

QUELLES TECHNOLOGIES POUR LES POIDS LOURDS LONGUE DISTANCE DE DEMAIN ?

Louis Delage
Consultant

Nicolas Meunier
Senior Manager, responsable du pôle Transport

Janvier 2025





RÉSUMÉ

EXÉCUTIF

En France et Europe, **le cap est clair : atteindre la neutralité carbone en 2050**. Pour le transport, dont les émissions sont aujourd'hui partagées entre le déplacement des personnes (60%) et le transport de marchandises (40%), cela se traduit à l'échelle nationale par **une sortie du diesel et une décarbonation complète du secteur en l'espace de 25 ans, avec une baisse radicale de 30% des émissions dans les 5 prochaines années**. Le transport des marchandises est dominé par la route qui représente 90% des flux et pèse pour plus de 10% des émissions nationales de GES.

Pour le transport routier de petit gabarit ou le transport régional, la voie se dessine vers l'électrification, que ce soit via la réglementation (interdiction de ventes de VUL thermiques à partir de 2035) ou la technologie (l'autonomie des camions électriques de 300-400 km est suffisante). En revanche **pour le transport routier longue distance**, où les contraintes liées à l'autonomie et la recharge sont plus fortes, **la voie qui se dessine pour sortir du diesel est plus floue pour les acteurs du secteur**. Cette publication analyse en détails les différentes alternatives décarbonantes (électrique, biocarburants, biogaz, hydrogène ou encore e-fuels) sur les plans opérationnel, énergétique, économique, climatique et de ressources, afin de déterminer le paysage de demain.

Il en ressort que les solutions les plus proches du diesel en termes d'usage sont aussi les plus limitées en termes de ressources et de coûts. D'une part, les ressources durables de **biocarburants liquides et gazeux couvriront à terme moins de 10% des besoins du secteur du transport**, avec une priorité d'usage pour la très longue distance, à savoir l'aérien et le maritime. Ainsi, **il s'agit davantage d'une solution de transition pour commencer à décarboner que d'une solution d'avenir dans laquelle investir à long terme**. D'autre part, **l'hydrogène et les e-fuels ont un rendement énergétique dégradé** nécessitant 3 à 4 fois plus d'électricité pour leur production qu'en usage direct, **ce qui renchérit leurs coûts, et pèse sur la ressource en électricité décarbonée**.

A contrario, l'électrique à batteries a moins de contraintes structurelles, notamment de ressources, **et les freins actuels sont progressivement levés** : nouveaux modèles 2025 avec 600km d'autonomie, développement du réseau de bornes de recharge à très haute puissance, baisse du surcoût TCO avec la massification de la production. En prenant en compte l'évolution des infrastructures et des coûts, **la motorisation électrique se taillera progressivement la part du lion, y compris sur la longue distance, et pourrait représenter à terme environ 90% du parc roulant en 2050**.

Cette transition massive implique des changements importants et **doit être anticipée par toute la chaîne de valeur**, à la fois en termes de stratégie de renouvellement de flotte et en accompagnement à l'usage du camion électrique, **pour tirer parti de la transition énergétique du transport de marchandises plutôt que de la subir**.



Table des matières

I - Quelles motorisations alternatives à retenir pour un transport lourd décarboné.....	4
1.1. Les alternatives possibles envisagées aujourd'hui.....	4
1.2. La pertinence des différentes alternatives	5
1.3. Quelles motorisations pour le transport lourd de demain ?	7
1.3.1. Certains carburants, comme le gaz naturel, ne sont et ne seront pas assez décarbonant	7
1.3.2. D'autres carburants, comme l'hydrogène et les e-fuels sont peu efficaces énergétiquement et seront limités par la disponibilité en électricité bas carbone	8
1.3.3. Bien qu'intéressantes, les bioénergies d'origine durable couvriront moins de 10% des besoins énergétiques du parc en 2050	10
1.3.4. Malgré les contraintes actuelles, l'électrique est une solution d'avenir intéressante pour le transport lourd.....	12
II - Le transport lourd de demain.....	13
2.1. Les infrastructures routières doivent évoluer pour mieux accueillir les nouvelles alternatives au diesel	14
2.1.1. Les infrastructures nécessaires pour les alternatives liquides et gazeuses.....	14
2.1.2. Le développement rapide d'infrastructures de recharge pour l'électrique permettra de couvrir la longue distance.....	15
2.1.3. D'autres infrastructures innovantes permettront d'accélérer la pénétration de l'électrique sur la longue distance	18
2.2. Les coûts d'achat et d'opération des différentes alternatives vont évoluer.....	19
2.3. Quel paysage compatible avec la neutralité carbone pour le transport routier de marchandises sur la longue distance ?	21
2.4. Les professionnels du secteur ont tout intérêt à entamer leur transition, notamment vers l'électrique, dès aujourd'hui	23
Conclusion.....	25
Glossaire	26



1.

Quelles motorisations alternatives à retenir pour un transport lourd décarboné

1.1. Les alternatives possibles envisagées aujourd'hui

Six sources d'énergies sont couramment citées comme alternatives intéressantes au diesel pour décarboner le secteur des transports :

- Les **biocarburants liquides** : commercialisés sur la forme de B100, HVO100, ou en mélange avec du diesel (B7, B30, etc.), ce sont des carburant obtenus à partir de la biomasse (matière première d'origine végétale, animale ou issue de déchets¹). Les biocarburants sont dits de 1ere génération lorsqu'ils sont en concurrence avec la chaîne alimentaire. Ceux de 2eme génération sont produits principalement à partir de la valorisation de déchets agro-alimentaires. Les émissions de combustion ne sont pas comptabilisées car le carbone émis a été capturé par la biomasse lors de sa croissance et suit un cycle court. Néanmoins, il y a de forts enjeux liés au carbone sur les changements d'affectations des sols² pour les agrocarburants de 1ere génération.
- L'**électricité** : vecteur énergétique produit à partir de sources fossiles (charbon, gaz, nucléaire) ou renouvelables (hydraulique, éolien & solaire). Il n'y a pas d'émissions lors de l'usage par le véhicule, mais des émissions en amont lors de la production de l'électricité

¹ Plus de détails dans notre [publication](#) sur les carburants avancés.

² Plus de détails dans notre [publication](#) sur les changements d'affectations des sols pour le colza français.

qui doivent être pris en compte. Ces émissions sont très dépendantes de la méthode de production de l'électricité.

- L'**hydrogène** : vecteur énergétique produit à partir d'électricité ou d'énergie fossile. Comme pour l'électricité, le véhicule n'émet pas au roulage mais la production de l'hydrogène est énergivore et peut-être très émissive lorsqu'il est produit à partir d'énergie fossile.
- Le **gaz naturel** : mélange gazeux d'hydrocarbures naturellement présent dans certaines roches poreuses. C'est une énergie fossile qui émet fortement à la combustion.
- Le **biogaz** : gaz renouvelable produit à partir de déchets issus de l'industrie agroalimentaire. Les émissions de combustion ne sont pas comptabilisées car le carbone émis a été capturé par la biomasse lors de sa croissance et suit un cycle court.
- **Les carburants de synthèse** : couramment appelés "e-fuels", ces carburants produits à partir d'électricité ou de sources fossiles constituent une nouvelle alternative au diesel. Les émissions de carbone liées à la combustion ne sont pas comptabilisées car le carbone émis est issu de carbone capté en amont.

1.2. La pertinence des différentes alternatives

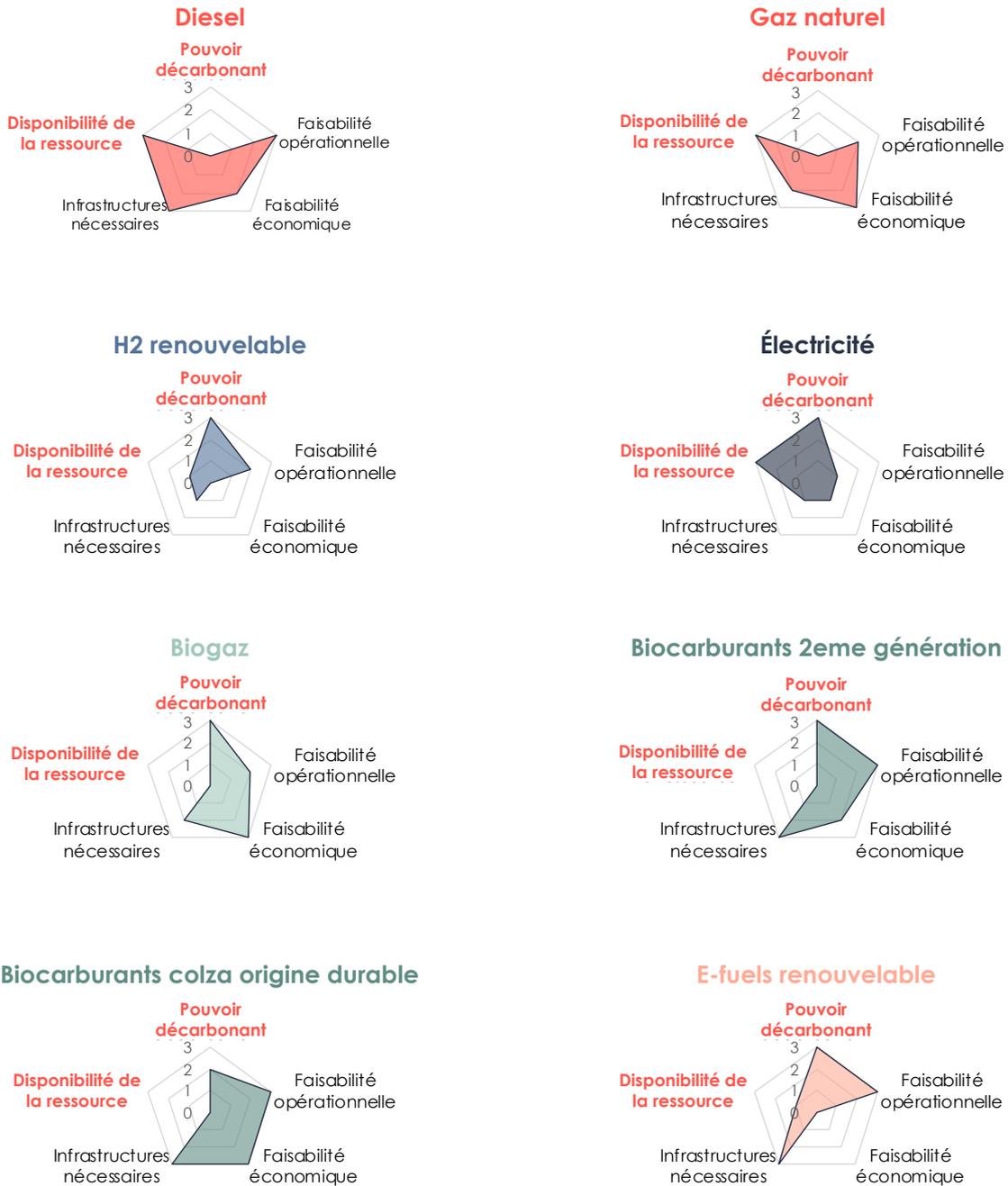
Les choix à faire aujourd'hui parmi ces alternatives, tant pour les transporteurs de marchandises que pour les acteurs publics, doivent prendre en compte différents paramètres. En effet, le transport lourd de demain doit être suffisamment décarboné mais aussi répondre aux contraintes techniques (autonomie, recharge, infrastructures, ressources) et économiques (coût d'investissement & coût d'opération) supportées par les transporteurs de marchandises. Nous proposons donc une analyse multicritère de la pertinence de chacune des alternatives qui prend en compte :

- 1) **Le pouvoir décarbonant de l'alternative**
- 2) Les contraintes opérationnelles liées à l'autonomie et au temps de recharge
- 3) Les coûts d'investissement et d'opération des camions
- 4) Le développement d'infrastructures nécessaires
- 5) **La disponibilité de la ressource en énergie**

Il est important toutefois de ne pas mettre ces 5 critères au même niveau :

- Les critères 1) et 5) sont des **critères physiques et invariants**. Ils sont représentés en **orange** sur la figure et sont rédhibitoires dans le cas d'une mauvaise note.
- Les autres critères sont conjoncturels et susceptibles de fortes évolutions. Une mauvaise note sur l'un de ces critères aujourd'hui n'est pas rédhibitoire puisqu'elle peut évoluer avec le temps.

La Figure 1 propose une analyse multicritère de l'ensemble des carburants alternatifs. Elle est basée sur la grille de lecture présentée en Figure 2.



Orange : Critères physiques invariants (réhibitoire en cas de mauvaise note)

Noir : Critères conjoncturels pouvant évoluer

Figure 1: Analyse multicritère de la pertinence des différents carburants alternatifs pour le transport lourd longue distance

	Description	Valeur des paramètres
Pouvoir décarbonant	Pourcentage de décarbonation de la solution par rapport au diesel en vision cycle de vie (qui intègre la fabrication du véhicule, la production du carburant, la combustion du carburant et la fin de vie du véhicule)	<ul style="list-style-type: none"> 0 : <25% 1 : 25% - 50% 2 : 3 : 50% - 80% 3 : >80%
Faisabilité opérationnelle	Evalue les contraintes opérationnelles à date (2024) liées à l'autonomie et au temps de recharge	<ul style="list-style-type: none"> 0 : Autonomie < 300km <u>et</u> recharge lente 1 : 300km < Autonomie < 600km <u>et</u> recharge lente 2 : Autonomie > 600km <u>ou</u> recharge rapide 3 : Aucune contrainte
Faisabilité économique	TCO (Total cost of Ownership, coûts d'achat et d'opération) comparé au diesel à date (2024), en % de surplus par rapport au diesel.	<ul style="list-style-type: none"> 0 : Au moins 20% > diesel 1 : 10% à 20% > diesel 2 : 0% à 10% > diesel 3 : < diesel
Infrastructures nécessaires	Nécessité d'investissement dans de nouvelles infrastructures pour la recharge et pour le bon fonctionnement de la technologie (autoroute électrique, etc)	<ul style="list-style-type: none"> 0 : Investissement considérable 1 : Investissement important 2 : Investissement limité 3 : Infrastructures déjà existantes
Disponibilité de la ressource	Disponibilité potentielle en ressource énergétiques (bioénergie, électricité, électricité renouvelable, etc) pour couvrir le besoin du transport lourd , en prenant en compte les conflits d'usage	<ul style="list-style-type: none"> 0 : - de 20% des besoins couverts 1 : 20 à 50% des besoins couverts 2 : 50% à 80% des besoins couverts 3 : L'ensemble des besoins peut être couvert

Figure 2 : Grille de lecture de l'analyse multicritère des carburants alternatifs (Figure 1)

1.3. Quelles motorisations pour le transport lourd de demain ?

1.3.1. Certains carburants, comme le gaz naturel, ne sont et ne seront pas assez décarbonant

Alors que **les objectifs de décarbonation pour le transport lourd sont une décarbonation totale d'ici 26 ans pour la France et quasi-complète au niveau européen, plusieurs motorisations alternatives ne répondent pas à cet objectif** et ne peuvent conséquemment pas être considérées au sein d'un parc décarboné. La Figure 3 analyse en détail le pouvoir décarbonant des différentes alternatives en vision cycle de vie qui intègre :

- La fabrication du véhicule et de ses composants (batterie, réservoir H₂, etc.) ;
- Les émissions à l'échappement, c'est-à-dire les émissions liées à la combustion des carburants fossiles. Elles sont classées dans la catégorie « Usage » de la figure ;
- Les émissions liées à la production (raffinage, procédés de fabrication, etc.) et la distribution des énergies utilisées. Elles sont classées dans la catégorie « Usage » de la figure ;
- Les émissions liées à la fin de vie du véhicule et de ses composants.

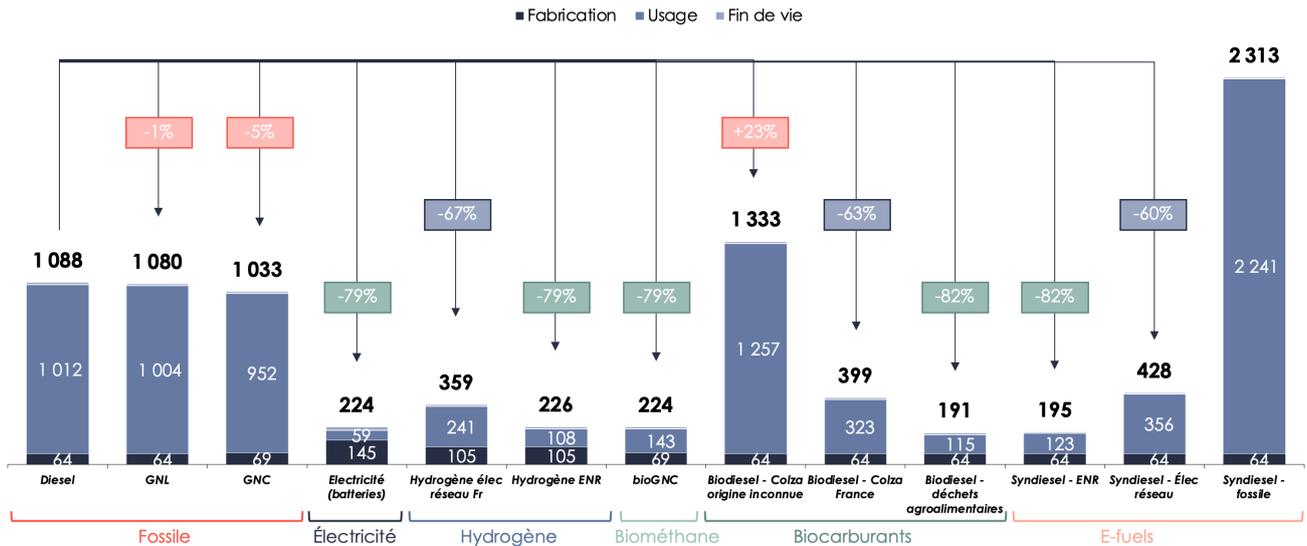


Figure 3 : Empreinte carbone moyenne sur la durée de vie d'un ensemble articulé 44t neuf en France (gCO₂e/km)³

Le transport lourd de demain ne pourra donc pas reposer sur le diesel, le gaz naturel, le biodiesel d'origine non contrôlée ou les e-fuels issus d'énergie fossile⁴.

1.3.2. D'autres carburants, comme l'hydrogène et les e-fuels sont peu efficaces énergétiquement et seront limités par la disponibilité en électricité bas carbone

L'hydrogène et les e-fuels ont tous les deux des avantages opérationnels certains :

- Ils permettent une recharge rapide de l'énergie du véhicule
- Les e-fuels sont utilisables par les véhicules thermiques avec une autonomie similaire

Pourtant, **l'hydrogène** qui semblait une promesse intéressante pour le transport lourd **déçoit aujourd'hui en termes de ventes** (environ 100 ventes en Europe par an, vs 2500 pour les camions à batteries en 2023⁵), et les e-fuels sont avancés comme solution plutôt pour le transport très longue distance par voie aérienne ou maritime⁶. **Cela est dû à leur intensité énergétique élevée** : la production d'H₂ et d'e-fuels bas carbone requiert une quantité importante d'électricité bas carbone. En effet, **le rendement énergétique global des véhicules hydrogène et e-fuels est faible** à cause des procédés de fabrication du carburant et du rendement du véhicule, comme le montre la Figure 4.

³ Analyses Carbone 4 à partir de données de l'ADEME, de constructeurs, de l'IPCC, du JEC & du rapport Globiom

⁴ Plus de détails sur l'empreinte carbone des différentes motorisations alternatives dans notre [publication](#) dédiée

⁵ [ICCT - European heavy-duty vehicle market development](#)

⁶ Connaissance des énergies, septembre 2023, [Les « e-fuels » : quel rôle dans la transition énergétique ?](#)

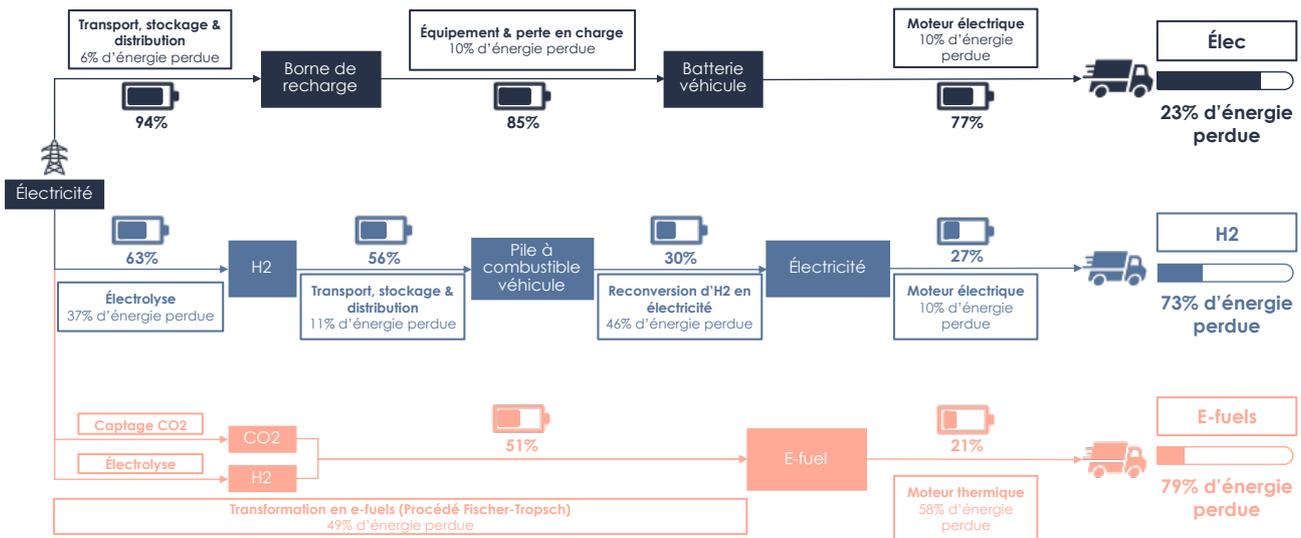


Figure 4 : Le rendement énergétique global des véhicules roulant aux e-fuels, à l'hydrogène et à l'électricité⁷

À cause des pertes importantes d'énergie liées aux transformations en amont et à l'utilisation du carburant par le véhicule, **les véhicules hydrogène et e-fuels consomment trois à quatre fois plus d'électricité qu'un véhicule électrique à batterie**. Cette consommation importante d'énergie implique intrinsèquement un double enjeu sur le prix du carburant, et sur la disponibilité de ressource en électricité bas carbone.

- Concernant l'enjeu économique, puisqu'il nécessite beaucoup d'énergie pour être produit, **l'hydrogène est et restera plus onéreux que l'usage de l'électricité comme source directe**. De plus, les camions hydrogène font appel à de nouvelles technologies moins matures (bonbonne H₂, pile à combustible, moteur électrique) qui entraînent un coût d'achat du véhicule plus élevé que pour un camion à batteries, et à fortiori un camion diesel. Par exemple pour un tracteur routier, le prix d'achat est d'environ 420 000 € hors aides, versus environ 320 000 € pour un tracteur électrique de 350km d'autonomie, et 115 000 € pour un tracteur diesels⁸. Au global, les camions roulant au H₂ et aux e-fuels ont les TCO le plus élevé dans les conditions économiques actuelles, comme le montre la Figure 5.
- Par ailleurs, **la ressource en électricité bas carbone n'est pas illimitée et déjà disputée par les différentes activités économiques** en transition. Il est important de noter que l'industrie (raffinage de pétrole, production de méthanol et d'ammoniac) consomme 100 Mt d'hydrogène par an dans le monde, dont 98% est encore produit de manière fossile et doit être décarboné, sans même considérer les usages supplémentaires pour le transport⁹. De plus, l'électricité décarbonée est aussi la clé de voute pour la décarbonation de nombreux secteurs (production de chaleur, bâtiment, industrie, transport, etc.) avec là aussi des demandes énergétiques fortes.

⁷ A partir des données Transport & Environment, Mai 2020, [Comment décarboner le fret français d'ici 2050 ?](#)

⁸ Analyse Carbone 4 basée sur des retours transporteurs, croisée avec la publication de l'ICCT en 2023 : [A total cost of ownership comparison of truck decarbonization pathways in Europe](#), ainsi que l'outil [VerdirMaFlotte](#)

⁹ Carbone 4, Octobre 2022, [Hydrogène bas-carbone : quels usages pertinents à moyen terme dans un monde décarboné ?](#)

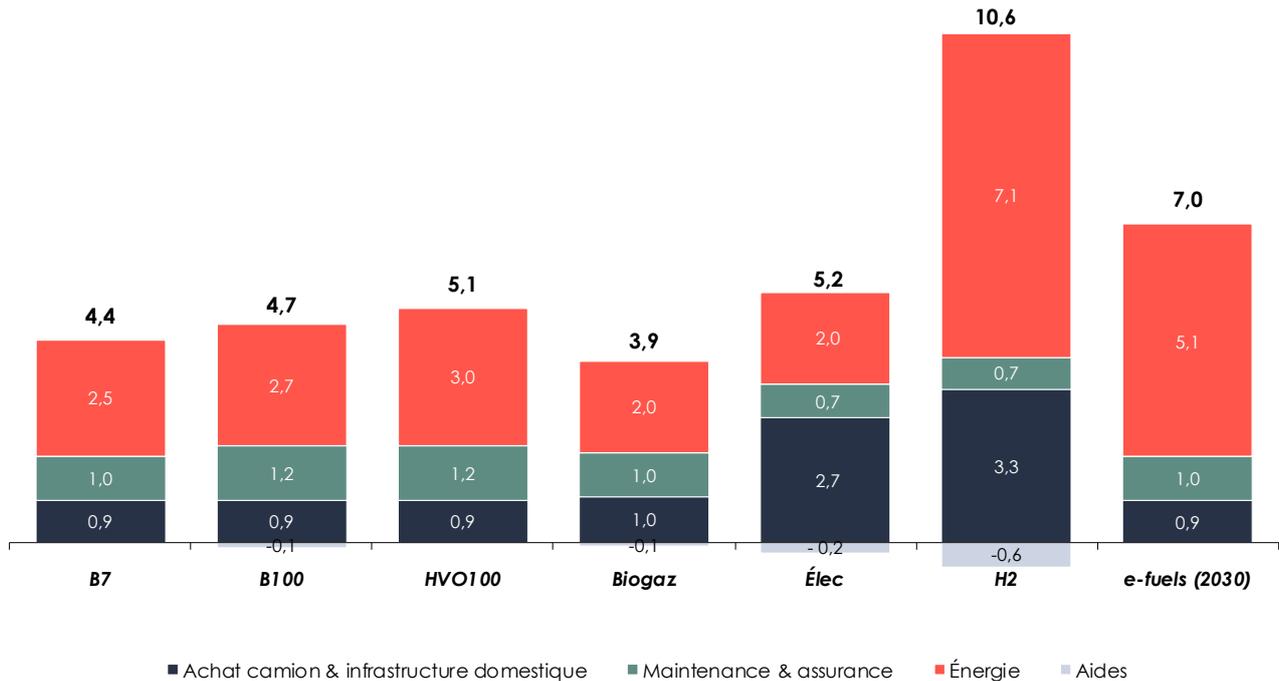


Figure 5 : Comparaison du TCO (centimes / tkm) des différentes motorisations pour un tracteur routier 44t¹⁰

Cette double contrainte physique et économique, non surmontable puisqu'elle découle de rendements énergétiques peu améliorables, implique que **les vecteurs énergétiques hydrogène et e-fuels seront naturellement orientés vers des usages où le besoin en autonomie forte et en recharge avec une absence d'alternative viable, justifie la dégradation de la performance économique et la préemption de ressources**. C'est le cas par exemple pour le transport aérien et le transport maritime, mais **pour le transport routier lourd, cela se cantonnera à quelques usages de niches**, comme nous le verrons dans la suite de la publication.

1.3.3. Bien qu'intéressantes, les bioénergies d'origine durable couvriront moins de 10% des besoins énergétiques du parc en 2050

L'énergie produite à partir de biomasse (liquide ou gazeuse) présente de nombreux avantages opérationnels (autonomie similaire au diesel et temps de recharge rapide) et économique (voir Figure 5). Néanmoins, elle ne peut pas être la solution unique pour le transport lourd car **la biomasse est limitée et très prisée par tous les secteurs** (bâtiment, industrie, agriculture, puits de carbone, etc.). Le secrétariat général à la planification écologique a proposé une analyse systémique sur l'utilisation de la biomasse énergie disponible d'ici 2050¹¹. La comparaison entre l'énergie disponible et l'énergie requise pour certains modes de transport (voir Figure 6) démontre **que la bioénergie ne pourra à terme couvrir plus de 10% des besoins énergétiques du secteur du**

¹⁰ Analyses Carbone 4 à partir de données terrains. Hypothèses d'un tracteur routier 40-44t qui roule 94 000 km par an. Le biogaz est particulièrement peu cher grâce aux subventions, mais son prix risque d'augmenter selon les projections de l'AIE (voir Figure 8). Le prix de l'électricité est estimé avec 80% de recharge domestique et 20% de recharge en borne publique.

¹¹ France Nation Verte, Juillet 2024. [Bouclage biomasse : enjeux et orientations](#).

transport. De plus, **les transports aérien et maritime**, qui disposent de moins d'alternatives pour décarboner leurs activités **pourraient être prioritaires**, comme pour les e-fuels (les projets actuels de production d'e-fuels français sont quasiment intégralement dédiés au transport aérien et maritime).

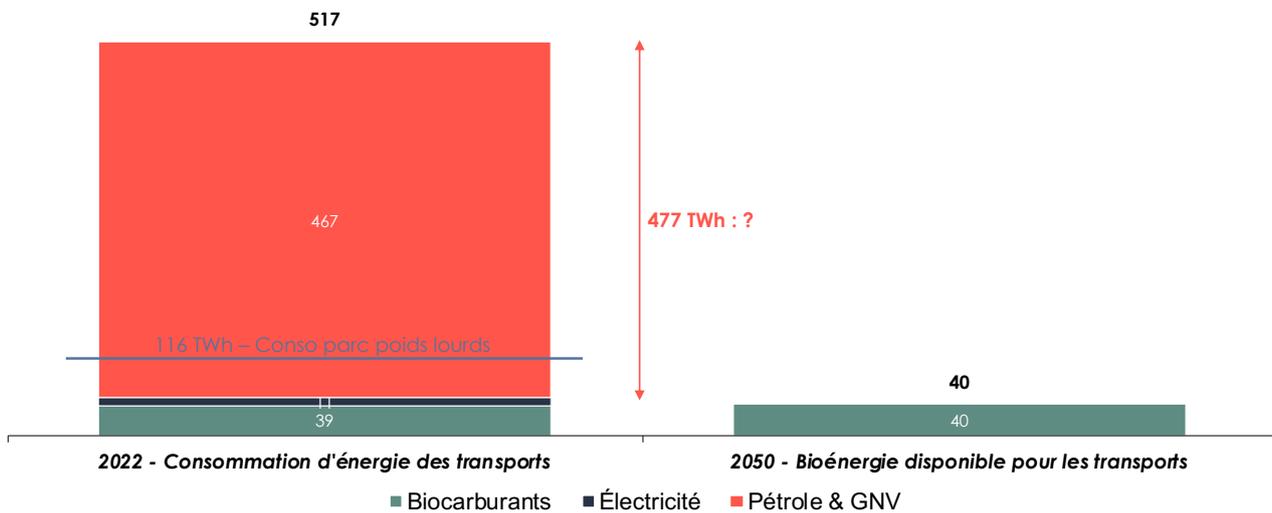


Figure 6 : Comparaison entre la biomasse disponible et l'énergie consommée par les principales activités de transport misant sur la bioénergie à horizon 2050 (TWh)¹²

Cette contrainte forte sur la ressource présente par ailleurs le risque de dérives si la demande dépasse significativement l'offre, avec la possibilité de recourir à des ressources carbonées pour pallier le manque, telles que du diesel ou des biocarburants issus d'origine non contrôlées dont l'impact peut être supérieur au diesel, ou du gaz naturel fossile à la place du biogaz. Ainsi, un transporteur qui achète aujourd'hui des camions thermiques avec l'ambition de rouler en bioénergie pour décarboner ses activités voit le risque de rouler à nouveau avec des carburants carbonés d'ici quelques années, une fois que la contrainte sur la ressource se fera ressentir et que les fournisseurs n'auront plus assez d'offre de biocarburants bas carbone. D'ailleurs, **l'avenir de la motorisation gaz pour les véhicules est incertain pour cette raison car les camions gaz**, pour lesquels on ne peut distinguer GNV & bioGNV, **ne contribuent pas aux objectifs de décarbonation des nouveaux camions de la réglementation européenne** (-45% d'émissions en 2030 & -90% en 2040), donc il n'est pas certain que les constructeurs investissent sur cette motorisation¹³.

¹² Analyses Carbone 4. L'énergie consommée par les transports en 2022 est basée sur les [chiffres clés des transports](#), MTE, édition 2024. La biomasse énergie disponible pour le transport est basée sur le rapport [Bouclage biomasse : enjeux et orientations](#), MTE, Juillet 2024.

¹³ Institut mobilités en transition, Janvier 2023, [Quelle réalité et quelle place pour le bioGNV dans le transport routier en 2030 ?](#)



1.3.4. Malgré les contraintes actuelles, l'électrique est une solution d'avenir intéressante pour le transport lourd

Les véhicules électriques sont à la fois suffisamment décarbonant (voir Figure 3) et **efficaces énergétiquement** (voir Figure 4). Il subsiste néanmoins un impact plus important sur la demande en métaux et en matériaux critiques, comme le cuivre, le lithium, etc. Cependant, outre le fait que toute construction de tracteur routier nécessite une quantité de métal importante, une modération de la taille des batteries pourrait permettre de limiter cet impact (sans l'annihiler). De plus, le TCO du camion est intéressant malgré le coût d'achat du véhicule plus élevé, grâce à un coût moins important de l'énergie lorsque la recharge est domestique (voir Figure 5), et des coûts de maintenance moins élevés.

Cette solution serait idéale sans les contraintes opérationnelles liées à l'autonomie limitée et au temps de recharge élevée, et la nécessité de développer des infrastructures conséquentes, de manière plus importante que pour la motorisation gaz et hydrogène. Néanmoins, **contrairement à la limite de la ressource énergétique, ces deux paramètres ne sont pas fixes et évoluent**. Même si les coûts d'investissements sont importants, le développement d'infrastructures de recharges publiques pour poids lourds est en cours de déploiement¹⁴, et l'installation de bornes privées pour les entreprises est encouragé par des aides publiques¹⁵. En parallèle, l'autonomie des poids lourds se développe fortement avec le déploiement de nouveaux modèles par les constructeurs (environ 400km aujourd'hui¹⁶, elle pourrait dépasser les 500km en 2025¹⁷) et permet déjà aux camions d'assurer des tournées régionales régulières. Enfin, certains projets intéressants pour dépasser les contraintes liées à l'autonomie, tels que des autoroutes électriques ou des systèmes de changement de batteries sur camion, commencent à se développer (Voir partie 2.3).

Face au gaz naturel pas assez décarboné, aux e-fuels et à l'hydrogène trop énergivores, et à la ressource limitée de biocarburants liquides et gazeux, l'électrique apparaît comme la solution avec le moins de contraintes physiques inflexibles, bien qu'il demeure des contraintes liées à l'autonomie et à la disponibilité des infrastructures de recharges qui vont néanmoins en diminuant (voir partie suivante). Elle pourra être complétée par des motorisations hydrogène, au biométhane, ou aux biocarburants/e-fuels liquides, tant en gardant en tête que les ressources limiteront nécessairement la taille de ces derniers dans le parc de demain, et les concentreront pour les usages de la longue-distance.

¹⁴ Transport Info, Mai 2024, [Bornes de recharge privées : Les solutions pour recharger son camion électrique.](#)

¹⁵ Programme Advenir. [Point de recharge à destination de flottes de poids lourds.](#)

¹⁶ Transport info, juin 2023, [Spécial camions électriques : tous les modèles 2023 et le calendrier des sorties.](#)

¹⁷ Transport & Environment, Décembre 2022, [Camions électriques : pourquoi et comment accélérer leur déploiement.](#)





2.

Le transport lourd de demain

Comme vu précédemment, **le transport lourd décarboné devra compter sur d'autres alternatives que les bioénergies**, ces dernières étant plus simples à mettre en place mais qui ne pourront couvrir qu'une partie des besoins énergétiques du parc. Le camion électrique offre une option moins contrainte en ressources. Néanmoins, **le développement important des tracteurs routiers électriques qui font de la longue distance nécessite plusieurs évolutions afin de surmonter les barrières opérationnelles actuellement contraignantes** telles que le coût d'achat élevé, le manque d'autonomie, le temps de charge et le manque de bornes publiques pour poids lourds. Bien que ces barrières soient surmontables, la dynamique est encore embryonnaire notamment à cause d'un manque de vision claire sur les alternatives à mettre en avant en priorité, et d'aides moins conséquentes que pour les voitures électriques.

La réglementation européenne VECTO donne déjà une direction forte en demandant une décarbonation très forte des véhicules lourds à l'échappement (-43% de CO₂ en 2030 par rapport à 2025, -64% en 2035, -90% en 2040). **Le respect de ces critères ne pourra passer sans le développement fort des camions « 0-émissions » (H₂ et électrique)**, qui s'imposeront progressivement. L'analyse de l'ICCT démontre en effet qu'il faudra 78% de camions « 0-émissions » dès 2040 afin de respecter les plafonds d'émissions¹⁸. Et comme détaillé dans la suite, cela est en phase avec les évolutions industrielles et économiques attendues.

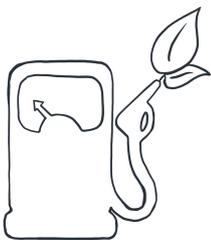
¹⁸ ICCT, Mai 2023, [An analysis on the revision of Europe's heavy-duty CO₂ standards](#).

2.1. Les infrastructures routières doivent évoluer pour mieux accueillir les nouvelles alternatives au diesel

Le diesel étant le vecteur énergétique principal du transport routier, le réseau est aujourd'hui densément maillé en stations-services où les poids lourds peuvent faire le plein. Ce maillage contribue à la facilité opérationnelle actuelle de rouler avec ce carburant. Pour assurer le développement des autres alternatives, le développement de nouvelles infrastructures est crucial.

2.1.1. Les infrastructures nécessaires pour les alternatives liquides et gazeuses

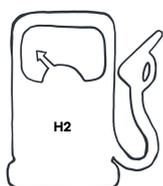
Les énergies alternatives nécessiteront chacune des infrastructures différentes.



Les **biocarburants** purs sont aujourd'hui utilisés uniquement par les flottes captives de poids lourds, bien que la distribution à la pompe commence depuis peu¹⁹. Les transporteurs sont donc en contact direct avec les fournisseurs, et se rechargent sur site. Même si le biodiesel vendu en station publique venait à se développer, **il pourrait reposer sur les infrastructures existantes pour le diesel sans nécessiter d'investissements importants.**



Concernant le **biogaz**, un nombre limité de station en propose en France (**environ 200**), et elles sont identifiables sur la carte interactive [Gaz-mobilité](#). L'association des agriculteurs méthaniseurs de France (AAMF) s'est fixé pour objectif 500 stations bioGNV à horizon 2025²⁰, mais **les ambitions nationales de développement restent floues.**



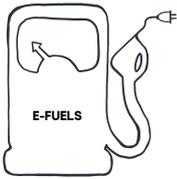
Le réseau d'infrastructures de recharge pour véhicules hydrogène est encore embryonnaire, puisque l'on compte **42 stations** actuellement ouvertes sur la carte interactive [H₂ mobile](#). Le réseau peine à se développer et les objectifs initiaux de 100 stations en 2023 et 400 à 1000 station à horizon 2028²¹ ont été revu à la baisse²².

¹⁹ Europe 1, Octobre 2024, Carburant : trois questions sur le XTL, ce nouveau biocarburant disponible à la pompe.

²⁰ GRDF, septembre 2022, [Monter sa station BioGNV](#).

²¹ MTE, [Plan de déploiement de l'hydrogène pour la transition énergétique](#).

²² France Hydrogène, Décembre 2022, [Trajectoire pour une grande ambition hydrogène à 2030](#).



Enfin, **les e-fuels** ne sont aujourd'hui pas disponibles pour le transport routier, et ne le seront probablement **pas dans un avenir proche**, puisque l'ensemble des projets de production d'e-carburants à date sont quasiment intégralement tournés vers le transport aérien et maritime²³.

Si les carburants gazeux présentent l'avantage de fournir une grande autonomie aux poids lourds, et donc nécessitent un maillage en stations recharge beaucoup moins conséquents que pour l'électrique, le biogaz comme l'hydrogène nécessitent de nouvelles infrastructures, ce qui superpose les coûts d'investissement. Or, **il n'est pas garanti que les territoires puissent investir dans trois infrastructures alternatives à la fois**, et il est possible que le maillage soit disparate, notamment pour l'hydrogène et le biogaz si le vecteur électrique prend l'ascendant. Les carburants alternatifs liquides ne souffriront pas de ce problème, pouvant bénéficier des infrastructures du diesel existantes.

2.1.2. Le développement rapide d'infrastructures de recharge pour l'électrique permettra de couvrir la longue distance

Tout d'abord, il est important de souligner que **les transporteurs pourront assurer une bonne partie de leurs tournées en rechargeant uniquement avec une borne domestique**. La recharge lente est à privilégier, car elle est **moins onéreuse** (la recharge rapide devrait coûter environ 2 à 4 fois plus cher pour amortir les coûts de raccordement et de la borne), elle suscite moins d'appels de puissance et donc **moins de tensions locales sur le réseau électrique**, et elle induit un **vieillissement moindre de la batterie**.

Le réseau de bornes ultra rapides pour poids lourds commence à se développer, avec notamment des premières bornes de recharge sur l'axe Paris-Lyon qui ont ouvert récemment²⁴. **Les ambitions de développement des bornes pour poids lourds à l'échelle européenne sont fortes**, avec l'ambition d'installer des **bornes tous les 60km le long des principales autoroutes et tous les 100km sur les autoroutes secondaires à horizon 2030**²⁵. Une [feuille de route](#) a été proposée par un consensus d'entreprises (producteurs d'électricité, concessionnaires autoroutier, constructeurs automobiles, etc.) afin de mailler intelligemment le territoire avec plus de 10 000 bornes poids lourds, en particulier sur les aires de services et de repos des axes où le trafic est important²⁶. Malgré des **coûts d'investissements relativement élevés**, estimés à 60 millions d'euros, **le développement de ces bornes ne présente pas de difficulté technique et doit être planifié à l'échelle nationale dès maintenant** pour assurer la bonne électrification des tracteurs routiers qui font de la longue distance.

²³ Bureau Français des e-fuels, Observatoire français des e-fuels, Septembre 2024. [Accessible ici](#)

²⁴ Octobre 2024, APRR, [Inauguration d'un réseau de bornes de recharge pour poids lourds électriques entre Paris et Lyon](#).

²⁵ T&E, avril 2023, [Il y aura assez de bornes de recharge en France d'ici 2030 pour permettre une électrification rapide des camions](#).

²⁶ Consensus d'entreprises (Enedis, Vinci Autoroutes, TE, IVECO, MAN, Mercedes, Renault trucks, Scania, Volvo), Mars 2024, [Électrification de la mobilité lourde longue distance – Besoins et enjeux de la recharge en itinérance](#). [Accessible ici](#)

En parallèle au développement des infrastructures, l'offre des camions évolue très rapidement, si bien que **les constructeurs projettent qu'en 2030, quasiment un poids lourd vendu sur deux sera "0-émissions" à l'échappement**²⁷. Cette embarquée rapide dans le développement de camions "0-émissions", en particulier électriques, sera à l'origine d'un progrès rapide de la technologie qui est déjà prometteuse, et d'une **amélioration de l'autonomie des camions qui dépassera les 500 kms à très court terme**²⁸. Certains constructeurs annoncent même des camions à 600km d'autonomie dès cette année²⁹.



Figure 7 : Scénario possible d'évolution de l'autonomie moyenne des camions électriques sans charge (km)³⁰

Sachant que **les tracteurs routiers européens parcourent 530km par jour en moyenne, la plupart peuvent déjà assurer leurs tournées sans contrainte opérationnelle** au regard du cadre légal et des pauses obligatoires (voir Figure 8), **à condition d'avoir accès à une borne de recharge rapide**. La Figure 8 montre d'ailleurs que **le développement des infrastructures combiné au progrès de l'offre** permet aux **poids lourds parcourant une longue distance de rouler leur distance journalière sans contrainte**, puisque la quasi-totalité parcourt une distance inférieure à 800km par jour³¹.

²⁷ Transport & Environment, Décembre 2022, [Camions électriques : pourquoi et comment accélérer leur déploiement](#).

²⁸ *Ibid.*

²⁹ Actu transport logistique, Décembre 2024, [Le Renault T E-TEch électrique 2025 atteindra 600 km d'autonomie](#).

³⁰ Analyses Carbone 4 basé sur l'évolution de la performance des batteries et leur capacité, ainsi que la pénétration (à partir de 2030) de technologies aujourd'hui en développement. Par ailleurs, le modèle prend en compte l'évolution de la performance des tracteurs ainsi qu'une légère augmentation du poids de la batterie d'ici 2030 (AIE, ICCT, T&E, Enedis et projections constructeurs).

³¹ Transport & Environment, Décembre 2022, [Camions électriques : pourquoi et comment accélérer leur déploiement](#).

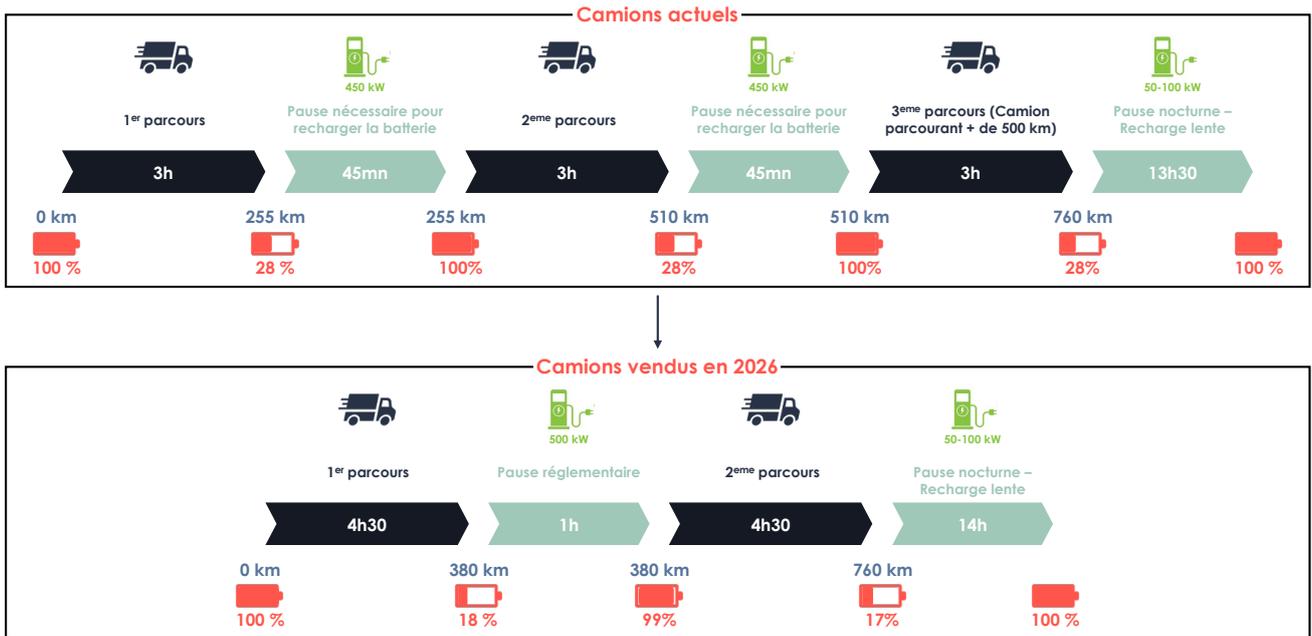


Figure 8 : Activité journalière d'un tracteur routier électrique roulant 760km sur de grands axes routiers³²

L'enjeu principal sur l'électrification d'un tracteur routier ne sera finalement pas l'autonomie bientôt suffisante pour la quasi-totalité des parcours des tracteurs routiers. Il s'agira de cibler la bonne capacité de batterie afin d'assurer une autonomie suffisante par rapport à son besoin tout en limitant le coût d'achat et l'impact à la fabrication.

Au-delà du développement des infrastructures de recharge électrique, d'autres infrastructures sont envisagées pour améliorer la pénétration de l'électrique dans le transport routier longue distance.

³² Analyses Carbone 4 basé sur retours terrains, Transport & environnement & rapport « Électrification de la mobilité lourde longue distance » (source n°14).

2.1.3. D'autres infrastructures innovantes permettront d'accélérer la pénétration de l'électrique sur la longue distance

L'impact de la fabrication du véhicule augmente avec la taille de la batterie embarquée, notamment à des métaux critiques fortement carbonés utilisés pour la fabriquer, ce qui pousse à **imaginer d'autres solutions que la capacité de la batterie pour améliorer l'autonomie des tracteurs routiers**. Plusieurs innovations en phase exploratoire, telles que les autoroutes électrifiées ou les systèmes de "swapping", qui sont expliquées ci-dessous, permettent d'améliorer la distance parcourue sans jouer sur la taille de la batterie.

Les autoroutes électrifiées sont en cours d'études par plusieurs entreprises et dans plusieurs pays, comme en France où une portion sera expérimentée dès 2025³³. Ces autoroutes sont équipées de moyens de distribution d'électricité (par caténaires, par des rails installés au sol ou par induction). Le principal atout de ces solutions est bien évidemment de pouvoir se recharger en roulant, ce qui de facto permet une réduction des tailles des batteries, de l'empreinte carbone à la fabrication de ces véhicules et des besoins en matériaux. Cette solution permettrait notamment **l'électrification des poids lourds longue distance tout en gardant une taille de batterie raisonnable**. De plus, sa mise en œuvre ne demanderait qu'une légère adaptation opérationnelle de la part des transporteurs. Néanmoins, un déploiement ambitieux de ces technologies demanderait des **investissements importants et comporteraient un coût carbone non négligeable**. De ce fait, **il est nécessaire que ces infrastructures soient utilisées par un grand nombre de véhicules, incluant a priori les véhicules légers**, ce qui ne serait possible que dans les cas d'autoroutes électrifiées par rails ou par induction, les caténaires ne pouvant être utilisés que par les véhicules de grandes dimensions. Et **une forte volonté politique sera indispensable pour garantir une adoption forte de cette pratique**, élément indispensable pour amortir les coûts carbone de déploiement.

Un autre système qui permet d'éviter le temps de recharge et de réduire la taille des batteries des camions électriques est le **«swapping»**, **anglicisme qui traduit le remplacement soit des tracteurs** (la remorque est permutée sur un autre tracteur qui est chargé et le premier va se recharger dans une station), **soit directement des batteries** (l'ensemble du pack batterie est échangé par un autre déjà chargé dans une «swapping station»). **Ce dernier système est aujourd'hui assez répandu en Chine**³⁴. Ces deux schémas, versions modernes du relais de poste, permettent d'éviter l'immobilisation des marchandises transportées pendant le temps de recharge. De plus, le "swapping" de tracteurs, s'il induit un plus grand parc de tracteurs, permet également **un avantage social, car les routiers peuvent dans ce cas travailler sur des trajets régionaux et éviter les découchés**. Pour que ces technologies soient largement adoptées, il faut qu'il y ait une standardisation ce qui demande l'implication des constructeurs, ainsi qu'un développement des infrastructures de permutation.

³³ Le Monde, septembre 2024, [L'autoroute qui recharge les véhicules électriques expérimentée dès 2025](#).

³⁴ ICCT, Août 2023, [China is propelling its electric truck market by embracing battery swapping](#).

2.2. Les coûts d'achat et d'opération des différentes alternatives vont évoluer

Alors que les alternatives au diesel ont tendance à être aujourd'hui plus chères (voir Figure 5), **leur coût va diminuer avec le développement des méthodes de production des véhicules** et parfois l'évolution du prix des différentes énergies. On distingue le coût d'achat, qui correspond au prix du véhicule neuf, et le coût d'opération, qui correspond aux dépenses liées à l'entretien du véhicule et l'énergie utilisée pour rouler.

D'un côté, **le coût d'achat des nouveaux véhicules alternatifs tel que l'électrique et l'hydrogène est projeté à la baisse grâce à l'effet d'échelle sur la production**. En effet, les constructeurs projettent un fort développement de l'offre puisqu'en 2030 avec quasiment un poids lourd sur deux vendu en 2030 "0-émissions" à l'échappement. En revanche, les camions roulant aux biocarburants, au biogaz ou avec du e-fuels reposent sur des technologies plus matures (camions diesel et gaz) pour lesquelles le prix ne baissera pas autant.

D'un autre côté, le prix au roulage dépendra de l'évolution du prix des différents vecteurs énergétiques. **Le coût futur des différentes énergies dépend de nombreux paramètres dont les évolutions sont difficiles à anticiper :**

- L'évolution des marchés. Le prix du gaz et du diesel, et en cascade de l'électricité, sont plus instables du fait de leur dépendance au cours des marchés internationaux, qui dépendent notamment de divers aléas géopolitiques (Chocs pétroliers, guerre en Ukraine, etc.). **Cela favorise les motorisations électriques à batteries**, qui ont des coûts d'opérations bien moindres et donc moins sensibles aux variations de prix ;
- L'internalisation croissante du prix du carbone (taxe, quota d'émissions, etc.), qui **favorise économiquement les sources d'énergie bas carbone**. Par exemple, l'entrée du transport routier dans le marché européen du carbone en 2027 donnera un avantage économique aux alternatives bas carbone ;
- La **raréfaction des ressources peut aussi avoir un effet en déséquilibrant l'équilibre offre/demande**. C'est le cas par exemple des biocarburants durables dont les ressources sont limitées, pour lesquels les conflits d'usage pourraient générer à terme une augmentation du prix, où pour les matières premières des batteries comme le lithium, le nickel, ou le cobalt ;
- Il subsiste une incertitude sur la pérennité des subventions accordés au biométhane, qui pourrait faire augmenter le prix.

Au global, le TCO (Coût total de possession) des tracteurs routiers va évoluer plutôt en faveur des nouvelles motorisations alternatives, comme le montre la figure suivante dont les chiffres sont issus d'une étude de l'ICCT à l'échelle européenne.

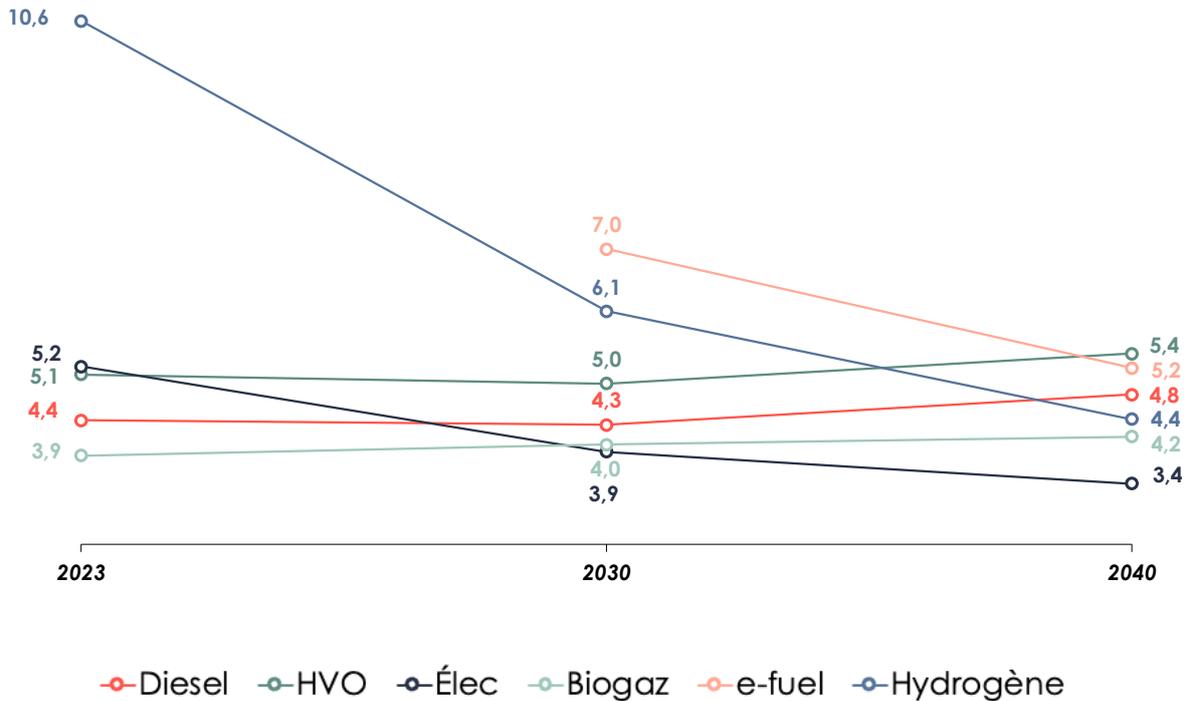


Figure 9 : Projection de l'évolution du TCO (cts/tkm) des différentes motorisations pour un tracteur routier³⁵

L'électrique puis l'hydrogène dans un horizon plus éloigné, deviendront ainsi les alternatives les plus rentables. **L'électrique en particulier devient l'alternative la plus pertinente sur l'analyse multicritère de la partie 1**, comme le montre la figure ci-dessous.

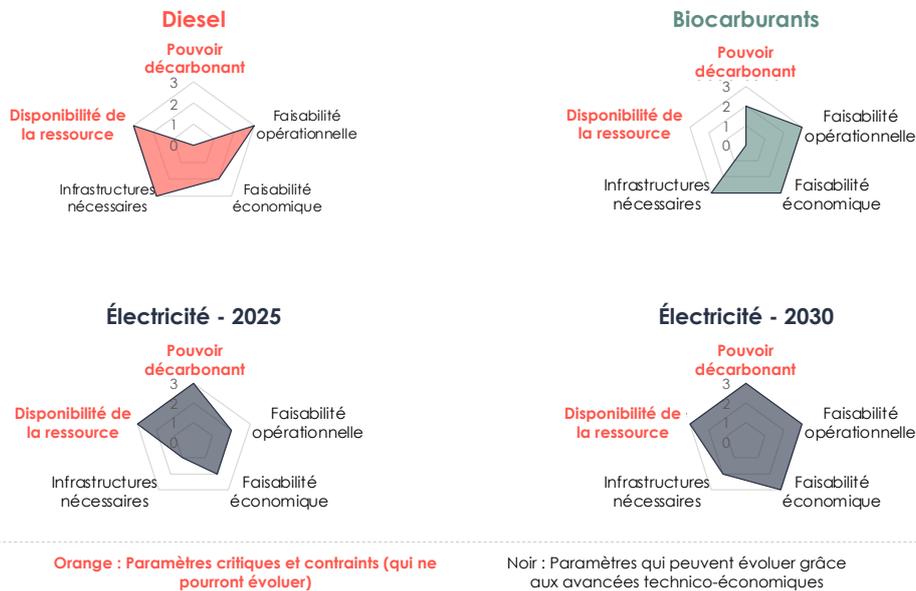


Figure 10 : Analyse multicritère de la pertinence de l'électrique à court et moyen-terme

³⁵ Basé sur l'évolution des coûts d'achat (LCCT), l'évolution de l'efficacité énergétique des camions (LCCT) et l'évolution du coût des énergies (Analyses Carbone 4). Les aides ne sont pas considérées et les coûts de maintenance et entretien sont supposés constants. ICCT, Novembre 2023, [A total cost of ownership comparison of truck decarbonization pathways in Europe](#). Ne prend pas en compte l'internalisation du prix du carbone.

2.3. Quel paysage compatible avec la neutralité carbone pour le transport routier de marchandises sur la longue distance ?

Alors que la voie se dessine vers l'électrification pour le transport péri-urbain et régional, la direction à prendre pour le transport routier longue distance suscite encore le débat. Fondé sur l'analyse des évolutions techniques et économiques de cette publication, **Carbone 4 propose un scénario possible d'évolution** du parc de tracteurs routiers en vue d'atteindre l'objectif de neutralité carbone en 2050 :

- **Les bioénergies sont considérées comme un carburant de transition pertinent pour la très longue distance à court terme.** La bioénergie disponible pour le secteur du transport à horizon 2050 étant très rare (voir Figure 6), le résiduel sera utilisé en priorité pour le maritime et l'aérien où l'électrification est physiquement impossible à grande échelle en l'état des technologies de batteries actuelles et à venir. **Ils représentent ainsi 2% du mix en 2050, pour des usages spécifiques en très longue distance.**
- **L'électrique est l'alternative qui s'imposera progressivement parmi le parc de poids lourds.** Déjà pertinent pour la plupart des distances journalières parcourues par les tracteurs routiers, le développement de la technologie et du réseau de recharge permettra progressivement de couvrir l'intégralité des distances.
- **L'hydrogène et les e-fuels**, qui resteront plus onéreux que l'électrique (voir Figure 4), **sont choisis pour des marchés de niche**, où les avantages d'autonomie et de temps de recharge rapide justifient le surcoût d'opération.
- **Les énergies fossiles (diesel et gaz) disparaissent complètement du mix**, puisque c'est une condition nécessaire pour atteindre l'objectif de la SNBC de neutralité carbone du secteur du transport.

La Figure 9 propose un scénario d'atteinte de la neutralité qui suit ces tendances. Elle représente le mix de motorisation du parc roulant (et non du parc neuf) de tracteurs routiers qui assurent du transport sur la longue distance. Si l'électrique ne parvient pas à s'imposer plus rapidement, cela est principalement dû à l'inertie liée au temps de possession des poids lourds : les camions achetés aujourd'hui seront encore sur le parc en 2030.

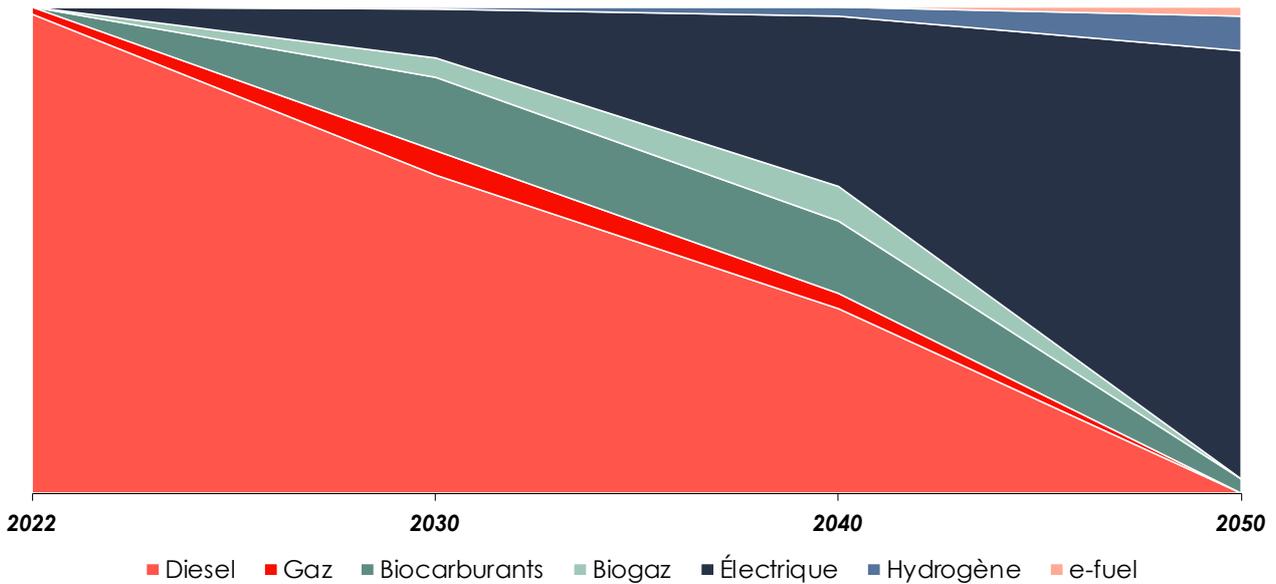


Figure 11 : Scénario possible d'évolution du parc roulant de tracteurs routiers longue distance en vue d'atteindre l'objectif de neutralité carbone en 2050

Le parc roulant étant la résultante des poids lourds vendus au cours des 10 dernières années, le mix des véhicules neufs doit évoluer d'autant plus rapidement, comme le montre la Figure 12. La réglementation VECTO pousse d'ailleurs en ce sens, et les constructeurs fabriquent déjà tous des tracteurs électriques et projettent que la moitié des poids lourds vendus en 2030 soient « 0-émissions ».

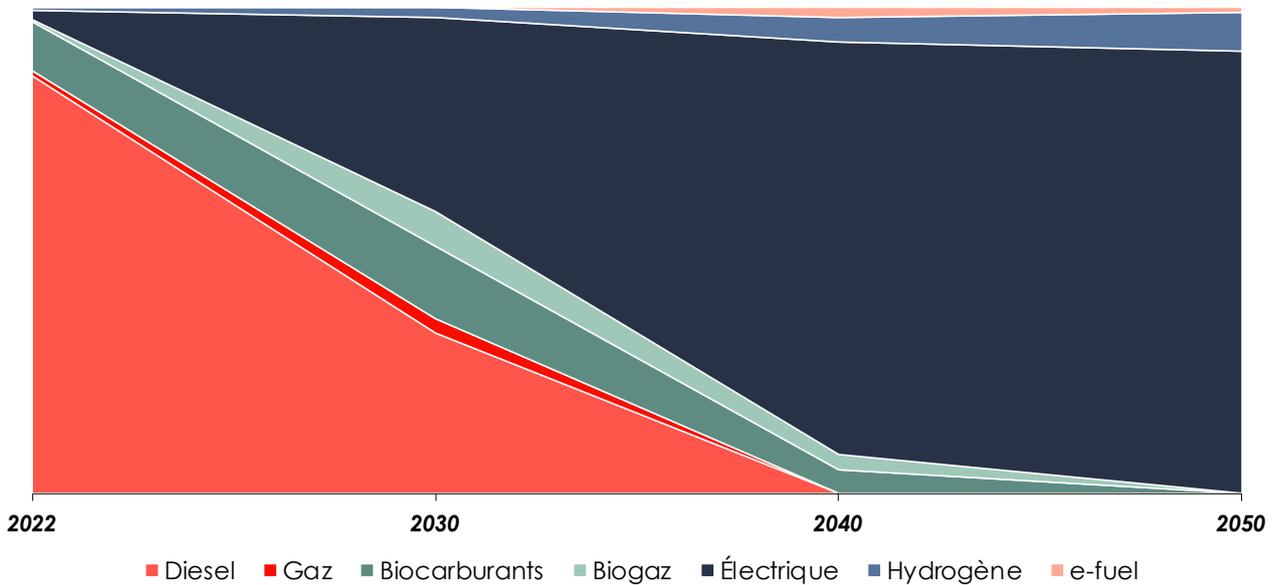


Figure 12 : Scénario possible d'évolution des ventes de tracteurs routiers en vue d'atteindre l'objectif de neutralité carbone en 2050

Le paysage du transport de marchandises de demain connaîtra bien sur d'autres évolutions qui ne sont pas développées dans cette publication. Le report modal vers le fluvial et le ferroviaire sera nécessaire, les distances parcourues par les marchandises évolueront, les tournées seront optimisées pour améliorer le taux de charge, les camions seront mieux adaptés aux besoins, etc. Ces autres leviers nécessaires pour la décarbonation du transport de marchandises sont précisés dans notre [FAQ sur le transport de marchandises](#).

2.4. Les professionnels du secteur ont tout intérêt à entamer leur transition, notamment vers l'électrique, dès aujourd'hui

Les acteurs du secteur ont tout intérêt à être avant-gardiste et entamer leur transition aujourd'hui :

- **La tendance réglementaire est en défaveur des énergies fossiles.** Entrée du transport routier de marchandises dans le marché européen du carbone à partir de 2027³⁶, réforme de la directive Eurovignette, Zones à Faibles Emissions, fin du remboursement de l'accise sur le diesel en discussion, etc. : les transporteurs qui anticipent en favorisant dès maintenant l'achat de tracteurs routiers bas carbone **s'affranchissent du risque de voir le coût du transport de leurs marchandises augmenter à cause d'une flotte trop émettrice.**
- **Un transporteur qui achète exclusivement des camions thermiques avec l'ambition de rouler en bioénergie pour décarboner ses activités voit le risque de rouler à nouveau avec des carburants carbonés d'ici quelques années,** une fois que la contrainte sur la ressource se fera ressentir et que les fournisseurs n'auront plus assez d'offre en biogaz et biocarburants bas carbone (Voir 1.3.3). **Il y a un réel danger à trop miser sur cette ressource limitée,** avec le risque de perdre des marchés dans le futur, faute de pouvoir mettre une énergie réellement décarbonée dans le réservoir. L'électrique doit ainsi faire partie des solutions envisagées dès aujourd'hui.
- Les chargeurs (donneurs d'ordres du transport de marchandises) et les clients finaux sont de plus en plus soucieux de réduire leur empreinte carbone, ce qui passe par une réduction de leurs émissions de transport. **Investir dans les motorisations alternatives devient donc indispensable pour conserver des marchés auprès de chargeurs ambitieux.** Les exemples de chargeurs avec un plan pour s'affranchir du diesel ne manquent pas : Ikea, Unilever, Nestlé, Michelin, Décathlon, Carrefour, ADEO, etc.
- Plusieurs aides intéressantes permettent d'acquérir et d'utiliser les tracteurs routiers avec une motorisation alternative à des prix intéressants.

³⁶ Ministère territoire écologie logement, Octobre 2024, [Marchés du carbone – SEQE-UE 2](#).



Cependant, **les transporteurs ne pourront pas assumer seul le coût de la transition énergétique**, d'autant plus que les motorisations alternatives présentent encore aujourd'hui un surcoût par rapport au diesel. Il est donc **essentiel de travailler dans une logique partenariale avec les chargeurs afin d'identifier ensemble les flux à décarboner, partager les surcoûts et revoir ensemble l'organisation du transport** des marchandises (délai, logistique, etc.) pour favoriser l'intégration des modes décarbonés. Cela peut par exemple se traduire par des **contrats sur plusieurs années** pour amortir le coût d'acquisition des tracteurs alternatifs, avec une **indexation du prix de l'électricité** comme cela est fait actuellement pour le prix du diesel, ou par **l'installation de bornes de recharge sur le site du chargeur** afin d'effectuer une recharge partielle durant la livraison.

Le pôle transport de Carbone 4 a développé son expertise sectorielle en accompagnant divers transporteurs et chargeurs de marchandises, et remarque l'intérêt et la volonté croissante des acteurs du secteur à entamer une stratégie de décarbonation pour réduire leur impact et anticiper les risques de transition. Carbone 4 a par exemple travaillé avec une fédération de transporteurs sur une longue période, et les résultats sont positifs et concrets :

- Le sujet a fortement intéressé les différents membres des entreprises du groupement, qui ont remarquablement gagné en expertise climat ;
- **Chaque transporteur dispose désormais d'un outil adapté qui permet de calculer** de manière précise et autonome **son empreinte carbone complète** (intégrant également les émissions des sites logistiques) ;
- **Le groupement s'est fixé un objectif ambitieux de réduction** de l'empreinte carbone à horizon 2030 ;
- La combinaison de l'expertise transport du groupement et l'expertise climatique de Carbone 4 **a permis d'imaginer des solutions opérationnelles concrètes, abordables et accessibles** pour que les transporteurs réduisent leur impact et anticipent au mieux les risques de transition ;
- **Plusieurs transporteurs ont commencé leur transition** en incorporant une part croissante de bioénergies dans les camions diesel & gaz qu'ils utilisent, mais certains transporteurs ont aussi installé des bornes et acheté des premiers tracteurs routiers électriques et c'est un succès.
- En plus des changements de motorisation développés au cœur de cette publication, **le travail a permis d'identifier d'autres leviers opérationnels** portant sur l'optimisation des tournées, l'amélioration du taux de remplissage, le report modal ou encore l'efficacité énergétique de la flotte.

CONCLUSION

Si les motorisations décarbonantes peuvent correspondre à différents besoins, **il est illusoire de vouloir rester neutre technologiquement**. Les contraintes fortes sur la ressource en biomasse limitent fortement la place des bioénergies, tout comme le rendement énergétique dégradé de l'hydrogène et des e-fuels renchérissent leurs coûts. **La motorisation électrique à batteries se taillera donc la part du lion, y compris sur la longue distance**, tant pour des raisons de ressources que pour des raisons économiques, et la réglementation VECTO appuie fortement ce choix. **En prendre conscience, c'est anticiper sur cette transition majeure pour le transport routier**. Commencer à opérer des camions dès aujourd'hui sur ces zones de pertinence actuelles, par exemple les tournées péri-urbaines et régionales (< 350km)³⁷, permet de s'accoutumer à ces modes opératoires et de réaliser la transition de manière progressive. Cela permet aussi **d'innover sur les contrats entre les transporteurs, commissionnaires et chargeurs**, l'électrique nécessitant des investissements plus importants que le diesel, avec à l'inverse des coûts opérationnels réduits. La transition vers la motorisation électrique (ainsi que le biogaz ou l'hydrogène dans une certaine mesure) à l'autonomie plus contrainte est aussi l'occasion **de revoir les opportunités sur les autres leviers de décarbonation** :

- Est-ce qu'il y a des possibilités de transport combiné ferroviaire ou fluvial, qui permettrait d'utiliser des camions en amont/aval sur de petites distances ?
- Est-il possible d'optimiser davantage les tournées, en travaillant conjointement sur le cahier des charges entre chargeurs et transporteurs pour réussir à les réaliser avec des camions plus contraints ?
- Faut-il revoir l'écoconduite pour maximiser l'autonomie plus contrainte de son camion ?
- Est-ce que le passage au camion électrique n'est pas une opportunité pour de nouveaux marchés favorisant les circuits courts ?

Le transport routier n'évolue bien souvent que sous la contrainte, alors **plutôt que de subir cette transition, s'en emparer peut permettre de faire évoluer son modèle d'affaires et rester ancré sur le marché**.

³⁷ Carbone 4, Septembre 2022, [Camion électrique : il est temps d'embrayer sur la logistique urbaine](#).

Glossaire

CAS : Changement d'affectation des sols

ENR : Électricité renouvelable (hydraulique, éolien solaire)

GNV : Gaz naturel pour véhicule

HVO : Hydro Vegetated Oil. Biocarburant obtenu par l'hydrotraitement d'huiles végétales, qui a les mêmes caractéristiques que le diesel.

SNBC : Stratégie Nationale Bas Carbone. Feuille de route nationale qui vise la transition vers une économie et une société décarbonée.

e-fuel : Carburant de synthèse pouvant remplacer le diesel. Il est produit à partir de sources renouvelables (ENR, biomasse) ou non (gaz, charbon).

MTE : Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires

T.km : tonne-kilomètre. Unité de mesure du transport de marchandises qui désigne le transport d'1 tonne de marchandises sur 1 kilomètre.

Transporteur : Personne physique ou morale responsable de l'acheminement de marchandises vers un lieu donné.

Chargeur : Il confie les marchandises au transporteur afin de les acheminer vers une destination précise.

OEM : Original Equipment Manufacturer

TCO : Le coût total de possession, qui correspond au coût du cycle de vie d'un produit. Pour un poids lourd par exemple, cela intègre les coûts d'achat et les coûts d'opération (énergie, entretien, assurance, etc.)



Carbone 4 est le premier cabinet de conseil indépendant spécialisé dans la stratégie bas carbone, l'adaptation au changement climatique et la préservation de la biodiversité.

En permanence à l'écoute des signaux faibles, nous déployons une vision systémique de la contrainte énergie-climat-biodiversité, et mettons toute notre rigueur et notre créativité en œuvre pour transformer nos clients en leaders du défi climatique.

Contact : contact@carbone4.com