

La transition de l'autocar vers des technologies zéro émission



Quels besoins et perspectives en France ?

SOMMAIRE

Edito 03

Préambule 04

Introduction : contexte environnemental et réglementaire sur le segment de l'autocar en France 06

1 **Présentation du marché de l'autocar** 09

2 **Description de l'offre en autocars zéro émission existante et en construction** 13

3 **Perspectives, freins, et leviers de la transition vers l'autocar zéro émission** 26

Conclusion 44

A propos de France Hydrogène Mobilité et de l'Avere-France 45

Remerciements 47





EDITO



Valérie Bouillon-Delporte

1ère Vice-Présidente de France Hydrogène et coordinatrice de son groupe Mobilité

Antoine Herteman

Président de l'Avere France



Avec un objectif affiché d'atteindre la neutralité carbone en 2050, la France a fait de la décarbonation des transports une de ses priorités et a développé plusieurs dispositifs d'accompagnement pour les particuliers, les entreprises et les collectivités. Ce soutien public ne doit pas échapper aux mobilités lourdes qui représentent près de 7 % des émissions de CO₂ en France tous secteurs confondus. Parmi ces modes de transport, on compte les autocars qui jouent un rôle significatif dans la cohésion des territoires.

Les véhicules électriques, qu'ils soient à batteries ou à hydrogène, ont ainsi toute leur place pour accélérer le verdissement du transport de voyageurs. L'ensemble de l'écosystème s'est engagé et a travaillé sur des innovations axées sur les besoins : meilleure efficacité du moteur électrique, augmentation de l'autonomie des véhicules, temps de recharge réduit... Les cas d'usages se précisent et l'électrification, avec la complémentarité de prestations et d'usages des batteries et de l'hydrogène, apparaît comme la solution la plus pertinente pour répondre aux besoins des opérateurs de transport. D'autre part, les acteurs de l'avitaillement et de la recharge se mobilisent pour constituer un réseau de stations tout en proposant un accompagnement pour l'installation de solutions dans les dépôts.

Si cette mobilisation implique naturellement l'Etat et les industriels, cette transition ne pourra être un succès sans l'appui des collectivités territoriales. En tant qu'acteurs clés de la décarbonation des transports, elles jouent un rôle crucial dans la définition des besoins sur leur territoire et dans le financement de la transition. Depuis le 1^{er} janvier 2017, les Régions sont les autorités organisatrices des transports interurbains par autocar, segment encore très largement dépendant des énergies fossiles.

Début 2022, sur plus de 66 000 autocars en circulation en France, seule une centaine d'autocars électriques à batteries ou à hydrogène étaient en circulation. Pour comparaison, 1 500 autobus zéro émission étaient en circulation au 1^{er} janvier 2022 alors que les flottes d'autobus français représentent deux fois moins de véhicules que le parc d'autocars.

Un constat éloquent que France Hydrogène et l'Avere-France veulent faire évoluer. De la présentation du marché des autocars, à la description détaillée de l'offre sur le territoire, en passant par l'étude des solutions envisagées par les différentes Régions, cette étude recouvre l'ensemble des thématiques nécessaires au développement du marché des autocars zéro émission.

Alors que l'offre se structure et la pertinence de l'autocar électrique s'affirme très nettement, nous ne pouvons que constater que la demande reste limitée, souffrant de l'absence d'un soutien public et de mesures réglementaires incitatives favorisant le déploiement des autocars électriques. L'Etat doit aujourd'hui se donner les moyens de ses ambitions et accompagner collectivités et opérateurs de transport dans la transition vers des flottes d'autocars électriques à batteries et à hydrogène.



PRÉAMBULE

Contexte et principaux objectifs de ce document

Le parc d'autocars français représente deux fois plus de véhicules que les flottes d'autobus. Pourtant, seule une centaine d'autocars zéro émission en service roulant¹ sont exploités en France en 2023, alors que près de 1 500 autobus zéro émission étaient en circulation au 1^{er} janvier 2022².

Ce constat amène **France Hydrogène Mobilité**, le groupe dédié à la mobilité routière au sein de l'association France Hydrogène, et **l'Avere-France**, association nationale pour le développement de la mobilité électrique, à soulever les interrogations suivantes :

Quelles sont les raisons de la faible adoption à date de véhicules zéro émission sur le segment des autocars ? Quels sont les besoins et perspectives en France pour accélérer cette transition ?

Au travers du présent document, l'objectif sera de se pencher sur ces questions, en identifiant les objectifs et possibilités de transition pour les donneurs d'ordre, les besoins des exploitants, les solutions techniques en développement, mais également en identifiant les freins à cette transition et les leviers qui pourraient être envisagés. Ces aspects seront étudiés tout en analysant la complémentarité sur les différents segments d'usages entre les différentes options de solutions zéro émission³ :

- Les autocars électriques à hydrogène ;
- Les autocars électriques à batterie.

1-Note sur la terminologie utilisée dans ce document : dans l'ensemble de ce document, les véhicules dits « zéro émission » désignent des véhicules électriques à batterie ou électriques à hydrogène, n'émettant aucun polluant en service roulant, hors phénomène d'usure des plaquettes de frein et d'abrasion des pneumatiques. Cette terminologie se réfère à la dénomination couramment utilisée à l'échelle européenne. Dans certains textes français, les termes « véhicules très faibles émissions » sont également utilisés.

2-Service des données et études statistiques (SDES). Données sur le parc de véhicules en circulation au 1^{er} janvier 2022.

3-On notera que les alternatives au diesel dites « faibles émissions », telles que les biocarburants, gaz naturel pour véhicules (GNV) ou biodiesel, ne font pas partie du périmètre de cette étude. La solution de moteur à combustion interne hydrogène n'est pas non plus détaillée dans ce document, même si de premières initiatives voient le jour.

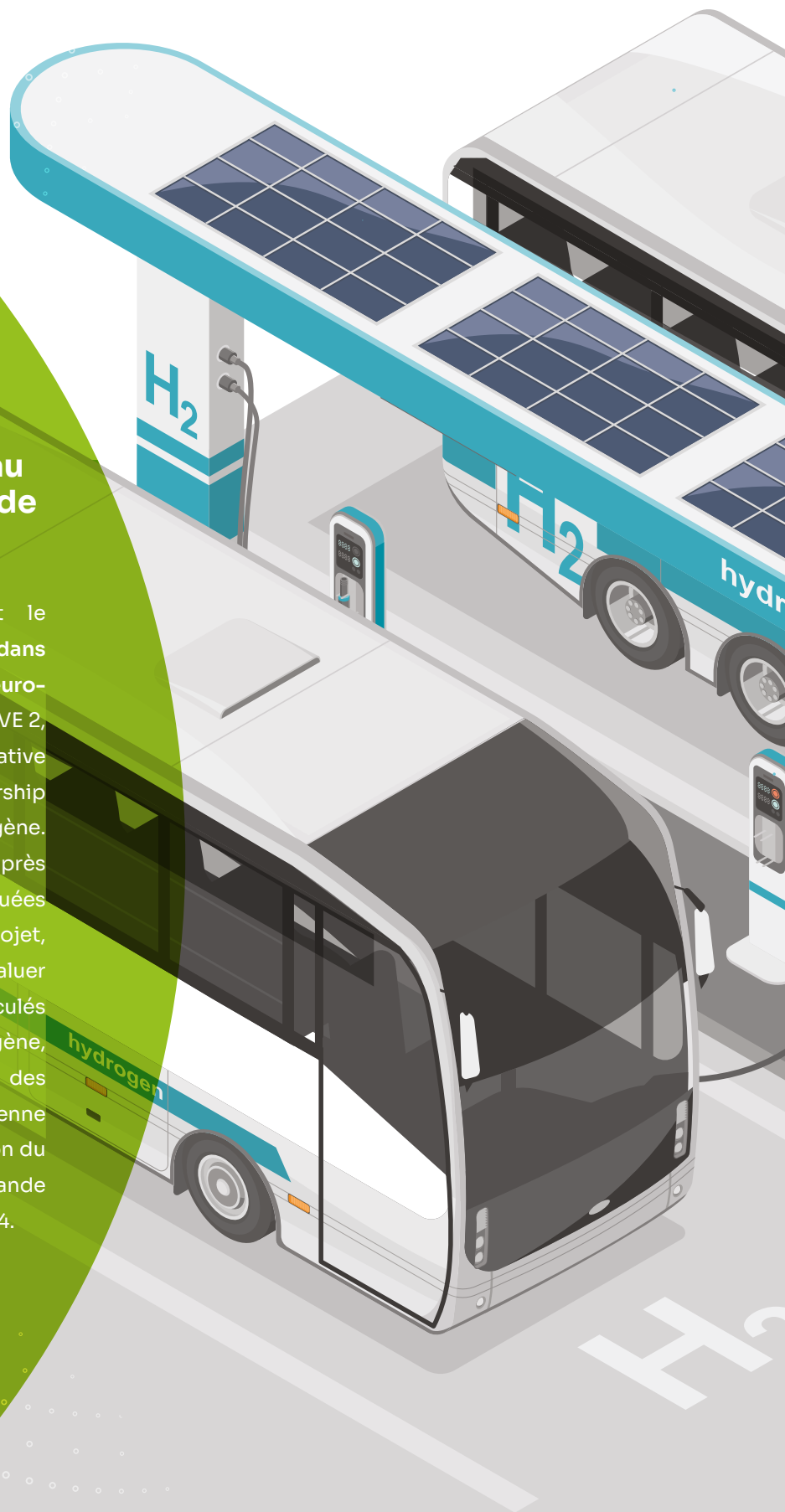
Consultation des acteurs de la filière et enquête réalisée auprès des Régions

Afin que cette étude reflète au mieux les visions des différentes parties prenantes dans le secteur de l'autocar en France, des échanges ont été menés avec des acteurs clés, et notamment des constructeurs et acteurs du rétrofit (Iveco, GCK, SAFRA, Retrofleet, etc.), exploitants (Keolis, Transdev, B.E. green), associations de représentants du transport de voyageurs (FNTV), ainsi qu'avec les donneurs d'ordre clés que sont les Régions. En effet, ces dernières sont souvent les autorités organisatrices de la mobilité compétentes en matière de transport routier interurbain et de transport scolaire. A ce titre, elles s'appuient dans le cadre de contrats publics sur les entreprises de transport, principales gestionnaires des parcs d'autocars sur le territoire français. Si toutes les conditions sont réunies pour leur permettre de porter des objectifs de transition vers les solutions zéro émission, les Régions pourront être amenées à jouer un rôle clé dans la décarbonation du secteur des autocars en France.

France Hydrogène et l'Avere-France ont donc réalisé une enquête auprès des Régions, afin de comprendre leur volonté de transition vers des solutions zéro émission. Ainsi, ce sont **10 Régions françaises qui ont contribué à informer cette étude en répondant à une enquête dédiée aux flottes d'autocars des entreprises auxquelles elles délèguent leur exploitation**, et qui témoignent des caractéristiques opérationnelles requises, de leur stratégie de transition, des freins et leviers pour déployer des véhicules zéro émission. Les principales analyses issues de cette enquête sont présentées tout au long de ce document, et plus en détails dans la section 3.2 : *Les objectifs de transitions fixés pour les flottes d'autocars par les Régions.*

Articulation de cette étude au niveau français avec une étude menée au niveau européen dans le cadre du projet JIVE

Ce document concerne exclusivement le marché français. En revanche, il s'inscrit dans une démarche plus large menée à l'échelle européenne par le consortium JIVE 2. Le projet JIVE 2, au côté de son prédécesseur JIVE, est une initiative co-financée par le Clean Hydrogen Partnership de déploiement de bus électriques à hydrogène. Les deux projets visent à déployer au total près de 300 bus d'ici juin 2025, dans 15 villes situées dans 6 pays en Europe. Dans le cadre du projet, les membres du consortium ont souhaité évaluer les perspectives de transition des bus articulés et des autocars vers l'électrique à hydrogène, pour soutenir davantage la décarbonation des transports publics. Une étude pan-européenne va donc être menée afin d'analyser la situation du marché européen, avec un focus sur la demande et l'offre. L'étude devrait être publiée mi-2024.

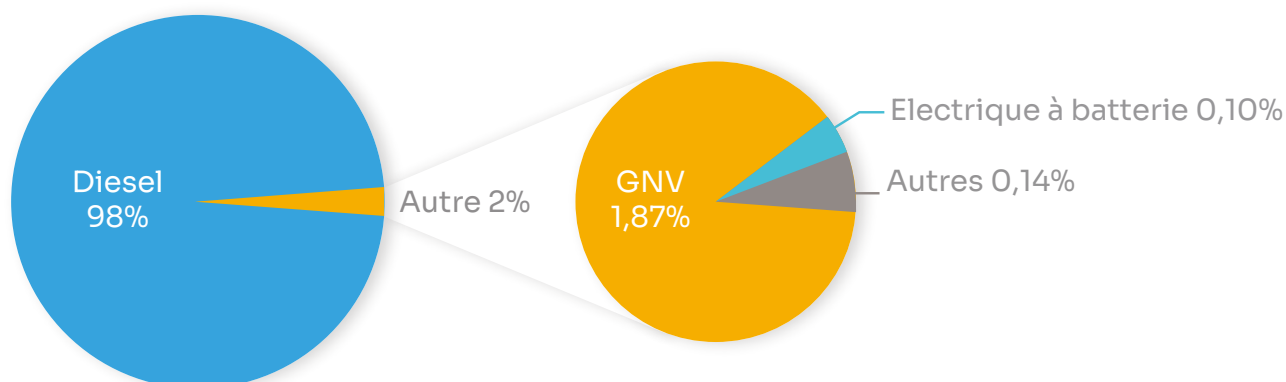




Introduction : contexte environnemental et réglementaire sur le segment de l'autocar en France

Le secteur de l'autocar comptait 66 000 véhicules en circulation en France au 1^{er} janvier 2022⁴, dont la quasi-totalité fonctionne avec une motorisation diesel (98 %). Comme illustré ci-dessous, la principale alternative au diesel déployée au 1^{er} janvier 2022 était l'autocar au gaz naturel, et seules quelques unités d'autocars électriques (moins de 100 véhicules) étaient en circulation.

Figure 1 - Répartition du parc d'autocars par type de carburant en France, au 1^{er} janvier 2022 (Source : SDES⁴)



Les autocars zéro émission à l'échappement (électriques à batterie ou à hydrogène) sont donc très peu déployés à l'échelle nationale en 2022. Ce constat est en net décalage par rapport au segment de l'autobus, sur lequel l'électrique à batterie représentait 5 % du parc en 2022⁵, et où l'offre électrique à hydrogène s'est fortement développée ces dernières années, générant des annonces de déploiements de plusieurs centaines de véhicules⁶.

Cet écart entre les secteurs de l'autobus et de l'autocar s'explique principalement par un contexte réglementaire nettement plus incitatif sur le segment de l'autobus, justifié en partie par la priorité donnée à la réduction des polluants atmosphériques en zones périurbaines. En effet, la loi française impose aux collectivités des unités urbaines de plus de 250 000 habitants d'intégrer 25 % d'autobus électriques à batterie ou à hydrogène dans leurs renouvellements depuis juillet 2022, et cette part sera de 50 % à partir de 2025⁷. **Sur le segment de l'autocar, aucune obligation réglementaire n'impose (à date d'écriture de ce document) le déploiement de véhicules électriques.**

Cette absence de mesure incitative dans la première moitié de la décennie a deux conséquences :

- La demande en autocars zéro émission de la part des opérateurs est faible, puisqu'ils ne sont soumis à aucune obligation, et que ces solutions engagent des surcoûts et la complexité de la transition correspondante ;
- Les constructeurs français et européens ne priorisent pas forcément le développement de l'offre d'autocars zéro émission, avec comme conséquence que l'offre disponible en électrique à batterie neuve est principalement issue de constructeurs asiatiques et l'offre en électrique à hydrogène est encore en développement en 2023, par un nombre limité d'acteurs.

Or, le parc d'autocars en France représente deux fois plus de véhicules que le parc d'autobus. La transition de ce segment de véhicules est donc clé pour atteindre les objectifs de réductions des émissions de gaz à effet de serre (GES), et notamment la neutralité carbone à horizon 2050.

4-Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires. (2022). Données et études statistiques Pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports.

5-UTP. (2022). Le parc des véhicules des services urbains au 01/01/2022

6-France Hydrogène. (2023). Cartographie des projets de déploiements de véhicules électriques à hydrogène en France. D'après les annonces publiques des donneurs d'ordres et les projets confidentiels recensés par France Hydrogène, plus de 600 autobus électriques à hydrogène devraient être déployés dans les prochaines années.

7-Ordonnance n° 2021-1490 du 17 novembre 2021 portant sur la transposition de la directive (UE) 2019/1161 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019 modifiant la directive 2009/33/CE relative à la promotion de véhicules de transport routier propres et économes en énergie.

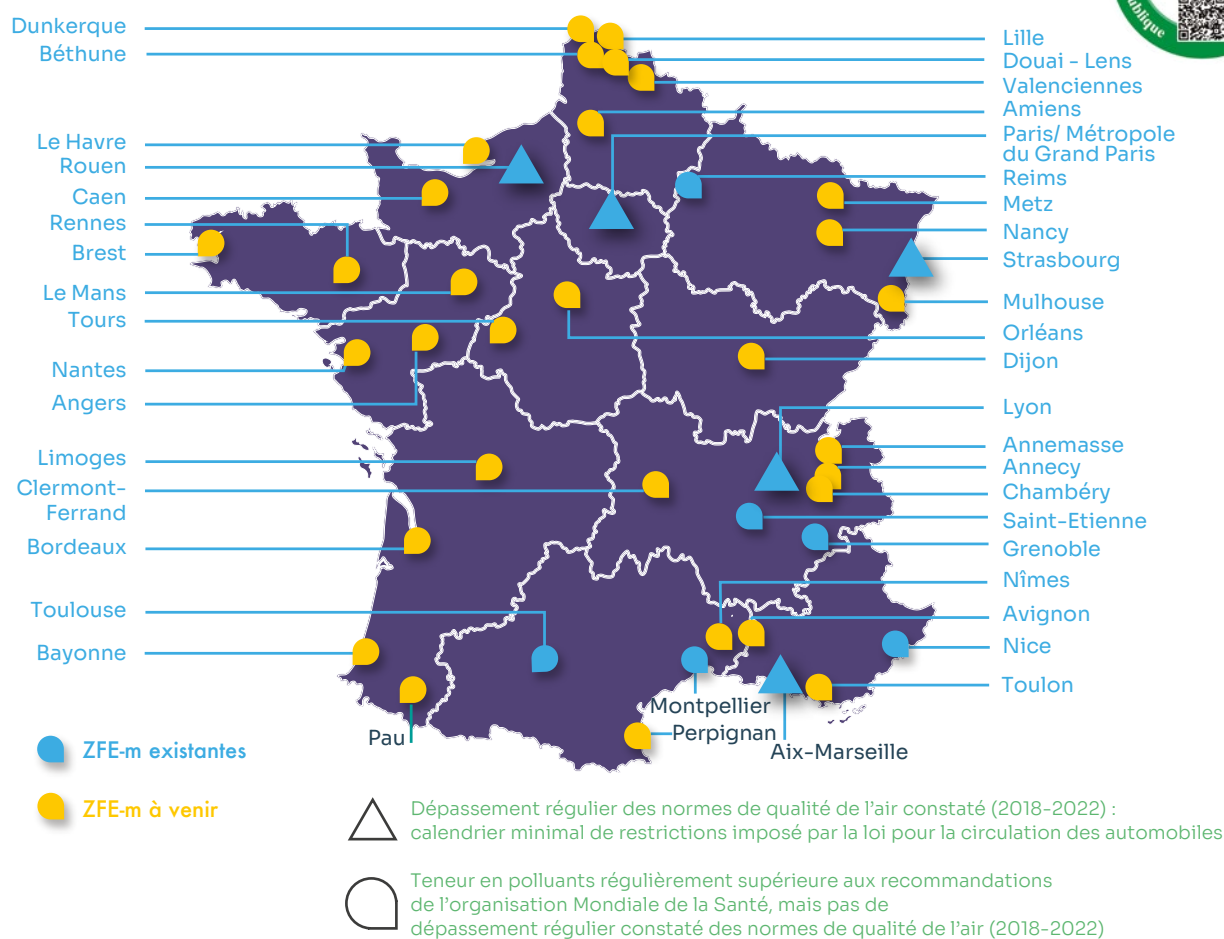
Certaines réglementations pourraient toutefois progressivement inciter au déploiement d'autocars faibles émissions voire zéro émission, mais sans visibilité claire à ce stade. Parmi elles, on peut notamment citer les zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m), le règlement CO₂ pour les constructeurs, la directive RED II (Renewable Energy Directive), le règlement AFIR (Regulation for the deployment of alternative fuels infrastructure, ou règlement sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs), ou encore les Normes Euro.

Les ZFE-m et le règlement CO₂ constructeurs pourraient devenir les leviers réglementaires les plus incitatifs sur le segment de l'autocar. Le potentiel impact de ces règlements est précisé dans les paragraphes suivants.

Les zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m)

En France, les territoires classés zones à faibles émissions mobilité mettent en place des restrictions de circulation pour les véhicules routiers. Les contraintes sont spécifiées sur une zone et une période donnée (ou de façon permanente), et se basent sur les vignettes Crit'Air, définissant le niveau d'émissions des véhicules selon leur date d'immatriculation. La Loi Climat & Résilience prévoit de rendre obligatoires les ZFE-m dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants (à l'exclusion des DOM) d'ici le 31 décembre 2024, soit 43 territoires visés en France. Le 10 juillet 2023, une distinction sémantique additionnelle entre les ZFE-m effectives et les territoires de vigilance a été opérée dans le cadre d'un comité interministériel. Ces éléments sont présentés sur la carte ci-dessous⁸.

Figure 2 – Déploiement des zones à faibles émissions mobilité en France (Source : Ministère de la transition écologique⁸)



⁸ Lutte contre la pollution de l'air - Zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) : 11 métropoles concernées en 2022 | Service-public.fr

À la suite de cette précision, 5 territoires ont été classés en « ZFE effectives », en raison de dépassements réguliers des normes de qualité de l'air. Ces territoires sont concernés par des restrictions imposées par la loi. Les 38 autres sont qualifiés de « territoires de vigilance ». Dans ces territoires, la seule obligation porte sur la restriction de circulation des voitures immatriculées avant 1997. Les collectivités territoriales sont en revanche libres de fixer des règles plus strictes.

Compte tenu de leur motorisation et de leur âge, plus de trois-quarts des autocars sont classés Crit'Air 2 ou Crit'Air 3 (respectivement 53 % et 25 % du parc), et près de 20 % sont encore classés Crit'Air 4 et 5 (respectivement 6 % et 13 %). La mise en place de contraintes de plus en plus restrictives au sein des ZFE-m, sous l'impulsion des collectivités, pourrait concrètement avoir un impact sur la transition du secteur des autocars. Cela étant, pour rappel, les autocars diesel Euro VI sont classés Crit'Air 2 (au même titre que les versions HVO100 ou XTL). Par conséquent, seule une restriction à toutes les catégories à partir de Crit'Air 2 aurait un impact sur une sortie du diesel. Et même dans ce cas, si seuls les autocars Crit'Air 1 étaient autorisés, alors cela ne concernerait pas que les options électriques (à batterie ou à hydrogène), mais également le gaz naturel et les véhicules hybrides. **C'est donc seulement dans le cas d'une restriction aux véhicules Crit'Air 0 que l'incitation serait pleine pour une transition vers le zéro émission, ce qui n'est pas le cas dans les ZFE-m existantes à date de rédaction du document.**

Le règlement CO₂ pour les constructeurs⁹

Le règlement (UE) 2019/1242 oblige les fabricants de poids lourds (PL) à réduire les émissions moyennes des nouveaux PL de 15 % d'ici à 2025, et de 30 % d'ici à 2030, par rapport à un niveau de référence de 2019. De plus, le règlement prévoit des incitations au déploiement de véhicules zéro émission à l'échappement :

- Sous la forme de super-crédits de 2019 à 2024 : chaque PL zéro émission vendu est compté comme deux véhicules.
- À partir de 2025, un constructeur qui atteint un objectif de 2 % de PL zéro émission dans ses ventes totales sera récompensé par un ajustement à la baisse de ses émissions moyennes de CO₂ de 1 % pour chaque point de pourcentage de dépassement de la norme.

La pénalité sur les émissions excédentaires pour la période 2025-2029 est fixée à 4 250 €/gCO₂/tonne.km, puis 6 800 € à partir de 2030. D'après l'Association des constructeurs européens d'automobiles (ACEA), « si un constructeur détenant une part de marché de 20 % (~50 000 véhicules par an) manquait son objectif de seulement 1 gramme, la pénalité s'élèverait à plus de 360 millions d'euros¹⁰ ».

Cette mesure est donc incitative pour les constructeurs, qui accélèrent le développement de solutions alternatives au diesel sur les segments concernés par ce règlement.

Il est important de noter qu'actuellement, ce règlement ne s'applique pas aux autocars, mais essentiellement aux camions dédiés au transport de marchandises. Cependant, le 14 février 2023, la Commission européenne a présenté une proposition législative visant à réviser le règlement (UE) 2019/1242. La révision proposée élargirait le champ d'application du règlement pour inclure notamment les autobus urbains et les autocars. Également dans cette révision, les émissions de CO₂ des véhicules lourds, comparées aux niveaux de 2019, devraient diminuer en moyenne de 45 % à partir de 2030, de 65 % à partir de 2035 et de 90 % à partir de 2040.

La proposition de la Commission européenne prévoit également d'imposer à l'ensemble des nouveaux autobus urbains d'être obligatoirement zéro émission à partir de 2030. Cette proposition ne s'étend cependant pas au segment de l'autocar¹¹.

Une adoption de ces propositions contraindrait les constructeurs à poursuivre et accélérer le développement de l'offre alternative au diesel pour les PL, y compris sur le segment de l'autocar.

⁹-European Parliament. (2023). *CO₂ emission performance standards and reporting obligations for new heavy-duty vehicles.*

¹⁰-ACEA. (2023). *Factsheet – CO₂ standards for heavy-duty vehicles.*

¹¹-Commission européenne. (2023). « *Objectif de zéro émission à partir de 2030 pour les bus urbains neufs et une réduction de 90 % des émissions pour les camions neufs d'ici à 2040* ».



En résumé

Ainsi, la réglementation environnementale sur le segment de l'autocar est en 2023 peu contraignante, et incite donc peu à la conversion d'un parc actuellement composé de véhicules Diesel à 98 %.

Or, afin de répondre à l'urgence climatique, il est indispensable de traiter le besoin en transition de l'ensemble des segments de la mobilité, dont celui de l'autocar, qui représente pour référence une flotte deux fois plus importante que le parc français d'autobus.

Afin d'évaluer le besoin et les perspectives de transition vers le zéro émission sur le segment de l'autocar en France, la réflexion proposée par ce document traitera :

(1) Du fonctionnement de la gestion du parc d'autocars en France, et des principaux cas d'usages observés. Ces éléments de contexte visent à donner les clés de lecture pour comprendre les enjeux de transition au zéro émission sur le segment de l'autocar.

(2) Des offres et développements en cours d'autocars électriques à batterie et à hydrogène sur le marché français.

(3) Des opportunités de transition vers les deux solutions zéro émission complémentaires sur le plan opérationnel, les freins et leviers associés.

1

Présentation du marché de l'autocar



1.1. Les segments d'usages de l'autocar en France

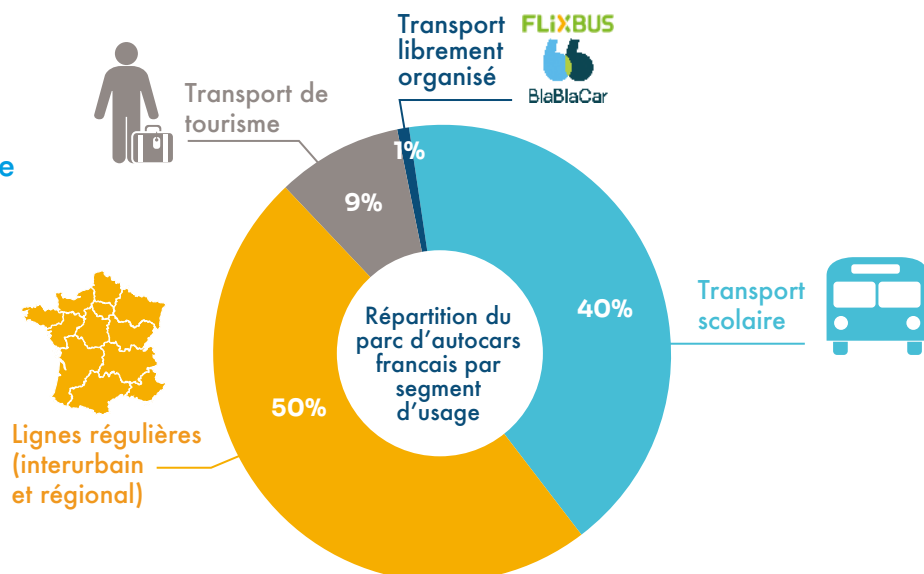
On distingue en France quatre principaux segments d'usage au sein du parc d'autocars¹² :

- Le transport scolaire ;
- Les lignes régulières interurbaines et régionales ;
- Le transport de tourisme ;
- Le transport en Service Librement Organisé (SLO).

Le parc d'autocars français est réparti de manière inégale entre ces segments. Comme le montre la Figure 3 ci-dessous, **le transport scolaire et les lignes régulières représentent la vaste majorité des usages (~90 %)**, alors que le transport de tourisme représente moins de 10 % du parc, et le transport librement organisé 1 %.



Figure 3
Répartition du parc d'autocars français par segment d'usage
(Source : FNTV)



¹² - Note : Les données chiffrées présentées dans cette section sont des ordres de grandeur, principalement partagés par la Fédération Nationale du Transport de Voyageurs (FNTV) lors de l'entretien mené pour cette étude en juillet 2023.

Les types de véhicules déployés sur ces segments en France sont en grande majorité des autocars dits « planchers hauts », ou « Normal Floor », c'est-à-dire au plancher surélevé par rapport à la route, et disposant de soutes à bagages. Ces autocars rentrent dans la catégorie des véhicules Classe III. Les autocars dits « planchers bas », ou « Low Entry », représentent seulement 5 % du parc français et font partie de la Classe II. Ils peuvent être utilisés pour du transport périurbain, embarquant jusqu'à 50 % de voyageurs debout, et sont proches des autobus urbains en termes de profil.

Ces quatre segments d'usages présentent des caractéristiques opérationnelles très différentes, qui sont décrites dans les paragraphes suivants.

Figure 4 - L'autocar IVECO Crossway en "Normal Floor" (haut) ou en "Low Entry" (bas). Source : IVECO



Le transport scolaire

On compte au quotidien 2 millions d'élèves du primaire au lycée se déplaçant vers leur établissement scolaire en autocars, à raison de 144 jours par an. Le transport scolaire représente ainsi près de 40 % des usages du transport par autocars, avec environ 26 500 véhicules dédiés au transport scolaire en 2022. Il relève majoritairement de l'autorité des Régions qui en délègue l'exploitation aux transporteurs par marchés publics.

Les autocars scolaires effectuent en général une à deux tournées par jour, pour un kilométrage journalier allant jusqu'à 175 km/jour. Les kilométrages annuels sur ce segment sont généralement compris entre 15 000 et 30 000 km/an, pour une moyenne de l'ordre de 25 000 km/an.

Les lignes régulières interurbaines et régionales

Les véhicules de ce segment assurent un service de transport au sein d'une même région, ou entre les métropoles de différentes régions. Les lignes régulières interurbaines et régionales représentent la plus large partie du transport de voyageurs par autocars, et relèvent comme le transport scolaire de l'autorité des Régions. On compte près de 33 000 autocars dédiés à ces lignes en 2023, soit environ 50 % des autocars en circulation en France.

Les autocars circulant sur ces lignes présentent des kilométrages généralement plus élevés que les lignes scolaires. Très hétérogène en fonction du territoire, le kilométrage journalier peut évoluer entre 150 et 400 km/jour. Les véhicules parcourent en majorité 30 000 à 60 000 km/an, mais peuvent atteindre jusqu'à 80 000 km/an.

Le transport de tourisme

Les usages de ce segment sont variés, et comprennent notamment le transport de groupes de touristes, de clubs sportifs ou associatifs par exemple. La demande sur ce segment est donc très variable. Le transport de tourisme représente environ 6 000 véhicules en France en 2022, soit 9 % du parc. Contrairement au transport scolaire ou aux lignes régulières, cette activité ne dépend pas forcément d'une autorité organisatrice publique. Un opérateur répond à des demandes de déplacements (agences de voyages, tour-opérateurs, associations, entreprises, établissements scolaires...) à condition qu'il dispose d'une licence, délivrée par l'Autorité de régulation des transports (ART).

Le kilométrage annuel est généralement plus élevé que sur les lignes régulières, puisqu'il s'opère pour de plus longues distances, en France ou à l'étranger. Celui-ci peut varier entre 20 000 et 100 000 km/an. Le kilométrage quotidien moyen est très variable en fonction de l'activité, entre 100 km et 700 km pour certains usages intensifs.

Le transport en Services Librement Organisés (SLO)

Les services librement organisés sont le résultat de l'ouverture des lignes nationales longues distances en autocar par la loi du 6 août 2015 sur la croissance, l'activité et l'égalité des chances économiques¹³. En France, ces services sont organisés autour de lignes nationales et internationales, par deux principaux opérateurs, FlixBus et BlaBlaCar Bus, qui sous-traitent le transport à de petites et moyennes entreprises de transport routier de voyageurs. En 2023, environ 500 autocars sont exploités sur ce segment.

Le SLO est caractérisé par des lignes sur des distances importantes, pouvant aller au-delà des frontières françaises. Les véhicules peuvent ainsi rouler entre 80 000 et 250 000 km/an et jusqu'à 800 km/jour. Les autocars ont généralement plusieurs conducteurs dans la même journée pour utiliser le véhicule sur le plus de kilomètres possibles sur sa durée de vie.

Réutilisation des autocars entre les segments

Si la segmentation proposée ci-dessus présente un aperçu global du secteur du transport de voyageurs et de la répartition du parc, il existe cependant une certaine porosité entre les segments, qui permet aux opérateurs de flottes de diversifier leurs activités et de réutiliser les autocars pour différents services de transport.

On observe notamment :

- Une large réutilisation d'autocars de transport scolaire pour du transport occasionnel en dehors des heures de transport scolaire, et hors période scolaire, principalement pour des activités péri ou extra-scolaires. Il peut s'agir par exemple d'allers-retours à la piscine ou autre lieu de loisirs, ou de sorties scolaires à la journée (en contrat avec les écoles ou les mairies notamment).

- La réutilisation des autocars des lignes régulières sur du transport occasionnel, avec l'accord de l'autorité organisatrice de la mobilité.
- L'utilisation ponctuelle d'autocars de tourisme sur des services librement organisés.



1.2. Fonctionnement de la gestion des parcs d'autocars

Près de 90 % du parc français d'autocars (scolaires et lignes régulières) est exploité sous l'autorité des Régions, et ce depuis qu'a eu lieu le transfert des compétences en matière de transport scolaire au profit des Régions, transfert acté par la Loi du 15 août 2015 portant une nouvelle organisation territoriale de la République (loi NOTRe)¹⁴. Les Régions détiennent donc la compétence d'Autorité Organisatrice de Mobilité (AOM) sur leur territoire pour le transport interurbain, régional et scolaire. Les Régions peuvent également être amenées à faciliter le service sur les segments de l'occasionnel. Comprendre le fonctionnement de la gestion des autocars en région est donc essentiel pour apprécier la capacité du secteur à effectuer une transition vers des solutions zéro émission.

Les Régions sont rarement propriétaires des autocars.

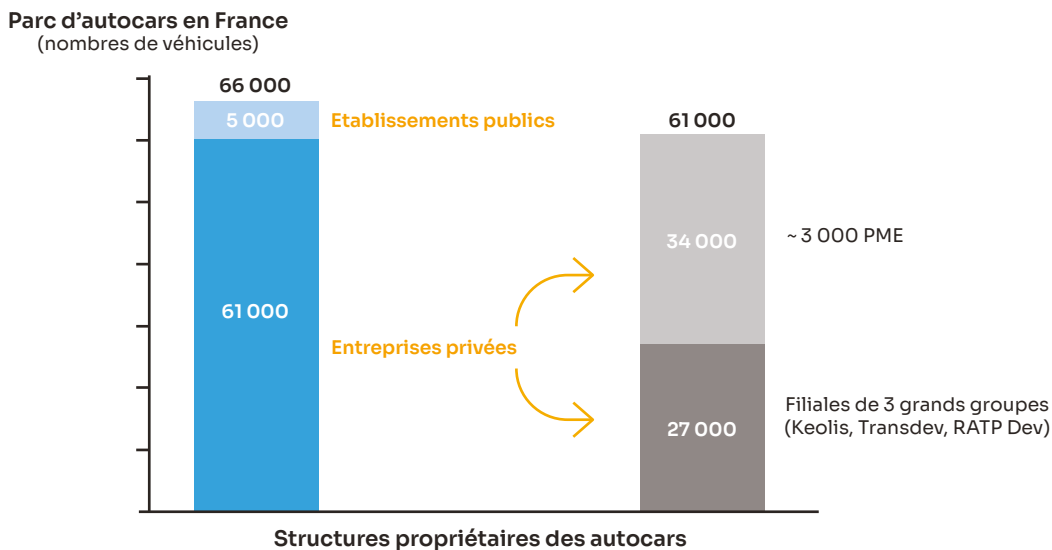
Comme le montre la Figure 5 ci-dessous, **plus de 90 % des autocars sont détenus par 3 000 entreprises privées** du secteur du transport de voyageurs ou de location, et seul 7 % du parc est détenu par une administration, une collectivité ou un établissement public (souvent des municipalités). Le modèle de propriété des autocars est néanmoins en évolution. La Région Ile-de-France, par son AOM Ile-de-France Mobilité (IDFM), est propriétaire des autocars scolaires et lignes régulières. Ce schéma est également adopté par certaines grandes métropoles. Le secteur privé compte une majorité de PME, employant en moyenne 33 salariés et exploitant une vingtaine d'autocars¹⁵. Environ 55 % des autocars sont exploités par des PME, généralement sur des lignes de transport scolaire, de tourisme ou de SLO, et 45 % sont exploités par les filiales de trois grands groupes (Keolis, Transdev, et RATP Dev).

¹³-Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires. (2017). Services librement organisés.

¹⁴-Loi portant sur la nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe). I. Ministères Écologie Énergie Territoires (ecologie.gouv.fr)

¹⁵-Guide Bus électriques – Avere-France – 2021

Figure 5
Répartition du parc d'autocars entre établissements publics et entreprises privées (PME et grands groupes) en France (Source : FNTV)



Le conventionnement entre les Autorités Organisatrices de Mobilité (AOM) et les opérateurs de transport est prévu par le code des transports¹⁶. Cependant, les modalités de ce conventionnement ne sont pas imposées : la durée des contrats peut varier entre 1 et 10 ans, et l'AOM peut confier l'activité de transport via un marché public ou une délégation de service public (DSP). La différence majeure entre ces deux modes de fonctionnement réside dans la perception des recettes pour l'opérateur :

— Dans le cadre d'un **marché public**, l'opérateur exécute une prestation précisément définie par un cahier des charges, avec une marge de manœuvre restreinte. La rémunération est définie au préalable, et est indépendante de la fréquentation des lignes : l'AOM perçoit les recettes d'exploitation et porte le risque de la fréquentation des lignes. Le transport scolaire prend la plupart du temps la forme d'un marché public simplifié d'une durée d'un an, reconductible jusqu'à 3 fois.

— Dans le cadre d'un **contrat de concession** ou d'une **DSP**, l'opérateur s'investit dans la gestion du service. Celui-ci porte le risque d'exploitation, puisque sa rémunération dépend en partie des recettes issues des opérations. Les contrats de DSP sont en général conclus sur des durées de 5 à 8 ans, ce qui laisse plus de temps pour la rentabilisation des actifs déployés. Les lignes régulières font majoritairement l'objet de DSP.

Dans les deux cas, l'AOM est rarement propriétaire du véhicule (sauf exceptions comme IDFM), mais fixe ses attentes dans l'appel d'offres : la durée du contrat, les attentes techniques (âge moyen ou maximal des véhicules, euro VI, capacité, etc.), économiques et environnementales. **Une AOM portant une stratégie de transition ambitieuse peut donc favoriser le déploiement de solutions zéro émission en intégrant ces critères dans son appel d'offres lors du renouvellement des contrats.**

¹⁶ Code des transports – Légifrance - 2023



En résumé

Sur le parc de 66 000 autocars en opération en France, 90 % sont répartis entre le transport scolaire et les lignes régulières. Les 10 % restants assurent du transport de tourisme ou du service librement organisé (type FlixBus ou BlaBlaCar Bus).

Les Régions ont la charge de l'organisation des transports scolaires et des lignes régulières, la grande majorité des autocars sont donc exploités sous leur autorité. En revanche, elles sont rarement propriétaires des véhicules. Ce sont le plus souvent des transporteurs qui font l'achat des autocars, et qui répondent à des marchés publics ou à des DSP pour les exploiter sur les lignes régulières et scolaires.

Ces transporteurs disposent de moyens économiques et opérationnels variables : la majorité des 3 000 entreprises privées propriétaires d'autocars en France sont des PME, qui exploitent la moitié des véhicules du parc français. La seconde moitié du parc est principalement détenue par les filiales de 3 grands groupes : Keolis, RATP Dev, et Transdev.

Afin que le plus grand nombre de transporteurs puissent se positionner sur le déploiement d'autocars zéro émission, il sera donc clé de mettre en place des mécanismes adaptés à l'ensemble des besoins et usages, et aux spécificités économiques et opérationnelles de ces acteurs.

2

Description de l'offre en autocars zéro émission existante et en construction

Comme mentionné en introduction de ce document, la principale alternative aux autocars Diesel déployée au 1er janvier 2022 était l'autocar au gaz naturel, et seules quelques unités d'autocars électriques (une centaine) étaient en circulation, tous des autocars électriques à batterie. Des déploiements d'autocars électriques à hydrogène ont également été annoncés pour fin 2023 - début 2024. Ce chapitre présente l'offre actuelle et en construction destinée au marché français des autocars électriques à batterie (première partie) et électriques à hydrogène (seconde partie).



2.1. Autocars électriques à batterie

En France, une centaine d'autocars électriques à batterie sont actuellement en exploitation au sein de collectivités et d'entreprises privées variées. Les premiers retours d'expérience accumulés depuis 2017 démontrent la fiabilité des équipements désormais sur le marché, ainsi que la pertinence de la solution électrique à batterie pour un nombre d'usages importants du transport de voyageurs. Sur le segment de l'autobus, plus de 1 300 véhicules électriques à batterie étaient déployés en France en 2022¹⁷, poussés par une offre neuve diverse. Sur l'autocar, l'offre actuelle neuve est encore dominée en 2023 par les constructeurs chinois (BYD et Yutong) pour les modèles planchers hauts, les plus répandus en France.

En Europe, le constructeur IVECO BUS commence également à commercialiser son modèle Crossway Low Entry électrique à batterie, qui présente l'avantage d'être à la fois un véhicule de Classe I et II. Le Low Entry est cependant une typologie qui ne représente pour le segment de l'autocar que 5 % du parc.

Le constructeur turc TEMSA propose également une offre électrique en autocars neufs planchers bas depuis 2022, et planchers hauts pour de premiers déploiements prévus en France fin 2023.

¹⁷ UTP. (2022). *Le parc des véhicules des services urbains au 01/01/2022*

Par ailleurs, plusieurs acteurs proposent des solutions de retrofit d'autocars vers l'électrique à batterie : le retrofit consiste à transformer un véhicule, généralement thermique, en remplaçant sa chaîne cinématique initiale par une chaîne cinématique alternative. En France, le retrofit des véhicules routiers est autorisé vers l'électrique à batterie ou l'électrique à hydrogène, à condition que le véhicule ait été immatriculé depuis 5 ans minimum. Cette opération est permise depuis la publication du décret retrofit de 2020, libérant ainsi la filière émergente des contraintes mises en place vis-à-vis des constructeurs d'origine¹⁸. Le retrofit permet ainsi de transformer un véhicule polluant en un véhicule zéro émission, tout en prolongeant l'utilisation de composants encore viables hors chaîne cinématique.

Parmi les acteurs français se positionnant sur le retrofit de véhicules de transport public vers l'électrique à batterie, on peut notamment citer les sociétés françaises Retrofleet, Greenmot, ou REV Mobilities (en partenariat avec l'entreprise allemande Pepper motion GmbH). Le Crossway d'IVECO est privilégié par les acteurs du retrofit. Ce modèle est largement répandu en France et en Europe : plus de 50 000 Crossway ont été mis en circulation en Europe depuis 2006¹⁹. Sa large diffusion facilitera un déploiement du modèle de retrofit à grande échelle.

Les principales offres d'autocars électriques à batterie commercialisées ou en développement à l'été 2023 sont résumées dans le Tableau 1 ci-dessous (liste non exhaustive).

⋮ **Tableau 1 - Principales caractéristiques des offres d'autocars électriques à batterie commercialisées ou en développement recensées (liste non exhaustive, NC : Non Communiqué)**

OEM/retrofitteur & modèle	Neuf/retrofit	Type d'autocar	Niveau de développement	Capacité de la batterie	Autonomie annoncée	Nombre de passagers	Date de commercialisation en France	Segments sur lesquels les véhicules sont déployés
BYD C9 ²⁰	Neuf	Plancher haut	Commercialisé	324 kWh	200 km	51 à 59	2017	Ligne régulière, transport scolaire, tourisme
Yutong ICE 12 ²¹	Neuf	Plancher haut	Commercialisé	350 à 375 kWh	200 à 280 km	59	2017	Ligne régulière, transport scolaire, tourisme, SLO
Yutong T12E ²²	Neuf	Plancher haut	Commercialisé	422 kWh	NC	51	2022	Tourisme
TEMSA MD9 electricITY ²³	Neuf	Plancher bas	Commercialisé	200 kWh	NC	56 à 63	2022	Transport scolaire, transport urbain
TEMSA LD SB E ²⁴	Neuf	Plancher haut	Commercialisé	210 à 350 kWh	Jusqu'à 350 km	59 à 63	2023	Tourisme
IVECO Crossway LE ²⁵	Neuf	Plancher bas	Commercialisé	416 à 485 kWh	Jusqu'à 400 km	44 à 48	2023	À venir
Retrofleet IVECO Crossway ²⁶	Retrofit (base IVECO Crossway)	Plancher haut	Commercialisé	192 kWh	150 km	51 à 55	2023	Transport scolaire, ligne régulière
Greenmot, IVECO Crossway	Retrofit (base IVECO Crossway)	Plancher haut	En cours d'homologation	230 kWh	150 km	51 à 55	2023	Transport scolaire

18-Ministères Écologie Énergie Territoires, (2023) *Tout savoir sur le retrofit électrique*

19-transbus.org, (2023) *Iveco Crossway*

20-BYD Europe.; C9 – BYD SINGAPORE

21-ICE12-Yutong – fiche produit

22-T12-Yutong – fiche produit

23-MD9 ElectricITY | TEMSA Bus & Coach | Europe

24-LD SB E | TEMSA Bus & Autocar | L'Europa

25-Sustainable Bus, (2023). *European intercity bus champion turns electric. Spotlight on all-electric Crossway Low Entry Elec*

26-transbus.org, (2023). *Dossier : Retrofit d'autobus et d'autocars : quelles offres ?*

Les paragraphes suivants visent à présenter quelques exemples des premiers déploiements et développements d'autocars électriques à batterie en France.

BYD

Le constructeur chinois BYD a déployé son premier autocar électrique à batterie en France en 2017, exploité par la société B.E. green en région parisienne. Il s'agit du modèle C9, bénéficiant d'un aménagement type tourisme, et pouvant transporter 51 passagers, pour une autonomie annoncée de 200 km²⁷. L'autocar est construit en Chine, mais les finitions et la préparation sont effectuées sur le site de production BYD France situé dans l'Oise.

Le BYD C9 a également été déployé entre 2018 et 2019 par des filiales de Transdev et RATP Dev, notamment sur la ligne régulière Beauvais-Compiègne de la Région Hauts-de-France.

En région parisienne, afin d'anticiper les restrictions de la ZFE-m et d'assurer une circulation durable des véhicules dans le Grand-Paris, plusieurs communes ont déployé l'autocar électrique à partir de 2020, par exemple Drancy, Romainville, et Neuilly-sur-Seine. Les véhicules sont assignés à du transport scolaire ou de tourisme, pour assurer les déplacements liés aux activités sportives et culturelles par exemple²⁸.

Quelques exemples et retours d'expérience relatifs à ces premiers déploiements sont présentés ci-dessous.

- La ville de Drancy (Seine-Saint-Denis), a déployé un autocar BYD en 2020, au sein de son parc jusqu'à composé de 6 autocars Diesel. L'autocar effectue du transport scolaire, périscolaire et occasionnel. Le montant de l'acquisition de l'autocar et de la borne de recharge associée est de l'ordre de 430 000 € HT. La collectivité locale a bénéficié d'aides publiques couvrant la moitié de cet investissement, avec des subventions accordées par la Préfecture de Seine-Saint-Denis (100 000 €) et par la Métropole du Grand Paris (129 000 €).

- La commune de Romainville, également située en Seine-Saint-Denis, a attribué un marché similaire à BYD France en 2020 (marché estimé à 405 000 € HT).

- En 2021, la ville de Neuilly-sur-Seine (Hauts-de-Seine) s'est également équipée de l'autocar BYD, suite au lancement d'un marché public de fourniture d'autocars électriques et des prestations de maintenance associées, pour lequel la société BYD France a été la seule à déposer une offre. Le marché attribué s'élève à près de 950 000 €, et comprend 2 véhicules, et les 2 bornes de recharge associées²⁹.

Autocar Yutong ICe 12

Le modèle Yutong ICe 12 a été commercialisé en France dès 2017, et distribué par le revendeur alsacien Dietrich Carebus Group (DCG). Les premières unités de l'autocar ont été déployées en région parisienne par le groupe SAVAC pour du transport scolaire en 2017 (12 unités), puis par le groupe Lacroix (2 unités), la société Waydev (2 unités) et le transporteur breton Autocars Vincent Bobet (1 véhicule). En 2018, la société B.E. green a déployé un autocar Yutong ICe 12 dans le cadre d'une activité de transport librement organisé, opérée entre Paris et Amiens, pour le compte de FlixBus³⁰.

Ces autocars sont également exploités par deux des plus importants groupes privés de transport public de voyageurs en France : Keolis et Transdev, qui opèrent ces véhicules respectivement en Région Sud (réseau Zou !) et Région Centre-Val de Loire (réseau Rémi 37).

Quelques exemples et retours d'expérience relatifs à ces premiers déploiements sont présentés ci-dessous.

Premiers autocars électriques de la Région Sud sur le réseau ZOU !

Dans le cadre du renouvellement des délégations de service public du réseau Zou ! des Alpes-Maritimes, qui arrivaient à échéance le 31 décembre 2021, la Région Sud et les délégataires ont fait le choix de favoriser le déploiement de véhicules à motorisation à faibles émissions, plus particulièrement des véhicules zéro émission. Lors de son dépôt de candidature en 2021, Keolis a donc proposé une

²⁷transbus.org - Autocar standard : BYD C9

²⁸transbus.org. (2020). BYD livre un autocar électrique à la ville de Drancy

²⁹transbus.org. (2021). Neuilly-sur-Seine : mise en service d'un autocar électrique BYD

³⁰transbus. Autocar Yutong ICe 12.

flotte de 50 autobus et 50 autocars 100 % électriques à batterie pour l'ensemble des lignes du département entre Nice et Grasse, soit deux lots de DSP.



Figure 6 – Autocar Yutong déployé dans la Région Sud (©Franck Pennant)

Keolis s'est ainsi positionné sur le déploiement d'autocars ICe 12 du constructeur chinois Yutong (dans sa configuration pack batterie de 350 kWh), parmi les seuls constructeurs proposant une offre électrique à batterie à l'époque. Le poids accordé à l'intégration de solutions électriques à batterie dans la notation de la réponse technique, cumulé à une aide à l'achat par véhicule de 200 000 € de la Région, a permis à Keolis de proposer une offre particulièrement compétitive sur l'appel d'offres, avec un coût total de possession (TCO) équivalent au diesel. Pour les Alpes-Maritimes et la Région Sud, il s'agit d'une expérimentation ambitieuse qui reflète une stratégie de décarbonation de l'offre de transports entreprise au sein de la Région.

À l'été 2023, 47 autocars sont en opérations sur des lignes interurbaines, mis en service entre octobre 2022 et février 2023. Les véhicules parcourent entre 170 et 230 km/jour selon les lignes, à une vitesse moyenne de l'ordre de 25 km/h. D'après les premières données collectées par Keolis³¹ :

- Les autocars présentent une consommation moyenne de 80 kWh/100 km, contre 110 kWh/100 km initialement annoncés par le constructeur. Cette faible consommation résulte notamment des formations à l'écoconduite sur véhicule électrique dispensées aux conducteurs.

- La charge moyenne utilisée en service est de 60 %. L'autonomie du véhicule neuf est donc largement suffisante pour assurer le service continu en conditions normales d'opérations, et respecter un retour au dépôt avec une charge supérieure à 20 % (niveau de charge requis par le constructeur pour assurer la garantie de la batterie).
- La recharge s'effectue au dépôt, sur une durée moyenne de 5h30 à partir d'une borne de recharge de puissance 60 kW.

D'après Keolis, ces autocars sont particulièrement satisfaisants pour l'opérateur ainsi que pour les usagers, séduits par des véhicules plus silencieux et plus confortables. Ils disposent d'une grande fiabilité, d'une autonomie au-delà des besoins quotidiens des lignes, et d'un coût de maintenance réduit par rapport au diesel. Le principal point d'attention relevé par Keolis est celui des variations importantes des prix de l'électricité. Entre 2022 et 2023, les prix ont fluctué entre 100 €/MWh et plus de 340 €/MWh, entraînant d'importants surcoûts opérationnels et des variations plus notables qu'avec le gazole sur les moteurs Diesel. Une meilleure visibilité sur le prix de l'électricité sera particulièrement clé pour assurer des déploiements plus massifs d'autocars électriques à batterie.

Déploiement d'un autocar par B.E. green sur une ligne FlixBus Paris-Amiens

Dès 2018, la société Autocars Dominique a déployé un autocar électrique à batterie sur une ligne FlixBus entre Paris et Amiens. L'autocar Yutong ICe-12, fourni par sa filiale B.E. green, a effectué des trajets de 2h15 entre Paris et Amiens, avec une recharge au dépôt ainsi qu'au terminus.

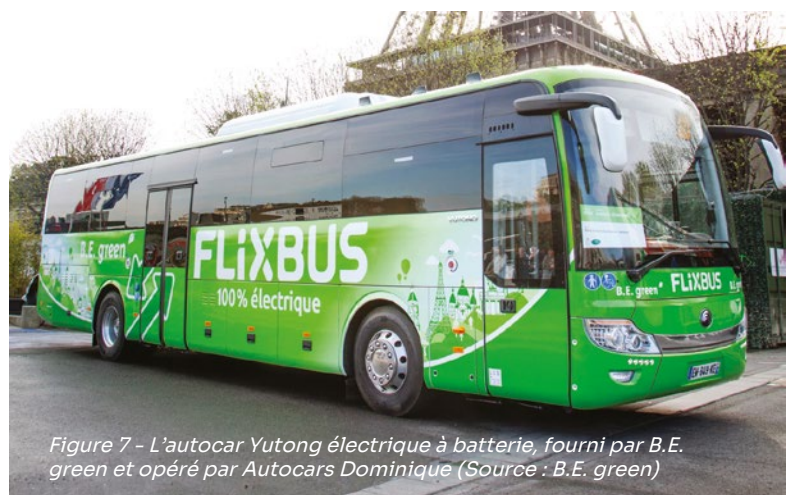


Figure 7 – L'autocar Yutong électrique à batterie, fourni par B.E. green et opéré par Autocars Dominique (Source : B.E. green)

³¹ - Données partagées par Keolis en juillet 2023 dans le cadre d'un entretien réalisé par ERM.

Des temps de recharge de 4h30 étaient ainsi prévus entre chaque départ de l'autocar.

Autocars Dominique a rapporté qu'au cours de ses opérations, les coûts d'exploitation (électricité et maintenance) étaient particulièrement intéressants par rapport à la solution Diesel³². De plus, Autocars Dominique a pu démontrer au donneur d'ordre la fiabilité de la solution électrique à batterie. La ligne a cependant été arrêtée pour des raisons économiques, le coût d'investissement important du véhicule ne permettant pas d'entrer dans une zone de compétitivité sur le transport librement organisé particulièrement concurrentiel.

Autocar Iveco Crossway Low Entry

Iveco Bus a lancé la commercialisation du Crossway LE électrique à batterie, référencé en mars 2023 par l'UGAP. Le véhicule sera produit en République tchèque ^{33,34,35}.

Il s'agit d'un autocar plancher bas interurbain, pouvant accueillir jusqu'à 44 passagers dans la version 12 m et 48 passagers dans la version 13 m. Il est alimenté par un moteur électrique Siemens d'une puissance de 330 kW, et des batteries lithium-ion fournies par Microvast et assemblées à Turin par FPT. Le véhicule peut être équipé de six ou sept packs de batteries, offrant des capacités respectives de 416 kWh et 485 kWh. Cela lui confère une autonomie pouvant atteindre jusqu'à 400 km selon le constructeur, le rendant adapté aux missions interurbaines au-delà des zones urbaines.



Figure 8 - Le modèle Crossway Low Entry électrique d'IVECO (Source : Transbus.org)

Le choix du Low Entry permet à Iveco de proposer un unique modèle électrique utilisable en Classe I (autobus) et Classe II (autocars avec places pour passagers debout), permettant ainsi de répondre aux obligations réglementaires de renouvellement d'autobus urbains de la Directive sur les véhicules propres qui ne concerne que les autobus Classe I.

Retrofit d'autocars vers l'électrique à batterie par Retrofleet³⁶

La société française Retrofleet, associée au constructeur Iveco Bus et au carrossier Besset, développe une solution de conversion d'autocars Iveco Crossway diesel (Euro VI) vers l'électrique à batterie. Les véhicules seront rétrofités à Bruges (Gironde) par la société Bacqueyrisses ou dans les ateliers du groupe BESSET à Lyon (69). Les entreprises installeront les kits de retrofit développés par les équipes R&D de Retrofleet, implantées en Région Auvergne-Rhône-Alpes.

Les autocars seront équipés d'un moteur électrique Dana TM4, et d'un pack batteries d'une capacité 192 kWh (fourni par Retrofleet), pour une autonomie attendue de 150 km. Ces véhicules visent en particulier des usages de transport scolaire.

La phase d'homologation du véhicule s'est entièrement achevée au printemps 2023 : la phase d'essais UTAC (Union technique de l'automobile, du motocycle et du cycle) a été finalisée en avril 2023, et les procès-verbaux des tests ont ensuite été validés par le CNRV (Centre National de Réception des Véhicules). Il s'agit du premier véhicule lourd à finaliser cette phase de tests en France. La production en série est désormais lancée et a permis d'assurer les premières livraisons à l'été 2023. La capacité de retrofit annoncée par Retrofleet est de 20 véhicules par mois en 2023.

Plusieurs exploitants ont annoncé leur volonté de convertir leurs autocars avec la technologie Retrofleet. Transdev Touraine et Keolis Porte de l'Isère ont notamment commandé des autocars, respectivement sur un service scolaire du réseau régional Rémi de la Région Centre-Val de Loire, et pour 3 autocars scolaires du réseau Ruban en Isère.

³²-Retour partagé dans le cadre d'un entretien avec B.E. green et Autocars Dominique réalisé par ERM.

³³-transbus.org. (2022). Iveco Bus Crossway LE

³⁴-Sustainable Bus. (2023). European intercity bus champion turns electric. Spotlight on all-electric Crossway Low Entry Elec.

³⁵-Mobilités Magazine. (2022). Les batteries Microvast équiperont le futur Crossway LE électrique.

³⁶-transbus.org. (2023). Dossier : Retrofit d'autobus et d'autocars : quelles offres ?



Figure 9 - Autocar Iveco Crossway rétrofité par Retrofleet et livré à Transdev Touraine en Centre-Val de Loire (Source : Retrofleet)



Figure 10 - Autocar Iveco Crossway rétrofité par Greenmot en essais de roulage sur piste (Source : Greenmot)

En juin 2023, Transdev a réceptionné le premier autocar rétrofité homologué en série et autorisé à transporter des voyageurs, mis en service en septembre 2023. Cette transformation a bénéficié du soutien de l'ADEME.

Afin de compléter son offre, Retrofleet a débuté le développement d'un kit de rétrofit adapté au modèle MERCEDES Intouro, avec une homologation envisagée début 2024. Les modèles Iveco Crossway et MERCEDES Intouro représentent à eux seuls 80 % du parc d'autocars français et européen³⁷.

Rétrofit d'autocars vers l'électrique à batterie par Greenmot

Greenmot est une société française spécialisée dans le rétrofit vers l'électrique à batterie, en particulier des autobus, autocars et véhicules industriels. Greenmot développe notamment un kit de rétrofit adapté à l'autocar Iveco Crossway Euro VI.

En 2023, la Métropole Rouen Normandie a sélectionné Greenmot et ses partenaires dans le cadre d'un marché public visant à rétrofiter 49 autobus et autocars de la gamme Iveco Crossway (jusqu'à 29 autobus et 20 autocars Crossway en considérant les tranches optionnelles), d'un montant total de 12,9 M € HT³⁸. Le groupement est composé de :

- Greenmot, en charge du développement et de la fourniture du kit de rétrofit ;
- Forsee Power pour la fourniture des batteries ;
- Comeca pour la partie infrastructures de recharge ;

37 - Veridik. (2023). *Retrofleet lance la production en série de sa gamme d'autocars convertis à l'électrique.*

38 - La Centrale des Marchés. (2022). *Rétrofit de véhicules Crossway diesel en véhicules électriques de transport en commun.*

39 - Greenmot. (2023). *Communiqué de presse : Greenmot reçoit la 1ère commande publique d'autocars scolaires rétrofités à l'électrique.*

- SPL Cars et Bus (distributeur et réparateur Iveco Bus), en charge de l'installation du kit de rétrofit en Normandie.

Le premier véhicule rétrofité devrait être déployé fin 2023. L'ensemble des véhicules seront dédiés au transport scolaire sur le réseau de la Métropole Rouen Normandie³⁹.

2.2. Autocars électriques à hydrogène

Les premiers autocars électriques à hydrogène devraient être mis en service d'ici la fin de l'année 2023, début de l'année 2024. La technologie à hydrogène démontre déjà sa pertinence au sein du mix énergétique pour le transport de voyageurs. En effet, on compte plus de 50 autobus électriques à hydrogène déployés en France à l'automne 2023, et plus de 700 déploiements annoncés pour les prochaines années. Ces autobus sont développés par les constructeurs européens (notamment Van Hool, Caetano, Solaris, SAFRA, Wrightbus, Iveco Bus, Daimler, etc.).

Deux projets européens visent à développer des autocars électriques à hydrogène, à savoir HyFleet (porté notamment par FlixBus) et CoachHyfied. Certains OEMs ont ainsi annoncé le développement en cours de ce type de véhicules, notamment le constructeur turc Otokar (dans le cadre du projet européen CoachHyfied), ainsi que les acteurs portugais et turc CaetanoBus et TEMSA, qui joignent leurs forces ou encore l'OEM espagnol Irizar. Cependant, il existe encore peu d'initiatives visant à commercialiser des autocars électriques à hydrogène produits en série en France et en Europe. De la même manière que pour la technologie électrique à batterie, ce déphasage avec l'autobus est principalement lié au décalage réglementaire entre les deux segments.

Dans ce contexte, afin d'accélérer le déploiement de cette solution, indispensable à la décarbonation complète du segment de l'autocar, plusieurs acteurs français se positionnent sur le développement de solutions de retrofit.

Ce positionnement est catalysé par les régions, désireuses d'accélérer leur démarche de décarbonation malgré l'absence d'obligations réglementaires. Ainsi, en Normandie, Occitanie, et Auvergne-Rhône-Alpes, les premiers autocars électriques à hydrogène devraient être déployés dès 2023-2024, sous l'impulsion d'acteurs régionaux, comme SAFRA ou GCK notamment.

Les principaux autocars électriques à hydrogène en développement et à destination du marché français sont recensés dans le tableau ci-dessous (liste non exhaustive).

Tableau 2 - Principales caractéristiques des offres d'autocars électriques à hydrogène commercialisées ou en développement recensées (liste non exhaustive, NC : Non communiqué)

Projet/OEM/retrofitteur	Neuf/retrofit	Type d'autocar	Niveau de développement	Capacité et pression de stockage H ₂	Puissance de la pile à combustible (max)	Capacité de la batterie	Autonomie annoncée	Nombre de passagers	Date de commercialisation en France
CaetanoBus & TEMSA ⁴⁰	Neuf	Plancher haut	Annonces à venir	NC	NC	NC	Jusqu'à 1 000 km	NC	Dès 2024
Otokar Territo H ₂	Neuf	Plancher haut	Conception en cours	60 kg @700 bar	100 kW	140 kWh	575 km	49	2024
Nomad CAR H ₂ IVECO Crossway ⁴¹	Retrofit (base IVECO Crossway)	Plancher haut	Homologation en cours	50 kg @350 bar	NC	NC	450 km	Inchangé	2023-2024
GCK, IVECO Crossway ⁴²	Retrofit (base IVECO Crossway)	Plancher haut	Homologation en cours	34-50 kg @700 bar	150 kW	94 kWh	300 à 500 km	Inchangé	2023-2024
GCK, IVECO Crossway LE ⁴³	Retrofit (base IVECO Crossway LE)	Plancher bas	Homologation en cours	25 kg @700 bar	75 kW	47 kWh	300 km	Inchangé	2023-2024
SAFRA, Mercedes Intouro ⁴⁴	Retrofit (base Mercedes Intouro)	Plancher haut	Homologation en cours	35 kg @350 bar	70 kW	71 kWh	Jusqu'à 500 km	NC	2023
Irizar group	Neuf	Plancher haut	Annonces à venir	NC	NC	NC	Jusqu'à 1 000 km	NC	Dès 2024

⁴⁰-CAETANOBUS and TEMSA Collaborate to launch an electric Hydrogen-Powered Coach in 2024 - Caetanobus

⁴¹-Nomad Car Hydrogène H₂ (NCH2) (transdev.com)

⁴²-FicheProduit-IVECO-CROSSWAY-LongueDistance_compressed.pdf (gck-mobility.com)

⁴³-FicheProduit-IVECO-CROSSWAYLOWENTRY-1.pdf (gck-mobility.com)

⁴⁴-Retrofit autocar - H2-PACK- Safra - Autocars - Hydrogène - Albi

Les paragraphes suivants détaillent certains des développements en cours présentés dans ce tableau, de manière non exhaustive.

Développement d'un autocar électrique à hydrogène neuf par CaetanoBus et TEMSA

Les OEMs CaetanoBus (portugais) et TEMSA (turc) ont annoncé en septembre 2023 leur partenariat pour le développement d'un autocar électrique à hydrogène longue distance et de tourisme. Le premier modèle sera basé sur la version électrique du véhicule TEMSA HD12 (2 essieux). Les constructeurs annoncent une autonomie du véhicule qui pourrait atteindre jusqu'à 1 000 km, lui permettant de répondre aux besoins opérationnels du transport longue distance, y compris entre pays européens. D'après les premiers communiqués, cet autocar devrait être commercialisé à partir de 2024, et produit en série dès 2025. Une version 3 essieux est également en cours de développement.

Il s'agit d'une suite logique dans le développement de l'offre hydrogène proposée par CaetanoBus, qui a déjà commercialisé son modèle d'autobus électrique à hydrogène en Europe (le H2 City Gold), dont quatre exemplaires circulent en France en 2023, aux Sables-d'Olonne et à La Roche-sur-Yon.

Présentation du projet CoacHyfied

Aperçu global du projet

Le projet CoacHyfied vise à déployer les premiers autocars électriques à hydrogène en Europe, et a été lauréat d'un appel à projets européen du Clean Hydrogen JU (anciennement FCH JU). L'objectif du projet est de favoriser le développement d'une offre commerciale d'autocars électriques à hydrogène en France et en Europe, en travaillant sur les deux principaux axes suivants :

- La réalisation d'une étude de marché visant à analyser le besoin des exploitants d'autocars en Europe, afin de construire une offre adaptée.
- La conception et le déploiement de prototypes d'autocars électriques à hydrogène neufs ou en rétrofit, afin d'obtenir des retours d'expérience techniques, opérationnels et économiques.

En particulier, le projet permettra le déploiement de 3 autocars électriques à hydrogène neufs en France, d'ici à fin 2024 – début 2025.

Figure 11 - Vue 3D de l'autocar électrique à hydrogène en développement dans le cadre du projet CoacHyfied (Source : CoacHyfied)



Principaux acteurs mobilisés

Le projet implique des acteurs répartis sur l'ensemble de la chaîne de valeur : fournisseurs de composants hydrogène, constructeurs de véhicules, énergéticiens et exploitants.

- Les 3 autocars neufs déployés en France seront conçus et produits par le constructeur turc Otokar.
- Ils seront achetés par une Région qui en assurera l'exploitation sur des lignes régionales.
- Les autocars s'avitailleront sur une station hydrogène publique, alimentant également des autobus hydrogène déployés dans le cadre du projet européen JIVE.
- La maintenance sera assurée en France par Otokar.

Principales caractéristiques de la ligne sur laquelle les véhicules seront déployés

ENGIE Solutions travaille avec la Région impliquée pour identifier des lignes d'autocars pertinentes pour le déploiement des véhicules hydrogène.

La ligne et les exploitants des autocars ne sont pas encore sélectionnés de manière ferme, mais il s'agira d'une ligne interrégionale ou longue distance. Les véhicules présenteront un kilométrage compris entre 55 000 et 65 000 km par an (tel que défini dans la réponse à l'appel à projets européen).

Caractéristiques techniques des véhicules

Otokar développe un autocar électrique à hydrogène sur la base de son modèle TERRITO. Le véhicule présentera une autonomie allant jusqu'à 575 km, et sera alimenté par une pile à combustible de 100 kW, et un stockage de 60 kg d'hydrogène. Les autocars sont actuellement en phase de conception (design, simulations de tests de retournement, simulations énergétiques avec besoin en climatisation et dénivelé, etc.). A la suite de cette étape de conception, les véhicules seront construits, homologués, puis livrés à la Région fin 2024 – début 2025.

Principales données économiques du projet

Dans le cadre du financement du projet par le FCH JU, des subventions seront versées pour les CAPEX et les OPEX des véhicules.

Les fabricants d'équipements hydrogène seront directement subventionnés par l'Europe pour la fourniture des composants à Otokar, qui prendra en charge le surcoût lié aux équipements électriques additionnels (batterie, moteur électrique, etc.). En déduisant cette subvention, le prix d'achat du véhicule présentera un surcoût de l'ordre de 20 % par rapport à un autocar thermique neuf.

Les partenaires du projet bénéficieront également d'une subvention de 270 000 € visant à financer le surcoût du carburant hydrogène. Ainsi, pendant la durée du projet, le prix de l'hydrogène à la pompe sera de 7 €/kgH₂ (soit à peu près équivalent au prix du gazole), contre 12 €/kgH₂ sans subvention.

Une subvention de 80 000 € sera également dédiée à l'adaptation de l'atelier de l'exploitant.

Projet Nomad, Région Normandie⁴⁵

La Région Normandie développe des écosystèmes hydrogène sur son territoire depuis 2016, qui ont notamment conduit au déploiement de 9 stations hydrogène dans le cadre du projet EAS-HyMob, puis à l'élaboration du Plan Normandie Hydrogène en 2018, donnant la priorité à la décarbonation de l'industrie et de la mobilité lourde.

C'est dans ce contexte que des discussions avec l'opérateur de transport privé Transdev ont été menées dès la publication de l'arrêté autorisant le retrofit en 2020, et qu'est né le projet NOMAD CAR H2. Ce projet vise à retrofit un autocar thermique vers l'électrique à hydrogène.

Il est mené de manière collaborative et regroupe de ce fait différentes typologies d'acteurs (scientifiques, techniciens, ingénieurs, formateurs, experts en sécurité, sociologues, énergéticiens, etc.). Ce groupement en consortium a pour objectif d'assurer la réussite et la pertinence du projet sur différents volets (environnemental, sécurité et acceptabilité notamment), au-delà du retrofit en lui-même. L'acceptabilité de la solution est un point particulièrement important pour la Région, qui a décidé d'intégrer les usagers dans la réflexion, en menant une série d'ateliers participatifs.

Transdev, Iveco et la société normande IBFH2 ont collaboré pour convertir l'autocar en plusieurs étapes :

1. Sélection du modèle d'autocar à retrofit : Le modèle Iveco Crossway a été retenu, car il est très répandu sur les lignes. Près de 600 Crossway sont opérés par Transdev en Normandie, ce qui ouvre la porte à une industrialisation du retrofit de ce type de véhicules sur le territoire, permettant dans le même temps de réaliser des économies d'échelle.

2. Sélection de la ligne où déployer le véhicule : Le choix de la ligne a été défini à partir de la localisation des stations d'avitaillement en hydrogène du réseau EAS-HyMob déjà déployées sur le territoire, et c'est la ligne Rouen-Evreux qui a été retenue. Six autocars circulent sur cette ligne chaque jour pendant toute l'année, 365 jours par an, et parcourent en moyenne 380 km/jour.

3. Sélection du véhicule à retrofit : La loi retrofit autorise la conversion de véhicules immatriculés il y a cinq ans ou plus. Le véhicule retenu devait donc respecter ce critère. L'autocar sélectionné par le consortium a été exploité pendant 11 ans, et devrait poursuivre ses opérations après la conversion pendant 10 à 15 ans, pour une durée de vie totale de 20 à 25 ans.

4. Conversion du véhicule : En 2022, IBFH2 a procédé à la dépose des éléments thermiques puis à la rénovation de l'intérieur du véhicule et à l'intégration du kit hydrogène sur l'autocar. Le véhicule a été équipé d'un kit hydrogène produit en Asie et rodé sur 1 800 km. Le kit comprend une pile à combustible Ballard, 10 réservoirs Plastic Omnium installés en toitures, stockant 50 kg d'hydrogène à 350 bar, un moteur Siemens, et un pack batteries CATL.

⁴⁵ 45-Nomad Car Hydrogène H2 (NCH2) (transdev.com)

5. Test et homologation : Le véhicule a été soumis à des tests de roulage et de remplissage dès juillet 2022, puis a fait l'objet d'essais auprès de l'UTAC afin d'être homologué en 2023 et d'obtenir une réception à titre isolée (RTI). Suivra une autre série de tests pour permettre l'industrialisation du rétrofit sur l'Iveco Crossway.



Figure 12 - Autocar Iveco Crossway rétrofité à l'hydrogène dans le cadre du projet NOMAD (Source : Transdev)

Afin de prévoir l'avitaillement du véhicule, Siege 27, Atawey, ENGIE, Transdev et GNVert ont collaboré afin d'assurer :

1. Une adaptation de la station de distribution : La station de distribution du Vieil-Evreux, exploitée par ENGIE, et équipée par Atawey, était initialement conçue pour alimenter des véhicules légers. Elle a été adaptée par l'entreprise française Atawey, spécialisée dans les infrastructures de production et distribution de l'hydrogène.

2. Des tests d'avitaillement : Les premiers tests d'avitaillement de l'autocar rétrofité ont eu lieu mi-2022.

3. La formation des conducteurs : Les conducteurs ont été formés au remplissage du véhicule sur le site d'Evreux. Les volets risques et formations sont traités au cœur du projet, via un programme de formation complet des conducteurs, conçu par le campus des métiers et des qualifications « industrie de la mobilité » de Sotteville.

Si l'expérimentation est concluante, l'objectif est de basculer la ligne complète à l'hydrogène, soit 6 autocars pour commencer, puis d'étendre sur d'autres lignes en fonction des points d'avitaillement disponibles.

D'après les études environnementales menées par l'INSA Rouen Normandie et l'institut de recherche CERTAM, la transition de chaque autocar de la ligne permettra d'éviter chaque année l'émission de 50 t de CO₂, 300 kg d'oxydes d'azote (NOx), 200 g de particules fines, et 9 kg d'ammoniac.

Rétrofit d'autocars Iveco Crossway par GCK Mobility en Auvergne-Rhône-Alpes

GCK Mobility est une société localisée en Auvergne-Rhône-Alpes, spécialisée dans la conversion de tous types de véhicules vers l'électrique à batterie et à hydrogène (véhicules routiers : autocars, autobus, utilitaires, camions – non routiers : dameuses, machines agricoles, engins de chantier – nautiques : yachts, bateaux de croisière). Sur le segment de l'autocar, la solution électrique à hydrogène est retenue par GCK Mobility, afin de répondre aux contraintes opérationnelles de la majorité du parc circulant.

Ainsi, GCK propose le rétrofit de deux types d'autocars :

- Le modèle Iveco Crossway plancher haut ;
- Le modèle Iveco Crossway plancher bas.

Les autocars seront équipés de composants développés pour l'essentiel par des acteurs français : pile à combustible Symbio, réservoirs Forvia, et batteries GCK. Trois plages d'autonomie du véhicule seront disponibles dans sa version plancher haut, en fonction du nombre de réservoirs hydrogène embarqués : 300 km pour une capacité de soute inchangée, 400 km si une soute est condamnée pour l'ajout de réservoirs supplémentaires, et 500 km si deux soutes sont condamnées. Pour un stockage en hydrogène d'une capacité de 34 kg, l'autonomie annoncée du véhicule est de 400 km, pour une vitesse maximale, une charge utile, et une pente maximale admissible identiques au modèle thermique d'origine, et indépendamment des conditions météorologiques. Ces caractéristiques permettent d'adresser des lignes particulièrement contraintes sur le plan opérationnel, en zone montagnaise notamment.

Le véhicule dans sa configuration plancher haut a d'ores et déjà été soumis à des phases de tests de roulage, et devrait être homologué d'ici fin 2023, pour une production en série dès 2024. Les capacités de rétrofit de GCK (tous véhicules confondus) s'élèveront à **une centaine de véhicules par an à partir de 2024**, en production centralisée à Clermont-Ferrand. Une organisation du travail en 3x8 permettrait de tripler la capacité de production de l'usine. En parallèle, GCK prévoit le déploiement de plusieurs usines de production décentralisées, d'une capacité de 50 véhicules

par an chacune. Ainsi, c'est **près de 1000 véhicules** (tous segments confondus) qui pourraient être produits chaque année à **horizon 2030**⁴⁶.

Le positionnement moteur de la Région Auvergne-Rhône-Alpes

Le développement de cette solution de retrofit par GCK est favorisé par le positionnement de la Région Auvergne-Rhône-Alpes, pionnière dans le déploiement d'autocars alternatifs au diesel (qui représentent 11 % des autocars de la Région, principalement GNV et bioGNV). Ainsi, la Région a précommandé un 1er véhicule à GCK, et prévoit le déploiement de 50 autocars électriques à hydrogène rétrofités pour soutenir la création de l'écosystème régional et favoriser le développement de la solution hydrogène sur le segment de l'autocar. En juin 2022, une consultation a été lancée pour un déploiement pouvant aller jusqu'à 100 autocars électriques à hydrogène d'ici 2027, pour une notification prévue courant 2023. La Région s'engage à en déployer au minimum 50 sur une quinzaine de lignes, en 3 étapes, à compter de septembre 2024, septembre 2025 et décembre 2025. Le cahier des charges impose une autonomie pouvant atteindre 450 km, dans les conditions de dénivelé rencontrées sur le territoire régional, tout en maintenant 3,5 m³ de soute disponible. Les autocars seront mis à disposition de transporteurs régionaux, et la maintenance sera assurée dans leurs locaux, ou mutualisée dans les centres de maintenance poids lourds déjà mis en œuvre pour les bus ou pour d'autres poids lourds hydrogène. Les véhicules s'avitailleront sur les 10 stations hydrogène prévues dans le cadre du projet Zero Emission Valley. GCK s'est positionné sur cet appel d'offres lancé par la Région, dont les lauréats devraient être notifiés courant 2023.



Figure 13 - Premier autocar rétrofité par GCK pour la Région Auvergne-Rhône-Alpes (Source : GCK)

Commande du transporteur Ginhoux

GCK a également annoncé des commandes par plusieurs acteurs privés du transport de voyageurs, notamment la société ardéchoise Ginhoux, exploitant des lignes interurbaines et scolaires en Auvergne-Rhône-Alpes⁴⁷. Une fois les autocars homologués par GCK, Ginhoux fera circuler le véhicule sur plusieurs lignes, dans des conditions variées, après accord de ses autorités organisatrices : la communauté de communes du Bassin d'Aubenas, et la Région Auvergne-Rhône-Alpes. Si ces premiers tests sont concluants, plusieurs véhicules hydrogène rétrofités par GCK devraient être mis en service à partir de 2024.

Commande du groupe Autocars Dominique & B.E. green

Le groupe Autocars Dominique & B.E. green a également officialisé une commande de 10 autocars rétrofités à l'hydrogène par le groupe GCK, dans leur configuration moyenne distance⁴⁸. L'opération de retrofit permettra de conserver l'intégralité des places assises et des soutes à bagages, pour une autonomie de 300 km, et un temps de recharge estimé à 15 minutes.

Retrofit d'autocars Mercedes Intouro par SAFRA et 1ers déploiements dans le cadre du projet Corridor H2

Kit de retrofit développé par SAFRA

SAFRA est une société française historiquement positionnée sur la rénovation des matériels de transport de personnes, et un pionnier de la mobilité hydrogène.

SAFRA a ainsi développé et commercialisé deux modèles d'autobus standards électriques à hydrogène, le Businova, puis le HYCITY. Afin d'étendre sa gamme hydrogène au segment de l'autocar, SAFRA développe le kit de retrofit H2-PACK®, visant à convertir des autocars thermiques à l'électrique à hydrogène. Cette solution a été développée pour la conversion d'autocars Mercedes Intouro, très répandus dans le parc français.

⁴⁶ - Informations partagées par GCK en juin 2023 dans le cadre d'un entretien réalisé par ERM.

⁴⁷-Mobily-Cités. (2022). Interview de Bruno Ginhoux, Directeur général des Autocars Ginhoux – Propos recueillis par Sandrine Garnier.

⁴⁸-B.E. green. (2023). Le groupe Autocars Dominique - B.E. green commande 10 autocars rétrofités à hydrogène.

Le kit de retrofit développé par SAFRA est composé des équipements suivants :

- Un système de pile à combustible Plastic Omnium de 70 kW ;
- Six réservoirs stockant 35 kgH₂ à 350 bars développés par Plastic Omnium ;
- Un pack batterie Microvast de 71 kWh ;
- Un groupe motopropulseur Dana TM4 d'une puissance de 350 kW.

La mise en place de ce kit H2-PACK comprend⁴⁹:

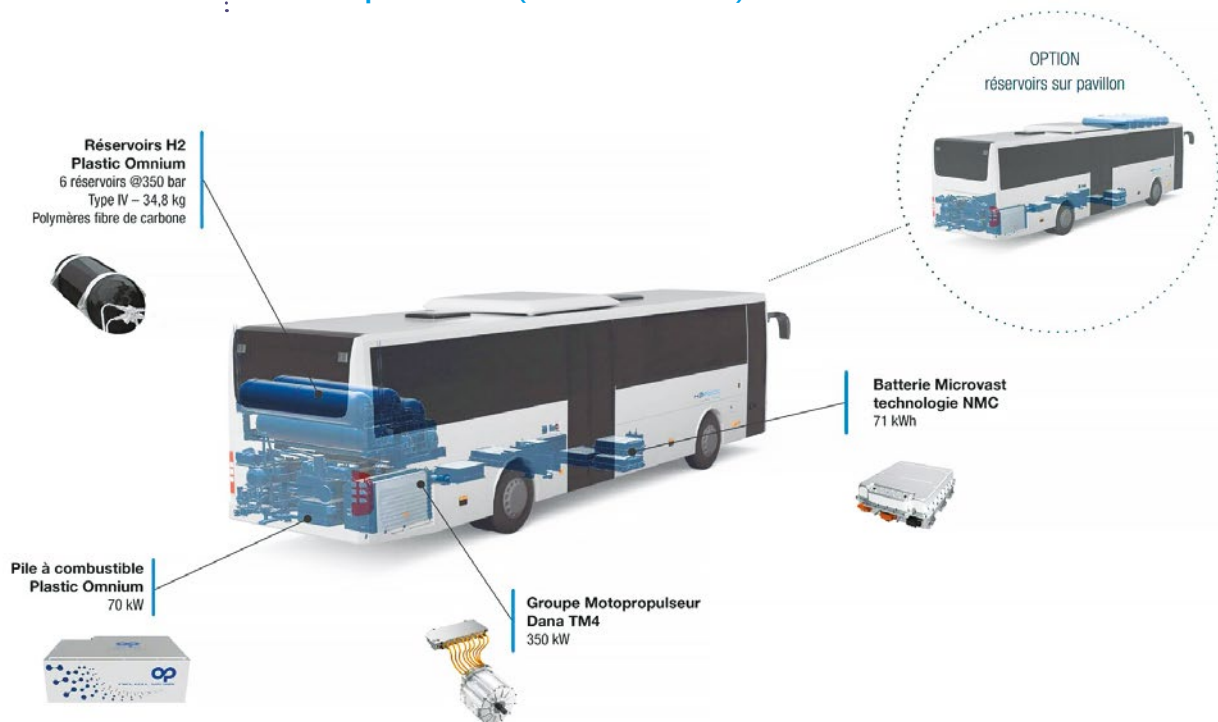
- La dépose du moteur thermique et des réservoirs ;
- La repose d'une nouvelle chaîne énergétique, dans le respect des contraintes règlementaires ;
- Le raccordement sur la chaîne de traction existante ;

- L'intégration de nouveaux calculateurs et soft ;
- L'interfaçage avec les équipements existants ;
- L'homologation des transformations selon les dispositions techniques et administratives prévues par l'arrêté retrofit du 13 mars 2020.

A l'été 2023, la phase de conception du véhicule retrofit est achevée, les études de sûreté de fonctionnement ont été réalisées, et la phase d'homologation est engagée. Dès que l'homologation sera effective, SAFRA pourra assurer le retrofit hydrogène de la première série de véhicules en mode industriel.

La Figure 14 ci-dessous illustre l'intégration du kit de retrofit H2-PACK® au véhicule Mercedes Intouro.

Figure 14 - Schéma de l'autocar Mercedes Intouro retrofit par SAFRA (Source : SAFRA)



⁴⁹ Retrofit autocar - H2-PACK- Safra - Autocars - Hydrogène - Albi

En parallèle, SAFRA, développe un réseau technique et après-vente partenaire, afin de dupliquer et d'accélérer le déploiement de sa solution. Le rétrofit d'un autocar nécessite également l'installation d'une station de ravitaillement en hydrogène avec une position géographique stratégique, à proximité du dépôt des autocars par exemple.

Premiers déploiements dans le cadre du projet Corridor H2

Afin d'assurer une couverture de l'ensemble de la chaîne de valeur, les autocars rétrofités par SAFRA seront déployés dans le cadre de projets d'écosystèmes, comprenant à la fois les infrastructures de production et distribution d'hydrogène et les réseaux de maintenance. Ainsi, les premiers véhicules rétrofités s'inscrivent dans le projet Corridor H2, porté par la Région Occitanie.

Le projet Corridor H2 a pour objectif de poser la première brique régionale d'un corridor européen zéro émission pour le transport lourd routier. Il comprend 3 volets : le déploiement de l'infrastructure de production et distribution de l'hydrogène, le déploiement d'autocars hydrogène et le déploiement de camions hydrogène. Le budget global du projet est de 110 millions€ (de la production aux usages) et il bénéficie de financements via la subvention européenne du CEF (Connecting Europe Facility - 14,5 millions €), d'un prêt de la Banque européenne d'investissement octroyé à la Région (40 millions €), ainsi que des fonds propres de la Région et des sociétés partenaires du projet.

Dans le cadre de ce projet, SAFRA assurera le rétrofit de 15 autocars interurbains, propriétés de la Région Occitanie. Les autocars seront opérés par une société publique locale détenue à hauteur de 67 % du capital par la Région.

Les véhicules sélectionnés pour le rétrofit sont des Mercedes Intouro EURO V, de 10 ans d'âge, et de moins de 500 000 km au compteur. La Région envisage le déploiement de ces autocars électriques à hydrogène dès 2023-2024, sur des lignes régulières : cela représente un potentiel de 1000 autocars, répartis sur 360 lignes, et pouvant parcourir jusqu'à 90 000 km/an.



En résumé

Les premiers déploiements d'autocars électriques à batterie ont été initiés dès 2017 dans plusieurs territoires français. Leurs performances opérationnelles sont alignées avec les besoins d'exploitation du transport scolaire, ou des lignes requérant une autonomie journalière jusqu'à 250 km, et une recharge au dépôt. Les modèles les plus récents offrent des perspectives d'autonomies allant jusqu'à 400 km pour les versions planchers bas, étendant le champ des applications possibles pour les prochaines générations d'autocars électriques à batterie.

Les développements des autocars électriques à hydrogène s'annoncent également prometteurs. Les premiers véhicules neufs annoncés dès 2024 et 2025 pourraient atteindre jusqu'à 1 000 km d'après les annonces de Caetano et TEMSA en septembre 2023. En parallèle, les modèles en rétrofit prévus pour fin 2023 - début 2024 devraient présenter des autonomies de 300 à 500 km, pour des temps d'avitaillement pouvant atteindre 10 à 15 minutes.

Ces premiers déploiements voient le jour sous l'impulsion de Régions et collectivités, ou d'acteurs privés particulièrement moteurs et ambitieux dans leur stratégie de transition énergétique. Cependant, malgré les démonstrations des performances opérationnelles de ces autocars zéro émission commercialisés depuis plusieurs années, ces déploiements restent encore limités et l'offre des constructeurs européens en véhicules neufs est encore en phase de développement.

La section suivante montrera que les caractéristiques techniques de ces autocars électriques à batterie et à hydrogène sont pourtant compatibles avec un grand nombre de cas d'usages de l'autocar. Elle laissera également la voix aux Régions quant à leurs projets d'adoption d'autocars zéro émission, permettant ainsi de qualifier l'appétence actuelle, analyser les freins, et identifier les potentiels leviers.

3

Perspectives, freins, et leviers de la transition vers l'autocar zéro émission

3.1. Opportunités de transition vers les solutions zéro émission

Au sein des quatre principaux segments d'usage des autocars identifiés, on observe une diversité de profils opérationnels. Les caractéristiques principales de ces segments sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 - Synthèse des principales caractéristiques du parc d'autocars français sur les 4 segments d'usage identifiés

Caractéristique	Transport scolaire	Lignes régulières (interurbain et régional)	Transport de tourisme	Transport librement organisé
Kilométrage annuel moyen	25 000 km/an	60 000 km/an	40 000 km/an	100 000 km/an
Kilométrage annuel fourchette basse – fourchette haute	15 000 à 30 000 km/an	30 000 à 80 000 km/an	20 000 à 100 000 km/an	80 000 à 250 000 km/an
Utilisation moyenne	144 j/an	250 j/an	210 j/an	340 j/an
Kilométrage journalier moyen	150 km/j – Exploitation fragmentée en 2 blocs	240 km/j – Exploitation fragmentée avec arrêts	190 km/j	390 km/j
Kilométrage journalier fourchette basse – fourchette haute	100 à 200 km/j	150 à 400 km/j	100 à 700 km/j	250 à 800 km/j
Part du parc	40 %	50 %	9 %	1 %
Taille du parc (nombre de véhicules)	26 500	33 000	6 000	500

Afin de décarboner ces quatre segments d'usage, les solutions électriques à batterie et à hydrogène ont le potentiel de se compléter (dans le cadre d'un choix pour des véhicules zéro émission à l'échappement). D'un point de vue purement opérationnel, les principaux critères permettant d'orienter le choix vers la solution électrique à batterie ou électrique à hydrogène sont le besoin en autonomie, et le temps disponible pour la recharge. Le besoin en autonomie du véhicule varie selon les kilométrages parcourus, mais également le dénivelé, la vitesse moyenne du véhicule, les conditions météorologiques, etc. Ces différents aspects sont évoqués tour à tour ci-après.

Le besoin en autonomie

Les autonomies annoncées sur les premiers modèles d'autocars électriques à batterie et à hydrogène sont variables :

- Les **autocars électriques à batterie** sont équipés d'un pack batterie dont le dimensionnement va déterminer l'autonomie des véhicules. La capacité des batteries embarquées sur les premiers autocars électriques à batterie à plancher haut déployés peut varier entre 190 et 420 kWh, pour une **autonomie annoncée allant de 150 à 280 km**.
- Les autocars électriques à hydrogène en cours de développement et d'homologation disposent quant à eux de réservoirs dont les capacités de stockage varient entre 25 et 60 kgH₂, à des pressions de 350 bar ou 700 bar, permettant d'annoncer des **autonomies attendues de 300 à 600 km, puis jusqu'à 1000 km**.

D'après les premiers retours d'expérience, les autocars électriques à batterie devraient pouvoir assurer le service dans la plupart des conditions d'exploitation rencontrées pour des kilométrages allant **jusqu'à 150-200 km/jour**, et ce, y compris en tenant compte de l'usure de la batterie. La solution électrique à batterie peut donc être priorisée sur les segments présentant des kilométrages quotidiens en-deçà de ces valeurs. A contrario, l'électrique à hydrogène semble a priori à ce stade plus adapté pour des autocars parcourant plus de **250 km/jour**. On notera ici une zone autour des 200-300 km/jour environ, sur laquelle la réflexion devra inclure d'autres considérations poussées afin d'identifier la technologie la plus adaptée, particulièrement dans un contexte d'augmentation des autonomies annoncées pour les autocars électriques à batterie récents et dans les cas où des recharges partielles durant la journée hors des heures d'exploitation du véhicule sont possibles.

Ces caractéristiques opérationnelles peuvent permettre en première approximation d'évaluer la pertinence de chaque solution en fonction des segments d'usages, comme illustré sur la Figure 15 :

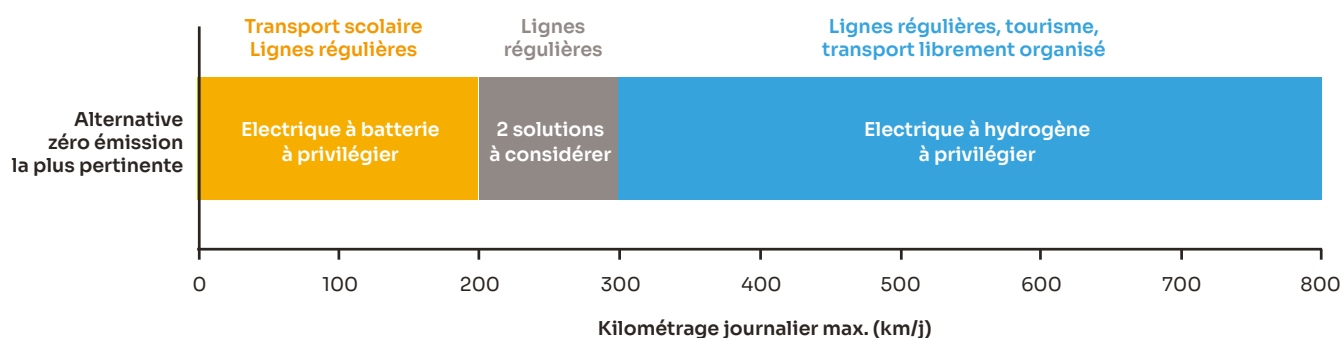
— L'électrique à batterie est particulièrement pertinent sur le segment des **autocars scolaires**, dont le kilométrage journalier dépasse rarement les 200 km.

— Sur le segment des **lignes régulières**, les kilométrages sont plus variables. La compatibilité de la solution électrique à batterie versus électrique à hydrogène doit donc être analysée au cas par cas. Sur des lignes interurbaines dont les kilométrages avoisinent les 200 km/j, l'électrique à batterie peut assurer le niveau de service attendu en fonction des contraintes météorologiques et du vieillissement des batteries. Sur des lignes régionales aux kilométrages plus importants, ou sur des lignes interurbaines très fréquentées, nécessitant une exploitation intensive, l'électrique à hydrogène serait le plus adapté. Les lignes avec des niveaux d'utilisation plus faibles et donc des kilométrages réduits pourront favoriser l'électrique à batterie.

— Les **autocars de tourisme** présentent des kilométrages variables selon les prestations, qui peuvent être élevés. Afin d'assurer une flexibilité pour une opération sur des trajets aux distances variables, l'électrique à hydrogène pourrait être la solution la plus pertinente – à condition que les infrastructures d'avitaillement soient progressivement déployées sur tout le territoire.

— Le **transport librement organisé** est généralement associé à des lignes aux kilométrages élevés : en 2021

Figure 15 – Complémentarité des solutions électrique à batterie et électrique à hydrogène sur la base du critère kilométrique – ce critère seul ne suffit pas à établir la faisabilité de la transition et la solution à sélectionner



la longueur de la ligne de SLO moyenne s'élevait à 390 km⁵⁰. L'électrique à hydrogène serait donc particulièrement adapté sur ces lignes. Il existe cependant des liaisons SLO aux kilométrages de l'ordre de 200 km ou moins (Paris-Le Havre, Lyon-Grenoble, Marseille-Nice, etc.), sur lesquelles la solution électrique à batterie peut être pertinente en fonction de l'intensité d'exploitation et du temps disponible pour la recharge.

Ces besoins en autonomie kilométrique sont étroitement liés à la consommation du véhicule : si l'autocar surconsomme en raison des conditions météorologiques (en particulier le froid, qui peut entraîner des surconsommations liées au fonctionnement optimal de la batterie et au chauffage additionnel de l'habitacle), de la topologie du terrain, de la vitesse commerciale élevée par exemple, une marge doit être prise en compte par rapport à l'autonomie annoncée.

La priorisation d'une technologie et la faisabilité de la transition ne peut cependant pas être uniquement rapportée à la contrainte d'autonomie du véhicule. On recense des critères additionnels qui auront un fort impact sur les possibilités de transition, particulièrement les conditions d'avitaillement requises.

Les conditions d'avitaillement

Les conditions d'avitaillement du véhicule sont un des facteurs clés à considérer afin d'évaluer la faisabilité d'une transition vers l'électrique à batterie ou à hydrogène. Les sites d'avitaillement possibles peuvent jouer un rôle déterminant dans la sélection de la solution zéro émission à déployer :

— Si le véhicule doit être avitaillé au dépôt, électrique à batterie comme électrique à hydrogène sont envisageables, à condition que le foncier disponible et les capacités de raccordement électrique permettent le déploiement des infrastructures nécessaires. Les investissements à prévoir pour le déploiement sur le dépôt d'une station hydrogène sont conséquents, variables en fonction de la durée visée pour l'avitaillement. Cette durée peut être choisie de moins de

30 minutes si besoin d'un avitaillement rapide, ou de plusieurs heures si une recharge lente est possible. Le déploiement de bornes de recharge électriques reste plus abordable, en fonction de la puissance de recharge (et donc de la rapidité de recharge) requise. Le temps disponible sera structurant : une charge lente à 60 kW se fera en 5 à 6 heures, quand une charge rapide à 350 kW permettra de réduire ce temps à entre 30 minutes et 1 heure, permettant ainsi des recharges intermédiaires en journée. Une charge lente en dépôt la nuit est aussi adaptée à un pilotage de la charge permettant de lisser la consommation du site et de maîtriser sa puissance souscrite (assurant des économies opérationnelles sur les dépenses d'électricité) ainsi que sa puissance de raccordement (permettant des économies sur les investissements de raccordement).

— Si au contraire, il arrive que le véhicule soit avitaillé hors dépôt, une solution d'avitaillement rapide avant ou après le trajet peut être privilégiée. Cette situation peut notamment être rencontrée en zone rurale, où les conducteurs sont parfois amenés à stationner le véhicule à proximité de leur logement, ou sur des lignes longue-distance, nécessitant un avitaillement en début, à mi-parcours ou en fin de parcours. Dans ces configurations, un avitaillement de quelques minutes à une station hydrogène publique pourrait être plus indiqué – à condition que le maillage du territoire en infrastructures hydrogène soit suffisamment développé, ce qui n'est pas le cas en 2023, en phase d'émergence de la filière. La recharge à une borne publique ultra-rapide pourrait également être envisagée, à condition que le temps d'arrêt sans voyageurs du véhicule le permette.

Indépendamment du site d'avitaillement, **le temps disponible pour la recharge entre deux services** est un facteur important, qui influencera majoritairement le dimensionnement de l'infrastructure associée. Ce dimensionnement influera sur les investissements nécessaires dans le cas d'une installation des infrastructures sur le dépôt.

50 - Autorité de régulation des Transports, (2022). Rapport annuel sur le marché du transport par autocar et sur les gares routières en France en 2021.

Complémentarité entre électrique à batterie et à hydrogène

En s'appuyant sur les caractéristiques opérationnelles des autocars zéro émission à plancher haut commercialisés ou en développement, il est possible d'évaluer la part de véhicules qui pourraient être convertis à l'électrique à batterie et à l'électrique à hydrogène en France dès 2023-2024, sur la base des données kilométriques transmises par les Régions.

Ainsi, un exercice théorique a été réalisé, afin d'évaluer quel pourrait être le mix d'autocars zéro émission électriques à batterie et à hydrogène. On notera que ces estimations sont basées :

(1) Sur la base des technologies commercialisées ou en développement : cette analyse ne prend pas en considération les évolutions possibles des technologies compte tenu de la faible visibilité sur l'offre des constructeurs.

(2) En s'appuyant sur le critère kilométrique uniquement : sans prendre en compte les spécificités opérationnelles (dénivelés, conditions climatiques, lieu d'avitaillement, durée entre services).

(3) En supposant que les infrastructures d'avitaillement sont suffisamment disponibles.

(4) En considérant l'activation des principaux effets d'échelle permettant de réduire considérablement les surcoûts.



Focus sur les résultats de l'enquête à destination des Régions

Il a été demandé aux Régions d'estimer la part de leur parc scolaire et sur ligne régulière parcourant les kilométrages suivants : <100 km/jour, entre 100 et 200 km/jour, entre 200 et 250 km/jour, et >200 km/jour. Les résultats détaillés sont présentés sur la Figure 16 ci-dessous.

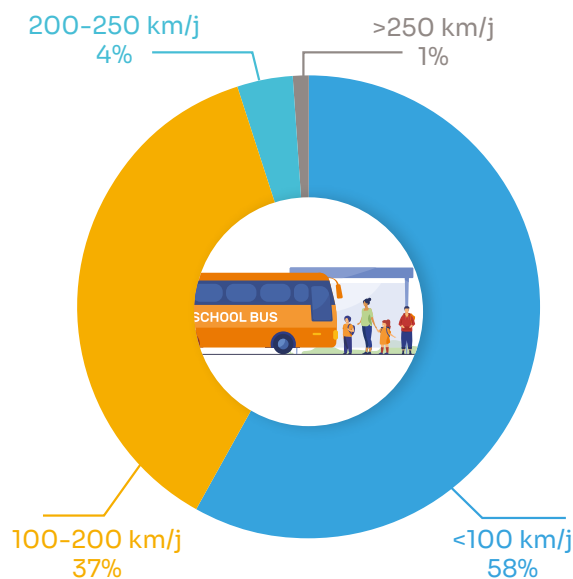
Concernant les autocars scolaires, sur le parc de près de 18 000 autocars recensés par les 10 Régions répondantes, les résultats de l'enquête mettent en évidence que 95 % du parc présente des kilométrages quotidiens moyens en dessous de 200 km. A l'échelle de ce sondage, cela représente près de 16 000 autocars scolaires. En extrapolant à l'échelle du parc d'autocars scolaires estimé à 26 500 (cf. Tableau 3), cela représenterait plus de 25 000 autocars scolaires circulant moins de 200 km par jour. Parmi ces véhicules, plus de la moitié

présentent même un kilométrage inférieur à 100 km par jour. Ainsi, leur conversion vers l'électrique pourrait être assurée avec une faible capacité de batterie embarquée, réduisant le prix à l'achat du véhicule.

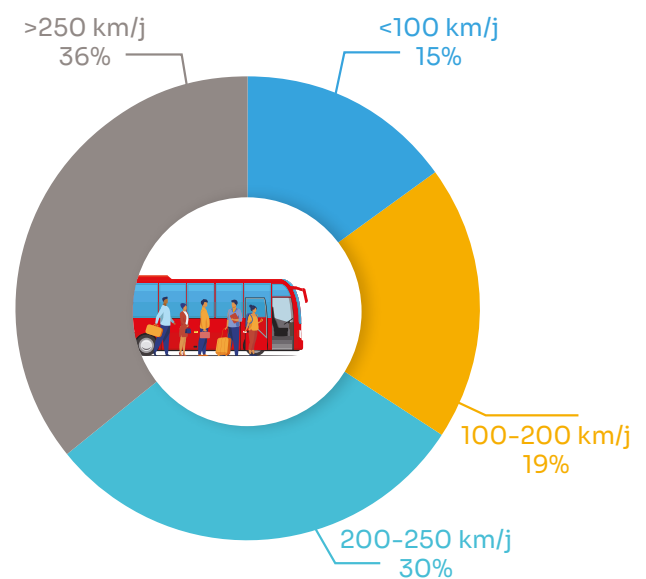
Concernant les autocars circulant sur des lignes régulières, sur le parc de près de 12 000 véhicules recensés par les Régions répondantes, le sondage met en évidence des kilométrages plus contrastés. 34 % circulent moins de 200 km/jour, 30 % circulent entre 200 et 250 km/jour, et 36 % circulent plus de 250 km/jour. En extrapolant à l'échelle du parc d'autocars sur ce segment d'usage, estimé à 33 000 véhicules (cf. Tableau 3), cela représenterait environ 11 000 véhicules des lignes régulières circulant moins de 200 km par jour, et 22 000 parcourant plus de 200 km.

Figure 16 - Répartition du parc d'autocars français scolaires (gauche) et lignes régulières (droite) en fonction des kilométrages quotidiens – pour 10 répondants, responsables d'un parc de 30 000 autocars

Répartition des kilométrages des lignes scolaires



Répartition des kilométrages des lignes régulières autocars



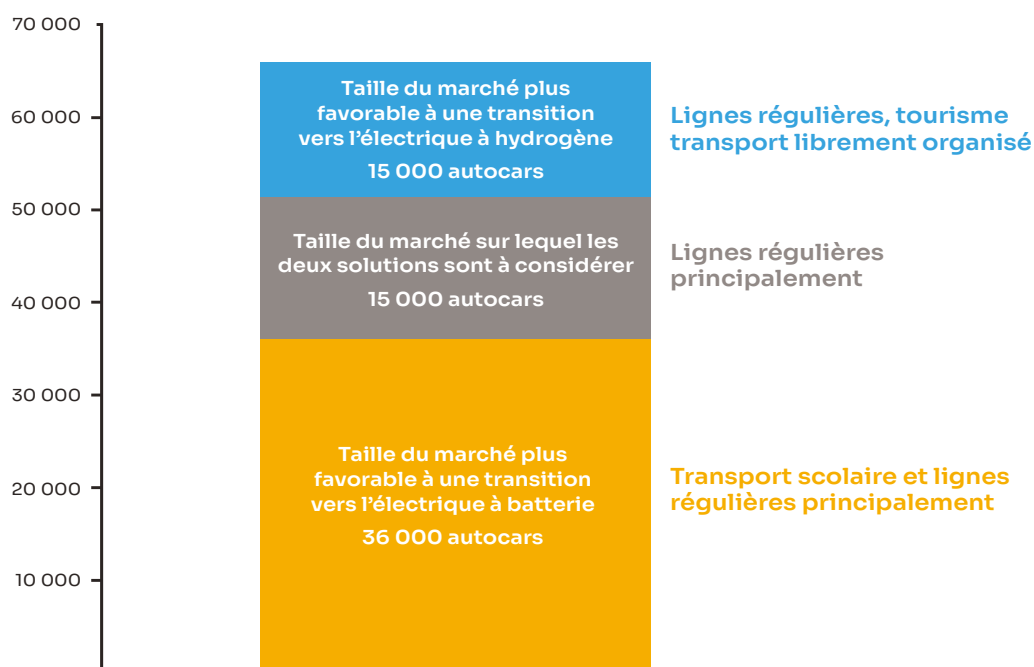


Sur la base de ces hypothèses et en extrapolant les résultats de l'enquête Région, 36 000 autocars parcourant moins de 200 km/jour pourraient être convertis à l'électrique à batterie, et 15 000 parcourant plus de 250 km/jour à l'électrique à hydrogène (voir

Figure 17 ci-dessous). Pour les 15 000 autocars dans la fourchette kilométrique 200-250 km/jour, des analyses dédiées seraient nécessaires pour évaluer la faisabilité de leur conversion à l'électrique à batterie versus à hydrogène.

Figure 17 – Marché de l'autocar adressable par l'électrique à batterie versus l'électrique à hydrogène en France, sur la base du critère kilométrique uniquement. Ce graphique ne prend pas en considération les évolutions technologiques à venir, la disponibilité en infrastructure, ni le surcoût des solutions zéro émission.

Nombres d'autocars



Cette estimation permet de poser les ordres de grandeur : 36 000 autocars pourraient passer à l'électrique à batterie, 15 000 nécessiteraient une solution hydrogène, 15 000 nécessiteraient une analyse plus approfondie pour identifier la solution la plus adaptée. Toutefois, comme précisé plus haut, on notera la limite de cette estimation, qui permet de dégager des ordres de grandeurs d'un point de vue technique, mais fait abstraction de paramètres clés tels que l'accélération du développement de l'offre en véhicules requise, la nécessité d'une diminution des coûts, le développement des infrastructures, etc. C'est l'objet de la section 3.3 Freins et leviers à la transition du parc d'autocars vers des solutions zéro émission.

3.2. Les objectifs de transitions fixés pour les flottes d'autocars par les Régions

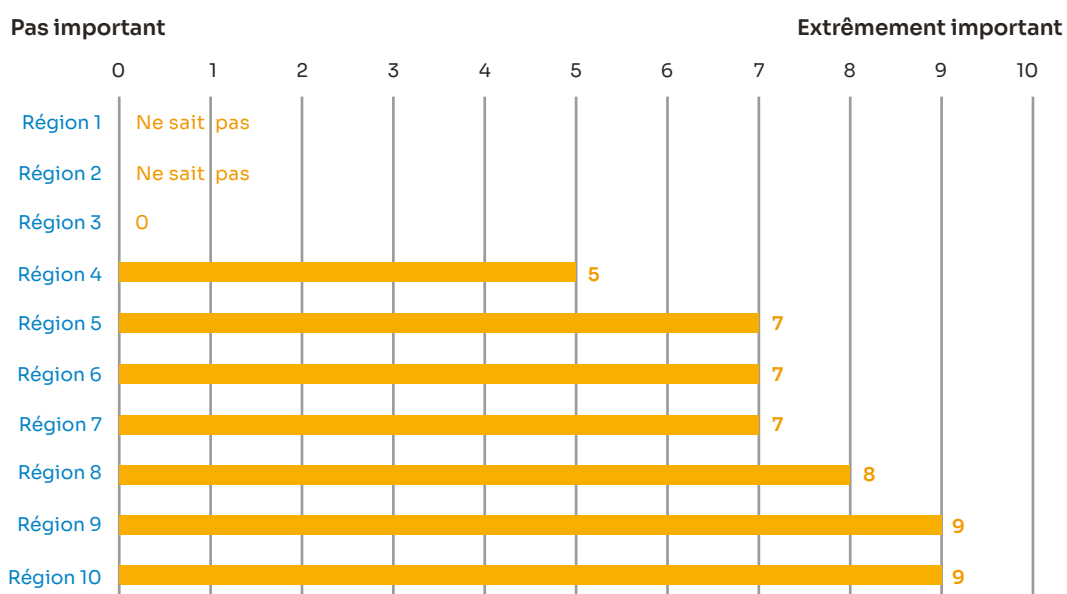
Dans le cadre de l'enquête « Parcs d'autocars et objectifs de transition des Régions », les Régions françaises ont été interrogées afin de caractériser leur parc roulant et leur stratégie de transition vers des solutions zéro émission. Pour rappel, les Régions (ou IDFM pour l'Île-de-France) étant les Autorités Organisatrices de Mobilité sur les lignes scolaires et régulières (90 % du parc français), il est particulièrement important de comprendre leurs objectifs de transition sur le court et moyen terme.

Ce sont 10 Régions (Auvergne-Rhône-Alpes, Centre-Val de Loire, Guadeloupe, Hauts-de-France, Île-de-France, Martinique, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur) qui ont répondu, représentant près de 30 000 autocars sur lignes scolaires et régulières.

Quelle est l'importance accordée par les Régions à la transition vers les autocars zéro émission ?

La première question posée porte sur le degré d'importance accordé à la transition des autocars vers des solutions zéro émission (électriques à batterie ou à hydrogène) dans la stratégie de la Région. Les réponses, synthétisées ci-dessous, montrent une majorité de réponses entre « important » et « extrêmement important ».

Figure 18 - Réponses à la question « Dans la stratégie de la Région, quel est le degré d'importance accordé à la transition des autocars vers des solutions zéro émission à l'échappement (électriques à batterie ou à hydrogène) ? »



Au total, sur les 10 Régions répondantes, 6 d'entre elles considèrent que cette transition est importante ou très importante (note supérieure à 7/10), deux n'y accordent pas ou peu d'importance, et deux ne se prononcent pas à ce stade. Parmi les retours détaillés transmis, un répondant souligne la priorité accordée aux solutions zéro émission par sa Région, en raison de la réduction des externalités négatives qu'elle permet, en termes de GES, de pollution atmosphérique et de nuisances sonores. Cette priorisation est alors rendue possible par un positionnement politique proactif en matière de protection de l'environnement, qui va au-delà des obligations réglementaires. Cette approche régionale, par le biais de feuilles de routes claires, de commandes publiques et de mécanismes de soutiens adaptés, permet d'offrir des conditions favorables au déploiement d'autocars zéro émission dans la région.

Quels sont les objectifs des Régions pour le déploiement d'autocars zéro émission ?

Les Régions ont ensuite été interrogées sur la part de la flotte qu'elles seraient prêtes à convertir à l'électrique. Afin que la réflexion pour toutes les Régions soit faite en prenant les mêmes hypothèses de base, la question a été posée en demandant de considérer les hypothèses opérationnelles résumées dans le Tableau 4 ci-dessous. Ces hypothèses ont été définies pour ce sondage en particulier, et par le groupe de travail commun entre l'Avere-France et France Hydrogène Mobilité, porteurs de cette étude. Ces hypothèses ne sont pas nécessairement représentatives de l'intégralité de l'offre actuelle et à venir.



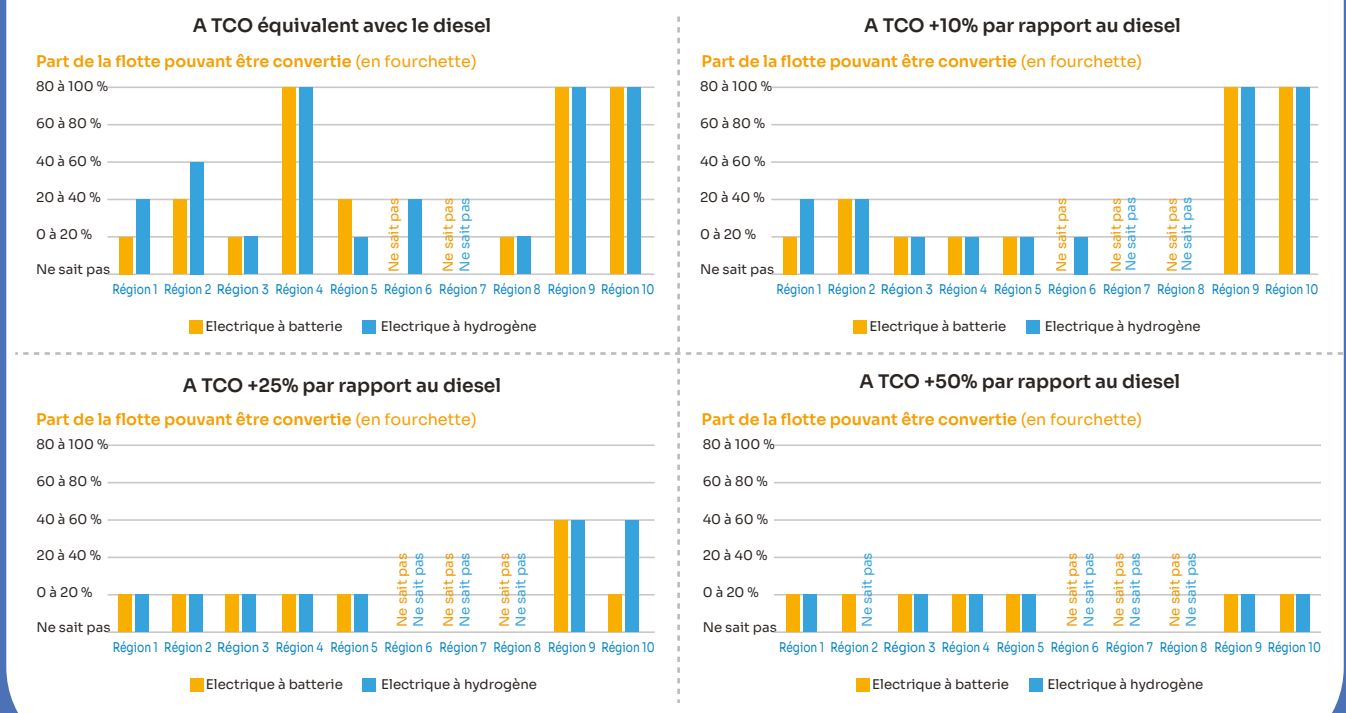
Tableau 4 - Hypothèses des caractéristiques des autocars électriques à batterie et à hydrogène présentées dans la question relative aux objectifs de déploiement d'autocars zéro émission

Electrique à batterie	Electrique à hydrogène
Offre neuve ou en rétrofit européenne disponible sur le marché	Offre neuve ou en rétrofit européenne disponible sur le marché
Autonomie maximale de 200 km	Autonomie maximale de 500 km
Temps de recharge de 2 à 5 heures	Temps de recharge entre 15 et 30 minutes
Infrastructure de recharge disponible et adaptée	Infrastructure d'avitaillement disponible et adaptée

Sur cette base, et afin d'évaluer l'impact du TCO sur la volonté de transition, la question suivante a été posée : « Quelle part de votre flotte d'autocars la Région serait-elle prête à convertir à l'électrique à batterie et à l'hydrogène :

à TCO équivalent au diesel, TCO +10 %, TCO +25 % et TCO +50 % ». La Figure 19 ci-dessous détaille les réponses en mettant en perspectives l'électrique à batterie et l'électrique à hydrogène.

Figure 19 - Réponses à la question : « Quelle part de votre flotte d'autocars la Région serait-elle prête à convertir à l'électrique à batterie et à l'électrique à hydrogène : à TCO équivalent au diesel (haut gauche), TCO +10 % (haut droite), TCO +25 % (bas gauche) et TCO +50 % (bas droite) »



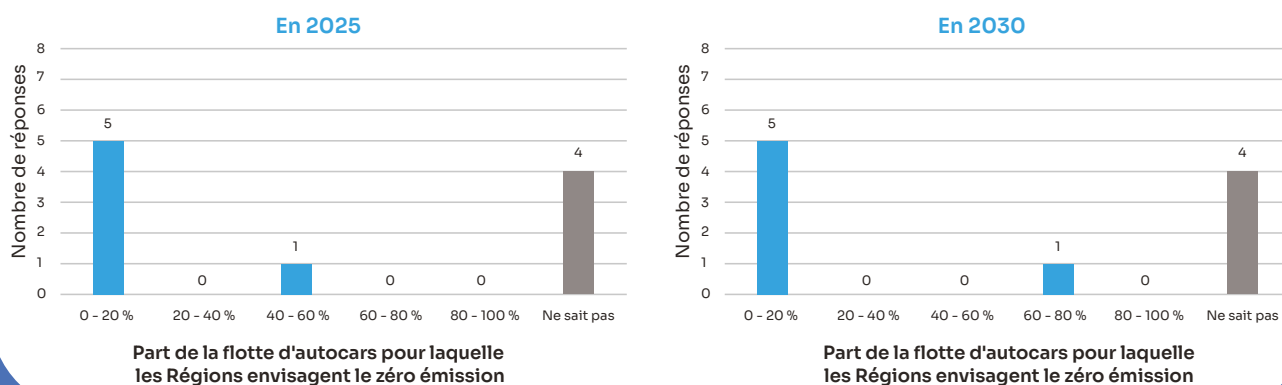


Dans les deux cas (électrique à batterie ou à hydrogène), on observe des réponses en décalage apparent avec les réponses à la première question portant sur l'importance accordée au sujet. Ce décalage sera éclairé par la suite du sondage portant sur les freins à ces déploiements. Plus précisément, même en supposant un TCO équivalent au diesel, les réponses sont contrastées : tous les répondants n'envisageraient pas une transition massive vers les solutions zéro émission. Ces réponses mettent ainsi en évidence que les choix de transition vers des autocars zéro émission ne sont pas uniquement dépendant du surcoût de ces solutions. Par ailleurs, on observe une

sensibilité évidente aux considérations de TCO, avec des volontés de convertir des flottes au zéro émission qui vont considérablement diminuer avec une augmentation du surcoût par rapport aux solutions fossiles.

Pour compléter, et afin d'évaluer les perspectives de transition dans le temps, les Régions ont également été interrogées sur leurs objectifs à horizon 2025 et 2030. La Figure 20 ci-dessous fait état des réponses à la question : « Pour quelle part de votre flotte d'autocars envisagez-vous une transition vers le zéro émission (électrique à batterie ou à hydrogène, neuf ou en rétrofit) » à l'horizon 2025 ? et à l'horizon 2030 ?

Figure 20 - Réponses à la question : « Pour quelle part de votre flotte d'autocars envisagez-vous une transition vers le zéro émission (électrique à batterie ou à hydrogène, neuf ou en rétrofit) ? » en 2025 (gauche), en 2030 (droite)



Les Régions sondées ont partagé des objectifs de transition vers les solutions zéro émission relativement faibles. A l'horizon 2025, seule une Région sur dix compte convertir plus de 40 % de sa flotte vers des solutions zéro émission.

A l'horizon 2030, de la même manière, seule une Région sur dix présente un objectif ambitieux, et vise à disposer d'une flotte d'autocars comprenant plus de 60 % de véhicules zéro émission.

Dans les deux cas, près de la moitié des répondants ont indiqué ne pas avoir de vision claire sur leurs objectifs de déploiement d'autocars zéro émission, y compris pour l'échéance 2025, c'est-à-dire 2 ans seulement après la réponse à l'enquête. Cela témoigne de la difficulté des Régions à se positionner précisément sur ces questions.

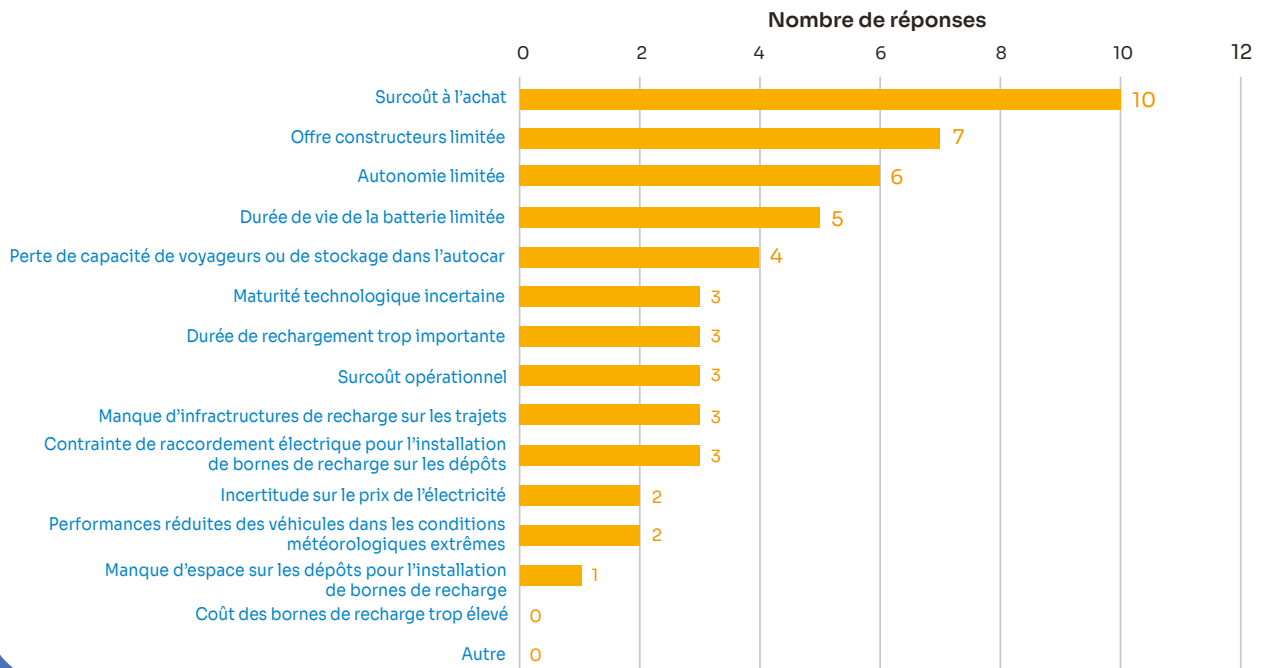
Quels sont les freins à l'adoption d'autocars électriques, identifiés par les Régions ?

Les questions suivantes du sondage ont permis d'éclairer le décalage observé entre importance attribuée au sujet et perspectives de transition. En effet, interrogées sur les freins principaux à l'adoption d'autocars électriques, les Régions ont permis de mettre en évidence une diversité de freins potentiels.

Pour les autocars électriques à batterie, le surcoût à l'achat reste pour tous les acteurs interrogés le frein principal. La contrainte d'autonomie ressort comme un deuxième défi majeur, suivie de l'offre de la part des constructeurs encore limitée en 2023, notamment de la part des constructeurs européens.

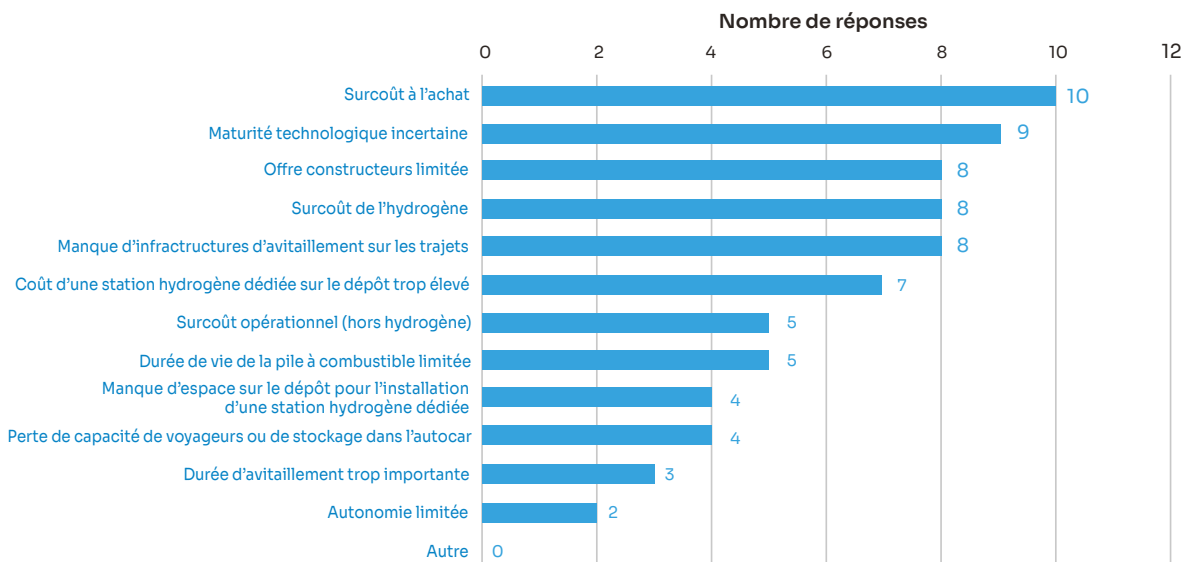


Figure 21 – Réponses à la question : « Selon votre niveau actuel de connaissance, parmi la liste suivante, quels seraient les freins à l'adoption d'autocars électriques à batterie aujourd'hui ? »



Pour les autocars électriques à hydrogène, le surcoût à l'achat, la maturité technologique incertaine, l'offre limitée des constructeurs et le manque d'infrastructure d'avitaillement sur les trajets sont les freins listés par une grande majorité des Régions interrogées. Le surcoût opérationnel, le prix élevé de l'hydrogène, et le coût élevé d'une station au dépôt font aussi partie des freins principaux.

Figure 22 – Réponses à la question « Selon votre niveau actuel de connaissance, parmi la liste suivante, quels seraient les freins à l'adoption d'autocars électriques à hydrogène aujourd'hui ? »





Quel est le poids des contraintes de volumes de soutes et d'accueils de passagers ?

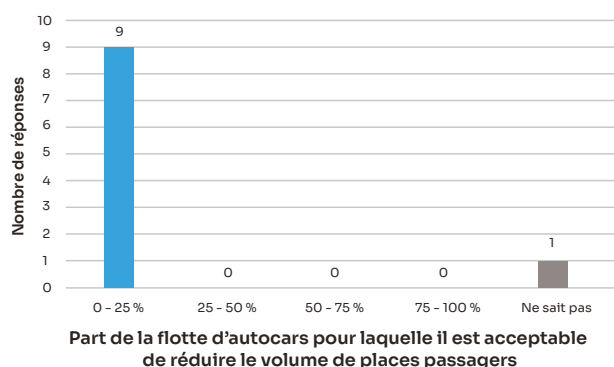
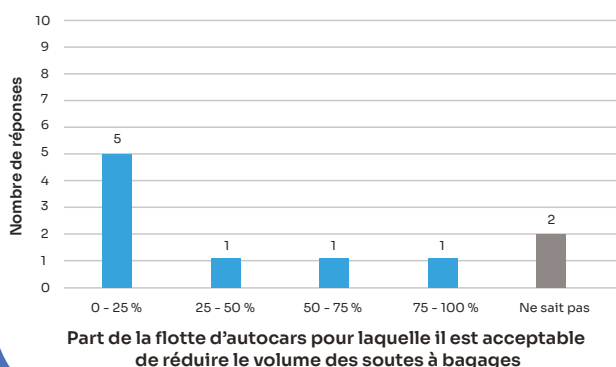
Les Régions ont également été interrogées sur les possibilités de réduire le volume de soutes à bagages disponibles et le nombre de places passagers pour accueillir une partie des technologies (batteries, réservoirs, etc.).

La réduction du volume des soutes est à éviter pour 5 des 10 répondants, mais reste envisageable pour 3 Régions (voir Figure 23). L'une des Régions précise qu'il est tout à fait possible d'envisager une diminution de capacité des

soutes pour l'ensemble des autocars scolaires au sein de sa Région, soit la moitié des autocars dont elle a la responsabilité.

La réduction du nombre de places de passagers semble en revanche inenvisageable pour la plupart des Régions (9 sur 10 répondants). Les thématiques de la gestion des heures de pointe et de la facilitation de l'exploitation sur les lignes plus fréquentées sont citées comme des problématiques potentielles à la perte de capacité du nombre de passagers.

Figure 23 - Réponses à la question : « Pour quelle part de la flotte d'autocars est-il acceptable de réduire le volume des soutes à bagages et le nombre de places passagers pour accueillir une partie de la technologie (batteries, réservoirs, etc.) ? »



Autres retours complémentaires

Les retours additionnels des Régions au format libre permettent d'obtenir des compléments sur les dynamiques de déploiement des autocars zéro émission en France.

En effet, pour 5 des répondants, la stratégie affichée par la Région est de sortir des énergies fossiles pour l'ensemble ou une partie des flottes (lignes scolaires et/ou lignes régulières), en ne prenant pas d'orientation sur le choix technologique privilégié : « L'objectif affiché par la Région dans le cadre de son plan climat est d'avoir l'ensemble de nos lignes fonctionnant avec des carburants bas carbone », « [La Région] a jusqu'à présent laissé les transporteurs libres de proposer la solution technologique la plus adéquate avec leur exploitation ».

Ainsi, certaines Régions affichent des objectifs de « 100 % renouvelable en 2030 », ou encore « zéro véhicule diesel sur les lignes régulières en 2028 ».

Dans plusieurs cas, les Régions font mention de la prise en compte des enjeux climatiques dans les cahiers des charges des donneurs d'ordre. Cela démontre en 2023 une dynamique positive pour la transition progressive des flottes publiques vers un transport de voyageurs bas carbone.

Enfin, pour deux Régions d'outre-mer répondantes, les spécificités de ces territoires sont nombreuses : usages des véhicules importants, climats spécifiques, topographies complexes, ou encore contraintes d'importation de carburants. Ces contraintes sont des freins additionnels à l'acquisition de véhicules électriques.



En résumé

- Le sondage à l'intention des Régions a permis de caractériser précisément les flottes d'autocars circulant en France et de démontrer un intérêt croissant de la part des Régions envers les technologies zéro émission. Concrètement, sur les 10 Régions répondantes, 6 d'entre elles considèrent que la transition vers ces technologies est « importante » ou « très importante ».
- Malgré les possibilités techniques permises par les autocars zéro émission, leur taux de pénétration à date dans le segment de l'autocar reste encore limité, de l'ordre des premières dizaines de véhicules. En outre, le sondage auprès des Régions souligne un décalage apparent entre l'importance qu'elles accordent au sujet et une difficulté à ce jour pour définir une trajectoire de transition massive des flottes vers le zéro émission.
- Concrètement, à horizon 2030, seule une Région sur dix répondantes présente un objectif de disposer d'une flotte d'autocars comprenant plus de 60 % de véhicules zéro émission. Près de la moitié des répondants ont indiqué ne pas avoir de vision claire sur leurs objectifs de déploiement d'autocars zéro émission.
- Dans la section suivante, les freins actuellement identifiés pour la transition vers le zéro émission sont détaillés, ainsi que des propositions de leviers activables qui permettraient d'accélérer cette transition.



3.3. Freins et leviers à la transition du parc d'autocars vers des solutions zéro émission

Un segment à replacer au cœur des politiques environnementales

En 2023, la loi française impose à un nombre croissant de collectivités le déploiement d'autobus zéro émission, et l'Europe incite les constructeurs de camions à développer une offre décarbonée.

En revanche, les politiques environnementales françaises comme européennes ne traitent pas ou peu des autocars, pourtant deux fois plus importants en nombre que le parc d'autobus en France :

- La loi française n'impose pas aux exploitants le déploiement d'autocars faibles ou zéro émission à l'échappement, et les incitations à la transition vers des technologies alternatives au diesel sont limitées.
- Parmi les réglementations en place, seules les ZFE-m pourraient progressivement inciter à la transition d'une partie des flottes d'autocars (de tourisme notamment), mais les incertitudes sur les calendriers et niveaux de restrictions associés sont élevées.
- Les constructeurs sont par ailleurs peu incités à se positionner sur la transition du segment de l'autocar. En effet, outre cette faible demande actuelle, le règlement (UE) 2019/1242 qui oblige les fabricants de poids lourds à réduire les émissions des nouveaux véhicules vendus n'inclut pas le segment de l'autocar dans les flottes concernées – en tout cas à date d'écriture de ce document, été 2023. La proposition de révision du règlement de la Commission européenne du 14 février 2023, propose d'introduire des normes d'émissions plus strictes et étendues aux autocars.

Ce faible niveau d'incitation des exploitants comme des constructeurs n'encourage pas la transition vers le zéro émission sur le segment de l'autocar. Alors même que sur la base des entretiens réalisés auprès de constructeurs, il ne s'agirait en aucun cas d'une limitation technique du côté des fabricants d'autocars. En résumé :

- La faible demande ralentit le développement d'une offre de véhicules zéro émission par les constructeurs, qui n'y sont par ailleurs pas réglementairement incités ;
- La faible disponibilité de l'offre de véhicules limite les initiatives d'exploitants précurseurs, qui ne sont par ailleurs soumis à aucune obligation.

Face à ces différents constats, et afin d'accélérer la transition vers le zéro émission pour les types de services autocars, trois principales politiques environnementales constitueraient un important effet de levier :

- **Le règlement CO₂ pour les constructeurs** : Une proposition législative présentée par la Commission européenne le 14 février 2023 prévoit d'élargir le champ d'application du règlement (UE) 2019/1242, pour inclure notamment les autobus urbains et les autocars. Elle prévoit également une revue à la hausse des objectifs de réductions des émissions et l'obligation de vente d'autobus 100 % zéro émission d'ici 2030. Si cette proposition est adoptée, les constructeurs pourraient être amenés à accélérer le développement de leur offre en autocars faibles et zéro émission, qui contribuerait à l'atteinte des objectifs fixés particulièrement ambitieux.
- **La transposition de la directive véhicules propres, traitant des renouvellements annuels de véhicules des collectivités territoriales** : L'ordonnance n° 2021-1490 du 17 novembre 2021 impose l'intégration d'autobus faibles ou très faibles émissions dans les renouvellements des flottes, selon un calendrier donné. A l'été 2023, il n'est pas prévu que des dispositions équivalentes soient appliquées au segment de l'autocar, à l'exception de la mise en place d'un reporting obligatoire par les AOM. Cependant, l'intégration progressive d'obligations de déploiements d'autocars faibles et très faibles émissions par les collectivités, selon un calendrier clairement défini, inciterait les Régions à la définition d'une feuille de route claire pour la transition de leurs flottes d'autocars, et donnerait de la visibilité aux constructeurs.

- **La mise en place d'un calendrier de restrictions harmonisées et lisibles sur le segment de l'autocar dans les ZFE-m** : Le sujet de l'extension des ZFE-m est en cours de délibération auprès de l'exécutif après qu'un comité de concertation ait remis le 13 juillet 2023 un rapport de 25 recommandations pour harmoniser les ZFE⁵¹. La délibération est attendue pour l'automne 2023. Une meilleure lisibilité sur le cadre réglementaire qui accompagnera la mise en place des ZFE-m dans les métropoles, leur calendrier définitif de déploiement, ainsi que l'impact sur le segment des autocars de tourisme et de SLO est particulièrement attendu par les professionnels du secteur.

Il sera par ailleurs indispensable de maintenir un dialogue entre les AOM, les exploitants et les constructeurs de véhicules européens, visant à assurer une réponse concertée aux contraintes imposées par les politiques environnementales, et rendre possible la création d'une filière industrielle française et européenne du segment de l'autocar zéro émission.

Une offre des constructeurs à développer pour assurer le développement d'une filière européenne

Le manque d'offre de la part des constructeurs est un frein majeur à l'adoption des autocars zéro émission. Il s'agit d'un frein au déploiement d'autocars électriques à batterie pour plus de 80 % des Régions interrogées, et au déploiement d'autocars électriques à hydrogène pour l'ensemble des Régions interrogées. Si de premiers constructeurs et acteurs du retrofit se positionnent, on observe en 2023 une offre limitée. Ce niveau de développement de l'offre va particulièrement restreindre la volonté de transition des donneurs d'ordres publics, qui ne peuvent envisager de massification qu'avec des constructeurs européens voire français.

Interrogés sur le sujet, les constructeurs affirment qu'ils sauraient répondre à la demande d'un point de vue industriel s'il y en a une, que cela soit sur l'autocar électrique à batterie ou hydrogène. Mais l'absence de visibilité sur des volumes importants sur les court et moyen termes complexifie le positionnement des constructeurs sur ce segment.

Ainsi, les constructeurs peuvent difficilement envisager le développement d'une offre industrielle européenne

⁵¹ Les Zones à Faibles Émissions : 25 propositions pour allier transition écologique et justice sociale

en autocars électriques à batterie et à hydrogène en l'absence :

- De mécanismes de soutien suffisants pour l'investissement dans les solutions zéro émission ;
- D'une feuille de route plus ambitieuse sur la transition au zéro émission dans le secteur de l'autocar, et de feuilles de routes déclinées au niveau régional ;
- D'obligations de renouvellement d'autocars à très faibles émissions, comme cela est le cas pour les autobus.

Les quelques dizaines d'unités d'autocars électriques à batterie en circulation en 2023 sont donc issues de constructeurs asiatiques en grande majorité.

Afin de favoriser le développement de l'offre française et européenne, **il est important de donner aux constructeurs de la visibilité sur la demande, et ce, par l'intermédiaire des leviers réglementaires** présentés dans la section précédente notamment.

En parallèle, l'offre en véhicules rétrofités à batterie et à hydrogène peut être une solution sur le court terme pour compenser le manque d'offre en véhicules neufs. Sur le plus long terme, le rétrofit pourrait constituer une solution alternative vertueuse permettant de favoriser le retrait de véhicules thermiques de la circulation. Afin d'accompagner la commercialisation des offres de rétrofit, il est important d'assurer :

- **Un gain en visibilité** auprès des services publics, afin qu'il soit mieux envisagé par les donneurs d'ordres. Ce gain en visibilité peut notamment passer par l'intégration des offres de rétrofit dans les catalogues des centrales d'achat de l'UGAP (Union des groupements d'achats publics) et de la CATP (Centrale d'Achat du Transport Public).
- Le développement d'une **offre de maintenance** des véhicules en rétrofit.
- **Une prise en compte du rétrofit dans les mécanismes de soutiens financiers.**

Afin d'accompagner la phase d'émergence de l'offre en autocars zéro émission, il sera également indispensable d'assurer un soutien financier de la filière adapté aux contraintes spécifiques du segment.

Un surcoût important à compenser en phase d'émergence du marché

Le surcoût des autocars zéro émission reste un frein majeur à l'adoption de ces solutions à grande échelle sur le territoire.

Du point de vue des coûts d'investissement, qu'il s'agisse de véhicules électriques à batterie ou à hydrogène, les premières unités d'autocars zéro émission sont 2 à 3 fois plus chères que les autocars équivalents diesels, du fait des développements technologiques encore en cours et des faibles volumes de ventes (moins de 100 autocars électriques à batterie en circulation en France au 1^{er} janvier 2022). Interrogées sur les freins à l'adoption des autocars électriques, l'ensemble des Régions sondées a identifié le surcoût à l'achat comme un frein à la transition. Des diminutions substantielles des prix d'achat des autocars électriques à batterie et à hydrogène sont attendues, avec une massification du marché et une industrialisation des chaînes de production dans les années à venir. Entre temps, des aides (subventions, avances remboursables, primes à la conversion, etc.) sont nécessaires pour inciter les entreprises à investir dans des autocars zéro émission, que cela soit au niveau régional, national ou européen.

Les coûts opérationnels dépendent principalement du prix du carburant à la pompe – électricité ou hydrogène.

- En 2023, le prix de l'électricité rend déjà avantageux les coûts opérationnels des autocars électriques à batterie par rapport aux autocars Diesel dans de nombreuses configurations. Sur la base d'un prix moyen du gazole à la pompe de l'ordre de 1,80 €/L (TTC) observé entre janvier 2022 et juillet 2023, l'électrique à batterie est plus avantageux financièrement dès lors que le prix de l'électricité reste inférieur à 0,38 €/kWh (en supposant des consommations de 32 L/100 km pour le Diesel et 110 kWh/100 km pour l'électrique).
- Pour l'hydrogène, les prix observés à la pompe – supérieurs à 10 €/kgH₂ dans la majorité des stations – sont encore trop élevés pour atteindre une équivalence avec le gazole. Le prix de l'hydrogène à la pompe devrait néanmoins être amené à diminuer dans les années à venir, en partie grâce à un passage à l'échelle des infrastructures de production et distribution, et aux mécanismes de soutiens financiers en cours de développement. La valorisation de la Taxe Incitative Relative à l'Utilisation d'Énergie Renouvelable dans le Transport (TIRUERT) notamment pourrait permettre

une diminution significative du prix de l'hydrogène à la pompe de 2,9 à 6,6 €/kgH₂, selon les premières estimations présentées par France Hydrogène⁵². Concrètement, un prix de l'hydrogène se rapprochant de 6 €/kgH₂ d'ici la fin de la décennie pourrait permettre d'atteindre la parité avec un gazole au prix aux alentours de 2 €/L TTC (en supposant des consommations de 32 L/100 km pour le Diesel et 8 kgH₂/100 km pour l'hydrogène).

D'un point de vue du coût total de possession (ou Total Cost of Ownership, TCO), les modélisations effectuées dans la Feuille de route décarbonation de la chaîne de valeur des véhicules lourds 2023⁵³, dans le cadre de la révision de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), évaluent les surcoûts à l'horizon 2025 et 2030 :

- Le surcoût en TCO estimé pour les autocars électriques à batterie est compris entre 4 % et 30 % en 2025 par rapport aux équivalents diesels. **Dès 2030, la tendance pour les autocars électriques à batterie pourrait s'inverser, avec un TCO évoluant entre -6 % et +14 % par rapport au diesel en fonction du segment d'usage de l'autocar.**
- Pour les solutions électriques à hydrogène, le surcoût en TCO par rapport au diesel est évalué entre +76 % et +95 % en 2025, et entre +50 % et +75 % en 2030 dans le cadre de la feuille de route décarbonation. Cependant, comme précisé dans cette feuille de route, la filière hydrogène anticipe un amorçage plus rapide amenant à une baisse des coûts plus importante par des économies d'échelle. A titre de comparaison, sur le segment de l'autobus, relativement proche de celui de l'autocar en termes de coût, **France Hydrogène estime que la parité avec le diesel serait atteinte à horizon 2030⁵⁴.**

Or, le critère économique présente un poids particulièrement élevé dans la notation des réponses aux appels d'offres des AOM, qui cherchent à privilégier des offres compétitives au vu de leurs contraintes budgétaires et leur volonté de développer l'offre de transports en communs. Par conséquent, les exploitants ne peuvent pas proposer des solutions présentant un surcoût TCO, à moins que les appels d'offres imposent une solution zéro émission ou prennent en compte le facteur de décarbonation de la flotte dans l'évaluation des offres.

Les leviers suivants pourraient ainsi favoriser le déploiement d'autocars zéro émission en phase d'amorçage de la filière, malgré un surcoût important :

- **Les aides à l'achat** : Pour les autocars électriques à batterie comme à hydrogène, des mécanismes d'aides à l'achat sont nécessaires pour permettre l'amorçage de la filière. Certains appels à projets de l'ADEME tels que l'AAP « Véhicules lourds électriques » ou l'AAP « Ecosystèmes territoriaux hydrogène » permettent déjà de financer jusqu'à 100 % du surcoût des véhicules zéro émission. Cependant, ces appels à projets restent complexes, et difficilement accessibles à des PME autocaristes qui souhaiteraient déployer quelques unités de véhicules zéro émission. Il est donc nécessaire de simplifier l'accès aux financements pour les premières unités d'autocars zéro émission, afin d'amorcer la filière.
 - **Le soutien à l'OPEX** : La Taxe Incitative Relative à l'Utilisation d'Énergie Renouvelable dans le Transport (TIRUERT) pourrait permettre une diminution du prix des carburants alternatifs – hydrogène comme électricité.
 - Concernant l'hydrogène, ce mécanisme pourrait permettre de réduire le prix à la pompe de 2,9 à 6,6 €/kgH₂ selon les premières estimations de France Hydrogène. Ces chiffres sont cependant incertains : il n'est pas possible d'évaluer de manière certaine la propension des obligés à inclure l'hydrogène dans leur mix de carburants alternatifs, ce qui engendre un manque de visibilité sur les prix du carburant, et obère la prise de décisions finales d'investissements. **Afin de permettre à la TIRUERT de constituer un véritable levier pour l'adoption de véhicules hydrogène, France Hydrogène appelle à fixer un sous-mandat d'utilisation d'hydrogène contraignant pour le transport routier⁵⁵.** Ainsi, les obligés n'auraient pas la possibilité de choisir leur mix de carburants alternatifs pour atteindre les objectifs fixés, et devraient tous distribuer de l'hydrogène selon les quotas définis.
- Les sous-mandats seraient fixés pour une période décennale, afin de donner la visibilité nécessaire à des investissements lourds, et d'envoyer des signaux forts aux acteurs du secteur.**

⁵² - France Hydrogène. (2023). Contribution sur le projet de loi relatif à l'industrie verte France Hydrogène.
⁵³ - Feuille de route de décarbonation des véhicules lourds 2023 - Ecologie.gouv.fr
⁵⁴ - France Hydrogène Mobilité. (2020). Comment déployer des bus électriques à hydrogène en France ?
⁵⁵ - Réponse de France Hydrogène à la consultation TIRUERT (août 2023).

Ces sous-mandats hydrogène doivent s'appuyer sur les besoins en carburant hydrogène identifiés par la filière à horizon 2030.

- La TIRUERT peut également améliorer le modèle de rentabilité des opérateurs d'autocars électriques à batterie. Cependant, au même titre que pour la distribution d'hydrogène, le mécanisme de crédit TIRUERT est uniquement ouvert à la recharge publique. Ainsi, à ce jour, la distribution d'électricité via des bornes privées installées sur les dépôts ne permettrait pas de bénéficier de la TIRUERT. Dans sa note de position sur le Plan de Loi Finance 2022, **l'Avere-France recommande d'étendre le périmètre de la TIRUERT à la recharge privée pour permettre l'accès aux opérateurs à ces mécanismes**⁵⁶. En septembre 2023, les modalités de ce mécanisme sont encore jugées trop incertaines pour faire partie intégrante du modèle économique des opérateurs. Pourtant, la valorisation de ces crédits de minoration de la TIRUERT pourrait s'approcher de 14 à 16 centimes par kWh⁵⁷.

Des exploitants à accompagner dans le cadre des renouvellements des marchés publics et des DSP

Même dans l'hypothèse d'un surcoût réduit grâce à des mécanismes de soutiens financiers, le déploiement de solutions zéro émission peut s'avérer particulièrement complexe pour les autocaristes.

En principe, une Région ayant pour volonté de déployer des autocars zéro émission pourra favoriser cela en publiant un appel d'offres imposant des solutions électriques à batterie ou à hydrogène dans le cahier des charges. Cependant, le mode de fonctionnement en marchés publics ou délégations de services publics n'est pas toujours adapté aux investissements dans des solutions zéro émission. En effet, le déploiement d'un autocar électrique à batterie ou à hydrogène impose à l'exploitant d'investir dans une solution coûteuse et dans l'infrastructure d'avitaillement associée. Or, le type et la durée des contrats publics proposés par les AOM pour le transport scolaire et le transport régulier ne sont pas adaptés pour supporter les surcoûts d'investissements dans les solutions zéro émission, qui demandent des délais d'amortissement plus importants. Les contrats de transport scolaire en particulier sont généralement des marchés publics conclus sur 1 à 2 ans. Les faibles marges de l'activité ne permettent pas aux autocaristes d'investir dans le zéro émission, d'autant plus sans garantie que des contrats permettront d'amortir

l'acquisition du véhicule et des infrastructures sur leur durée de vie.

Une augmentation de la durée de contrats proposés, telle que suggérée par la Fédération Nationale du Transport de Voyageurs (FNTV)⁵⁸, pourrait favoriser la pérennité des entreprises et des emplois, et assurer l'investissement dans des solutions alternatives au diesel.

Le besoin en infrastructures pour déployer les autocars zéro émission

La thématique de l'infrastructure peut être un frein important à l'investissement sur le court terme pour les opérateurs.

Pour l'électrique à hydrogène, les opérateurs ne pourront pas se positionner si le maillage en infrastructures d'avitaillement n'est pas compatible avec le circuit des lignes.

- **Le règlement Européen AFIR** adopté en mars 2023 vise à lever ce verrou en proposant un cadre législatif clair pour le déploiement des infrastructures de recharge électrique et hydrogène. Pour l'hydrogène, l'AFIR mandate l'installation de stations de distribution d'hydrogène au plus tard en 2030 dans tous les nœuds urbains et tous les 200 km le long du réseau central du RTE-T⁵⁹. Ce règlement assurera un premier maillage, qui nécessitera une densification progressive pour répondre au besoin des opérateurs de transports, qui ne peuvent se permettre d'importants hauts-le-pieds pour effectuer leur avitaillement en hydrogène.

- **La mutualisation de stations hydrogène** entre différents opérateurs économiques au sein d'une même zone d'activité, comme observé avec le GNV, peut également être un levier de déploiement des infrastructures locales de distribution d'hydrogène et de diminution du prix de l'hydrogène à la pompe.

Pour l'électrique à batterie, une recharge au dépôt pourra être privilégiée pour envisager une charge lente et accéder à des prix d'électricité particulièrement favorables pour diminuer les coûts d'exploitation du véhicule.

- **Une infrastructure correctement dimensionnée** permettra une optimisation des coûts d'investissement nécessaires.

56-Avere-France, (2022) Note de position présidentielle de l'Avere France
57-Analyse AFRY à partir de la DA 22-023 – Circulaire relative à la taxe incitative relative à l'utilisation de l'énergie renouvelable dans les transports (TIRUERT) – Article 266 quindecies du code des douanes.
58-FNTV, (2020) Les contrats publics du transport routier de voyageurs.
59-Commission Européenne, 2023 Accord sur une nouvelle législation aux fins du déploiement d'une infrastructure suffisante pour les carburants alternatifs



En résumé

Le secteur de l'autocar électrique (à batterie ou à hydrogène) est aujourd'hui à un stade de déploiement limité. Sans transformation contextuelle, une accélération massive permettant une décarbonation rapide ne pourra pas être enclenchée sur le court terme. L'analyse des freins à ces déploiements fait apparaître un faisceau d'éléments limitants qui se combinent et s'additionnent :

- **Le contexte réglementaire** : les donneurs d'ordres ne sont pas incités à déployer des véhicules zéro émission. La demande est donc très limitée et les constructeurs européens ne priorisent pas le développement de leur offre sur ce segment.
- **L'offre de véhicules** : l'offre en autocars neufs est encore limitée sur le marché, particulièrement de la part des OEMs européens, alors que ces constructeurs n'identifient pas de point bloquant d'un point de vue technique. Cette offre limitée ne donne pas de perspectives de massification du marché suffisantes pour favoriser des positionnements ambitieux des donneurs d'ordres.
- **Le modèle économique** : le surcoût en coût total de possession des technologies à batterie et à hydrogène est significatif pour les opérateurs, et les donneurs d'ordres ne sont pas prêts à assumer ce surcoût pour une transition massive vers les solutions zéro émission. De plus, les formats des délégations de service public et des marchés publics (très courts pour les seconds) ne favorisent pas les investissements dans des solutions zéro émission.
- **Les infrastructures** de recharge électrique et d'avitaillement en hydrogène ne maillent pas encore le territoire national, et demandent des investissements additionnels pour répondre aux besoins opérationnels des exploitants.

On peut identifier un certain nombre de leviers qui favoriseraient le déploiement des autocars électriques à batterie et à hydrogène :

- **Leviers politiques** :
 - La publication d'une feuille de route nationale plus ambitieuse sur le calendrier de déploiement des autocars zéro émission et de la sortie du thermique.

Il faudra néanmoins prendre en compte la durée de raccordement au réseau par le gestionnaire du réseau de distribution à anticiper le plus en amont possible, le coût de raccordement, et la capacité d'investissement dans le dépôt par l'opérateur économique. Le modèle de la recharge au dépôt peut être parfois difficilement compatible avec les contraintes économiques des marchés publics ou DSP : il implique pour l'opérateur de rentabiliser les investissements dans l'infrastructure d'avitaillement au même titre que l'achat du véhicule dans une durée de contrat limitée.

- **L'AFIR** prévoit en addition un déploiement d'infrastructures de recharge en itinérance pour les poids lourds électriques (camions, bus et autocars), qui pourra être bénéfique pour de nombreux opérateurs. Pour l'électrique, l'AFIR prévoit l'implantation en 2028 d'une station de recharge tous les 120 km pour les poids lourds (camions, bus et autocars) sur 50 % du RTE-T. Ces stations devront pouvoir offrir une puissance de 1 400 kW à 2 800 kW en fonction de la route. Le dispositif sera complété par deux bornes de recharge pour poids lourds dans des lieux de stationnement sécurisés à partir de 2028.

Hors des contraintes réglementaires prévues par les directives européennes, il conviendra cependant d'également déployer les réseaux de distribution en zones peu denses, lieux principaux d'exploitation des autocars.

Le niveau de confort des autocars électriques

La taille des batteries et des électroniques de puissance dans les autocars électriques requiert parfois une perte de capacité de soute, qui impacte le niveau de confort proposé par ces autocars. Pour les autocars électriques à batterie, certains modèles ne possèdent plus que 2,5 m³ de soute quand un équivalent diesel pouvait en posséder 14 m³. Cette perte de capacité peut réduire significativement le niveau de confort de l'autocar, en particulier pour le tourisme et les SLO. Interrogées, 5 régions sur 10 ont répondu qu'elles ne seraient pas prêtes à réduire le volume des soutes à bagages pour accueillir une partie de la technologie (batteries, réservoirs, électronique de puissance). Il convient cependant de nuancer : d'une part les offres en autocars zéro émission ne sont pas systématiquement associées à une réduction de soute, et d'autre part certains usages ne nécessitent pas de soute (transport scolaire notamment).

- La mise en place de façon systématique de critères de sélection adaptés dans les appels d'offres publics pour récompenser les opérateurs proposant des alternatives zéro émission.

— Leviers sur l'offre :

- Le soutien au développement d'une offre en autocars électriques à batterie et à hydrogène neufs de la part des constructeurs européens.
- Le soutien au développement de l'offre en autocars rétrofités, via un assouplissement des contraintes réglementaires, et leur ajout dans les catalogues des centrales d'achats.

— Leviers économiques :

- La mise en place de mécanismes de soutien à l'investissement dans les technologies zéro émission en

phase d'émergence du marché pour réduire le surcoût à l'achat, à compléter avec des mesures favorables aux coûts opérationnels via la TIRUERT notamment.

- L'allongement des durées de marchés pour donner une meilleure visibilité aux opérateurs quant à l'amortissement de leurs autocars zéro émission et des infrastructures associées.

— Leviers sur l'infrastructure :

- Le déploiement d'une infrastructure publiquement accessible selon un calendrier clair à l'échelle du territoire national, pour assurer de la visibilité sur la disponibilité des capacités de recharge électrique et d'avitaillement en hydrogène en France.

Conclusion

Le passage au zéro émission des 66 000 autocars du parc français permettrait une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques du secteur du transport de voyageurs. Si une attention doit être portée sur les modes de production des véhicules et des carburants alimentant ces véhicules, les autocars électriques à batterie et à hydrogène présentent un grand potentiel pour contribuer à la lutte contre le changement climatique et à l'amélioration de la qualité de l'air.

Des premières offres en autocars électriques à batterie et à hydrogène sont d'ores et déjà commercialisées ou en développement, et sont compatibles avec une grande partie des besoins opérationnels du parc français, d'après les caractéristiques techniques annoncées par les constructeurs, et observées sur les premiers déploiements. Si les constructeurs français et européens ne proposent pas encore une offre complète d'autocars électriques à batterie et à hydrogène neufs, l'expertise technologique est cependant en plein développement en 2023. Dès 2017, des autocars électriques à batterie issus de constructeurs chinois ont été déployés en France. Ils ont démontré des performances opérationnelles compatibles avec de nombreux usages requérant des autonomies de l'ordre

de 200 km ou moins. Ces caractéristiques kilométriques sont observées pour plus de 50 % du parc d'après les résultats de l'enquête menée auprès des Régions. Les performances des autocars électriques à batterie devraient encore progresser, et l'offre en électrique à hydrogène dont la commercialisation est attendue dès 2024 devrait adresser les usages les plus intensifs. En parallèle, le rétrofit émerge comme une solution qui pourrait participer à l'accélération de la transition vers le zéro émission sur le court terme. **Cela étant, les opérateurs de flottes et les autorités organisatrices de la mobilité auront besoin d'une meilleure visibilité de la part des constructeurs afin de pouvoir envisager une conversion massive.**

Malgré ces développements en cours, le segment de l'autocar est aujourd'hui peu ciblé par les politiques environnementales, reléguant sa décarbonation au second plan des objectifs de décarbonation au niveau national comme européen. Les projections des feuilles de route gouvernementales sont en 2023 très peu ambitieuses sur l'adoption d'autocars zéro émission. Même à horizon 2050, l'électrique à batterie ne représenterait que 5 % des parts de marché des autocars neufs d'après cette feuille de route⁶⁰.

⁶⁰ - Feuille de route de décarbonation des véhicules lourds 2023 - Ecologie.gouv.fr

Au-delà du contexte réglementaire peu incitatif et d'un développement partiel de l'offre, le coût de ces solutions et le besoin en infrastructures d'avitaillement sont des freins à lever pour assurer la transition :

▪ **Sur le plan économique, le surcoût à l'achat en phase d'amorçage du marché est trop important pour les opérateurs, qui exploitent les véhicules pour le compte des AOM sur des durées de contrats trop courtes pour amortir le véhicule et/ou les infrastructures associées.**

Pour la technologie hydrogène, les surcoûts opérationnels actuels sont également importants, notamment en phase d'émergence de la filière, et auront besoin d'être soutenus.

▪ **Sur le plan des infrastructures, le maillage du territoire est aujourd'hui limité, ce qui nécessite de développer des solutions d'avitaillement adaptées au besoin en parallèle du déploiement des autocars zéro émission.**

Pour les infrastructures de recharge électrique, cela peut nécessiter des investissements additionnels dans les dépôts si l'opérateur fait le choix d'une recharge lente, ou des partenariats avec des énergéticiens si le choix se porte sur une recharge en station publique. Pour l'avitaillement en hydrogène, le déploiement des infrastructures de production et distribution doit être intégré à part entière dans les réflexions et les développements du projet. Sur le plus long terme, le maillage fin du territoire favorisé par des règlements européens comme l'AFIR permettra de limiter progressivement cette contrainte d'infrastructure.

En l'absence d'incitations ou d'objectifs contraignants, ainsi que de supports financiers suffisants, les Régions, autorités organisatrices pour la majeure partie des autocars, envisagent encore peu le zéro émission sur le court à moyen terme – alors même que les enjeux de décarbonation sont au cœur de leurs priorités.

Dans ce cadre, plusieurs leviers d'ores et déjà proposés ou à mettre en place devront être activés pour enclencher la transition des autocars vers le zéro émission :

— Renforcer ou mettre en place des réglementations ambitieuses et alignées incitant au déploiement d'autocars zéro émission (objectifs zéro émission contraignants dans les renouvellements, ZFE-m, règlement CO₂ pour les constructeurs, etc.).

— Encourager les développements de la filière par la publication d'une feuille de route nationale plus ambitieuse pour la mobilité zéro émission, contribuant à offrir une perspective claire du développement du marché aux constructeurs, opérateurs et donneurs d'ordres.

— Mettre en place des mécanismes de soutien à l'investissement dans les autocars zéro émission, nécessaires dans la phase d'amorçage pour les deux technologies.

— Assurer une visibilité sur les leviers de réductions du prix du carburant, sur l'hydrogène comme l'électricité. La TIRUERT par exemple est un levier particulièrement attendu, qui pourrait bénéficier aux deux technologies.

— Mettre en place des conditions de marchés favorisant la transition des opérateurs, notamment via l'allongement des durées de contrats et la mise en place de critères de sélection adaptés.

— Accélérer le déploiement des infrastructures publiques de recharge électrique et d'avitaillement en hydrogène, en ligne avec les prescriptions de l'AFIR.

Le marché de l'autocar fait partie de ceux qui présentent le potentiel technique d'être décarboné rapidement. Ce sont les autorités organisatrices qui peuvent conduire la transformation, et les constructeurs de véhicules comme d'infrastructures ont aujourd'hui la possibilité d'apporter les solutions adaptées. Ce serait par ailleurs la décarbonation de l'un des maillons essentiels de la sortie du « tout voiture » et de la mutualisation des mobilités. Ce serait enfin la décarbonation de véhicules hautement visibles, favorisant la perception des solutions zéro émission de la part du public utilisateur.

La décennie en cours pourra voir une persistance du tout diesel, une réorientation vers d'autres solutions thermiques, ou alors la mise en place pour le zéro émission d'un cadre contextuel favorable, politique, réglementaire, industriel, économique, qui conduirait à une décarbonation forte et rapide de tout un segment de la mobilité du territoire national.

A propos de France Hydrogène Mobilité

France Hydrogène Mobilité est le groupe dédié à la mobilité des acteurs de la filière hydrogène au sein de France Hydrogène. Il réunit des énergéticiens, des fabricants d'électrolyseurs, de stations de distribution, des constructeurs automobiles, des fabricants de composants comme les piles à combustible et les réservoirs, des fonds d'investissement, des porteurs de projets, des cabinets de conseil ainsi que des institutionnels et instituts de recherche. L'objectif du groupe est notamment de permettre à ses membres de travailler en intelligence collective, d'identifier les verrous que peuvent rencontrer les acteurs dans le développement de projets et de contribuer à les lever. France Hydrogène Mobilité est un lieu de partage et de synthèse d'informations, et ses travaux bénéficient à l'ensemble de la filière.



Avec le support de : 
ERM

A propos de l'Avere-France

Depuis 1978, l'Avere-France fédère l'ensemble des acteurs de l'écosystème de la mobilité électrique dans les domaines industriel, commercial, institutionnel et associatif. L'association adresse ainsi la mobilité électrique utilisant des véhicules à batterie, hybrides rechargeables ou pile à combustible, des deux-roues, véhicules légers ainsi que les poids lourds et bus.

La présence, parmi nos 260 adhérents, de constructeurs, d'énergéticiens, d'utilisateurs mais aussi de collectivités territoriales nous permet de disposer d'une expertise sur tous les axes de la chaîne de valeur de l'écosystème, des types d'énergie, et des moyens de mobilité.

L'Avere-France est également depuis 2016 le pilote d'Advenir, un programme de financement de points de recharge, de formation de diverses cibles et de sensibilisation du grand public.

Remerciements

Nous tenons en particulier à remercier pour leur participation à des entretiens dédiés ayant permis d'argumenter, d'informer, et de compléter la rédaction de ce document :

- **Rémi BERGER**, Directeur Innovation, GCK ;
- **Jean-Marc BOUCHERET**, Sustainable Mobility Manager Iveco Bus ;
- **Jean-Marc DUCROS**, Business Intelligence & Product Portfolio Director Iveco Bus ;
- **Théo FARGE**, Responsable technique, sécurité et environnement, Fédération Nationale des Transports de Voyageurs (FNTV) ;
- **Aurélie JARDIN**, Relations Institutionnelles France groupe Iveco ;
- **Ingrid MARESCHAL**, Déléguée générale de la Fédération Nationale des Transports de Voyageurs (FNTV) ;
- **Philippe MASSON**, Directeur de Keolis Sophia Antipolis et du secteur Bleu Azur ;
- **Patrick MIGNUCCI**, Gérant Fondateur B.E. green ;
- **Thibault MOURA**, Directeur du développement grands comptes et institutionnels, Retrofleet ;
- **Bertrand RICHARD**, Responsable Développement Commercial, SAFRA ;
- **Paul TORRIS**, Chef de projet Mobilité Durable, ENGIE Solutions.

Un grand merci également à l'ensemble des responsables transition et transport des 10 Régions ayant contribué à ce document en répondant à l'enquête *Parcs d'autocars et objectifs de transition des Régions*, à savoir les Régions Auvergne-Rhône-Alpes, Centre-Val de Loire, Guadeloupe, Hauts-de-France, Île-de-France, Martinique, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Enfin, un grand merci pour le suivi de l'ensemble de la réalisation de ce document aux membres des groupes de travail de France Hydrogène Mobilité et de l'Avere-France, et notamment leurs coordinateurs Valérie BOUILLON-DELPORTE, Directrice Ecosystème Hydrogène chez Michelin et Vice-présidente de France Hydrogène, et Nenad NIKOLIĆ, Responsable du Développement Commercial chez McPhy ainsi qu'Aubin BERNARD, Responsable des relations institutionnelles de l'Avere-France, et Aurélie CZISMAZIA, chargée de mission Avere-France.

Contacts

Ce document est rédigé par ERM France (anciennement équipe Element Energy, aujourd'hui intégrée au sein de ERM France), pour et avec le support des groupes de travail de France Hydrogène Mobilité et de l'Avere-France. Pour plus d'informations, n'hésitez pas à contacter :

Aurélie Deshons

aurelie.deshons@erm.com
+33 (0)1 86 47 77 83

Gauthier de Dreuille

gauthier.dedreuille@erm.com
+33 (0)1 53 24 31 74

Elise Ravoire

elise.ravoire@erm.com
+33 (0)1 86 47 78 07





www.france-hydrogene.org

www.avery-france.org



50 avenue Daumesnil - 75012 Paris
Contact : info@france-hydrogene.org
T. +33 (0)1 44 11 10 04



5 Rue du Helder, 75009 Paris
Contact : communication@avery-france.org