



Proposition de Feuille de route de décarbonation de la filière véhicules lourds

Article 301 de la loi « Climat et Résilience »



Résumé exécutif

Une grande variété de véhicules lourds et d'usages dont la décarbonation nécessite de mobiliser l'ensemble des leviers disponibles

Les véhicules lourds se distinguent des véhicules *particuliers*, par leur poids mais aussi par les usages professionnels auxquels ils répondent. Ils recouvrent des catégories très variées de véhicules : camions, bus et cars, engins de travaux publics légers (chargeuses, minipelles) et lourds (tombereaux, pelles, butteurs...). S'ajoute une grande variété d'usages, depuis les utilisations intensives en milieu urbain jusqu'au transport inter-régional de longue distance, en passant par les chantiers de construction. Par extension, la catégorie des véhicules légers a été intégrée dans cette feuille de route lorsque sont concernés des usages professionnels : véhicules utilitaires légers pour le transport routier de marchandises et les secteurs du commerce et de l'artisanat (bâtiment, etc.), ambulances, LOTI légers, pour le secteur du transport de personnes car les besoins des utilisateurs profes-

sionnels diffèrent des usages particuliers notamment en termes de besoin d'autonomie, de charge utile, d'empport de fauteuils roulants, etc.

En 2019, les émissions de ces différentes catégories de véhicules s'élevaient à 59Mt CO₂, soit 14% des émissions nationales, tous secteurs confondus : 31Mt CO₂ pour les poids lourds, 18Mt CO₂ pour les VUL, 3Mt CO₂ pour les bus et cars et 7Mt CO₂ pour les engins de travaux publics.

La décarbonation des véhicules lourds repose sur six leviers : l'évolution de la demande de transport – ou de travaux publics pour les engins du BTP –, la part modale de la catégorie de véhicules, le verdissement de la motorisation du véhicule, leur taux d'occupation ou de chargement, leur efficacité énergétique et les distances parcourues.

Cette feuille de route a été élaborée par le secteur lui-même et constitue une proposition adressée aux pouvoirs publics. Elle vient enrichir le travail du gouvernement de mise en œuvre de la planification écologique, mais ne constitue pas la feuille de route du gouvernement.

Le verdissement des motorisations et des carburants est le principal levier de décarbonation des véhicules lourds. Il est nécessaire de s'appuyer sur un mix d'énergies décarbonées adapté aux spécificités des différentes catégories de véhicules et d'usages

Le verdissement de la motorisation des véhicules constitue le principal levier de décarbonation des véhicules lourds. En effet, selon les hypothèses de travail du run 1 de la SNBC, qui ont servi de base aux réflexions conduites dans le cadre de la feuille de route, l'introduction de véhicules à motorisation alternative – électrique, bio-GNV, hydrogène – dans le parc ainsi que l'incorporation de biocarburants permettrait une baisse des émissions des poids lourds de 44% en 2040 par rapport à 2019, soit une grande partie des 71% de baisses des émissions requis à cet horizon pour le secteur. Le taux de pénétration des motorisations alternatives dans le parc de véhicules, en lien avec les rythmes de renouvellement des véhicules, est le facteur déterminant des gains attendus.

Il existe quatre types d'énergies permettant de verdier le parc des véhicules lourds : les carburants liquides bas carbone, le bioGNV, l'électricité et l'hydrogène.

Pour chaque type de véhicule lourd, l'évolution du mix énergétique dépendra de quatre facteurs principaux.

→ Le premier concerne **les besoins liés aux usages**. Les batteries électriques, pertinentes dès aujourd'hui pour les plus faibles tonnages de la mobilité lourde, selon le nombre de kilomètres journaliers, ne seront par exemple pas adaptées, même à moyen terme, à la mobilité très longue distance ou à une pelle hydraulique de 100 tonnes, qui nécessitent une puissance beaucoup plus importante qu'un véhicule utilitaire léger.

→ Le deuxième concerne **la disponibilité de l'énergie**. Les carburants liquides bas carbone, le biogaz, produits à partir de biomasse et d'hydrogène, font face à des contraintes fortes en termes de disponibilité de ces ressources qui conduit à des volumes limités pour le transport routier. Le déploiement des bornes de recharge jusqu'à atteindre une fluidité d'utilisation est un défi à relever.

→ Le troisième facteur est **le déploiement**

d'une offre de motorisation alternative par les constructeurs, en fonction des progrès technologiques contraints par les réglementations européennes et de leurs capacités d'approvisionnement en matières premières.

→ Enfin, **les conditions économiques** (coûts d'acquisition, d'exploitation,...) seront cruciales sur l'essor des technologies, qui se traduit pour la plupart des motorisations par un surcoût plus ou moins significatif à l'investissement et/ou à l'exploitation.

Compte tenu de la forte diversité des usages, le verdissement du transport routier lourd et des engins de travaux publics s'appuiera sur un mix énergétique structuré autour des carburants liquides bas carbone, du bioGNV, des batteries électriques et de l'hydrogène en complément du diesel dans ses normes les plus récentes.

Les véhicules à carburants liquides, dont les normes actuelles sont déjà très exigeantes, constituent dès maintenant une source de réduction des émissions du parc existant. Plus de 9% de l'énergie contenue aujourd'hui dans les carburants est d'origine biosourcée. A court terme, l'utilisation des biocarburants ou des e-fuels, dans les transports routiers peut se réaliser avec une parfaite continuité des usages : les motorisations sont identiques, la prise en charge du véhicule, son autonomie sont les mêmes que pour une utilisation d'un diesel fossile. Les carburants liquides resteront indispensables à moyen voir long terme pour les gros tonnages et le transport longue distance. Les cars qui effectuent des trajets interrégionaux et internationaux, continueront à les utiliser dans les prochaines années. Quant aux engins de chantier, c'est la source d'énergie qui restera majoritaire pendant encore de nombreuses années compte tenu à la fois des puissances à mobiliser mais aussi de la contrainte d'acheminement de l'énergie : les matériels ne peuvent s'approvisionner en dehors du chantier puisqu'ils sont non routiers, l'énergie doit leur être apportée sur site sur l'ensemble du territoire. Le verdissement des engins de chantier, à l'exception des engins légers, ne pourra passer à court terme que par le déploiement de moteurs thermiques plus efficaces, puis par l'ajout progressif de biocarburants de synthèse et de e-fuel.

Néanmoins, la croissance de la part renouvelable des carburants liquides sera conditionnée à la disponibilité des ressources en



biomasse et en hydrogène – nécessaires à la fabrication des e-fuels – et des éventuelles priorisations de ces dernières vers les secteurs qui ne disposent pas d'alternative pour se décarboner. Le coût d'utilisation varie suivant les modalités de production et les matières premières utilisées.

Les véhicules lourds au GNV / BioGNV, déjà en circulation depuis plusieurs années, représentent la quasi-totalité des motorisations alternatives existantes dans le parc des poids lourds (soit 1% du parc). Ils contribueront d'autant plus à la décarbonation du parc que le GNV utilisé sera constitué de biométhane. Leur autonomie, presque équivalente à celle des véhicules diesel, les rend adaptés à de très nombreux usages immédiatement, pour un coût total de possession supérieur au véhicule diesel. La filière gaz indique pouvoir offrir une quantité de biométhane suffisante pour couvrir, à horizon 2033, 100% des besoins des camions roulant au GNV avec cette énergie décarbonée, ce qui suppose par ailleurs de maintenir le rythme de déploiement des stations d'avitaillement, et d'orienter les quantités de biométhane nécessaires vers la mobilité en prenant en compte la concurrence de demande de biométhane des autres secteurs. La progression du parc à motorisation gaz dépendra fortement de la possibilité de

découpler les prix du biométhane de ceux du gaz fossile, ainsi que de l'offre constructeur en véhicules bioGNV, qui pourrait être limitée. La plupart des constructeurs concentrent désormais leurs investissements sur la technologie électrique à batterie, du fait de la conception de la notion de *véhicule zéro émission* des institutions européennes. La mobilité au GNV présente d'ores et déjà un fort taux de pénétration dans le transport routier de voyageurs via les bus et cars. Les bus au GNV sont déjà développés, les offres des constructeurs existent et la part du GNV dans les immatriculations devraient se maintenir pour les bus et continuer à croître pour les cars dans les prochaines années, à condition que le prix de l'énergie revienne à des niveaux plus avantageux que le gazole et que la production de véhicules se poursuive.

Les véhicules à batteries électriques se développent aujourd'hui plus rapidement pour les véhicules de faible tonnage réalisant des opérations de courte distance. Du fait de ses performances en matière de qualité de l'air, de réduction des nuisances sonores, l'énergie électrique paraît particulièrement adaptée à l'usage urbain, notamment dans des agglomérations de grande taille. L'absence de rejet à l'échappement est un atout primordial pour répondre aux enjeux de qualité de l'air dans les zones

à faibles émissions (ZFE). L'augmentation en cours de l'autonomie réelle des véhicules est un facteur déterminant pour l'expansion des usages et son accélération dans le transport routier de marchandises. Les bus électriques sont fortement utilisés aujourd'hui (en 2022, 37% des bus immatriculés étaient électriques), assurant un transport urbain avec zéro émission à l'échappement. Leur recharge est organisée la nuit au dépôt. Dans le domaine des travaux publics, l'électrification constituera la solution dominante pour les machines légères et les engins compacts, mais nécessitera de lever des freins économiques, logistiques, réglementaires et organisationnels. En revanche, l'électricité devrait être moins pertinente pour les engins lourds – pelles, tracteurs, tombereaux – qui nécessitent une puissance très importante, même si certains constructeurs commencent à proposer ces engins accompagnés d'une « power bank », avec des incertitudes quant aux perspectives de généralisation de cette technologie, en raison des contraintes fortes de logistique de ces power banks.

Une amélioration de l'autonomie des batteries sera nécessaire pour envisager l'essor de l'électromobilité sur le transport de moyenne/longue distance. Celle-ci est à mettre en lien avec les capacités d'emport des véhicules et les contraintes réglementaires en matière de poids

et dimensions. Les constructeurs annoncent des évolutions rapides en la matière.

Si les besoins en électricité pour électrifier la flotte de poids lourds sont limités par rapport à la production nationale, des travaux conséquents de renforcement des réseaux seront nécessaires pour qu'ils supportent les appels de puissance induits. Dès lors, une planification du déploiement des bornes de recharge et des infrastructures de réseau associées est indispensable afin de garantir aux transporteurs la possibilité de recharger les véhicules au dépôt et, en itinérance, sur les principaux axes du réseau routier. Si, à court terme, le déploiement de dispositifs d'avitaillement au dépôt sera privilégié avec un ratio proche d'une borne pour un véhicule, le développement d'une flotte électrique nécessitera rapidement la mise en place d'un maillage suffisant de bornes de ravitaillement en itinérance (réseau routier et centres logistiques) de forte puissance permettant un avitaillement compatible avec l'organisation des tournées et la réglementation des temps de repos des conducteurs. Pour le transport routier, jusqu'en 2030, les enjeux de la recharge ne pourront pas être comparables avec ceux des véhicules particuliers : le kilométrage quotidien est important, et l'organisation du temps de travail rend difficile la recharge pendant le



jour. La recharge au dépôt sera donc privilégiée pour garantir une utilisation standard du véhicule, impliquant un ratio proche d'une borne pour un véhicule'. C'est pour le transport routier longue distance, à moyen terme, que la recharge en itinérance avec des ratios bornes/véhicule plus faible prendra tout son sens. Le développement d'un nombre suffisant de bornes au dépôt est un enjeu clef pour assurer la possibilité d'utilisation des véhicules électriques.

En outre, le véhicule à batterie, selon son gabarit, présenterait un coût total de possession défavorable par rapport au véhicule thermique jusqu'à 2030, même si des progrès technologiques plus rapides ne peuvent être écartés, impliquant un soutien public à l'achat ou à la location significatif pour enclencher les investissements.

La route électrique (ERS), est présentée parfois comme une alternative au déploiement de bornes électriques sur le transport longue distance. La technologie n'a cependant pas été considérée comme suffisamment mature pour faire l'objet d'un approfondissement dans le cadre de ces travaux (forts défis techniques à relever, absence d'homogénéité de la technologie à l'échelle communautaire, investissements colossaux pour le lancement de l'ERS). En tout état de cause, l'électrification des véhicules apparaît indispensable à la réponse aux enjeux de décarbonation.

Le transport sanitaire requiert une attention particulière. Son verdissement nécessite notamment un déploiement adéquat des

réseaux de recharge rapide au sein des établissements de santé afin de répondre aux contraintes de disponibilité de ces véhicules et de l'organisation des transports et l'évolution du modèle économique pour supporter les investissements.

Le rétrofit pourra contribuer au développement des motorisations GNV, électrique et hydrogène. Il permet de conserver la carrosserie du véhicule et potentiellement les aménagements spécifiques dont elle a fait l'objet, de réduire l'utilisation de matières premières, d'allonger la durée de vie des véhicules et de limiter le coût d'entrée vers un véhicule à motorisation alternative. La filière est encore émergente en France, et se développe progressivement. Elle permet en particulier pour les véhicules utilitaires légers et les autocars, de répondre plus rapidement et à moindre coût aux enjeux de réduction des émissions de CO₂ dans les ZFE.

Les véhicules à hydrogène avec leur forte autonomie et un temps de charge rapide, répondent plus particulièrement aux usages du transport de longue distance ou intensifs. A l'exception des véhicules utilitaires légers, pour lesquels l'offre constructeur est déjà disponible, l'essor des véhicules hydrogène sera limité avant 2030. D'ici là, l'offre se structure, et les effets d'économie d'échelle pourraient arriver à partir de 2026. Le prix des véhicules reste aujourd'hui très élevé, et le développement de cette mobilité est conditionné par le rythme de déploiement de stations d'avitaillement et la réalité de la production de l'hydrogène bas carbone.

D'autres leviers de décarbonation devront être mobilisés pour atteindre les cibles de baisse d'émissions

La présente feuille de route propose plusieurs leviers pour améliorer l'efficacité énergétique des véhicules - adaptation de l'écoconduite, de l'aérodynamisme, dispositifs de stop and start, pour augmenter les taux de chargement des poids lourds et les taux de remplissage des transports collectifs, réduire les distances parcourues ou encore favoriser la mobilité

multimodale. L'évolution de la demande de marchandises et le report modal vers des modes de transport moins émissifs, qui dépendent peu des acteurs de la chaîne de valeur des véhicules lourds et davantage de l'action d'autres filières ou décideurs, n'ont été évoqués que dans le cadre des travaux sur le transport de personnes.

Un plan d'actions à inscrire dans le temps

Les acteurs de la chaîne de valeur des véhicules lourds ont exprimé la nécessité d'inscrire dans le temps, le travail sur la décarbonation réalisé en commun, avec des rendez-vous réguliers des parties prenantes pour consolider les hypothèses concernant les trajectoires de décarbonation, notamment en fonction des évolutions technologiques, des paramètres économiques et financiers, etc. Comme toute démarche prospective, les hypothèses doivent être réinterrogées à intervalles réguliers, les leviers adaptés, le cas échéant, pour assurer le suivi du plan d'actions proposé dans la feuille de route et atteindre les objectifs.

Les travaux d'identification des freins et leviers ont été conduits par groupes de travail. Ils font l'objet de restitutions dans la suite du document.

La feuille de route pourra être actualisée avec le futur règlement européen relatif aux émissions de CO₂ des véhicules lourds.

Pour autant, certaines actions à caractère prioritaire et transversal ont été identifiées :

1. Construire un cadre économique et financier propice à l'accélération de la transition énergétique du transport routier

A titre d'exemple, les analyses de TCO conduites dans le cadre de la feuille de route, révèlent que le coût de possession d'un véhicule électrique reste très supérieur à celui d'un véhicule diesel. Par exemple, en 2022, le scénario médian donne un surcoût d'exploitation d'un 26t ou d'un 19t électrique par rapport à l'équivalent diesel d'environ 20% et ne converge vers celui du diesel qu'entre 2027 et 2030 – en fonction notamment de la hausse du prix du diesel. Pour un tracteur de 44t sur une courte-moyenne distance, le surcoût est d'environ 45% et ne converge vers le diesel qu'entre 2030 et 2033. L'analyse ne prend cependant pas en compte, pour des raisons de disponibilité des données, à ce stade, les surcoûts liés à l'acheminement de l'énergie alternative, l'acquisition et l'installation de l'infrastructure de recharge. Le coût de possession des véhicules électriques est ainsi minoré.

Bien que les TCO des véhicules hydrogènes se situent aujourd'hui à un niveau très élevé, la filière hydrogène précise que l'amorçage industriel pourrait conduire à des changements très rapides sur les coûts considérés, notamment une forte décroissance sur les équipements clés qui constituent aujourd'hui le poste de surcoût majeur (piles à combustible, réservoirs).

Pour un 7,5t, catégorie de véhicule identifiée comme plus facilement *électrifiable* au regard des usages, le TCO serait plus favorable au véhicule électrique dès 2025.

Outre un coût supérieur à l'usage, les surcoûts d'acquisition de ces véhicules par rapport à leurs homologues diesel sont significatifs. Le remplacement dans les flottes des transporteurs de véhicules thermiques par des véhicules électriques se heurte dès lors à la contrainte du taux d'endettement maximal, qui conditionne les prêts accordés par les banques.

LEVIER 1 il est nécessaire que les pouvoirs publics aident les acteurs à [franchir cette barrière d'investissement, via des procédures d'appels à projets et/ou la mise en place de bonus](#). Le besoin de soutien à l'achat ou la location longue durée a été évalué à un ordre de grandeur de 200 M€ à 300 M€ annuels, avec une augmentation progressive au cours des 5 prochaines années. Le dispositif de suramortissement doit être maintenu. Enfin, au regard du niveau important d'endettement des opérateurs, les aides directes sont à privilégier par rapport à des outils tels que le prêt à taux zéro.

LEVIER 2 [Élaborer une trajectoire pluriannuelle de soutien public au verdissement des flottes](#), indispensable pour donner de la visibilité aux acteurs, tisser une confiance dans la transition énergétique et fluidifier le rythme des investissements, tant par les constructeurs que par les opérateurs. Cette trajectoire doit intégrer le soutien aux dispositifs de ravitaillement.

LEVIER 3 [Favoriser un cadre de stabilité relative des prix des énergies](#).



LEVIER 4 [Approfondir les perspectives d'évolution des coûts du véhicule lourd à hydrogène](#) par un travail entre les pouvoirs publics et la filière afin de préciser sa place à horizon 2030.

2. Coordonner le déploiement des bornes électriques et de stations d'avitaillement

Les perspectives de développement de la recharge en dépôt ou en itinérance, sur le réseau structurant, demandent de s'assurer de la capacité des réseaux à absorber les appels à puissance locaux, identifier les surfaces nécessaires, programmer et optimiser les travaux d'infrastructures, ...

LEVIER 5 [Planifier le développement des infrastructures et des bornes de recharge](#) pour accompagner et optimiser le rythme de décarbonation des véhicules lourds et des engins de travaux publics.

3. Accompagner le changement

Un enjeu fort de la transition réside dans l'accompagnement au changement. Cette transition implique de repenser les organisations de transport et les circuits logistiques, le management des entreprises, les filières associées liées à la réparation ou la maintenance, etc. dans un contexte fortement concurrentiel. C'est aussi un enjeu d'attractivité pour les métiers du secteur du transport routier.

LEVIER 6 [Mettre en place un plan de développement des compétences dans l'ensemble de](#)

[la chaîne](#) : conduite, organisation de transport, maintenance des véhicules, management, etc.

LEVIER 7 [Pérenniser et renforcer l'accompagnement des acteurs des transports](#) et de la chaîne logistique dans la réduction de leurs émissions de GES et de polluants.

LEVIER 8 [Accompagner, les opérateurs](#) précurseurs qui, pour engager la transition énergétique, se sont engagés dans la filière gaz.

LEVIER 9 [Faciliter les implantations de zones logistiques](#) pour réduire les distances parcourues.

4. Garantir la production des énergies décarbonées qui seront utilisées dans les motorisations

Cet enjeu transversal, recoupe les sujets de développement du biogaz, de production d'hydrogène bas carbone et de soutien à la production de carburant liquide bas carbone. La création d'unités industrielles est indispensable pour garantir une réduction significative de l'utilisation de carburants fossiles.

LEVIER 10 Il est proposé d'[élaborer un plan biocarburants de synthèse](#) (XTL/HVO), et e-fuel au niveau national comparable au plan Hydrogène, permettant d'amorcer le développement de la chaîne d'approvisionnement en e-fuels et de réfléchir à la répartition des usages entre les différents modes de transport encore dépendants des carburants liquides.



GOVERNEMENT

*Liberté
Égalité
Fraternité*

