

# ETUDE « RETROFIT »

---

Conditions nécessaires à un  
rétrofit économe, sûr et  
bénéfique pour l'environnement

---

## SYNTHESE DE L'ETUDE



EXPERTISES

Mars  
2021

# REMERCIEMENTS

Les équipes ALGOE, BCO2 Ingénierie, Hélios Avocats ;

Les acteurs du rétrofit, de l'électromobilité et de l'homologation, pour leurs précieux retours d'expérience ;

Pierre BAZZUCCHI (DGEC), Maëva BARBE (DGE), Tiphany GENIN (DGITM), Marie CHERON (Fondation Nicolas Hulot) et Richard LECOUCPEAU (2C-CONSULTING) pour les échanges réguliers au cours de cette étude ;

Jérémie ALMOSNI, Gilles AYMOZ, Denis BENITA, Bertrand-Olivier DUCREUX, Laurent GAGNEPAIN, Manon GERBAUD, Olga KERGARAVAT, Eric LECOINTRE, Maxime PASQUIER, Anne-Laure PLANÇON et Ariane ROZO de l'ADEME.

## CITATION DE CE RAPPORT

Alexandre ALLARD (ALGOE), Laurent CASTAIGNEDE (BCO2 Ingénierie) 2021. Etude « rétrofit » 23 pages

Ce document est disponible sur [www.librairie.ademe.fr](http://www.librairie.ademe.fr)

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

### Ce document est diffusé par l'ADEME

#### ADEME

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 2020MA000040

Étude réalisée par : ALGOE, BCO2 Ingénierie, Hélios Avocats

Financement : ADEME

Rédacteurs : Alexandre ALLARD (ALGOE), Barbara PIANU (ALGOE), Mathilde TOLEDO (ALGOE), Laurent CASTAIGNEDE, (BCO2 Ingénierie), Jérémie ALMOSNI, Manon GERBAUD, Ariane ROZO (ADEME)

Conception graphique : ALGOE et Anne-Laure PLANÇON (ADEME)

Coordination technique - ADEME : Ariane ROZO et Denis BENITA - Service Transport et Mobilités

# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	2
1. CONTEXTE .....	6
2. METHODOLOGIE .....	7
3. LE RETROFIT EN 6 QUESTIONS .....	9
4. IA CIBLE DU VEHICULE PARTICULIER : LA CITADINE cible.....	10
5. IA CIBLE DU VEHICULE UTILITAIRE LEGER : LE FOURGON SPECIAL .	13
6. LA CIBLE DU VEHICULE LOURD : LE POIDS LOURDS 16-19 T .....	15
7. LA CIBLE DU VEHICULE LOURD : L'AUTOBUS STANDARD 12 M .....	17
8. RECOMMANDATIONS.....	19
9. CONCLUSIONS GENERALES.....	21
GLOSSAIRE .....	22

## RÉSUMÉ

L'arrêté du 13 mars 2020 ouvre la porte à une démocratisation des pratiques de « rétrofit » (passage d'une motorisation thermique à une motorisation électrique). Cette étude a permis d'interroger l'intérêt du développement du rétrofit électrique à batterie en France métropolitaine et dans les zones non interconnectées (ZNI). Elle place cette solution comme une option pertinente pour réduire l'impact des polluants atmosphériques et des émissions de gaz à effet de serre globales des véhicules. Ce résultat s'explique par l'économie de matière obtenue grâce au réemploi du véhicule thermique existant mais, plus encore, grâce à la phase « usage » du véhicule retrofité, particulièrement vertueuse avec le mix électrique de la France métropolitaine. La conversion électrique de véhicules permet, au même titre que la production de véhicules électriques neufs, de répondre aux exigences de préservation de la qualité de l'air et à la mise en place de zones de circulation restreintes pour les véhicules thermiques polluants (ex. les zones à faibles émissions mobilité - ZFE-m). L'étude pose cependant la question de la robustesse du modèle économique du rétrofit électrique. Face au marché structuré du véhicule électrique neuf et à celui du VE d'occasion qui se consolide, le rétrofit électrique doit trouver des positionnements concurrentiels autour de la perspective d'électrification à coût maîtrisé du parc de véhicules. Quatre cibles ont été analysées dans les catégories de véhicules visés par l'arrêté du 13 mars 2020 : la citadine, le fourgon spécial, le poids lourds 16-19 tonnes et l'autobus standard de 12 m. Les conclusions des analyses environnementales et économiques de ces cibles ont permis d'élaborer des recommandations pour accompagner le développement de la filière.

## ABSTRACT

Since the decree of March 13, 2020, the electrical conversion of thermal vehicles called retrofit might launch in France. The study examines the relevance of its development in France and in non-interconnected zones. This solution confirms its potential as an interesting option to reduce the environmental impacts caused by road vehicles (air pollution and greenhouse gas in a global analysis including vehicles manufacturing and traffic). The positive impact outlined by the study mainly depends on the French metropolitan low-carbon electricity mix. Just as new electric vehicles, retrofitted vehicles can be part of the answer to new low emissions requirements in polluted areas (i.e. *low emission zones*). However, the study raises the question of the economic model of the electric retrofit business. Facing the market of new EV and the emerging secondhand market on several segments of the fleet, automotive retrofit players will have to find a strategic position supported by its main asset: delivering EV at a low cost. Four targets are identified in the categories concerned by the decree of March 13, 2020: the city car, the special van, the heavy-duty truck and the standard 12-metre bus. Environmental and economic conclusions of the study over these targets led to recommendations to help the sector enter an accelerate development.

# 1. CONTEXTE

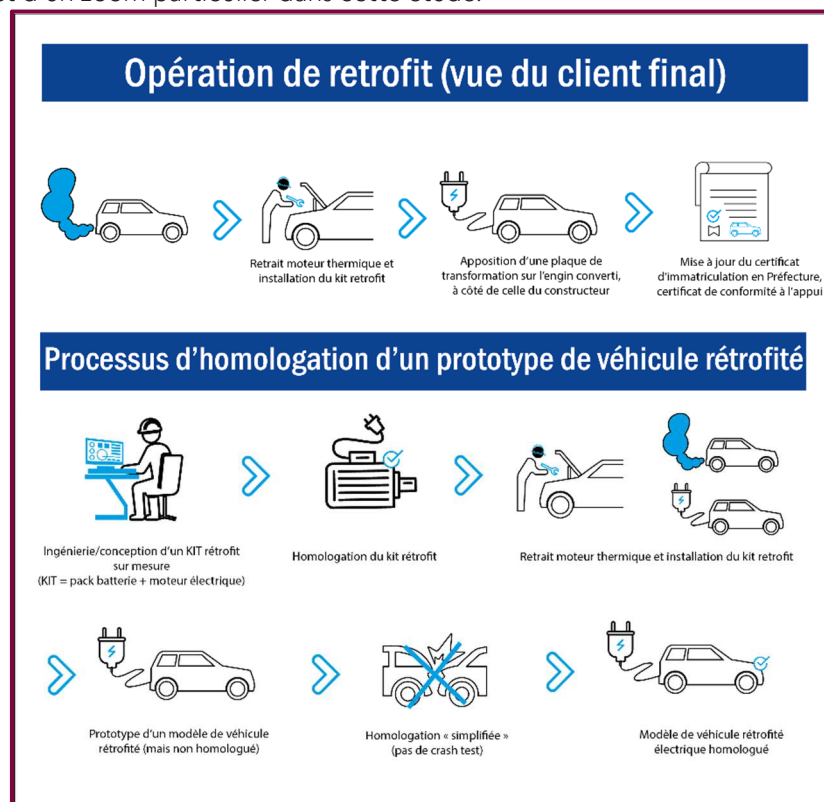
Le *retrofit* (« réaménagement », plus couramment traduit par « conversion ») est une pratique qui permet de rénover les véhicules : ajout, modification ou restauration de systèmes vieillissants tout en maintenant l'usage initial du système. Alors que le secteur des transports évolue et s'adapte aux enjeux économiques et environnementaux de la transition écologique, le « **retrofit électrique** », à savoir la conversion de véhicules thermiques en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible, propose une alternative à la fabrication et achat d'un véhicule électrique neuf. En France, cette pratique a récemment été autorisée dans une procédure encadrée, définie par l'**arrêté du 13 mars 2020** relatif aux conditions de transformation des véhicules à motorisation thermique en motorisation électrique à batterie ou à pile à combustible. Ce dernier permet l'**homologation en série de véhicules rétrofités** pour faciliter la procédure administrative tout en garantissant un niveau de sécurité conforme aux exigences de la sécurité routière. Dans ce contexte d'émergence d'une filière, l'ADEME s'intéresse aux conditions d'un retrofit bénéfique pour l'ensemble de la chaîne de valeur. Démarrée au moment de la publication de l'arrêté retrofit au JORF, l'étude veut :

- **Objectiver le processus de retrofit électrique** afin d'identifier les divers points d'attention sur le développement de la filière (techniques, réglementaires, juridiques et sécuritaires) et qualifier l'opportunité, la faisabilité et les risques des opérations de retrofit pour les différents segments du parc de véhicules ;
- **Evaluer l'intérêt réel d'un véhicule « rétrofité »** en comparaison d'un véhicule électrique neuf ou d'occasion, sur les plans économique (du point de vue de l'utilisateur et de la filière automobile) et environnemental (polluants, émissions de gaz à effet de serre - GES, impact « matière ») ;
- **Mettre en exergue les conditions permettant un retrofit vertueux pour l'environnement et l'économie tout en préservant la sécurité des conducteurs et passagers et formuler des recommandations pour le développement de la filière.**

Pour cela, le cadre de l'étude se limite à certains véhicules de catégories M (véhicule particulier, autobus de 12 m) et N (véhicule utilitaire léger, camion 16/19 T).

**Considérant un niveau de maturité moindre pour les systèmes de conversion hydrogène et considérant que le retrofit GNV nécessiterait une étude dédiée à part entière, seule la solution de conversion à l'électrique à batterie a été prise en compte.**

Par ailleurs, le contexte des Zones Non Interconnectées (Corse, DOM, COM), qui diffère de celui de métropole (coût d'importation des véhicules élevé, parc roulant ancien, électricité davantage carbonée, etc.) a fait l'objet d'un zoom particulier dans cette étude.



## 2. METHODOLOGIE

L'étude s'est appuyée sur des entretiens conduits auprès des acteurs du retrofit : fabricants de dispositifs de conversion fédérés autour de l'AIRe<sup>1</sup>, représentants des installateurs (garages automobiles), acteurs de la réalisation des essais (UTAC CERAM) et de l'homologation (CNRV).

Notre approche s'est structurée autour de l'analyse de trois scénarios de décision après l'exploitation d'un véhicule diesel pendant dix ans :

- un scénario de prolongement de l'exploitation du véhicule diesel sur dix ans,
- un scénario de retrofit électrique du véhicule et de son exploitation pendant dix ans,
- un scénario de mise à la casse suivi d'un achat d'un véhicule électrique neuf et de son exploitation pendant dix ans.

Ces comparaisons de scénarios ont été menées toutes choses égales par ailleurs (kilométrage, durée de vie des véhicules).

Pendant, il est nécessaire d'évoquer qu'un véhicule électrique ne doit pas forcément être utilisé comme un véhicule thermique. Les coûts et les impacts du véhicule électrique se trouvent majoritairement à la fabrication, alors que les coûts et les impacts du véhicule thermique se trouvent majoritairement à l'usage. On ne peut donc pas simplement comparer les objets véhicules, il faut examiner leur usage, ce qui nécessite un regard renouvelé pour percevoir pleinement les potentiels du véhicule électrique, qui, pour atteindre sa viabilité économique et environnementale, doit être utilisé intensément. Le principal atout du véhicule thermique est sa capacité à embarquer une très grande quantité d'énergie, ce qui lui confère une grande autonomie et une grande polyvalence. Mais les conséquences de l'utilisation d'énergie fossile sur le climat et l'environnement nécessitent aujourd'hui d'autres solutions pour les véhicules et les systèmes de mobilité. Le véhicule électrique en fait partie : sa moindre polyvalence, du fait de son autonomie encore limitée, est compensée grâce à une adaptabilité qui lui permet une bonne optimisation pour l'usage recherché. Le véhicule électrique est particulièrement adapté à de nouvelles offres de services de mobilité et permet d'accélérer la transition vers de nouveaux modes de déplacement optimisant l'utilisation du véhicule et n'imposant plus sa possession. L'utilisation du numérique, facilitée par la motorisation électrique, ouvre de multiples possibilités d'innovations et de nouveaux services (comme par exemple le véhicule autonome).

L'analyse économique s'est basée sur des données et projections des fabricants de dispositifs, collectées en entretiens ou partagées au sein de l'AIRe : coûts, ventes des dispositifs de conversion, besoins de main d'œuvre. Ces hypothèses sont à prendre avec précaution car seuls quelques acteurs disposent de retours de marché (retours qui ne concernent que des applications non routières).

Le coût d'opération de retrofit est estimé pour une année 1, considérant un contexte d'émergence de la filière (faibles volumes d'opération, faible capacité de négociation des coûts) puis des hypothèses de baisse des coûts (selon des scénarios optimistes ou pessimistes) sont considérées pour envisager un coût moyen de l'opération de retrofit sur dix ans (de l'année 10 à l'année 20). Ce coût d'une opération de retrofit, supporté par le fabricant du dispositif de conversion et l'installateur, a été estimé en tenant compte des éléments suivants<sup>2</sup> :

Fourchette basse et fourchette haute selon le scénario (optimiste ou pessimiste) et le type de véhicule	
Estimation du nombre d'opération	entre 12 000 et 890 000 d'opérations
Estimation du nombre d'emplois*	entre 700 et 6 500 emplois
Coûts d'investissements à amortir selon le nombre d'opérations à effectuer	
Développement du « kit de conversion » : frais d'ingénierie pour dimensionner la batterie, le moteur électrique, etc.	entre 250 000 EUR et 1 000 000 EUR
Homologation du véhicule	entre 35 000 EUR et 100 000 EUR

<sup>1</sup> Association des Acteurs de l'Industrie du Retrofit électrique (AIRe) : <https://association-aire.org/>

<sup>2</sup> La notion de « coût » est ici entendue du point de vue du fabricant de kits de conversion qui vend une opération (offre)

Le calcul du TCO considère la période entre l'année 10 et l'année 20, sans prendre en compte le coût du

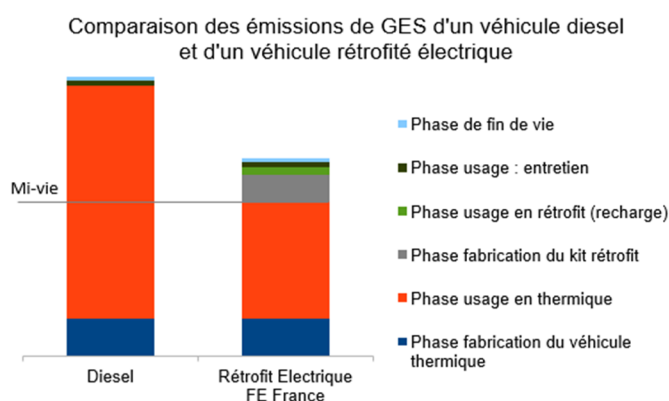
### Coûts des opérations de conversion

Achat du moteur électrique et des autres composants du groupe motopropulseur	entre 9 500 EUR et 66 500 EUR
Prix d'achat de la batterie	entre 460 EUR/kWh (estimation actuelle) et 128 EUR/kWh (estimation 2030 dans la projection optimiste)
Assemblage du kit	entre 500 EUR et 1 500 EUR
Installation du kit dans le véhicule à rétrofiter	entre 1 400 EUR et 6 100 EUR

\* Estimation sur les emplois directement liés au développement, à l'assemblage et à l'installation des kits de conversion. Cependant, la filière peut être créatrice d'autres emplois (SAV, équipements, bornes de recharge) qui ne sont pas pris en compte. A noter que les emplois du secteur du rétrofit électrique sont des emplois non délocalisables et dont les compétences peuvent aussi s'appliquer aux véhicules électriques neufs. La fourchette d'emplois affichée est une estimation arrondie sur les 4 cibles développées plus bas.

véhicule initial. Dans le scénario de mise à la casse et d'achat d'un véhicule électrique neuf, une valeur résiduelle du véhicule électrique âgé de dix ans est considérée dans le calcul du TCO à l'année 20. Le prix pour l'électricité consommée a été moyenné sur dix ans soit un prix entre 0,12 et 0,15 EUR TTC/kWh (pour particulier ou pour professionnel, hypothèses ADEME). Des aides sont aussi considérées (prime au rétrofit, prime de conversion pour l'achat d'un véhicule électrique neuf et aides à l'achat de borne de recharge dans le cas des véhicules particuliers) ainsi que la revente du moteur thermique. Enfin, une réflexion sur les prix de vente de l'opération et le coût d'usage du véhicule pour l'acquéreur a été menée. Cette analyse économique permet de questionner la pertinence du modèle économique de la filière.

L'analyse environnementale s'est intéressée à l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre et à celle de la pollution de l'air (estimations de polluants à l'échappement en conditions réelles). Elle compare les impacts de trois scénarios sur une période de dix ans d'exploitation du véhicule (entre l'année 10 et l'année 20). Cependant, arrêter l'analyse à l'année 20 pénalise le scénario de mise à la casse et d'achat d'un véhicule électrique, puisque ce dernier fonctionnera encore une dizaine d'années après l'année 20. L'amortissement des émissions de GES de sa fabrication sur ses dernières années n'est donc pas comptabilisé. Pour les deux autres scénarios, on observe l'ensemble du cycle de vie, comme le montre l'exemple pédagogique ci-après :



Ces analyses ont été appliquées à **des cibles particulières pour chaque catégorie de véhicule**. Les caractéristiques principales (puissance, couple, consommation) ont été définies pour chaque cible et des hypothèses de kilométrage et d'autonomie ont été attribuées à chaque cas d'étude. La phase recharge du véhicule rétrofité et du véhicule électrique retient l'hypothèse d'un mix électrique moyen français métropolitain. Le facteur d'émission de la production d'électricité<sup>3</sup> en France métropolitaine est issu de la Base Carbone® (2020). Les proportions des différentes phases de vie dans l'analyse environnementale varient en fonction des hypothèses appliquées à chaque cible.

Une synthèse des résultats de ces analyses est présentée dans ce document. En conclusion, des recommandations pour développer la filière sont proposées pour l'ensemble de ces cibles.

<sup>3</sup> 60 gCO<sub>2</sub>e/kWh en métropole



### 3. LE RETROFIT EN 6 QUESTIONS

#### Le retrofit prolonge-t-il la durée de vie du véhicule ?

- Non, pas vraiment. Les autres éléments du véhicule, comme le châssis, ne sont pas éternels. L'arrêté du 13 mars 2020 permet la conversion d'un véhicule à partir de ses 5 ans de circulation. L'étude considère ici une conversion "à mi-vie" soit après dix ans de circulation.

#### Le retrofit, dans le schéma de l'économie circulaire ?

- Oui. Du point de vue ressources / matières, la réglementation actuelle impose, pour les véhicules hors d'usage (VHU), un très fort taux de recyclage (90 %). Cependant, ce recyclage dégrade la matière qui ne peut être valorisée que dans des usages moins qualitatifs. Le retrofit évite une mise à la casse du véhicule. Il y a donc réemploi du planeur du véhicule (sa "carcasse"). Il retarde ainsi l'échéance de mise à la casse. Ces éléments participent à l'inscription de la filière retrofit dans le modèle de l'économie circulaire.

#### Le retrofit est-il pertinent dans les îles (Zones Non Interconnectées) ?

- Oui, sous condition d'alimenter les batteries avec de l'électricité issue de production d'EnR. En effet, le contexte des ZNI semble propice à de telles solutions : peu de besoin d'autonomie pour les distances à parcourir, renouvellement du parc de voitures qui nécessite un acheminement par bateau, de même pour le carburant. Cependant, le mix énergétique actuel dans les ZNI (à l'exception de la Polynésie française) est défavorable au bilan environnemental des voitures électriques et des voitures retrofitées par rapport au diesel. Il est donc nécessaire de développer la production d'électricité issue d'EnR, en parallèle du développement des véhicules électrifiés afin d'avoir un bilan vertueux.

#### Le retrofit peut-il changer nos représentations de la voiture particulière individuelle ?

- Oui, s'il est pensé en lien avec l'objectif de faire un usage partagé et intensif des véhicules. Les trajets quotidiens ne nécessitent que peu d'autonomie et le retrofit est intéressant pour répondre à des besoins de déplacement automobile de proximité. Son développement avec des batteries de petites capacités, à rebours de la course à l'augmentation de l'autonomie des voitures électriques neuves pour les rapprocher de l'usage des voitures thermiques, peut répondre à de nombreux besoins. Les citadines retrofitées électriques peuvent être par exemple adaptées à des offres de services d'autopartage.

#### Le retrofit : des véhicules "made in France" ?

- Un peu. Le retrofit permet de « consolider » de l'emploi chez les garagistes qui deviendront des installateurs des kits de conversion, aujourd'hui confrontés à des perspectives de baisse d'activités par la réduction du besoin de maintenance avec l'électrification du parc (un VE demande deux fois moins d'entretien que son homologue thermique). L'assemblage des kits sera réalisé en France mais ses composants, batteries notamment, sont importés d'Asie. Les projets de développement d'une filière industrielle de la batterie en France et dynamiques de "réindustrialisation" portées par le Plan de Relance pourraient cependant changer cette situation.

#### Le retrofit : une menace pour les constructeurs de véhicules neufs ?

- Non, pour plusieurs raisons. Le retrofit est d'abord dépendant de la mise en circulation de véhicules à moteur thermique neufs pour les convertir; les projections sur l'interdiction de fabriquer des véhicules thermiques après 2040 fait du modèle du retrofit une économie éphémère. Aussi, le retrofit permettra de développer une offre complémentaire de celle des véhicules électriques neufs, notamment s'il parvient à consolider une offre à coûts maîtrisés.

## 4. LA CIBLE DU VEHICULE PARTICULIER : LA CITADINE CIBLE

### Intérêt de la cible

Les 34 millions de voitures particulières en circulation pèsent pour plus de 50% dans les émissions de GES du secteur des transports en France. La citadine couvre une part importante des déplacements et représente une part significative des 2 millions de voitures particulières vendues par an. Elle est une cible intéressante car elle circule très régulièrement et plutôt sur de courtes distances : trajets domicile-travail, déplacements pour l'achat, les loisirs hebdomadaires, etc. Le rétrofit est né sur ce segment et la majorité des rétrofiteurs français se positionnent sur cette cible. Le parc potentiel est donc très important. Enfin, les nouvelles contraintes de circulation en zones urbaines avec le développement obligatoire de zone à faibles émissions mobilité dans l'ensemble des métropoles et plus grandes agglomérations (ZFE-m). Elles favorisent les motorisations les moins émettrices de polluants avec au sommet de sa hiérarchisation des véhicules admis les véhicules électriques<sup>4</sup> dans les centres urbains. Le rétrofit électrique semble ainsi correspondre à cette cible.

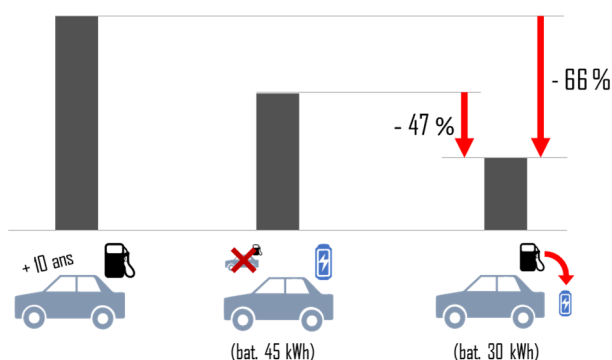
### Impacts GES et polluants

Bilan sur dix ans de fonctionnement des émissions de GES selon trois scénarios (de l'année 10 à l'année 20) :

- Prolongation de la vie d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)
- Mise à la casse du véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement) et achat d'un véhicule électrique neuf
- Rétrofit électrique d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)

Hypothèse de kilométrage : 10 000 km/an

FE électrique moyen français métropolitain



En ce qui concerne la **pollution de l'air**, les options électriques garantissent la **suppression des émissions à l'échappement**. Le bénéfice est d'autant plus grand que les versions thermiques émettent davantage de polluants quand elles sont âgées.

NB: les véhicules rétrofités, comme tous véhicules électriques, continuent à émettre des émissions « hors échappement », comme les particules issues des freins, de l'embrayage ou des pneumatiques.

### Pertinence économique

	Coût de l'opération estimé (fabrication du kit de conversion et son installation)	Prix de vente estimé
Rétrofit électrique (batterie de 20 kWh)	12 350 EUR HT	21 000 EUR TTC*
Rétrofit électrique (batterie de 30 kWh)	15 000 EUR HT	24 000 EUR TTC*
Volkswagen I-Up neuve (batterie de 37 kWh)	-	23 500 EUR TTC
Renault Zoé neuve (batterie de 52 kWh)	-	32 000 EUR TTC
Nissan Leaf d'occasion (batterie de 40 kWh)	-	20 000 EUR TTC
Future Dacia Spring neuve (batterie de 26 kWh)	-	19 000 EUR TTC

\* sur véhicule initial apporté par le client

<sup>4</sup> <https://www.ecologie.gouv.fr/certificats-qualite-lair-critair>

En l'état, hors aides financières à l'achat de l'opération, le prix d'achat pour l'utilisateur ne semble pas attractif comparativement aux marchés du véhicule électrique neuf et d'occasion qui se développent massivement. Ce constat est d'autant plus vrai qu'un véhicule neuf présente d'autres attraits. Le particulier, plus que toutes les autres cibles de « clients potentiels », ne raisonne pas uniquement sur des critères économiques et environnementaux. Il serait donc intéressant de compléter cette étude par une enquête destinée à évaluer l'appétence pour le véhicule rétrofité. Actuellement, et en l'état des connaissances, on peut donc imaginer que la cible de la citadine intéressera prioritairement des particuliers engagés dans la cause écologique, ou bien des entreprises possédant une flotte de véhicules légers.

Sur la base des hypothèses retenues, le calcul du TCO sur dix ans de fonctionnement (entre l'année 10 et l'année 20) donne un coût moyen de :

- **0,12 EUR/km** dans le scénario d'une prolongation du **véhicule diesel** pendant dix ans,
- **0,21 EUR/km** dans le scénario d'un **rétrofit électrique** d'un véhicule diesel,
- **0,24 EUR/km** dans le scénario de **mise à la casse** puis d'**achat d'un véhicule électrique neuf**.

### Volumes d'affaires potentiels

Horizon	Fin 2023	Fin 2028	2030
Objectifs de la PPE en nombre de véhicules électriques (article 6 du décret n°2020-456)	660 000	3 000 000	
<b>Tendance du marché du rétrofit électrique</b>	<i>En nombre d'opérations cumulées</i>		
- Restreint	1 300	148 200	319 000
- Dynamique	1 700	510 600	1 246 000

### Perspectives d'emplois

Les PME et *start-up* du rétrofit vont permettre de consolider l'emploi de la filière entretien-maintenance automobile. Le temps de main d'œuvre pour rétrofiter une citadine est évalué **entre 25h à 50h par véhicule**. Cela représente un **nombre d'emplois consolidés entre 340 et 4 200** sur le segment de la citadine selon la dynamique du marché.

### Principaux constats

La citadine est une cible prometteuse au niveau environnemental pour le rétrofit électrique. Cette option permet de réduire de 66 % les émissions de GES par rapport à un véhicule particulier qui resterait en diesel. De plus, l'option « rétrofit électrique » est préférable à celle de « mise à la casse du véhicule thermique et achat d'un VE » puisqu'elle permet 47 % d'émissions de GES à l'année 20.

Techniquement, **l'opération de rétrofit sur ces véhicules est maîtrisée et simple**. Les batteries des voitures rétrofitées seront généralement plus petites (de capacité inférieure ou égale à 30 kWh) que celles des véhicules électriques neufs, qui ont tendance à croître de manière régulière (les batteries de 50 kWh et plus pour les véhicules neufs se généralisent).

En termes économiques, le marché du rétrofit du véhicule particulier serait **un marché théoriquement éphémère** qui, après une potentielle forte croissance, se contracterait progressivement à mesure de la réduction des ventes des voitures thermiques neuves, jusqu'à leur interdiction annoncée en 2040 en France (voire plus tôt dans certains territoires). Il est ainsi possible que l'industrie du rétrofit électrique à batterie soit obligée de changer de stratégie en se centrant sur d'autres segments de véhicules, comme les VUL et poids lourds (dont bus).

C'est une activité plutôt **pourvoyeuse d'emplois** relocalisés en France et de **maintien de l'emploi chez les garagistes**<sup>5</sup>. L'Etat a déjà intégré cette cible dans les dispositifs d'aide à l'acquisition de véhicules à faibles émissions, le rétrofit étant éligible à la prime à la conversion. Début 2021, aucun véhicule rétrofité n'est proposé à la vente car aucun kit de conversion n'a été homologué ; l'offre devrait se constituer à partir du premier semestre 2021.

<sup>5</sup> L'électrification du parc automobile va de pair avec une baisse de la part d'activité « entretien/maintenance » des garagistes, puisqu'une voiture électrique nécessite moins d'entretien que son homologue thermique

Les principaux freins relevés au développement de la filière sont les suivants :

- Les coûts de développement du kit de conversion sont très élevés et les coûts d'homologation représentent un investissement important en amont de la génération d'un revenu (NB : un kit « unique » doit être conçu et homologué pour chaque type de véhicule) ;
- L'achat des cellules de batteries ou des packs batteries impacte massivement le coût total de l'opération. Or, dans l'état actuel du marché, les acteurs ont un poids de négociation limité face aux gros acheteurs ;
- Il n'y a aujourd'hui pas d'harmonisation européenne permettant des perspectives de marché européen.

A noter, l'annonce de Renault de sa volonté de se positionner sur l'activité de rétrofit, intégrée dans le programme de la « Re-Factory », projet global de développement d'une activité de reconditionnement de véhicules thermiques dans l'usine de Flins (Yvelines). D'après les premières informations du constructeur, des opérations de rétrofit en électrique/hybride et GNV sont en projet. Cependant, le volume de véhicules concernés, les cibles exactes (il est question en priorité des véhicules professionnels, flottes et VUL) et la part du rétrofit électrique ne sont pas précisés.

## 5. LA CIBLE DU VEHICULE UTILITAIRE LEGER : LE FOURGON SPECIAL

### Intérêt de la cible

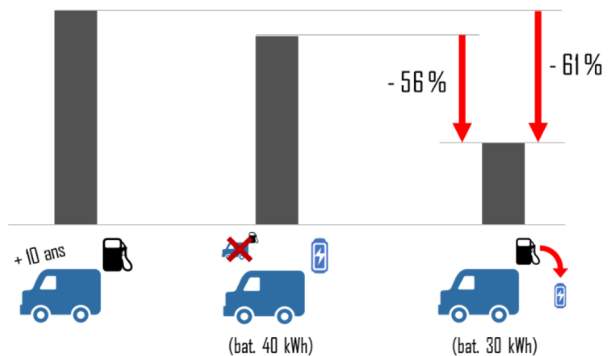
Le fourgon "spécial" apparaît comme une cible plus pertinente que les véhicules utilitaires légers (VUL) "standards", qui ont un usage intensif et une durée de vie courte. Le fourgon spécial est ici défini comme un véhicule qui roule relativement peu et se trouve être très équipé : VUL avec nacelle, VUL d'artisans avec aménagements intérieurs, etc. Les « customisations » de ces fourgons spéciaux augmentent leur valeur résiduelle. Le rétrofit électrique du fourgon spécial peut être une solution pour convertir les véhicules actuels et permettre à leurs propriétaires de continuer d'exercer dans les zones de circulation restreintes (ex. ZFE-m qui se développent). Le rétrofit électrique pourrait donc être une solution plus économique pour cette cible, et donc plus acceptable socialement, que le renouvellement complet du véhicule (achat d'un fourgon neuf et customisation).

### Impacts GES et polluants

Bilan sur dix ans de fonctionnement des émissions de GES selon trois scénarios (de l'année 10 à l'année 20) :

- Prolongation de la vie d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)
- Mise à la casse du véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement) et achat d'un véhicule électrique neuf
- Rétrofit électrique d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)

Hypothèse de kilométrage : 5 000 km/an  
FE électrique moyen français métropolitain



En ce qui concerne la **pollution de l'air**, les options électriques garantissent **la suppression des émissions à l'échappement**. Le bénéfice est d'autant plus grand que les véhicules urbains circulent souvent peu après un démarrage à froid.

NB: les véhicules rétrofités, comme tous véhicules électriques, continuent à émettre des émissions « hors échappement », comme les particules issues des freins, de l'embrayage ou des pneumatiques.

### Pertinence économique

	Coût de l'opération estimé (fabrication du kit de conversion et son installation)	Prix de vente estimé
Rétrofit électrique (batterie de 30 kWh)	22 700 EUR HT	38 000 EUR TTC*
Rétrofit électrique (batterie de 45 kWh)	26 600 EUR HT	44 000 EUR TTC*
Grande capacité de chargement :		
Renault Master ZE neuf (batterie de 33 kWh)		55 000 EUR TTC**

*Il n'y a aujourd'hui pas de marché de l'occasion du VUL de grande capacité de chargement*

*\*sur véhicule initial apporté par le client*

*\*\* ces prix n'incluent pas les « customisations » des fourgons spéciaux, pouvant s'élever à 5 000 EUR*

En l'état, le prix d'achat pour l'utilisateur d'un véhicule rétrofit électrique ne semble pas attractif comparativement aux marchés du véhicule électrique neuf et d'occasion. Cependant, l'offre en occasion reste encore peu développée.

L'intérêt de cette cible reste d'éviter le réaménagement complet d'un VUL qui coûte en matériel et en temps pour son propriétaire. Ainsi, une estimation de 5 000 € supplémentaires a été considérée pour le réaménagement d'un VUL neuf dans le calcul du TCO.

Sur la base des hypothèses retenues, le calcul du TCO sur dix ans de fonctionnement (entre l'année 10 et l'année 20) donne un coût moyen de :

- **0,19 EUR/km** dans le scénario d'une prolongation du **véhicule diesel** pendant dix ans,
- **0,57 EUR/km** dans le scénario d'un **rétrofit électrique** d'un véhicule diesel,
- **0,64 EUR/km** dans le scénario de **mise à la casse** puis d'**achat d'un véhicule électrique neuf**.

## Volumes d'affaires potentiels

<i>Horizon</i>	<i>Fin 2023</i>	<i>Fin 2028</i>	<i>2030</i>
<i>Objectifs de la PPE en nombre de VUL électriques ou hybrides rechargeables (article 6 du décret n°2020-456)</i>	<i>170 000</i>	<i>500 000</i>	
<b>Tendance du marché du rétrofit électrique</b>	<i>En nombre d'opérations cumulées</i>		
- Restreint	300	32 000	69 000
- Dynamique	400	109 000	267 000

## Perspectives d'emplois

Le temps de main d'œuvre pour rétrofiter un fourgon spécial est évalué **entre 35 h à 60 h**. Cela représente un **nombre d'emplois consolidés entre 150 et 1 200** sur le segment du VUL selon la dynamique du marché.

## Principaux constats

Du point de vue environnemental, le rétrofit électrique d'un fourgon spécial est une option très intéressante pour dépolluer la cible du VUL spécial roulant peu. C'est un segment du parc particulièrement ciblé par les autorités locales dans la mise en place des ZFE-m, ce qui peut être un vecteur de densification de la demande à court terme. Le rétrofit permet par ailleurs de diminuer les émissions de GES des véhicules concernés (- 61 % de GES par rapport au maintien en diesel du véhicule).

Economiquement, les perspectives de rentabilité des opérations sur le segment du VUL Fourgon semblent intéressantes. En effet, en comparaison à l'option électrique neuve, le rétrofit présente une meilleure rentabilité. La concurrence est faible sur l'offre de véhicules neufs dans des gammes des VUL de grand volume de chargement. De plus, l'offre électrique neuve est très récente (ex. Renault Master ZE) et affiche des prix élevés, quant à l'occasion, l'offre reste marginale en l'état. Ce contexte peut permettre au rétrofit électrique de se positionner sur ce marché.

Les freins au développement de la filière sont aujourd'hui les mêmes que pour la cible citadine : des coûts de développement et d'homologation élevés qui représentent un investissement lourd pour lancer l'activité.

En l'état, **l'option rétrofit électrique de fourgons spéciaux peut être attractive dans un contexte où l'offre de véhicules électriques d'occasion est quasiment inexistante**. C'est d'ailleurs une cible bien identifiée par des acteurs parmi les plus robustes qui se positionnent sur le rétrofit.

## 6. LA CIBLE DU VEHICULE LOURD: LE POIDS LOURDS 16-19 T

### Intérêt de la cible

L'essentiel des poids-lourds en circulation sont exploités pour le transport de marchandises régional ou sur longues distances. Ces activités nécessitent une grande autonomie et des appels de puissance difficilement compatibles avec l'électrique batterie. Cependant, une zone de pertinence se dessine pour certains véhicules lourds : les 16-19 tonnes. Roulant sur des distances plus courtes, ces camions de livraison, de collecte, ou de travaux publics exploités sur chantiers ont des besoins d'autonomie limités mais devront respecter les contraintes issues du déploiement des zones de circulation restreinte. Il existe par ailleurs une forte pression des chargeurs sur les transporteurs pour rouler avec des véhicules à faibles émissions. Cependant, le coût du poids-lourds électrique neuf, encore émergent, reste très élevé. Ainsi, le retrofit semble être une possible solution compétitive pour électrifier ce segment du parc, pour des usages adaptés, dans un contexte où l'offre est limitée.

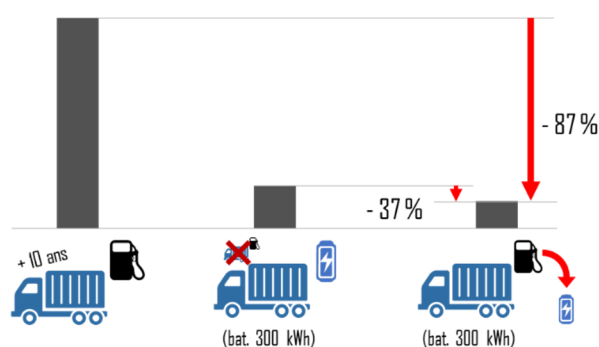
### Impacts GES et polluants

Bilan sur dix ans de fonctionnement des émissions de GES selon trois scénarios (de l'année 10 à l'année 20) :

- Prolongation de la vie d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)
- Mise à la casse du véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement) et achat d'un véhicule électrique neuf
- Retrofit électrique d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)

Hypothèse de kilométrage : 40 000 km/an

FE électrique moyen français métropolitain



En ce qui concerne la **pollution de l'air**, les options électriques garantissent la **suppression des émissions à l'échappement**. La limitation de la dégradation due au vieillissement des systèmes ne relève alors plus que du contrôle technique.

NB: les véhicules rétrofités, comme tous véhicules électriques, continuent à émettre des émissions « hors échappement », comme les particules issues des freins, de l'embrayage ou des pneumatiques.

### Pertinence économique

	Coût de l'opération (fabrication du kit de conversion et son installation)	Prix de vente
Retrofit électrique d'un 16-19T (batterie de 300 kWh)	137 400 EUR HT	190 000 EUR HT*

*Il n'y a aujourd'hui pas d'offre en véhicule électrique neuf pour le porteur 16-19 tonnes.*

\*sur véhicule initial apporté par le client

L'absence actuelle d'offre de poids-lourd électrique neuf ne devrait pas durer : la Commission Européenne impose aux constructeurs de PL de diminuer de 15% les émissions de CO<sub>2</sub> des modèles mis en vente (d'ici à 2025). Cette obligation passera pour partie par un développement de PL électrique.

Sur la base des hypothèses retenues, le calcul du TCO sur dix ans de fonctionnement (entre l'année 10 et l'année 20) donne un coût moyen de :

- **0,70 EUR/km** dans le scénario d'une prolongation du **véhicule diesel** pendant dix ans,
- **0,74 EUR/km** dans le scénario d'un **retrofit électrique** d'un véhicule diesel.

## Volumes d'affaires potentiels

<i>Horizon</i>	<i>Fin 2023</i>	<i>Fin 2028</i>	<i>2030</i>
<i>Objectifs de la PPE en nombre de véhicules lourds à faibles émissions (article 6 du décret n°2020-456)</i>	<i>21 000</i>	<i>65 000</i>	
<b>Tendance du marché du rétrofit électrique</b>	<i>En nombre d'opérations cumulées</i>		
- Restreint	50	5 600	12 100
- Dynamique	70	18 300	44 600

## Perspectives d'emplois

Les PME et *start-up* du rétrofit vont permettre de consolider l'emploi de la filière entretien-maintenance automobile. Le temps de main d'œuvre pour rétrofiter un poids lourd est évalué **entre 120 h à 160 h**. Cela représente en **nombre d'emplois consolidés entre 90 et 450** sur le segment du PL Camion 19 T selon la dynamique du marché.

## Principaux constats

D'un point de vue environnemental, le rétrofit est un levier efficace pour réduire les émissions (polluants et GES) du parc de poids-lourds. En effet, il permet 87% de réduction d'émissions de GES par rapport au maintien d'un camion 16-19T au diesel.

En termes économiques, la cible pourrait être rentable. Non pas à cause de son prix de vente, puisqu'il reste plus onéreux que les premières simulations de camions 16-19T neufs, mais parce que le camion rétrofité se trouverait sans réelle concurrence. En effet, les poids lourds électriques neufs n'existent pas encore tandis que certains exploitants font face à des contraintes importantes sur leur flotte diesel (ex : cas particuliers des ZFE-m).

Enfin, plusieurs freins ont été observés sur cette cible :

- les coûts de développement et d'homologation qui sont très élevés ;
- le déploiement d'un SAV efficace : les poids-lourds sont des outils de travail nécessitant une grande fiabilité d'exploitation et une productivité maximale, l'immobilisation du véhicule étant très coûteuse. Il est nécessaire de travailler sur l'engagement de disponibilité des véhicules et développer des capacités de réparation rapide en cas de panne ;
- les contraintes techniques restent fortes sur l'intégration de systèmes électriques dans des véhicules non conçus autour de la motorisation électrique (ex. freinage et sécurité) ;
- les poids-lourds embarquent de plus en plus d'électronique pour assurer la sûreté du véhicule, en réponse à des normes toujours plus exigeantes, qui impliquent la multiplication d'applications propriété des constructeurs, qu'un acteur tiers ne peut pas facilement contourner ou modifier.

Pour résumer, **sur cette cible plus que sur toute autre, il apparaît essentiel de conserver une collaboration entre le rétrofiteur et le constructeur initial du véhicule.**



## 7. LA CIBLE DU VEHICULE LOURD : L'AUTOBUS STANDARD 12 M

### Intérêt de la cible

La valeur résiduelle d'un bus se trouve davantage dans sa carrosserie et ses aménagements intérieurs spécifiques que dans sa chaîne cinématique. Ainsi, c'est une cible intéressante pour le retrofit électrique. De plus, les modèles d'investissement dans les autobus sont pilotés par les collectivités qui peuvent porter des investissements sur des technologies innovantes.

Les textes issus de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte imposent à l'Etat et aux collectivités dotées d'une flotte de plus de 20 véhicules de la renouveler avec une part minimale de véhicules à faibles émissions, définis par décret. Les collectivités territoriales et leurs groupements, gestionnaires des flottes de bus, doivent acquérir ou utiliser lors du renouvellement de leur parc 50 % de véhicules à faibles émissions depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2020 et la totalité de leur parc d'autobus et d'autocars à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2025. Enfin, l'électrification peut être vectrice d'économie dans un modèle où le coût du carburant pèse fortement dans le coût d'exploitation des transports en commun.

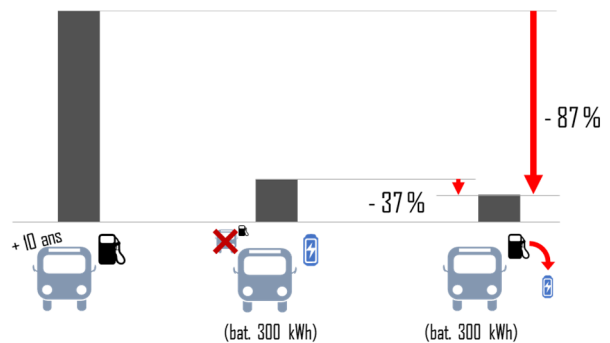
### Impacts GES et polluants

Bilan sur dix ans de fonctionnement des émissions de GES selon trois scénarios (de l'année 10 à l'année 20) :

- Prolongation de la vie d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)
- Mise à la casse du véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement) et achat d'un véhicule électrique neuf
- Retrofit électrique d'un véhicule diesel (après dix ans de fonctionnement)

Hypothèse de kilométrage : 40 000 km/an

FE électrique moyen français métropolitain



En ce qui concerne la **pollution de l'air**, les options électriques garantissent **la suppression des émissions à l'échappement**. La limitation de la dégradation due au vieillissement des systèmes ne relève alors plus que du contrôle technique.

NB: les véhicules rétrofités, comme tous véhicules électriques, continuent à émettre des émissions « hors échappement », comme les particules issues des freins, de l'embrayage ou des pneumatiques.

### Pertinence économique

	Coût de l'opération (fabrication du kit de conversion et son installation)	Prix de vente
Retrofit électrique (batterie de 300 kWh)	194 000 EUR HT	225 000 EUR HT*
Businova neuf (batterie de 350 kWh)		500 000 EUR HT

\*sur véhicule initial apporté par le client

En l'état, le prix d'achat pour les collectivités semble attractif comparativement aux marchés du véhicule électrique neuf.

Sur la base des hypothèses retenues, le calcul du TCO sur dix ans de fonctionnement (entre l'année 10 et l'année 20) donne un coût moyen de :

- **0,84 EUR/km** dans le scénario d'une prolongation du **véhicule diesel** pendant dix ans,
- **0,90 EUR/km** dans le scénario d'un **retrofit électrique** d'un véhicule diesel,
- **1,39 EUR/km** dans le scénario de **mise à la casse** puis d'**achat d'un véhicule électrique neuf**.

## Volumes d'affaires potentiels

Horizon	Fin 2023	Fin 2028	2030
Tendance du marché du retrofit électrique	<i>En nombre d'opérations cumulées</i>		
- Restreint	70	7 600	16 400
- Dynamique	-	18 300	44 600

## Perspectives d'emplois

Le temps de main d'œuvre pour rétrofiter un bus standard est évalué **entre 180 h à 220 h**. Cela représente en **nombre d'emplois consolidés entre 170 et 620** sur le segment de l'autobus selon la dynamique du marché.

## Principaux constats

La cible du bus standard est une cible prometteuse au niveau environnemental. Rétrofiter un bus 12 m, plutôt que de continuer à l'exploiter en diesel, permet une baisse de près de 87 % des émissions de GES. Cette réduction « record » s'explique par l'intérêt de passer d'une « phase usage » thermique - très consommatrice en gasoil - à une exploitation électrique bien moins impactante. Ici, les émissions de fabrication et d'installation du kit ou de fabrication d'un autobus neuf sont de second ordre par rapport aux émissions de l'exploitation.

Les freins pour le développement de cette cible sont les coûts de développement et d'homologation ainsi que la complexité technique de l'opération de retrofit en elle-même.

**Sur la cible du bus standard 12 m, il est essentiel de s'assurer de la capacité du fabricant du kit de conversion et de son installateur à intervenir sur le véhicule sans en fragiliser la structure et de garantir son usage dans la durée. Cela questionne la dépendance du fabricant du kit de conversion et de son installateur au constructeur d'origine.**

## 8. RECOMMANDATIONS

Cible spécifique	Recommandation	Objectifs
Tous véhicules	Faire diminuer les coûts d'homologation (en réévaluant par exemple certaines contraintes de l'arrêté, en recherchant la mutualisation de certains essais)	Permettre à une offre large d'émerger à court terme
Tous véhicules	Mettre en place une TVA réduite à 5.5 % pour les opérations de rétrofit	Permettre d'améliorer la compétitivité de l'opération rétrofit par rapport à l'achat d'un véhicule neuf comme l'est la réhabilitation dans le secteur du bâtiment
Tous véhicules	Harmoniser l'homologation à l'échelle européenne (en poussant l'homologation par type)	Étendre les perspectives commerciales des acteurs du rétrofit
Tous véhicules	Créer des passerelles techniques entre les rétrofiteurs et les constructeurs pour la définition technique des opérations, notamment sur les cibles des véhicules lourds	Lever les barrières techniques au rétrofit sur les véhicules lourds et bénéficier des capacités de négociation des constructeurs (achats). <i>Un engagement qui peut contribuer, pour les constructeurs, à l'amélioration de leur image de marque (en tant qu'acteurs de la réduction des émissions de leur parc roulant)</i>
Tous véhicules	Encadrer le travail des rétrofiteurs pour renforcer leurs engagements sur la maintenance et l'entretien des véhicules rétrofités après leur mise en circulation	Consolider l'engagement des rétrofiteurs sur l'offre de SAV et d'entretien des véhicules rétrofités pour rassurer les acquéreurs <i>Une nécessité pour la cible des véhicules lourds.</i>
Tous véhicules	Sensibiliser les collectivités locales, notamment les Régions et Métropoles, à la pertinence environnementale du rétrofit, en l'occurrence en matière de qualité de l'air (polluants locaux) et impact carbone	Accélérer l'électrification du parc de véhicules pour répondre aux enjeux de verdissement des flottes et d'amélioration de la qualité de l'air, notamment dans les centres urbains
Tous véhicules	Soutenir la mise en réseau des acteurs du rétrofit, comme par exemple au sein de l'association AIRE	Donner de la visibilité aux acteurs et à la filière et favoriser les synergies entre acteurs (capacité de négociation des rétrofiteurs)
Tous véhicules	Donner une vraie place au rétrofit dans la stratégie nationale « Plan batterie »	Faire diminuer les coûts des batteries pour les rétrofiteurs et permettre de relocaliser au maximum la chaîne de valeur
Tous véhicules	Permettre aux fabricants de dispositifs de conversion des véhicules de bénéficier des financements des programmes du Plan France relance et des Investissements d'avenir, notamment pour leurs investissements en R&D dans les démarches de conception et d'homologation des prototypes	Permettre à des entreprises émergentes d'accéder à des fonds et lancer leurs projets et rassurer les investisseurs dans la démarche de levée de fonds des acteurs pour accélérer le déploiement de l'offre de véhicules rétrofités
Citadine	Animer une réflexion sur l'usage des véhicules rétrofités en autopartage dans les centres urbains	Participer à l'évolution des pratiques/comportements sur l'usage du véhicule particulier
Citadine, VUL et PL	Modifier les textes réglementaires (issus de la LTECV puis la LOM) pour permettre la prise en compte des véhicules rétrofités dans les obligations de renouvellement des flottes de véhicules des entreprises et collectivités	Consolider la demande de rétrofit, notamment les VUL pour les gestionnaires de flottes et collectivités dont la flotte compte au moins 100 véhicules et qui doivent les renouveler à 10 % en véhicules à faibles émissions à partir de 2022 puis 50 % à partir de 2030
PL	Mettre en place un dispositif de suramortissement des véhicules rétrofités pour favoriser l'achat d'opérations de rétrofit	Permettre aux acquéreurs de véhicules rétrofités professionnels de suramortir les investissements dans l'achat d'opérations de rétrofit de leur véhicule pour réduire leur impôt sur les sociétés

Cible spécifique	Recommandation	Objectifs
VUL	Mobiliser les collectivités pour le déploiement d'une aide à l'achat d'opérations de retrofit dans le cadre notamment de l'accompagnement de la mise en œuvre de ZFE-m	Répondre aux enjeux des ZFE-m Consolider la demande de retrofit
VUL	Sensibiliser les villes et métropoles sur le caractère polluant de la catégorie des véhicules utilitaires urbains aménagés qui circulent régulièrement à froid	Cibler les véhicules les plus polluants pour le retrofit
VUL et autobus	Mobiliser la commande publique pour l'achat de véhicules rétrofités, notamment autobus et VUL, éventuellement pour de la mise à disposition de véhicules professionnels (location courte et longue durée) au-delà de leurs propres flottes	Consolider la demande de retrofit et appuyer la diffusion des premières opérations
Autobus	Modifier les textes réglementaires (issus de la LTECV puis la LOM) pour permettre la prise en compte des véhicules rétrofités dans les obligations de renouvellement des flottes de bus des collectivités	Consolider le développement du retrofit sur le segment des autobus des collectivités : obligation de renouvellement à 50% en véhicules à faibles émissions (100% à partir de 2025)
Retrofit en ZNI	Développer le retrofit en parallèle de production d'électricité renouvelable	Réduire l'impact environnemental de la mobilité électrique en ZNI

## 9. CONCLUSIONS GENERALES

---

L'étude de l'ADEME démontre que leetrofit électrique est une **solution convaincante pour les enjeux de qualité de l'air, d'émissions de gaz à effet de serre et d'usage des matières premières**. Pour toutes les cibles, le retrofit électrique permet le réemploi du planeur (la « carcasse ») de véhicules thermiques déjà en circulation. Par rapport à un véhicule électrique neuf, il empêche la fabrication d'un nouveau planeur et les émissions de gaz à effet de serre associées. Enfin, et en tant que « véhicule électrique », le véhicule retrofit évite les rejets de polluants atmosphériques à l'échappement lors de sa phase d'usage.

Par ailleurs, la filière du retrofit électrique serait pourvoyeuse d'une **activité pouvant consolider des emplois non délocalisables en régions**. En effet, l'électrification progressive du parc de véhicules va naturellement aller de pair avec une baisse des activités d'entretien et de maintenance des garagistes (puisque le véhicule électrique, par nature même, nécessite moins d'entretien). En ce sens le retrofit pourrait permettre à la filière de se renouveler et de conserver un maximum d'emplois locaux.

**Le modèle économique de la filière du retrofit reste cependant incertain face à un secteur du véhicule électrique neuf bien structuré et un marché de l'occasion qui se consolide.** Le caractère éphémère de la filière, étroitement lié au retrait progressif des véhicules thermiques, crée une forme d'urgence dans son développement. Il semble donc nécessaire de cibler les catégories de véhicules à développer et **l'étude a caractérisé une priorité sur les véhicules lourds, notamment les autobus, puis les citadines.**

La première cible, bien que techniquement encore peu mature, présente un bilan environnemental significativement avantageux. De plus, face à une faible offre de véhicule électrique neuf, le retrofit pourrait se développer en parallèle et proposer une offre compétitive grâce à l'économie des coûts du planeur. A la condition de l'ouvrir plus clairement au retrofit, le cadre législatif incitant au « verdissement » des flottes d'autobus des collectivités offre un contexte idéal au développement de cette cible.

La seconde cible, celle des citadines, présente un parc considérable de véhicules qui pourraient être retrofités. Leur conversion serait bénéfique sur le plan environnemental, notamment pour la qualité de l'air en zone urbaine. Techniquement maîtrisé, c'est un segment sur lequel de nombreux acteurs se sont positionnés et qui pourrait particulièrement aider la filière des garagistes. Son modèle économique est cependant fortement conditionné au coût du poste « batterie ». En limitant la capacité des batteries dans la conception des kits, le retrofit des citadines semble être une cible porteuse et prometteuse. A noter que l'étude n'a pas questionné le grand public pour connaître le degré d'acceptabilité et d'appétence pour le retrofit. Or, sur cette cible plus que toute autre, le choix du véhicule ne se fait pas sur des critères exclusivement rationnels.

Les autres cibles (VUL et Poids Lourds 16/19 T) ont aussi leur pertinence dans le développement du retrofit. Toutefois, elles nécessitent de cibler des publics très spécifiques.

Pour aider la filière dans son développement économique, les principales recommandations sont les suivantes :

1. **Modifier certains textes réglementaires pour soutenir l'accès au marché des acteurs du retrofit.** Par exemple clarifier la prise en compte des véhicules retrofités dans les objectifs de renouvellement des flottes des collectivités et des entreprises, révision de certains aspects de « l'arrêté retrofit » afin de réduire les coûts d'homologation ;
2. **Créer une filière industrielle du retrofit robuste par la mise en réseau des acteurs,** et renforcer les engagements des retrofiteurs sur la maintenance et l'entretien des véhicules retrofités après leur mise en circulation (SAV) ;
3. **Sensibiliser les potentiels clients** sur les bénéfices environnementaux de la solution retrofit.

## GLOSSAIRE

---

---

<b>ADEME</b>	Agence de la transition écologique
<b>AIRe</b>	Association des Acteurs de l'Industrie du Rétrofit électrique
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de Carbone
<b>GES</b>	Gaz à effet de serre
<b>GNV</b>	Gaz Naturel pour Véhicules
<b>PL</b>	Poids Lourds
<b>PPE</b>	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
<b>TCO</b>	Total Cost of Ownership
<b>VE</b>	Véhicule Electrique
<b>VUL</b>	Véhicule Utilitaire Léger
<b>ZFEm</b>	Zone à Faibles Emissions mobilité
<b>ZNI</b>	Zones Non Interconnectées

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique -, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### **FAITS ET CHIFFRES**

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### **CLÉS POUR AGIR**

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### **ILS L'ONT FAIT**

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### **EXPERTISES**

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### **HORIZONS**

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

## ETUDE « RETROFIT »

**Contexte** : L'émergence d'une filière française du « retrofit », c'est-à-dire la conversion de véhicules thermiques en véhicules électriques, semble se dessiner depuis l'arrêté du 13 mars 2020. Cet arrêté autorise et encadre les modifications de motorisation sans avoir à demander l'autorisation aux constructeurs des véhicules.

L'ADEME a questionné les gains environnementaux et le modèle économique des opérations de retrofit sur différents segments du parc.

L'objectif de l'étude est d'apprécier les potentiels de la filière retrofit : marchés, attractivité économique, impacts environnementaux.

Il s'agit aussi de comprendre comment aider au mieux les acteurs à se structurer afin de garantir les promesses du retrofit.

L'étude a mobilisé les acteurs pionniers du retrofit et les autorités qui accompagnent l'activité pour appréhender leurs visions et leurs stratégies entrepreneuriales, collecter des données sur l'économie des projets

### Conclusion

L'étude confirme l'intérêt des opérations de retrofit sur le plan environnemental (gaz à effet de serre et polluants). Dans le parc de véhicules en circulation, les véhicules lourds semblent être ceux sur lesquels le modèle économique est le plus favorable.

Les cibles de la citadine et de l'autobus semblent être des cibles à privilégier : la première avec des opérations simples du point de vue technique et à la condition d'une maîtrise du coût du poste batterie ; la seconde sous réserve de garantir la fiabilité technique des véhicules retrofités, mais avec une économie significative sur les coûts d'exploitation. Entre ces deux segments, les véhicules professionnels (VUL et PL 16/19 T) exploités en zone de circulation restreinte semblent être de bonnes cibles mais avec un modèle économique restant incertain