO<sub>2</sub> évitées s'élève à 405 euros.

*In fine*, ce raisonnement nous permet de comprendre assez aisément comment la comparaison à l'achat d'un VEBN et la mise à la casse du véhicule thermique représente une alternative moins favorable du point de vue des émissions. Comme l'indiquait l'ADEME, presque mécaniquement, dans un tel raisonnement, l'achat d'un VEBN assorti d'une mise à la casse du véhicule thermique est moins intéressant car la « dette carbone » est deux fois plus élevée (8t pour une *Renault Zoé* lors de sa fabrication). Dans ce cas, seules 17t eq CO<sub>2</sub> sont évitées contre 21t eq CO<sub>2</sub> pour le rétrofit.



Le coût d'abattement dans le cas du VEBN qui vient remplacer le véhicule thermique est supérieur par rapport à celui du rétrofit. Si on imagine que l'achat d'un VEBN par rapport à un véhicule thermique équivalent est de 12 000 euros, alors le coût s'établit à près de 700 euros (pour un gain de GES de 17,2t eqCO<sub>2</sub>). Avec une subvention identique, le coût de la tonne évitée grimpe pour le contribuable à 500 euros.

Toutefois, ce raisonnement est largement tronqué car le VEBN en question n'a pas fini sa vie au bout des 15 ans et 180 000 km accomplis. Il est alors disponible sur le marché du VEBO et a rempli ou va remplir auprès des ménages le rôle censé l'être par le rétrofit. Accessoirement, les véhicules « *electric native* » - c'est à dire conçus dès le départ pour être des véhicules électriques - sont plus intéressants pour le consommateur et susceptibles de prendre plus volontiers la place des « premières voitures » qui réalisent des kilométrages plus élevés. On peut aussi considérer que, pour les ménages ou entreprises acquéreuses, le besoin d'un coup de pouce public est moindre. Si l'aide n'est que de 5 000 euros, alors on descend à 294 euros et le rétrofit est d'autant moins attrayant.

Dans tous les cas, le raisonnement en termes de coût d'abattement ainsi conduit a le grand intérêt de permettre d'objectiver les termes du choix. Néanmoins, ce calcul ne rend pas bien compte de la structure du problème s'agissant de la gestion du parc. Il est ainsi peu aisé d'appréhender les termes de l'alternative tels qu'ils se présentent à la puissance publique. Le choix entre aide au rétrofit et/ou aide à l'acquisition de VEBN demeure difficile à opérer. La seconde stratégie présente l'avantage d'offrir rapidement des alternatives VEBO aux ménages ou entreprises visés par le rétrofit.

### *3.2.1.2. Les coûts d'abattement et l'analyse du cycle de vie*

La première manière d'approfondir et de raisonner plus finement sur cette question est de comparer, sur un cycle de vie à travers les CO<sub>2</sub> par km des VT, des VT rétrofités et des VEB.

Dans cette comparaison, le rétrofit perd l'avantage évoqué plus haut puisque la dette carbone plus élevée du VEBN peut raisonnablement être étalée sur 30 ans ou 360 000 km. En effet, il ressort que les moteurs électriques sont beaucoup plus simples et robustes que les moteurs thermiques et que la limitation des phénomènes vibratoires que l'électrification permet assure à la « caisse » une « espérance de vie en bonne santé » plus grande. Accessoirement, les batteries dont on avait craint initialement qu'elles doivent être remplacées après 5 ou 7 ans semblent aujourd'hui à même de vivre au moins aussi longtemps que les véhicules.

Sous ces hypothèses, le surcoût de l'opération de rétrofit d'environ 12 000 euros, pris en charge à hauteur de 40 à 60% par la communauté, est associé à des réductions d'émissions beaucoup plus conséquentes. Pour être rapide, les 15 années de roulage à 12 000 km/an d'un véhicule rétrofité va peser au total 5,8t eqCO<sub>2</sub>. Cela revient à 0,39t eq CO<sub>2</sub> par an ou 32g par km parcouru.

Les émissions pour le VEBN et son usage durant 30 ans seront de 8t de dette carbone initiale pour sa fabrication et 3,6t eqCO<sub>2</sub> correspondant aux 360 000 km réalisés, soit un total de 11,6 tonnes. Nous constatons ainsi une égalité entre les deux scénarios puisque la durée de vie et le kilométrage parcouru du VEBN sont respectivement le double de ceux du véhicule rétrofité. En revanche, le coût supplémentaire est du même ordre dans les deux cas et est donc divisé par deux dans le cas du VEBN : le coût de la tonne évitée est de l'ordre de 200 euros.

Les valeurs d'usage du VEBN sont très supérieures et, surtout, l'espoir de voir les coûts baisser et le business se pérenniser existe alors bien. La question devient celle de savoir si le soutien public est nécessaire et combien de temps et, s'il est assuré, comment il peut être industriellement favorable à la société qui l'assure.

De fait, la différence « privée » de coût de fonctionnement des véhicules électriques et thermiques pour 12 000 km/an est de l'ordre de 720 euros en France<sup>34</sup> (voir Tableaux 6 et 7) : il faut donc environ 17 ans pour qu'un surcoût de 12 000 euros soit compensé. Objectivement, il sera très difficile d'atteindre cet équilibre pour un véhicule rétrofité car ceci signifie que le véhicule devra survivre sur cette durée, ce qui ne va pas de soi (vétusté, fiabilité, etc.). Subjectivement, les consommateurs visés considèreront probablement que l'horizon est trop lointain pour un tel environnement et que le jeu n'en vaut pas la chandelle. Dès lors, si l'on souhaite que le rétrofit existe, il sera nécessaire d'aider les consommateurs à s'orienter vers cette solution. Il faudra alors baisser très significativement son coût – c'est à dire le diviser par 4- si l'on veut que le consommateur soit gagnant sous 4 à 5 ans ! En l'état actuel, cette perspective semble encore peu probable. Pour le VEBN, la charge devra se répartir entre les primo-acquéreurs et les suivants mais on perçoit que le besoin d'aides publiques ira décroissant. En effet, il est raisonnable d'anticiper que la taxation de l'électricité utilisée pour la mobilité individuelle pourra à terme permettre à la collectivité de récupérer tout ou partie de ses pertes sur la taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques (TICPE). Les recettes fiscales sur l'énergie électrique pour les mobilités pourraient alors être fléchées vers les aides à l'achat de VEBN.

### 3.2.2. Les projections des bénéfices carbone à partir des trois *scenarii*

#### 3.2.2.1. *Le scénario neutre : ce qui se passerait si on ne faisait rien*

Pour aller plus loin, nous mobilisons notre simulation de la démographie des parcs et la prolongeons par une projection des émissions : nous simulons la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> telle qu'elle s'opèrera avec un rythme d'immatriculations de l'ordre de 1,6 million de VEBN. Nous calculons le carbone émis chaque année et les cumuls en tenant compte des immatriculations annuelles et des dettes carbone associées annuellement. Comme y insiste la FISITA dans ses récents travaux<sup>35</sup>, cette prise en compte des cumuls renvoie à l'idée que, autant que les émissions annuelles à venir, ce qui importe du point de vue de l'urgence climatique est le total du CO<sub>2</sub> que nous allons rejeter d'ici à 2050. Ces rejets dans l'atmosphère viennent s'ajouter à nos émissions passées pour générer le réchauffement à éviter. Ceci signifie qu'à l'échéance de 2050, il ne faut pas seulement souhaiter que les émissions soient nulles ou le plus faibles possibles, il faut aussi s'assurer que le chemin emprunté pour y arriver n'a pas impliqué une « dette carbone » trop élevée et/ou un cumul qui soit excessif. Nous proposons pour cela une comparaison des flux et du stock (ou cumuls) d'émissions.

#### 3.2.2.2. *La comparaison aux deux scénarii « offensifs »*

Nous comparons ensuite en ces termes une politique de soutien au rétrofit et une politique de stimulation des immatriculations de VEBN avec l'idée que la première pourrait montrer son intérêt dans la comparaison des cumuls.

Pour cela, nous reprenons nos parcs par millésimes et par motorisations et simulons leurs évolutions en faisant des hypothèses habituelles sur des kilométrages qui sont d'autant plus élevés que les véhicules sont récents. Nous avons ainsi des émissions par millésime pour les véhicules diesel et essence. Nous calculons une moyenne par véhicule. Celle-ci est au départ la moyenne pondérée des essence et diesel et s'en éloigne à mesure que la part des « véh\*km » parcourus en VEB croît. La question sous-jacente

---

<sup>34</sup> Le coût annuel en carburant est chiffré à 1 020 euros pour 12 000 km au tableau 6 alors que le coût de l'électricité pour le même kilométrage est donné pour valoir 306 euros au tableau 7. L'économie annuelle est donc de 714 euros. Un rétrofit payé 12 000 euros ne sera donc pas amorti avant la 17<sup>ème</sup> année (12 000 / 714 = 16,8 années).

<sup>35</sup> La FISITA est la Fédération internationale des Sociétés d'ingénieurs des techniques de l'automobile: <https://www.fisita.com/>.

est bien évidemment de savoir si, puisque la neutralité carbone n'est pas atteinte en 2050, il serait possible de l'atteindre avec l'une ou l'autre politique. Il s'agit aussi de saisir si les avantages que l'on en retirerait apparemment ne seraient pas associés à des cumuls d'émissions liés aux fabrications problématiques.

Pour statuer sur ces questions, nous partons donc de notre simulation d'une trajectoire carbone qui est celle que l'on obtient lorsque l'on affecte à notre parc de VP circulant des kilométrages et des valeurs d'émissions par km parcouru plausibles. Nous considérons que le parc, aux alentours de 40 millions, croît très faiblement et que les kilométrages parcourus sont stables aux alentours de 490 Mds de véhicules/km. C'est donc le degré et la vitesse d'électrification qui détermine les flux émis annuellement et les cumuls. Notons que nous traitons les immatriculations annuelles comme générant des flux additionnels d'émissions de CO<sub>2</sub> que nous avons chiffrés ici à 14,4 millions de tonnes (9 tonnes par véhicule). Le **tableau 13** synthétise les projections obtenues.

**Tableau 13 : Projections des émissions et des parcs automobiles (scénario neutre)**

|  | 2022                   | 2023                   | 2024                   | 2025                   |     | 2030                   |     | 2035                   |     | 2040                   |     | 2045                   |     | 2050                   |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|
| <b>Immatriculations</b>                            |                        |                        |                        |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |
| VN   | 1 616 000              | 1 600 000              | 1 600 000              | 1 600 000              |     | 1 600 000              |     | 1 600 000              |     | 1 600 000              |     | 1 600 000              |     | 1 600 000              |
| VEBN   | 260 000                | 384 000                | 512 000                | 640 000                |     | 1 232 000              |     | 1 600 000              |     | 1 600 000              |     | 1 600 000              |     | 1 600 000              |
| <b>Parc Total</b>                                  |                        |                        |                        |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |
| <b>Total</b>                                       | <b>39 880 458</b>      | <b>39 779 150</b>      | <b>39 659 826</b>      | <b>39 471 371</b>      |     | <b>39 614 042</b>      |     | <b>40 238 834</b>      |     | <b>39 314 358</b>      |     | <b>39 543 823</b>      |     | <b>37 933 859</b>      |
| Ess + VH + VHR                                     | 15 125 630             | 15 146 943             | 17 782 623             | 18 153 312             | 46% | 18 992 102             | 48% | 16 769 840             | 42% | 12 495 380             | 32% | 8 194 241              | 21% | 4 798 431              |
| Diesel   | 22 331 126             | 21 442 130             | 20 455 569             | 19 399 403             | 49% | 14 348 830             | 36% | 10 235 270             | 25% | 6 019 857              | 15% | 2 960 935              | 7%  | 1 151 709              |
| Electrique   | 635 704                | 893 025                | 1 273 108              | 1 779 919              | 5%  | 6 190 245              | 16% | 13 177 807             | 33% | 20 763 359             | 53% | 28 449 045             | 72% | 31 981 101             |
| <b>Km parcourus</b>                                |                        |                        |                        |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |
| <b>Total</b>                                       | <b>489 304 971 080</b> | <b>486 745 509 643</b> | <b>483 811 415 559</b> | <b>480 621 214 926</b> |     | <b>477 074 062 365</b> |     | <b>480 869 656 100</b> |     | <b>471 323 227 125</b> |     | <b>473 647 403 545</b> |     | <b>457 134 593 681</b> |
| Ess + VH + VHR                                     | 211 375 476 465        | 218 280 373 327        | 224 158 745 657        | 228 599 183 113        | 48% | 231 760 235 662        | 49% | 193 593 042 989        | 40% | 137 038 592 646        | 29% | 86 217 324 815         | 18% | 48 357 816 662         |
| Diesel   | 267 060 514 421        | 253 964 024 556        | 239 766 374 122        | 225 108 009 682        | 47% | 157 746 431 414        | 33% | 107 545 617 631        | 22% | 61 726 915 449         | 13% | 29 859 232 762         | 6%  | 11 536 377 891         |
| Electrique   | 10 868 980 194         | 14 501 111 760         | 19 886 295 780         | 26 914 022 131         | 6%  | 87 567 395 289         | 18% | 179 730 995 480        | 37% | 272 557 719 031        | 58% | 357 570 845 968        | 75% | 397 240 399 128        |
| <b>Emissions CO2 circulation</b>                   |                        |                        |                        |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |
| <b>TOTAL circulation</b>                           | <b>64,1</b>            | <b>62,6</b>            | <b>61</b>              | <b>59,2</b>            |     | <b>50</b>              |     | <b>39,3</b>            |     | <b>27</b>              |     | <b>17,5</b>            |     | <b>11,1</b>            |
|  | <b>130,9</b>           | <b>128,7</b>           | <b>126</b>             | <b>123,2</b>           |     | <b>104,9</b>           |     | <b>81,8</b>            |     | <b>57,4</b>            |     | <b>36,9</b>            |     | <b>24,3</b>            |
| Emissions VT                                       | 63,9                   | 62,5                   | 60,8                   | 59                     |     | 49,2                   |     | 37,5                   |     | 24,3                   |     | 13,9                   |     | 7,1                    |
| Ess + VH + VHR                                     | 30,3                   | 30,9                   | 31,2                   | 31,4                   |     | 30,5                   |     | 24,8                   |     | 17,2                   |     | 10,7                   |     | 5,9                    |
| Diesel   | 33,6                   | 31,6                   | 29,5                   | 27,5                   |     | 18,7                   |     | 12,7                   |     | 7,1                    |     | 3,2                    |     | 1,2                    |
| Emissions VEB                                      | 0,1                    | 0,1                    | 0,2                    | 0,3                    |     | 0,9                    |     | 1,8                    |     | 2,7                    |     | 3,6                    |     | 4                      |
| <b>Émissions associées à la fabrication</b>        |                        |                        |                        |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |
| <b>Total fabrication</b>                           | <b>9,1</b>             | <b>9,5</b>             | <b>10</b>              | <b>10,6</b>            |     | <b>12,9</b>            |     | <b>14,4</b>            |     | <b>14,4</b>            |     | <b>14,4</b>            |     | <b>14,4</b>            |
| VT   | 6,8                    | 6,1                    | 5,4                    | 4,8                    |     | 1,8                    | -   | -                      |     | -                      |     | -                      |     | -                      |
| VE   | 2,3                    | 3,5                    | 4,6                    | 5,8                    |     | 11,1                   |     | 14,4                   |     | 14,4                   |     | 14,4                   |     | 14,4                   |
| <b>Émissions CO2 VP (circulation + production)</b> |                        |                        |                        |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |     |                        |
| Emissions annuelles                                | 73                     | 72                     | 71                     | 70                     |     | 63                     |     | 54                     |     | 41                     |     | 32                     |     | 25                     |
| <b>Cumul</b>                                       |                        | <b>145,3</b>           | <b>216,4</b>           | <b>286,2</b>           |     | <b>614,9</b>           |     | <b>903,8</b>           |     | <b>1 136,00</b>        |     | <b>1 312,90</b>        |     | <b>1 452,10</b>        |

En 2050, le parc de VP circulant thermique serait encore de presque 6 millions de véhicules (soit 16% du parc total). Le parc en question parcourrait 60 milliards de véh\*km, c'est à dire environ 14% du total. Le bilan est un peu plus favorable au second niveau en raison de l'hypothèse, d'habitude vérifiée, qui consiste à considérer que les véhicules plus jeunes roulent davantage que les plus anciens.

En 2050, les véhicules thermiques émettraient encore un peu plus de 7 Mt par an qui viendraient s'ajouter aux émissions associées à la circulation des VEB (4 Mt) et à celles liées à leur fabrication (14 Mt). En cumul, les années à venir qui nous séparent de 2050 verraient le parc VP français alourdir nos émissions de CO<sub>2</sub> de 1,5 Mds de tonnes. Nous atteindrions des flux annuels en 2050 qui seraient de 26 Mt. C'est évidemment un progrès considérable si l'on compare ce que l'on observerait en fin de période avec la situation actuelle où nos émissions annuelles sont plutôt à 73 Mt annuelles (**Tableau 13**). Cependant, le parc serait loin d'être « propre » en 2050 et l'on peut légitimement chercher à accélérer le processus en identifiant les voies qui soient à la fois moins consommatrices de fonds publics et génératrices du cumul le plus faible. Il est utile de rappeler qu'en matière de réchauffement, c'est le total de ce que nous émettrons dans l'atmosphère qui importe.

### *3.2.2.3. Le scénario pro-rétrofit face au scénario pro-VEBN*

Nous proposons d'opposer la voie du soutien au rétrofit à celle du soutien aux immatriculations de VEBN. Nous imaginons que ces deux politiques sont appliquées de manière exclusive pendant 15 ans. L'objectif est d'obtenir que 200 000 véhicules de plus soient ainsi « verdis » (soit rétrofités soit nouveaux) dans les années à venir.

Plus précisément, le soutien aux immatriculations de VEB neufs repose sur l'hypothèse qu'une solution puisse être trouvée qui permette que les 200 000 VEB supplémentaires viennent prendre la place de véhicules en circulation situés dans la tranche des 15/35 ans qui sont à la fois les plus émetteurs de CO<sub>2</sub> et ceux qui posent le plus de problèmes en termes de qualité de l'air (oxydes d'azote NO<sub>x</sub> et particules fines PM).

Pour le soutien aux rétrofits, nous considérons que les 200 000 véhicules thermiques transformés le sont dans la tranche des 7 à 10 ans (c'est-à-dire, dans les 4 millésimes concernés chaque année). Puisque à partir de 2035, les véhicules thermiques ne sont plus immatriculés et que la baisse est déjà très sensible dans les années précédentes, nous faisons démarrer le rétrofit massif en 2024 et l'arrêtons en 2033. À partir de 2034, les véhicules thermiques à rétrofiter seront ceux fabriqués aujourd'hui et auront au plus 10 ans. Ils seront en assez petit nombre et souvent hybridés ce qui rend le rétrofit moins opportun.

Pour que notre simulation soit équilibrée, nous comparons des politiques publiques conduites sur 15 ans dans les deux cas et prolongeons pour cela la politique d'aide au rétrofit conduite pendant 10 ans par 5 années de soutien aux achats de 200 000 VEBN supplémentaires.

Les deux politiques sont comparables mais, dans notre modèle de démographie des parcs, elles génèrent des effets collatéraux sur les parcs et les kilométrages parcourus assez impactant. En effet, les véhicules récents sont, dans le corps d'hypothèses que nous retenons parce que c'est ce que l'on constate de manière récurrente, des véhicules qui :

- i) roulent davantage ;
- ii) vivent plus longtemps que les véhicules rétrofités.

Il en résulte que la politique de soutien aux achats de VEBN a tendance à générer, dans notre modèle, un parc plus important et un « trafic VP » (i.e. un nombre de véh\*km parcourus annuellement) plus élevé. On pourrait chercher à intégrer cet « effet rebond », ce qui militerait pour le rétrofit. On peut aussi

considérer que la limitation des kilométrages parcourus par l'ensemble du parc et spécifiquement, par le parc ancien, relèvent d'autres mesures (transfert modal, contrôle technique renforcé, coût du parking, taxation de la détention, etc.). Nous faisons plutôt ce choix et neutralisons l'effet en calculant des émissions par km parcouru appliqué à un nombre de véh\*km qui est le même (490 milliards) dans les trois scénarios.

Ce que l'on constate alors est que, dans le cas de la politique de type PAC, davantage de kilomètres sont parcourus avec des véhicules électriques. Il en résulte que les émissions moyennes au km baissent plus avec une politique de stimulation des immatriculations de VEBN qu'avec une politique, apparemment équivalente, de subvention du rétrofit. Nous considérons que c'est effectivement un effet probable de cette politique de soutien au VEBN que de favoriser l'usage des véhicules récents et peu gourmands.

Le **tableau 14** permet de comparer les résultats entre les deux scénarii volontaristes et le scénario neutre ou scénario « au fil de l'eau ».

**Tableau 14 : Comparaison de scénarii en fonction des émissions de GES**

| Scénarii        | Émissions              | 2022        | 2023        | 2024        | 2025        | 2030        | 2035        | 2040        | 2045        | 2050        |
|-----------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fil de l'eau    | par km                 | 130,9       | 128,7       | 126,0       | 123,2       | 104,9       | 81,8        | 57,4        | 36,9        | 24,3        |
|                 | circulation            | 64,1        | 63,1        | 61,8        | 60,4        | 51,4        | 40,1        | 28,1        | 18,1        | 11,9        |
|                 | fabrication            | 9,1         | 9,5         | 10,0        | 10,6        | 12,9        | 14,4        | 14,4        | 14,4        | 14,4        |
|                 | <b>Total émissions</b> | <b>73,3</b> | <b>72,6</b> | <b>71,8</b> | <b>70,9</b> | <b>64,3</b> | <b>54,5</b> | <b>42,5</b> | <b>32,5</b> | <b>26,3</b> |
| Rétrofit        | par km                 | 130,9       | 128,7       | 125,5       | 122,1       | 101,5       | 80,6        | 55,6        | 35,7        | 24,2        |
|                 | circulation            | 64,1        | 63,1        | 61,5        | 59,8        | 49,8        | 39,5        | 27,3        | 17,5        | 11,9        |
|                 | fabrication            | 9,1         | 10,2        | 10,7        | 11,3        | 13,6        | 16,2        | 14,4        | 14,4        | 14,4        |
|                 | <b>Total émissions</b> | <b>73,3</b> | <b>73,3</b> | <b>72,2</b> | <b>71,1</b> | <b>63,4</b> | <b>55,7</b> | <b>41,7</b> | <b>31,9</b> | <b>26,3</b> |
| Aide VEBN (PAC) | par km                 | 130,9       | 128,0       | 124,4       | 120,7       | 99,2        | 74,3        | 52,5        | 34,5        | 22,7        |
|                 | circulation            | 64,1        | 62,7        | 61,0        | 59,1        | 48,6        | 36,4        | 25,7        | 16,9        | 11,1        |
|                 | fabrication            | 9,1         | 11,3        | 11,8        | 12,4        | 14,7        | 16,2        | 14,4        | 14,4        | 14,4        |
|                 | <b>Total émissions</b> | <b>73,3</b> | <b>74,1</b> | <b>72,8</b> | <b>71,5</b> | <b>63,3</b> | <b>52,6</b> | <b>40,1</b> | <b>31,3</b> | <b>25,5</b> |

Les émissions par km sont données en g alors celles qui concernent la circulation, la fabrication et le total sont en Mt.

Il apparaît une légère supériorité de la solution rétrofit sur la période 2025-2030 par rapport au scénario VEBN. La politique de conversion rétrofit permet de réduire en 2040 les émissions associées à la circulation de manière sensible puisque les émissions annuelles sont alors en retrait de presque 1 Mt (27,3 contre 28,1). Ce gain s'éémousse en 2045 à mesure que les véhicules rétrofités sortent du parc. Il est annihilé en 2050. Au niveau des émissions associées aux fabrications, dans la période où le programme d'aide au rétrofit est actif et où rien n'est fait pour booster les immatriculations de VEBN, la différence est également sensible puisqu'annuellement, l'avantage du rétrofit sur la solution prime à la conversion est de 1,1Mt /an. Le **tableau 15** complète les résultats en agrégeant les émissions sur l'ensemble de la période d'analyse.

**Tableau 15 : Bilan carbone des trois scénarii en cumul sur 25 ans (en Mt eqCO<sub>2</sub>)**

| Scénarii        | 2022 | 2023  | 2024  | 2025  | 2030  | 2035  | 2040   | 2045   | 2050   |
|-----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Fil de l'eau    | 73,3 | 145,9 | 217,7 | 288,6 | 626,8 | 923,8 | 1166,3 | 1353,8 | 1500,6 |
| Rétrofit        | 73,3 | 146,6 | 218,8 | 289,9 | 626,1 | 923,7 | 1167,1 | 1351,0 | 1496,4 |
| Aide VEBN (PAC) | 73,3 | 147,3 | 220,2 | 291,7 | 628,8 | 918,6 | 1150,4 | 1329,0 | 1471,0 |

Au niveau des flux, lorsque l'on fait le cumul des émissions (circulation des véhicules + fabrications et/ou rétrofit), on parvient sur 25 ans à diviser par 3 les émissions et à ne générer en 2050 que 12 Mt par la circulation (division par 6). Dans cette perspective, les deux politiques sont très proches et l'espoir de voir l'avantage en termes de dette carbone du rétrofit induire une supériorité sur la période est déçu. La solution VEBN est effectivement un tout petit peu en retrait jusqu'en 2030 mais se révèle plus efficace en termes d'émissions des véhicules circulant. Pour cette raison, le scénario VEBN affiche un bilan supérieur à partir de 2035. Le fait que les véhicules rétrofités roulent moins et restent beaucoup moins longtemps dans le parc que les VEBN fait plus que compenser la dette carbone supérieure dont ils doivent s'acquitter. Nous calculons ainsi que les quelques 2 millions de véhicules dont le rétrofit serait financé entre 2023 et 2033 ne seraient plus que 1,28 million en 2040 et 763 000 en 2048.

Une telle politique, qui conduirait ainsi dans les 7 ou 8 années à venir, à obtenir des effets très proches en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>, a, 25 ans plus tard, des effets plus différenciés. À l'échéance de 2050, la politique de type PAC est supérieure à celle qui consiste à soutenir le rétrofit dans les 10 ans qui viennent.

### 3.2.3. Enseignements de l'analyse et discussion

On pourrait néanmoins conclure à la pertinence « dans l'urgence » ou à court terme de la politique de soutien au rétrofit sur ces bases si le coût pour la puissance publique (et/ou les agents privés) était le même dans les deux cas et, *a fortiori*, si le rétrofit était moins cher. En fait, au départ, le surcoût paraît assez homologues puisqu'il se situe aux alentours de 12 000 euros. Il correspond au coût d'un rétrofit et/ou au surcoût associé à l'acquisition d'un VEBN (si l'on compare deux véhicules du segment B du type citadine *Peugeot 208*).

On ne peut toutefois arrêter la discussion à ce stade et ce, pour plusieurs raisons.

- i) La première est que les deux cas de figure ne renvoient pas aux mêmes « consentements à payer » (CAP) des clients. Pour cette raison, les partages entre agents privés et puissance publique ne seraient pas les mêmes. Si l'on en croit le GIPA (2023), la subvention requise doit couvrir la différence entre le montant facturé pour une opération de rétrofit (10 500 euros si l'on est optimiste) et un CAP que le GIPA situe à 1900 euros. L'opération coûte donc à la puissance publique 8 500 euros et les 2 millions de rétrofit généreraient dès lors une dépense de l'Etat ou des collectivités de 17 milliards d'euros. À cela s'ajouterait le financement des primes à la conversion versées entre 2033 et 2038 pour obtenir les 200 000 VEBN immatriculés en sus chaque année. Si on chiffre les aides à la conversion à 5 000 euros par VEBN immatriculé, le soutien au VEBN coûte 1 milliard d'euros par an<sup>36</sup> soit 5 milliards d'euros sur cette période. On a ainsi un plan qui coûte 22 milliards d'euros et qui génère des effets marginaux à l'horizon 2050 et un plan qui permet de réduire significativement le cumul des émissions qui n'en coûte que 15.
- ii) La seconde raison est que les baisses des coûts des solutions de décarbonation ne sont pas également probables dans les deux *scenarii*. En effet, on peine, dans le cas du rétrofit, à trouver des solutions qui rentrent dans l'enveloppe des 11 500 euros. D'ailleurs, celles qui y parviennent concernent de petits véhicules qui voient leurs performances et leur polyvalence réduites par l'opération de rétrofit. C'est ce qui implique le faible consentement à payer (CAP) pour ces opérations. Puisque, parallèlement, on ne voit guère pour l'heure de raisons de parier sur une baisse significative des coûts des opérations de rétrofit, l'idée que la perfusion

---

<sup>36</sup> Le coût total correspond à la subvention publique de 5 000 euros par VEBN pour un volume de 200 000 VEBN subventionnés sur la période 2033-2038 soit : 200 000 \* 5 000 \* 5 = 5 Mds d'euros.

importante des années à venir pourra baisser ensuite est difficile à défendre. Une baisse importante des coûts de rétrofit permettrait d'envisager une baisse du montant de la subvention et/ou une autre répartition de l'enveloppe de dépenses de 17 milliards d'euros. Ainsi, il deviendrait envisageable de situer ces coûts au-dessus de 8 500 euros de 2024 à 2029 et en deçà ensuite. Notre enquête ne permet guère aujourd'hui de motiver un tel pari.

- iii) La troisième raison renvoie à l'étroitesse du marché telle que nous l'avons décrite tout au long de ce rapport. La fenêtre de tir que l'on ouvrirait artificiellement, en mettant la filière rétrofit sous perfusion publique, se refermerait très vite. Les 200 000 opérations que l'on aurait toutes les peines du monde à assurer entre 2024 et 2027, ne seraient plus nécessaires en 2034 puisque les clients potentiels trouveraient avec les VEBO des solutions décarbonées équivalentes en prix et très supérieures en qualité. La question de la reconversion des actifs humains et physiques ainsi développés se poserait alors. On pourrait bien avoir construit alors une industrie pour laquelle on peinerait à trouver un avenir. De ce point de vue, le VEBN aidé ou « social » peut à l'inverse élargir le marché et permettre d'en infléchir les contours en incitant les constructeurs -ou certains d'entre eux- à développer les offres adaptées aux clients à CAP plus faibles.

### 3.3. Les politiques publiques d'accompagnement et le modèle économique

#### 3.3.1. La fragilité du modèle économique liée à l'étroitesse des marchés à rétrofiter

La défense du rétrofit hésite parfois quand on cherche à décrypter les propos entre deux visions. La première relève d'un discours qui consiste à dénoncer le caractère problématique de la mise en place des ZFE-m qui laissent -ou laisseront- de très nombreux ménages et artisans sans solution. La seconde renvoie au discours contraire qui ne peut que se féliciter de la mise en place des ZFE-m et, le cas échéant, de leur sévérité. Une mise en œuvre stricte représente en effet l'argument le plus convaincant qui puisse être pour amener les clients à opter pour le rétrofit. Sans cela, les capacités des entreprises proposant ces solutions à convaincre des clients, l'Etat et les collectivités de se tourner vers elles, paraissent bien faibles.

##### 3.3.1.1. L'étroitesse accrue du marché, résultante du décollage du VEBN

De manière assez homologue, s'agissant des subventions à consentir et de l'évolution possible de ces aides, les représentants du rétrofit insisteront tantôt sur la nécessité d'un soutien massif en faisant référence aux enjeux sociaux et climatiques, tantôt sur la modestie des budgets à engager étant donné le nombre limité *in fine* de véhicules qui seront concernés.

Ainsi, en 2024, il convient de tenir compte de ce qui s'est produit ces dernières années pour statuer. De ce point de vue, trois constats méritent d'être faits :

- i) le marché du VEBN a progressivement décollé pour le VP et, avec la prohibition des VT actée pour 2035, la multiplication des offres et la descente en gamme qui s'annoncent, les *scénarii* qui se concrétisent sont, quand on les compare aux travaux prospectifs<sup>37</sup> qui étaient faits en 2020, ceux qui étaient les plus optimistes ;
- ii) LOM et LCR ont mis la question des ZFE-m au cœur du débat public. Cela a conduit à ce que l'on assiste dans un premier temps à des décisions des collectivités qui ont eu tendance à aller au-delà de ce que le législateur exigeait. Depuis 2022, l'inverse est vrai ; les collectivités battent

---

<sup>37</sup> <https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2021-04/Autofocus%2090%20-%20Prospective%202030.pdf>



en retraite lorsqu'elles s'aperçoivent de l'impraticabilité sociale et technique de certaines mesures. Ainsi, la mesure qui consistait à interdire les véhicules « Crit'Air 3 » a été rejetée au bénéfice d'un modèle de gestion « patiente » des parcs<sup>38</sup> ;

- iii) le rétrofit a bénéficié d'une assez grande bienveillance de la part du législateur comme des collectivités territoriales. L'espace d'opportunités qui pouvait en 2019 paraître limité par les difficultés d'homologation et l'absence d'aides au rétrofit s'est clairement ouvert et les acteurs du rétrofit ont, dans ce climat, réussi fréquemment à lever des fonds. Malgré cela, on a attendu en vain les homologations passées et les véhicules réellement rétrofités. La mise en liquidation de la médiatique entreprise *Transition-One* début 2023 a, de ce point de vue, symbolisé l'incapacité des *start-ups* à occuper de manière convaincante, pour le VP tout du moins, l'espace qu'on leur avait créé.

### 3.3.3.2. Le coût des batteries : le talon d'Achille du rétrofit VP

Les raisons qui rendent le marché du véhicule rétrofité si étroit sont celles déjà évoquées et sont, au fil des mois, apparues comme dirimantes. S'il ne s'était agi que d'amorcer le démarrage d'une filière dont le business model à 2 ou 3 ans eût été clair, tout laisse accroire que les soutiens requis auraient été trouvés. Mais l'ampleur des baisses de coûts requises est apparue assez largement hors d'atteinte et les offres sont restées, malgré les aides, trop chères pour que des clients puissent accepter un rétrofit (qui dégradait les caractéristiques fonctionnelles de leur véhicule). Étant donné le faible nombre de véhicules ou de clients concernés, le marché du VEBO, même embryonnaire, a semblé capable de couvrir le besoin et, puisque ce qui était déjà vrai était appelé à l'être plus encore à terme, la voie du rétrofit VP est apparue comme une impasse.

Comparée à la filière rétrofit VUL – et sans doute VI, Cars et Bus ou engins spéciaux –, les rétrofiteurs VP pourront avoir le sentiment d'être victimes d'une injustice. En effet, la question – dont nous avons souligné l'importance – de l'accès à des fournisseurs de modules de batteries dans des conditions proches ou équivalentes de celles qu'ils réservent aux constructeurs est résolue par les accords entre rétrofiteurs et constructeurs dans le cas du VUL alors qu'elle ne l'est pas pour le VP. Il ne s'agit pas là d'une injustice mais d'une contrainte objective : les rétrofiteurs VUL peuvent utiliser des « packs » de batteries équivalents à ceux utilisés en première monte et, dès lors, le constructeur n'a pas à formuler à son fournisseur de batteries de demande spécifique pour fournir le rétrofiteur. Tel n'est pas le cas en matière de VP où il faut concevoir et faire homologuer une batterie adaptée à chaque véhicule. On remarquera de ce point de vue que les solutions de rétrofit proposées par *Renault* pour des véhicules de collection du type *R5* ou *4L* ne cassent pas les prix puisqu'elles sont proposées aux alentours de 12 000 euros pour des autonomies de 80 km !

### 3.3.1.3. Restrictions de circulation et VEBO : les derniers obstacles au rétrofit

Ces arguments et, surtout, les projections raisonnables que l'on peut faire sur le VEBO, nous paraissent militer pour une limitation des soutiens à cette « filière » qui ne peut en devenir une ni ici ni ailleurs. On peut en effet éventuellement arguer que l'on va cesser de soutenir une activité avant qu'elle ait pu démontrer son potentiel. Il est aussi possible de défendre que les volumes que les acteurs ne trouveront pas en France (où les ZFE-m sont insuffisamment contraignantes) pourraient être trouvés ailleurs en Europe. En effet, le marché semble potentiellement plus florissant grâce aux « *Low Emission Zones* » (LEZ) beaucoup plus strictes et aux soutiens publics beaucoup plus puissants dont leur mise en place est assortie. Il s'agit là, nous semble-t-il, d'un subterfuge assez classique que l'on a déjà vu utiliser par

---

<sup>38</sup> <https://www.autoactu.com/actualites/zfe-m-mieux-vaut-la-patience-de-clermont-que-la-precipitation-des-grandes-metropoles>

d'autres *start-ups* de la mobilité comme celles qui cherchaient à développer l'autopartage « *Consumer-to-Consumer* ». Le discours usuel se résume à : « la croissance que l'on n'a pas ou plus chez soi est – promet-on aux investisseurs – à rechercher à l'international et il nous faut pour cela des fonds supplémentaires ». Il se trouve que les freins au développement de l'activité que l'on trouve en Allemagne ou ailleurs sont les mêmes. Dans le cas du rétrofit VP, la concurrence des VEBO et leur abondance croissante est une réalité dans toute l'Europe puisque notre marché du VO, lui aussi, est unique.

Ces arguments qui concernent le VP ne valent que très partiellement pour le VUL, à condition toutefois d'être extrêmement vigilant sur deux questions clés. L'une est la question de la concurrence des VEBO et a déjà été assez largement abordée. L'autre est celle du devenir à terme des entreprises engagées dans des activités de rétrofit pour les années à venir qu'elles ne pourront plus pratiquer dans dix ans.

### 3.3.2. Les perspectives de viabilité économique

#### 3.3.2.1. *De rares accords entre rétrofiteurs et constructeurs malgré un cadre réglementaire favorable au rétrofit*

De l'examen de la question et des évolutions qui se sont faites jour entre 2020 et aujourd'hui, nous retirons l'idée – exprimée par certains politiques interrogés – que le politique a fait son office en ouvrant un espace d'opportunités que les innovateurs pouvaient occuper en convainquant clients, pouvoirs publics, investisseurs ou constructeurs. Bénéficiant d'un *a priori* politique et médiatique très favorable, le monde du rétrofit s'est ainsi activé et de ce bouillonnement sont nées beaucoup de désillusions et peu de certitudes.

Concernant le VP, personne ne semble être en mesure de promettre, en étant crédible, la baisse de coût de l'ampleur requise pour rendre le marché solvable. Ainsi, même les 200 000 rétrofits que nous avons simulés ne le sont que pour 10 ans et sans que le soutien public puisse décroître d'année en année. On serait de même en peine d'identifier qui pourrait être concepteur des kits et apte à en assurer la production et le montage sur 200 000 véhicules par an (0,5% du parc).

Il existe quelques cas où le rétrofit VP pourrait éventuellement se faire dans des conditions un peu homologues à celles que les signataires d'accords avec les constructeurs obtiennent d'eux. Ces accords donnent la possibilité aux rétrofiteurs d'accéder aux mêmes batteries que les constructeurs et ce, à des conditions de coûts homologues (i.e. : divisés par 3 ou 4). Le plus souvent, ces accords concernent des véhicules qui sont aujourd'hui proposés dans des versions thermiques et électriques. Ainsi, il devient possible de concevoir des kits et des homologations permettant au véhicule rétrofité de ne pas être le véhicule atrophie habituellement associé à un rétrofit. Grâce à cette configuration spécifique, le rétrofit permet de fabriquer un véhicule offrant, à un coût plus raisonnable, une prestation équivalente à celle d'un VEBN.

#### 3.3.2.2. *Des clientèles difficiles à convaincre*

Le problème est que les acheteurs de ces VP, en version thermique ou hybride, n'ont précisément pas souhaité sauter le pas et que ce ne sont pas *a priori* eux qui les rétrofiteront. Si parce que le BOM est deux fois moindre, qu'il n'y a pas de coût d'homologation et que le kit est aisément monté en atelier, ces *Twingo, 2008, 208, DS3, Corsa* ... pourraient peut-être être rétrofitées pour 5 000 ou 6 000 euros.

Dans le cas d'une *Peugeot 208* diesel de 2020 de moins de 100 000 km valant 9 000 euros, elle pourrait être proposée électrifiée à 15 000 ou 16 000 euros avec une batterie neuve. Si la demande est forte, même en l'absence d'aide, ce serait une manière de diviser par deux le coût d'accès à une motorisation électrique (sans avoir, cette fois, à renoncer trop évidemment à la polyvalence du véhicule thermique

remplacé). Le problème est que les VEBO équivalents sont à ce prix et que le rétrofit viendrait – même en l'absence d'aides – rendre invendables les VEBO, sauf à les brader.

Sachant les problèmes que posent déjà les valeurs résiduelles et les craintes qu'elles soient trop faibles pour associer les opérateurs du leasing et loueurs longue durée à la souhaitable accélération de la diffusion des VEBN, promouvoir une telle solution n'est d'évidence ni de l'intérêt des constructeurs ni des pouvoirs publics. Décidément, le rétrofit des VP paraît bien improbable.

L'objection ne vaut pas pour l'instant pour le VUL car il n'y a pas de VULEBO en concurrence avec les VUL rétrofités mais lorsque les concessions reprendront des *Renault Master* électriques dans quatre ans, il faudra veiller à ce que les offres de rétrofit ne soient pas trop compétitives ou trop aidées sans quoi les mensualités qu'il faudra proposer aux clients désireux de s'équiper en VULEBN seront dissuasives.

### 3.3.2.3. Les perspectives des véhicules autres que le VP : le cas des VUL

Nous montrons que, même dans les conditions évoquées, les gains en CO2 obtenus sont suffisamment conséquents pour que, malgré le coût de la subvention par voiture rétrofitée, le soutien pendant 10 ans soit presque défendable. Le problème est que l'on peine aujourd'hui à identifier des candidats solides qui ne soient plus dans le « pitch » du startuper mais qui pourraient effectivement assurer ces volumes, former des réseaux de réparateurs, contrôler leur travail, etc. On perçoit ce que pourraient y gagner en complément d'activité et en accélération de leur formation (et de leurs homologations) pour traiter des VEB, les garagistes qui s'y engageraient. On voit pour l'instant mal quelles entreprises se développeraient sur ces bases et ce qu'elles deviendraient à terme, une fois la fenêtre rétrofit refermée dans une dizaine d'années. C'est pourtant, nous semble-t-il, en ces termes aussi qu'il faut se poser la question.

De ce point de vue, la configuration VUL est assez symétrique : les entreprises qui se positionnent sur ce créneau et, *a fortiori*, celles dont les constructeurs ont choisi de faire leurs partenaires ont, au fond, fait le cheminement que nous avons fait dans ce rapport. Leurs dirigeants sont partis sur une conviction forte que l'idée du rétrofit était judicieuse et, sachant que « une bonne idée mal mise en œuvre devient une mauvaise idée », ont examiné toutes les mauvaises concrétisations envisageables pour les éliminer. Le VP en faisait partie. Ils l'ont testé. L'entreprise *Toiv* a, par exemple, travaillé sur des versions « société » de VP... Ils ont progressé techniquement sur les différents éléments clés de la performance d'un VEB et c'est cette solidité technique qui a amené les constructeurs, qui ont généralement rencontré et évalué tous les rétrofiteurs, à les sélectionner pour aller plus loin dans l'élaboration conjointe d'offres.

Pour reprendre l'expression de notre interlocuteur politique déjà cité, l'espace que le politique avait créé en 2020 a été exploré, débroussaillé et éclairé par les acteurs de l'écosystème ce qui a, de ce mouvement darwinien, dégagé les voies et acteurs les plus aptes à survivre. Aujourd'hui, la puissance publique peut lever le pied dans ce premier volet de l'action publique qui consistait à créer un « milieu innovateur » et/ou à permettre qu'il émerge. Face à l'urgence, il faut maintenant soutenir ceux qui peuvent proposer dans des délais raisonnables des solutions opérationnelles. Ils ne sont pas légion et sont dans le VUL. La puissance publique confirme ses soutiens aux clients désireux de rétrofiter leurs fourgons et complète son intervention par un volet beaucoup plus « politique industrielle » qui mobilise le CORAM<sup>39</sup> et en réserve l'accès aux « plus aptes ». Restera à déterminer ce que, une fois le rétrofit devenu un souvenir,

---

<sup>39</sup> Cet appel lancé en 2022 vise à soutenir des projets de recherche et développement portés par des entreprises de la filière automobile et mobilité routière, petites, moyennes ou grandes, seules ou associées au sein d'un consortium, qui accélèrent la mise sur le marché de technologies, de services et/ou de solutions ambitieuses innovantes et durables en matière de mobilité, depuis les phases de recherche industrielle jusqu'à la démonstration plus aval de l'intérêt d'un système dans son environnement opérationnel. Il est coordonné par BPI France.

ces entreprises deviendront. Lorsque l'on les interroge à ce sujet, elles disent se considérer comme de très bons et complets cabinets d'ingénierie en matière de VEB. Les interlocuteurs chez les constructeurs confirment.

Il nous semble ainsi que pour conduire le travail de décarbonation et pour développer le tissu industriel français, il est, en 2023, opportun de cesser d'alimenter médiatiquement et politiquement la machine à fabriquer des illusions concernant le rétrofit VP. On peut au contraire avoir, avec quelques acteurs triés sur le volet, des ambitions de l'ordre de 0,5% du parc annuel rétrofité en matière de VUL et ce, pendant au moins 10 ans. Si tel est le cas, c'est parce que, en ce domaine, à cause de la rareté des VULEBO, du nombre réduit d'acteurs et des accords avec les constructeurs, on peut raisonnablement parier sur des baisses conséquentes des coûts des solutions de rétrofit. Il est ainsi possible de partir de soutiens au-dessus de 10 000 euros (voire de 12 000) pour, après 3 ou 4 ans, les réduire progressivement en monitorant la mesure pour rester dans un objectif de 30 000 ou 40 000 véhicules par an. Le terme auquel ces plans ne pourront plus avoir cours est difficile à imaginer en 2023 mais, vraisemblablement, la concurrence du VULEBO deviendra problématique à 10 ans. Le travail sur le devenir des entreprises et des compétences acquises devra être entrepris dans l'intervalle.

#### *3.3.2.4. Les innovations dans les technologies des batteries comme perspective pour le rétrofit VUL ?*

Dans cette perspective, certains évoquent les opportunités que créera, à terme, l'évolution des chimies des batteries et l'amélioration de leurs performances. Ils espèrent que cela rendra possible, en « *Business to Business* » au moins, un rétrofit des véhicules électriques pour leur permettre d'être dotés à 5 ou 10 ans des caractéristiques d'autonomie et/ou de vitesse de charge des nouvelles générations. Ceci serait envisageable si :

- les progrès des technologies étaient extrêmement rapides ;
- les utilisateurs professionnels de VEB étaient très contraints par les technologies existantes ;
- les kits de rétrofit en question concernant les batteries, les moteurs ... étaient particulièrement peu chers ;
- les batteries vieillissaient mal et devaient de toute façon être changées ou renouvelées durant les 20 ou 30 années de vie des VE.

*A priori*, pour assurer la pérennité des entreprises de rétrofit 10 ou 15 ans après que les immatriculations de VEB soient devenues la seule possibilité pour clients et constructeurs, il faudrait que ces quatre conditions soient réunies en même temps.

L'exemple qui nous a été cité est celui de la *Renault Zoé* de première génération mais ici, pour un utilisateur professionnel, on voit mal, comment et pourquoi, la solution du rétrofit serait perçue comme préférable au remplacement par une nouvelle *Zoé* de deuxième ou troisième génération. Il existe un marché de l'occasion pour des clients qui sont demandeurs de *Zoé* peu chères même à 100 km d'autonomie. Dans ce cas, la logique n'est pas de rétrofiter mais de laisser les demandes des consommateurs se diriger sur les véhicules aux caractéristiques qui sont ajustées à leurs usages plutôt que de se lancer dans des opérations complexes et coûteuses. L'objection vaut moins pour des véhicules très équipés mais leur part est plutôt minoritaire et – surtout – beaucoup d'entre eux (véhicules utilisés sur les marchés par exemple, les corbillards ou les camions de pompiers) font assez peu de kilomètres par jour.

\*

\*\*\*

La troisième partie de ce rapport propose des éléments de chiffrage relatifs à la stratégie de rétrofit comme outil de décarbonation du parc automobile français de VP. L'objectif est de proposer une analyse quantifiée des volumes de véhicules en circulation éligibles à l'électrification, des volumes de VEBN nouvellement immatriculés, des parcs et de leur structure par âges et par motorisation à 2050 ainsi que de leurs effets en matière d'émissions de GES.

La définition de *scenarii* d'évolution fondés sur deux politiques publiques volontaristes en matière d'électrification, permet de prendre la mesure des ordres de grandeur des flux et des stocks d'émissions relatifs au parc de VP. Enfin, en considérant les efforts de la collectivité pour accompagner de tels changements, le travail proposé permet de mesurer le coût associé à de telles politiques du point de vue des finances publiques. L'option retenue pour cette analyse est celle des coûts d'abattement.

En dépit d'hypothèses restrictives et d'une modélisation nécessairement simplificatrice, il est possible de dégager plusieurs enseignements de ce travail quantitatif. La stratégie de rétrofit s'avère être assez nettement en retrait du scénario « pro VEBN » en termes d'émissions de GES à l'horizon 2050 et ce, malgré une dette carbone de moitié inférieure. En effet, malgré des gains d'émissions plus importants jusqu'à 2035 expliqués par ce facteur, le scénario rétrofit perd rapidement son avantage du fait de la moindre longévité de ces véhicules comparée à celle des VEBN. De même, les deux politiques ne sont pas équivalentes du point de vue des finances publiques. Plus précisément, nous pouvons conclure que :

- Les trois *scenarii* ne sont pas équivalents du point de vue de la structure du parc de VP à échéance de 2050. Se pose en effet la question de la durée de vie moindre des véhicules rétrofités lorsqu'on les compare à celle des VEBN sur la période. De même, la qualité et la polyvalence des véhicules rétrofités sont dégradées par rapport au service rendu dans leur version initialement thermique. En particulier, l'autonomie est nécessairement moindre pour les véhicules rétrofités que pour les VEBN.
- L'approche en termes de coût d'abattement montre que, du point de vue des pouvoirs publics, l'appui au rétrofit s'avère être une moins bonne affaire que la politique « pro-VEBN ». Cet écart s'explique en grande partie par des différences de CAP entre les clientèles VEBN et celles du rétrofit. La moindre CAP des clientèles du rétrofit oblige à socialiser davantage le coût de l'électrification, ce qui modifie la répartition du financement public/privé du dossier.
- Pour le rétrofit, les hypothèses conduisent naturellement à la fermeture progressive du marché du fait de l'électrification des parcs engagée depuis 2019. Ainsi, les investissements consentis par les acteurs de cet écosystème, tant en termes d'outillage, de R&D que de ressources humaines devraient, si l'activité devenait importante, trouver à s'employer ailleurs que dans le rétrofit à terme. Les incertitudes qui entourent cette question limitent un peu plus de notre point de vue la pertinence d'un soutien public significatif à la pratique du rétrofit VP.
- À la fois pour des raisons techniques et économiques, l'application de la conversion électrique au VUL semble ouvrir des perspectives plus encourageantes que sur le VP. La possibilité d'ouvrir des partenariats avec les constructeurs et d'accéder à des kits compétitifs pourraient, si les stratégies sont engagées assez vite, permettre l'ouverture d'une fenêtre d'opportunité. Bien entendu, la filière du rétrofit VUL devrait être considérée comme une filière de transition puisque, comme dans le cas du VP, les VUL rétrofités seraient eux aussi concurrencés par des VULEBO.

## Conclusion & perspectives

Les enjeux liés au dérèglement climatique ont fait florès et les annonces de mesures visant à limiter l'ampleur du phénomène ont été nombreuses en France et en Europe ces dernières années. Le plan européen pour une neutralité carbone à 2050, ou *Green Deal*, a entamé à partir de 2015 un virage pour l'Union Européenne. Avec des émissions de GES en hausse depuis 1990, le secteur des transports va devoir contribuer significativement à l'effort de décarbonation. Les mobilités automobiles vont être largement mises à contribution.

Ce contexte si particulier explique le volontarisme affiché des dirigeants politiques et de certains représentants du secteur des mobilités pour une électrification massive des parcs automobiles. Poussés par « l'urgence climatique », certains sont intimement convaincus qu'il faut faire feu de tout bois dans cette bataille, rendant ainsi le rétrofit hautement souhaitable. De ce point de vue, le présent rapport propose de décrypter la situation qui a prévalu entre 2020 et 2023 s'agissant de l'électrification des parcs automobiles (VP) et de l'enthousiasme qu'a pu susciter le rétrofit. Tout portait à croire que le rétrofit serait la « bonne idée » pour répondre à la nécessité urgente de décarboner le parc.

L'étude propose ainsi une lecture du rapport publié par l'ADEME en 2021 qui symbolise la manière dont le dossier était appréhendé. Encouragé par une réglementation plus favorable (avril 2020), l'essor de la filière semblait, sinon assuré, du moins probable lors du déconfinement du printemps 2020. L'accueil du public et de la presse était d'ailleurs (et demeure aujourd'hui) plutôt favorable car le rétrofit vient renforcer les préceptes de l'économie circulaire appliqués au secteur automobile. Jusqu'ici, l'économie circulaire se limitait à obliger les réparateurs à proposer systématiquement des pièces de réemploi dans les opérations d'ERA. On a cru avoir trouvé avec le rétrofit un bon moyen d'aller très au-delà. Malgré cet enthousiasme, la réalité des véhicules rétrofités (en particulier des VP) est demeuré plutôt confidentielle même si des prototypes ont été homologués et mis à la route à l'instar de quelques véhicules de collection -tels que des *Citroën Mehari* ou *2CV*. Plusieurs facteurs expliquent cet état de fait. La présente étude vise à les expliciter pour mieux appréhender les perspectives du rétrofit dans les années à venir.

En premier lieu, la présente étude repose sur une lecture attentive de la publication de l'ADEME de 2021 qui dresse un état des lieux du sujet tel qu'il se présente en 2020. Toutefois, la posture de ce rapport interroge.

En proposant d'explorer le « comment soutenir le rétrofit », les auteurs de ce rapport ADEME tentent de convaincre des bénéfices de la pratique rétrofit. À cette fin, le raisonnement proposé interpelle car il repose sur des bases quelque peu biaisées. Le rapport compare systématiquement les pratiques du rétrofit aux achats de VEEN. Or, les arbitrages des ménages en matière automobile sont loin d'être fondés sur une telle comparaison. Les fondamentaux de l'économie de l'automobile nous rappellent que sur ce sujet, les ménages cherchent à minimiser les coûts en se détournant des VN pour acquérir des VO. À travers un exemple simple, nous soulignons que face à de tels comportements, les données économiques de l'arbitrage VO/rétrofit tournent à l'avantage du VO (sauf à considérer une aspiration très forte et une impatience tout aussi forte pour l'électrique). Ce calcul microéconomique simple illustre ainsi l'étroitesse du marché pour le rétrofit tel qu'il se présente depuis 2020. En revanche, pour le VUL, une approche des parcs, des caractéristiques techniques et de la profondeur des gammes conduit à considérer l'existence d'une fenêtre d'opportunités plus large que pour le VP.

En second lieu, le travail proposé repose sur la réalisation d'entretiens qualitatifs auprès de personnalités en prise avec l'écosystème du rétrofit issues des sphères entrepreneuriales, politiques ou de professionnels-experts. La conduite de ces entretiens a permis de mieux saisir la manière dont le sujet était posé. On comprend que cette stratégie est reconnue comme intéressante en tant qu'outil pour une décarbonation des parcs. L'argument environnemental « fait mouche ». Au-delà de la véracité de son

effet, il ressort que le lobbying autour du dossier a aussi répondu à la thèse selon laquelle, quoi qu'il en soit, « il ne fallait pas tuer l'idée dans l'œuf ». C'est ainsi que le dispositif d'accompagnement réglementaire est né en 2020. Ce dernier a ainsi permis de lever, du moins en grande partie, l'épineuse question des homologations. La validation, jusqu'ici obligatoire, du constructeur du kit de rétrofit pour chaque modèle de véhicule était ainsi abandonnée. Néanmoins cela n'a pas complètement permis de lever tous les blocages. L'existence de logiques industrielles sous-jacentes contraignent les perspectives économiques de la stratégie. En effet, si les homologations ont été facilitées, elles demeurent coûteuses, ce qui nécessite que des volumes soient garantis pour permettre l'équilibre financier de l'écosystème. La question des conditions tarifaires et techniques de l'approvisionnement en batteries et en composants a aussi révélé une source de contraintes supplémentaires pour le rétrofit VP. Nous avons ainsi souligné que le rétrofit VP s'accompagne inévitablement d'une baisse de la polyvalence des véhicules sujets au rétrofit pour un tarif global nettement supérieur à celui lié au renouvellement par un VO thermique ou par un VEBO.

Il s'agit là d'une équation assez habituelle dans l'histoire de l'industrie et dans celle de l'automobile. C'est probablement là où l'étroitesse du marché a anéanti les espoirs de certains acteurs de cet écosystème. Outre la concurrence des VO thermiques, l'interdiction des VT vendus neufs à partir de 2035 accélère la diffusion et les perspectives de diffusion du VEBN dont la conséquence est l'émergence d'un marché du VEBO. Cela représente une concurrence potentielle féroce pour l'écosystème rétrofit. Sur le VUL, nous nous apercevons que cette réalité est beaucoup moins nette confirmant ainsi l'existence d'une fenêtre plus large.

Troisièmement, l'apport de ce travail repose également sur des projections de parcs en considérant des politiques volontaristes : l'une « pro-rétrofit » et l'autre « pro-VEBN ». À partir d'une simulation des parcs et des immatriculations, les résultats confirment l'intérêt à court terme du rétrofit du point de vue des économies d'émissions de GES. Ils indiquent aussi que, très rapidement, cet avantage s'étiolle car les véhicules rétrofités plus anciens roulent moins et sortent bien plus rapidement du parc. En complément, une approche en termes de coûts d'abattement est proposée, ce qui permet de comparer ce que la collectivité aurait à supporter pour décarboner le parc dans les différents scénarii. Les résultats indiquent que, de ce point de vue, le scénario « pro-rétrofit » est moins intéressant car il oblige à subventionner davantage les conversions à l'électrique, notamment du fait d'une CAP moindre chez les clients rétrofit que chez les clients VEBN. Ces données orientent en faveur de politiques pro-VEBN.

En définitive, le rétrofit apparaît en 2024 comme une stratégie crédible de baisse des émissions de GES mais dont la réalité économique se heurte à l'émergence d'une filière du VEBN. La montée en puissance de l'outil industriel en France et en Europe, associée aux importations de VEBN, conduira selon toute vraisemblance à une baisse des prix des véhicules si l'on parvient à faire en sorte qu'ils soient plus petits et moins lourds. Dans la même perspective, l'intensité accrue de la concurrence risque de porter préjudice au rétrofit, au même titre que la montée en puissance du marché du VEBO.

L'exemple du rétrofit est ainsi symptomatique d'une époque où se mêlent urgence climatique, écologie et réalités économiques et industrielles. Le présent rapport montre que si l'on ne peut pas soutenir à tout prix le rétrofit, il est néanmoins souhaitable qu'une attention sérieuse lui soit portée en le considérant pour ce qu'il est : une bonne solution pour la transition vers la décarbonation, à la condition que les moyens engagés soient à la hauteur des services réellement rendus. Il ne serait pas pertinent de pousser une décarbonation « très impatiente » des parcs en mobilisant des ressources importantes pour une filière dont les uns et les autres savent pertinemment qu'elle ne sera plus dans moins de 10 ans. À la stratégie impatiente, nous préfererons une approche plus patiente des parcs qui permette à la fois la décarbonation et le renouvellement dans le respect des contraintes et des arbitrages des ménages en la matière. Il en va de l'acceptation sociale de la transition.

## Recommandations pour la politique de décarbonation des mobilités automobiles :

- 1) Continuer de rendre possible le rétrofit VP au cas où l'idée de génie qui réduirait son coût par deux ou trois finisse par se dessiner mais cesser de nourrir le dossier concernant les espoirs infondés et les discours incantatoires.
- 2) Limiter l'accès aux dispositifs de politique industrielle de soutien pour les entreprises proposant du rétrofit VP.
- 3) Concentrer le soutien public sur l'achat et la production de VEBN neufs permettant en particulier de répondre aux contraintes budgétaires des ménages (petits véhicules urbains légers ou véhicules intermédiaires) et intégrer la question de la diffusion des VEBO à la planification écologique.
- 4) Adopter une stratégie de décarbonation « patiente » des parcs pour accompagner toutes les catégories de ménages, en particulier les moins aisés, vers une mobilité automobile décarbonée.
- 5) Accompagner quelques acteurs de la filière rétrofit VUL sélectionnés pour :
  - leur permettre de s'inscrire dans une trajectoire de baisse des coûts et d'accroissement des volumes à préciser dans les « *roadmaps* » ;
  - garantir que les compétences et les investissements réalisés puissent être redéployés lorsque les véhicules à rétrofiter n'existeront plus.
- 6) Concevoir des plans rétrofit spécifiques pour les 4 domaines complémentaires non étudiés :
  - les « deux-roues motorisés » (2RM) ;
  - les véhicules industriels ou (VI) ;
  - les cars et bus ;
  - les véhicules spéciaux (engins de chantiers, grues, outillages, etc.).



## Les principaux messages :

Les objectifs de décarbonation des transports obligent à encourager l'électrification des parcs automobiles. Les pouvoirs publics ont ainsi engagé depuis 2020 une politique d'appui au développement du rétrofit dont les réalisations demeurent confidentielles en 2023.

L'analyse du dossier du rétrofit tel qu'il se présente en 2021 (rapport ADEME) néglige la réalité des arbitrages automobiles des ménages qui explique pourtant en grande partie le faible essor du rétrofit VP depuis 2020 en France.

La disposition à payer des ménages pour le rétrofit VP (située entre 1 900 et 3 000 euros) appelle un effort collectif d'environ 11 500 euros par rétrofit en considérant la conversion « clé en mains » facturée aux alentours de 14 500 euros.

L'existence d'une filière du rétrofit ne peut être considérée que comme une filière de transition dont l'espérance de vie ne pourra excéder une dizaine d'années au plus.

La politique volontariste du gouvernement, à travers les arrêtés pris à l'automne 2023, permettent d'envisager une zone de pertinence surtout pour les VUL car le marché du VUL électrique d'occasion ne va pas décoller avant au moins 5 ans et les caractéristiques de ce segment sont assez compatibles avec le rétrofit.

La décarbonation des parcs automobiles doit être considérée comme un processus lent et progressif qu'il est nécessaire d'appréhender avec une certaine patience. Cette patience est indispensable à une acceptation sociale du processus de transition énergétique et environnementale à l'œuvre.

Le dispositif d'aides au rétrofit ne doit être considéré que comme un complément à la politique de renouvellement des parcs automobiles à travers le soutien aux véhicules électrifiés neufs. Ces derniers, issus d'un processus industriel qui présente des perspectives de baisses significatives de coût et de prix, représentent une voie majeure de décarbonation progressive des parcs.

Si la question des matériels assurant la mobilité des personnes et des marchandises est cruciale, elle ne doit néanmoins pas occulter les nécessaires efforts relatifs à l'organisation globale de la société : réflexion sur les besoins de déplacements, l'urbanisation et l'aménagement du territoire, les modes de vie, la sobriété énergétique, etc.

## Références bibliographiques

### Rapports et articles académiques

- AGGARWAL Aditi, 2021, A sustainable process for conversion of petrol engine vehicle to battery electric v case study, *Materials today: Proceedings*, 432-437.
- ALLARD Alexandre, Laurent CASTAGNEDE, 2021, Etude "rétrofit" : conditions nécessaires à un rétrofit économe, sûr et bénéfique pour l'environnement, ADEME, 23 Pages, [https://campus-auto-mobilites.com/sites/campus-auto-mobilites.com/files/u38/ademe\\_etude\\_retrofit-2021-synthese.pdf](https://campus-auto-mobilites.com/sites/campus-auto-mobilites.com/files/u38/ademe_etude_retrofit-2021-synthese.pdf)
- ANFA, 2023, Les chiffres clés du véhicule électrique : baromètre 2023. [https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2023-05/barometre\\_ve.pdf](https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2023-05/barometre_ve.pdf)
- BIGO Aurélien, 2023, *Voitures : Fake or not ?* Tana Editions, 110 p., Paris.
- BIGO Aurélien, 2020, *Les transports face au défi de la transition énergétique. Explorations entre passé et avenir, technologie et sobriété, accélération et ralentissement*, Thèse de Doctorat en sciences économiques, Ecole Polytechnique.
- DEMOLI, Yohann, LANNOY, Pierre. 2019. *Sociologie de l'automobile*. Ed. La Découverte, collection « Repères », N°718, Paris, 120p.
- FRIGANT, Vincent, Bernard JULLIEN, 2018. L'automobile en France : vers la fin d'une vieille industrie ? *Revue d'économie industrielle* 2018/2, n° 162, p.127-162.
- GIPA, 2023, Étude "Conducteurs" 2022 France, GIPA France, Avril.
- HACHE Emmanuel, LOUVET Benjamin, (2023), *Métaux : Le nouvel or noir. Demain la pénurie ?* Editions du Rocher, Paris, 237p.
- HOEFT Fabian, 2021, Internal combustion engine to electric vehicle retrofitting : Potential customer's needs, public perception and business model implications, *Transp. Res. Interdisc. Persp.* 9, 100330.
- JULLIEN Bernard, 2020, Le rétrofit des véhicules thermiques en véhicules électriques : est-ce que l'affaire est sérieuse ? *Autoactus*, 19/10/20.
- JULLIEN, Bernard, PARDI, Tommaso, 2015, Le postfordisme comme mythe et idéologie de la sociologie économique. Du consommateur à la construction sociale du marché automobile, *L'Homme et la société*, 1-2, n°195-196.
- IPCC, 2022, *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*, Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO & UNEP.
- LOUBET, Jean-Louis. 1999. *Citroën, Peugeot, Renault et les autres. Histoire de stratégies d'entreprises*. ETAI Editions, Paris, 416p.
- LUCAS Maxime, Olivier GUYON, Pierre MICHEL, Cyprien TERNEL, Joris MELGAR, IFP Energies Nouvelles, 2023, Etude Rétrofit Gaz, ADEME, 31 pages. <https://librairie.ademe.fr/mobilite-et-transport/6162-evaluation-environnementale-du-retrofit-gnv-et-biog-nv-pour-des-vehicules-diesel.html>

- Mobilians, 2023, Le rétrofit entre dans une phase d'accélération, Communiqué de presse, 31 mai. <https://www.mobilians.fr/presse/communiques-de-presse/le-retrofit-entre-dans-une-phase-d-acceleration/>
- Observatoire de l'ANFA, 2021, Les impacts du changement de motorisation sur l'activité et l'emploi dans les services de l'automobile à l'horizon 2036, Autofocus – Etude de l'observatoire des métiers et des services de l'automobile, 20 p. <https://www.anfa-auto.fr/sites/default/files/2020-10/Autofocus%2085%20-%20Impacts%20des%20changements%20de%20motorisation%20sur%20l%27activit%C3%A9%20et%20l%27emploi.pdf>
- PRIETO, M. 2022. La révolution électrique de l'automobile européenne. Questions Internationales, N°113-114, Mai-Août, p.129-139. [https://www.cairn.info/magazine-questions-internationales-2022-3-page-129.htm?wt.mc\\_id=crn-mel-a50435&u=&wt.tsrc=email](https://www.cairn.info/magazine-questions-internationales-2022-3-page-129.htm?wt.mc_id=crn-mel-a50435&u=&wt.tsrc=email)
- TEDLOW, Richard, S. 1997. L'audace et le marché. L'invention du marketing aux Etats-Unis. Ed. Odile Jacob, Paris, 429 p.

### **Autres sources et articles de presse :**

Rétrofit. Pourquoi le kit d'électrification à 3 000 € a peu de chances de venir en France

*Largus.fr, Publié le 11/10/2023*

<https://www.largus.fr/actualite-automobile/retrofit-pourquoi-le-kit-d-electrification-a-3-000-e-a-peu-de-chances-de-venir-en-france-30029840.html>

Le gouvernement assouplit la réglementation sur le retrofit

*Journalauto.com, Publié le 11/10/2023*

<https://journalauto.com/services/le-gouvernement-assouplit-la-reglementation-sur-le-retrofit/>

Rétrofit auto : faire du mauvais neuf avec du vieux

*Lepoint.fr, publié le 15/06/2023*

[https://www.lepoint.fr/automobile/retrofit-auto-faire-du-mauvais-neuf-avec-du-vieux-15-06-2023-2524547\\_646.php](https://www.lepoint.fr/automobile/retrofit-auto-faire-du-mauvais-neuf-avec-du-vieux-15-06-2023-2524547_646.php)

Le Retrofit met les watts

*Caradisia.com, le 11/06/2023*

<https://www.caradisiac.com/le-retrofit-met-les-watts-202782.htm>

2023, année charnière pour le retrofit électrique ?

*Décision atelier, publié 19/01/2023*

<https://www.auto-infos.fr/article/2023-annee-charniere-pour-le-retrofit-electrique.263756>

## Liste des figures

|  |           |
|--|-----------|
| <b>FIGURE 1 : EVOLUTION DES EMISSIONS DE CO2 EN EUROPE DEPUIS 1990 .....</b>   | <b>10</b> |
| <b>FIGURE 2 : CROISSANCES COMPAREES DU PARC ET DES DEPENSES DE MOTORISATION DES MENAGES FRANÇAIS (1980-2020). .....</b>      | <b>21</b> |
| <b>FIGURE 3 : PROJECTIONS DES VOLUMES DE VENTES EN RETROFIT EN FRANCE (2023-2028) .....</b>                                  | <b>30</b> |
| <b>FIGURE 4 : SCHEMA DE SYNTHESE DE L'ORGANISATION DE LA FILIERE RETROFIT : HOMOLOGATION, FABRICATION, INSTALLATION.....</b> | <b>38</b> |
| <b>FIGURE 5 : COUTS DE PRODUCTION DES CHAINES DE TRACTION ELECTRIQUES VS. THERMIQUES .....</b>                               | <b>41</b> |
| <b>FIGURE 6 : PROJECTION DES IMMATRICULATIONS VEBN ET VEBO EN FRANCE (2023-2047).....</b>                                    | <b>49</b> |
| <b>FIGURE 7 : SCHEMA SIMPLIFIE DE LA DEMOGRAPHIE DU PARC AUTOMOBILE (VP) .....</b>   | <b>55</b> |

## Liste des tableaux

|   |    |
|---|----|
| TABLEAU 1 : LES DEPENSES DE MOTORISATION EN FRANCE (1980-2020).....   | 19 |
| TABLEAU 2 : ÉVOLUTION DU COUT MOYEN D'UN VEHICULE POUR LES MENAGES FRANÇAIS (1980-2020) .....                       | 20 |
| TABLEAU 3 : DEPENSES DE DETENTION ET D'USAGE D'UN VEHICULE.....   | 23 |
| DE TYPE <i>RENAULT CLIO</i> POUR UN MENAGE.....   | 23 |
| TABLEAU 4 : COUT AU KILOMETRE DE L'ACQUISITION ET L'USAGE D'UN VEHICULE.....  | 24 |
| DE TYPE <i>RENAULT CLIO</i> PAR LES MENAGES.....  | 24 |
| TABLEAU 5 : COUT AU KILOMETRE DE L'ACQUISITION ET DE L'USAGE D'UN VEHICULE.....                                     | 26 |
| DE TYPE <i>RENAULT CLIO</i> (VO 4 ANS) PAR LES MENAGES.....   | 26 |
| TABLEAU 6 : COMPARAISON DES COUTS <sup>A</sup> POUR UNE <i>RENAULT CLIO</i> DE 4 ANS D'AGE.....                     | 27 |
| TABLEAU 7 : COUTS ASSOCIES A L'ACHAT D'UN VEBO DANS LE CAS D'UNE <i>RENAULT ZOE</i> ELECTRIQUE DE 4 ANS D'AGE ..... | 29 |
| TABLEAU 8 : GUIDE D'ENTRETIEN SEMI-DIRECTIF SUR LE RETROFIT.....  | 35 |
| TABLEAU 9 : LISTE DES PERSONNALITES INTERROGEES POUR L'ENQUETE SUR LE RETROFIT (AVRIL-NOVEMBRE 2023).....           | 36 |
| TABLEAU 10 : PROJECTIONS DES IMMATRICULATIONS VN, VO ET DU PARC PAR MOTORISATION (2023-2050)                        | 48 |
| TABLEAU 11 : ÉVOLUTION DU PARC « RETROFITABLE » ET DE SES COMPOSANTES .....   | 59 |
| TABLEAU 12 : BILAN CARBONE VT VS. RETROFIT & COUTS D'ABATTEMENT A PARTIR D'UN EXEMPLE SIMPLIFIE .....               | 62 |
| TABLEAU 13 : PROJECTIONS DES EMISSIONS ET DES PARCS AUTOMOBILES (SCENARIO NEUTRE) .....                             | 66 |
| TABLEAU 14 : COMPARAISON DE SCENARII EN FONCTION DES EMISSIONS DE GES .....   | 68 |
| TABLEAU 15 : BILAN CARBONE DES TROIS SCENARII EN CUMUL SUR 25 ANS (EN MT EQCO <sub>2</sub> ).....                   | 68 |



# Creating futures

Contact  
[marc.prieto@essca.fr](mailto:marc.prieto@essca.fr)

 [www.essca-knowledge.fr/institut-transports-mobilites-durables](http://www.essca-knowledge.fr/institut-transports-mobilites-durables)

Accréditations  
AACSB,  
AMBA et  
EQUIS

Membre de la  
FESIC et de la  
Conférence des  
Grandes Écoles

Membre associé  
de l'Université  
Catholique de  
l'Ouest

Établissement  
d'enseignement supérieur  
privé d'intérêt  
général - EESPIG